

VIDE. TEHNOLOĢIJA. RESURSI

III starptautiskās zinātniski praktiskās konferences
materiāli

2001.gada 19. – 21.jūnijs

ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES

Proceedings of the 3rd International Conference

June 19 – 21, 2001

Rēzekne 2001

Vide. Tehnoloģija. Resursi: 3.starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli. – Rēzekne, 2001. – 304 lpp.

Zinātnisko rakstu krājumā iekļauti III starptautiskās zinātniski praktiskās konferences “Vide. Tehnoloģija. Resursi” referāti un tēzes.

Referātu tematika saistīta ar vides aizsardzības problēmām, teoriju, praksi un pieredzi vides aizsardzībā, vides kvalitātes parametriem, to kontroli, novērtēšanu un izmantošanu, dabas resursiem, cilvēka ekoloģiju, ekoloģijas un kultūras attiecībām, ekoloģisko izglītošanu, pārstāvēti referāti ar datorzinātņu problēmām.

Proceedings include papers presented at the 3rd International Conference “Environment. Technology. Resources.”

The themes of the papers are – the environmental problems, theory, practice and experience in environmental protection, environmental quality parameters, their control, assessment and improvement, natural resources, ecology of human nature, ecology and culture, ecological education. Special part of conference includes the problems of computer science.

Orgkomiteja:

1. G.Noviks, prof. Dr.hab. (Latvija)
2. A.Borisovs, prof. Dr.hab (Latvija)
3. R.Tepfers. prof. Dr. (Zviedrija)
4. T.Chrzan, prof. Dr. (Polija)
5. A.Antypas, prof. Dr. (ASV)
6. M.Kļaviņš, akad. prof. Dr. (Latvija)
7. A.Spricis, asoc.prof. Dr. (Latvija)
8. V.Morozovs. prof. Dr. (Krievija)
9. R.Wahlström, asoc.prof. Dr. (Somija)

ISBN 9984 – 585 – 36 – 0

© Rēzeknes Augstskola, Atbrīvošanas aleja 90, Rēzekne, LV – 4601.

Rēzeknes Augstskolas izdevniecība, 2001.

Tirāža 150 eks.

SATURS

VIDES AIZSARDZĪBAS PROBLĒMAS UN DABAS RESURSU
RACIONĀLA IZMANTOŠANA

Blahins J. Kokrūpniecības atkritumproduktu pielietojums tautsaimniecībā - jauna un perspektīva tēma vides pārvaldībā	5
Chrzan T. Environmental protection during construction of motorways	10
Cirule D., Lavnikoviča I., Alksne A., Hrolis J. Ekstraktīvo vielu saturs parastās priedes (<i>Pinus Sylvestris L.</i>) koksne dažādos augšanas apstākļos	14
Dubrovskis V. Forsētā anaerobā biokonversija	17
Freimanis J., Stonkuss V. Lietotās smēreļļas Latvijā	24
Ilsters A. Videi draudzīgu tehnoloģiju un ražotāja izmaksu pētījumi cūkkopībā	29
Иванов С., Матисанс Э. Экологически безопасные технологии заготовки травяных кормов	36
Kaķītis A. Energoekonomiskas biškopības produktu apstrādes tehnoloģijas	41
Kronbergs Ē. Biomasas kompaktēšanas iespējas	50
Kronbergs Ē., Plūme I., Kaķītis A. Niedru sakņu apauguma izmantošana	54
Lapiņš D., Bērziņš A., Gaile Z., Koroļova J. Ziemas kviešu augsnes apstrādes un sējas tehnoloģiju efektivitāte	61
Leibus I. Vides aizsardzības pasākumu finansēšanas problēmas	65
Matisāns E., Ivanovs S. Videi draudzīgi lauku projekti Latgalē	75
Metlāns A., Teirumnieks E. Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas projekts – vides kvalitātes uzlabotājs Austrumlatgales reģionā	80
Miklaševičs Z. Elektrolīnu balstu ražošanas procesa riska faktoru noteikšana	85
Miklaševičs Z. Elektrolīnu balstu ražošanas procesa ekoloģiskais novērtējums ...	94
Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Буров И.Ю. Прогнозирование потенциальных каналов распространения экологически опасных веществ в геологической среде	102
Najbar B. Physico-chemical features of waters and biocoenosis of a meromictic reservoir in the years 1981-1998 in the Leknica region (Western Poland)	106
Nikitin O. Monitoring and analysis of room-and-pillar mining with continuous miner in Estonian oil shale mines	116
Novik G. Environmentally sustainable technologies and environmental quality indicators	122
Oboļeviča D., Ruža A. Dažādu agroķimikāliju ietekme uz ziemas kviešu pieauguma intensitāti	127
Pastarus J.-R., Tomberg T. Mining block stability analysis in Estonian oil shale mines by statistical methods	132
Plūme I. Noteču no organiskajiem mēsliem samazināšana	138
Poikāne S., Līcīte V. Ezeru pārvalde: teorija un prakse	144
Priekulis J., Belovs A. Slaukšanas iekārtu vakuumsūkņi un to ietekme uz apkārtējo vidi	148
Radzevičius A., Zinkutė R. Evaluation of environmental quality in Panevėžys according to contamination level of dug wells	154
Sīlineviča I., Graudiņa I. Ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai nepieciešamais RSEZ sabiedrisko attiecību modelis kā organizācijas vides sakārtošanas un vadīšanas instruments	161
Staša J., Šķēle A. Meža resursi un cilvēka drošība	168

Stramkale V., Kondratovičs U., Vikmane M., Miške I., Lejasbuda I., Megre D., Švarca J., Belousova R. Vidi saudzējošu biostimulatoru ietekme uz linu ražu un kvalitāti	173
Šķēle K., Cīrule D., Alksne A., Hrolis J. Parastas priedes (<i>Pinus Sylvestris L.</i>) koksnes struktūras un fizikālo īpašību īpatnības atkarībā no augšanas vides apstākļiem	181
Šķēle A., Dubrovskis V., Upītis A., Kārklīšs A., Kristapsons M., Ziemelis I. Biodegviela dabas aizsardzībai	186
Šnīders A. Notekūdeņu aerācijas iekārtu elektriskās piedziņas energoekonomika...	191
Татаринов В.Н. Геологическая среда и проблемы геоэкологической безопасности объектов ядерно-топливного цикла	197
Upītis A., Goļevskis O., Kristapsons M., Kārklīšs A. Atkritumu utilizācijas sistēma ar bioloģiskās un termiskās destrukcijas procesiem	204
Ужга-Ребров О. Анализ основных источников ошибок в экологическом моделировании	210
Zandmane A. Peldūdeņu mikrobioloģiskās kvalitātes pētījumi Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē	217
Ziemelis I., Putāns H., Iljins U., Kikāns A. Saules enerģijas izmantošanas iespējas sivēnu mīgu grīdu apsildīšanai	221
Ziemelis I., Šķēle A., Putāns H., Iljins U., Putāns A. Sprieguma regulatori sivēnu lokālās apsildes intensitātes regulēšanai	229
Zinkutē R., Radzevičius A. Metal processing enterprises as the main threat to environmental quality in Panevėžys	236

DATORU TEHNOLOĢIJAS

Bogdanova N. Принципы разработки пользовательских интерфейсов	245
Boļakova I. A study of decision tree algorithms for continuous attributes	248
Cakula S. Productivity of studying process using it	250
Grabusts P. Klasterizācijas metodes izmantošana RBF neironu tīklos	257
Grekovs R. Application of binary compositions in multidimensional recognition tasks	263
Jevsejenko A., Guļāns P. Datu noliktavas realizēšanas un izstrādes rīki, to novērtēšanas kritēriji	266
Kalis H., Kangro I. Siltuma pārneses procesu ar izstarošanu skaitliskā modelēšana horizontālā plāksnē	273
Onževs O., Kiščenko A. Informācijas apmaiņas nodrošināšana, veidojot virtuālās augstskolas	279
Stočka V. Datortīkla administrēšanas un kontroles sistēmas izveide uz operētājsistēmas "Linux" bāzes	284
Sukovs A. On search capabilities of the differential evolution algorithm	288
Tipāns Ē. Jēdzienu vispārināšanas algoritma CORA savienošana ar lēmumu koku ģenerēšanas algoritmu C4.5	293
Užga-Rebrovs O. Analysis of the reasoning logic violation in decision making ...	295
Žilvinskis I. Web bāzētu informatīvo sistēmu izveide	301
Autoru saraksts	304

**Vides aizsardzības
problēmas un dabas
resursu racionāla
izmantošana**

**KOKRŪPNIECĪBAS ATKRITUMPRODUKTU PIELIETOJUMS
TAUTSAIMNIECĪBĀ – JAUNA UN PERSPEKTĪVA TĒMA VIDES
PĀRVALDĪBĀ
USING OF WOOD INDUSTRY RESIDUES IN NATIONAL
ECONOMY – NEW AND PERSPECTIVE BRANCH IN THE
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

**Jānis Blahins, MSc Env Sci & Manag;
LU VZPI doktorants; vec. vides inspektors
Rūpniecības 25–605, Rīga, LV 1877, Latvija
tel 7321845, 9151845
e-pasts: gaiss@vvi.gov.lv vai janis_blahins@hotmail.com**

***Abstract.** Aim of report is to punctuate actuality and benefits can be given by correct management of wood residues at Latvia, in the economic, social, and environmental spheres. Main task is to inform the public about some outstanding possibilities to utilize wide spectrum of wood residues with certainly positive economic gain, in opposition the state today though residues habitually are damaging the environment with no benefits at all. Especially are given knowledges about ramial chipped wood technology or Sylvasol, and use of wood gasification for asynchronous electro generation needs. Methods used includes studies of literature, analyze of data available. For the superior effect on peoples lifestyle, economy, life and environment quality as equal of co-solving number of Global environmental problems, introducing the system of wood residues management in Latvia ought to be observed as ultimately profitable field for further outbreaks in environmental sciences and management.*

Ievads

Saskaņā ar Mežu dienesta datiem Latvijā ik gadus kokapstrādes rūpniecībā rodas ap 3 miljoni ciešmetru koksnes atlieku, pamatā gateros skaidu un nomaļu veidā un tikpat daudz mežu ciršanas procesā sīkzaru veidā. Šīs milzīgās biomasas utilizēšanā tiek praktizētas lielākoties tikai divas metodes: tās sabērt pamestos karjeros vai kaudzēs, tā piesārņojot ūdeņus, vai arī tās sadedzināt atklātā kaudzē, tā piesārņojot gaisu. Neliela daļa tiek izmantota kā kurināmais dažāda veida krāsnīs, tiek pārvērsta kokskaidu granulās, šķeldā, kokšķiedru plāksnēs. Celulozes rūpnīcai, ja tādu uzcels, lielākā daļa koksnes atlieku būs neizmantojamas, jo satur mizu. Kopumā tas ir gigantisks resurss, kas tiek izniekots un piesārņo vidi, bet var nest labumu un ir pieejams gandrīz it visur lauku apvidos. Taču koksnes atlieku izmantošanu "augstas tehnoloģijas" ražotnēs nopietni traucē šī resursa lielā izklidētība un mazais īpatsvars, kura dēļ transportēšana attālumos virs 30 km, augstākais 60 km, ir nesamērīgi dārga. Tādēļ atlieku pielietojumu tehnoloģijām jābūt viegli decentralizējamām un mērogojamām, piemēram, mazformāta blokmoduļiem, kurus var piesaistīt atlieku rašanās vietai un jaudai. Tādā kārtā attīstība nākotnē ir atkarīga no informētības par to KĀ pielietot koksnes atliekas, un šādu informāciju autors ir apkopojis, un dažām metodēm piemīt labs tirgus potenciāls. Tomēr metožu ir ārkārtīgi daudz, tāpēc rodas jautājums par "labākās" metodes vai metožu izvēli, tātad tas ir indikatoru jautājums. Tāpat, kā redzēsim tālāk, ir varbūtīga kokrūpniecības nozares filozofijas (domāšanas veida) maiņa, pat valdošo paradigmu pārbīde. Tagadējo neapmierinošo stāvokli var risināt ar vides pārvaldības metodēm, jo tīri ekonomiskās metodes atlieku problēmu nav spējušas ietekmēt.

Daži atlases indikatori

Ilustratīvi var jautāt, kāpēc pārtikas ēdēji naudiski novērtē bifštekū vērtīgāku par gurķi. Iemesls nav atšķirība darba patēriņā, jo tāda novestu pie nerentablās nozares bankrota, tātad veģetārisma. Vērtīgums slēpjas apstākļī, ka bifšteks ir augstāk trofiskajā ķēdē. Tā arī koksnes atlieku izmantojumu veidu novērtējumu indikatoriem būtu jāskatās arī uz galaprodukta vietu trofiskajā ķēdē (katrs organisks pielietojums labāks kā virzība mineralizācijas virzienā), un ne tikai uz galaprodukta cenu. Tāpat papildus ievadā minētajai mērogošanas iespējai jāvērtē vides piesārņojuma riski, nepieciešamās investīcijas, produkta pārdodamība, sociālie indikatori, tai skaitā iedibinātās darbavietas.

Atsevišķi koksnes atlieku izmantošanas veidi

Trofiskais līmenis viszemākais. *"Zaudētā paaudze" — piesārņojums ir, labuma nav.*

Dedzināt kaudzē, apglabāt karjeros, uzglabāt ražotnes teritorijā

Šis ir tradicionāls utilizēšanas veids. Agresīvs videi, ūdeņiem, respiratori toksisks, viegls alergogēns un kanceroinduktors. [1, 2, 3]

Mehāniskais līmenis — vairāk kā celtniecības materiāls.

Skaidbetons, starpsienu siltumizolācija uz kaļķa bāzes,

drenējoša pildviela lauku ceļiem (dziļāk par 60–80 cm nepūst un kalpo līdz 100 gadiem); kokšķiedru plates un "skaidu" plates.

Mazas investīcijas (izņemot plates), neliela peļņa, smags mārketingas, labi noder lauku celtniecībai, īpaši ceļiem, videi draudzīgs risinājums. Var tikt izmantotas vecas (1–2 gadi) krājas. [4, 5]

Mīnerālais līmenis (ķīmiskais) — pelni, cukurs, etanols, etiķskābe, kolofonijs, koksnes darva, kokogles, benzīns

Gigantiskas investīcijas, laba peļņa tikai lielizmēra ražotnēs, spēj dot katastrofisku piesārņojumu vidē. [6, 7] Cukura ieguve sālsskābā vai sērskābā ciklā var tikt diskutēta.

Papīrrūpniecība, celulozes iegūšana — gigantiskas investīcijas, agresīva videi, iespējama tikai lielražošanā, nespēj izmantot koka mizu, tāpēc vairums koksnes atlieku ir bez pielietojuma, process ir izvēlīgs pret koksnes sugu.

Termiskais līmenis (degviela) — gāzifikācijas process, virstošais slānis, slīpo ārdū kurtuve, kurtuve ar rušinātājiem, trīs gaisa padeves ciklu paņēmieni [8, 9].

Tradicionāls utilizēšanas ceļš, samērā lielas investīcijas, tā ir labāka alternatīva kā dedzināt fosilo kurināmo.

Kokskaidu granulas, granulētās skaidu briketes, šķelda [9].

Labs tirgus, maza peļņa, grūtības ar mazformāta ražošanu, grūtības ar transportu.

Elektroenerģijas ģenerēšana – turbīna — dārgi, prasa lielražošanu, pirolītiska gasifikāciju ar iekšdedzes motora piedzītu asinhrono elektroģenerāciju — lēti, labu peļņas atdevi, neierobežotu tirgu, ērts mazā mērogā, vides riski pagaidām neskaidri [10 un skat. aprakstu zemāk].

Organisks mēslojums – kompostēšana, kompostēšana ar sēņotnēm, slieku procesors, slāņu mulčēšana, parastā mulčēšana, lopu kūts pakaiši.

Problēmu rada pH krišanās (paskābināšanās), bet īpaši augsnes ilgtermiņa auglības zudums dēļ augsnes piesārņošanās ar polifenoliskas izcelsmes aseptiskiem (antibiotiskiem) komponentiem. [11,13]

Buferorganisks – augstākais līmenis. RCW/Sylvasol (Ramial chipped wood) tehnoloģija.

Mazas investīcijas. Liela pozitīva ietekme uz auglību un ražas kvalitāti un zudumiem. Piepilda zemi ar dzīvību, palielina trofiskā tīkla kapacitāti, biodaudzveidību,

pašregulēšanās spēju, ilgtspējību. Samazina lauku ķimizāciju. Novērš nitrātu/nitrīdu izskalojumus, imobilizē fosforu. Nav pielietojams skuju koku materiāls un gateru atliekas. [Skat. skaidrojumu zemāk un 12,13].

Skaidrojums 1: elektroenerģija no koksnes

Optimāla konfigurācija sastāv no gazifikācijas iekārtas, parasti augšdedzes pirolītiskā gāzģeneratora, turklāt var kopēt 2. Pasaules kara laikā izplatītos automoto paraugus, kā Bolinder, Vairogs, Impco, Imbert, NATI u.c. Aiz tā jāinstalē gāzes dzesētājs, kas pie rasas punkta veic arī gāzes priekšattīrīšanu, un smalko filtru, aiz kā seko gaisjaucis, parasti ežektora veidā uz sērijveida vieglās automašīnas karburatora. Praktiski 10 m³ koksnes atlieku utilizēšanai dienā (5 tonnas), vajadzīgs 20 litri motortelpas un 210 kW asinhrons trīsfāzu vienpola (t.i., 3000 apgr/min) elektrodzinējs negatīvas slīdes režīmā (tas ir asinhronās ģenerācijas režīmā). Variants – var lietot 5 līdz 6 motorus 3.5 l ar 38–43 kW elektromotoru katrs, turklāt šādus džipu motorus ar nelieliem defektiem Vācijā var iegādāties par 100–200 DM gabalā. Dzesētājiem vajadzīgs virsmas laukums 22 m² vai 11 zem ventilatora, filtru kubatūra – rupjajam 0.4x5 m, smalkajam 0.8x2,1 m, gāzvadi – d>0.2 m karstajiem, 0.14 aukstajiem; pirolīzes kameras konuss 110° leņķī, augšgalā d 58 cm, kakliņš pārzmaugā 43 cm ap 20 cm zemāk, un vēl 24 cm zemāk izejas atvere, kas guļ 7 cm virs pelnu kastes. Sprauslas – 12 gab, d=20 mm 10° leņķī. Sagaidāmais efekts – 5MWh saražotas elektroenerģijas trīs maiņu darbā, vai bruto ieņēmumi 116 Ls ikdienas ar vienkāršo tarifu, vai 306 Ls ar "dubulto" tarifu, kā to definē normatīvie akti šobrīd. No šīs summas jāapmaksā darbalgas 4–6 cilvēkiem un nodokļi. Ja šādu iekārtu instalē pie gatera, iespējams pārdot arī koģenerēto siltumu, piemēram, ceļa apsildei un dēļu žāvēšanai. Taču iekārtas jaudai nebūtu vairāk kā 2 reizes jāpārsniedz gatera elektrotīkla pieslēguma jauda, citādi nāksies rekonstruēt apakšstaciju. Latvijā ir resurss, maksimums, nosegt teritoriju ar 400–800 šādām stacijām, tā radot valsts ekonomikai 15 līdz 30 miljoni Ls eksportproduktu ikgadus. Sevišķi labs eksportiespēju saasinājums gaidāms pēc 2010. gada, kad tiks slēgta Ignalinas AES. Elektriņa ir viegli marketējama un pārdodama prece. Ja šobrīd Latvenego spēj saražot elektroenerģiju 2,74 TWh no HES un 1,22 TWh no TEC ikgadus (1999.g. dati), tad piedāvātā metode spēj dot 1,5 TWh kā maksimumu. Mazākā mērogā, Madonas rajons viens rada gadā 22 tūkst. m³ zāģskaidu un 35 tūkst. nomaļus, kas spēj nosegt šādu 7 līdz 15 staciju patēriņu, tā nopelnot ¼ līdz ½ miljonu Ls gadā. Viena šāda stacija pirms nodokļiem un algām var pelnīt 36 000 Ls gadā, pārdotā siltuma cenu neskaitot.

Tēze diskusijai – ir liela nozīme turpināt intensīvi attīstīt šo tehnoloģiju. Autors tuvākajos divos gados cer izmēģināt to kāda Pierīgas gatera apstākļos.

RCW tehnoloģija

Sinonīmi – ramial chipped wood, Sylvasol tehnoloģija, Sylva–Agro; izgudrota Kanādā Lavala Universitātē 1997, autors prof. Guilles Lemieux et al.

Know–How: Bez lapām (sic!) lapu koku (sic!) smalkos zarus, zem 7 cm resnus (sic!) sašķeldo jebkura tipa šķeldmašīnā (veltņu, cērtņu, propellera utt) un tuvāko 48 stundu laikā (sic!) iedisko augšējos augsnes 5 cm (sic!) apmēram 150 m³/ha. Tūdaļ pat augsnei jātiek infektētai ar 10–20 grami/m² baltās trupes bazīdijsēņotni no augšējā trūdu slāņa lapu koku mežā (sic!), kas sākas tūdaļ zem aplūmējušo lapu slāņa. Tā kā dabiski koki met lapas rudenī (sliktāki rezultāti ir pavasarī), tad rcw apstrādes sezona ir īsa. Nākošā pavasarī var (un vajag) audzēt gumiņu, kultūras zemi nearot (jo nedrīkst aiztikt slāni dziļāk par 5 cm), tipiski āboliņu vai lucērnu, kas cīnīsies ar akūtu slāpekļa badu augsnē. Otrajā gadā intensīvā lignīna sadalīšanās sāk pierimt, tomēr sēt var tikai

graudzāles, tai skaitā labību. Trešā gadā un uz priekšu sēt un art var bez ierobežojumiem. Vēlāk katru otro gadu vēlams uznest sēņotnes dzīvības uzturēšanas nolūkos 10–20–50 m³/ha bez jaunas inficēšanas vai apstrādes ierobežojumiem. Šādi iespējams reģenerēt pat bezcerīgi sabojātu, t.sk. "cauro" augsni, un būtiski ielabot katru augsni, vienīgi pārmitrām var būt problēmas, vismaz sākumstadijā, kamēr atraisās humusvielu spēja piesaistīt 10 savus svarus ar ūdeni.

Rezultāti. Saskaņā ar daudzskaitlīgiem eksperimentiem Āfrikā, Kanādā, ASV, Ukrainā, Dānijā, Holandē un citur jau ar trešo gadu ražas ceļas starp 3 un 10 reizēm (!), vienīgi Ukraina ir izņēmums ar 1,5–2 reizēm, jo tur augsne jau tāpat ir maksimāli auglīga. Augļu, stiebru, sakņu garša būtiski uzlabojas, tāpat kā masa, barības vielu saturs, augājs top spēcīgs un noturīgāks pret slimībām, sausumu, pārplūšanu, salnām, pieaug derīgo mikroorganismu skaits, daudzveidība un aktivitāte pazemē, lauks neprasa NPK mēslojumu, un uz desmitiem gadu top pašregulējošs. Barības vielas ir cieši piesaistītas strauji pieaugušajam humusa slānim, tādēļ par vairākām kārtām samazinās slāpekļa un fosfora savienojumu izskalojumi ar palu un lietus ūdeņiem, kas HELCOM "Hot Points for Latvia" sarakstā ir vides problēmu augšgalā. Taču, kas ir vissvarīgākais, pati augsnes struktūra ir kapitāli pārbūvēta, ar augstāku organizētības formu un vairāk mikrobiālām dzīvības formām, ekonišām, trofiskajiem tīkliem, kas garantē ilgtermiņa auglīgumu, stabilitāti, pašregulēšanās spēju, ķīmisko buferkapacitāti, vārdu sakot, patiesu ilgtspējību. Diemžēl, aprēķinot Latvijas lapu koku sīkzaru gada pieaugumu, jāsecina, ka tas ļauj secīgi apstrādāt visu aramzemi tikai 100 līdz 120 gadu laikā. Tomēr vairumā Eiropas valstu šis rādītājs ir pat par nepilnu kārtu sliktāks, tātad Latvija šajā jomā ir privileģētā stāvoklī.

Kāpēc RCW metode darbojas?

Dzīvā augsne ir kaut kas visai tāls no vienkārši silīcija dioksīda lodītēm, kas saslapinātas ar barības minerālvielu šķīdumiem. Šāda drīzāk ir degradēta "augzne", kas kvalitatīvi līdzīga akvakultūrai (hidroponikai) un ir spējīga ražot tikai visrūpīgākajā cilvēka kontrolē, balansējot mitrumu, minerālvielas un cīnoties pret neskaitāmu slimību uzbrukumiem.

Klasiskā agroideoloģija producē tuvu 90% masas novācamajā ražā un labi ja 10% gada lignīna pieauguma var tikt kompostēts vai mulčēts. Pārējo novākuma daļu laukam jāatdod kā ķīmisko mēslojumu, kas savukārt sekmē augsnes "izspiešanu", cik vien tā spēj, un šis process notiek, pārvēršot ražā augsnes pašregulācijas mehānismus (to tīklu) kā tādus. Ērgļu apkaimē ir kāda māja, ko saimnieki, kas mitinājās vienā galā, plēsa nost no otra gala, lai kurinātu krāsni. Augsnē analogiskā gadījumā runā par augsnes mineralizāciju. Agrāk vai vēlāk, tas atkarīgs no augsnes stabilitātes, solārā un lietus režīma, augsne degradēsies, un masīva erozija var sākties, izkalšana, augsne kļūst "caura".

Koksnes lignīni var tikt depolimerizēti līdz fulvoskābei un humusskābei, ja uz to iedarbojas mangānatkarīgā tipa lignoperoksidāze kā ferments, tad humusskābe paliek fiksēta pie bazīdijsēņotnes micēlija (šo fermentu izstrādā trupe *Phanerochaete chrysosporium* – Tom Volk, 1997), tādā veidā paliekot pasargāta no rekombinēšanās ar fulvoskābes molekulu, jo tad, tipiski, veidotos stabili polifenoliski kompleksi ar antibiotiskām īpašībām. Uz micēlija fiksētā makromolekula dod augsnes raksturīgo sulīgi brūno krāsu, kāda valda lapu koku mežos un rcw apstrādei pakļautajās augsnēs. Turpretim melna krāsa liecina par šīs "baltās trupes" sēņotnes bojāeju. Var apgalvot, ka šai bazīdijsēņotnei ir vēsturiski bijusi "keystone" loma augsnes attīstībā uz Zemes. ("keystone" – grūti tulkojams jēdziens: necila un neievērojama, bet pati svarīgākā un galvenākā detaļa kompleksa mehānisma darbībā).

"Pārtikas jēdziens ietver divus aspektus: pārtikas energosaturu, ko sistēmai vajag tās funkcionēšanai, un tās ķīmiskos komponentus (te minerālmēslojumu) un to bioķīmiskos vidutājus (proteīnus, aminoskābes, cukurus, celulozi u.d.c.). Jau ne iesākuma senatnē, cilvēks radīja tradicionālo lauksaimniecības koncepciju, kas ved uz augsnes mineralizāciju, tas ir enerģijas atdalīšanu no barības vielu komponentiem..." [Kirke, Farrell, 1987]. "Lignīnu izcelsme un metoksilgrupu pozicionējums, kā arī metoksilgrupu skaits tajā spēlē nozīmīgu lomu attiecībā uz augsnes struktūru. (...) Tā kā mežs ir bijis to mehānismu avots, kas ir atbildīgi par augsnes auglības spēju viscaur visā pasaulē, tad meža izzušana novedīs pēc īsa, vidēja vai gara laika sprīža pie auglības un produktivitātes krituma. [G.Lemieux 1997].

"Agrokultūras departaments [Smith et al, 1994] rāda progresu kokizstrādē ASV. Balanss "pieaugums/izciršana" sabruka pirms 50 gadiem, un pēdējos 10 gados mežu zudums ir dubultojies. Eksistējošie cietkoksnes meži satur 3 līdz 5 reizes vairāk oglekļa savā hipogeusa (zemzemes) daļā nekā epigeusa (virszemes) daļā, tādējādi padarot augsnes degradāciju par ultimatīvi galveno CO₂ emisiju avotu atmosfērā" [Lemieux, 1997].

Tēze diskusijai – ir ļoti nozīmīgi strādāt pie rco tehnoloģijas akomodēšanas Latvijā. Autors šoruden cer apstrādāt ar šo tehnoloģiju virkni kontrollauciņu un ir ieinteresēts sadarboties ar katra veida interesentiem.

Rezultātu apspriešana

Koksnes atlieku racionālai izmantošanai tautsaimniecībā var būt spēcīga pozitīva ietekme, it īpaši šīm divām tehnoloģijām. Tās var krasī uzlabot lauku nodarbinātības problēmu, valsts eksporta/importa bilanci, uzlabot pārtikas kvalitāti un pieejamību, vienlaikus palielinot tās kvalitāti un samazinot cenu (izmaksas), var atrisināt tādas vides problēmas kā slāpekļa izskalojumi, erozija, mazkvalitatīvās augsnes. Elektroenerģijas eksports palīdzētu attīstīties kokzāģētavām, tas būtiski palielinātu Latvijas eksportu naudas izteiksmē, kas jau tā valstī 44% sastāv no koksnes eksporta, bet no izcirstās koksnes 52% eksportējam neapstrādātu. Pārtikas jomā gaidāmais ražības pieaugums ir tieši tik liels, lai ļautu nopietni konkurēt ar Eiropas vairumcēnām, tā dodot iespēju attīstīties Latvijas zemniecībai. Konkurence tiem pārāk nedraud, jo lapu koku resursi uz aramzemes platību Eiropā ir ievērojami zemāki kā Latvijā.

Rezumējot. Dziļa multidisciplināra ietekme daudzos dzīves sektoros ir sagaidāma no racionālas koksnes atlikumu apsaimniekošanas sistēmas izveides Latvijā, tā ir iespēja, ko nedrīkst izniekot, un vispiemērotākā menedžmenta bāze šādas sistēmas izstrādāšanai ir vides zinātnes un pārvaldība kā jauna zinātņu nozare Latvijā, tādējādi nesot svētību gan sabiedrībai, gan videi.

Literatūra

1. www.trifl.org/cedar.html –Jeff Johnston, review: Respiratory toxicity of cedar and pine wood.
2. www.aces.digex.net/~mds/woodhaz.txt –Robert Woodcock, Toxic Woods
3. LU 58.zinātniskās konferences Zemes un vides zinātņu sekcijas referātu tēzes, L.Lieplapa, Zāģu skaidu izgāztuvju iespējamā ietekme uz vidi.
3. Strauss J. Lēti un izturīgi būvveidi. – Rīga: Jumava, 1992.
4. Satiksmes ministrijas dzelzceļu virsvalde: būvniecības darbu metodikas 7 sējumos, 1942–1944, Rīga.
5. Pečuro N.S., Kapkin V.D., Pesin O.Ju. Ķīmija i tehnoloģija sintētiskā židkoga topļiva i gaza. – Moskva, 1986.
7. Kalniņš A. Meža ķīmiskā tehnoloģija. - Rīga, 1943.
8. Izstādes "Enerģētika 2000" semināra izdales materiāli.
9. Lielrīgas Reģionālās vides pārvaldē atsevišķu iekārtu projektu dokumentācija.
10. Vedējs N. Spēkratu gāzģeneratori. – Rīga, 1943.
11. Āboliņš J. Automobiļu un traktoru gāzģeneratori. – Rīga, 1950.

12. Hotte O. Gāzģeneratori automobiļos un traktoros. – Rīga, 1941.
13. Vedējs N. Gāzģeneratori. – Rīga, 1944.
14. www.cyber-north.com/gardening/compost.html
www.agroforester.com/articles/sheet_mulching.html
www.weallandcullen.com/mulching.html
www.greengold.com.au/greengold/carenotes/vorms.htm
www.bra.org/composting.htm,
www.ecorecycle.vic.gov.au/waste/compostb.htm
www.sc.org/echo/azillus/azch5dry.htm
www.bac.nesu.edu/programs/extension/publicat/wqwm/ebac172_93.html
15. www.wisc.edu/botany/fungi/volkmyco.html, Tom Volk page on Chrysosporium phanerochaete
16. <http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf/>, Giulles Lemieux, daudzas publikācijas par RCW un Sylvasol šajā saitā; Martin Wood– Soil Biology, NY 1989; LR Nacionālais ziņojums "Par klimata pārmaiņām", pp 70., R, 1990.

ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING CONSTRUCTION OF MOTORWAYS VIDES AIZSARDZĪBA AUTOMAĢISTRĀĻU BŪVĒŠANAS PROCESĀ

Professor Tadeusz Chrzan, Ph.D.

Zielona Góra Polytechnic

Department of Building Engineering and Sanitary Engineering

Institute of Environmental Engineering

***Abstract.** In this paper given and analysed are the factors related to the construction of motorways and having a negative impact on the environment. Given are the conditions of the assessment of the impact of the motorways on the environment, arable land and forests and cultural heritage.*

1.Introduction

A lack of motorways causes a deterioration of the environment and living conditions of the people residing within the territory adjacent to the more important state and regional roads. Those roads with excessive traffic are devoid of any environmental protection means or equipment. As a result of an excessive number of vehicles the traffic is chaotic and that causes an increase in the emission of carbon monoxide and hydrocarbons. An additional noise and vibrations cause a steady deterioration of the living conditions of the people residing near the roads. A construction of motorways complying with the regulations related to the environmental protection is a solution that is much more beneficial for the people residing in the vicinity of the roads than a constant adaptation of the existing roads to a steadily growing transport needs of the populace. Most of the drivers will be using motorways and thanks to that the traffic on the local roads will decrease.

The benefits of the motorways are steady conditions of the ride, traffic safety and decrease in the volume and reach of the harmful substances released to the atmosphere. Comparing to the existing roads, using the motorways, one saves 25% of the gasoline, from 30% to 40% of the travel time and one decreases the probability of the accidents from 70% to 80%, and the level of noise is lowered by some 30%. In the motorways construction programme envisioned is an obligatory assessment of the impact of the motorways on the environment. So, in order to limit a negative impact of the construction proper authorities conduct detailed estimates of the impact of the motorways on the environment, arable land, forests and cultural heritage.

2. Negative impact of the road traffic on the environment [1]

A negative impact of A road on the environment is visible most often as a taking up of the land, air pollution and noise. There were attempts to prevent that. Most often it was switching to the unleaded gasoline and limiting the noise pollution by the engines.

The designs of the motorways construction are subject to complex analyses concerning the impact of the traffic on the surrounding areas and that in order to eliminate harmful factors. Such factors, among others, are:

- noise and vibrations
- emission of the harmful gases
- hazard for the water intake areas
- pollution or destruction of the land surface
- changes in the landscape
- separation of the social and economic communities

The vibrations of the surrounding areas are caused by heavy vehicles and their intensity increases with the increase of the damage to the road surface. The noise is created mostly by the engines and tires. The noise lowers the effectiveness of people's work and prevents them from resting. The works on the lowering of the noise level focus on the changes in the construction of the engines and improvement of the tires ways of contact with the road surface. The air pollution is most intensively felt in the vicinity of the main roads and motorways. Such pollution is a part of a low reaching emission to the atmosphere. The main components of the exhaust fumes are:

- nitric oxides, NO_x
- carbon oxides, CO₂ and CO
- hydrocarbons, HC
- sulphur dioxide, SO₂
- lead compounds

During the excavations for a motorway one can expose the water bearing layers, and the motorways can cause the necessity to change the direction of the flow of the surface waters. An accident on a motorway can cause the pollution of the surface and underground waters by greases and fuel. A similar hazard relates to a water intake area located near a motorway.

A pollution or damage to the land surface may concern a temporary pollution by the compounds used to melt the snow as well as escaped oils, greases and fuel.

The changes in the landscape concern the impact of a motorway – in the form of embankments, bridges and flyovers – on the land adjacent to it. Also, for the construction, one needs to take over the land and, usually, change its use.

The separation of communities and cutting off the residents from their arable land and properties or from their nearest places of work creates a psychological and physical barrier (the need to extend the by-pass roads and create pedestrian crossings).

During the road construction there are inconveniences related to the noise or movement of heavy and noisy transport equipment.

A justification for the construction of motorways is mostly economical one, for example:

- shortening of the travel time and thus increase in the traffic flow capacity,
- lowering of the load of the state and regional roads,
- lowering of the costs of the transport via motorways,
- heavy vehicles using mostly the motorways,
- improvement in the traffic safety, lower number of accidents, bigger comfort of travel,
- impact on the tourist traffic, increase of the commerce and manufacturing and development of new commercial centres,
- creation of the new work places.

3. Assessment of the impact of the motorways on their surroundings [2]

3.1. Assessment of the environmental impact

The goal of the assessment of the construction of a motorway and its environmental impact is a determination of potential effects of such construction for the environment and people. The results of such assessment should make it easier to take a justified administrative decision on the location and construction of a motorway. Such an assessment has to include a proposal on how to reduce any negative impact on individual elements of the environment.

The assessment of the environmental impact of a motorway (OOŚ by its Polish acronym) should include:

- I. characteristics of a planned motorway; its technical parameters, location, prognosis of the traffic intensity,
- II. characteristics of the surroundings of the planned motorway; characteristics of its components and resources, landscape values, state of the environment, protected objects, health conditions,
- III. analysis of the concepts, studies and factors taken into account in the planning including the concepts of the land development of the country, provinces and local communities,
- IV. characteristics of the land development and use,
- V. assessment of a potential impact of the construction and potential impact of the road usage,
- VI. assessment of potential emergency situations,
- VII. assessment of problem areas and ways of the reduction of negative impacts,
- VIII. analysis of the land development within the area of the above-a-norm impact of a motorway
- IX. monitoring of the environment

The assessment of the environmental impact of a motorway specifies its impact on all elements of the environment during various phases of the construction taking into account various variants concerning the location and technology of the construction. Such assessment covers the description of the present state, and prognosis concerning the impact of the construction serving to identify the problems and areas that are the most likely to cause conflicts and to find the remedying means.

3.2. Assessment of the impact on the arable land and foreste

Such assessment concerns the land that is used commercially. One has to determine the direct costs resulting from the change of the land use, and indirect costs related to the impacts of a motorway on the surrounding land. Such costs are estimate showing the range and scale of the changes in the state of the land use. The assessment of a motorway impact on the arable land and forests should contain information concerning the following issues:

- X. loss of a production potential of the arable land and forests that are planned to be taken under the construction of a motorway,
- XI. lowering of the production potential of the arable land and forests located within the impact area of a motorway,
- XII. limitations in the ways of the usage of the arable land from the point of view of human health and the changes in the forest stand within the impact area of a motorway,
- XIII. the need to redevelop the technical infrastructure within that area,
- XIV. the need to consolidate and exchange plots of arable land and forest

3.3. Assessment of the impact on the cultural heritage

Such assessment contains two vital points: a list of archaeological and historical objects located in the vicinity of a motorway and that are subject to protection, and assumptions concerning the actions directed at the salvage of the objects discovered during the construction of a motorway. The assumption of the impact of a motorway on the cultural heritage should contain the following:

- I. characteristics of the cultural values (archaeological, historical, ethnographical objects, culture 'landscape', areas that should be protected),
- II. analysis and assessment of potential hazards for and damages to the cultural heritage,
- III. assumptions for the programmes of research and studies preceding the issuance of the construction permit within the scope of: archaeological, identifying research and excavations focusing on the objects threatened to be destroyed and the studies of the cultural 'landscape',
- IV. programme of the studies aiming at the salvage of the objects and programme aiming at the securing of the cultural heritage,
- V. action limiting a negative impact of a motorway or conclusions concerning a change of the route of a motorway.

All elements of the assessment of the impact of a motorway on the environment, arable land and forests and cultural heritage should be presented in a descriptive and graphical ways. A graphical study is a map in the scale of 1:25000.

A very important factor of the assessment is the comparison of the impact on the environment presented in various studies with the zero variant (withdrawal from the construction of a motorway). It has a significant meaning in case of conflicts between the groups of interests or individuals.

The assumptions of the environmental impact (OOŚ) are conducted by experts.

An OOŚ may be used not only to determine and reduce harmful impact of a motorway but also to identify probable benefits.

In the process of designing and construction of a motorway one has to use means of the environmental protection in accordance with the assumptions of the environmental impact. In a motorway design it is necessary to assume the usage of technical solutions limiting a negative impact of a motorway on the environment when the impact of those negative factors related to the construction and use of a motorway exceed the acceptable values. It is necessary to choose proper means of the environmental protection during the work on the basic technical documentation, and the effectiveness of the chosen means can be verified using the system of the environmental monitoring. The range of the chosen system should be specified in an OOŚ and it should cover those segments of a motorway where an average daily traffic exceeds 20000 vehicles.

Bibliography

1. Chrzan T. Autostrady i surowce do ich budowy. – Wrocław, 1997.
2. The decree of the Minister of the Environmental Protection, Natural Resources and Forestry of 5.06.95, Dz. U. No. 64, Item 332.

EKSTRAKTĪVO VIELU SATURS PARASTĀS PRIEDES (*Pinus sylvestris* L.) KOKSNĒ DAŽĀDOS AUGŠANAS APSTĀKĻOS CONTENT OF EXTRACTIVE SUBSTANCES IN THE PINE WOOD UNDER VARIOUS GROWTH CONDITIONS

Dace Cīrule, Ilzīte Lavnikoviča, Anda Alksne, Jurijs Hrols
LV Koksnes ķīmijas institūts,
Latvija, Rīga, Dzērbenes iela 27, tel.: 7551314,
e-pasts : xylon@edi.lv, fax: +371 7310135

*Abstract. Studies of the chemical composition of *Pinus sylvestris* L. were performed. The studies embraced all the largest pine populations and the most spread forest types in Latvia. Samples for chemical analyses were taken in 4 stem heights, separately from sapwood and core. The obtained results indicate that the content of cellulose and lignin for trees from different regions and forest types in one stem localization differs moderately. The essential distinctions from the point of view of the chemical composition of pine wood suggests only the extractives content in wood. Common tendencies are observed for the distribution of extractives (EBE) throughout the stem for trees both different regions and forest types. In all stem heights EBE are more in core than in sapwood. To assess the effect of growth conditions on EBE content the results obtained for the same localization in the stem were compared. In all forest types and regions the EBE content in wood is higher as compared with the wood from less ecologically touched regions. In addition the substances extractable with hot water (WE) were determined. It is characteristic that both EBE and WE are less in pine trees grown in drained areas.*

Koksnes izmantošanas iespējas ir atkarīgas ne tikai no tās mikro un makroskopiskās uzbūves, fizikālajām un mehāniskajām īpašībām, bet arī no ķīmiskā sastāva. Savukārt koksnes ķīmiskais sastāvs pat vienas sugas ietvaros būtiski atšķiras atkarībā no augšanas un klimatiskajiem apstākļiem, meža tipa, apkārtējās vides piesārņojuma u.c. Tādēļ programmas "Daudzfunkciju ekoloģiskās mežsaimniecības teorētiskie pamati" ietvaros LV Koksnes ķīmijas institūtā tiek veikti pētījumi par Latvijas mežos valdošo koku sugu koksnes ķīmisko sastāvu. Ņemot vērā, ka priedes *Pinus sylvestris* aizņem aptuveni 40% no visas valstī esošo mežu kopplatības, pētījumi tika sākti tieši par priedes koksni, un tagad ir apkopotī rezultāti, kas aptver visas lielākās Latvijas priežu populācijas. Lai novērtētu augšanas apstākļu ietekmi uz koksnes ķīmisko sastāvu, paraugkoki tika ņemti no 3 lielākajiem pēc aizņemtās platības meža tipiem: sausieņiem (aizņem 54,5% no kopējās mežu teritorijas), kūdreņiem (13,5%) un purvaiņiem (12,0%) [1]. No katra meža tipa tika analizēti II Krafta kalases koki, kuri sastāda lielāko priežu koksnes krājas daļu. Paraugi ķīmiskajām analizēm tika ņemti 4 stumbra augstumos atsevišķi no aplievas un kodola.

Iepriekš veiktos pētījumos tika konstatēts, ka koksnes ķīmiskais sastāvs ievērojami svārstās jau viena koka ietvaros [2], [3]. Tas ir atšķirīgs kā dažādos stumbra augstumos, tā arī viena augstuma kodolā un aplievā. Tā koksnes pamatkomponentu – celulozes un lignīna saturs atkarībā no parauga lokalizācijas vietas vienā kokā var atšķirties relatīvi celulozei par 10–12% un lignīnam par 5–7%. Ilustrācijai 1.tabulā ir dots vienas priedes no Tomes mežniecības celulozes un lignīna satura salīdzinājums gan pa stumbra augstumu (resgalis pret galotni), gan pa perimetru (aplieva pret kodolu).

Koksnes ķīmiskā sastāva atšķirības vienas priedes stumbrā

Lokalizācija stumbrā		Celuloze	Lignīns
Aplieva : kodols	Resgalis	1.12	1.02
	Galotne	1.06	0.98
Resgalis : galotne	Aplieva	1.02	0.93
	Kodols	0.96	0.94

Bet iegūtie rezultāti parādīja, ka ne celulozes, ne lignīna saturs priedēm no dažādiem reģioniem un atšķirīgiem meža tipiem vienādā stumbra lokalizācijas vietā neatšķiras būtiski. 2. tabulā ir apkopoti rezultāti, kas iegūti sausieņu meža tipā augušu priežu stumbra resgaļa kodola un aplievas vidējos ķīmiskos rādītājus attiecinot pret priežu, kuras augušas citos meža tipos, resgaļu attiecīgajiem vidējiem ķīmiskajiem rādītājiem.

2.tabula

Priedes (*Pinus sylvestris*) koksnes ķīmiskā sastāva rādītāju stumbra resgalī dažāda tipa mežos attiecināts pret sausieņu mežiem

Lokalizācijas tumburā	Meža tipi	Celuloze	Lignīns	EBE	WE
Aplieva	Sausieņi : purvāji	1.00	0.98	1.13	1.11
	Sausieņi : kūdraiņi	0.99	0.97	1.19	1.05
Kodols	Sausieņi : purvāji	0.99	1.00	1.06	1.00
	Sausieņi : kūdraiņi	0.94	0.99	1.0	1.09

EBE – ar spirta–benzola šķīdumu ekstrahētās ekstraktvielas,

WE – ar karstu ūdeni ekstrahētās ekstraktvielas.

Kā redzams no 2.tabulas, celulozes atšķirības starp dažādu reģionu priedēm relatīvi nav lielākas par 6%, bet lignīna gadījumā pat par 3% – tātad tās ir mazākas par atšķirībām viena koka dažādos punktos. Bet atšķirības ekstraktvielu saturā ir vērā ņemamas – pat līdz 19%. Tādējādi šie pētījumi parādīja, ka Latvijas mērogā par būtiskām atšķirībām starp priedes koksni no tās ķīmiskā sastāva viedokļa var runāt tikai attiecībā uz ekstraktvielu saturu koksņē.

Etilspirta–benzola šķīdumā ekstrahējamo vielu (EBE) sadalījumā pa stumbru ir vērojamas kopīgas tendences kokiem kā no dažādiem reģioniem, tā arī meža tipiem. EBE pamatā sastāv no sveķiem, taukiem, taukskābēm u.c., un tās, no vienas puses, kalpo kā koku rezerves vielas, no otras puses, kā dabiskie antiseptiķi. 3.tabulā ir apkopoti dati par EBE saturu priežu koksņē, kas augušas sausieņu tipa mežos.

3.tabula

Ar spirta–benzola šķīdumu ekstrahējamo ekstraktvielu (EBE) saturs sausieņu tipa mežā augušu priežu stumbros, %

Stumbra augstums	Aplieva	Kodols
Resgalis	2.8 ±0.1	8.6 ±0.2
1 / 4 stumbra augstuma	2.7 ±0.1	4.6 ±0.1
1 / 2 stumbra augstuma	3.0 ±0.2	5.1 ±0.1
3 / 4 stumbra augstuma	3.5 ±0.1	5.8 ±0.3

Visos stumbra augstumos kodolā ir vairāk ekstraktvielu salīdzinājumā ar aplievu. Pie tam lielākais EBE saturs ir tieši stumbra resgaļa kodolā, bet zemākais – stumbra lejasdaļas aplievā. EBE saturs aplievā pa stumbra augstumu mainās mazāk, salīdzinot ar kodolkoksni.

Iepriekš apskatītās pamattendences EBE satura sadalījumam pa koka stumbru ir spēkā priedēm no visiem mūsu pētītajiem meža tipiem, bet EBE procentuālais daudzums koksņē gan atšķiras. 4.tabulā ir apkopoti vidējie EBE satura rādītāji visos pētītajos meža

tipos divos stumbra augstumos – resgalī un $\frac{3}{4}$ stumbra augstumā. Šeit īpaši būtu jāatzīmē priedes koksne, kas augusi šaurlapju kūdrēnī – tāpat nosusinātās platībās. Šīm priedēm ir vērojams salīdzinoši zemāks EBE saturs visās analizētajās stumbra lokalizācijas vietās.

4.tabula

Spirta–benzola šķīdumā ekstrahējamo ekstraktvielu saturs priedes (*Pinus sylvestris*) koksne no dažādiem mežu tipiņiem, %

Meža tips	Resgalis		3 / 4 stumbra augstuma	
	Aplieva	Kodols	Aplieva	Kodols
Sausienis	3.2 +0.2	8.6 +0.2	3.5 +0.1	5.8 +0.3
Purvājs	2.6 +0.1	8.7 +0.1	3.5 +0.1	4.7 +0.2
Kūdrājs	2.4 +0.1	8.2 +0.2	3.4 +0.1	4.0 +0.3

Ņemot vērā, ka koksnes ķīmiskais sastāvs, tai skaitā arī EBE saturs, būtiski mainās viena koka ietvaros, lai varētu novērtēt augšanas apstākļu ietekmi uz šo rādītāju, tika salīdzināti rezultāti, kādi iegūti no koku vienādām stumbra lokalizācijas vietām. Par bāzes kokiem tika izraudzītas priedes no Latvijas ekoloģiski vismazāk skartā reģiona – Strenču virsmežniecības. Rezultāti ir apkopoti 5.tabulā.

5.tabula

Ekstraktvielu (EBE) satura attiecība priežu (*Pinus sylvestris*) stumbra resgaļos no dažādiem Latvijas reģioniem pret priedēm no Strenčiem

Reģions	Meža tips	Aplieva	Kodols
Tome	Mētrājs	1.02	1.36
	Purvājs	1.34	1.7
Silene	Mētrājs	1.21	1.50
	Purvājs	1.63	1.42
Mīsa	Kūdrēnis	1.05	1.66

No 5.tabulas ir redzams, ka visos gadījumos, t.i., visos pētītajos meža tipos un visos reģionos, EBE saturs priedes koksne ir ievērojami augstāks, salīdzinot ar bāzes kokiem no Strenčiem. Kā zināms, ekstraktvielu viena no pamatfunkcijām ir koka aizsargspēju nodrošināšana. Iespējams, ka tieši labvēlīgie augšanas apstākļi Strenčos nosaka relatīvi zemāku ekstraktvielu saturu tur augušu priežu koksne.

6.tabula

Ekstraktvielu satura attiecības priedēm (*Pinus sylvestris* L.) no citiem mežu tipiņiem pret priedēm no kūdrēniem

Lokalizācijas vieta stumbā		Kūdrēni: sausiņi		Kūdrēni : purvāji	
		WE	EBE	WE	EBE
Resgalis	Aplieva	0.95	0.75	1.00	0.92
	Kodols	0.92	0.95	0.85	0.94
3 / 4 stumbra augstuma	Aplieva	0.95	1.00	0.98	1.00
	Kodols	1.00	0.60	0.92	0.74
Vidēji		0.96	0.83	0.94	0.90

WE – ar karstu ūdeni ekstrahētās ekstraktvielas,

EBE – ar spirta–benzola šķīdumu ekstrahētās ekstraktvielas.

Pēc EBE izdalīšanas papildus tika noteiktas koksnē palikušās ar karstu ūdeni ekstrahējamās vielas (WE). Tās pamatā ir rezerves barības vielas – cieta, citi oligo- un polisaharīdi, dažādi sāļi, miecvielas utt. Rezultāti parādīja, ka pētītajā priedes koksnē WE ir robežās no 1,8 līdz 2,7% – tas ir daudz mazāk kā EBE, un arī WE saturs svārstību amplitūda ir salīdzinoši neliela. Arī WE vairāk ir kodolā salīdzinājumā ar aplievu, bet, ja EBE gadījumā kodolā to saturs vidēji ir par 50% lielāks kā aplievā, tad WE gadījumā tikai par 20 – 25% lielāks. WE sadalījumam pa koka stumbru nav tik noteiktas pamattendences kā EBE gadījumā. Bet raksturīgi ir tas, ka, salīdzinot priedes no dažādiem meža tipiem, gan EBE, gan WE saturs viszemākais ir tieši kūdreņos augušām priedēm. Tas ir redzams 6.tabulā, kurā ir apkopoti rezultāti, kādi iegūti, attiecinot EBE un WE saturu priedēm no kūdreņiem pret priedēm no pārējiem pētītajiem mežu tipiem.

Kā redzams, tad WE saturs kūdreņu priedēm vidēji ir par 4% – 6% zemāks kā citu meža tipu priedēm, bet EBE gadījumā – pat par 10% – 17% zemāks.

Veiktajos pētījumos iegūtie rezultāti liek domāt, ka ekstraktvielu saturs priedes koksnē Latvijā galvenokārt ir saistīts ar koka augšanas apstākļiem – ekoloģiski tīrākā vidē zemāks EBE un WE saturs. Tāpat ekstraktvielu saturu priedes koksnē ir zemāks priedēm, kuras augušas kūdras augsnēs – purvajos un it īpaši nosusinātajās kūdras augsnēs – kūdreņos.

Literatūra

1. Meža nozare Latvijā. - Valsts meža dienests, 1999. - 35 lpp.
2. Cīrule D., Lavnikoviča I., Alksne A., Hrolis J. Chemical composition of Latvian pine (*Pinus sylvestris* L.) Proc. Technologia drewna. - Varšava, 16.–18. novembris 1999. 235.–238.lpp.
3. Cīrule D., Lavnikoviča I., Alksne A., Hrolis J. Latvijas priežu (*Pinus sylvestris* L.) koksnes ķīmiskais sastāvs, zinātniski praktiska konference LLU Meža fakultātē. - Jelgava, 22.septembris 1999.g., 56.–58. lpp.

FORŠĒTĀ ANAEROBĀ BIOKONVERSIJA FORCED ANAEROBIC BIOCONVERSION

Vilis Dubrovskis, inženierzinātņu doktors, SIA DVD valdes priekšsēdētājs
Bauskas rajons, Iecava, Rūpniecības iela 28, LV 3913; tel./fax 3941693

Abstract. Forced bioconversion of solid organic wastes as technology for Latvia conditions is presented. Every inhabitant produces 200–300kg solid wastes, about 0,6 mln.t per year in Latvia. Different technologies are used for utilisation of these wastes. The most popular are: landfilling, sorting and recycling, incineration, composting and anaerobic digestion for organic wastes. As new technology in Latvia is forced bioconversion of municipal solid organic wastes. Approximately 250000 tons solid wastes per year are coming to landfill Getlini. 24% from them are usable for anaerobic digestion. Regulating of temperature and moisture content in wastes gives possibility to optimise process of bioconversion. Forced anaerobic bioconversion proceeds 4–7 times faster as normal bioconversion in landfill. For this technology is necessary less investment for incineration anaerobic digestion in bioreactors and composting in tunnels or halls. It is preferable for smaller landfills in Latvia too. For big landfill, where has sorting, the best solution: approximately 30% recycling, 25% wet organic for forced bioconversion, 45% for incineration.

Ievads

Tiek uzskatīts, ka katrs iedzīvotājs gadā izdala ap 200–300 kg cieto sadzīves atkritumu, tātad Latvijā kopā ap 0,6 milj. t. To savākšana, apstrāde un otrreizēja lietderīga izmantošana prasa lielus kapitālieguldījumus. Latvijā atkritumus visbiežāk deponē izgāztuvēs un tās nav tā izveidotas, lai būtu videi nekaitīgas. Tā kā nav neaurlaidīga pamata seguma, tad infiltrāts iekļūst gruntsūdeņos, bet, organiskajām vielām biokonversējoties, atmosfērā izplūst gāzes. Viskaitīgākā ir metāna gāze, kas noārda ozona slāni. Latvija tuvākajā laikā vēlas kļūt par Eiropas Savienības dalībvalsti, un ir steidzami jāsakārto atkritumu saimniecība atbilstoši tās prasībām. Šīs prasības nepieļauj nekontrolētu organiskās vielas sadalīšanos un metāna izplūšanu. Latvijā ir steidzami jāievieš tās apstākļiem optimālākās organisko atkritumu utilizācijas tehnoloģijas.

1. Cieto sadzīves atkritumu utilizācija.

Praksē tiek izmantotas vairākas atkritumu utilizācijas tehnoloģijas. Visbiežāk pielieto šādas tehnoloģijas: atkritumu deponēšana izgāztuvē bez šķirošanas; atkritumu deponēšana izgāztuvē vispirms atšķirojot otrreizējai izmantošanai derīgos materiālus; atkritumu sadedzināšana; organisko atkritumu kompostēšana kaudzēs vai tuneļos; organisko atkritumu anaerobā biokonversija.

1.1. Deponēšana izgāztuvē bez šķirošanas ir visvienkāršākā metode no atkritumu apsaimniekošanas viedokļa, un tādēļ tā Latvijā tika visu laiku izmantota. Tomēr tā nav ekonomiski izdevīga, jo netiek atšķiroti un izmantoti otrreiz daudzi derīgi materiāli, piemēram, metāli, papīri, kartons utt. Arī no dabas draudzīguma viedokļa šī metode nav pieņemama turpmāk, ja nekontrolē kaitīgās izplūdes gāzes un infiltrātu.

1.2. Atkritumu šķirošana, metālu, papīru u.c. derīgo materiālu nosūtīšana otrreizējai izmantošanai, pārējo atkritumu deponēšana izgāztuvē. Turpmākā atkritumu izgāztuvju ekspluatācija bez atkritumu šķirošanas vairs nav iedomājama. Galvenā tendence – pēc iespējas vairāk izmantot atkārtoti, pēc iespējas mazāk deponēt izgāztuvē. Tā, piemēram, Eiropas Savienības direktīvas paredz salīdzinājumā ar izgāztuvēs noguldīto atkritumu daudzumu 1995.g. samazināt atkritumu deponēšanu līdz līmenim

max.	75%	no 1995.g.	5 gados	
max.	50%		8 gados	
max	35%		15 gados	(1)

1.3 .Atkritumu sadedzināšana.

Otrreizējai izmantošanai neizmantojamus atkritumus var sadedzināt. Tie ir ievērojams enerģijas avots ar siltumspēju 8 – 10 GJ/t. Tāpēc daudzas attīstītas un bagātas valstis šo tehnoloģiju pielieto. Piemēram, Dānijā ir šāda atkritumu apsaimniekošanas tendence (2). 31 sadedzināšanas uzņēmumi ar kapacitāti 2,2 milj. t gadā vai 335 t/st.

	1985	1995	Plāns 21
Šķirošana ar otrreizēju izmantošanu	35%	62%	64%
Deponēšana	39%	18%	12%
Sadedzināšana	26%	20%	24%

1.4. Organisko atkritumu kompostēšana.

Organiskos atkritumus, kurus var noārdīt, kompostējot pēc tradicionālās tehnoloģijas kaudzēs un tās pārjaucot, vai arī ar citām skābekļa pievadīšanas metodēm. Pēdējā laikā izmanto arī slēgtās tuneļu tipa kompostēšanas iekārtas, kur, uzturot optimālus temperatūras, mitruma un skābekļa režīmus, var sasniegt ātru biokonversiju. Pēdējai metodei liela priekšrocība ir tā, ka gāzu emisija tiek kontrolēta. Izgāztuvēs

kompostēšanai izmanto vispirms dārzu un citu augu valsts produktu atlikumus, kuri nav piesārņoti ar kaitīgām vielām. Šādu kompostu var izmantot kā labu mēslojumu.

1.5. Anaerobā biokonversija.

Anaerobā biokonversija (metānrūgšana) ir dabīgs process, kas notiek baktēriju darbības rezultātā anaerobos apstākļos. Atkritumu izgāztuvē zemākajos slāņos, kad aerobie mikroorganismi ir izmantojuši skābekli, hidrolītisko un acetogēno mikroorganismu (MO) darbības produktus, ja izveidojas labvēlīgi apstākļi, izmanto metanogēni un sāk strauji vairoties. Biogāze, kas sastāv galvenokārt no CH₄ un CO₂ ir MO metabolisma produkts. Atkritumu izgāztuvēs atkarībā no deponētās organiskās vielas daudzuma iegūst 50 – 150m³/t biogāzes, bet potenciāls ir līdz 300 m³/t (1). Gāzes ekstrakcijas sistēmas ir ierīkotas daudzās valstīs. Tā, piemēram, Zviedrija biogāzi iegūst no 72 izgāztuvēm.

2. Forsētā anaerobā biokonversija (FAB).

Atkritumu izgāztuvēs organiskās vielas biokonversijas process ilgst 5 – 20 gadus atkarībā no organiskās vielas sastāva un apstākļiem, kādos tās atrodas. Procesu var forsēt, ja rada tam labvēlīgus apstākļus. Galvenie faktori, kas ietekmē MO darbību ir temperatūra un mitrums. Normāli atkritumu izgāztuvē atkritumos ir daudz gaisa un to saviem dzīvības un atkritumu biokonversijas procesiem patērē aerobie MO. Process notiek ar temperatūras paaugstināšanos. Tā sasniedz 60⁰C un dažreiz pat vairāk. Ja atkritumos ir augsts mitrums, tad iespējama strauja organiskās vielas sadalīšanās. Anaerobiem MO vajadzīga temperatūra zem 60⁰C un mitrums pat līdz 98%. Par optimālu izgāztuvēs uzskata (4) 70–85% mitruma. Forsētās anaerobās biokonversijas metodes pamatā ir optimālu apstākļu radīšana MO darbībai. Atkritumos jāuztur pastāvīga temperatūra (35 – 40⁰C) un mitruma režīms. Anaerobās biokonversijas pielietošanas iespējas parādītas uz Rīgas atkritumu izgāztuves bāzes.

2.1. Atkritumu sastāvs.

Rīga ir daudzstāvu pilsēta, un tās iedzīvotāji galvenokārt dzīvo daudzdzīvokļu mājās un tikai ap 50% viendzīvokļa mājās. Izgāztuvē nonāk 205000 t sadzīves un 45000 t industriālo atkritumu. Apmēram 24% no tiem ir iespējams biokonvertēt. Arī Rīgā tāpat kā visā pasaulē atkritumos pieaug plastmasas īpatsvars. Atkritumu sastāva novērtējums Rīgā parādīts 1. tabulā.

1.tabula

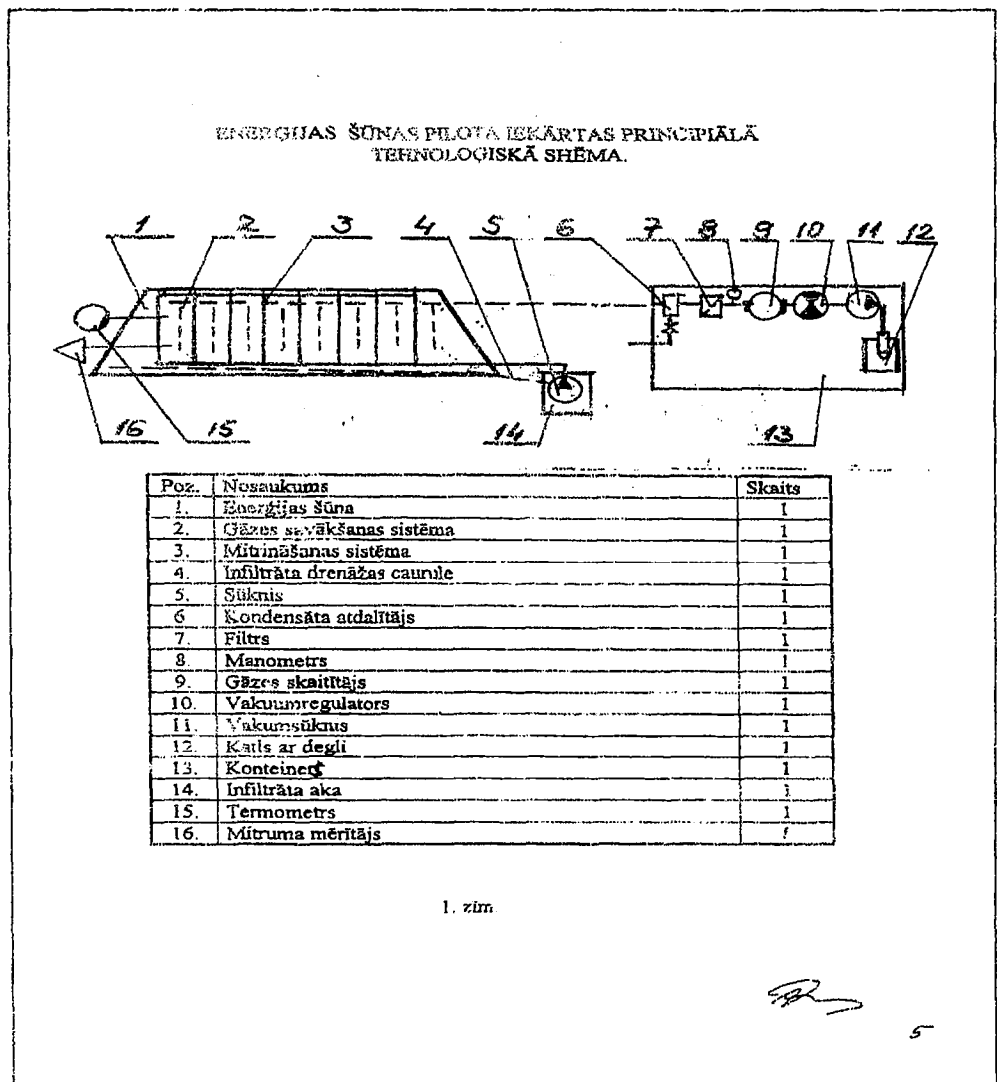
Rīgas atkritumu sastāvs

N.p.k.	Atkritumu grupas	1990.g. % no svara	2000.g. aprēķini		1996.g. praktiskie rezultāti.(3)	
			Sadzīves atkritumi %no svara	Industriālie atkritumi %no svara	Sadzīves atkritumi %no svara	Industriālie atkritumi %no svara
1.	Papīrs	32.3	16	10	16	
2.	Kartons		5	12	4	22
3.	Āda, spalvas, kauli, gumija	2.5	1	2	1	
4.	Tekstils	4.0	2	2	2	
5.	Dārza, koksne	2.1	10		11	
6.	Pārtikas	32.1	25		26	
7.	Metāls	3.4	3	9	3	10
8.	Stikls, keramika	3.5+1	8	3	10	
9.	Plastmasa	4.6	7	6	6	7
10.	Smiltis, būvgruži	13.4	20	26	17	19
11.	Koks			27	2	35
12.	Dažādi degošie	0.6			1	7
13.	Bīstamie	0.5	3	3	1	

Forsētajai biokonversijai ir lietderīgi izmantot, ieguldot šūnā, tikai organiskos biodegradablos atkritumus. Citi atkritumi būs tikai lieks balasts, kas sadārdzinās tehnoloģiskās izmaksas, jo pēc organiskās vielas sairšanas būs kopā ar tās atlikumiem jātransportē uz citu deponēšanas vietu.

2.2. Šūnas skice un tehnoloģija.

Lai realizētu forsēto anaerobo biokonversiju ir vispirms jā sagatavo šūnas pamata virsma. Šūnas pamatnē jābūt izklātam necaurļaidīgam materiālam atbilstoši ES normām. Jāizveido vajadzīgie slīpumi uz infiltrāta savākšanas drenu un infiltrāta aku. Atkritumus iekļājot, tos jāblīvē, jo tas saīsina biokonversijas procesus. Pēc atkritumu izvietošanas ierīko gāzes savākšanas un mitrināšanas sistēmas. Tad nosedz ar necaurļaidīgu slāni. Tas varētu būt arī smilšmāls 0,5m biežumā. Principiālā tehnoloģiskā shēma parādīta 1.zīmējumā. Pastāvīgi jākontrolē temperatūra, mitrums un infiltrāta daudzums. Ja atkritumi ir sausi, tad palaišanas stadijā mitrumu pievada ar sūkni pa mitrināšanas sistēmu. Kad sākas temperatūras paaugstināšanās, sākas infiltrāta ievērojama palielināšanās, un, kad tas pārsniedz pievadīto mitruma daudzumu, cirkulāciju var samazināt. Aerobie procesi, kas rada temperatūras paaugstināšanos, beigsies, un metanoģenēze notiks pie zemākas temperatūras, bet pārseguma un pašu atkritumu siltumietilpība nodrošinās diezgan stabilu temperatūras režīmu. Aukstajā gadalaikā, ja ir slikts šūnas pārklājums, var būt nepieciešama uzsiltināta infiltrāta cirkulācija.



2.3. Atkritumu stāvokļa analīze.

Lai labāk izvērtētu atkritumos notikušos procesus, tika analizēti atkritumu paraugi no urbuma dažādos dziļumos. Rezultāti apkopoti 2.tabulā.

2.tabula

Atkritumu stāvokļa analīze

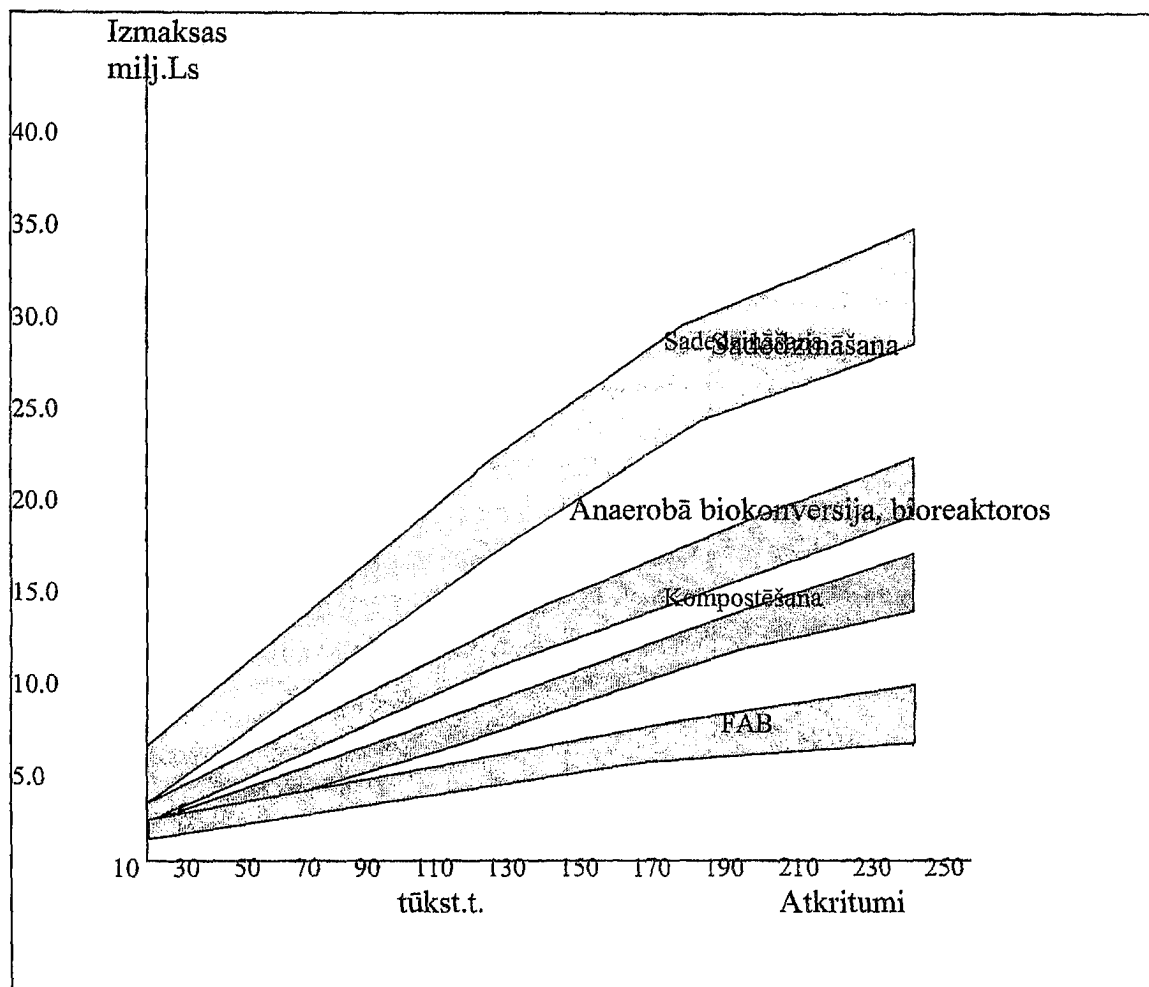
ziļums, m	°C	itrums%	rāsa	marža	rganisko atkritumu stāvoklis	eorganiko atkritumu stāvoklis
2	13	30	Katram pamatkrāsa	Atkritumu	Uz pārtikas pelējumi un citas sadalīšanās pazīmes	Dabīgs
4	22	35	Pelēki	Atkritumu	Pārtika sadalījusies pelēki melna, uz papīra baktērijas	Bez redzamām izmaiņām.
6	42	40	Pelēki melni	Biogāzes	Šķidrāki un melnāki, papīrs sairst, koksne nē	Bez redzamām izmaiņām.
7	39	40	Melni	Biogāzes	Pārtika un cita organika pārvērtusies melnos slāņos, koksne nē.	Plastikāts nosmērēts melnos dubļos.
8	50	45	Melni	Biogāzes	Organika sadalījusies, neorganikas pārsvars.	Gumijā vērojamas plaisas
9.5	36	50	Melni	Biogāzes	Organiskie atkritumi sadalījušies, uz koksnes virskārtas baktēriju kolonijas.	Gumijā vērojamas plaisas
10.1	34	30-60	Melni un gaiši brūns slānis	Biogāzes	Pārtikas atkritumi sadalījušies pilnīgi, koksne mitrāka, virskārta kļūst irdenāka. Tekstils satrunējis	Plastikāts netīrs bet nesadalījies
11.0	30	50-65 ūdens slānis	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melni dubļi, tekstils satrunējis, koksne daļēji satrunējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
12.5	29	50	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi kā smiltis, melnas un mitras. Koksne vidū vēl nav pilnīgi satrunējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
13.3	28	50	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melnas smiltis, koksne vidū vēl nav satrudējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.
15.2	43	45	Melni	Biogāzes	Pārtikas atkritumi melnas smiltis, koksne vidū vēl nav satrudējusi.	Gumija ar plaisām, plastmasa bez izmaiņām.

Izvērtējot atkritumu stāvokli dažādos dziļumos, redzams, ka augšējos slāņos notiek aerobo mikroorganismu darbība (līdz 4m), un pie salīdzinoši maza mitruma nav liela atkritumu sadalīšanās. Dziļumā 4-6m ir jau mikroaerofili apstākļi, te notika hidrolīze, skābju veidošanās un vietās, kur izveidojas anaerobi apstākļi, sākas arī CH₄ ģenēze. Šajā dziļumā izteikta gāzes veidošanās. Dziļāk 7-10m biogāze tiek ražota arvien vairāk, par ko liecina atkritumu krāsa un raksturīgā biogāzes smarža. 10m dziļumā urbumā trāpījās gaiši brūns slānis, ļoti blīvs, kas sastāvēja no cieti saspīestām zāģu skaidām. Tam sekoja ūdens ieslēgums, kas samitrināja visu paraugu. Šajā un arī līdz 15,2m dziļumam koksnes (dēļu gali, sprunguļi) tomēr vēl nebija pilnīgi satrudējusi. To

var izskaidrot ar nepietiekošu mitruma saturu. Augstākā temperatūra urbumā bija 8m dziļumā, un te notika visaktīvākie procesi. Neorganiskā vielā sevišķas destrukcijas pazīmes, atskaitot plaisas gumijā, netika novērotas. Plastikas plēves maisiņi, vāciņi utt. palika netīri, acīm redzot uz tiem immobilizējās mikroorganismi.

3. FAB salīdzinājums ar citām atkritumu utilizācijas tehnoloģijām.

Forsētā anaerobā biokonversija kā municipālo atkritumu utilizācijas tehnoloģija var sekmīgi konkurēt ar citām atkritumu pārstrādes tehnoloģijām. Salīdzinājums parādīts 2.zīmējumā (4).



2.zīmējums. Kopējie kapitālieguldījumi dažādu tehnoloģiju atkritumu pārstrādes uzņēmumu būvei

FAB izmaksas novērtējumam izmantoti arī zviedru firmas SWECO projekta dati par gāzes ekstrakcijas sistēmas un energobloka būvniecības izmaksām. Vērtējot kompostēšanas izmaksas, jāņem vērā, ka zīmējumā parādītās izmaksas attiecas tikai uz slēgta tipa kompostēšanas iekārtām, jo kompostēšana kaudzēs var tikt pielietota tikai ierobežotam organisko atkritumu daudzumam – dārza atkritumiem un arī Latvijā, kad tā būs ES, būs tāpat. Vides efektivitāti var novērtēt pēc šāda FAB un sadedzināšanas salīdzinājuma (5).

Vides efekts

3.tabula

Vides kritērijs	Mērvienība	FAB	Sadedzināšana
Enerģijas ražošana	(GJ)	0.88	0.92
CO ₂ emisijas samazināšana	(kg)	200	-20
Telpas aizņemšana	m ³	0.6	0.15

4. FAB priekšrocības un trūkumi.

Priekšrocības.

1. Lētās izmaksas salīdzinājumā ar kompostēšanu un sadedzināšanu.
2. Salīdzinot ar deponēšanu izgāztuvē daudz īsāks organiskās vielas biokonversijas laiks un telpas ekonomija.
3. Kaut arī prasa lielākus kapitālieguldījumus kā deponēšana izgāztuvē, tomēr ar gāzes iegūšanu tie atmaksājas.
4. Var izmantot arī ar mitrumu >60% un daļēji sairusus un ar smiltīm un būvgružiem samaisītus atkritumus, kurus dedzināt nav ekonomiski izdevīgi.
5. Mazāka gāzu emisija.

Trūkumi.

1. Salīdzinot ar deponēšanu izgāztuvē prasa lielākus kapitālieguldījumus.
2. Nepieciešams kvalificēts apkalpojošais personāls.
3. Salīdzinot ar kompostēšanu garāks apstrādes laiks.
4. Salīdzinot ar dedzināšanu FAB, tā pat arī kompostēšanai vajadzīga nedegradabla, it sevišķi plastmasas izvākšana vai vismaz maisiņu saplēšana.

Secinājumi

Forsētā anaerobā biokonversija kā municipālo atkritumu utilizācijas metode var tikt sekmīgi pielietota arī Latvijas apstākļos. Tā ievērojami saīsina apstrādes laiku un ekonomē izgāztuvju telpu. To var izmantot arī nelielās atkritumu izgāztuvēs, jo iekārta nav sarežģīta. Ja izgāztuve ir neliela, tad gāzi var sadedzināt un iegūto siltumu izmantot tehnoloģiskām vajadzībām. Lielās izgāztuvēs, kur var nodrošināt efektīgu šķirošanu un izvākt no OV polietilēna maisiņus un citus degošus materiālus, līdztekus FAB lietderīgi uzstādīt atkritumu sadedzināšanas iekārtu. No visiem atkritumiem, kas nodoti šķirošanai, apmēram 30% varētu tikt atgriezti otrreizējai izmantošanai, 25% ieklāti FAB šūnās un 45% nodoti tiešai sadedzināšanai.

Literatūra

1. Ronnols E. Eiropas Savienības direktīvas par atkritumu izgāztuvēm – semināra referāts. - Rīga 2000.g. 10-12.04.
2. Ontenblod H. Waste Combustion in Denmark. Energy from Waste and Biomass. - Tallin 9-10.11.1998. - 191-193 p.
3. Investigations of Waste Quantities and Composition. Solid waste demonstration projects in Riga. Carl Bro Enviroment a/s 1996.
4. Bjorn Dahlroth. Waste not-Burn it! Energy from Waste and Biomass. - Tallin 9-10.11.1998. p.195-212.
5. Hans Woelders et.all. Treatment of mechanically separated organic residue in a landfill bioreactor. Proceedings Sardinia, 1999.

LIETOTĀS SMĒREĻĻAS LATVIJĀ
(PĀRSTRĀDĀŠANAS EKONOMISKIE UN EKOĻOĢISKIE ASPEKTI)
USED SMEAR OILS IN LATVIA

Jānis Freimanis, Dr.chem.habil., vad.pētn., V. Stonkuss, Dr., pētnieks
Latvijas Organiskās sintēzes institūts,
tel.755182, e-pasts: freimanis@osi.lv,

Abstract. Used motor oil reprocessing is offered also for Latvian conditions. The benefits from it consists in preventing of environment pollution by metal oxides and unknown toxic substances in flue gases, evolving from, or due to possible catalytic synthesis during the waste oil incineration, if the latter was disposed as before. The main such pollutants from Latvian waste oils are sulphur dioxide, Zn, P, Pb, Cr, Ni and Mo oxides, as well believed to be also heavy aromatic hydrocarbons. Besides, the reprocessing completely lifts up the subsoil water pollution danger in case of waste oil occasional spillage.

The used motor oil reprocessing by its recovery, vacuum distillation and marketing is proved to be economically profitable, if the world crude oil prices are not lower than 25 USD/bbl, and may serve as an additional resource for a local lube oil manufacturing for Latvia, as well as a way of diminishing of fresh lube oil imports.

The main obstacles for the enterprise under consideration to be overcome are believed to be the psychological inertia of oil users to dispose their wastes in a proper way and also the insufficient oil collection infrastructure in the country.

1. Darba motivācija un mērķis

Lietoto smēreļļu izmantošana ir aktuāla visā pasaulē. Problēmas būtība ir tā, ka visā pasaulē katru gadu rodas miljoniem tonnu lietoto smēreļļu, kas, nepareizi likvidētas, var atnest nopietnu ekoloģisko postu.

Vienkāršākais lietoto eļļu otrreizējās izmantošanas veids būtu to sadedzināšana, un šādi arī pasaulē likvidē vismaz 80% savākto lietoto eļļu. Tomēr te rodas citas ekoloģiskas problēmas. Vispirms, 1 kg eļļas sadegot, rada vidēji 2.58 kg CO₂ izmešu, pasliktinot esošo urbāno gāzu siltumnīcas efektu. Tālāk, lietotās eļļas satur metālus, kopā 100–3000 milj.d.(mg/kg), hloru, bromu 300 milj.d., vieglos naftas produktus 5–10 % un, galvenais, policikliskos aromātiskos ogļūdeņražus < 1500 milj.d. Eļļas sadedzinot šie piemaisījumi nokļūst atmosfērā. Vēl sliktākā variantā, ja lietotā eļļa izgāztuvē vai citur nokļūst gruntsūdeņos, viens tās tilpums spēj piesārņot 0.8 – 1 milj. tilpumus dzeramā ūdens.

Tai pašā laikā valstīs, kam nav vai ir nelieli savas naftas resursi, lietoto eļļu otrreizējā destilācija un pārstrāde par lietošanai derīgām smēreļļām var būtiski samazināt to importu. Atgādināsim, ka viena tilpuma tīras smēreļļas ražošanai ir jāpatērē tikai 1.3 – 1.4 tilpumus lietotās motoreļļas, toties jēlnaftas šim pašam nolūkam nepieciešams vismaz 56 tilpumi. Tomēr lietotās eļļas destilatīvā attīrīšana ir dārgāka nekā citi tās otrreizējās izmantošanas veidi, un tad pirmajā plānā izvirzās jautājums, cik tā ir ekonomiski pamatota. Amerikas Savienotajās Valstīs, kur ir labi attīstīta vietējā municipālā infrastruktūra, šīs eļļas tiek rentabli otrreiz destilētas ļoti lielos apjomos.

Lietoto eļļu dziļās (destilatīvās) pārstrādes problēma sastāv no trim fundamentāliem aspektiem: (a) savākšana no eļļas “ģeneratoriem”, (b) savākto lietoto eļļu otrreizējās destilācijas vakuumā. Svarīgākās lietoto eļļu destilatīvās attīrīšanas tehnoloģijas ir devušas firmas Evergreen, Safety Kleen, Interline, Lube-X (tagad Tiqsons Inc.), Snamprogetti, Pesco u.c. Beidzot, būtiska ir (c) procesa izmaksu, ienākumu un produktu noieta analīze [1]. Lietoto eļļu pārstrādes produktu noiets, lai gan principiāli

neatšķiras no attiecīgo svaigo naftas produktu realizācijas, tomēr ietver sevī dažas īpatnības, kas jāievēro, organizējot lietoto eļļu otrreizējo izmantošanu.

Eļļas pārstrādē iegūstamās dīzeļdegvielas frakcijas cenu parasti nosaka svaigās dīzeļdegvielas lokālās vairumcenas, bet galvenā realizācijas produkta – t.s. “bāzes eļļas” cenu līmeni nosaka to starptautiskā vērtība. Otrreizējām bāzes eļļām sāk uzstādīt tās pašas galvenās kvalitātes prasības kā svaigajām eļļām, un to pārdošanas cenās īpašu starpību nav. “Bāzes eļļu” – noieta prognožu veikšanai vērtīgs ir CONCAWE veiktais Eiropas situācijas ekonomiskais novērtējums, pēc kura par bāzi ņem NWE FOB prognozētās cenas uz 2000.gadu, vadoties no trim jēlnaftas (Brent Crude FOB) cenas scenārijiem uz šo laiku [ii, i], skat.1.tab.

1.tabula

Prognozētie naftas produktu FOB NWE cenu līmeņi 2000.g., USD

Produkti	Vienības	Cenu scenāriji pēc jēlnaftas Brent cenas		
Jēlnafta Brent	Bareli, bbl	14	18	22
“Bāzes eļļa”	tonnas	255–265	270–280	295–305

Šai darbā novērtēta situācija saskaņā ar trešo, “augstas” naftas cenas scenāriju, kuru 2001.g. jau uzskata par pašu zemāko, pie kura vispār ir iespējama rentabla naftas rūpniecība pasaulē. Šo līmeni pasaules naftas cenas patlaban stabili pārsniedz, un attiecīgi lielākas būs īstenībā arī bāzes eļļu cenas.

Visa darba mērķis – novērtēt, vai Latvijas apstākļiem lietoto motoreļļu otrreizēja pārstrāde var būt rentabla un kādas ekoloģiskas priekšrocības tas sola.

2. Latvijas apstākļu analīze

2.1. Iespējamais savācamo lietoto eļļu daudzums Latvijas apstākļos

Analīze liecina, ka Latvijā var būt pieejami maksimāli 8500 t/g reāli savācamo lietoto smēreļļu [i]. Plānojot lietotās eļļas izmantošanu Latvijā, sākumā būtu vēlams orientēties tikai uz Rīgu un tās tiešā tuvumā esošo apkārtni, lai maksimāli atvieglotu eļļu savākšanas tehnisko pusi tā, lai lietoto eļļu transportēšanas attālums nepārsniegtu 50 – 70 km vienā virzienā. Tas nozīmētu visus ģeneratorus no Rīgas, Jūrmalas, Jelgavas, Siguldas, Saulkrastiem, Olaines, Iecavas, Ogres, Mālpils un visa Rīgas rajona. Tālākiem aprēķiniem lietosim vismazāko daudzuma sliksni savācamās lietotās eļļas apjomiem uz 2000.gadu, 5000 metriskās tonnas gadā.

2.2. Eļļas savākšanu iespaidojošie faktori

(a) Normatīvā un institucionālā bāze pasākumam ir labvēlīga.

1. Latvijā ar likumu ir noteikts, ka atkritumi, kas satur minerāleļļas un tām līdzīgos produktus, ir bīstamie atkritumi, sk. likumu 1993.g. ar labojumiem 1996.gadā [iii]. Īpašos MK noteikumos izdarīta šo un līdzīgo atkritumu tālāka klasifikācija, kurā lietotās eļļas jau ir “īpaši bīstamie atkritumi” [iii a,b]. Diemžēl saskaņā ar šodienas situāciju minēto atkritumu bīstamība nav pilnībā nemaz novērtēta. Piemēram, ir pateikts tikai, ka eļļas ir ekotoksiskas [iii c] un to toksiskumu nosaka “citi sarakstā neminēti ogļūdeņraži” [iii d]. Tai pašā laikā, ir skaidras ziņas, ka lietotās eļļas ir kancerogēnas.

Ar 1997.g. 12.augusta MK Noteikumiem Nr. 298 ir noteikta kārtība, kā eļļas savākt un transportēt un kas ar tām ir darāms [iii b]. Ir noteikts, ka tās drīkst vai nu sadedzināt, vai reģenerēt, t.i., atgriezt tām īpašības, kas ir pietiekamas materiāla otrreizējai izlietošanai.

2. Lietotās eļļas tā vai citādi faktiski ir spiestas savākt jebkura autoservisa firma, un tas reāli jau notiek jau sen, arī padomju laikā. Tādējādi jau pastāv lietoto eļļu koncentrēšanās relatīvi viegli kontrolējamos punktos Latvijā.

3. Institucionāli labvēlīgs faktors ir fakts, ka Rīgā vairākām naftas produktu izplatīšanas firmām pastāv t.s. eļļas maiņas punkti jeb stacijas, kurās nodarbojas ar vecās eļļas nomaiņu piebraukušajam automobilim pret noteiktās firmas svaigo smēreļļu (piem., firmām Esso, Shell u.c.). Tālāk Rīgā jau ir reģistrētas četras lietotās eļļas savācējfirmas, kuras ar mašīnām apbraukā sīkākos "ģeneratorus", uzkrāj eļļu lielākā apjomā.

(b) Materiālais stimuls.

Sakarā ar LR Likumu "Par dabas resursu nodokli" tirgotājs, importējot minerāleļļas, valstij maksā Ls 0.02 par litru. Ja turpretī to eļļu, par kuru ir legāli maksāts šis nodoklis, kāda persona atkal nodod otrreizējai izmantošanai, tad 60 % no iekasētās nodokļa summas eļļas nodevējs var saņemt atpakaļ. Vēl 20 % no šī nodokļa saņem tā firma (organizācija), kura nodarbojas ar pašu šo otrreizējo pārstrādi.

Kā nelabvēlīgos faktorus jāmin izdevumus eļļas savākšanas mehānisma radīšanai un kapitālieguldījumus savākšanas punktu aprīkošanai, savākšanas transporta iegādei, lietoto eļļu epizodisku starta analīžu izdarīšanai un eļļas pārstrādes ražotnes iekārtošanai. Bez tam, ir nepieciešams izglītēt iedzīvotājus, ka lietotās eļļas noteikti ir centralizēti jānodod, lai tās nesagādātu kaitējumu videi.

2.3. Eļļas ģeneratori Latvijā un eļļu "savācamība"

Lietotās eļļas "ģeneratori", kam Latvijā var būt izdevīgi lietoto eļļu vismaz uzkrāt un nodot noņēmējam, ir (a) autoservisa stacijas un stacionārie eļļas nomaiņas punkti, kas, savācot lietoto eļļu no klienta, kur tas to atstāj par velti, var viņu uzkrāt, (b) tehniski mehāniskie uzņēmumi ar pietiekamu eļļas patēriņu (vagonu depo, transporta uzņēmumi, dzelzceļš, kuģniecības, lielle mašīnbūves uzņēmumi utt.) un (c) stacionāri lietotās eļļas savākšanas punkti, kurus ir jāorganizē pašvaldību teritorijās kā pašvaldību dotētas vai patstāvīgas uzņēmējfirmas. Vismaz Rīgas aglomerācijai būtu nepieciešamas 20 – 23 eļļas savākšanas punkti. Salīdzinoša analīze rāda [1], ka no katras lietotās eļļas ģeneratoru kategorijas ir reāli gadā savākt 2000 tonnu, tātad ar uzviju nodrošināt plānojamo eļļas pārstrādes apjomu 5000 t gadā.

2.4. Lietoto eļļu iegādes un savākšanas iespējamās izmaksas Latvijā

Arī šī analīze ir izdarīta mūsu iepriekšējā darbā [1]. Analizējot ticamākos eļļas sagādes izmaksu variantus un transporta izdevumus, dabūjam, ka vidēji 1 tonnas lietotās eļļas izmaksas tās pārstrādātājam (pie "rūpnīcas vārtiem") ir 77.05 USD jeb 47.00 Ls (darba izpildes laikā bija 1 USD= 0.61 Ls).

2.5. Lietotās eļļas pārstrādes ienākumu un izmaksu analīze Latvijai

2.5.1. Ienākumu daļa

Mūsu gadījumā vēlamie produkti, tātad, ir dīzeļdegviela, otrreizējā "bāzes eļļa" un destilācijas atlikums, t.s. asfalta piedeva. Uz 2000.g. vidu vairumcenas šiem produktiem ir šāda: Krievijas dīzeļdegvielai (Latvijas cenas) 230 USD/t, bāzes eļļai (CONCAVE prognoze, "dārgākais" scenārijs) vismaz 300 USD/t un asfalta piedevas cenas novērtējums ap 71 USD/t. Lai prognozējamus ienākumus novērtētu pietuvināti Latvijas situācijai, veikts eksperimentāls darbs, ar ko noskaidro šo tirgus produktu reālos iznākumus (%) no Rīgā vidēji savācamajām lietotajām motoreļļām (sk. eksperimentālo daļu un 2.tabulu)

2.5.2. Izdevumu daļa

To lielākā daļa rodas no lietotās eļļas sagādes izmaksām, kuras pieņemsim pēc to maksimāli neizdevīgākā novērtējuma kā minētos 77.05 USD/t. Pārējās izmaksas izvēlētas pēc analogiskiem ārvalstu piemēriem. Latvijas apstākļiem izvēlējamies firmas LuboX

(tagad Tiqsons Inc., ASV) piedāvāto lietotās eļļas attīrīšanas tehnoloģiju, kam kapitālieguldījumu apjoms iekārtai ar jaudu 5000 t/gadā aprēķināti kā 1.2 milj. USD.

2.5.3. Procentu atskaitījumi

Tie sastādās no bankas aizdevuma procentiem, kurus Latvijas gadījumam jāparedz sliktākā gadījumā 15% gadā pie aizdevuma atmaksas 10 gados, un no iekārtas amortizācijas atskaitījumiem, kurus vienkāršības dēļ sadala līdzīgās gada iemaksās, kā 10% no iekārtas sākotnējās vērtības gadā.

3. Eksperimentālā daļa

Izvēlēti reālu lietoto eļļu paraugi no diviem autoservisa uzņēmumiem dažādās Rīgas pilsētas daļās kopumā vismaz 4 kg katrs no šajos servisos esošajiem atstrādāto motoreļļu savākšanas konteineriem. No katra eļļu parauga izdarīti divi preparatīvi vakuumdestilējumi ar iekrāvumu robežās no 350 – 650 g katrs.

Destilācijas eksperimenti. Eļļu vakuumatīrīšanu izdarīja divos paņēmienos. Pirmo destilāciju veic, lai no eļļas parauga atdalītu visu ūdeni, viegli gaistošos ogleņūdeņražus un daļu petrolejas frakcijas, tālāk visu dīzeļdegvielas frakciju, smēreļļu frakciju un nodalītu lielāko daļu asfaltveidīgo negaistošo produktu. Pie tam līdz frakciju viršanas punktam pārrēķinātam uz atmosfēras spiedienu ($v.p_{atm.}$) kā $260-275^{\circ}C$, destilāciju izdarījām gan ar ūdensstrūklas sūkni ($p=$ ap 11 mm/Hg), gan eļļas sūkni ($p=$ 3–5 mm/Hg). No pirmajām destilācijas frakcijām ar $v.p_{atm.}$ beigu punktiem līdz 275° mehāniski nodala ūdeni, un ogleņūdeņražu daļu ieskaita gaistošajā jeb “petrolejas” frakcijā. Pārējo destilē tālāk pie eļļas sūkņa vakuuma 1–3 mm/Hg, ceļot kolbas sildītājkannas temperatūru līdz $460 - 480^{\circ}C$, tādējādi atdalot eļļas destilātus no asfalta atlikuma. Iegūtos virs 275° savāktos produktus rektificē uz kolonnas ar efektivitāti 12 teor.šķ., ceļot kolbas sildītājkannas temperatūru līdz $370-380^{\circ}C$.

Rektifikācijas gaitā frakcijas nodala precīzi – vēl nelielu daļu ar $v.p_{atm.}$ $VS-275^{\circ}C$, ko apvieno ar pārējo “petrolejas” frakciju, dīzeļdegvielas frakciju $275^{\circ} - 370^{\circ}C$, vieglo smēreļļu (bāzes eļļas) frakciju $370^{\circ}-440^{\circ}C$ un smago smēreļļu (bāzes eļļas) frakciju $440^{\circ}-530^{\circ}C$. Rektifikācijas gaitā vēl paliek nedestilējies atlikums, ko apvieno ar pirmās destilācijas asfalta atlikumu.

Apvienojot abu destilāciju rezultātus visām četrām preparatīvajām vakuumdestilāciju procedūrām, rezultāti pievesti 2.tabulā.

2.tabula

Produkts	Virš. $p_{atm.}$ $^{\circ}C$	Svars, g	% *
Lietotā eļļa, kopā		2080.46	100
Produkti :			
Ūdens		16.64	0.8
“petroleja”	VS-275	165.79	8.0
dīzeļfrakcija	275-370	122.98	5.9
vieglā smēreļļa	370-440	590.96	28.4
smagā bāzes eļļa	440-530	838.23	40.3
<u>atlikumi</u>	> 530	189.56	9.1
zudumi		starpība	<u>7.5</u>
<u>kopā</u>		1924.16	100%

* izceltās % vērtības lieto kā produktu iznākuma daudzuma proporcijas ekonomiskajā aprēķinā.

Sēra satūra analīzes. Vispirms negaidīti noskaidrojās, ka jau sākotnējie eļļas paraugi var saturēt sēru. Viens tāds paraugs saturēja vidēji 1.4469 % sēra. Toties jau pēc pirmās vakuumdestilācijas pilnīgi viss sērains piemaisījumu daudzums koncentrējas asfalta atlikumos un otreizējās vakuumdestilācijas vissmagākajā produktā – kuba atlikumā – sēra vairāk nav.

Asfalta atlikumu galvenajā daļā sēra saturs svārstās no 1.3644 līdz 3.4483 %, kas atbilst neorganiskā un organiskā sēra satura summai. Kā izriet no izdarītajām asfalta atlikumu pelnu analizēm, neorganiskā sēra tur ir tikai 0.02–0.03 %, kas var rasties, piemēram, no MoS₂ piedevām smēreļļām u.c.

Neorganisko piemaisījumu analīzes. Tie paraugos tika noteikti ar rentgenfluorescences vai atomu absorbcijas spektrometrijas metodi. Šim nolūkam asfalta atlikumi no pirmās vakuumdestilācijas izkarsē gaisa atmosfērā pie 500^o. Tā atrod sausas saturu asfalta atlikumos – no 20– 21 %, kas uz sākotnējo lietoto eļļu sastāda apm. 1.3 – 1.5 % pēc svara.

Pieņemam viena parauga elementu analīzi, ekoloģiskā ziņā svarīgākajiem elementiem, kas izteikta vienībās milj.daļās (m.d.) no lietotās eļļas svara. Tātad Ca 435, S 309, Zn 227, P 199, Pb 8, Cr 2.5, Ni 1.62, Mo 1.24, Mn 0.93, Sr 0.68, Ti 0.50 un Ba 0.62 m.d. Tas nozīmē to, ka, izdarot lietoto eļļu sadedzināšanu kurtuvē, ir rūpīgi jākontrolē šo elementu saturs dūmgāzēs, tā, lai tas nepārsniegtu Eiropas Savienības noteiktos normatīvus. Bez tam jau šodien var apgalvot, ka, lietotajām eļļām nokļūstot augsnē, tur nokļūs arī visi augstāk pieminētie kaitīgie smagie metāli.

4. Destilācijas procesa gada ienākumu – izdevumu novērtējums

Visi aprēķini sīkāk aprakstīti sīkāka izklāsta darbā [1], un visi aprēķini veikti ASV dolāros pēc kursa 1 USD = 0.61 Ls. Izdevumu daļā tajā iekļauti arī izdevumi par notekūdeņu attīrīšanu, kuri jebkuros ekonomiskajos novērtējumos saskaņā ar ASV un Kanādas esošo praksi tiek rezervēti kā 132.– USD par notekūdeņu tonnu, kuru daudzumu aprēķina kā 7.5% no kopējās lietotās eļļas caurplūdes.

Ekonomiskie aprēķini izdarīti no pesimistiskākā, t.i., visdārgākā lietotās eļļas sagādes izmaksu varianta, neņemot vērā kurināmā ietaupījumus no iekārtas gaistošo frakciju izlietošanas par kurināmo.

Tādā gadījumā jau pirmajā destilācijas iekārtas darbības gadā, atreķinot vēl 25% peļņas nodokli, neto ienākums ir 110,000 USD ar peļņas procentu 26%, tātad spēj nosegt arī izdevumus ražošanas attīstībai, piemēram, produkta labākai attīrīšanai un labākam marketingam. Šis procents tāpat rada pārlicību, ka pasākums saglabās kaut nelielu rentabilitāti arī reālās tirgus grūtībās, piemēram, spontānās noieta problēmās, pēkšņas produkta kvalitātes pasliktināšanās gadījumā utt.

Pie 1998.gada cenu līmeņa (jēlnaftas cenām 14 USD/bbl, bāzes eļļas cenas 265 USD/T un dīzeļdegvielas tā laika cenas Latvijā ap 135 USD/T) uzņēmuma pirmā gada neto peļņas procents ir tikai 10 %, tātad pasākumu jau var uzskatīt par riskantu. Tas nozīmē, ka lietotās eļļas destilātvivā attīrīšana ir ekonomiski izdevīga pie pietiekami augstām naftas pasaules tirgus cenām. Tā kā pasaules naftas cenas vairs neprognozē zemākas kā 25 USD/bbl, var uzskatīt, ka mūsu izdarītajiem aprēķiniem ir ilglaicīgs raksturs.

5. Secinājumi

Lietoto eļļu destilātvivajai pārstrādāšanas metodei tātad ir divu veidu priekšrocības. Vispirms jāmin ekoloģiskās priekšrocības. CO₂ izmešu (2.58 kg CO₂ /kg) daudzums, sadedzinot lietotās eļļas, gan ir vienāds ar to, kas rodas sadedzinot līdzīgu tilpumu svaiga krāšņu kurināmo, tomēr lietoto eļļu dedzināšana ietver sevī potenciāli bīstamu problēmu, kura līdz šim nemaz nav risināta. Proti, lietoto eļļu dedzināšana ietver sevī to strauju sakarsēšanu un tad oksidēšanu visdažādāko metālu piemaisījumu klātbūtnē. Bet tieši tie ir apstākļi, kad dūmgāzēs katalītiski var rasties visdažādākās papildus toksiskās vielas, kuras nevar rasties, piemēram, sadedzinot mazutu. Otrkārt, lietotās eļļas destilātvivi pārstrādājot, ir pilnīgi izslēgta arī pašu eļļās pierādīto smago metālu piemaisījumu nokļūšana atmosfērā. Treškārt, paliek spēkā pasaulē citur pierādītais atzinums, ka nekādā ziņā nav pieļaujama lietoto eļļu vienkārša izliešana augsnē, uz zemes, vai tās deponēšana izgāztuvēs sakarā ar

gruntsūdeņu piesārņošanas ar pašu šo eļļu un tās piemaisījumiem. Beidzot, ja lietotā eļļa arī satur sēru, tad destilātos sēra vairs nav – tas viss koncentrējas asfalta atlikumos; tādējādi bāzes eļļas iegūstam kā sēru nesaturošas izejvielas tālākiem mērķiem.

Līdz ar to tieši šis paņēmieni (otrtreizējā destilācija) garantē visaugstāko lietoto eļļu likvidācijas drošību, vēl jo vairāk tad, ja Eiropas Savienībā un pēc tam Latvijā pēc kāda laika tiktu pieņemti stingrāki vides piesārņošanas normatīvi.

Otrs šīs metodes izdevīguma arguments esošajos pasaules naftas cenu apstākļos par labu lietotās eļļas otrreizējai destilācijai ir tās rentabla pārvēršana produktos ar pietiekami lielu pievienoto vērtību. Mūsu izdarītie puskvantitatīvie ekonomiskie novērtējumi, kas uzskatāmi par biznesa realitātes analīzes “nulles tuvinājumu”, nepārprotami rāda, ka pie naftas cenām 25 USD/bbl un vairāk lietotās eļļas otrreizējās destilācijas pārstrāde ir rentabla un var attīstīties par jūtamu kompensāciju smērellu importam tāpēc, ka kompensē vismaz 65% izlietotās eļļas.

Mūsuprāt, galvenie šķēršļi šīs metodes komerciālai attīstībai ir nevis tehniskas vai ekonomiskas dabas, bet drīzāk – organizatoriskas un psiholoģiskas. Vispirms, nepieciešams iedzīvotājos iedvest nepārkāpjamu pārliecību, ka izlietotās eļļas un lietotos eļļas filtrus no vides piesārņošanas draudu viedokļa, izsviest izgāztuvēs vai atkritumos ir nepieļaujami un ka visa šāda eļļa ir jāsavāc neatkarīgi no tā, ko ar šo eļļu tālāk būtu visekonomiskāk darīt.

Otrkārt, ir jāsāk veidot plašs teritoriāls tīkls lietoto eļļu savākšanai, kā tas tiek darīts citās valstīs ar galveno mērķi – pietuvināt reāli pārstrādājamo eļļu daudzumus teorētiski iespējamajiem.

Literatūra

1. Freimanis J., Lietotās smērellas Latvijā. Slogs vai resurss? // Enerģija un Pasaule. – Nr.5. – 2000. – 42.–46.lpp.
2. CONCAWE Report no.5/96 "Collection and disposal of used lubricating oil", © CONCAWE, Brussels, November 1996. Disposal of Used Engine Oils, CONCAWE Report No.5/96.
- ¹ Latvijas Republikas LIKUMS "Par bīstamajiem atkritumiem", Rīga, 1993.g. 30.martā., kopā ar pakārtotajiem dokumentiem:
 - (a) MK 1997.g. 12.augusta noteikumi Nr.298 "Par bīstamo atkritumu klasifikāciju un bīstamības kritērijiem";
 - (b) 1. Pielikums pie MK 1997.g. 12. augusta noteikumiem Nr.298 "Bīstamo atkritumu klasifikators".
 - (c) 2. Pielikums pie MK 1997.g. 12.augusta noteikumiem Nr.298 "Atkritumu bīstamību nosakošā īpašības".
 - (d) 3. Pielikums pie MK 1997.g.12.augusta noteikumiem Nr.298, "Bīstamo atkritumu sastāvā ietilpstošā ķīmiskās vielas un savienojumi, kas nosaka atkritumu bīstamību".

VIDEI DRAUDZĪGU TEHNOLOĢIJU UN RAŽOTĀJA IZMAKSU PĒTĪJUMI CŪKKOPĪBĀ RESEARCHES OF ENVIROMENT-FRIENDLY TECHNOLOGIES AND MANUFACTURER'S COSTS IN PIG FARMING

Andrievs Ilsters, Dr. ing., vadošais pētnieks

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ulbrokas Zinātnes centrs

Institūta iela 1, p.n. Ulbroka, Rīgas raj., LV-2130

Tālr. 2910783, e-pasts: uzc@lanet.lv, fakss 2910873

Abstract. A large part of Latvia pig farms with their equipment for removal of manure are badly acting on the surrounding environment. To install the depositories for manure with the necessary capacity at existing pig farms require the capital investments

about 7–10 million lats. When the depositories are built, it is important to improve the system of manure removing in order not to allow to liquefy the mass of the manure. Examination of pig farms resulted in working out the measures to decrease the liquefying of the manure. Experiments were carried out in a finishing pig farm with 1200 pigs. The liquid fraction was separated from the excrements. For removing out the dense manure with humidity of 86–88 % a scraper–transporter had been used. In the farm in question this measure has decreased the liquefying 2,5–3 times. Calculations and analyses of the expenses have showed, that the smallest (approximately 5 lats/pig per year) they are if pigs are kept on slatted floors. The total expenses to build the premises in this case are by 20 % less.

Latvijas lauku saimniecību cūku kūtīs pakaišus parasti lieto tikai nelielās fermās. Lielākās fermās pakaišus lieto nedaudz un tikai zīdēju sivēnu guļvietās. Līdz ar to no cūku kūtīm izvāktie kūtsmēsli ir pusšķidrās konsistences, ko nevar nokraut kaudzēs. No dabas aizsardzības un kūtsmēsļu racionālas izmantošanas viedokļa šķidrmēsļus nav vēlams izvest uz lauka vēlā rudenī, ziemā un agri pavasarī. Daudzās valstīs to aizliedz pieņemtie likumi par dabas aizsardzību. Šādu prasību pieņemšana būtu nepieciešama arī mūsu valstī, lai samazinātu kaitējumu videi. Pusšķidru un šķidru kūtsmēsļu uzkrāšanai pie kūtīm nepieciešamas atbilstošas ietilpības tvertnes. Kāds ir stāvoklis ar kūtsmēsļu krātuvēm pie cūku fermām Latvijā? Cūku fermu grupējums pēc lieluma un uzkrājamo kūtsmēsļu daudzums dienā un pusgadā dots 1. tabulā. Krātuves izmērus un ietilpību ierobežo šķidrmēsļu homogenizēšanas iespējas krātuves iztukšošanas laikā. Priekšroka dodama cilindriskas formas krātuvēm ar diametru līdz 10 metriem un dziļumu vai augstumu 3 – 4 metri. Maksimālais diametrs var sasniegt 20 metrus. Tad krātuves ietilpība ir ap 1000 m³.

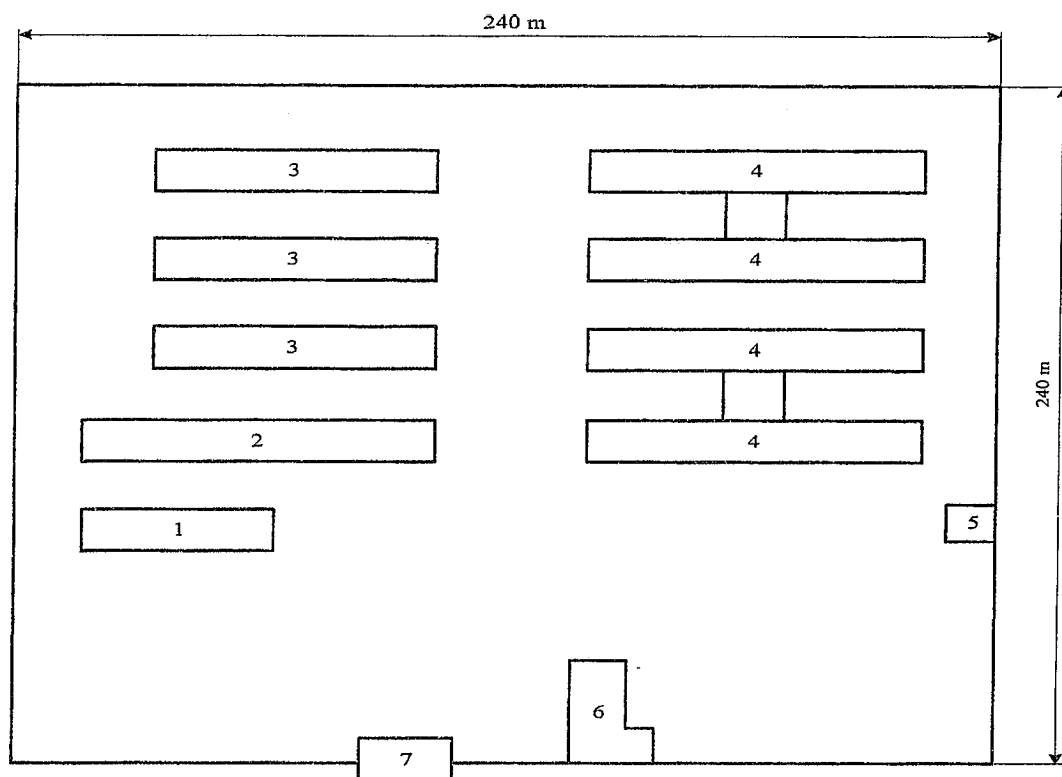
1.tabula

Cūku fermu skaits Latvijā 2000. g. sākumā [1] un kūtsmēsļu daudzums attiecīgā lieluma fermā

Cūku skaits fermā	Fermu skaits	Kūtsmēsli fermā, t		Krātuvju skaits fermā (V=500m ³)
		dienā	Pusgadā	
3 – 49	21500	līdz 0,3	līdz 50	1 (50 m ³)
50 – 199	496	0,3 – 1,1	50 – 200	1 (200 m ³)
200 – 1999	136	1,1 – 11,0	200 – 2000	līdz 4
2000 – 4999	6	11,0 – 27,5	2000 – 5000	4 – 10
vidēji 8000	8	vidēji 45	vidēji 8200	vidēji 16

1. tabulas pēdējā ailē redzams, cik vidēja lieluma tvertņu, ar ietilpību 500 m³, nepieciešams pie dažāda lieluma cūku fermām, lai šķidrmēsļus uzkrātu pusgadu. Analizējot faktisko stāvokli pie cūku fermām, jāsecina, ka izbūvētās esošās krātuves nodrošina kūtsmēsļu uzkrāšanu tikai ļoti neilgu laiku. Lēšam, ka šķidrmēsļu krātuves izbūves izmaksas vidēji ir 25 – 40 Ls/m³. Tātad 500 m³ tvertnes izbūve var izmaksāt 12–20 tūkst. Ls. Lai izbūvētu kūtsmēsļu krātuves pie visām esošajām cūku kūtīm vai fermām, kurās ir vairāk par 50 cūku, ir nepieciešami līdzekļi 7–10 milj. Ls apmērā.

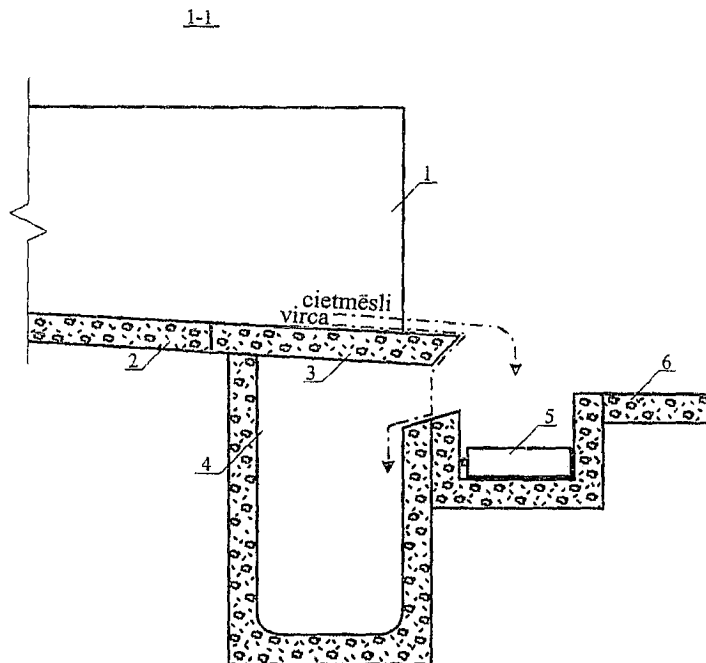
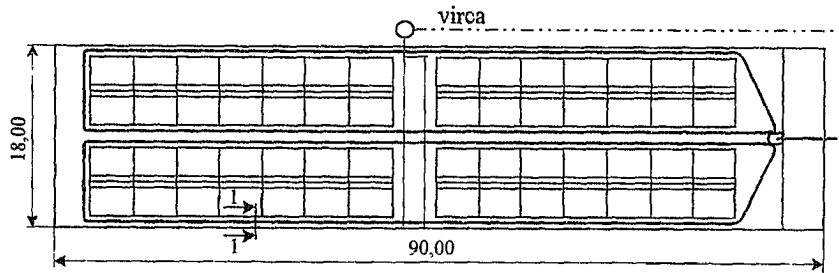
Apsekojot fermas, ir redzams, ka pielietotā tehnoloģija sekmē kūtsmēsļu sajaukšanos ar ūdeni un tie sašķidrinās, sasniedzot mitruma saturu labākajā gadījumā 93–94 %. Tādā veidā šķidrmēsļu kopējā masa palielinās vismaz divas reizes. Kā novērst vai vismaz samazināt kūtsmēsļu sašķidrināšanos? Šajā sakarā sīkāk analizēsim stāvokli cūkkopības lielajās fermās, kas uzceltas pēc tipa projekta 802–148/72 [2] *Višķos, Šķaunē* un *Rudbāržos* 70. gadu otrajā pusē 12000 cūku izaudzēšanai un nobarošanai gadā katrā no tām. Šāda tipa fermas plānojums redzams 1. attēlā.



1. attēls. Fermas plānojums 12000 cūku izaudzēšanai un nobarošanai gadā (tīpa projekts 802-148/72): 1 – sēkļojamo sivēnmāšu kūts 144 vietām; 2 – grūсно sivēnmāšu kūts 400 vietām; 3 – sivēnmāšu atnešanās kūts 120 vietām; 4 – nobarojamo cūku kūts 1200 vietām; 5 – šķidrmēslu pārsūkņēšanas tilpne; 6 – personāla telpas; 7 – barības noliktava.

Pozitīvi vērtējams iekšējais plānojums kūtīs un risinājums cūku barošanai ar sausu pilnvērtīgu spēkbarību. Cūku dzīvmasas diennakts piesvars ir vidēji 0,65 – 0,70 kg. Līdz ar to ir labi arī citi ražošanas stāvokli raksturojošie rādītāji. Būtisks trūkums šajās cūku lielfermās, kur katrā vienlaicīgi ir vidēji 7900 cūku, ir neracionālais risinājums kūtsmēslu izvākšanai. Cūku aizgaldos ir daļējā spraugu grīda, caur kuru mēsli nonāk zemgrīdas kanālos. Tajos sakrājušos kūtsmēslus ar ūdens strūkļas palīdzību pa 300 mm diametra cauruli aizskalo uz vidēji 200 metrus attālo pārsūkņēšanas tilpni. Dienā 85 t kūtsmēslu (kopā ar tehnoloģisko ūdeni) aiztransportēšanai līdz pārsūkņēšanas tilpnei izlieto 185 m³ ūdens. Rezultātā krātuvēs praktiski nonāk netīrs ūdens – ūdens ar mēslu piejaukumu. Tā mitruma saturs ir 97 – 98 % un fermā katru dienu jātiek galā ar 270 m³ notekūdeņu, kurus grūti nosaukt par šķidrmēsliem. To uzkrāšanai un apstrādei pirms tālākās izmantošanas paredzētas filtrējošās krātuves. Pati lielākā problēma ir atfiltrētā šķidrumsa uzkrāšana un tālākā izmantošana. Tā daudzums pusgadā sasniedz 35 tūkst. m³. Šāda šķidrumsa daudzumsa izvadāšana uz apkārtējiem laukiem saistīta ar lieliem transporta izdevumiem.

Kopīgi ar šo fermu darbiniekiem tika meklēti risinājumi tā ūdens daudzumsa samazināšanai, kas saistīts ar kūtsmēslu izvākšanu no kūtīm un to nogādi līdz pārsūkņēšanas tilpnei. Tika secināts, ka pie jebkura risinājuma pirmām kārtām ir jāatsakās no kūtsmēslu nogādes līdz pārsūkņēšanas tvertnei pašteses ceļā. Samazinot ūdens piedošanu kūtsmēsliem, tie zaudē plūstamību. Tādēļ kā kontrastējošs risinājums vienā nobarojamo cūku kūtī tika realizēta kūtsmēslu izvākšana, izbūvējot mēslu renes ar tanīs iemontētiem skrāpju transportieriem TSN – 160. Skrāpju transportiera montāžas principiālā shēma dota 2. attēlā.



2. attēls. 1200 nobarojamo cūku kūts pārbūve vircas un mēslu atsevišķai savākšanai:
 1 – cūku aizgalds; 2 – siltinātā grīda; 3 – betona plāksne ar vienu slīpu skaldni; 4 – šķidrmēslu uzkrāšanas kanāls, kur satek virca; 5 – mēslu kanāls ar skrāpju transportieri; 6 – apkalpošanas eja.

Atšķirība no tradicionālā risinājuma ir tā, ka virca un no dzirdnēm notecējušais ūdens tiek savākti atsevišķi no bieziem mēsliem. Virca un ūdens pa aizgalda grīdas slīpumu notek līdz skrāpju transportiera renes malai un tālāk apliecas pa slīpi nošķelto malu uz leju un notek savācējkanālā. Tā lomu izpilda bijušais šķidrmēslu kanāls. Biezos mēslus aizgaldū tīrīšanas laikā sagrūž skrāpju transportiera renē. Realizējot šādu tehnisko risinājumu, ekspluatācijas pirmajās dienās virca un liekais ūdens labi notecēja savācējkanālā un ar skrāpju transportieri izvāktu kūtsmēslu mitruma saturs bija 86–88 % robežās. Turpmākā ekspluatācijas gaitā ar skrāpju transportieri izvāktu kūtsmēslu mitruma saturs palielinājās, jo daļa vircas vairs notecēja savākšanas kanālā, bet gan skrāpju transportiera renē. Par iemeslu tam bija vircas noteces spraugas piesērēšana. Konkrētā risinājumā tās tīrīšana bija apgrūtināta. Tādēļ vircas noteces spraugas augstumam ir jābūt vismaz 50 mm. Hronometrāžas rezultāti rādīja, ka palielinās arī darba patēriņš aizgaldū tīrīšanai salīdzinājumā ar darba patēriņu pārējās kūtīs, kur aizgaldos tika saglabāta daļējā spraugu grīda.

Neskatoties uz novērotajām konstruktīvajām nepilnībām, izvēlētais risinājums deva iespēju būtiski samazināt izvāktās šķidrmēslu masas daudzumu. Pilnveidojot

paņēmiena konstruktīvo izpildījumu, tas var tikt pielietots īpaši kūtīs, kur kūtsmēslu izvākšanai jau ir uzstādīti skrāpju transportieri, bet nolietojumā dēļ renes ir jāremontē.

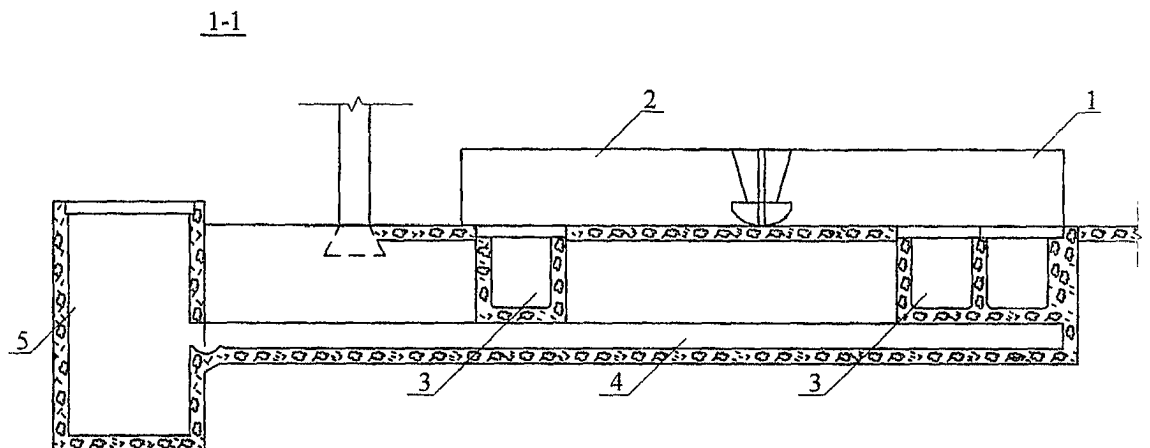
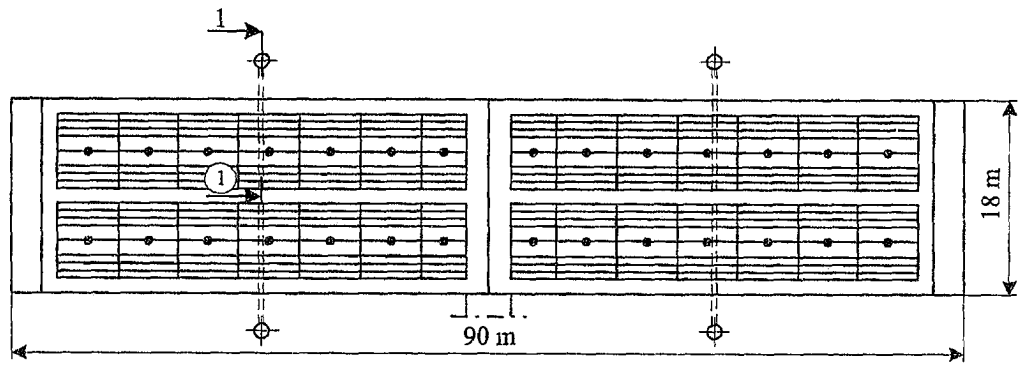
Cits risinājums, lai samazinātu izlietotā ūdens daudzumu, ir mēslu pašteces kanālu izbūves izmaiņa. Latvijā cūku kūtīs mēslu pašteces kanālu garums bieži sasniedz pat 60 metrus un kanāla apakša ir ar slīpumu tecēšanas virzienā. Tāds risinājums nesekmē kanālu pašiztukšošanu, un mēslu izvākšanai ir jālieto ūdens. Aplūkojamās cūkkopības lielfermās kūtsmēslu izvākšanas kanālu garums ir 40 metri ar apakšējās daļas slīpumu 1 %. Ārzemju literatūrā kūtsmēslu pašteces kanālu pieļaujamo garumu uzdod 20–25 m robežās un kanālu apakša ir horizontāla. Ievērojot šīs rekomendācijas, 1200 nobarojamo cūku kūtī 40 m garie mēslu kanāli ir jāsaīsina uz pusi, katras kūts sekcijas (600 cūkām) vidusdaļā izbūvējot šķērskanālu mēslu izvadīšanai no kūts (3. attēls). Pa šķērskanālu mēsli pašteces ceļā izplūst no kūts uz tās sānos izbūvējamām mēslu pieņemšanas tilpnēm. No tām šķidrmēslus regulāri izved uz galvenām krātuvēm vai aizsūknē uz esošo pārsūknēšanas tvertni.

Šādu pārbūvi lietderīgi saistīt ar spraugveida grīdas platības optimizēšanu, kas dod iespēju līdz minimumam samazināt darba patēriņu aizgaldū grīdas piemēslošanas daļas tīrīšanai. Jāņem vērā, ka cūkas vairāk vai mazāk piemēslo visu aizgaldū platību, izņemot vietu gulēšanai. Izejot no šāda nosacījuma, spraugu grīda ar zemgrīdas kanāliem mēslu savākšanai jāizbūvē visā tajā aizgaldū daļā, kas nav paredzēta cūku gulēšanai jeb blīvā siltinātā grīda jāveido tikai tādā platībā, kas cūkām nepieciešama gulēšanai. Gulēšanai nepieciešamā platība atkarībā no cūku dzīvmasas ir šāda: ja dzīvmasa 30 kg – 0,20 m², 50 kg – 0,30 m², 70 kg – 0,39 m², 100 kg – 0,51 m² [3]. Aprēķini rāda, ka nobarošanas sākuma posmā (līdz 65 kg) vienai cūkai gulēšanai nepieciešamā vidējā platība ir 0,28 m², bet nobarošanas beigu posmā (līdz 100 kg) – 0,44 m². Līdzīgas prasības nobarojamo cūku aizgaldū izkārtojumā ir, piemēram, Holandē [4]. Šajā rakstā aplūkoto fermu nobarojamo cūku kūtīs, pie aizgaldū kopējās platības katrai cūkai 0,8 m², blīvā grīda ir 0,6 m², kas nobarošanas sākuma posmā ir divas reizes vairāk par nepieciešamo un nobarošanas beigu posmā vidēji par ceturto daļu vairāk. Tas atstāj būtisku ietekmi uz darba patēriņu aizgaldū tīrīšanai. Veicām aprēķinus par izmaksām kūtsmēslu izvākšanai atkarībā no lietotā izvākšanas paņēmiena. Salīdzinājām šādus variantus pie diviem darba samaksas līmeņiem – 50 un 100 Ls/mēnesī:

- kūts ar auksto grīdu bez un ar skrāpju transportieri kūtsmēslu izvākšanai;
- kūts ar silto grīdu bez un ar skrāpju transportieri kūtsmēslu izvākšanai;
- kūts ar silto grīdu un mēslu pašteces kanālu, pārklātu ar spraugu plātnēm;
- spraugveida grīda visā aizgaldū platībā (pašattīrošā grīda).

Aprēķinu rezultāti parāda, ka tiešās izmaksas aizgaldū tīrīšanai un kūtsmēslu izvākšanai pie minimālās algas (50 Ls/mēn.) maz atšķiras pie visiem kūtsmēslu izvākšanas veidiem un ir vidēji 5 Ls uz cūku vietu gadā (Ls/c.v.g.). Aprēķinu rezultāti pie darba samaksas līmeņa 100 Ls/mēn. doti grafikā 4. attēlā. Tiešās izmaksas visvairāk pieaug nemehānizētas mēslu izvākšanas variantā un vidēji ir 6,5 Ls/c.v.g. Pielietojot skrāpju transportieri pietiekoši lielam cūku skaitam (virs 200 cūkām), izmaksas ir vidēji 6 Ls/c.v.g. Pie daļējās spraugu grīdas (mēslu izvākšanas kanāli) izmaksas palielinās līdz 5,5 Ls/c.v.g., bet praktiski nepieaug pie cūku turēšanas uz spraugveida grīdām visā aizgaldū platībā, jo notiek grīdas pašattīrīšanās.

Pie cūku turēšanas uz spraugveida grīdām par 1/3 daļu samazinās kūts platība vienam un tam pašam cūku skaitam, salīdzinot ar kūti, kur cūkas tur uz siltās grīdas un kūtsmēslus izvāc ar skrāpju transportieri.



3.attēls. 1200 nobarojamo cūku kūts pārbūve, samazinot šķidrmēslu izvākšanas kanālu garumu un iekārtojot šķidrmēslu īslaicīgu uzkrāšanu pie kūts: 1 – aizgalds cūku nobarošanas sākuma periodam; 2 – aizgalds cūku nobarošanas beigu periodam; 3 – garenkanāli šķidrmēslu savākšanai; 4 – šķērskanāls šķidrmēslu izplūdei no kūts; 5 – tvertne šķidrmēslu uzkrāšanai.

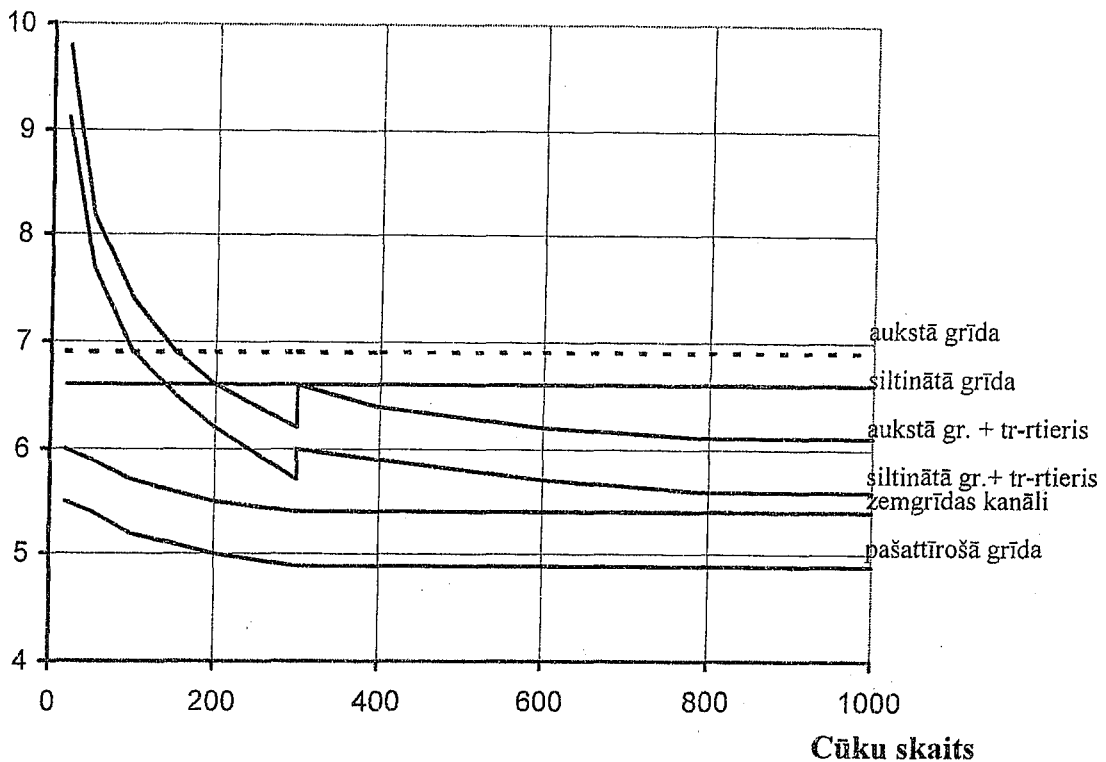
No 2. tabulā dotā aprēķina par nobarojamo cūku kūts celtniecības izmaksām redzams, ka, kaut gan spraugveida grīdas m² izbūve ir 1,7 reizes dārgāka par siltinātās grīdas izbūvi, kūts celtniecības kopējās izmaksas pie spraugveida grīdas vienam un tam pašam cūku skaitam ir par 20 % mazākas. Tādēļ spraugveida grīdu variantā samazinās ēkas ekspluatācijas izmaksas, samazinās siltuma zudumi telpai. No aprēķiniem var secināt, ka cūku turēšanas pārkārtošana uz spraugveida grīdām esošās kūtīs ekonomiski lietderīga, ja paredzēts palielināt ražošanas apjomu.

2. tabula

Cūku kūts platību un celtniecības izmaksu salīdzinājums, izbūvējot aukstās, siltinātās vai spraugveida grīdas

Grīdas veids cūku guļvietā	Grīdas izbūves izmaksas Ls/m ²	Platība 1 cūkai, m ²		Kūts platība, m ²	Kūts 500 nob. Kopējās	Cūkām izmaksas, tai skaitā grīdas	(piemērs) Ls 1 cūku vietai
		aizgalda	kūts				
Aukstā	34	0,8 – 1,2	1,5 – 1,7	840	88200	29400	176
Siltinātā	51	0,8	1,5	810	93900	37200	188
Spraugv.	87	0,65	1,1	540	73500	35700	147

**Izmaksas gadā uz
vienu cūkas vietu, Ls**



4. attēls. Kūtsmēslu izvākšanas procesa gada ekspluatācijas izmaksas latos vienai cūku vietai atkarībā no cūku skaita kūtī un tehnoloģijas kūtsmēslu izvākšanai

Apsekošanas rezultāti rāda, ka vairumā cūku fermās kūtsmēslu būtiska sašķidrināšanās un līdz ar to ievērojama kopējā uzkrājamā daudzuma palielināšanās saistīta arī ar ūdens notecēšanu uz grīdas no dzirdnēm. Galvenais iemesls tam ir dzirdņu nepareiza montāža un ekspluatācija. Dzirdņu novietošanas augstums bieži neatbilst aizgaldā esošo cūku augumam, ūdens spiediens pievadās stipri pārsniedz rekomendēto. Dzirdņu patvaļīga tecēšana bojāšanās dēļ netiek savlaicīgi novērsta. Notekot no dzirdnes uz grīdas 6 litriem ūdens dienā, rēķinot uz katru aizgaldā esošo cūku, šķīdumēslu mitruma saturs sasniedz 92 – 94 % un to kopējais daudzums dubultojas.

Secinājumi

1. No vides aizsardzības un cūku fermu sakārtošanas viedokļa ir svarīgi kūtsmēslu krātuvju ietilpību palielināt līdz tam, lai nodrošinātu kūtsmēslu uzkrāšanu 5 – 6 mēnešus.
2. Tā kā kūtsmēslu krātuvju izbūve saistīta ar lieliem kapitālieguldījumiem, pasākumu realizācija jāsaista ar valsts atbalsta programmām lauksaimniecībai.
3. Kūtsmēslu krātuvju ietilpības optimizācija panākama, pilnveidojot kūtsmēslu izvākšanas sistēmu no cūku kūtīm, galvenokārt būtiski samazinot ūdens daudzumu, kas nonāk kūtsmēslu masā. Tas realizējams ievērojot jaunākās atzīņas kūtsmēslu izvākšanas kanālu un cūku dzirdināšanas ietaišu izbūvē un ekspluatācijā.

Literatūra

1. Lauksaimniecības gada ziņojums. Latvijas Republikas zemkopības ministrija. - Rīga, 2000. - 143. lpp.
2. Типовой проект 802-148/72. Альбом 1, Росгипросельхозстрой. - Москва, 1972. - листов 21.
3. Koller G. und andere. Schweinestalle. Verlagsunion AGRAR. - Munchen, 1981. - 194 s.
4. Pavinkšnis R. Cūku turēšanas noteikumi Holandē // Lopkopības gada grāmata. - Ozolnieki: Latvijas Lauksaimniecības konsultāciju un izglītības atbalsta centrs, 2000. - 132. lpp.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ ECOLOGICALLY SAFE TECHNOLOGIES OF GRASS FEED PRODUCTION

Семен Иванов, доктор инженерных наук, ведущий исследователь
Эдуардс Матисанс, доктор инженерных наук, ведущий исследователь
Institūta iela 1, Ulbroka, Rīgas raj., LV-2130, Latvija
Tel.:+(371)2910879, fax: +(371)2910879, e-pasts: uzc@lanet.lv

Abstract. The aim of the research was to find out the possibilities for reducing the prime cost of environmentally safe technologies for the preparation of herbaceous fodder by improving technical means. During the recent years, on major individual and co-operative farms there is being introduced a perspective roll technology of processing wilted green grass with subsequent sealing of rolls in a flexible film. The advantages of the green grass processing technology with subsequent sealing of rolls in a flexible film are:

- environmental safety of the technology (exclusion of pollution with silo saps, absence of odour nuisance, absence of compounds in the feed that are detrimental to animals and formed during the common siloing, its low acidity);
- considerably lower dependence of forage processing on weather conditions, complete mechanisation of engineering processes;
- the forage can be processed in small quantities, and for its storage no specialised containers are needed, which is a valuable feature for small farms;
- increased nutritive value and good gustative qualities providing a possibility of essential raising the yields of milk and its quality (retention of all nutrients and vitamins), insignificant losses of nutrients during the harvesting and storage period (not more than 10–15%).

Введение

Молочное и мясное скотоводство являются важнейшими отраслями сельского хозяйства Латвии. Технология заготовки кормов в летний период во многом определяет себестоимость молока и мяса, а также их качественные показатели. Заготовку кормов проводят в основном в июне–июле, но в условиях Балтии в этот период очень часто бывает дождливая погода, которая не только нарушает оптимальные сроки, но и не позволяет убрать необходимое количество сухого сена. В последние 20–30 лет в коллективных хозяйствах Латвии кроме заготовки сена (39–40% от общего количества кормов) широко применялись заготовка силоса и сенажа в специальных траншеях и башнях (около 50% от всех кормов), а также различные химические консерванты для предотвращения порчи несухих стебельчатых кормов. После проведения реформ в сельском хозяйстве и создания многочисленных крестьянских хозяйств в основном заготавливалось сено (86%) и только 14% силоса и сенажа. Ранее разработанные технологии и комплексы машин для заготовки кормов были приспособлены для крупных хозяйств.

Применение химических консервантов имеет ряд негативных моментов, влияющих на здоровье животных, качество продукции и окружающую среду в целом. Заготовка качественного силоса в современных условиях в Латвии также сопряжена с рядом трудностей. Закладку траншеи силоса необходимо провести в короткие сроки (до 3 дней), иначе начинаются процессы самонагрева и порчи

качества корма (повышения кислотности, образования вредных соединений и др.). В относительно небольших хозяйствах нет в наличии специальных траншей и, кроме того, даже там где они сохранились, очень сложно заготовить большой объем силоса в короткий срок. Специфический неприятный запах низкокачественного силоса зимой также портит окружающую среду в населенных пунктах.

Методика исследований

Задачами исследований являлись определение факторов, влияющих на экономическую эффективность применения рулонных технологий, агротехническая оценка и совершенствование пресс-подборщиков для экологически более прогрессивной рулонной технологии заготовки зеленой травяной массы с последующей герметизацией эластичной пленкой. В исследованиях применялась разработанная методика определения показателей экономической эффективности с использованием компьютерной программы EXCEL. Агротехническая оценка проводилась с использованием стандартных методик.

Анализ технологии и результаты исследований

Рулонная технология заготовки сена обеспечивают высокую производительность работ, малые потери убираемых материалов, а также позволяют полностью механизировать технологические процессы. Получаемые при этом цилиндрические упаковки сена объемом около 1,1 м³ и весом 150–200 кг можно механизированно распределять животным. Однако, поскольку средний размер крестьянских хозяйств в Латвии составляет около 20 га сельскохозяйственных угодий, то в большинстве хозяйств весьма сложно обеспечить оптимальную годовую загрузку довольно дорогостоящей техники, а различные формы кооперации пока развиты довольно слабо. Это замедляет процесс обновления и приобретения новой техники. Однако, в крестьянских хозяйствах с площадью 50...100 га и более, специализирующихся на животноводстве, а также в льноводстве рулонные пресс-подборщики находят все большее применение. В настоящее время в Латвии используются популярные в Западной Европе рулонные прессы фирм «Клаас», «Кроне», «Оркел», «Сипма», и другие. Однако в целом среди новых машин преобладают прессы белорусского завода «Бобруйскагромаш». При сушке трав на сено имеют место значительные потери питательных веществ и, особенно, перевариваемого протеина и ряда витаминов. Кроме того, при дождливой погоде невозможно заготовить качественный корм.

В последние годы в крупных крестьянских хозяйствах и кооперативах стала широко внедряться перспективная рулонная технология заготовки подвяленной зеленой травы с последующей герметизацией рулонов эластичной пленкой. Впервые такие силосные корма стали использовать в Новой Зеландии в 1984 г. Затем эта технология начала широко внедряться в странах Европы – Норвегии, Англии, Швеции, Австрии, Германии и других государствах. Расположенные группами на полях рулоны корма в пленке (чаще белого цвета) стали характерной чертой сельского пейзажа европейских стран. Эта технология, по сравнению с распространенной ранее заготовкой сенажа и силоса в траншеях, имеет преимущества не только в плане повышения качества кормов, но и по существенно снижает экологический риск в кормопроизводстве. Сущность технологии заготовки зеленой травы с последующей герметизацией рулонов заключается в

следующем. Скошенную в ранней фазе вегетации траву, богатую протеинами, витаминами и другими ценными питательными веществами желателно подвялить до 60–75% влажности. При уборке корма прессами необходимо создать рулоны с высокой плотностью (не менее 300 кг/м³). При использовании прессов с измельчителями травы в плотность прессования может достигать 500–600 кг/м³. Затем в течение не более 2–4 часов (в зависимости от температуры воздуха) рулоны с помощью специальных машин–обмотчиков заматывают (герметизируют от попадания воздуха, влаги и света) эластичной липкой пленкой непрозрачного цвета, имеющей толщину 0,025 мм и ширину 0,5–0,75 м. Обмотка рулонов пленкой производится в 2–3 слоя. Без доступа кислорода развитие грибков плесени прекращается. В случае дальнейшего транспортирования и складирования соблюдают меры предосторожности, предотвращающие разгерметизацию рулонов. Все биологические процессы брожения в рулоне полностью прекращаются через 6 недель. Начатый рулон желателно скармливать в течение 20–30 часов. Корм сохраняет свои качества в пленке при хранении до 2 лет.

Достоинствами данной технологии являются:

- значительно меньшая степень зависимости заготовки кормов от погодных условиях, полная механизация технологических процессов;
- корм может заготавливаться в небольших количествах и для хранения его не требуется специальных хранилищ (сараев, траншей), что очень ценно для небольших крестьянских хозяйств;
- повышенная кормовая ценность и хорошие вкусовые качества корма, дающие возможность существенного увеличения надоев молока и его качества (сохранность всех питательных веществ и витаминов), незначительные потери питательных веществ (не более 10–15%) во время уборки и хранения;
- экологическая безопасность технологии (исключение загрязнения среды силосными соками, отсутствие неприятных запахов, отсутствие в корме вредных для организма животных соединений, образуемых при обычном силосовании, его низкая кислотность). Физиологическая влажность среды тормозит развитие вредных бактерий, происходит только легкое молочнокислое брожение. Не используются искусственные консервирующие вещества.

Исследования показывают, что в зимний период скармливания один килограмм заготовленного по данной технологии корма влажностью 60–70% содержит около 0,20–0,27 кормовых единиц, 24–36 г перевариваемого протеина, 18–35 мг каротина, 12–33 г сахара, 1,9–2,9% органических кислот (в структуре кислот молочной кислота составляет 72–85%, уксусная кислота– 28–15%, масляной кислоты – практически нет). Кислотность корма равна рН 4,5–5,1. Главными сдерживающими факторами для распространения данной технологии являются высокая стоимость машин для прессования и обмотки, большая доля затрат на пленку (до 30–40% от всех производственных затрат). Тем не менее, в Латвии данная технология пользуется большой популярностью и в последние три года число хозяйств использующих данную технологию ежегодно увеличивается на 30–40%, особенно в высокопродуктивных хозяйствах. Существенный прирост количества хозяйств, внедривших данную технологию, возник после того, как нами были усовершенствованы и приспособлены для уборки подвяленной травяной массы с высокой плотностью прессования рулонные пресса ПР–Ф–110.

Главные направления усовершенствования относились к усилению элементов прессующего механизма и прессовальной камеры для создания высокой плотности прессования, а также к определению оптимальных режимов работы соответствующих узлов. Данные машины имеют в 4–5 раз меньшую цену, по

сравнению с распространенными для этих целей прессами немецкой фирмы «Клаас». Производительность прессов при этом составляет около 26–30 рулонов в час. Опыт использования пресса ПР-Ф-110 в хозяйстве «Муйжгали» Вентспилского района показывает, что такая машина полностью обеспечивает заготовку кормов для фермы из 160 коров. При этом машина ежегодно заготавливает около 3200 рулонов сена и 1300 рулонов обвяленной травяной массы для последующей герметизации эластичной пленкой. В целом использование прессов ПР-Ф-110ЗМ позволяет снизить себестоимость корма на 15–25%.

Структура производственных затрат на производство корма при использовании предлагаемых машин показана на рис.1. Кроме расходов на амортизацию техники большая доля затрат (30–40%) уходит на пленку для герметизации рулонов. В настоящее время пленка покупается в странах Западной Европы и освоение производства данной продукции в странах Балтии или СНГ могло бы снизить ее цену.

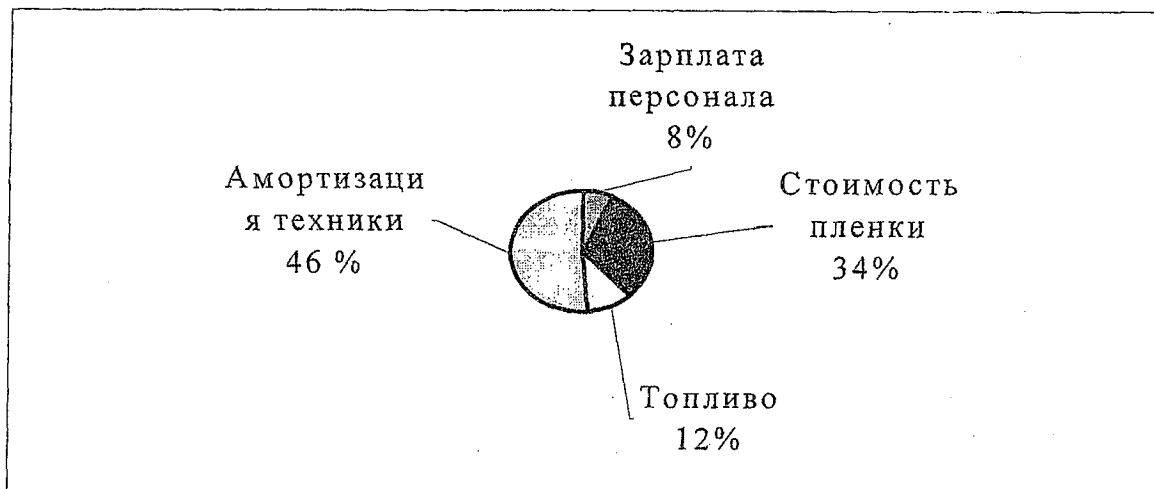


Рис.1. Структура затрат на прессование и обмотку пленкой подвяленной травяной массы при использовании пресса ПР-Ф-110

Для анализа расхода пленки в зависимости от конструктивных и технологических показателей пресс-подборщиков, обмотчиков и пленки нами проведены исследования. Для технологии герметизации каждого рулона ленточной пленкой обычными обмотчиками имеет место следующая аналитическая зависимость:

$$q = \frac{8bfk[(l^2+s^2)^{0,5} + \frac{(D^2+b^2i^2)^{0,5} + D}{2}]}{Dlp(bi-s)},$$

- где: q – расход пленки, м²/кг прессованного корма;
 D – диаметр рулона, м;
 l – длина рулона, м;
 p – плотность рулона, кг/м³;
 b – ширина пленки в исходном состоянии, м;
 f – коэффициент растяжения пленки при обмотке;
 i – коэффициент уменьшения ширины пленки при обмотке;
 k – количество слоев обмотки пленкой;
 s – шаг обмотки, м (обычно равен половине ширины пленки).

Как видно из формулы, в большей степени на расход пленки влияет плотность корма в рулоне (т.е. с увеличением плотности расход прямо пропорционально уменьшается). Использование прессов, формирующих рулоны больших геометрических размеров, хотя и уменьшает расход пленки, однако не дает столь значительного эффекта как увеличение плотности прессования. Определенным недостатком принципа герметизации каждого рулона является то, что в торцах рулона количество слоев пленки примерно в три раза больше, чем на стенках (при обмотке лента проходит через торцы при каждом обороте платформы обмотчика).

Для крупных хозяйств может иметь перспективу герметизация одновременно целой группы рулонов зеленого корма в специальных пленочных рукавах. Такая технология применяется в крупных фермах США, Германии, Чехии и других стран Европы. Производство специальных упаковщиков рулонов в полимерный рукав осваивается нашими соседями в Белоруссии. При таком способе упаковки почти в два раза снижается расход пленки. В Латвии имеются положительные опыты по полумеханизированной герметизации групп рулонов зеленого корма (из 8–10 штук) с помощью обычной непрозрачной полиэтиленовой пленки. Хотя при этом без специальных машин резко увеличиваются трудозатраты, но в целом себестоимость корма снижается.

Исходя из технически возможной плотности прессования рулонными прессами ПРФ-110 определено, что по критерию минимума удельных затрат (учитывая величину амортизационных отчислений, стоимость расходуемой пленки и т.д.) их использование рационально при обслуживаемом поголовье скота до 160–180 коров. Пресса с измельчителями травы окупаются лишь при достаточно больших объемах работ – более 2000–4000 тыс. тонн в сезон. Для уменьшения амортизационных затрат в Латвии в современных условиях важно обеспечить достаточно высокую загрузку дорогостоящей техники в течение года. По срокам заготовка кормов в герметизированных рулонах производится в июне, а также в сентябре (на отаве), когда трава содержит большое количество протеинов. Возможностью снижения амортизационных отчислений для рулонных прессов, несомненно, является их традиционное использование на заготовке сухих стебельчатых кормов (реально в Латвии это происходит в июле–августе), а также на уборке льнотресты в сентябре–октябре. Исследованиями и практикой доказано, что использование рулонной технологии уборки льнотресты обеспечивает минимальную себестоимость льнотресты. Даже в относительно неблагоприятные по погодным условиям годы не менее 50–70% льнотресты реализуется в виде рулонов. В плане обеспечения наиболее полной загрузки в течение сезона, соответствия технологическим требованиям и обеспечения наименьшей себестоимости кормов и льнотресты в настоящее время в условиях крестьянских хозяйств Латгалии наилучшие показатели имеют модернизированные рулонные прессы ПР-Ф-110/145.

Выводы

Рулонные технологии заготовки кормов и уборки обеспечивают минимальные трудозатраты, а при достаточно высокой загрузке техники в течение года и сравнительно невысокую себестоимость производимой продукции, и находят все более широкое применение в высокопродуктивных хозяйствах. Использование в условиях крестьянских хозяйств технологии заготовки подвяленной травяной массы с последующей герметизацией рулонов эластичной пленкой, по сравнению с заготовкой сенажа и силоса в траншеях, позволяет

намного повысить качество получаемого корма, и имеет ряд преимуществ по показателям экологической безопасности. В небольших и средних крестьянских хозяйствах Латвии (с поголовьем до 160 коров) при сложившемся уровне цен на технику использование модернизированных рулонных прессов ПР-Ф-110 позволяет обеспечить наиболее полную загрузку в течение сезона и наименьшую себестоимость получаемых кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ivanov S., Matisans E. Economical and ecological aspects of using the roll technology of forage processing and flax harvesting. // Ecology and agricultural machinery. Proceedings of the 2. International Scientific and Practical Conference. Saint-Petersburg-Pavlovsk, NW NIIMESH, 2000. s.115-119

ENERGOEKONOMISKAS BIŠKOPĪBAS PRODUKTU APSTRĀDES TEHNOLOĢIJAS ENERGOECONOMIC PROCESSING TECHNOLOGIES FOR BEE FARMING PRODUCTS

Aivars Kaķītis, Dr. sc. ing.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Mehānikas institūts

J.Čakstes bulv. 5, Jelgava, LV-3001 Tālr. 3005671 E-mail aka@cs.ltu.lv

Abstract. The important problem of bee collected pollen and beeswax production is cutting of costs and increasing of working efficiency. Novel technologies of bee collected pollen drying and beeswax melting is described in the article.

Pollen kiln with the air recurrent allows reducing the total energy consumption for drying from 4800W to 670W. It is stated that 2.5cm thick heat insulation of drying box reduces heat losses from 2050W to 190W.

Honeycombs melting in the dry-air beeswax melting-house reduce energy consumption to 0.94 kWh/kg wax. The melting temperature $t^{\circ}=130^{\circ}\text{C}$ disinfects wooden parts of honeycombs and wax. Heat energy losses through melting-house walls is 300W.

Key words: bees, beeswax melting, pollen drying

Pētījumu objekts un metodes

Ekonomiski izdevīga saimniekošana laukos šobrīd iespējama attīstot dažādas palīgnozares. Viena no ienesīgākajām palīgnozārēm vidējā lauku saimniecībā Latvijā ir biškopība. Modernā biškopībā produktu sortiments pieaudzis un patērētājam tiek piedāvāti ziedputekšņi, propoliss, bišu inde. Biškopība ir nozīmīga ne tikai kā vērtīgas produkcijas avots, bet arī kā dabiskas, nepiesārņotas vides indikators un lauku kultūrainavas elements.

Biškopības produktus var izmantot tiešā, nepārstrādātā veidā (medu, ziedputekšņus, propolisu). Tiem nepieciešama tikai fasēšana vai pirmapstrāde (kaltēšana, šķirošana). Ziedputekšņu kaltēšanai un vaska kausēšanai nepieciešama paaugstināta temperatūra, un tāpēc, izmantojot tradicionālās tehnoloģijas, nevajadzīgi tiek patērēts liels enerģijas daudzums, kas padara procesus ekonomiski neizdevīgus un arī nelabvēlīgi ietekmē apkārtējo vidi.

Pētījumu mērķis – izstrādāt un eksperimentāli pārbaudīt energoekonomiskas tehnoloģijas un iekārtas ziedputekšņu kaltēšanai un vaska kausēšanai.

Pētījumi tika veikti teorētiski, analizējot ziedputekšņu kaltēšanas un vaska kausēšanas procesus un nosakot iespējamus ceļus enerģijas zudumu samazināšanai un procesa efektivitātes paaugstināšanai. Eksperimentālie pētījumi veikti, nosakot izgatavoto iekārtu darbības parametrus laboratorijā un arī ražošanas apstākļos dravās. Lai noskaidrotu kaltes efektivitāti, tika noteikta tās siltuma bilance un ziedputekšņu kušanas intensitāte. Mērījumi izdarīti, izmantojot firmas *Picolog* datu uzkrāšanas un apstrādes iekārtas un programmatūru. Mērījumu rezultāti automātiski tika pierakstīti datora atmiņā un vēlāk analizēti.

Eksperimentāli noteikta vaska kausētavas siltuma bilance un vaska atlikums šūnas ar dažādu sākotnējo vaska saturu, kausējot sausā gaisā. Vaska atlikums tika noteikts, ekstrahējot pārkausētās šūnas organiskajos šķīdinātājos.

Ziedputekšņu kaltēšana

Kvalitatīvu ziedputekšņu ieguvē viens no energoietilpīgākajiem procesiem ir kaltēšana. Lai iegūtu augstas kvalitātes putekšņus, kaltei jānodrošina šādi parametri:

- ◆ kaltēšanai jānoris temperatūrā, kura nepārsniedz 42°C, augstākā temperatūrā notiek gaistošo vielu izdalīšanās un līdz ar to kvalitātes pazemināšanās;
- ◆ ziedputekšņi jāizkaltē līdz kondīcijas mitrumam (8%) 24 stundu laikā;
- ◆ kaltes ietilpībai jānodrošina 35 – 40 kg svaigu ziedputekšņu kaltēšana. Šāds daudzums ir pietiekošs 100 saimju dravas ražoto putekšņu kaltēšanai.

Lai novērtētu enerģijas patēriņu, tika sastādīts kaltes siltuma bilances vienādojums, kurš izsaka kaltes patērēto siltuma jaudu N_k :

$$N_k = N_s + N_m + N_i + N_g, \quad (1)$$

kur N_s – siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām, W,

N_m – materiāla (putekšņu) uzsildīšanai nepieciešamā jauda, W,

N_i – ūdens iztvaicēšanai patērētā jauda, W,

N_g – caurplūstošā gaisa uzsildīšanai patērētā jauda, W.

Siltuma zudumi ziedputekšņu kaltē:

1) caur kaltes sienām,

$$N_s = \frac{A \cdot \Delta t}{\left(\frac{\delta_v}{\lambda_v} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} \right)}, \quad (2)$$

kur A – kaltes ārējo virsmas laukums, m²,

Δt – temperatūras starpība, °C,

λ_v – siltumizolācijas materiāla (akmens vate) īpatnējā siltumvadītspēja, W/m·K,

δ_v – siltumizolācijas biezums, m,

λ_k – īpatnējā vadītspēja kokam, W/m·K,

δ_k – saplākšņa biezums, m;

2) masas uzsildīšanai,

$$N_m = \frac{m_z \cdot c_z \cdot \Delta t}{\tau}, \quad (3)$$

kur m_z – ziedputekšņu masa, kg,

c_z – ziedputekšņu siltumietilpība, kJ/kg·deg,

τ – kaltēšanas laiks, $\tau = 20$ stundas;

3) ūdens iztvaicēšanai,

$$N_i = \frac{c_{\text{ūd}} \cdot m_{\text{ūd}} \cdot \Delta t + m_{\text{ūd}} \cdot r}{\tau}, \quad (4)$$

kur $c_{\text{ūd}}$ – ūdens siltumietilpība, kJ/kg-deg,

$m_{\text{ūd}}$ – iztvaicējamā ūdens masa, kg,

r – ūdens iztvaikošanas siltums, kJ/kg;

4) caurplūstošā gaisa uzsildīšanai,

$$N_g = c_g \cdot q \cdot \rho_g \cdot \Delta t, \quad (5)$$

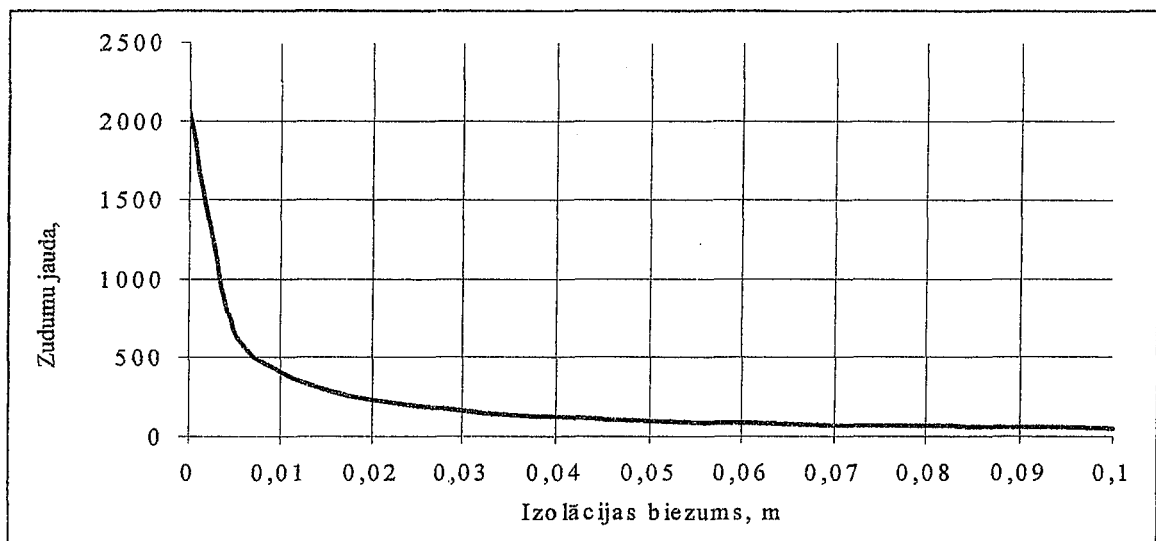
kur c_g – gaisa īpatnējā siltumietilpība, kJ/kg-deg,

q – gaisa plūsma, m³/s,

ρ_g – gaisa blīvums, kg/m³.

Lai noskaidrotu enerģijas patēriņa iemeslus, tika analizētas dravās izmantojamās ziedputekšņu kaltes un noteikta to siltuma bilance. Pētījumi tika veikti ar ziedputekšņiem, kuru sākotnējais mitrums bija 26%, kaltes tilpums $V_k = 0.65\text{m}^3$ un ārējās virsmas laukums $A = 4.5\text{m}^2$.

No siltuma bilances vienādojuma varam secināt, ka kaltēšanas procesa norisei nepieciešams patērēt jaudu N_m masas uzsildīšanai līdz noteiktajai temperatūrai, putekšņos esošā ūdens iztvaicēšanai N_i un ūdens iznesei ar caurplūstošo gaisu N_g . Siltuma zudumi caur kaltes sienām N_s ir nelietderīgi patērētā jauda. Siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām mainās atkarībā no siltumizolācijas biezuma (1. attēls). Aprēķinā pieņemts, ka kalte izgatavota no saplākšņa ar kopējo biezumu 10mm. Siltumizolācijai izmantota akmens vate. Temperatūras starpība $\Delta t = 30^\circ\text{C}$.



1. att. Siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām atkarībā no siltumizolācijas slāņa biezuma

Siltuma zudumi caur kaltes sienām bez siltumizolācijas pārsniedz 2 kW. Siltumizolējot kaltes sienas ar 2.5 cm biezu akmens vates slāni, siltuma zudumi samazinās vairāk nekā 10 reizes.

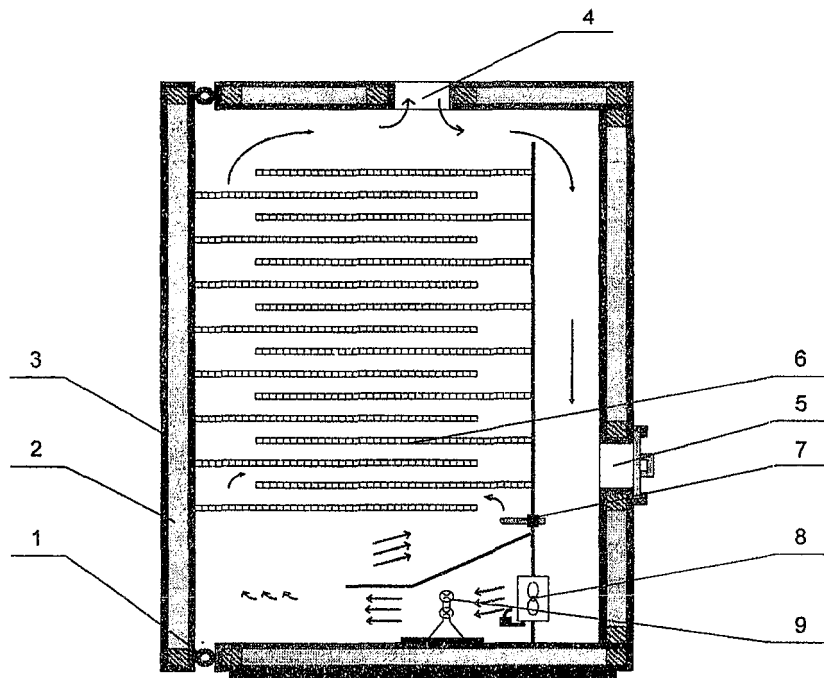
Enerģijas patēriņš kaltējamā ziedputekšņu uzsildīšanai līdz kaltēšanas temperatūrai un ūdens iztvaicēšanai nemainās atkarībā no kaltēšanas veida. Vidējā jauda putekšņu uzsildīšanai, aprēķinot pēc 3. formulas $N_m = 40W$ un ūdens iztvaicēšanai $N_i = 228W$ (aprēķinot pēc 4. formulas). Enerģijas patēriņš ūdens tvaika iznesei no ziedputekšņiem atkarīgs no caurplūstošā gaisa daudzuma un gaisa temperatūras (5. formula). Gaisa daudzums, kas nepieciešams ūdens iznesei, atkarīgs no apkārtējās vides gaisa temperatūras, gaisa relatīvā mitruma, ziedputekšņu sākotnējā mitruma un kaltēšanas temperatūras. Aprēķini tika veikti atbilstoši eksperimentālās iekārtas darbības parametriem: apkārtējā gaisa temperatūra $t_v=15^\circ C$ un relatīvais mitrums $\phi_0=57\%$, ziedputekšņu sākotnējais mitrums $W_0=26\%$ un kaltēšanas temperatūra $t^\circ=40^\circ C$.

Aprēķini parādīja, ka šādos apstākļos ūdens iznesei nepieciešamā gaisa plūsma ir $q=19.1m^3/h$. un tā uzsildīšanai nepieciešamā vidējā jauda 171W.

Praktiski, lai nodrošinātu pietiekamu mitruma iznesi no ziedputekšņu slāņa, nepieciešams tajā nodrošināt gaisa plūsmas ātrumu ap 0.5 m/s. Nepieciešamā gaisa padeve $q_g=260m^3/h$ un caurplūstošā gaisa uzsildīšanai nepieciešamā jauda $N_g=2700W$. Kopējā kaltes patērētā jauda sasniedz 4800W (kaltei bez siltumizolācijas). Lai nodrošinātu normālu kaltes darbību nelabvēlīgos apkārtējās vides apstākļos, nepieciešama lielāka sildītāja jauda $N=6 kW$.

Aprēķina rezultāti parādīja, ka lielākais enerģijas daudzums tiek patērēts siltuma zudumu kompensēšanai caur kaltes sienām un caurplūstošā gaisa uzsildīšanai.

Lai tālāk samazinātu kaltes patērēto enerģiju, jāsamazina caurplūstošā gaisa uzsildīšanai nepieciešamā jauda. Labu efektu dod caurplūstošā gaisa atkārtota izmantošana kaltēs ar gaisa recirkulāciju [1].



2. att. Ziedputekšņu kalte ar gaisa recirkulāciju

1. Blīvējums; 2. Akmens vate; 3. Saplāksnis; 4. Gaisa lūka; 5. Regulējama gaisa lūka; 6. Žāvēšanas siets; 7. Temperatūras mērpārveidotājs; 8. Ventilators, 9. Sildītājs.

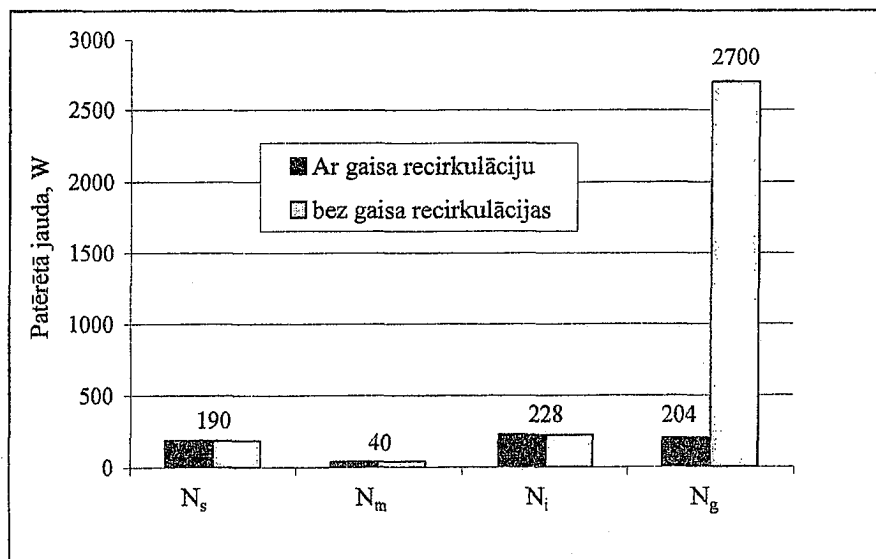
LLU Lauksaimniecības mašīnu mehānikas zinātniskajā laboratorijā sadarbībā ar Latvijas biškopības biedrību tika izstrādāta un izmēģināta ziedputekšņu kalte ar gaisa recirkulāciju (skat. 2.att.). Kaltes parametri doti 1. tabulā.

1. tabula

Ziedputekšņu kaltes parametri	
Parametrs	Vērtība
Kaltes izmēri (platums x dziļums x augstums, m)	0.5x0.75x1.5
Mitru ziedputekšņu daudzums, kg (max)	40
Sildītāja jauda, kW	1.2
Kaltēšanas temperatūra, °C	36 – 45
Ventilatora gaisa padeve, m ³ /h	260
Vidējais kaltēšanas laiks, h	16 – 20*
Enerģijas patēriņš, kWh/kg putekšņu	1.2*

* parametri iegūti, kaltējot putekšņus ar sākotnējo mitrumu $W=26\%$, ar gaisa temperatūru $+20\text{ °C}$ un mitrumu $\varphi=57\%$. Parametri var mainīties atkarībā no putekšņu sākotnējā mitruma un apkārtējā gaisa temperatūras un mitruma.

Kaltes patērētās jaudas (vatos) salīdzinājums kaltei ar gaisa recirkulāciju un kaltei bez gaisa recirkulācijas redzams 3. attēlā. Kā redzams, gaisa recirkulācija ļauj samazināt gaisa uzsildīšanai patērēto jaudu vairāk nekā 10 reizes.



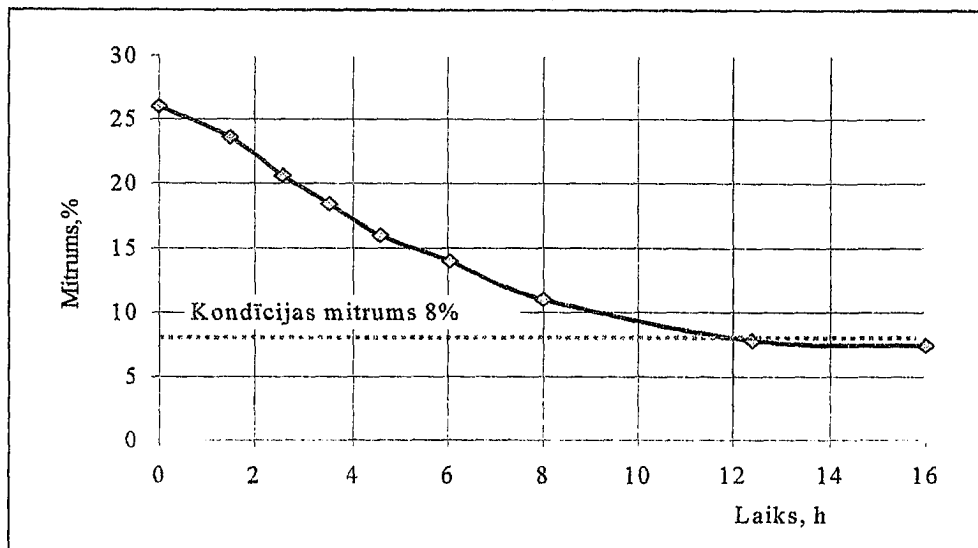
3. att. Ziedputekšņu kaltēšanas procesa patērētās jaudas salīdzinājums

Kopējā vidēji patērētā jauda ziedputekšņu porcijas izkaltēšanai nepārsniedza 670W, kas ir ievērojami mazāk nekā izmantojot tradicionālas kaltes. Ziedputekšņu mitruma izmaiņa atkarībā no kaltēšanas laika redzama 4.attēlā. Nepieciešamais mitrums $W = 8\%$ tika sasniegts jau pēc 12 stundu ilgas kaltēšanas.

Vaska kausēšana

Sekmīga dravošana un biškopības produktu ražošana nav iespējama bez vaska ieguves. Katra bišu saime sezonā spējīga saražot līdz 2.5 kg vaska. Patlaban Latvijā vidēji

iegūst 0.5 – 0.6 kg vaska no saimes. Dravā saražoto vasku biškopji galvenokārt izmanto apmaiņai pret mākslīgajām šūnām, taču tas varētu būt arī vērtīga eksportprece. Parasti šūnu pārkausēšanu vaskā biškopji izdara paši. Bieži tiek izmantotas mūsu gadsimta divdesmitajos un trīsdesmitajos gados izstrādātās metodes [2]. Visbiežāk vecas šūnas tiek vārītas ūdenī un pēc tam izspiestas vaska spiedē. Lai šādā veidā no tumšajām šūnām iegūtu kvalitatīvu vasku, pārkausēšana jāveic 2 vai vairāk reizes (skat 2. tabulu).



4.att. Ziedputekšņu mitruma izmaiņas atkarībā no kaltēšanas laika.

Nepieciešamais mitrums $W=8\%$ tika sasniegts jau pēc 12 stundu ilgas kaltēšanas.

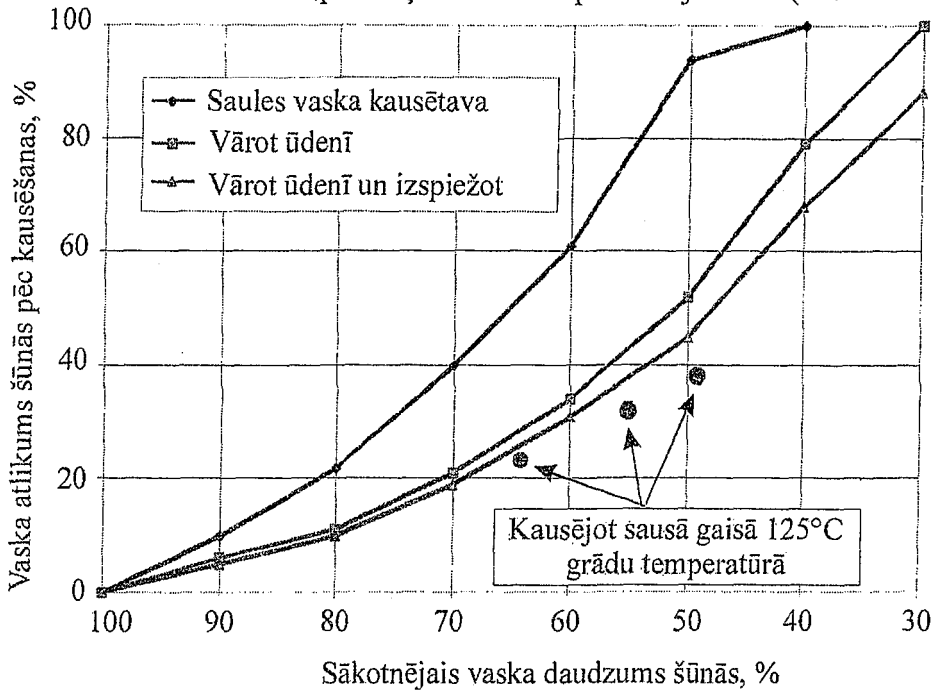
2. tabula

Šūnu kausēšanas metožu salīdzinājums

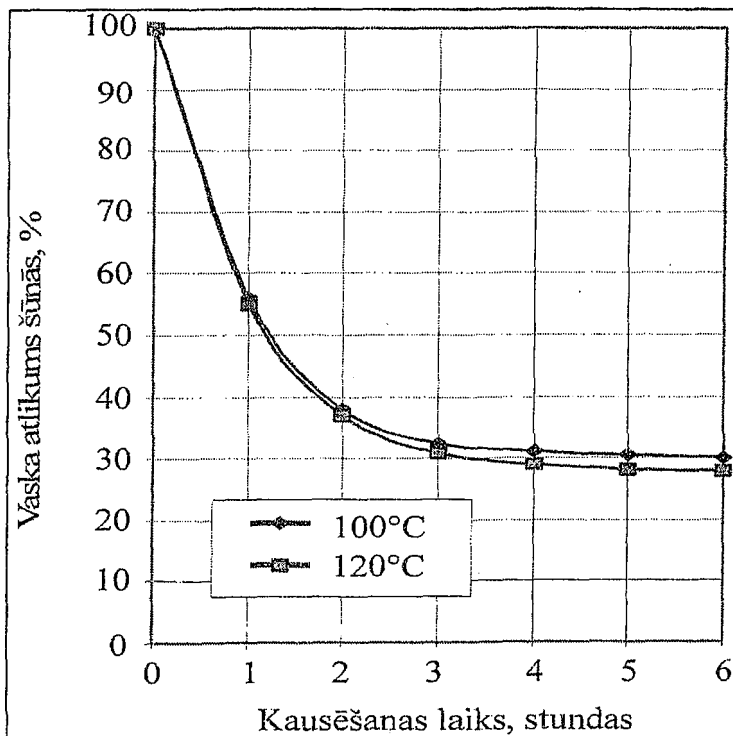
Kausēšanas veids un iekārta	Metodes priekšrocības	Metodes trūkumi
Vārīšana ūdenī + spiešana vaska spiedē	1. Lētas iekārtas 2. Izmanto jebkuru kurināmo	1. Liels darba patēriņš, jo, lai iegūtu kvalitatīvu vasku, tas jāpārkausē 2 – 3 reizes 2. Liels enerģijas patēriņš
Tvaika kausētava	3. Iegūst kvalitatīvu vasku 4. Augsts darba ražīgums 5. Iekārta piemērota lieliem darba apjomiem	3. Liels enerģijas patēriņš 4. Sarežģītas iekārtas
Šūnu pārstrāde centrifūgā	6. Iegūst kvalitatīvu vasku 7. Liels darba ražīgums 8. Augsts vaska ieguves procents	Dārga iekārta, tā piemērota lielām dravām
Saules vaska kausētava	9. Mazs darba patēriņš 10. Iegūst augstas kvalitātes vasku 11. Izmanto saules enerģiju 12. Zema iekārtas cena	5. Zema kausēšanas temperatūra (75 – 80°C), tāpēc nevar iegūt vasku no tumšākām šūnām 6. Iekārta izmantojama tikai vasarā, bet vasku vairāk pārstrādā rudenī, ziemā

Vasku iegūst, pārkausējot vecas šūnas, kuras nosacīti iedala trīs grupās:

- ◆ gaišās šūnas (vaska saturs 100 – 75% no šūnu masas),
- ◆ tumšās šūnas (vaska saturs 75 – 40%),
- ◆ tumšās šūnas ar ziedputekšņu un medus piemaisījumiem (vaska saturs < 40%).



5.att. Vaska atlikums šūnās pēc kausēšanas atkarībā no sākotnējā vaska satura



6. att. Vaska atlikums šūnās, kausējot karstā gaisā

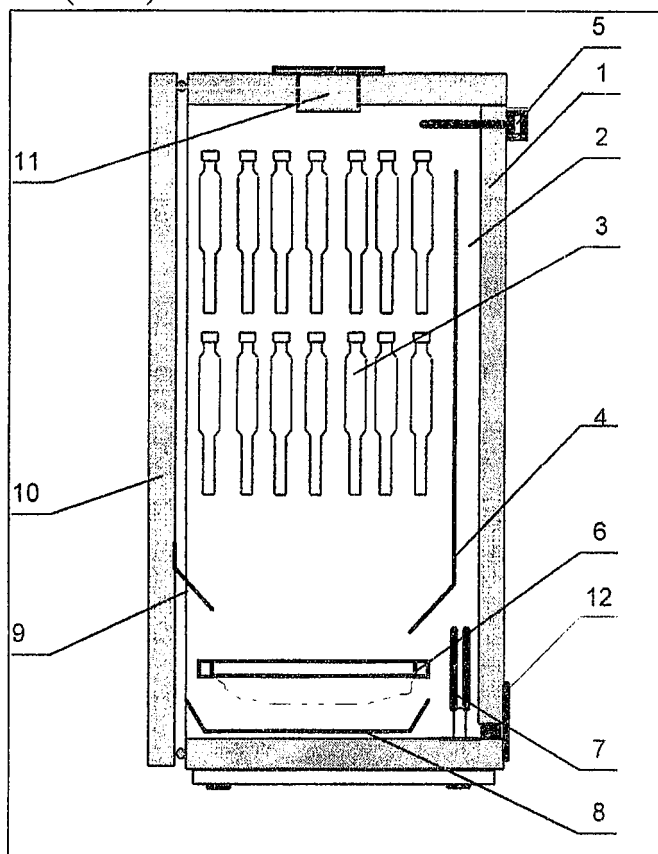
Vasks šūnās atrodas brīvā un saistītā veidā. Pārkausējot šūnas iegūst brīvo vasku un, atkarībā no metodes daļu no saistītā vaska. Pārkausējot šūnas, kurās sākotnējais vaska daudzums nepārsniedz 30%, iegūst mazāk par 10% vaska (skat. 5. att.) [2].

Labai vaska kausētavai jānodrošina šādi galvenie parametri: augsta iegūtā vaska kvalitāte, mazs darba patēriņš, mazs enerģijas patēriņš, pieņemama iekārtas cena. Dotajiem nosacījumiem vislabāk atbilst saules vaska kausētavas, taču tās nedod iespēju iegūt vasku no tumšajām šūnām, jo kausēšanas temperatūra ir zema (2. tabula).

Eksperimentos tika konstatēts, ka, paaugstinot temperatūru līdz 120°C, vaska atlikums čagās nepārsniedz saistītā vaska daudzumu pat ļoti tumšās šūnās ar bišu maizi.

Nosakot vaska izdalīšanās ātrumu tika izmantotas šūnas ar sākotnējo vaska saturu 35%. Paaugstinot temperatūru līdz 120°C, nedaudz samazinās vaska zudumi (6. att), bet kausēšanas laika palielināšana virs 3 – 4 stundām nedod ievērojamu iegūtā vaska daudzuma pieaugumu.

Balstoties uz pētījumu rezultātiem, tika izveidota sausa gaisa vaska kausētava ar elektrisko sildīšanu (7. att.).



7. att. Vaska kausētava.

1.- korpuss, 2.- kanāls, 3.- rāmīši, 4.- karsta gaisa kanāla siena, 5.- termoelements, 6. - filtrs, 7.- sildītājs, 8.- vaska tvertne, 9.- slīpa plāksne, 10.- durvis, 11. - vāks, 12. – aizvars.

Iekārta sastāv no skapja, kura korpuss 1 izgatavots no saplākšņa ar akmens vates siltumizolāciju. Skapja iekšpuse izgatavota no cinkota skārda. Sildītājs 7 novietots skapja aizmugures apakšējā daļā. Izkusušais vasks pārvietojas caur auduma filtru 6, kurā paliek cietas piemaisījumu daļiņas. Šādā veidā tiek iegūts tīrs vasks.

Efektīvu siltuma plūsmu nodrošina aizmugures daļā izveidots kanāls 2. Vaska uzkrāšanai kausētavā ievieto tvertni 8. Čagu uzkrāšanai virs tvertnes uz līstītēm novieto filtru 6. Rāmīšus 3 ar pārkausējamām šūnām novieto kausētavas augšējā daļā. Šādā veidā sakārtotā kausētavā tiek nodrošināta karsta gaisa plūsma, kura aptver gan rāmīšus ar šūnām, gan čagu filtru. Nemainīgu kausēšanas temperatūru nodrošina termoregulators

- ◆ no rāmīšiem,
- ◆ pārkausēt izgrieztās šūnas.

Kausējot šūnas pēc pirmās metodes, rāmīšus attīra no propolisa un iekarina kausētavā līdzīgi kā stropā. Kausētavā vienlaicīgi var ievietot 28 peru telpas kāres vai 40 medus telpas kāres. Šim paņēmienam ir vairākas priekšrocības:

- augsts darba ražīgums, jo vienlaicīgi tiek veiktas trīs operācijas – izkausēts vasks, atbrīvoti rāmīši no šūnām un veikta rāmīšu dezinfekcija,
- stieples rāmīšos netiek bojātas un kalpo daudz ilgāk,
- iegūtais vasks ir augstas kvalitātes,
- mazs enerģijas patēriņš.

Iekārta ļauj pārkausēt vecās šūnas divos veidos:

- neizgriežot tās;
- iekārtā var pārkausēt arī izgrieztās šūnas. Tās ievieto audekla maisā un ievieto kausētavā.

Kausēšanas temperatūru izvēlas atkarībā no šūnu kvalitātes – gaišajām šūnām 80 – 85°, tumšajām – līdz 130°C.

Ja vaska kausēšanu izdara temperatūrā 130 – 135°C, vasks un rāmīši tiek sterilizēti. Līdz ar to paaugstinās darba ražīgums un samazinās kopējās dravošanas izmaksas.

Pētījumu rezultāti

1. Ziedputekšņu kaltes sienu siltumizolēšana ar 2.5 cm biezu akmens vates slāni, samazina siltuma zudumu jaudu no 2050W uz 190W.
2. Gaisa recirkulācija kaltē samazina siltuma zudumu jaudu no 2700W uz 204W. Kopējā vidējā jauda ziedputekšņu žāvēšanai nepārsniedz 670W. Enerģijas patēriņš uz 1kg izkaltētu ziedputekšņu ir 1.2kWh.
3. Izmainot gaisa recirkulācijas pakāpi un kaltēšanas temperatūru atkarībā no putekšņu izžūšanas pakāpes, var panākt optimālu kaltēšanas režīmu un nodrošināt augstas kvalitātes produkta ieguvu.
4. Šūnu pārkausēšana vaskā sausā gaisa kaltē ļauj iegūt augstas kvalitātes vasku gan no gaišajām šūnām, gan no tumšajām šūnām. Elektroenerģijas patēriņš vidēji nepārsniedz 0.94 kWh/kg vaska. Siltuma zudumi caur kausētavas sienām nepārsniedz 300W ($t^{\circ}=120^{\circ}\text{C}$).
5. Kausētava nodrošina no rāmīšiem neizgrieztu šūnu pārkausēšanu, tādējādi ievērojami paaugstinot darba ražīgumu. Vienlaicīgi ar vaska kausēšanu tiek veikta rāmīšu un vaska dezinfekcija (ja $t^{\circ}=130^{\circ}\text{C}$).

Literatūra

1. Osipovs L. Ķīmijas tehnoloģijas pamatprocesi un aparāti. – Rīga: Zvaigzne, 1991. - 680 lpp.
2. Kaķītis A. Vaska izejvielu pārstrāde dravā. // AGROtops. - Nr.2. – 46. – 47. lpp.

BIOMASAS KOMPAKTĒŠANAS IESPĒJAS BIOMASS COMPACTION POTENTIALITIES

Ēriks Kronbergs, Dr. sc. ing., vadošais pētnieks

LLU TF Mehānikas institūts,

J. Čakstes bulv. 5, Jelgava, Latvija, LV3001.

tel: 30 80674 e – pasts: eriks@cs.llu.lv fax: 30 27238

***Abstract.** Substantial increases in global energy consumption and depletion of fossil energy resources demand for development of alternative energy resources. The more significant part (74%) of renewable energy sources has been planned for biomass energy in European Union. Substitution of fossil feedstocks for energy and materials by biomass is important measure for GHG emission mitigation. Development of biodegradable polymers, construction materials and organic fertilizers from biomass let us challenge economy to a more sustainable way.*

Naturally biomass is material of low density therefore new mobile equipment and technologies for biomass communitation and densification have to be worked out. Compacted biomass has higher volumetric energy density and can be easier transported and stored than natural biomass.

Wheat straw biomass densification experiments have been carried out. Chopped straw with moisture content less 10% has been used for densification. Fine chopping significantly influence compacting density and is more preferable as heating. Cold compacting of fine chopped wheat stalk material with addition of molasses more than 9% and spropel more than 18% provide density 1g/cm^3 without any heating. The same density (1g/cm^3) has been obtained in compacting of straw and peat composition. These results are useful for briquetting technology design.

Keywords: biomass, compaction potentialities.

Ievads

Prognozējamais fosilā kurināmā resursu samazinājums arvien pieaugošā patēriņa rezultātā 21. gadsimtā neatliekami prasa rast jaunus alternatīvos enerģijas avotus. Biomasas enerģija ir paredzēta 74% no visas alternatīvās enerģijas Eiropas Savienības plānos. Biomasu izmanto arī par izejvielu avotu biodegradablu polimēru, konstrukciju materiālu un lauku mēslojuma ražošanā. Aizvietojot fosilos kurināmos ar biomasu [1], mēs enerģijas ieguvē samazinām ogļskābās gāzes emisiju atmosfērā un planētas klimata kaitīgās izmaiņas. Biomasas pielietojums biodegradablu polimēru materiālu un lauku mēslojuma ražošanā ļauj attīstīt vidi saudzējošas tehnoloģijas tautsaimniecībā, samazinot atkritumu daudzumu un palielinot humusu augsnē.

Galvenie biomasu resursi Latvijā, kuri var tikt izmantoti enerģijas, rūpniecības izejmateriālu un organiskā mēslojuma ieguvei, ir kūdra, sapropelis, koksnes atkritumi, salmi un dažādi stiebraugi (piem., niedres), attīrīto notekūdeņu dūņas, organiskās izcelsmes cietie atkritumi, dzīvnieku ekskrementi. Fizikālie agregātstāvokļi šiem uzskaitītajiem materiāliem pamatā ir divi: 1) daļēji šķidr – mitra kūdra, sapropelis, notekūdeņu dūņas un dzīvnieku ekskrementi; 2) cieta irdena masa – stiebraugi, sausa kūdra, koksnes un citi cietie atkritumi. Koksnes un kūdras biomasu lietošanā ir jau gadsimtos uzkrāta pieredze, kura nodrošina to izmantošanas ekonomisko izdevīgumu. Mazāka pieredze ir pārējo minēto biomasu izmantošanā enerģijas un izejmateriālu ieguvē. Salmu un stiebraugu izmantošana enerģijas

ieguvē ir sevišķi perspektīva, jo tos iespējams mūsu klimatiskajos apstākļos iegūt ar mitruma saturu, kas ir mazāks par 15%, tāpēc pievērsīsim tiem galveno uzmanību šajā pētījumā. Nozīmīgs ir šo augu biomasu resursu papildinājums ar speciāli enerģētiskiem mērķiem audzētiem augiem (t. s. enerģētiskā lauksaimniecība). Šādam kurināmajam siltumspēja vērtējama ap 15 GJ/t. Aptuveni 3 tonnas salmu vai citu stiebraugu energoietilpība ir līdzvērtīga 1 tonnai šķidrās kurtuvju degvielas. Dānija ir valsts, kurā salmu izmantošana par kurināmo tiek veicināta, uzliekot papildus nodokļus akmeņogļu un naftas kurināmo izmantošanā (skat 1.tabulu).

1.tabula

Kurināmo veidu salīdzinājums

Parametrs	Mērvienības	Salmi	Akmeņogles	Kurtuvju degviela
Siltumspēja	GJ/t	15	26	40
Sēra saturs	svara %	0.15	0.7	1.5
Pelnu saturs	svara %	4	12	0.02
Cena bez nodokļiem	DKK/t *	450	450	800
	DKK/GJ	30	17	20
Cena ar nodokļiem	DKK/t	450	1125	2880
	DKK/GJ	30	43	72

* DKK – Dānijas kronas

Par kurināmo nevajadzētu izmantot vairāk kā trešdaļu no iegūto salmu masas, lai novērstu organiskās vielas daudzuma samazināšanos augsnē, respektīvi, augsnes eroziju. Salmi organiskajā mēslojumā dod 60% to agroķīmiskās vērtības, tāpēc to izlietojums mēslošanai arī ir enerģētiski nozīmīgs.

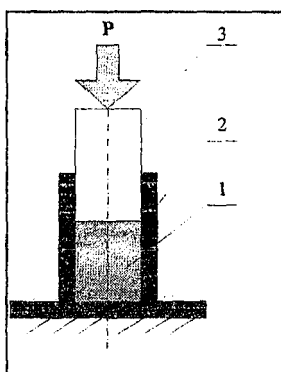
Nepresētu salmu, sasmalcinātu niedru un citu enerģētisko augu biomasu blīvums ($0,02-0,06 \text{ g/cm}^3$) ir pārāk mazs, lai tās transportētu lielos apjomos un attālumos. Arī šādu biomasu uzglabāšanai nepieciešamas lielas, no lietus aizsargātas platības. Problemātiska ir arī siltuma ieguve no šādām irdenām biomasām – nepieciešamas speciālas kurtuves, kurināmā iepildīšanas iekārtas un pelnu izņemšanas mehānismi. Šādu biomasu presēšanas pieredze ir pārņemama no koka skaidām ražotā kurināmā granulu un briķešu izmantošanas jomas. Vairākās Eiropas valstīs (Austrijā, Zviedrijā un Vācijā) eksistē standarti (ÖNORM 7135, SS 18 71 20 un DIN 51731), kuros ietvertas galvenās prasības, kuras izvirza šādam presētu kokskaidu kurināmajam (granulām un briķetēm). Kompaktēšanas aspektā būtiska ir standartos izvirzītā prasība, lai granulas vai briķetes materiāla blīvums būtu lielāks par $1,0 \text{ kg/dm}^3$. Šāds kurināmā blīvums, kas pārsniedz koka blīvumu, ļauj samazināt transporta un uzglabāšanas izmaksas. Pašas kompaktēšanas īpašības dažādu augu biomasām ir atšķirīgas, tāpēc nepieciešama eksperimentāla šo īpašību izpēte. Pētījumu rezultāti un to analīze kalpo par bāzi jaunu kompaktēšanas iekārtu un tehnoloģiju izstrādei.

Materiāli un metodes

Galvenā augu biomasu ieguve tiek realizēta lauku ekosistēmās. Eiropā enerģijas, rūpniecības izejmateriālu un organiskā mēslojuma ražošanai visbiežāk izmanto graudaugu salmu atlikumus un speciāli izaudzētu daudzgadīgo augu biomasu. Izplatītākās enerģētisko augu šķirnes: *Miscanthus*, *Phragmites communis*, *Phragmites arundinaceae*, *Spartina pectinata* un *Lolium perenne*. Šo enerģētisko augu plauju ieteic agri pavasarī, kad augu barības vielas ir atgriezušās pie saknēm un augu stiebrī ir labi izžuviši. Šāda biomasu ir

labāk izmantojama kurināmā vai celulozes ražošanai, nekā tā, kas pļauta vasarā vai rudenī. Dabīgi izžuvušās biomasas mitrums parasti ir mazāks par 15%. Kompaktēšanas eksperimentālie pētījumi tika veikti ar telpās izžāvētiem un sasmalcinātiem kviešu salmiem (mitrums 10 %). Lai izvērtētu smalcināšanas ietekmi, salmi tika frakcionēti, sijājot caur dažāda izmēra sietu bloku. Kompaktēšanu veica slēgtā presēšanas formā (1. att.). Sasmalcinātais salmu materiāls 1 tika ievietots cilindriskā formā 2 un saspiegts ar puansona 3 palīdzību. Saspiešanas maksimālais spēks P bija 150 kN un tam atbilstošais spiediens 2330 bar. Kompaktēšanai izmantoja miniatūru speciāli izgatavotu hidraulisko presi, kuras piedziņu veica no hidrauliskā stenda KI 4815 – 03. Eksperimentos iegūtās briketes mērija ar mikrometru un to masas noteikšanai izmantoja Sartorius elektroniskos svarus GM 312 ar nolasišanas precizitāti 0,01 g. Briekšu blīvumu noteica ar aprēķina palīdzību.

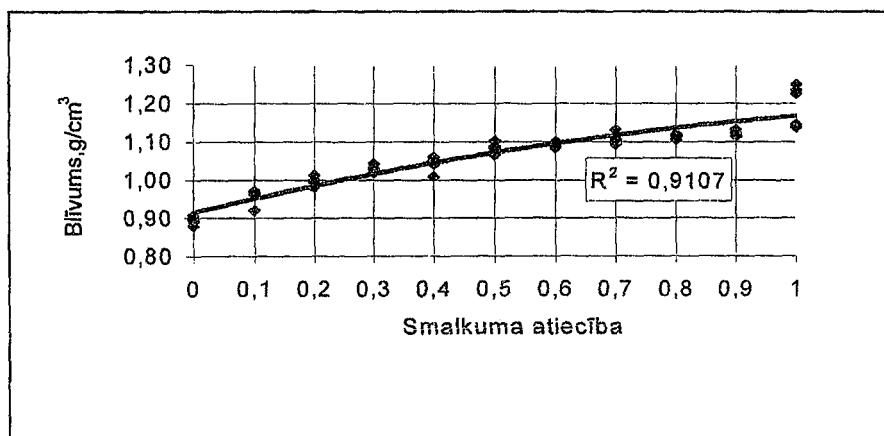
Mainot sasmalcināto salmu frakcijas, kompaktēšanas eksperimentos ieguva dažāda blīvuma briketes, tāpēc tika veikti eksperimenti ar salmu dažāda smalkuma frakciju maisījumiem. Izmantoja arī salmu un kūdras maisījumu, lai noteiktu optimālās proporcijas nepieciešamā blīvuma iegūšanai.



1.att. Presēšanas forma

Rezultāti

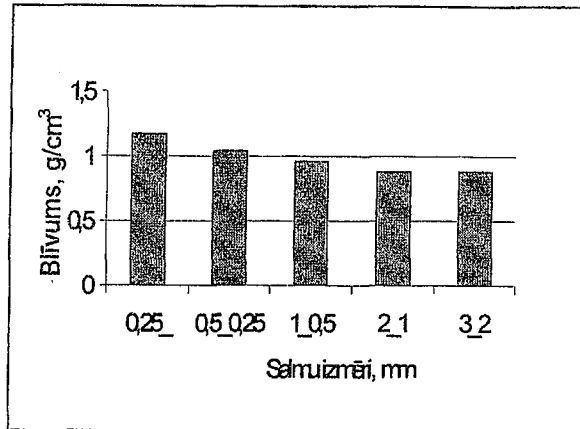
Eksperimentos ar salmu dažāda smalkuma frakciju kompaktēšanu iegūto briekšu blīvums ir 0,85 – 1.15 g/cm³ (2. att.) pie spiediena 2330 bar bez karsēšanas.



2.att. Salmu kompaktēšanas blīvums

Salmu frakcijai, kura iegūta, izsijājot caur sietu ar acs izmēru 0,5 mm, pēc kompaktēšanas iegūtais blīvums ir lielāks par 1 g/mm^3 , turpretī lielāka izmēra daļiņu kompaktēšanā blīvums šo vērtību nesasniedz.

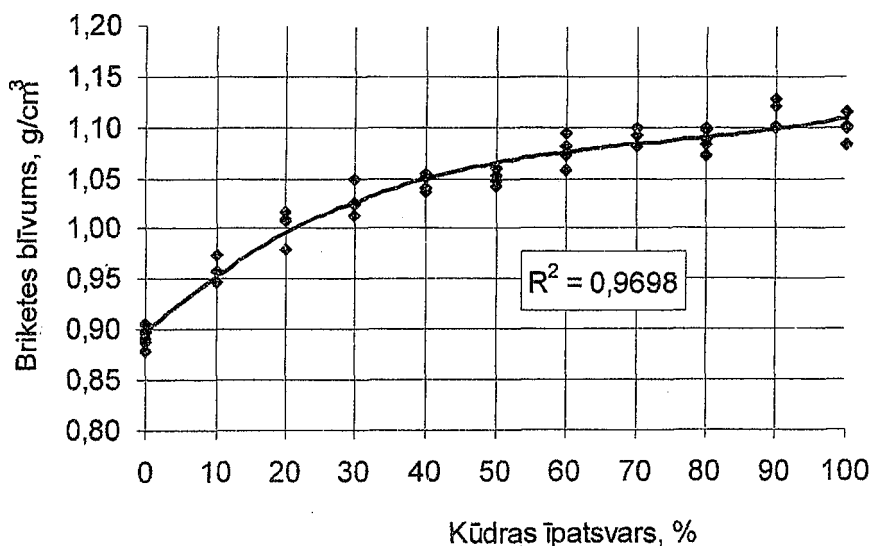
Tālākos eksperimentos izmantoja salmu divu frakciju (2 – 3 mm un < 0,25 mm) maisījumus ar dažādām šo frakciju proporcijām, pakāpeniski palielinot smalkākās frakcijas īpatsvaru (3. att.). Arī šī kompaktēšana notika pie spiediena 2330 bar bez karsēšanas.



3.att. Salmu frakciju kompaktēšana

Rezultāti liecina par to, ka jau 30 % smalkās frakcijas (< 0,25 mm) maisījumā ļauj iegūt kopā ar rupjāko frakciju (2 – 3 mm) briketes blīvumu $> 1 \text{ g/cm}^3$. Atsevišķi kompaktējot tikai rupjāko frakciju (2 – 3 mm), iegūts blīvums $0,9 \text{ g/cm}^3$.

Lai noteiktu to, vai kūdras piedeva (< 3 mm) rupjākai salmu frakcijai līdzīgi veicina blīvuma pieaugšanu kompaktēšanā, analogi realizēja kompaktēšanas eksperimentu sēriju ar salmu frakciju (2 – 3 mm) un kūdras frakciju (< 3 mm). Mainot šo frakciju proporcijas, pakāpeniski palielināja kūdras frakcijas īpatsvaru. Eksperimentu rezultāti ir redzami 4. att.



4.att. Salmu un kūdras maisījuma kompaktēšana

Redzams, ka arī 30 % kūdras maisījumā ļauj iegūt kopā ar rupjāko frakciju (2 – 3 mm) briketes blīvumu $> 1 \text{ g/cm}^3$. Tātad kūdra līdzīgi smalkākām maisījuma daļiņām palīdz

aizpildīt tukšumus un iegūt briketes ar lielāku blīvumu kompaktēšanas procesā. Šis ir nozīmīgs rezultāts, jo parāda to, ka stiebru daļiņas labi briketējas kopā ar kūdru. Patreizējās apstākļos, kad kūdras briekšu ražošanā ir dažādu faktoru izraisītas problēmas, iespējas izmantot šādu augu šķiedru un kūdras maisījumu [2] briketes ir perspektīvas, jo uzlabojas arī paša kurināmā degšanas īpašības.

Secinājumi

1. Eiropas valstu standartu prasība kokskaidu granulu un briekšu materiāla blīvumam ($>1,0 \text{ kg/dm}^3$) rekomendējama augu biomasu kompaktēšanā.
2. Stiebru materiālu kompaktēšanā iegūtais briekšu blīvums ir atkarīgs no sasmalcināšanas pakāpes. Frakcijai ar daļiņu izmēru $< 0,5 \text{ mm}$ pēc kompaktēšanas iegūtais blīvums ir lielāks par 1 g/mm^3 , turpretī lielāka izmēra daļiņu kompaktēšanā blīvums šo vērtību nesasniedz.
3. Salmu dažāda izmēra daļiņu kompaktēšanā jau 30 % smalkās frakcijas ($< 0,25 \text{ mm}$) maisījumā ļauj iegūt kopā ar rupjāko frakciju (2 – 3 mm) briektes blīvumu $> 1 \text{ g/cm}^3$.
4. Kūdras piedeva $>30\%$ stiebru materiālu kompaktēšanā palielina iegūto briekšu blīvumu un uzlabo kurināmā degšanas īpašības.

Literatūra

1. The Earth Summit's AGENDA FOR CHANGE: A plain language version of Agenda 21 and the other Rio Agreements / Published by the Centre for Our Common Future. –Printed in Geneva, Switzerland: SRO–Kundig S. A., 1993. –35 p.
2. Olsson R., Reed Canarygrass Development in Sweden. In: Proceedings of the Third Meeting of IEA, Bioenergy, Task 17 in Auburn, Alabama, U.S.A., September 6 – 9, 1999. Environmental Sciences Division Publication No.5053, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee. pp. 1 – 8.

NIEDRU SAKŅU APAUGUMA IZMANTOŠANA REED OVERGROWTH UTILISATION

**Ēriks Kronbergs, Dr.sc.ing., vadošais pētnieks,
Imants Plūme, Mgr.sc.ing., lektors un Aivars Kaķītis, Dr.sc.ing., pētnieks,
Tehniskā fakultāte, Mehānikas institūts,
Čakstes bulv. 5 Jelgava, Latvija, LV–3001.
Tel: 30–80674, fax: 30–27238, e–pasts: imants@inka.cs.llu.lv**

Abstract. The rootfelt properties are investigated for development of technologies for Lake's overgrowth removal and utilisation. The specific energy of disintegration of rootfelt vary from 7,3 to 18,1 kJ/m² in dependence on methods used for overgrowth partition. The minimal density of rootfelt is 220 kg/m³ at a surface and the density increases to 1050 kg/m³ in deep layers of overgrowth. The moisture content (dry basis) of rootfelt vary from 800 % to 250 % and organic matter content lower from 96 % to 25 % in dependence on depth and location of rootfelt in watercourse. The suitable methods and technologies are elaborated for rootfelt removal and biomass utilisation for litter, compost production or for production of Constructed Reedbeds for Effluent Treatment.

Keywords: *rootfelt properties, overgrowth removal, biomass utilisation.*

Ievads

Globālajā attīstības plānā (Agenda 21) paredzēto zemes, ūdeņu un gaisa piesārņojuma samazinājumu var veicināt pieejamo biomasu resursu, tai skaitā arī niedru sakņu apauguma racionāla izmantošana augsnes humusa satura palielināšanai. Intensīvas augsnes kultivācijas apstākļos virsūdeņu un gruntsūdeņu plūsmu aiznestā augsnes masa var sasniegt pat vienu tonnu no hektāra gadā. Lauku auglības uzlabošanai būtu ieteicams transportēt ezeros un mitrājos uzkrātās minerālvielas un apauguma biomasu ūdens plūsmām pretējā virzienā un iestrādāt augsnē. Organiskā mēslojuma plaša pielietošana savukārt palielina izaudzētās lauksaimnieciskās produkcijas un reizē arī cilvēku dzīves kvalitāti. Sakarā ar minerālmēslu plašu pielietošanu un lauksaimniecībā izmantojamo augšņu eroziju pēdējo 50 – 60 gadu laikā gandrīz visos Latvijas ezeros vērojama niedru sakņu apauguma paātrināta attīstība. Ūdenstilpnēs nonākošās augu barības vielas daļēji tiek uzkrātas ezeru apaugumā, galvenokārt ezeru niedru audzēs. Niedru un apauguma sakņu pinuma novākšanu var uzskatīt par ezeru restaurācijas pirmo nepieciešamo posmu. Racionālai biomasas izmantošanai būtu jāsedz niedru un apauguma novākšanas izdevumi un jānodrošina arī peļņa uz augsnes produktivitātes paaugstināšanas rēķina. Lobes ezera niedru apauguma izpēte parāda, ka sakņu pinuma sausnē ir 1.0 – 1.8 % slāpekļa. Novācot apaugumu kopā ar niedrām, papildu iespējams iegūt 4 – 8 tonnas vērtīgas niedru stublāju biomasas ar vidējo slāpekļa saturu sausnā 0.35 – 0.45 % [1]. Niedru apauguma resursu veidošanās prognozējama arī nākotnē līdz ar niedru audžu izmantošanu notekūdeņu attīrīšanas laukumu ierīkošanā. Plaša šādu mitrāju ierīkošana notekūdeņu attīrīšanai ir viens no sabiedrības ilgtspējīgas attīstības perspektīviem uzdevumiem. Ezeru apaugumu var lietderīgi izmantot kompostiem augsnes auglības palielināšanai un kompostēšanas siltuma ieguvei. Sakarā ar ierobežotajiem kūdras resursiem jāizvērtē iespējas iegūt pakaišu materiālu no sakņu pinuma organiskās frakcijas.

Ezeru apauguma īpatnības – liels mitruma saturs, daudzveidīgi augšanas apstākļi, biomasas sastāva un izvietojuma nevienādīgums – nosaka nepieciešamību izstrādāt enerģētiski un ekonomiski pamatotus apauguma ieguves un izmantošanas paņēmienus. Sakņu pinuma attīstības īpatnību, tā fizikālo un ķīmisko īpašību izpēte ļauj izstrādāt enerģētiski izdevīgākos apauguma novākšanas, pārstrādes un izmantošanas paņēmienus.

Materiāli un metodes

Ezeru apauguma biomasu pētījumiem tiek izmantoti vizuālie novērojumi un instrumentālie mērījumi. Ar vizuālo novērojumu palīdzību var iegūt vispārēju priekšstatu par apauguma sadalījumu ūdenstilpē, tā veidošanās īpatnībām, biomasas izskatu, krāsu un citām īpašībām. Pie instrumentāliem novērojumiem pieskaitāma apauguma fotografēšana un skanēšana paraugu attēlu ievadīšanai datorā. Ar instrumentāliem mērījumiem nosaka apauguma fizikālās un ķīmiskās īpašības – apauguma atdalīšanas enerģiju, blīvumu, organiskās vielas saturu, mitrumietilpību un mitruma absorbcijas spēju.

Apauguma gabalu griešanas un atdalīšanas darba noteikšanai izmantoja speciālu, ar vinču pārvietojamu platformu ar kustīgu galdiņu, pie kura tika piestiprināts asmens apauguma griešanai. Eksperimenta laikā asmens tika iedziļināts apauguma slānī noteiktā dziļumā un novietots vertikāli vai arī 45° leņķī pret horizontālo plakni. Tika noteikta arī griešanas darbs arī zāģveida griezējelementam, papildus pielietojot tā aktīvo piedziņu vertikālā plaknē. Īpatnējo griešanas enerģiju uz apauguma griezuma laukuma vienību aprēķina

$$e_g = \frac{F_h l + N_p \theta}{S_g} \quad (1)$$

kur, e_g – apauguma īpatnējā griešanas enerģija, kJ/m²; F_h – spēks griezējelementa pārvietošanai horizontālā virzienā, N; l – griezējelementa pārvietošanas attālums horizontālā virzienā, m; N_p – zāģveida griezējelementa oscilējošo svārstību piedziņas jauda, W; θ – pārvietošanas laiks, s; S_g – griezuma laukums, m².

Lai noteiktu no trīs pusēm atdalīta peldoša apauguma gabala atraušanas enerģiju, apauguma gabala un apauguma masīva saskares plaknē tika iegremdēti ar kustīgo galdiņu saistīti pīķi. Īpatnējo atraušanas enerģiju uz apauguma griezuma laukuma vienību aprēķina

$$e_a = \frac{\int_{x=0}^{x=l} F_h dx}{S_a} \quad (2)$$

kur, e_a – apauguma īpatnējā atraušanas enerģija, kJ/m²; F_h – pīķu pārvietošanas spēks horizontālā virzienā, N; dx – elementārais pīķu pārvietojums, l – pīķu pārvietošanas attālums atraušanas procesā; S_a – apauguma atraušanas laukums, m².

Apauguma blīvuma un mitrumietilpības izpētei tika noteikti dažādā dziļumā iegūtu taisnstūra prizmas formas paraugu izmēri un masa. Mērījumi tika veikti 1 stundu pēc paraugu noņemšanas, t.i., iegūtie dati raksturo paraugu blīvumu un mitruma saturu pēc gravitācijas ūdens notecēšanas un ir raksturīgi apaugumam tā pirmapstrādes laikā. Apauguma kopējā mitrumietilpība (mitruma saturs pēc gravitācijas ūdens novadīšanas) tika noteikta saskaņā ar šādu metodiku: 1) sakņu pinuma paraugiem nosaka svaru, 2) sakņu pinuma paraugus pakāpeniski piesūcina ar ūdeni līdz nemainīgam mitruma saturam, 3) pēc parauga izņemšanas no ūdens tos iztur 1 stundu gravitācijas ūdens novadīšanai, 4) paraugus ar sākotnējo masu 10 – 20 g žāvē 5 – 8 stundas termostatā 105°C temperatūrā. Apauguma mitruma saturu (ņemot par bāzi parauga sausnas masu) izteiktu procentos nosaka

$$W = \frac{100(m_0 - m_s)}{m_s} \quad (3)$$

kur W – parauga mitrumietilpība (sausnas bāze), %; m_0 – parauga sākotnējā masa pēc gravitācijas ūdens notecēšanas, kg; m_s – parauga sausnas masa.

Pelnu satura noteikšanai sakņu paraugus karsē 30 minūtes 550°C temperatūrā. Organiskās vielas saturu sakņu pinuma sausnā aprēķina

$$O_v = \frac{100(m_s - m_p)}{m_s}, \quad (4)$$

kur O_v – organiskās vielas saturs apauguma sakņu pinuma sausnā, %; m_s – parauga sausnas masa, kg; m_p – parauga pelnu masa, kg.

Rezultāti

Niedru apauguma veidošanās ir atkarīga galvenokārt no ūdens dziļuma un attāluma līdz piekrastei. Ūdenstilpes seklajā piekrastes joslā ar dziļumu mazāku par 0.3 – 0.6 m niedru apauguma sakņu sistēma parasti ir ieaugusi augsnē un šajā zonā nereti apaugumā sastopami arī krūmāji un pat nelieli koki. Sakņu pinums ir peldošs pateicoties tam, ka niedru saknēs ir ar gaisu pildīti dobumi. Palielinoties ūdenstilpes dziļumam, ezera līmeņa svārstības traucē apauguma iesakņošanos augsnē, un tas peldošs. Lielākos vējos sakņu pinuma gabali atraujas

no krasta un tiek aizpūsti tālāk ezerā. Ūdens līmenim vasarā krītoties, var notikt šādu peldošu niedru salu sakņu sistēmas saaugšana ar ezera nogulšņu slāni. Apauguma slāņa vidējais biezums atkarībā no slāņa vecuma un augu sastāva var mainīties plašas robežās, samazinoties virzienā no krasta uz ūdenstilpes atklāto ūdens virsmu. Piemēram, Zebras ezera apauguma slāņa biezums mainās no 0,25 m līdz 1,0 m atkarībā no apauguma dislokācijas. Ezeru apauguma slāņa brūnganā virsējā daļa parasti atrodas virs ūdens līmeņa un ir līdzīga kūdrai, jo sastāv no organiskām vielām bagātas jauno un atmirušo augu sakņu masas (1. attēls).



a)

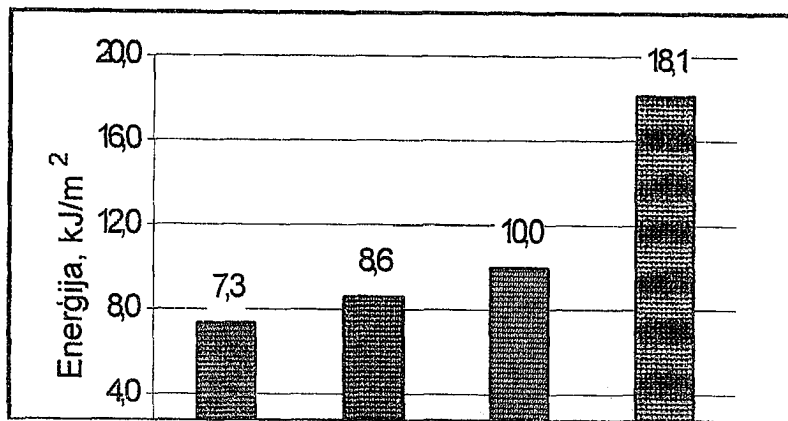
b)

1.att. Zebras ezera peldoša apauguma sakņu pinuma elementi

a) – sakņu pinuma vertikāls griezum (pa kreisi augšā – slāņa virspuse, pa labi apakšā – slāņa apakšējā daļa, b) – sakņu pinuma frakcijas (augšā – niedru saknes, apakšā – dūņu un sīko sakniņu atlikums).

Dziļākos apauguma slāņos apauguma krāsa kļūst tumši pelēka vai melna. Tas norāda, ka apaugums akumulē ne tikai augu barības vielas, bet uztver arī sīka izmēra minerālvielu un dūņu daļiņas, tā veicinot ūdens attīrīšanos. Palielinoties apauguma slāņa dziļumam tajā pakāpeniski pieaug minerālvielu un dūņu saturs. Apauguma niedru sakņu porainā struktūra ir piemērota pakaišu un kompostu ražošanai. Pakaišiem izmantojama ir visa apauguma augšējā, kūdrainā daļa kā arī apauguma vidējās un apakšējās daļas organiskā frakcija pēc tās atdalīšanas (1b. attēlā augšā). Pārējo sakņu pinuma masu ar palielinātu minerālvielu saturu (1b. attēlā apakšā) var izmantot kompostu gatavošanai vai arī augsnes mēslošanai.

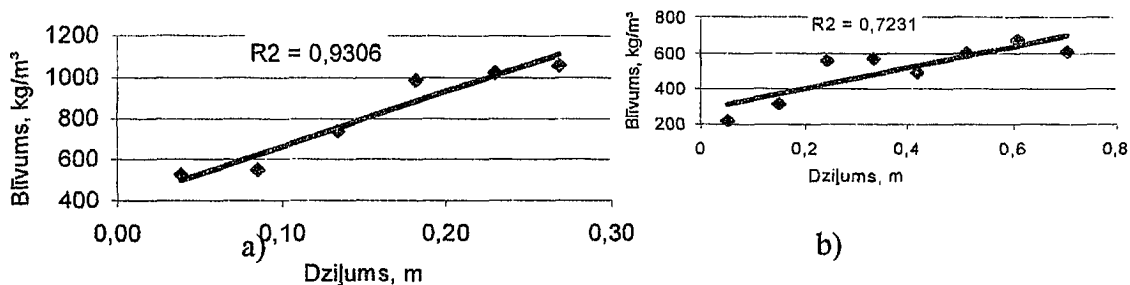
Apauguma fizikālās un ķīmiskās īpašības. No ezeru apauguma izmantošanas viedokļa tā svarīgākās īpašības ir atdalīšanai patērētā enerģija, blīvums, mitrumietilpība un organiskās vielas saturs. Eksperimentāli noteiktā īpatnējā enerģija apauguma sakņu pinuma atdalīšanai atkarībā no pielietotā atdalīšanas paņēmiena parādīta 2.attēlā.



2. att. Apauguma atdalīšanas īpatnējā enerģija atkarībā no atdalīšanas paņēmiena

Vismazākā īpatnējā enerģija 7,3 kJ uz dalījuma laukuma vienu m² tiek izlietota, atraujot sakņu pinumu, kas ir tikai 41% no patērētās enerģijas, griežot ar vertikāli novietotu nazi. Sakņu pinuma griešanai ar oscilējošu zāģi un slīpi (45 grādi pret horizontālo plakni) novietotu asmeni izlieto attiecīgi 47 % un 55 % no apaugumu griešanai ar vertikālu nazi patērētās enerģijas.

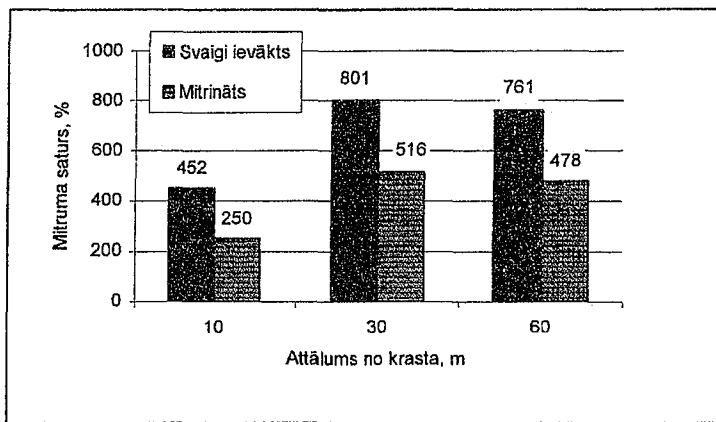
Apauguma sakņu pinuma blīvums ir atkarīgs no apauguma slāņa biezuma, dziļuma un tā relatīvā novietojuma attiecībā pret minerālvielas saturošo slāni (grunts, dūņas, sapropelis). Pēc gravitācijas ūdens notecēšanas apauguma sakņu blīvums virs 1000 kg/m³ novērojams tikai apauguma slāņa apakšējā daļā, ja apauguma saknes saaugušas ar grunti (3. attēls).



3. att. Zebras ezera apauguma sakņu slāņa blīvuma izmaiņas atkarībā no slāņa dziļuma 24 stundas pēc paraugu novākšanas; a – apauguma sakņu sistēma saaugusi ar grunti 0,25 m dziļumā, b – peldošs apauguma slānis ar biezumu – 0,75 m.

Peldošā apauguma noteiktais vidējais blīvums ir 505 kg/m³ jeb 66 % no gruntī izeaugušā apauguma slāņa vidējā blīvuma 814 kg/m³.

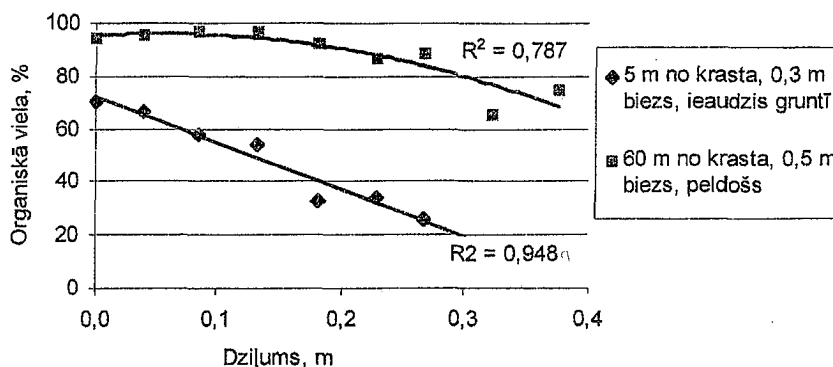
Sakņu pinuma mitrumietilpība ir atkarīga no tā atrašanās vietas, dziļuma un tā izžūšanas uzglabāšanas periodā (4.attēls).



4. att. Kopējā mitrumietilpība svaigam un gaissausam mitrinātam sakņu pinumam atkarībā no tā attāluma līdz krastam Zebras ezerā. 10 – sakņu pinums saaudzis ar grunti, 30, 60 – sakņu pinums peldošs

Žāvēta (līdz mitruma saturam 8 %) un atkārtoti mitrināta sakņu pinumu kopējā mitrumietilpība ir 59 –70 % no svaigi novākta pinuma mitrumietilpības, jo žūšanas procesā materiāls daļēji zaudē spēju uzsūkt ūdeni.

Apauguma organiskās vielas saturs pētījumi parāda, ka neorganisko piemaisījumu daudzums pieaug dziļākos sakņu pinuma slāņos (5. attēls).



5. att. Organiskās vielas saturs Zebras ezera sakņu pinuma paraugos atkarībā no slāņa dziļuma

Organiskās vielas vidējais saturs Zebras ezera apaugumam ir 49 % un 87 % attiecīgi 0,3 m biežam gruntī ieaugušam sakņu pinumam un 0,5 m biežam peldošam sakņu pinumam.

Ezeru apauguma novākšanas un izmantošanas tehnoloģijas. Apauguma novākšanai var izmantot krastā bāzētas iekārtas – speciālus ekskavatorus vai vinčas piedziņas iekārtas. Niedru sakņu pinuma sadalīšanai ieteicama LLU patentētā siksnas griezējierīce ūdenstilpēm (Pat. LV-12155). Ar šo iekārtu var aprīkot peldlīdzekļus (laivas, katamarāni u.c.) un pa apaugumu pārvietojamas iekārtas (specializēti viegla konstrukcijas visurgājēji, ragavas un platformas). Sakņu pinuma sadalīšanai izmantojamas arī pārnēsājamas iekārtas (motorzāģi ar pagarinātu sliedi un rokas instrumenti).

Apauguma transportēšanai uz krastu var izmantot tā peldspēju. Pēc šīs tehnoloģijas iepriekš atdalīta apauguma gabali tiek sasaistīti virknē un nogādāti piekrastē, izmantojot krastā bāzētu vai arī peldošu mehāniskas piedziņas iekārtu. Novākšanas tehnoloģijas izvēle atkarīga no sakņu pinuma pielietojuma veida. Piemēram, novācot apaugumu notekūdeņu attīrīšanas laukumu ierīkošanai, novākšanas un transportēšanas procesā maksimāli jāsauglabā

sakņu pinuma dzīvotspēja un sākotnējā struktūra. Pakaišu ieguvei savukārt pilnībā izmantojama sakņu pinuma augšējā daļa, kuru novāc atsevišķi no pārējā apauguma. Papildus pakaišu resursus iegūst, sakņu masu frakcionējot, piemēram, placinot, smalcinot un sijājot žāvētu apauguma masu, lai atdalītu no tās grunts daļiņas un sapropeli. Novācot apaugumu ar atraušanas paņēmienu, jāņem vērā novāktā sakņu pinuma neregulārā forma un tā struktūras deformācija. Lai arī kompostu gatavošanai var pielietot jebkuru apaugumu novākšanas un transportēšanas paņēmienu, ieteicams izvēlēties enerģiju taupošu, ekoloģiski drošu un vietējiem apstākļiem piemērotu sakņu pinuma novākšanas un pirmapstrādes tehnoloģiju. Perspektīvas tehnoloģijas ūdenstilpju apauguma izmantošanai ir vairākas.

- Ezera niedru sakņu pinuma “paklāju” ieguve un to izmantošana mākslīgu niedru audžu veidošanai. Pildot attīrīšanas funkciju niedrājs akumulē augu barības vielas un nodrošina ikgadēju biomasas pieaugumu 2,0 – 2,5 t sausnas no ha. Biomasu izmantošana mēslojuma ražošanai lauku vidē ir pielīdzināma tiešai enerģijas ieguvei, jo samazina energoietilpīgo minerālmēsļu izmantošanu.
- Ūdenskrātuvju un mitrāju apauguma izmantošana kompostiem organiskā mēslojuma, kompostēšanas siltuma un gāzu ražošanai (LLU Patents, LV 12465). Kompostēšanas rezultātā tiek iegūts samērā sauss (mitrums 30 – 35 %), ērti transportējams un viegli iestrādājams mēslojums. Kompostēšanas procesā iegūto siltumu (temperatūra līdz 50 – 60 °C) var pielietot siltumnīcu, ēku apsildei, bet iegūtās gāzes (ogļskābā gāze, amonjaks) var izmantot augu barošanai.
- Kūdras resursu samazināšanās apstākļos perspektīva ir pakaišu ražošana no apauguma sakņu pinuma. Pēc sakņu pinuma masas kondicionēšanas (žāvēšana, smalcināšana, placināšana, neorganiskās daļas atdalīšana) tiek iegūts materiāls ar augstu uzsūkšanas spēju (300 – 500 % no sausnas svara) un porainību, kas vienlīdz sekmīgi izmantojams gan pakaišiem, gan kā piedevu materiāls kompostiem to mitruma normalizēšanai.

Secinājumi

1. Sakņu pinumu atraušana izlieto vismazāko īpatnējo enerģiju 7,3 kJ/m² jeb 41 % no enerģijas vertikāli novietota naža piedziņai. Apauguma griešanas īpatnējās enerģijas ar oscilējošu zāģi un slīpi novietotu asmeni attiecīgi ir 47 un 55 % no enerģijas izlietas, griežot ar vertikāli novietotu nazi.
2. Noteiktais Zebras ezera gruntī izaugušā un peldošā sakņu pinuma vidējais blīvums attiecīgi ir 814 kg/m³ un 505 kg/m³.
3. Gaissausa atkārtoti mitrināta sakņu pinumu kopējā mitrumietilpība ir 59 – 70 % no svaigi novākta apauguma mitrumietilpības.
4. Noteiktais organiskās vielas saturs Zebras ezera apaugumā mainās no 25 līdz 97 % atkarībā no sakņu pinuma novietojuma un slāņa dziļuma. Vidējais organiskās vielas saturs ir 49 % gruntī izaugušam sakņu pinumam un 87 % peldošam sakņu pinumam.
5. Niedru sakņu pinuma sadalīšanai ieteicams izmantot zāģveida griezējelementu ar tā nepārtrauktu vai oscilējošu piedziņu.
6. Niedru sakņu pinuma transportam uz krastu izmantojama niedru pinuma peldspēja.
7. Ezeru un mitrāju sakņu pinuma augšējā daļa izmantojama pakaišiem bez biomasas frakcionēšanas, bet pārējā apauguma masa pakaišiem lietojama pēc neorganisko piemaisījumu atdalīšanas.
8. Visa apauguma biomasu izmantojama kompostēšanai mēslojuma un enerģijas ieguvei, tādējādi samazinot energoietilpīgo minerālmēsļu izmantošanu.

9. Niedru sakņu gabali ar neizjauktu struktūru pielietojami notekūdeņu attīrīšanas laukumu ierīkošanai.

Literatūra

1. Kronbergs Ē., Kaķītis A. Plūme I., Vidužs A. Ezera apauguma apstrāde sapropēja ieguvei. Valsts zinātniskais ražošanas uzņēmums RAŽĪBA 9 (57) laidiens. - 1993. - 20. - 22. lpp.

ZIEMAS KVIEŠU AUGSNES APSTRĀDES UN SĒJAS TEHNOLOĢIJU EFEKTIVITĀTE EFFECTS OF SOIL TILLAGE AND SOWING TECHNOLOGIES ON WINTER WHEAT

Dainis Lapiņš, Dr. agr., asoc. profesors,
Andris Bērziņš, Dr. agr., doc., Zinta Gaile, Dr. agr., doc.,
Jeļena Koroļova, doktorante, asistente
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Laukkopības katedra,
Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001, e-pasts: lapins@cs.llu.lv

Abstract. The influence of soil tillage and sowing technologies on the yield of winter wheat were studied on sod podzolic loam soils in the LUA Research and Study Farm "Vecauce" during 1998 to 2000. Classic early ploughing, late ploughing with soil pacomat and sowing without soil reversing were used as comparison variants of soil tillage for winter wheat. The using of soil pacomat and local mineral fertilizing increased the yield of winter wheat in the research conditions. Direct sowing and conservation soil tillage gave a decrease of grain cost and provide the same level of yield achieved with classic soil tillage and sowing technologies.

Key words: winter wheat, soil tillage, sowing, direct sowing

Ievads

Pasaules laukkopības praksē arvien plašāk tiek izmantota graudaugu tiešā sēja bez iepriekšējas augsnes apstrādes vai arī konservējošā augsnes apstrāde – sēja, kad abas tehnoloģiskās operācijas tiek izpildītas vienlaicīgi. Šādi izpildīta labību sēja ļauj ietaupīt resursus, nemazinot graudu ražas (D. Lapiņš, J. Kažotnieks, 1999., D. Lapiņš, A. Bērziņš, Z. Gaile u.c. 2000.). Latvijā pēdējos gados zemnieku saimniecībās arvien plašāk tiek iegādātas labību sējmašīnas, kas ļauj minimalizēt augsnes apstrādi ziemāju un vasarāju labībām, bet kuras bieži tiek izmantotas klasiskajā variantā – sējot ar velēnas vai rugaines iepriekšēju apvēršanu. Nereti arums tiek izpildīts novēlotos termiņos, bet vasarājiem pat pavasarī. Šādos apstākļos lietderīgi izmantot augsnes apakškārtas blīvētājus – "pakotājus".

Darba mērķis – sniegt vērtējumu augsnes apstrādes un sējas izpildes variantiem kā ražu atšķirību veidojošiem faktoriem. Novērtēt augsnes apstrādes minimalizācijas iespējas ziemas kviešiem, izmantojot dažādus efektivitātes vērtējuma kritērijus.

Pētījumu objekts un metodes

Ražošanas izmēģinājumi ierīkoti mācību un pētījumu saimniecībā "Vecauce" 1998. un 1999. gada rudenī velēnpodzolētās viegla smilšmāla labi iekultivētās augsnēs. Pētāmie faktori ir augsnes apstrādes (A) un sējas (B) veidi. Faktors A ietver trīs gradācijas: A₁ – agrs arums 28.07.1998. un 17.08.1999.; A₂ – sēja bez augsnes iepriekšējas apvēršanas; A₃ – arts

16.09.1998. un 10.09.1999., arklu agregatējot ar augsnes apakškārtas blīvētāju. Faktors B ietver divas gradācijas, izmantojot sējmašīnas: B₁ – frēzēšana + sēja ar enkurtipa lemesīšiem (Amazone D8–45 Super komplektācijā ar frēzi KG–452); B₂ – disku sējmašīna (Rapid 300 C). Sēja veikta 22.09.1998. un 15.09.1999.

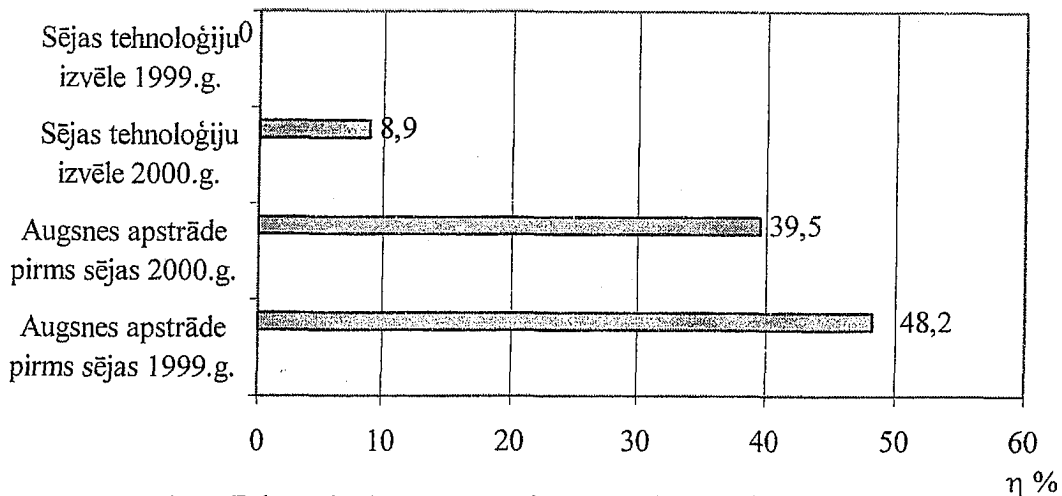
Ziemas kviešu agrotehnika. Ziemas kviešu priekšaugš 1999. gada ražai – 1. gada āboliņa–timotiņa mistrs, pēc tā novākšanas augusta pirmajās dienās lauks miglots ar herbicīdu Glifoss 3.0 l ha⁻¹ (izņemot platības, kur aršana veikta 28.07.1998.). Izmantots arklis Overum – 6DVL, augsnes aramkārtas blīvētājs Pakomat DK–205–335 CM. Sēja veikta 22.09.1998., izsējot 450 dīgstošas sēklas uz m² jeb 280 kg ha⁻¹. Ziemas kviešu šķirne ‘Donskaja polukarļikovaja’ superelite. Pirms sējas ir dots mēslojums N₆P₂₆K₃₀ + mikroelementi, izkliešot tos ar lieljaudas pneimatisko minerālmēsļu izkliešētāju Terra Gator, dodot 300 kg ha⁻¹. Papildmēslojumu 12. aprīlī, NH₄NO₃ 200 kg ha⁻¹ izkliešēja ar Terra Gator, bet otro reizi slāpekļa papildmēslojums NH₄NO₃ 150 kg ha⁻¹ lietots 15. maijā labību 37. attīstības stadijā. Nezāļu apkarošanai pilnīgi visos augsnes apstrādes sējas variantos 20. aprīlī lietoja herbicīdu Satis 150 g ha⁻¹. Iepriekš neartajos variantos, kur pēc tam veikta tiešā sēja vai konservējošā augsnes apstrāde – sēja 12.maijā tika izsmidzināts Monitors 26,5 g ha⁻¹ + Citovets 150 ml + 100 l H₂O ha⁻¹. Labību slimību izplatības ierobežošanai 12.maijā 37. labību attīstības stadijā izmantots fungicīds Mentors 0,7 l ha⁻¹, bet vēlāk, 31. maijā 50. labību attīstības stadijā Alegro 1 l ha⁻¹. Ziemas kviešu agrotehnika 2000.gada ražai analoga izmēģinājumiem 1999.gadā. Priekšaugš – ziemas kvieši. Izmantots arklis Overum – 6DVL, augsnes aramkārtas blīvētājs Pakomat DK–205–335 CM. Sēja veikta 15.09.1999., izsējot 450 dīgstošas sēklas uz m² jeb 260 kg ha⁻¹. Ziemas kviešu šķirne ‘Donskaja polukarļikovaja’. Pirms sējas 14.septembrī ir dots mēslojums N₆P₂₆K₃₀ + mikroelementi, deva 300 kg ha⁻¹, izkliešot ar lieljaudas pneimatisko minerālmēsļu izkliešētāju Terra Gator. Lietojot sējmašīnu Rapid, mēslojums 2000. gadā iestrādāts lokāli reizē ar sēju. Visā ražošanas izmēģinājumā maksimāli ievērots vienīgās atšķirības princips.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums. 1999. un 2000. g. janvāra lielāko daļu ziemāju labību sējumi ziemoja ļoti silta laika apstākļos. Ziemāju veģetācija atjaunojās marta pēdējā nedēļā, t.i., 2–2,5 nedēļas agrāk nekā parasti. Aprīļa beigās novērota stiebrošana. Aprīļa beigās un maija sākums abos izmēģinājumu gados raksturojās ar aukstu laiku, biežām, intensīvām salnām, kad augsnes virskārtā 2000. gadā bija pat –7°C. Silts laiks iestājās maija 3. dekādes beigās. Produktīvā mitruma krājumi augsnes aramkārtā – optimālā daudzuma robežās, arī maijā, jūnijā mitruma nodrošinājums bija labs. Jūlijā, karstā, saulainā, sausā laika ietekmē augu attīstība norīsa straujos tempos, bija vērojama graudu dzeltengatavības iestāšanās jau jūlija vidū, bet 1999. gada 3. dekādē tie sasniedza pilngatavību.

Novērojumu un datu apstrādes izpildes metodika. Ziemas kviešu ražība t ha⁻¹, noteikta katrā variantā piecās vietās, izpildot paraugkūļu analīzi, ražu pārrēķinot uz vienu ha. Paraugu ņemšanas vietu izvēlē izmantota randomizācijas metode. Datu apstrādē izmantota divfaktoru dispersiju analīze, starpību būtiskuma vērtējumam pielietojot Fišera kritēriju.

Rezultāti un diskusija

Augsnes apstrādes un sējas tehnoloģiju ietekme uz graudu ražību. Iegūto rezultātu dispersiju analīzes rezultāti liecina, ka augsnes apstrādes izvēle pirms sējas vairāk nekā sējas tehnoloģijas izvēle ietekmē atšķirības ziemas kviešu ražībā (1.attēls).



1.att. Faktoru ietekmes īpatsvari, η%, ražības atšķirību veidošanā mps "Vecauce" 1999.un 2000.g.

Sējas tehnoloģiju izvēles ietekme palielinās 2000.gada izmēģinājumos, kad, ievērojot vienīgās atšķirības principu un lietojot vienādas mēslojuma devas, viss pamatmēslojums, izmantojot disku sējmašīnu Rapid 300 C, tiks dots lokāli reizē ar sēju. Šajā 2000. gada izmēģinājumā atšķirībā no 1999.gada, ziemas kviešu tiešajā sējā salīdzinājumā ar konservējošo augsnes apstrādes un sējas tehnoloģiju (sējmašīna Amazone DF8 – 45 Super, agregātā ar frēzi KG452) iegūts būtisks graudu ražības kāpinājums (1.attēls).

Augsnes apstrādes un sējas tehnoloģiju efektivitātes vērtējums pēc graudu ražības atšķirībām. Klasiskai augsnes apstrādei rudenī, izpildot agru arumu, salīdzinājumā ar sēju bez augsnes iepriekšējas apvēršanas 1999.gada izmēģinājumos nav būtiskas starpības ziemas kviešu ražībā (1. tabula). Izmēģinājumos 2000. gada apstākļos tiešajā un konservējošajā augsnes apstrādē – sējā tiek iegūts būtisks, ar augstu varbūtības līmeni ($P > 95\%$) ražības palielinājums salīdzinājumā ar sēju agru rudens aruma apstākļos. Lietojot augsnes apakškārtas blīvētāju un sēju izpildot termiņos, kas atļauj ziemas kviešiem cerošanu uzsākt vēl rudenī, vēla aruma trūkumi tiek novērsti un ražība, salīdzinot agru un vēlu arumu rudenī, pēdējā arklū agregatējot ar augsnes apakškārtas blīvētāju, ir būtiski augstāka. Ziemas kviešu sēja, augsnes apvēršanu izpildot reizē ar tās apakškārtas blīvēšanu, ļauj sasniegt 14 – 35% lielu ražības kāpinājumu salīdzinājumā ar variantu, kur tas nav izmantots. Labi iekultivētās augsnes, augstā agrofonā, kas paredz 6 līdz 7 t ha⁻¹ labību graudu ražu iegūvi, sējmašīnu tipa izvēlei nav noteicošā nozīme graudu ražībā. Ziemas kviešu graudu ražības izkliedes rādītājus S% maz ietekmē sējas tehnoloģiju izvēle, bet 2000.gada izmēģinājumos augsnes apvēršana pirms sējas tos pat nedaudz palielina.

Agroekonomiskās analīzes rezultāti. Izmēģinājumu rezultāti LLU m.p.s. "Vecauce" apstākļos liecina, ka ražošanas izmaksu diferenci Ls ha⁻¹ nosaka augu aizsardzības pasākumi, jo, izpildot sēju bez augsnes iepriekšējas apvēršanas, nepieciešams izmantot glifosāta tipa herbicīdus kā arī fungicīdus. Ja ložņu vārpas apkarošanai jālieto herbicīds monitors, tad ražošanas izmaksas palielinās vēl vairāk. Graudu pašizmaksas rādītāju Ls t⁻¹ atšķirības starp augsnes apstrādes un sējas variantiem nosaka vispirms ražība. Sējmašīnu un ar to saistīto sējas tehnoloģiju izvēle augstā agrofonā pie graudu ražības 7 līdz 8 t ha⁻¹ maz ietekmē pašizmaksu. Sēja augsnē bez tās iepriekšējas apvēršanas 1999. gada

apstākļos nodrošināja 33,88 Ls t⁻¹ pašizmaksu, bet agrā arumā rudenī 37,04 Ls t⁻¹, kur atšķirības pamatojās uz aruma izmaksu ietaupījumu, sēju izpildot tieši rugainē. Augsnes apakškārtas blīvētāja izmantošana nodrošina līdz pat 9,63 Ls t⁻¹ pašizmaksas pazemināšanos salīdzinājumā ar variantiem, kur tas, apvēršot augsni, netika izmantots. Neraugoties uz iegūtajiem labajiem agroekonomiskajiem rādītājiem, lielākajai zemnieku saimniecību daļai šo tehnoloģiju ieviešana būs iespējama, tikai sekmīgi risinot kooperācijas jautājumus, jo modernu augsnes apstrādes un sējas tehnoloģiju realizācijai piemērotie agregāti atmaksājas tikai tad, ja to izstrāde sezonā ir vismaz 200 līdz 300 ha. Latvijā patreiz līdz 77% no labību sējplatībām ir saimniecībās ar to kopējo platību līdz 5 ha. Arī pilnībā atteikties no augsnes apvēršanas Latvijas apstākļos patreiz nav iespējams, un tā jāizdara vismaz vienu reizi 2 līdz 3 gados, kas liecina, ka tehnoloģiju modernizācijā līdztekus sējmašīnu iegādei, jāparedz arī finanses arklam, kā augsnes pamatapstrādes galvenajam agregātam.

1. tabula

Ziemas kviešu graudu ražība, t ha⁻¹, dažādās augsnes apstrādes un sējas tehnoloģijās LLU mps "Vecauce" 1999. un 2000.g.

Augsnes apstrāde pirms sējas	Sējas tehnoloģija	1999.gads		2000.gads			
		T ha ⁻¹		t ha ⁻¹			
Faktors A	Faktors B	AB	A	AB	AB	A	AB
Agrs arums rudenī	Augsnes frēzēšana + sēja (enkurtipa lemesīši)	5,17	5,17	17,7	4,60	5,02	16,1
	Sēja ar disku sējmašīnu	5,16		16,6	5,44		21,4
	vidēji (A)			17,1			18,7
Sēja bez augsnes iepriekšējās apvēršanas	Augsnes frēzēšana + sēja (enkurtipa lemesīši)	5,69	5,59	12,3	6,98	7,47	13,2
	Tiešā sēja ar disku sējmašīnu	5,51		23,6	7,96		16,8
	vidēji (A)			17,9			15,0
Vēls arums + augsnes apakškārtas blīvēšana	Augsnes frēzēšana + sēja (enkurtipa lemesīši)	7,36	7,44	26,1	6,66	7,36	20,9
	Sēja ar disku sējmašīnu	7,53		15,3	8,06		13,2
	vidēji (A)			20,7			17,0
	RS _{0,05}	1,62	1,15		1,66	1,18	
	η ² %		48,2			39,5	
Faktors B, sējas tehnoloģijas							
	Augsnes frēzēšana + sēja (enkurtipa lemesīši)	6,07		18,7	6,08		16,7
	Sēja ar disku sējmašīnu	6,06		18,5	7,15		17,1
	RS _{0,05}	0,94			0,96		
	η ² %	0,0			8,9		

Rezultātu agroekoloģiskais vērtējums. Augsnes apvēršana pirms ziemāju sējas ir obligāta bioloģiskajām zemnieku saimniecībām, jo konservējošajās augsnes apstrādes sējas un tiešās sējas tehnoloģijās augu atliekas paliek augsnes virspusē, kas sekmē labību slimību pastiprinātu izplatību, bet bioloģiskajās zemnieku saimniecībās fungicīdu izmantošana nav paredzēta. M.p.s. "Vecauce" 1999. gada izmēģinājumos ar piesakņu un sakņu puvēm inficēto ziemas kviešu stiebru skaits pat fungicīda Mentors izmantošanas fonā vidēji rudens arumā bija 57, bet sēju veicot bez augsnes apvēršanas 67 % no stiebru kopskaita paraugā. Aršana pirms sējas ar augsnes apakškārtas blīvētāja izmantošanu ļauj samazināt rudenī nitrātu slāpekļa zudumus no augsnes salīdzinājumā ar ziemāju sēju agrā arumā. Aršanas aizstāšana ar konservējošo augsnes apstrādi reizē ar sēju, kā arī tiešā sēja ļauj ietaupīt enerģētiskos resursus un darba laika patēriņu cilvēkstundās, kas bieži nav izsakāms tikai ekonomiskajā definējumā $Ls\ ha^{-1}$ formā.

Slēdziens

Labi iekultivētās viegla smilšmāla augsnēs ziemas kviešu tiešā un konservējošā augsnes apstrāde, sēja ļauj salīdzinājumā ar klasiskajām augsnes apstrādes sējas sistēmām sasniegt tādu pat graudu ražības līmeni un pazemināt to pašizmaksu.

Ziemas kviešu ražības palielināšanos sekmē augsnes apakškārtas blīvētāja izmantošana, minerālā mēslojuma lokāla iestrāde vienlaicīgi reizē ar sēju.

Literatūra

1. Lapiņš D., Kažotnieks J. Augsnes apstrāde // Mācību līdzeklis Lauksaimniecības fakultātes studentiem un lauksaimniecības konsultāciju dienesta darbiniekiem. – Ozolnieki: LLU, LKIAK, 1999. – 97 lpp.
2. Lapiņš D. Augsnes apstrāde ziemāju labībām // Agrotops. - Nr. 8. - 1999. – 19. – 20.lpp.
3. Liepiņš J., Ausmane M., Gužāne V., Melngalvis I., Lapiņš D., Bērziņš A., Rubenis J. Augsnes apstrādes iespēju pilnveidošana // Agronomijas Vēstis. - Nr. 1. – Jelgava: LLMZA, 1999. – 69.– 76.lpp.
4. Lapiņš D., Gaile Z., Bērziņš A., Liepiņš J., Ausmane M., Melngalvis I., Gužāne V., Sprincina A., Freipiča A., Kuplais Ē., Kreišmane B. Augsnes apstrādes – sējas tehnoloģiju efektivitāte graudaugiem LLU mācību un pētījumu saimniecībā "Vecauce" // Agronomijas Vēstis. - Nr.2. – Jelgava: LLMZA, LLU, 2000. – 26.– 39.lpp.

VIDES AIZSARDZĪBAS PASĀKUMU FINANSĒŠANAS PROBLĒMAS FINANCING ISSUES OF ENVIRONMENT PROTECTION PROJECTS

Inguna Leibus, Mgr.oec., LLU doktorante, lektore

Svētes iela 18, Jelgava, 9410845, e-pasts:inleibus@cs.llu.lv, fax 3023073

Abstract. The aim of the report is to analyse the financial problems of the environmental protects in Latvia. The main tasks are the following:

- ◆ *To become familiar with the formation of various financial recourses on the environmental protects – the state budget investments, the local budgets sources, the grants and credits from International and other financial institutions.*
- ◆ *To analyse the structure of expenditures on environmental protection.*

The monographic method, the analyse statistic dates about environmental protection in Latvia in 1993–2000 are used the research. The main results of the research are the following.

- ◆ *The natural resources tax incomes are insufficient to solve the problems of the environmental protects. It is necessary to increase the base of taxation. The incomes from ecology taxes must grow up on the summary state budget.*
- ◆ *It is necessary to increase the part of natural resources tax to supliment local budgets, to solve local governments' tasks of environmental protection (especially garbage department)*
- ◆ *Till local financial resources are insufficient, it is necessary a supplement from state budgets to tie investments from various financial institutions.*

Ievads

Vides aizsardzības jautājumu iekļaušana kopējā tautsaimniecības attīstībā ir viens no vides aizsardzības politikas galvenajiem mērķiem. Vides aizsardzības politikas īstenošanā paplašinās ekonomisko līdzekļu pielietošana, kuru mērķis ir ierobežot vidi piesārņojošo ražošanu un patēriņu, veicināt racionālāku dabas resursu izmantošanu.

Metodes

Darbā galvenokārt izmantota monogrāfiskā metode, kā arī statistisko datu analīzes un sintēzes metode. Analizēti LR CSP dati par vides rādītājiem Latvijā 1993.–2000.gadā.

Analītiskā daļa

Vides politikas mērķu sasniegšanai tiek izmantoti šādi ekonomiskie līdzekļi [1]:

- ◆ dabas resursu nodoklis;
- ◆ subsīdijas, dotācijas un investīcijas no valsts un pašvaldību budžeta, Vides aizsardzības fonda vai dažādiem ārvalstu investoriem;
- ◆ aizdevumi un kredīti no Latvijas Vides investīciju fonda, Pašvaldību kreditēšanas fonda un starptautiskām finansu institūcijām;
- ◆ valsts garantijas kredītu saņemšanai;
- ◆ videi nodarīto zaudējumu atlīdzība;
- ◆ administratīvie maksājumi par atļauju un licenču izsniegšanu.

1. Dabas resursu nodoklis

Dabas resursu nodokli izmanto kā ekonomisko sviru [2]:

- ◆ dabas resursu saimnieciskas izmantošanas veicināšanai;
- ◆ vides piesārņošanas ierobežošanai, vidi piesārņojošas produkcijas samazināšanai;
- ◆ videi draudzīgu tehnoloģiju radīšanai un ieviešanai.

Dabas resursu nodokļa mērķis ir regulēt vidi ietekmējošo subjektu darbību ar tirgus mehānisma palīdzību. Dabas resursu nodoklim jādarbojas pēc principa “piesārņotājs maksā”. Produktu un pakalpojumu cenām ir jāatspoguļo patiesās izmaksas, kas ietver arī vides aizsardzību. Tas nozīmē, ka piesārņotāja pienākums ir samazināt piesārņojumu un draudus videi vai segt izdevumus, kas nepieciešami vides aizsardzībai. Valsts budžeta līdzekļu izmantošana vides aizsardzības izmaksu segšanai nav vēlama. [3]

Dabas resursu nodoklim ir trīs ekonomiskie aspekti [4].

1. Finansiāls atbalsts valsts un pašvaldību institūcijām vides apsaimniekošanā. Likumā “*Par dabas resursu nodokli*” noteikts, ka visi nodokļa ieņēmumi izmantojami tikai tieši ar vides aizsardzību saistītu pasākumu un projektu finansēšanai. Finansēšanas funkcija darbojas pēc principa “piesārņotājs maksā”.

2. Sankciju piemērošana par virslimita resursu ieguvu un piesārņojumu. Likums paredz trīskāršas papildlikmes. Šī ir pati nozīmīgākā sankcija vides resursu taupīgai izmantošanai un piesārņojama ierobežošanai.

3. Ekonomiskie stimuli alternatīvu, videi draudzīgāku risinājumu izmantošanai. Dabas resursu nodokļa maksātājs var saņemt nodokļa atlaidi, finansējot projektus, kuru mērķis ir samazināt vides piesārņošanu vai dabas resursu patēriņu, veicot tehnoloģiskus uzlabojumus vai vides aizsardzības pasākumus. Tas ir reāls valsts atbalsts uzņēmējiem, kas ražošanā ievieš ekoloģiski mazāk kaitīgas tehnoloģijas.

Dabas resursu nodoklis ieviests 1990.gadā. Sākotnēji tā mērķis bija ierobežot dabas resursu nesaimniecisku izmantošanu, kā arī veidot finansiālo nodrošinājumu vides aizsardzības pasākumiem. Nodoklis sastāvēja no divām daļām:

- ◆ maksa par dabas resursu izmantošanu un iesaistīšanu saimnieciskajā darbībā;
- ◆ maksa par vides piesārņošanu limitos noteiktajos apjomos, kā arī virslimita piesārņojumu un resursu patēriņu.

Esošās dabas resursu nodokļa objektu grupas nekompensēja nodarīto kaitējumu videi. 1996.gadā LR likumā "Par dabas resursu nodokli" papildus tika noteiktas jaunas nodokļa objektu grupas:

- ◆ videi kaitīgas preces un produkti, ko ievieš, ražo un pārdod Latvijā;
- ◆ ievesto un iekšzēmē ražoto preču vai produktu iepakojums.

Kopš 1997.gada abi papildus nodokļa objekti nodrošina lielāko daļu nodokļa ieņēmumu[3]. Iekasētā nodokļa apjoms 1997.gadā strauji palielinās, t.i., vairāk kā 5 reizes. Palielinās dabas resursu nodokļa īpatsvars valsts konsolidētā kopbudžeta nodokļu ieņēmumos.

1.tabula

Dabas resursu nodokļa īpatsvars valsts konsolidētā kopbudžeta ieņēmumos [5]

Rādītāji	mērv.	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Valsts konsolidētā kopbudžeta ieņēmumi	milj.Ls	878,9	1 072,3	1 307,2	1 577,4	1 589,2	1 626,1
t.sk. nodokļu ieņēmumi	milj.Ls	774,3	874,6	1 081,6	1 304,7	1 335,3	1 015,5
No tiem dabas resursu nodoklis	milj.Ls	1,5	1,7	9,9	11,0	9,5	10,6
Īpatsvars nodokļu ieņēmumos	%	0,2	0,2	0,9	0,8	0,7	1,0
Īpatsvars kopbudžeta ieņēmumos	%	0,2	0,2	0,8	0,7	0,6	0,7

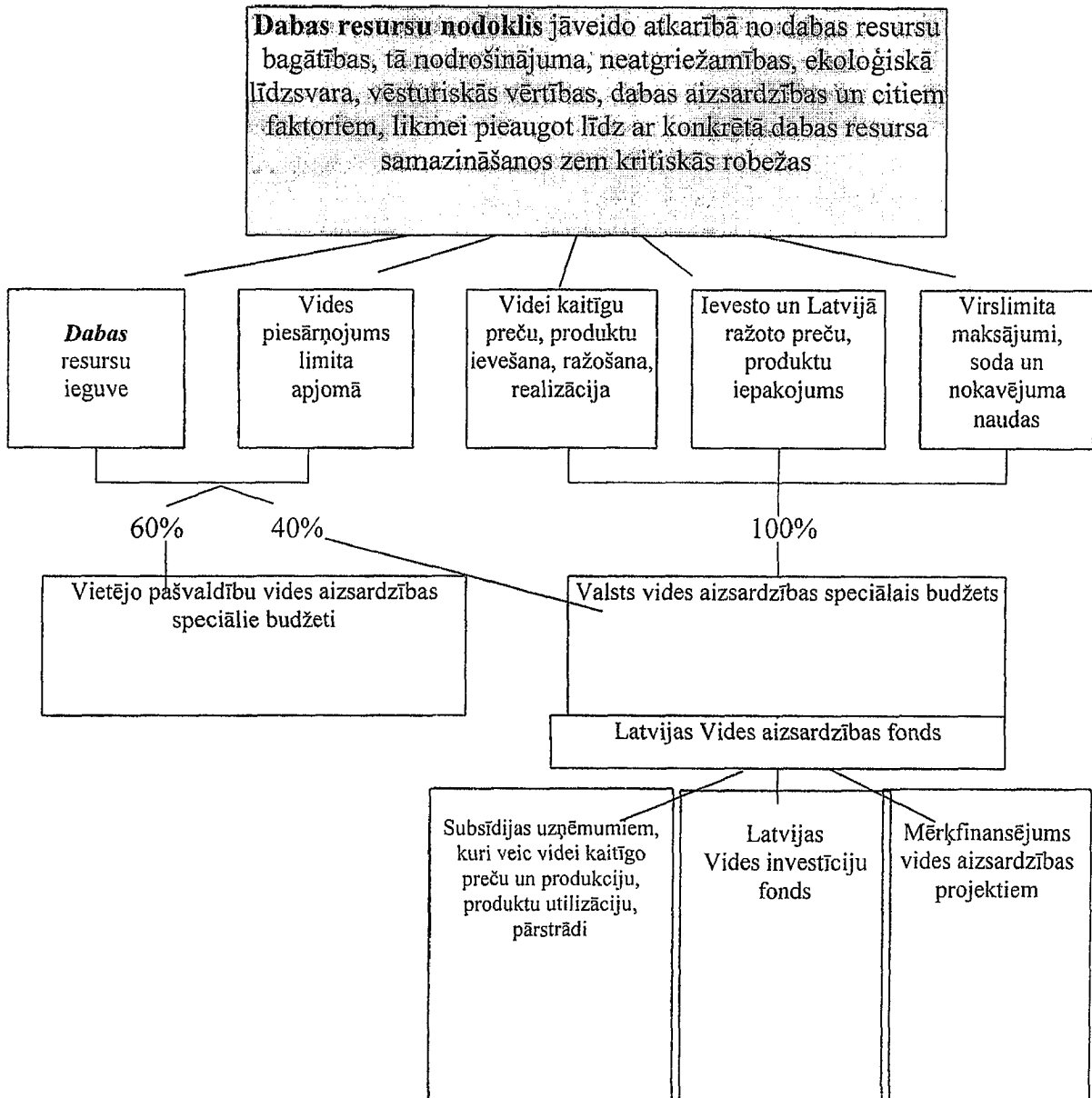
Tai pat laikā dabas resursu nodokļa ieņēmumi joprojām ir nepietiekoši, lai segtu arvien pieaugošās izmaksas dabas aizsardzībai.

2.tabula

Līdzekļu izlietojums vides aizsardzībai [5]

Rādītāji	mērv.	1995	1996	1997	1998	1999
Līdzekļu izlietojums vides aizsardzībai	milj.Ls	18,9	13,8	20,0	27,8	34,4
Valsts konsolidētā kopbudžeta izdevumi	milj.Ls	951,1	1112,2	1248,2	1567,1	1732,6
Iekšzemes kopprodukts (IKP)	milj.Ls	2349,2	2829,1	3275,5	3589,5	3897,1
% no kopbudžeta izdevumiem	%	2,0	1,2	1,6	1,8	2,0
% no IKP	%	0,8	0,5	0,6	0,8	0,9
Dabas resursu nodokļa īpatsvars vides aizsardzībai izlietoto līdzekļu summā	%	8,0	12,5	49,5	39,4	27,6

Ieņēmumi no dabas resursu nodokļa palielinās lēnāk nekā līdzekļu izlietojums vides aizsardzībai, tāpēc jāmeklē iespējas palielināt dabas resursu nodokļa ieņēmumus. Galvenokārt nodokļa ieņēmumu palielinājums jāpanāk praksē izmantojot visas iespējas aplikt ar nodokli dabas resursu izmantošanu un vides piesārņošanu, atbilstoši likumam "Par dabas resursu nodokli"[4]. Tātad jāuzlabo darbs Reģionālo vides pārvaldes institūciju līmenī.



1.att. Dabas resursu nodokļa realizācijas shēma. [8]

Līdzekļu izlietojumam vides aizsardzībai jākorrelē pozitīvi ar IKP pieaugumu. Atzinīgi vērtējams tas, ka līdzekļu izlietojums vides aizsardzībai apstiež IKP pieaugumu. Pašreiz tas ir mazāks par 1% no IKP. Salīdzinājumam var minēt, ka ES valstīs vidēji vides aizsardzībai izlieto 1,5% no IKP.

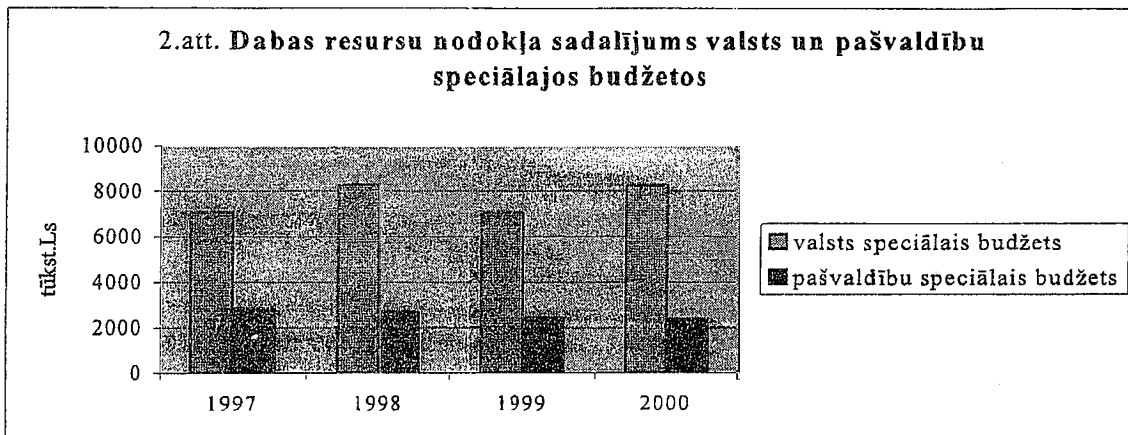
Pašlaik vairākās pasaules valstīs (ASV, Šveice), arī ES izstrādā un ievieš ekoloģisko nodokļu reformu. Pamatā ir princips, ka, resursam kļūstot dārgākam, tas jāizmanto taupīgāk. Reforma paredz nodokļu ieņēmumu pārdalīšanu ekoloģisko nodokļu labā. [3]

Dabas resursu nodoklis jāveido atkarībā no dabas resursu bagātības, tā nodrošinājuma, neatgriežamības, ekoloģiskā līdzsvara, vēsturiskās vērtības un citiem faktoriem, likmei pieaugot līdz ar konkrētā dabas resursa samazināšanos zem kritiskās robežas. [6]

Dabas resursu nodoklim Latvijas nodokļu ieņēmumos ir vismazākais īpatsvars. Pēc aprēķiniem nodoklim vajadzētu sasniegt 2–3% no kopbudžeta ieņēmumiem. Daži autori iesaka dabas resursu nodokļa vēlamo īpatsvaru 2–4% no nodokļu ieņēmumiem. [7]

Iekasēto dabas resursu nodokli sadala valsts vides aizsardzības speciālajā budžetā un vietējo pašvaldību vides aizsardzības speciālajos budžetos. Valsts vides aizsardzības speciālo budžetu pārvalda Latvijas Vides aizsardzības fonds.

Lielāko daļu dabas resursu nodokļa veido ieņēmumi par videi kaitīgām precēm, produktiem un iepakojumu, kuri 100% nonāk valsts budžetā. Vietējo pašvaldību budžetus veido 60% nodokļa par dabas resursu ieguvu un vides piesārņojumu. Tomēr tā ir salīdzinoši neliela daļa nodokļu ieņēmumu. Ar katru gadu pašvaldību budžeta ieņēmumi samazinās gan faktiskajās cenās, gan to īpatsvars, 1997.g. - 29%, 2000.g. - 22%.



Likums "Par vides aizsardzību" paredz, ka pašvaldību institūcijas ir atbildīgas par vides aizsardzību un dabas resursu izmantošanu savā administratīvajā teritorijā. Tām noteikti šādi uzdevumi [9]:

organizēt sadzīves un netoksisko rūpniecisko atkritumu savākšanu un transportēšanu;

organizēt ūdens apgādi un notekūdeņu attīrīšanu.

Apkārtējās vides uzlabošana (ūdens un gaisa piesārņotības samazināšana) ir viens vietējo pašvaldību līdzekļiem uzņēmējdarbības veicināšanai savā teritorijā. Palielinoties vietējo pašvaldību lomai vides aizsardzības pasākumu realizēšanā, atbilstoši vajadzētu palielināties finansu resursiem. Tā kā pašvaldības ir atbildīgas par vides piesārņošanas samazināšanu, vajadzētu pašvaldību rīcībā atstāt 80% vai pat vairāk dabas resursu nodokļa par vides piesārņošanu gan limita ietvaros, gan virslimita ieņēmumus. Tas veicinātu pašvaldību funkciju labāku izpildi.

2. Vides aizsardzības pasākumu finansēšana

Lai izpildītu vietējās vajadzības un starptautiskās saistības vides aizsardzības pasākumu realizēšanā, nepieciešams atbilstošs finansiālais nodrošinājums.

Vides pasākumu realizācijas finansu avoti ir šādi [10]:

- 1) valsts budžeta līdzekļi,
- 2) aizdevumi un banku kredīti,
- 3) starptautiskās finansu investīcijas,
- 4) bilaterālā palīdzība,
- 5) pašvaldību budžeta līdzekļi,
- 6) uzņēmumu un organizāciju līdzekļi.

Valsts iegulda līdzekļus vides aizsardzībā, izmantojot trīs finansu instrumentus:

- Valsts investīciju programmu (VIP);
- Latvijas Vides aizsardzības fondu (LVAF);
- Latvijas Vides investīciju fondu (LVIF).

VIP izstrādāta 1995.gadā. VIP uzdevums – piesaistīt līdzekļus ekonomikas un valsts infrastruktūras sakārtošanai un attīstībai. Viena no valdības noteiktajām prioritārajām nozarēm – vides aizsardzība. Saskaņā ar VIP 1995.–99.gadā vides aizsardzībā ieguldīts 21 miljons latu jeb vidēji 15% no kopējiem valsts investīciju līdzekļiem. [1] Turpmāk VIP ieguldījumu vides aizsardzībā paredzēts ar katru gadu palielināt. Vides investīciju stratēģija paredz, ka VIP ieguldījums vides aizsardzībā 2002.gadā sasniegs 1,16% no IKP.[8]

VIP vides kvalitātes uzlabošanai iekļautas trīs programmas:

- 1) ūdensapgāde un notekūdeņu attīrīšana Latvijas mazpilsētās – *programma 800+*;
- 2) nacionālā sadzīves atkritumu stratēģija Latvijā – *programma 500-*;
- 3) bīstamo atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izveide.

LVAF darbojas Vides un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) pakļautībā no 1996.gada. Tā ir valsts institūcija, kas pārvalda valsts vides aizsardzības speciālo budžetu.

Projektu iesniedzēji var būt juridiskas un fiziskas personas. Maksimālais finansējums ir 60–70% no projekta kopējām izmaksām. Finansējums ir dāvinājums vai subsīdijas.[1] Visvairāk līdzekļu tiek novirzīti ūdenssaimniecībai, t.i. 30–36% no kopējā finansējuma, atkritumu sektoram 20–27%, gaisa aizsardzībai 6–7%.

LVIF izveidots 1997.gada aprīlī kā valsts bezpeļņas organizācija, valsts sabiedrība ar ierobežotu atbildību. Fonds apvieno vietējos un ārvalstu līdzekļus aizdevumu sniegšanai gan privātajiem, gan valsts sektora vides projektiem ar atvieglotiem noteikumiem. Fonds sedz 20–50% no projekta kopējām izmaksām. [1]

Aizdevumi un banku kredīti var būt valsts garantēti un bez valsts garantijām.

Valsts garantētie aizdevumi nodrošina:

- pašvaldībām un uzņēmumiem aizdevumus ar vieglākiem noteikumiem;
- valsts institūciju papildus kontroli pār līdzekļu efektīvu izmantošanu;
- starptautisko finansu institūciju kontroli pār līdzekļu izlietošanu, atbalstu projektu sagatavošanā, pašvaldību un uzņēmumu pārstāvju apmācībā.

Tomēr valsts garantēto aizdevumu apjoms ir ierobežots, tāpēc tie jāierobežo. Taču ir virkne apstākļu, kas bremzē aizdevumu un banku kredītu saņemšanu pašvaldībām un uzņēmumiem:

- pašvaldību un uzņēmumu finanses ir nepietiekošas kredītu garantijām,

zemā iedzīvotāju maksātspēja nenodrošina projektu atmaksāšanos. Tāpat nepieciešami dāvinājumi un valsts budžeta līdzekļi. [10]

Starptautisko institūciju investīcijas Latvijā ir nozīmīgs finansu avots. Sadarbība ar starptautiskajām finansu institūcijām notiek no 1994.gada. Tās projektu finansēšanā piedalās galvenokārt ar aizdevumiem. Nozīmīgākās investīcijas veikušas [1]

Pasaules Banka (PB);

Ziemeļvalstu Vides finansu korporācija (NEFCO);

Ziemeļvalstu Investīciju banka (ZIB);

Eiropas Rekonstrukcijas un attīstības banka (ERAB);

Eiropas Investīciju banka (EIB).

ES PHARE programma ir ES finansu instruments, kas atbalsta Centrālās un Austrumeiropas valstu ekonomikas pārstrukturēšanas procesu atbilstoši tirgus ekonomikai. Latvija ir ES PHARE vides programmas dalībvalsts kopš 1992.gada. ES PHARE apakšprogrammu ietvaros investīcijas ieguldītas šādos projektos: Nacionālā programma, Pārrobežu sadarbības programma, Reģionālā programma, Daudzvalstu programma un Eiropas Integrācijas fonda (DISAE) programma Latvijā. [1]

Pirmspievienotās strukturālais fonds – ISPA. Šobrīd prioritārie virzieni vides pārvaldē – ūdenssaimniecība, gaisa kvalitātes uzlabošana un atkritumu saimniecība. Finansējums var būt kā dāvinājums, subsīdijas aizdevuma % nomaksai, dalības līdzekļi uzņēmuma akciju kapitālā u.tml. Priekšnoteikumi finansējuma saņemšanai [1]:

- 1) ES vides kvalitātes prasību ieviešana;
- 2) principa "piesārņotājs maksā" ievērošana projektā;
- 3) projekta atbilstība nacionālajai vides politikas stratēģijai un prioritātēm;
- 4) minimālās kopējās projekta izmaksas vismaz 3,4 miljoni latu;
- 5) asociēto valstu līdzfinansējums vismaz 25% apmērā.

Līdz 2002.gada beigām paredzēts sakārtot vides likumdošanu atbilstoši ES prasībām un, ievērojot ierobežotos finansu resursus, līdz 2015.gadam panākt šīs likumdošanas ieviešanu. Latvijai nepieciešamas sevišķi lielas investīcijas, lai nodrošinātu ES prasībām atbilstošu pilsētu notekūdeņu attīrīšanu, dzeramā ūdens un gaisa kvalitāti, atkritumu apsaimniekošanu.

Bilateriālā palīdzība. Dānijas un Zviedrijas vides aizsardzības aģentūras, Zviedrijas starptautiskās attīstības aģentūra, Somijas vides ministrija u.c. institūcijas sniedz palīdzību dāvinājumu vai aizdevumu uz atvieglotiem noteikumiem veidā. Piegādes projektu gadījumā iepirkumi jāveic donorvalstī. Pozitīvie aspekti – nodrošina mūsdienīga tehniskā risinājuma ieviešanu, tarifu optimizāciju, uzņēmumu finansu vadības optimizāciju, kas nodrošina sekmīgu uzņēmumu un pašvaldību attīstību arī pēc projekta beigšanas. [10]

Pašvaldību līdzekļus vides pasākumu realizēšanai veido vietējo pašvaldību vides aizsardzības speciālie budžeti. Šo līdzekļu īpatsvaram vajadzētu palielināties, tas nodrošinātu pašvaldību funkciju labāku izpildi un garantētu pašvaldību ieinteresētību projektu realizācijā. Tomēr pagaidām mazās pašvaldības pašas nespēj nodrošināt vides pasākumiem nepieciešamo finansējumu, tāpēc nepieciešami citi papildus finansu avoti.

Uzņēmumu līdzekļu palielināšanos vides pasākumu realizēšanā galvenokārt var panākt ar dabas resursu nodokļa atvieglojumu mehānisma darbību un sabiedrības izglītošanu vides jautājumos.

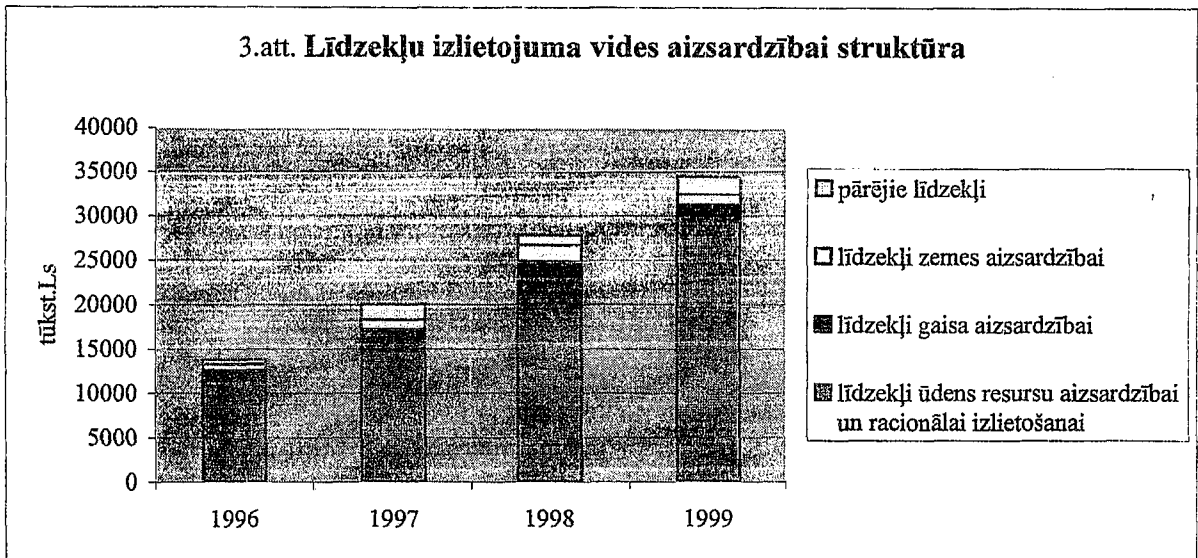
Kopfinansēšana. Visbiežāk vides pasākumu īstenošana notiek, apvienojoties vairākiem finansu avotiem. Ļoti efektīvs ir kopfinansēšanas princips, jo

- ◆ finansētājs maksimizē rezultātu ar doto finansējuma apjomu;
- ◆ samazinās katra finansētāja finansu risks, tas tiek sadalīts starp visiem finansētājiem;
- ◆ paaugstinās izpildes kvalitāte, ja to kontrolē vairākas organizācijas.

Pastiprinās tendence arvien lielāku atbildību par finansējuma piesaisti un nodrošināšanu nodot pašvaldībām. Paredzams, ka ar laiku valsts budžeta dotācijas vides infrastruktūras attīstībai samazināsies, pieaugot aizdevumu bez valsts garantijām, kā arī pašvaldību un uzņēmumu ieguldījumu īpatsvaram finansēšanā. Tomēr tas varēs notikt tikai tad, ja veidosies spēcīgas pašvaldības ar pietiekošu finansiālo nodrošinājumu.

3. Vides aizsardzības līdzekļu struktūra

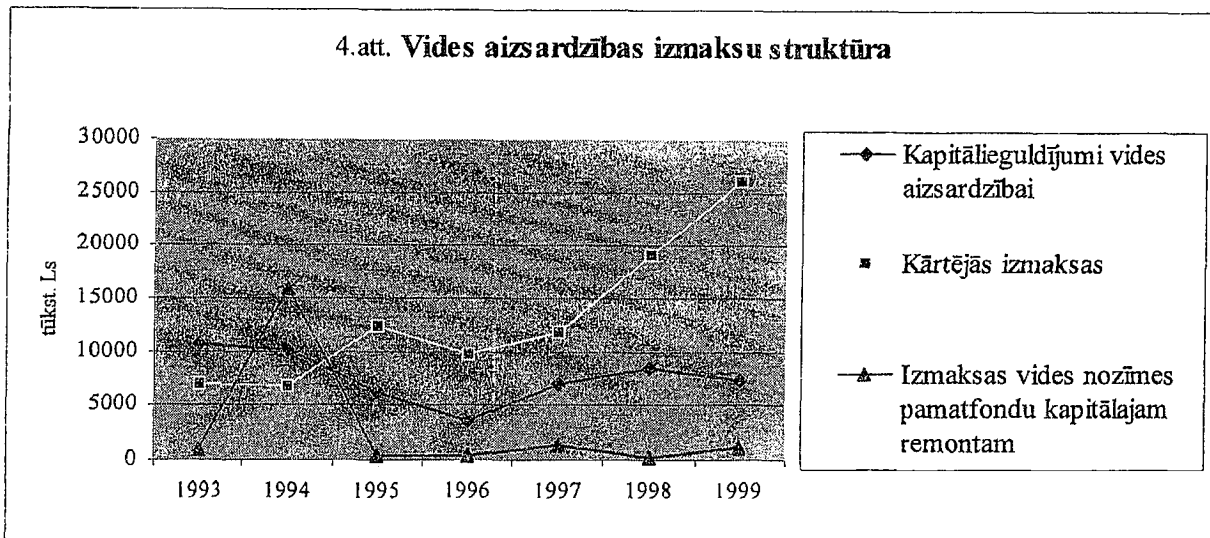
Līdzekļu izlietojuma vides aizsardzībai struktūrā vislielākais īpatsvars ir izdevumiem ūdenssaimniecībai. Paredzams, ka turpmāk straujāk pieaugs līdzekļi atkritumu saimniecībā.



Vides aizsardzības līdzekļu struktūrā strauji palielinās kārtējās izmaksas. Kapitālieguldījumiem šai struktūrā ir tendence samazināties: ja 1994.gadā tie bija 33%, tad 1999.gadā vairs tikai 21%. Vismazākais īpatsvars ir izmaksām pamatfondu kapitālajam remontam – kopš 1995.gada 1–6%. Ierobežotie finansu resursi ir nepietiekoši kapitālieguldījumiem.

Lielākie kapitālieguldījumi vides aizsardzībai 1999.gadā veikti pašvaldību uzņēmumos un organizācijās, t.i., 72% no kopējiem kapitālieguldījumiem. Finansējuma galvenais avots ir 7 republikas nozīmes pilsētu budžeti. Rajonos pašvaldību budžetu finansējums ir ārkārtīgi mazs, finansējums galvenokārt tiek veikts no starptautiskajām investīcijām un valsts budžeta.

4.att. Vides aizsardzības izmaksu struktūra



3.tabula

Kapitālieguldījumu vides aizsardzībai pašvaldību uzņēmumos finansu avoti 1999.gadā [5]

Finansu avots	Republikas pilsētās		Rajonos		Kopā	
	tūkst.Ls	%	tūkst.Ls	%	tūkst.Ls	%
Valsts budžeta līdzekļi	16.6	0.4	509.5	35.6	526.1	10.1
Pašvaldību budžeta līdzekļi	3307.1	87.4	4.7	0.3	3311.8	63.5
Banku kredīts	110.0	2.9	330.0	23.0	440.0	8.4
Uzņēmumu un organizāciju līdzekļi	98.0	2.6	33.1	2.3	131.1	2.5
Citi līdzekļi	253.3	6.7	555.1	38.8	808.4	15.5
PAVISAM	3785.0	100.0	1432.4	100.0	5217.4	100.0

Kapitālieguldījumu struktūrā vislielākais īpatsvars tradicionāli ir ūdens resursu aizsardzībai (1999.g. 74%). Šajā sektorā vislielākais finansējums ir no pašvaldību budžetiem (1999.g. 61%), kas galvenokārt ieguldīts ūdens aizsardzības būvēs un iekārtās (97%). Valsts budžeta līdzekļu īpatsvars ir 10%, kas galvenokārt ieguldīts notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Kapitālieguldījumus gaisa aizsardzībai veido tikai uzņēmumu un organizāciju līdzekļi, vislielākie 1999.gadā tie bijuši Ventspilī. Tātad kapitālieguldījumus vides aizsardzībā galvenokārt veic no lielo pilsētu pašvaldību budžetiem. Mazo pašvaldību līdzekļi tam ir nepietiekoši, tāpēc nepieciešams valsts finansējums.

4. Vides investīciju stratēģija

Vislielākās investīcijas paredzētas ūdenssaimniecībā un atkritumu saimniecībā. Investīciju ūdenssaimniecībā īpatsvars turpmākajos gados samazināsies, palielināsies investīcijas sadzīves un bīstamo atkritumu, kā arī radiācijas drošības sektoros.

Plānotās investīcijas vides sektoros [8]

Vides sektori	2001		2002	
	milj.Ls	%	milj.Ls	%
Ūdenssaimniecība	29.96	66.8	25.09	54.6
Sadzīves atkritumi	7.60	16.9	9.63	20.9
Bīstamie atkritumi	3.86	8.6	5.74	12.5
Radiācijas drošība	1.32	2.9	3.33	7.2
Pārējie	2.13	4.7	2.19	4.8
Kopā	44.87	100.0	45.98	100.0

Pēc VARAM aprēķiniem, lai sasniegtu atbilstību ES prasībām ūdenssaimniecībā un atkritumu saimniecībā, jānodrošina vidēji 50 līdz 60 milj. latu lielas investīcijas gadā, tātad tās vēl jāpalielina. Izvērtējot pašvaldību budžetu un kredīta ņemšanas iespējas, kā arī potenciālos dāvinājumus, lai nodrošinātu iepriekš minēto investīciju līmeni, valsts budžeta finansējumam jābūt vismaz 15 – 20 miljoni latu gadā.[8] Plānojot vides investīcijas līdz 2002.gadam kā lielākais finansu avots paredzēti *ISPA* līdzekļi, t.i., vairāk kā 30%, kredīti 29%, pašvaldību un uzņēmumu līdzekļi 17% no kopējām investīcijām. Lai saņemtu ES investīcijas, jānodrošina līdzfinansējums vismaz 25% apmērā. Kamēr vietējo pašvaldību finansu resursi ir ierobežoti, nepieciešamas papildus investīcijas no valsts budžeta.

Kopsavilkums

1. Pašreizējie dabas resursu nodokļa ieņēmumi ir nepietiekoši vides aizsardzības pasākumu finansēšanai. Netiek ievērots princips "piesārņotājs maksā". Nodokļa ieņēmumu pieaugums jāpanāk, palielinot nodokļa bāzi, t.i., izmantojot visas likumā paredzētās iespējas aplikt ar nodokli dabas resursu izmantošanu un vides piesārņošanu. Kopējā valsts konsolidētā kopbudžeta nodokļu masā dabas resursu nodoklim jā sastāda 2–4%.
2. Papildinot ar dabas resursu nodokli apliekamo objektu sastāvu 1996.gadā, netika izmainīta nodokļu ieņēmumu sadale starp valsts un pašvaldību budžetiem. Pašvaldību speciālo budžetu līdzekļi ar katru gadu samazinās. Palielinot nodokļa ieņēmumu daļu šajos budžetos, pašvaldības būtu finansiāli spēcīgākas vides (sevišķi atkritumu saimniecības) pasākumu programmu izpildei.
3. Ar katru gadu samazinās kapitālieguldījumi vides aizsardzībā. Vietējie finansu resursi tam ir nepietiekoši, tāpēc nepieciešamas papildus starptautiskās investīcijas.
4. Dažādu institūciju finansējuma piesaistīšanā arvien lielāka loma jāuzņemas pašvaldībām un uzņēmumiem. To kavē ierobežotie pašvaldību un uzņēmumu finansu resursi, tāpēc papildus nepieciešamas dotācijas un investīcijas no valsts budžeta.

Literatūra

1. Ziņojums par vides investīcijām 1992. – 1998. – R.: VARAM, 1999. – 26 lpp.
2. LR likums "Par dabas resursu nodokli" 1995.
3. Latvijas vides pārskats 1998. R. Latvijas vides konsultāciju un monitoringa centrs. – 1999. – 90 lpp
4. Mihaneks G., Blumberga U. Vides aizsardzības likumdošanas sistēma Latvijā. VARAM un Zviedrijas vides aģentūra. R. 1998.
5. LR CSP dati 1993.–2000.
6. Sproģe I., Sproģis A. Latvijas nodokļu politikas pilnveidošanas virzieni. Nodokļu un subsīdiju politika. LZP. – R., 1998.jūnijs. – 31.–37.lpp.
7. Kaužēna D. Vides aizsardzība, ekoloģija un fiskālie jautājumi. Valsts fiskālās politikas problēmas, LU, Tautsaimniecības institūts, Rēzeknes augstskola u.c. – R., 1999.jūnijs. – 33.–35.lpp.

8. Vides un reģionālās attīstības investīciju stratēģija 2000.–2002. – R.: VARAM, 2000. – 26 lpp.
9. LR likums "Par pašvaldībām" 1994.
10. Vides aizsardzības rīcības programma. – R.: VARAM, 1998.

VIDEI DRAUDZĪGI LAUKU PROJEKTI LATGALEĒ ENVIROMENT-FRIENDLY FARMING PROJECTS IN LATGALE

Eduards Matisāns, inženierzinātņu doktors, vadošais pētnieks, projekta vadītājs
Semjons Ivanovs, inženierzinātņu doktors, vadošais pētnieks
Institūta ielā 1, Ulbroka, Rīgas rajons, LV – 2130, Latvija
Tālrunis: +(371)2910879, fax: +(371)2910873, e-pasts: uzc@lanet.lv

***Abstract.** By evaluating the strong and the weak points of the Latgale region we can assert that its power lies in its natural resources which are luxurious in their mild modesty, with the best-preserved environmental originality in the north-eastern part of Eutrope. The weak point of Latgale is the poverty of the population and disarrayed infra-structure. To eliminate the weakness, balanced education of the population is needed, as well as profitable farming projects and support investments. A co-operation project was worked out by the Latvian Council of Science "Optimisation of the economic and social development of Latgale". During four years "Foundations of farming in Latgale" have been developed. This report deals with what has been done; in monographs, available just here, the members of the conference can obtain detailed information.*

Ievads

Izvērtējot Latgales reģiona tautsaimniecības stiprās un vājās puses, jāatzīst, ka, strādājot ar pašreizējām tehnoloģijām un organizāciju, sociālā situācija neuzlabosies, bet pastāv iespēja līdzsvarotai attīstībai, kur nepieciešams zinātnisks pamatojums.

Latvijas valsts rietumu un austrumu daļas vēsturiskā attīstība noritēja atšķirīgi. Ilgstoša Latgales atrašanās lietuviešu, poļu un pēc tam krievu pakļautībā (350 gadi) veicināja kultūras un saimnieciskās atšķirības un atpalicību. Šo Latgales atpalicību pastiprināja samērā nelielā zemes ražotspēja, kuru A. Boruks (1) vērtē 1,2 reizes zemāku kā vidēji pārējā Latvijas teritorijā. Arī cilvēku ar augstāko izglītību Latgalē ir divas reizes mazāk (Z. Matule), jauniešiem iespēja to iegūt ir 1,3 reizes zemāka kā vidēji valstī, bezdarbs Latgalē 4–6 reizes lielāks kā Rīgas reģionā. No 1991. gada iedzīvotāju skaits Latgalē samazinās par 1% gadā galvenokārt negatīvā dabiskā pieauguma dēļ. No katriem četriem latgaliešiem trim ieņēmumi zem krīzes iztikas minimuma. Tas latgaliešiem ir vēsturisks mantojums jeb zemaais starta laukums, ko ar likumu "Par īpaši atbalstāmajiem reģioniem" 10.06.97 atzina LR Saeima un 3. pantā noteica, ka: "Šā likuma mērķis ir **radīt iespējas īpaši atbalstāmo reģionu paaugstinātai ekonomiskai attīstībai, lai veicinātu līdzvērtīgu sociālekonomisko apstākļu izveidošanos visā valsts teritorijā**" (izcēlums E.M.).

Latgales reģionā izveidota attīstības plānošanas padome, tās darbības veiksmei nepieciešamas zinātniskas izstrādes. Pašvaldības izstrādā teritoriju attīstības projektus, šo projektu izstrādē, izvērtēšanā vajadzīgs zinātnisks pamatojums. Valstī aizsākta administratīvi teritoriālā reforma, kas īpaši sarežģīta Latgalē, arī tai vajadzīgs zinātnisks pamatojums. Tautsaimniecības studiju programmām vajadzīgas zinātniskās izstrādes.

Pašreizējais sabiedrības dabas resursu un atkritumvielu apsaimniekošanas informatīvais līmenis (G. Noviks, 16) ir visai zems. Lai aktivizētu sabiedrību ilgspejīgās un līdzsvarotās ekonomikas attīstībai, ievērojot vides kvalitātes parametrus un racionālu resursu izmantošanu, nepieciešama tās ekoloģiskā izglītošana un attiecīgās informatīvās bāzes izveidošana. Tautsaimnieciskā aktualitāte ir saistīta ar nepieciešamību racionāli izmantot vietējos resursus, plaši ieviest augstvērtīgas tehnoloģijas to pārstrādāšanai. Projekts paredz arī šo jautājumu risināšanu.

Lai risinātu šos jautājumus, četru augstskolu zinātnieki un trīs zinātnisko institūtu zinātnieki iesniedza sadarbības projekta "Latgales ekonomiskās un sociālās attīstības optimizācija" (vadītājs E. Matisāns) pieteikumu un saņēma Latvijas Zinātnes padomes finansiālu atbalstu. Šis ziņojums ir daļa no pētījumu rezultātiem, ko var apzīmēt ar kopējo nosaukumu "Saimniekošanas pamati Latgales laukos", kas tiek publicēti 9 monogrāfijās (1,2,3,4,5,6,7,8,16).

Šī pētījuma priekšrocība: sadarbība starp dažāda virziena pētniekiem. Sasniegt videi draudzīgus tehnoloģiskos risinājumus visiem projekta izpildītājiem atviegloja G. Novika pētījums "Ekotehnoloģijas pamati".

Sadarbības projekta mērķis

Veikt pētījumu un izstrādāt informācijas banku, zinātniski pamatotu normatīvo bāzi, izpildmehānismu, lai

- I. paaugstinātu saimniekošanas ienesīgumu Latgales reģionā;
- II. veicinātu iedzīvotāju labklājību Latgalē; pakāpenisku sociālo un ekonomisko atšķirību izlīdzināšanu Latgales reģionā un Latvijas valstī;
- III. uzlabotu reģiona tautsaimniecības vadīšanu, tuvinātu izpildvaru un sabiedrību saimniekošanas darbā;
- IV. aktivizētu reģiona iedzīvotājus;
- V. līdzsvaroti izmantotu reģiona resursus;
- VI. veicinātu tiesiskumu, varas struktūru darba atklātumu, demokrātisku un cilvēcisku attiecību attīstības iespējas;
- VII. sagatavotu priekšnosacījumus Latgales kultūras mantojuma izmantošanai Latvijas valsts atdzimšanā.

Pētījumu metodika

Izmantojam standartizētu informāciju par lauku saimniecībām (SUDAT, 14), kas balstās uz ES FAND (13), un speciāli iegūtu informāciju par atsevišķām saimniecībām un atsevišķiem pētījumu procesiem.

Pētījumi veikti 5 ienesīgas saimniekošanas virzienos: piensaimniecība, aitikopība, gaļas šķirnes liellopu audzēšana, linkopība un cūkkopība. Katram saimniekošanas virzienam izstrādāta vīzija (1,2,3,4) vismaz līdz 2006. gadam un realizācijas mehānisms (1,2,3,4), izstrādātas galvenās ekonomiski izdevīgas, energotaupošas, videi draudzīgas ražošanas tehnoloģijas (1,2,3,4,5,6,7,16). Veikti ražošanas izmaksu optimizācijas aprēķini (1,2,3,4,5,6,7) un noteikti rekomendējamie ierobežojumi (1,2,3,4,5,6,7,16). Piemēram, pētījumu rezultāti par videi draudzīgu nozari aitikopību apkopoti monogrāfijā "Aitikopība".

Piemērs: aitkopības pētījumu kopsavilkums

Aitkopība varēs pastāvēt, tikai nodrošinot jēru gaļas dzīvmasas un ES standartiem atbilstošu kautķermeņu eksportu. Lai varētu jērus un aitas gaļu eksportēt, nepieciešams ganāmpulku pavairot.

- I. No 1939. gada aitu skaits samazinājies 54 reizes, un 2000. gadā ar 27 tūkstošiem aitu valstī aitkopība ir likvidācijas stadijā. Realizējot projektu miljons aitu ("M-A"), 6 gadu laikā ganāmpulku var palielināt līdz 100 tūkstošiem, t. sk. 28. tūkst. tūršķirnes aitu.
- II. Lai atjaunotu eksportspējīgo aitkopības nozari, Latvijas aitu audzētāju asociācija (LAAA) izstrādā aitkopības ilgspējīgas attīstības projektu, kam par pamatu varētu izmantot saimniekošanas "M-A" modeli. Šajā gadījumā aitas pamatā audzē specializētās saimniecībās ar ganāmpulku vismaz 180 aitas uz 60 – 120 ha zemes. Latvijā veidojamas vismaz 3500 šādas saimniecības. Lopbarības sagatavošanai lieto mūsdienu tehnoloģijas. Aitu mītņu ierīkošanai izmanto neaizņemtās celtnes laukos.
- III. "M-A" modelis parāda, ka aitkopības attīstības projekts salīdzinājumā ar celulozes rūpnīcas celtniecības projektu ir būtiski izdevīgāks.
 - A. Ar 2 reizes mazākiem līdzekļiem var gūt 1,6 reizes lielāku ieņēmumu, kas paliek Latvijā;
 - B. Sasniedzot projektēto jaudu, tiek radītas 7500 jaunas darba vietas, kas desmitkārtīgi pārsniedz celulozes rūpnīcas projektā paredzēto. Projektēto aitu ganāmpulku iespējams sasniegt 14 gados bez ievērojama šķirnes materiāla importa. Kopējās investīcijas projektam "M-A" ir 10 reizes mazākas par celulozes projektā paredzētajām. Valsts investīcijas aitkopības projektā kļūs par Latvijas mazo uzņēmēju (3000 ÷ 5000 uzņēmēju) kapitālu nevis ārzemju lielkapitālistu guvumu;
 - C. "M-A" projekts ir videi draudzīgs, sakopj 4000 km² valsts teritorijas. Celulozes rūpnīca pie Daugavas vienmēr būs draudīga upei un upes baseina iedzīvotājiem;
 - D. Latvijas valstij nav jānodod ārzemniekiem meži un zeme;
 - E. Investīcijas projektā jāiegulda pa daļām 14 gadu periodā. Pēc valsts atbalsta granta saņemšanas aitkopības saimniecība jau otrajā gadā ir eksportspējīga un rentabla;
 - F. Projekta realizēšanu jebkurā stadijā var apturēt (piemēram, samazinās jēra gaļas pieprasījums ES), celulozes rūpnīcas celtniecību pusceļā nevar pārtraukt. Galīgas neveiksmes gadījumā ganāmpulku var izpārdot un atgūt 80% līdzekļu. Nojaucot celulozes rūpnīcu, līdzekļus neatgūsim un Daugavu neiztīrīsim;
 - G. "M-A" projekts apturēs 0,4 milj. ha lauksaimniecības zemju degradāciju un novērsīs zemes iekopšanu jau ieguldīto Ls 60 milj. zaudēšanu.

Ieteikumi aitkopībā

- I. Lai novērstu aitkopības nozares likvidāciju LAAA sagatavo un slēdz līgumu ar valdību vismaz uz 6 gadiem par aitkopības attīstību Latvijā un valsts atbalstu šī projekta realizācijā. Valsts atbalsts tiek piedāvāts publiskās izsolēs kapitāla grantu veidā. Pirmajā gadā izsolāmi 15 ÷ 45 granti 180 – 200 aitu ganāmpulku izveidošanai. Viena granta maksimālā vērtība Ls 19,5 tūkstoši. Grantu īsto vērtību noteiks izsole, un tā vērtība vienmēr būs mazāka par Ls 19,5 tūkst. Līgumā paredzama aitkopības attīstība pa gadiem un pušu ieguldījums šajā projektā. Atbalsta maksājumu apjoms, termiņi un veids ir galvenais šī līguma priekšmets. Tie var būt valsts kapitāla granti, subsīdijas ganāmpulka izveidošanai, tehnikas un zemes iegādei, procentu atlaides kredītiem, dalība veterinārā, zootehniskā palīdzībā, atbalsts eksporta organizēšanā.

II. Pēc līguma noslēgšanas ar valdību LAAA slēdz līgumus ar Izglītības un zinātnes ministriju par zemnieku izglītošanu, ar Latvijas Zinātnes padomi par sadarbību un zinātnisko palīdzību, ar Gaļas pārstrādātāju asociāciju un Amatniecības kameru par sadarbību.

Līdzīgā kārtā sagatavoti priekšlikumi gaļas šķirnes liellopu nozares attīstībai (4), specializētu cūkaudzēšanas ģimenes fermu (7) un piensaimniecību veidošanai (5).

Lauksaimniecības vieta valstī

Neskatoties uz draudīgiem "pārtikas kariem" uz valsts robežas, pārpludināto iekšējo tirgu ar importa pārtiku (ap 50% un vairāk), neveiksmīgiem starpvalstu valsts tirdzniecības līgumiem mūsu pētījumi apstiprina, ka

- 1) Latvijas iedzīvotāji jānodrošina galvenokārt ar pašražotu pārtiku, un to varēs veikt, aizsargājot iekšējo tirgu;
- 2) lauksaimniecība nav parasta tautsaimniecības nozare, jo tai bez uzdevuma ražot pārtikas produktus un izejvielas ir vēl divi ļoti svarīgi mērķi – dabas aizsardzība un lauku telpas piepildīšana jeb aizņemšana ar savas valsts pilsoņiem;
- 3) lauksaimniecība ir stratēģiska nozare, kas nodrošina tautas saimniecības neatkarības pamatus; izputinot to, valsts zaudē arī savu politisko un saimniecisko neatkarību – šī iemesla dēļ visās attīstītajās valstīs veic tieša un netieša valsts atbalsta politiku lauksaimniecībā.

Līdzšinējā Latvijas valsts lauksaimniecības politikas prakse nesakrīt ar minēto.

Latgales pārtikas iekšējā tirgus ietilpība ir neliela – apmēram 230 tūkst. pircēju. Visoptimistiskākajā gadījumā var cerēt, ka Latgales iekšējo pārtikas tirgu piepildīs pašražotās preces 90% apmērā. Lai tirgum un lauku iedzīvotāju pašapgādei saražotu vajadzīgo pārtiku, rēķinot 2006. gadā Latgalē sasniedzamu ražu 2000–2500 b.v/ha, būs nepieciešams apsaimniekot apmēram 280 tūkst. ha un pārvērst vajadzīgos maizes un lopkopības produktos. Tas nozīmē, ka pārredzamā nākotnē pārtikas preču produkcijas ražošanai un lauksaimnieku pašapgādei būs vajadzīgas tikai divas trešdaļas aramzemes, bet, kļūstot par ES dalībvalsti, šīs platības vēl par trešdaļu būs jāsamazina. Pastāv kapitāla agresīvo interešu spiediena pazīmes mazāk labvēlīgos reģionos (17). Tāpēc varas gaitēnos pastāv reāli draudi likvidēt preču lauksaimniecību Latgalē. Līdz ar to zudīs vides sakopšanas pamatstruktūra un finansēšanas avoti vides sakopšanai Latgalē.

Lauksaimniecības produkcijas ražotāji, tāpat kā jebkuras citas nozares uzņēmēji, būs dzīvotspējīgi tikai tad, ja viņi spēs izturēt konkurences cīņā ar analogiskas produkcijas citzemju ražotājiem pie līdzīgiem noteikumiem. Lai varētu šādi saimniekot, zemes lietotājiem jābūt pieejamai patiesai un operatīvai tirgus, tehnoloģiskai un tiesiskai informācijai. Jābūt valsts atbalstam ražošanas uzsākšanai un ilgtspējības nodrošināšanai. Panākumi jāgūst sākumā vietējā tirgū, jo to var aizsargāt ar kvotām un kompensācijas maksājumiem. Vietējo ražojumu pārdošanas cena būs zemāka uz transporta izmaksu ietaupījuma rēķina. Ražošanas izmaksas un lauksaimniecības subsidēšanas apmēri būtiski nedrīkst atšķirties no tiem, kādi ir analogiskas produkcijas piegādātājiem ārvalstīs. Pie pašreizējām Latvijas valsts iespējām šo nosacījumu izpildīt ir ārkārtīgi grūti. Lai valdība rēķinātos ar šiem lauku cilvēku izdzīvošanas nosacījumiem un lai lauku ražotāji varētu racionāli strādāt, jāapvienojas ražotāju interešu grupās, asociācijās, jākooperē pārstrāde un pašapgāde, jānodibina ražotāju pašpārvalde. Strādājot līdzšinējā vienpatībā, noteikti izputēsīm.

Eksports un saimniecību lielums

Lauksaimniecības pamatā jābūt orientācijai uz vietējo tirgu un tikai dažu produkcijas veidu eksportu. Latgales lauku eksportpreces būtu: kokmateriālu, līnšķiedras un piensaimniecības izstrādājumi, augstvērtīga liellopu un aitas gaļa, ārstniecības augi, biškopības produkti,

mājamatniecības darbi. Sasniegt pasaules tirgus prasībām atbilstošu kvalitātes līmeni lauksaimniecībā ir vienkāršāk un lētāk nekā rūpniecībā. Latvijas lauksaimniecības produkcijas kvalitātes iespējas palielina tas, ka izlietojam ievērojami mazāk ķīmikāliju un pesticīdu nekā citur. Lielākās saimniecībās ražošana ir rentablāka, bet Latgales apstākļos ar tās neviendabīgo reljevu un ievērojot sociālo mentalitāti (savs kaktiņš, savs stūrītis zemes) par vispiemērotāko saimniecības tipu jāatzīst ģimenes saimniecības. Latvijas lauku nākotnes modelis nav lielsaimnieku un kalpu zeme. Ģimenes saimniecības lielumam Latgalē vajadzētu būt 30–50 govīs vai 60–150 gaļas šķirnes nobarojamie liellopi, 150–250 aitu mātes, specializēta tehnisko kultūru saimniecība ar 20–30 ha rapša vai linu. Tādu saimniecību Latgalē pašreiz ir maz. To radīšana var notikt lēni un pakāpeniski ar valsts atbalstu nodrošinot lētus kredītus.

Pašreiz mazzemnieki (87%) vāji piedalās preču tirgū, un viņu ieņēmumi no preču ražošanas nesedz ģimenes vajadzības. Šiem cilvēkiem jāpalīdz uzlabot viņu dzīvi vispirms kārtā, lai spētu skolot savus bērnus (līdz ar to arī radīt bērnus) un, galvenais, pašizglītoties. Mūsu augstāk minētie trīs galvenie valsts atbalsta virzieni būtu atspēriens, lai daļa no viņiem kļūtu par preču ražošanas saimniecībām vai uzsāktu citu pieprasītu nodarbi. Nav pieļaujams, ka Latgalē veidojas "tukšās telpas*" (18, 19) – pat veseli pagasti kļūst par sevi reproducēt nespējīgiem – tas nozīmē Latvijas valsts vēl tālāku samazināšanu.

Secinājumi

1. Latvijas valdība ar likumu ir izteikusi atbalstu Latgales reģiona ilgtspējīgai attīstībai. Lauksaimniecība un pārtikas produktu pārstrāde atbalstāmi prioritāri, jo iedzīvotāju nodrošināšana ar pašražotu pārtiku ir tautsaimniecības neatkarības pamats. Lauksaimniecība līdztekus pārtikas ražošanai nodrošina vides sakārtošanu un telpas aizņemšanu ar savas valsts pilsoņiem.
2. Pastāv kapitāla agresīvo interešu spiediena pazīmes nesekmēt lauksaimniecības attīstību mazāklabvēlīgos reģionos. Tāpēc varas gaitēnos pastāv reāli draudi likvidēt preču lauksaimniecību Latgalē. Līdz ar zudīs vides sakopšanas pamatstruktūra un finansēšanas avoti vides sakopšanai Latgalē.
3. Mūsaprāt, konkurētspējīgu lauksaimniecības preču ražošanu Latgalē varēs sasniegt uz videi draudzīgas zāles lopbarības ražošanas un izmantošanas piena lopkopībā, gaļas liellopu, aitu un kazu audzēšanā.
4. Latgalieši savu sociālo interešu aizstāvēšanu varēs panākt, aktīvi iesaistoties nevalstiskās organizācijās: ražotāju asociācijās, ražotāju un apgādes kooperatīvos, profesionālās un dabas draugu biedrībās, krājaizdevu sabiedrībās. Šajās organizācijās izkoptās idejas organizatori varēs realizēt Satversmes 2. panta kārtībā.

Literatūra

1. Zemkopības pamati Latgalē. – 1999. – 346 lpp.
2. Ienesīga tālumnieka saimniecība – 1999. – R.: Avots, 254 lpp.
3. Norvele G., Neilands J., Matisāns E. Aitkopība. – Ulbrokas Zinātnes centrs, 200. – 340 lpp.
4. Matisāns E., Uzeleņš J. u.c. Gaļas liellopu nozares attīstība Latvijā. – Ulbrokas Zinātnes centrs, 2001. – 150 lpp.
5. Laurs A., Priekulis J. Ekonomiski izdevīga piena ražošana. – Ulbrokas Zinātnes centrs, 2001. – 360 lpp
6. Ivaņovs S., Stramkale V. Linu ražošanas tehnoloģija un ekonomika Latgalē. – Ulbrokas Zinātnes centrs 2001. – 160 lpp.
7. Ilsters A. Tehniskais aprīkojums un ražotāja izmaksas cūkkopībā. – Ulbrokas Zinātnes centrs, 2001. – 155 lpp.

8. Meņšikovs V. Latgale ceļā uz konkurētspējīgu tirgu. – Daugavpils: DPU izdevniecība “Saule”, 1997. – 120.lpp.
9. Meņšikovs V., Peipiņa O. Atomenerģētika un cilvēka dzīves apstākļi (socioloģiskais aspekts). –Daugavpils: DPU izdevniecība “Saule”, 1999. – 113.lpp.
10. Baltgailis J. Pārejas ekonomikas pakāpes (Kā pasaules prakse transformējās Latvijas Republikā). – Daugavpils: DPU izdevniecība “Saule”, 1999. – 88.lpp.
11. Baltgailis J. Finanšu vadīšanas pamati pārejas ekonomikā (pēc Baltijas valstu piemēra). – Rīga: Baltijas Krievu institūts, SIA “Jumis”, 1999. – 128.lpp.
12. Meņšikovs V. Finanšu socioloģija. 15 dr.l. (manuskripts)
13. Definition of Variables used in FADN standard results. Community Committee for Farm Accountancy Data network (FADN). RI/CC 882 Rev. 6.1, European Commission Directorate – General for Agriculture. 2000.

SADZĪVES ATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS PROJEKTS – VIDES KVALITĀTES UZLABOTĀJS AUSTRUMLATGALES REĢIONĀ EAST LATGALE SAA PROJECT

**Aigars Metlāns,
Edmunds Teirumnieks**
Latvija, Rēzekne, Austrumlatgales SAA projekts

***Abstract.** East – Latgale Region including Rezekne city and district and Ludza City and district. East – Latgale region occupies 5241 km² (about 8% of Latvia). There are 120273 inhabitants (4,9% of Latvia’s population). Registration of waste volume in region is formal, because waste going to dumpsites as a matter of fact is not controlled except dumpsites used by largest towns. In East – Latgale region in year 2000 was 46 dumpsites and total waste volume 64700 m³.*

National Municipal Solid Waste Management Strategy foreseeing establish 10–12 new solid waste landfills in Latvia. The overall strategy in searching for a location of a new landfill includes three principal aspects:

- 1. The environmental impact of a landfill has to be as low as possible.*
- 2. The waste disposal interests should not conflict with other interests.*
- 3. The selected site should be reasonable from economic viewpoint.*

Taking into consideration the above aspects, the division of the land in areas suitable and non-suitable for location of a new landfill was based on the following criteria:

Geological structure and hydrogeological conditions;

Distance to urban areas;

Location of particularly protected nature objects;

Distance to surface water bodies.

Atkritumi ir cietas, šķidrās vai gāzveida vielas, kā arī izstrādājumi, kas attiecīgajā tehnoloģiskajā, saimnieciskajā vai fizioloģiskajā procesā ir liekas un tiek no tā izņemtas. Pēc rašanās sastāva tie ir sadzīves un rūpnieciskie atkritumi. Pēc to rašanās vietas tos iedala mājāsaimniecības, pašvaldību saimniecības, apkalpojošo iestāžu vai uzņēmumu un rūpniecības atkritumos.

Atkritumus rada jebkura fiziska vai juridiska persona, kura veic darbības, kuru rezultātā rodas dažāda veida atkritumi. Nekontrolēta atkritumu izgāšana visā Latvijas teritorijā rada nopietnus "draudus" apkārtējās vides piesārņojuma ziņā. Tā izraisa mežu piesārņošanu, ainavu degradāciju un rada simtus vietējo nelegālo atkritumu izgāztuvju ar nezināma satura un izcelsmes atkritumiem. Vecās atkritumu izgāztuves, kuras jau ir slēgtas vai vēl nav, turpina piesārņot pazemes ūdeņus.

Atkritumu deponēšanas vietas ir ievērojamas ūdens, gaisa un augsnes piesārņojuma avots apkārtējā teritorijā. Tas pasliktina dzīves apstākļus vietējiem iedzīvotājiem un daudzos gadījumos piesārņo dzeramo ūdeni. Atkritumu izgāztuves parasti ir ļoti slikti plānotas un aprīkotas, turklāt tiek pārslogotas. Lai netiktu turpmāk piesārņota ar atkritumiem apkārtējā vide, ir jāierīko moderni sadzīves atkritumu apglabāšanas poligoni, kas atbilstu visām vides drošības prasībām. Austrumlatgales reģions – tas ir Rēzeknes pilsēta, Rēzeknes rajons, Ludzas pilsēta un Ludzas rajons.

Austrumlatgales reģionā kopā dzīvo 120273 iedzīvotāji (t.i., 4,9% no Latvijas iedzīvotāju kopējā skaita), t.sk. pilsētās dzīvo 61169 iedzīvotāji jeb 50,9% no reģiona iedzīvotājiem. Kopējā reģiona platība – 5241 km². 1999.gadā reģionā tika saražoti 64,7 tūkst.m³ cieta sadzīves atkritumu (CSA), kas galvenokārt noglabāti Rēzeknes pilsētas izgāztuvē "Ritiņi". Austrumlatgales reģionā kopumā darbojas 49 sadzīves atkritumu izgāztuves (SAI), to aizņemtā platība ir 55 ha. Atkritumu deponēšanas vietas ir slikti plānotas vai arī stihiski izveidotas, un tāpēc rodas ievērojams ūdens, gaisa un augsnes piesārņojums to apkārtējā teritorijā. Piemēram, Rēzeknes pilsētas SAI "Ritiņi", kura atrodas Ozolaines pagasta teritorijā, notiek gruntsūdeņu piesārņošana ar fenoliem, amoniju, smagajiem metāliem (Cr). Infiltrācijas rezultātā tiek piesārņoti arī gruntsūdens horizonti. Piesārņoto vielu izplatīšanās notiek gruntsūdeņu plūsmas virzienā un tas rada priekšnoteikumus virszemes ūdeņu piesārņošanā. Nopietna situācija ir izveidojusies ar Viļānu pilsētas SAI, kura stihiski ir izveidota Malta upes krastā.

Saskaņā ar Soil & Water Ltd. un SIA Geo Consultants darbā "iespēju izpēte, ISPA pieteikuma formu sagatavošana un atkritumu apsaimniekošanas organizāciju izveide Austrumlatgales reģionālajam atkritumu apsaimniekošanas projektam" (2000) sniegtajām ziņām, centralizētajā atkritumu savākšanas sistēmā ir iesaistīti apmēram 70923 iedzīvotāji jeb 59% no reģiona iedzīvotājiem (skat. 1.tabulu).

1.tabula

.Centralizētajā atkritumu apsaimniekošanas sistēmā iesaistītie iedzīvotāji

Administratīvā vienība	Iedzīvotāju skaits	Apkalpotie iedzīvotāji	Apkalpotie iedzīvotāji,%
Rēzeknes pilsēta	40557	35200	86,8
Viļānu pilsēta	4341	2410	55,5
Rēzeknes rajons, laukos	38316	16269	41,9
Ludzas pilsēta	11221	8500	75,8
Kārsavas pilsēta	2831	917	32,4
Zilupes pilsēta	2219	1000	45,1
Ludzas rajons, laukos	20288	6627	32,7
Reģions kopā, t.sk.:	120273	70923	59,0
Lielākās pilsētas	51778	43700	84,4
Mazās pilsētas	9391	4327	46,1
Lauku teritorijas	59104	22896	38,7

Reģionā visās pilsētās un atsevišķos pagastos pašlaik darbojas komunālie uzņēmumi, kas veic arī atkritumu apsaimniekošanu. Lielākie no tiem:

- Rēzeknes pilsētā – p/u “Rēzeknes komunālo uzņēmumu kombināts”, SIA “Hoetika”;
- Ludzas pilsētā – p/u “Komunālo uzņēmumu kombināts” un SIA “Marss”;
- Kārsavā – SIA “Marss”;
- Zilupe – p/u “Komunālo uzņēmumu kombināts”;
- Viļāni – p/u “Komunālo uzņēmumu kombināts”.

Raksturojot atkritumu sastāvu, jāsecina, ka kopējā daudzumā izteikti dominē sadzīves atkritumi. Aptaujas dati uzrāda salīdzinoši nelielus rūpniecības un celtniecības atkritumu, kā arī medicīnas atkritumu daudzumus. Pārskats par aptaujas rezultātiem ir sniegts 2.tabulā

2.tabula

Atkritumu daudzums Austrumlatgales reģionā

Administratīvā vienība	Kopējais atkritumu daudzums, m ³	Ieskaitot			
		Rūpniecības, m ³	Būvgruži, m ³	Parku un dārzu, m ³	Medicīnas, m ³
Rēzeknes rajons	49522	1327,6	298	3245	644
–t.sk. Rēzeknes pilsēta	42000	1327,6	240	3000	624
–t.sk. Viļānu pilsēta	3400	–	–	10	–
Ludzas rajons	15192	49,5	154,9	359,5	3
–t.sk. Ludzas pilsēta	11221	14,7	73,4	–	3
–t.sk. Kārsavas pilsēta	792	–	–	79	–
–t.sk. Zilupes pilsēta	800	–	–	–	–
Kopā reģionā:	64714	1377,1	452,9	3604,5	647

Austrumlatgales reģionā ir 5 pilsētas un 50 pagasti. Pie tam pašvaldību ekonomiskās iespējas ir atšķirīgas, un līdz ar to arī atkritumu apsaimniekošanas sistēmu attīstība ir visai dažāda. 1998.gadā Ministru Kabinets apstiprināja “Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas stratēģiju 1998.–2010.gadam”. Stratēģijā kā nozīmīgākie uzdevumi tiek izvirzīti:

- samazināt esošo atkritumu izgāztuvju skaitu un veikt to rekultivāciju;
- izveidot 10–12 modernus, vides prasībām atbilstošus sadzīves atkritumu apglabāšanas poligonus;
- nodrošināt visiem valsts iedzīvotājiem atkritumu savākšanas pakalpojumu pieejamību.

Problēmas, kuras projekts risinās:

- tiks apzināts reģionā apglabājamo atkritumu daudzums un sastāvs, ieviesta precīza atkritumu daudzuma uzskaitē un sastāva kontrole;
- tiks uzbūvēts jauns, sanitārajām un vides aizsardzības prasībām atbilstošs reģionālais cieta sadzīves atkritumu apglabāšanas poligons;
- pakāpeniski tiks ieviesta atkritumu šķirošana, līdz ar to radīta otrreizēji izmantojamo izejvielu atdalīšanas sistēma no noglabājamiem atkritumiem un kopumā samazināta slodze uz apkārtējo vidi;
- tiks slēgtas un rekultivētas vecās izgāztuves;

tiks izveidota vienota atkritumu apsaimniekošanas sistēma reģionā, kas ļaus uzlabot pakalpojumu līmeni atkritumu saimniecības jomā.

Ieguvumi un zaudējumi projekta realizācijas gadījumā.

Ieguvumi:

- ◆ tiks sakārtota atkritumu saimniecība reģionā;
- ◆ paaugstināsies servisa līmenis atkritumu apsaimniekošanas jomā;
- ◆ tiks nodrošināta atkritumu savākšanas pieejamība visiem reģiona iedzīvotājiem;
- ◆ tiks veikts plašs sabiedrības izglītošanas darbs (iedzīvotāju aptaujas, informēšana ar masu mediju palīdzību, sabiedriskās apspriešanas) visa projekta gaitā, līdz ar to paaugstināts vides apziņas līmenis vietējiem iedzīvotājiem;
- ◆ jau sākotnējā posmā varēs slēgt vairākas cieto sadzīves atkritumu izgāztuves, kas rada ievērojamu slodzi uz vidi;
- ◆ atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izveide notiks saskaņā ar Eiropas Savienības konkrētajām direktīvām par atkritumu apsaimniekošanu, savākšanu un apglabāšanu.

Zaudējumi:

- sadārdzināsies tarifi par atkritumu apsaimniekošanu.

Cieto sadzīves atkritumu poligons.

Plānojamā poligona galvenie pamatelementi ir šādi:

teritorija un aprīkojums atkritumu pieņemšanai (pieņemšanas – kontroles punkts un svaru tīkls);

administratīvā ēka;

atkritumu apglabāšanas laukumi;

iekšējie ceļi un laukumi;

virszemes ūdens noteces un novadīšanas sistēma;

tehnoloģiskās ēkas un būves;

laukums ar aprīkojumu atkritumu pieņemšanai no iedzīvotājiem;

teritorija, kas rezervēta otrreizēji izmantojamo atkritumu šķirošanai;

apvedgrāvji ap teritoriju un žogs;

gruntsūdeņu monitoringa sistēma.

Tiek paredzēts, ka poligonu varētu ierīkot trīs kārtās. Izmantošanai būtu ieteicami trīs etapi, jo tādējādi:

- ◆ samazinās infiltrāta daudzums;
- ◆ vieglāka ir izgāztuves uzturēšana darba kārtībā un, gala rezultātā, arī izmantojamo un jau izmantoto šūnu sakopšana;
- ◆ samazinās sākotnēji nepieciešamo kapitālieguldījumu apjoms.

Paralēli cieto sadzīves atkritumu poligona būvei ir paredzēts izveidot arī starppašvaldības atkritumu apsaimniekošanas organizāciju (SPAAO), kura pēc poligona izbūves nodarbosies ar tās apsaimniekošanu un atkritumu savākšanu. Uz dototo brīdī rit poligonam piedāvāto vietu ietekmes uz vidi novērtējums (IVN). IVN procedūra tiek veikta šādā teritorijā:

Ludzas rajona Pušmucovas pagasta “Sīpolnieki”,

Ludzas rajona Cirmas pagasta “Karpušonki”,

Rēzeknes rajona Bērzgales pagasta “Uškaunieki”,

Rēzeknes rajona Ozolaines pagasta “Križevnieki-2”.

IVN procedūras laikā paredzēts izanalizēt šo teritoriju (vietu) ģeoloģiskos, hidroloģiskos, hidroģeoloģiskos apstākļus, floru, faunu, kultūras pieminekļus, iedzīvotāju

attiekumi, ceļus, poligona, ja izbūvē to dotajā vietā, ietekmi uz iepriekš minētajiem apstākļiem, gruntsūdeņiem, augsni, gaisu, kā arī uz iedzīvotāju veselību utt.

2000.gadā tika rekultivētas 18 sadzīves atkritumu izgāztuves. Uz pārejas periodu, kamēr tiks uzbūvēts jaunais poligons, paredzēts darboties atstāt tikai 4 izgāztuves. Tās ir Rēzeknes rajonā – Ritiņi un Mostovaja, Ludzas rajonā – Zvirgzdene un Zelčeva. Pēc jaunā poligona darbības uzsākšanas arī šīs izgāztuves tiks rekultivētas.

Potenciālie ieguvēji:

projekta realizācijas gaitā uzlabosies vides kvalitāte reģionā, tiks izglītota sabiedrība par atkritumu ietekmi uz vidi, jaunākajām prasībām atkritumu apsaimniekošanas jomā, mūsdienīgām tehnoloģijām u.c. jautājumiem, kā arī tiks risinātas dažādas problēmas atkritumu apsaimniekošanas jomā;

potenciālie ieguvēji būs visi reģiona iedzīvotāji, jo tiks veicināta uzņēmējdarbībai pievilcīgas vides veidošana;

atkritumu saimniecības sakārtošana veicinās šajā procesā iesaistīto darbinieku darba apstākļu uzlabošanu un samazinās risku, ko atkritumu apsaimniekošana rada attiecībā uz iedzīvotāju veselību.

Ja projekts netiks realizēts:

palielināsies vides piesārņojums, kas agrāk vai vēlāk radīs būtiskas vides problēmas reģionā;

praktiski jau patlaban atkritumu apglabāšana pagastu izgāztuvēs netiek kontrolēta un notiek bīstamo atkritumu (medicīniskie atkritumi, lopu pārstrādes atliekas utt.) apglabāšana tajos, kas rada paaugstinātu risku vietējo iedzīvotāju veselībai;

radīsies nopietnas problēmas ar pilsētu atkritumu noglabāšanu, palielinoties piesārņojuma intensitātei un areāliem, jo patreizējās izgāztuves rada gruntsūdeņu un virszemes ūdeņu piesārņojumu.

Literatūra

1. Iespēju izpēte, ISPA pieteikuma formu sagatavošana un atkritumu apsaimniekošanas organizāciju izveide Austrumlatgales reģionālajam atkritumu apsaimniekošanas projektam. – Soil and Water Ltd., SIA Geo Consultants. – 2000.
2. Plānojamie Austrumlatgales un Dienvidlatgales reģionālie cieto sadzīves atkritumu apsaimniekošanas projekti.–SIA Geo Consultants. – 1999.
3. Papildus pētījums Austrumlatgales reģiona sadzīves atkritumu apglabāšanas poligona izveides ietekmes uz vidi novērtējuma ziņojumam par lielāko pārejas periodā izmantojamo izgāztuvju ietekmi uz vidi. Noslēguma ziņojums. – Geo Consultants, ELLE. – 2001.
4. Austrumlatgales reģiona sadzīves atkritumu apglabāšanas poligona ietekmes uz vidi novērtējums. Ievadziņojums. – ELLE. – 2000.

ELEKTROLĪNIJU BALSTU RAŽOŠANAS PROCESA RISKĀ FAKTORU NOTEIKŠANA DETERMINATION OF RISK FACTORS FOR THE POWER LINE POLES PRODUCTION PROCESS

Ziedonis Miklaševičs,

Mgr.sc. ing. VAS "Latvenergo" DET Koksnes apstrādes ceha vad. vietnieks
Jelgavas raj., Brankas "Dienvidnieki" T.d.30-57925.T.mob. 9118720 T.m.31-25348
Fax.30-33282 e-pasts: ziedonis.miklasevics@energo.lv

Abstract. Today is necessary to solve many tasks related to manufacturing. It is necessary to perform activities in the environmental area. This process is related by management of the activities of products or service that impact the environment. The manufacturing process of wood poles is connected with possibility of the environmental emergency because high toxic and reactive substances are used in the technology.

The objective of the report is to determine the factors of the technological process related to ecological hazard. The initiator events of emergency that are related to maintenance of technological machinery are analysed in the report. For analyses of possible machinery damages the methods of hazard analyses are offered. Calculation are offered for possible emergency analyse, the methods of hazard analyses are offered and the effectiveness of specific methods related to problems of environmental defensive are analysed in the report.

Elektrolīniju balstu ražošanas procesa organizēšanā ir jāņem vērā iespējamais riska līmenis, jo koksnes ķīmiskā apstrādē tiek izmantotas toksiskas, augsti reaktīvas vielas, kuru noplūdes rezultātā var izraisīties ekoloģiskas avārijas iespējamība.

Analizējot elektrolīniju balstu ražošanas tehnoloģisko procesu, iespējamā riska novērtēšanas sistēmā tiek piedāvāta riska faktoru uzskaitē (skat 1.tab.). Noteicot risku, jāņem vērā rīcību grupēšanas un prioritizēšanas kritēriji, kas ir vajadzīgi objektīvai rīcību novērtēšanai, kā arī optimālai tālākās rīcības izvēlei.

Tādēļ kritēriji tika lietoti pirms lēmuma pieņemšanas par konkrētas rīcības veikšanu, sakārtojot rīcības prioritārā kārtībā, lai iespējami visaptveroši apzinātu un izsvērtu apstākļus, kāda rīcība ir uzsākama, faktorus, kas ietekmēs vai var ietekmēt rīcības realizācijas procesu, kā arī apzinātu iespējamās rīcības sekas.

Pamatojoties uz vides aizsardzības programmā izstrādātas rīcību grupēšanas shēmu, elektrolīniju balstu ražošanas procesa analīzei tika aktualizētas šādas vispārējās rīcības:

- gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnese,
- ūdens piesārņojuma pārrobežu pārnese,
- ūdens ekosistēmu degradācija,
- saimnieciskās darbības izraisītais risks,
- atkritumu ietekme uz vidi,
- bioloģiskās daudzveidības samazināšanās,
- dabas resursu neracionāla izmantošana.

Ar elektrolīniju balstu impregnēšanas procesu saistīto riska faktoru uzskaitē

Riska faktori	Riska faktoru tehnoloģiskie rādītāji
Ķīmiskie	Koksnes aizsardzības līdzekļa "Osmose K-33-C" sastāvā esošo ķīmisko elementu Cr; Ac; Cu daudzums impregnētā elektrolīniju balsta aplievā (kg/m^3) – K_{od}
Fizikālie	<ul style="list-style-type: none"> • Stabu koksnes aplievas mitrums (%) – R_m • Impregnēšanas dziļums (cm) – I_{dc}
Tehnoloģiskie	<p>Impregnēšanas tehnoloģisko procesu raksturojošie parametri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • apstrādes ilgums (h) – T_i; • darba šķīduma temperatūra ($^{\circ}\text{C}$) – T_o; • darba šķīduma blīvums (kg/m^3) – ρ_o; • darba spiediens (kg/cm^2) – P_i <p>Tehnoloģiskās iekārtas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grīdas izolējošā seguma zem impregnēšanas iekārtām biezums (cm) • Apstrādes šķīduma tvertņu, koncentrāta tvertņu, notekūdeņu un koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa savācējvertņu tilpums (m^3) • Spiediensūkņu jauda (kW) • Vakuumsūkņu jauda (kW)
Ekspluatācijas	<ul style="list-style-type: none"> • Koksnes aizsardzības līdzekļa "Osmose K-33-C" sastāvā esošo ķīmisko elementu Cr; Ac; Cu koncentrācija augsnē ap ekspluatācijā esošiem elektrolīniju balstiem (mg)
Organizatoriskie	<ul style="list-style-type: none"> • Stabu koksnes kā izejmateriāla ciršanas perioda, sagatavošanas, brāķēšanas, uzglabāšanas, apstrādes, realizācijas noteikumu analīze un pieņemšana
Bioloģiskie	<ul style="list-style-type: none"> • Koka sēnes iespējamā ietekme uz stabu koksnes žāvēšanas kvalitāti

Ņemot vērā rīcības [1] tika izmantoti šādi kritēriji:

- risināmās problēmas bīstamība (ietekme uz cilvēku veselību, ekosistēmām),
- risinājuma ietekmētais cilvēku daudzums un aptvertā teritorija,
- ietekme uz ekonomiskajiem un sociāliem procesiem,
- starptautiskās saistības (konvencijas, līgumi, ES direktīvas u. c.),
- sabiedriskā doma,
- nepieciešamie resursi, t. sk. finansiālie,
- ieguvums no rīcības (vides kvalitāte, cilvēka veselība, politisks atbalsts),
- lietderība (attiecībā uz izmaksām),
- rīcības blakusefekti (pozitīvie, negatīvie),
- laiks, kas nepieciešams rīcības veikšanai,

- rīcības komplicētība (sarežģītība),
- rīcības rezultātu kompleksums.

Visi riska noteikšanas kritēriji ir prioritizējami. To prioritizēšana tika veikta, ņemot vērā risinājuma un rīcības veidu (vides politikas priekšnosacījuma attīstība, politikas līdzekļu pilnveidošana, vides problēmu tieša risināšana), rīcību mērogu (reģiona, lokāla), aktualitāti (avāriju seku novēršana, avāriju riska samazināšana), finansēšanas avotu, veicamā darba uzdevumu (prioritāšu noteikšana, vienas rīcības izvēle no vairākām alternatīvām).

Elektrolīniju balstu ražošanas procesa organizēšanā no ekoloģiskā riska risināšanas viedokļa kā svarīgākie tika izdalīti avāriju seku novēršana un avāriju riska samazināšanas kritēriji, jo, samazinot ražošanas riska faktorus, var izvairīties no jau globālu problēmu risināšanas aktualitātes. Lai analizētu iespējamo ekoloģisko avāriju iespējamību, tika izdalīti to novērtēšanas posmi.

2.tabula

Ekoloģisko avāriju novērtēšanas posmi elektrolīniju balstu ražošanas procesā

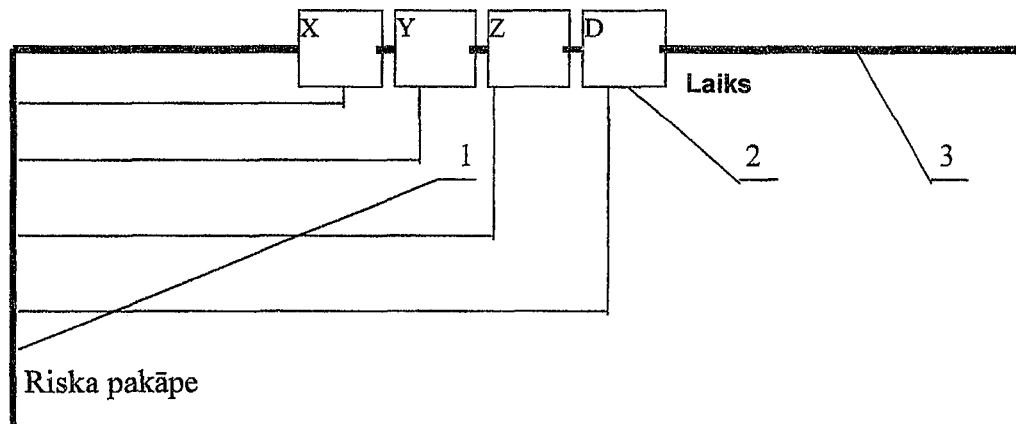
Bīstamības faktori	Ierosinātājnotikumi	Starpnotikumi		Avārijas veids
		Avārijas eskalācija	Avārijas ierobežošana	
1. Vielas un produkti 1.1. Nestabili savienojumi 1.2. Toksiskas vielas	Mašīnu un iekārtu darbības kļūdas - sūkņi, ventiļi - mērinstrumenti, sensori Sieniņu bojājumi - cauruļvadi - spiedtrauki - rezervuāri - paliktņi Cilvēku kļūdas - darbības - apkopes - pārbaužu Apgādes pārtraukumi - elektrība - ūdens - gaiss - tvaiks Ārēji notikumi - plūdi - vētras - vandālisms	Procesa parametru novirzes: -spiediens - temperatūra - caurplūde - koncentrācija Sieniņu bojājumi - cauruļvadi - spiedtrauki - rezervuāri - paliktņi Operatora kļūdas - nolaidība - pilnvaru pārkāpšana - lēmumu pieņemšana Materiālu noplūde - toksiska	Drošības sistēmas rīcības - drošības vārsti - sistēmu dublēšana Drošības sistēmas - ventilācija - hidroizolācija - apvaļņojums Operatora rīcība - plānota - nestandarta Operatīvās rīcības Ārēji notikumi - agrā diagnostika - savlaicīga brīdināšana Informācijas plūsma - pārbaudīta - metodiska - nepārtraukta	Ugunsgrēks Sprādziens Mehānisks trieciens Toksisku vielu izplatība Augsti reaktīvu vielu izplatība Radioaktīvais starojums

2. Augsti reaktīvi produkti 2.1. Impregnēti balsti 2.2. Impregnēti koksnes atlikumi un smiltis				
3. Bīstamas iekārtas un procesi 3.1. Augsts spiediens 3.2. Toksiska iedarbība 3.3. Bioloģiska iedarbība 3.4. Radioaktīvais starojums				

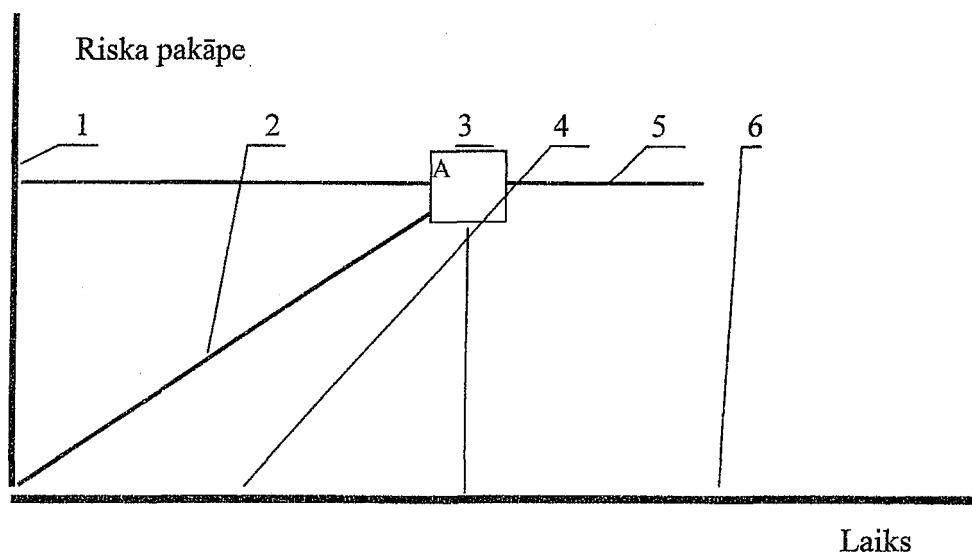
Kā izriet no datu analīzes (2. tabula), avāriju ierosinājotikumi ir saistīti ar tehnoloģisko iekārtu ekspluatāciju. Tehnoloģisko iekārtu avārijas iespējamība var būt prognozējama un arī nejausa.

Elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģisko iekārtu potenciālo bojājumu analīzes un riska shēmu izstrāde

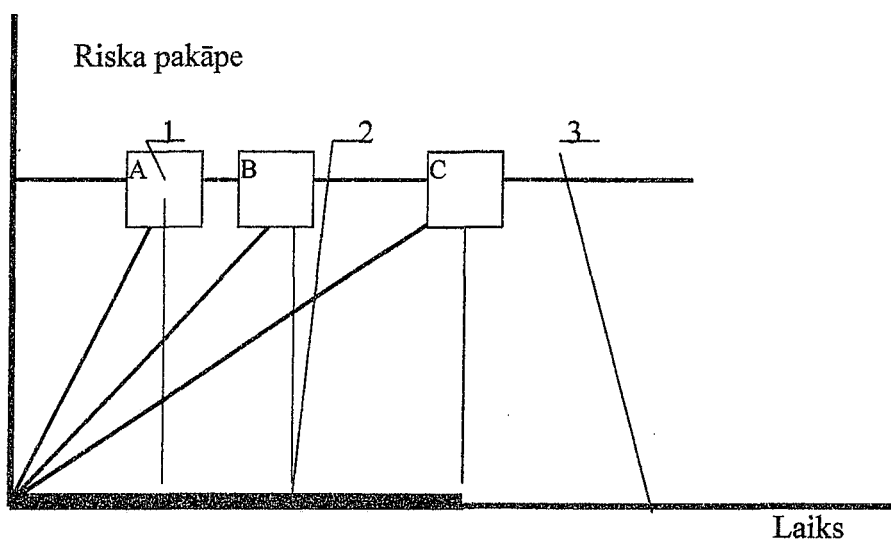
Tika izstrādātas potenciālo impregnēšanas tehnoloģisko iekārtu bojājumu un riska shēmas.



1.att. Impregnēšanas tehnoloģisko iekārtu nejausi bojājumi, kur 1–brīdis, kad sistēma tiek palaista; 2– iespējamie bojājumi (X – tvertnes; Y – augstspiediena iekārtas; Z – cauruļvadi; D – cirkulācijas sūkņi); 3 – laika periods, kurā tiek ekspluatēta iekārta



2.att. Plānotie tehnoloģisko iekārtu bojājumi vienam atsevišķam objektam (augstspiediena sūkņim), kur 1 – sistēmas parametrs (spiediens apstrādes cilindrā); 2 – parametra izmaiņas; 3 – bojājums; 4 – laiks līdz bojājumam; 5 – pieļaujamā sistēmas parametra vērtība (ne mazāk kā 13 ± 1 bāri); 6 – laika periods



3.att. Plānotie tehnoloģisko iekārtu bojājumi vairākiem vienveidīgiem objektiem (ventiļi), kur 1 – bojājumi (A – blīves; B – sazobes mehānisms; C – korpusa plaisas); 2 – laiks līdz bojājumiem; 3 – laika periods

Iekārtu bojājumu varbūtību kā laika funkciju var izteikt ar vienādojumu:

$$P\{\tau \leq T\} = F(T), \tau \geq 0, \quad (1)$$

kur τ – gadījuma lielums, kas raksturo kalpošanas laiku līdz bojājumam;

$F(T)$ – iekārtas kalpošanas laika līdz bojājumam laika sadalījuma funkcija, kas raksturo varbūtību, ka laika posmā T sistēmas darbā būs bojājums

Lai samazinātu elektrolīniju balstu ražošanas bīstamību un avāriju risku, ieteicams pielietot riska kvalitatīvā novērtējuma metodes bīstamāko tehnoloģisko posmu novērtēšanai. Minēto metožu pielietojuma mērķis ir vienlaicīgi ar ekoloģiskā riska novērtēšanu dot iespēju ražošanas procesa organizēšanā pilnveidot produkcijas kvalitāti un ražošanas tehnoloģiju.

Atkarībā no izvirzītā ražošanas bīstamības un riska novērtējuma var izvēlēties konkrētu bīstamības un riska analīzes metodi.

Elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģijas riska faktoru noteikšana pēc metodes HazOP

Raksturo avārijas ierosinātājus. Tiek ieteikta tehnoloģiska procesa kontroles metodikas izstrādāšanai.

3.tabula

Elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģijas riska analīze

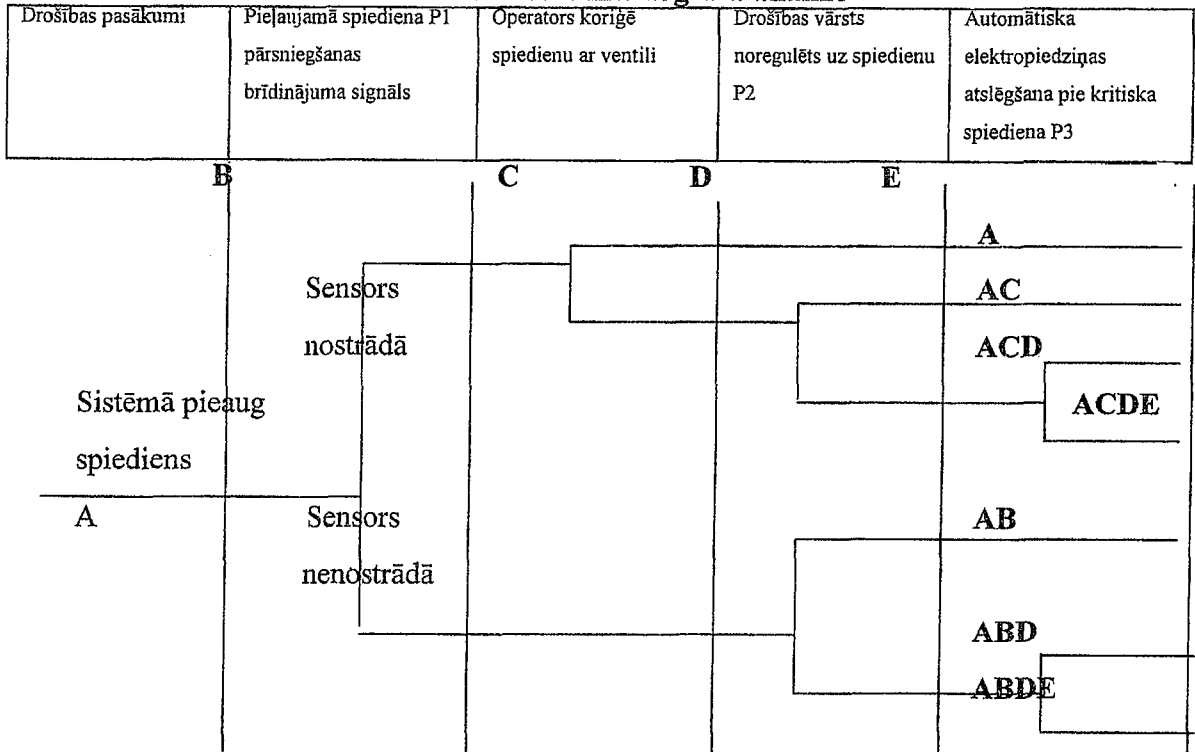
Nr.	Iespējamās kļūdas	Cēloņi	Sekas	Ieteicamās rīcības
1.	Kompresora sabrukums	Šķidrās fāzes sabrukums	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa noplūde	Regulāras iekārtu pārbaudes
2.	Cauruļvada sabrukums	Mehānisks bojājums	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa noplūde	Regulāras iekārtu pārbaudes
3.	Rezervuāra plīsums	Rezervuāra pārpildīšana	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa noplūde	Regulāras sensoru un drošības vārstu pārbaudes; hidroizolācijas sistēmas izveidošana
4.	Rezervuāra plīsums	Korozija	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa noplūde	Regulāras rezervuāra tehniskā stāvokļa pārbaudes

4.tabula

Sistēmas stāvokļa raksturojums katrā diagrammas atzara noslēgumā

A	Sistēma turpina darbu normālā režīmā
AC	Sistēma turpina darbu normālā režīmā pēc drošības vārsta nostrādāšanas
ACD	Sistēma automātiski apstādināta nestabilā stāvoklī, operators ir informēts par situāciju
ACDE	Sistēmā turpina pieaugt spiediens, kas var novest pie avārijas. Par kritisko stāvokli operators ir informēts.
AB	Sistēma turpina darbu normālā režīmā pēc drošības vārsta nostrādāšanas, operators nav informēts par kritisko situāciju.
ABD	Sistēma automātiski apstādināta nestabilā stāvoklī, operators nav informēts par kritisko situāciju.
ABDE	Sistēmā turpina pieaugt spiediens, kas var novest pie avārijas. Operators nav informēts par kritisko situāciju.

Kritisko notikumu loģiskā analīze



4.att.

Elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģisko iekārtu riska faktoru analīze, izmantojot FMECA metodi.

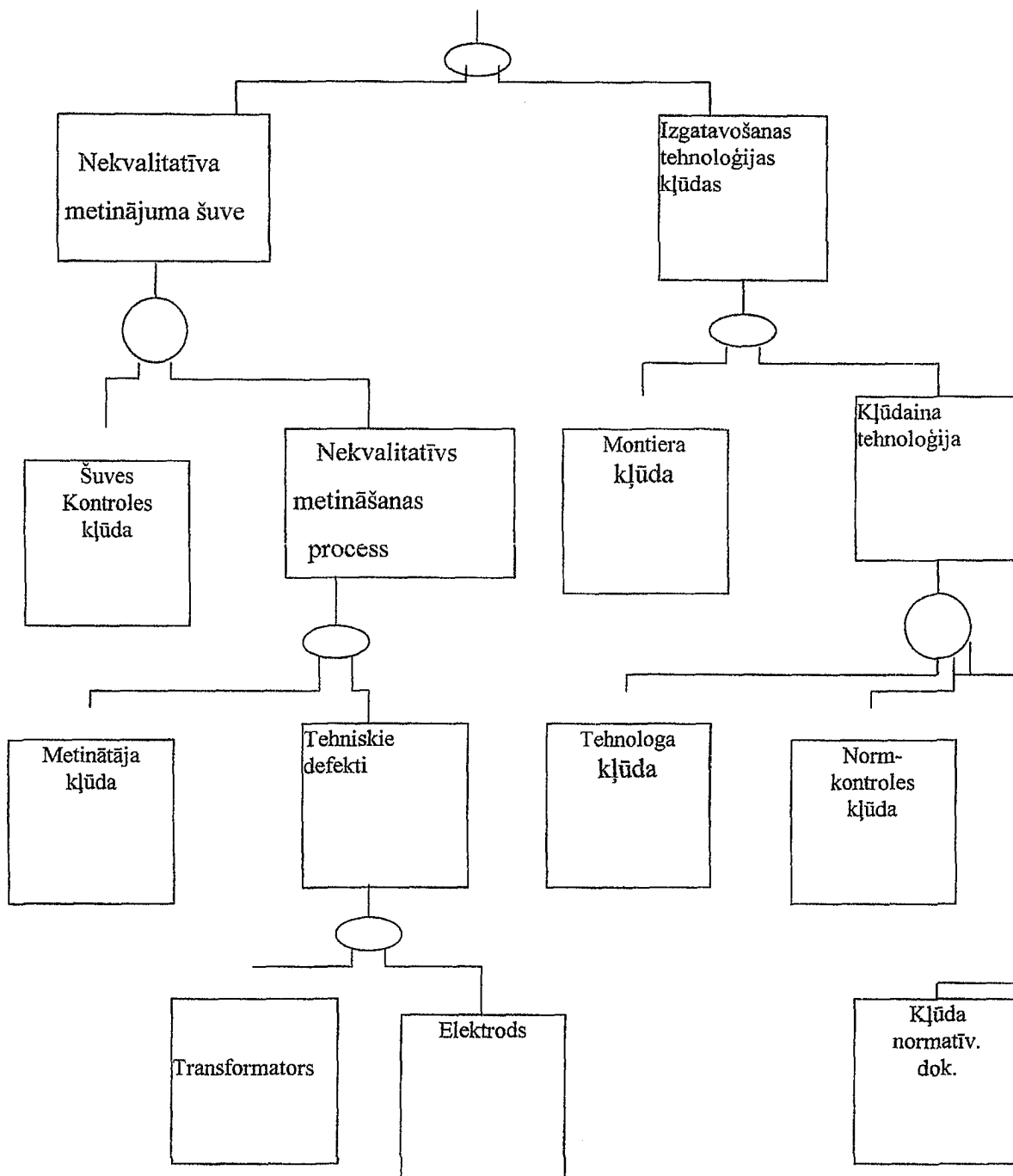
FMECA metode

5.tabula

Iekārtas process	Kļūdu Veids	Kļūdu izpausme	Kļūdu cēloņi	Kļūdu atklāšana	Kļūdu vērtējums				Rīcības
					N	P	A	RP	
Uzglabāšanas Rezervuārs	Pilns sabrukums	Rada liela apjoma toksiskas vielas noplūdi	Materiāla vai izgatavošanas defekts	Vizuāla	10	1	2	20	Paziņot VUGD
Uzglabāšanas rezervuārs	Daļējs sabrukums	Rada neliela apjoma toksiskas vielas noplūdi	Korozija	Vizuāla	5	2	6	60	Paziņot VUGD
Temperatūras kontrole	ērinstrumentu oļājumi	Darba šķīduma blīvuma paaugstināšanās	Mērinstrumenta defekts	Vizuāla	5	3	3	45	Pārtrauc procesu

N – Kļūdu nozīmīgums; **P** – parādīšanās iespējamība; **A** – atklāšanas iespējamība;
RP = N x P x A riska pakāpe

Kļūdu loģiskās analīzes metode



5.att. Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa “ Osmose K-33-C” uzglabāšanas rezervuāra riska kontrole

Kļūdu vērtējums

	Novērtējums	
	balles	biezums
1. Nozīmīgums		
1.1. Tikko uztveramas novirzes	1	
1.2. Nenozīmīgas kļūdas	2-3	
1.3. Vidēji nopietnas kļūdas	4-6	
1.4. Mēreni nopietnas kļūdas	7-8	
1.5. Smagas kļūdas	9-10	
2. Parādīšanās		
2.1. Ļoti maza	1	
2.2. Maza	2-3	
2.3. Vidēja	4-6	reizi 1-10 gados
2.4. Mērena	7-8	reizi mēnesī
2.5. Augsta	9-10	reizi diennaktī
3. Atklāšana un novērtēšana		
3.1. Augsta	1	
3.2. Mērena	2-5	
3.3. Vidēja	6-8	
3.4. Maza	9	
3.5. Ļoti maza	10	

Secinājumi

- Noteikti galvenie riska faktori elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģiskajā procesā. Tie ir ķīmiskie, fizikālie, tehnoloģiskie, ekspluatācijas, organizatoriskie, bioloģiskie faktori.
- Avārijas situāciju modelēšana ļāva noskaidrot videi draudzīgu elektrolīniju balstu ražošanas tehnoloģijas izstrādes pamatprincipus atbilstoši ekoloģisko prasību koncepcijai. Pielietojot riska novērtēšanas metodes, tika nodrošināta:
 - bīstamības faktoru noteikšana;
 - avārijas seku tuvināta noteikšana;
 - avārijas seku samazināšanas iespēju tuvināta noteikšana;
 - avāriju ierosinātājnotikumu noteikšana;
 - ierosinātājnotikumu varbūtības aprēķināšana;
 - avāriju notikumu secības un seku noteikšana;
 - avārijas realizācijas notikumu varbūtības aprēķināšana;
 - seku apjoma aprēķināšana;
 - avārijas varbūtības un seku samazināšanas iespēju noteikšana
- Noteikti ekoloģisko avāriju novērtēšanas posmi balstu ražošanas procesā.
- Izmantotās riska analīzes novērtēšanas metodes dod iespēju izvērtēt elektrolīniju balstu ražošanas procesu no ekoloģiskā viedokļa un novērtēt iespējamās avāriju novēršanas pasākumus, to lietderību un panākto efektivitāti.

Literatūra

- 1.Valsts investīciju departaments. Ieteikumi projektam iesniegšanai valsts investīciju programmai. 1997–1999
- 2.ISO 14004: 1996. Vides pārvaldības sistēmas. Vispārīgie norādījumi par principiem, sistēmām un papildinošām metodēm.

**ELEKTROLĪNIJU BALSTU RAŽOŠANAS PROCESA
EKOLOĢISKAIS NOVĒRTĒJUMS
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE POWER LINE WOOD POLES
PRODUCTION PROCESS**

**Ziedonis Miklaševičs, Mgr.sc. ing. VAS “Latvenergo” DET Koksnes apstrādes ceĶa
vad. vietnieks**

Jelgavas raj., Brankas “Dienvidnieki” T.d.30–57925.T.mob. 9118720 T.m.31–25348
Fax.30–33282 e–pasts: ziedonis.miklasevics@energo.lv

***Abstract.** For maintenance of the technological process, control and ecological assesment it is necessary to perform an estimate of environmental aspects that could have a sensible impact to environment. Environmental aspects and its impact is analyzed in the report.*

In the report is developed:

1. *Friendly to environment technological scheme for production of wood poles for power lines.*
 2. *Principial scheme and models of hazard estimate*
 3. *Hazard charts for the environmental defence*
 4. *Algorithm of estimate of ecological for the environment*
- That depends of the problem’s topicality and enumeration of the hazard factors the specific problems solutions are offered that allow to controlthe manyfacturing process from the view of allowance need related to environmental defence.*

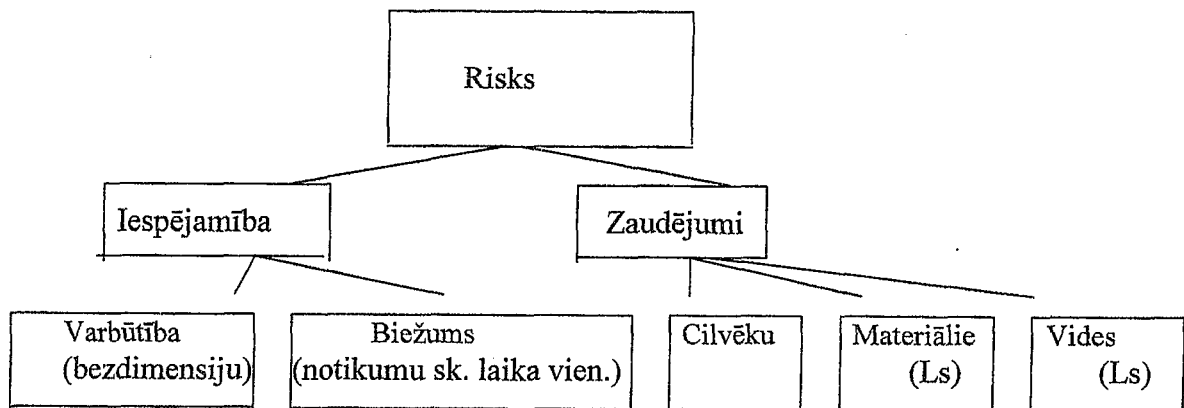
Visiem LR raĶošanas uzņēmumiem, lai integrētos ES, to darbības plānošanā jāietver saistības par nepārtrauktu vides pārvaldības uzlabošanu un piesārņojuma samazināšanu, vides likumdošanas un citu saistību ievērošanu.[2]

Elektrolīniju un sakaru līniju balstu raĶošanas nozares darbības pamatnosacījums ir vides drošības prasību ievērošana. Tehnoloģiskā procesa uzturēšanai, kontrolei un modernizācijai ir jānodrošina identificētu tādu vides faktūru un aspektu ievērošanu, kam var būt jūtama ietekme uz vidi:

- izmeši gaisā (dūmgāzes),
- ūdeņu apsaimniekošana (tehniskais ūdens),
- atkritumu apsaimniekošana (ar koksnes ķīmisko aizsardzības līdzekli piesūcinātās koksnes atlikumi – skaidas),
- augsnes piesārņojums (gruntsūdens, ūdenskrātuves, augsnes virskārta),
- izejvielu un dabas resursu izmantošana (stabu koksne).

Izvirzītajiem mērķiem jābūt konkrētiem un izpildes rezultātiem – kvantitatīvi izvērtējamiem.

Uzņēmuma darbību plānošana un realizācija, kas izriet no vides piesārņojuma riska, vides aspektiem saistībā ar vides politikas, mērķu un uzdevumu īstenošanu, jābūt izstrādātai un uzturētai visās iespējamās situācijās, kas var radīt nopietnu ietekmi uz vidi.



1.att. Riska jēdziena struktūra

Analizējot balstu tehnoloģisko procesu, tiek ieteikta analīzes metode: vides aspekti un to ietekme. Izpētes rezultāti atspoguļoti 1. tabulā.

1.tabula

Aspekti un ietekme

Darbība	Aspekts	Ietekme
Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa Osmose K-33-C Uzglabāšana	Noplūdes iespēja	Augsnes piesārņojums Gruntsūdeņu piesārņojums Ūdeskrātuvju piesārņojums Cilvēku veselība un dzīvība
Elektrolīniju projektēšana	Balsta diametra samazināšana	Dabas resursu saglabāšana
Impregnēšanas process	Virsu deņu piesārņošana ar koksnes aizsardzības līdzekļi esošām ķīmiskām vielām: Cr;Cu;As	Notekūdeņu savākšana un tālāka izmantošana tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai
Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa Osmose K-33-C fiksēšanās process koksnē	Uzglabāšanas laukuma hidroizolācija un segums	Augsnes piesārņojums Gruntsūdeņu piesārņojums
Elektrolīniju balstu uzglabāšana	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa fiksēšanās kvalitāte	Augsnes piesārņojums Gruntsūdeņu piesārņojums
Elektrolīniju balstu ekspluatācija	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa fiksēšanās kvalitāte	Augsnes piesārņojums Gruntsūdeņu piesārņojums Ūdeskrātuvju piesārņojums Cilvēku veselība
Katlu māja Kurināmais – miza Mīzu transportēšana līdz katlu mājai	Iekārtas (pneimotransports)	Gaisa piesārņojums Nobirums
Kurināmā rezervju uzglabāšana	Uzglabāšanas laukuma sagatavotība	Augsnes piesārņojums Gruntsūdeņu piesārņojums

Veicot pasākumu kompleksu, kuri vērsti uz elektrolīniju balstu ražošanas tehnoloģiskās plūsmas sakārtošanu atbilstoši vides aizsardzības prasībām, uzņēmumam ir arī jāgarantē ražoto elektrolīniju balstu atbilstība vides aizsardzības prasībām. Galvenokārt jāievēro vides aspekti, kas saistīti ar elektrolīniju projektēšanu un to ekspluatāciju. Šo jautājumu pastāvīga kontrole mazina vides piesārņošanas iespējamību un ekonomē dabas resursus.

• **Vides aizsardzības aspekti (1.tab.) attiecas uz:**

- 1) cilvēku veselība,
- 2) gaisa piesārņojumu,
- 3) notekūdeņu piesārņojumu,
- 4) grunts un gruntsūdeņu piesārņojumu,
- 5) atkritumu apsaimniekošanu,
- 6) energoresursu izmantošanu.

• **Vides aspekti attiecas uz:**

- 1) normālu darbību,
- 2) novirzēm no normām,
- 3) ārkārtām situācijām.

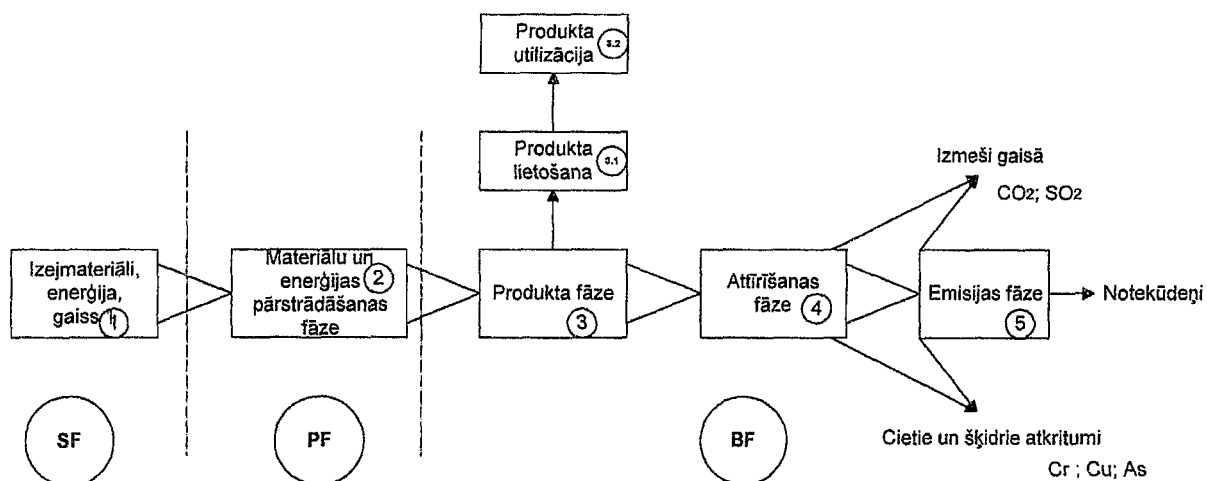
Elektrolīniju balstu ražošanā (2.att), koksnes impregnēšanas procesā tiek izmantots koksnes ķīmiskās aizsardzības līdzeklis, kura sastāvā ietilpst videi nedraudzīgi ķīmiski elementi, tādēļ uzņēmumam ir jāizstrādā zinātniski pamatotas direktīvas ar mērķi : lielu avāriju, kurās iesaistītas bīstamās vielas, novēršana vai šādu avāriju seku ietekmes uz cilvēkiem un vidi samazināšana. Direktīva [5] paredz:

- 1) veikt riska novērtējumu; 2) atbilstoši riska līmenim izstrādāt un ieviest riska vadības sistēmu un riska samazināšanas preventīvus pasākumus; 3) izstrādāt un ieviest riska samazināšanas politiku.

Ekoloģiskā riska novērtēšanas etapi elektrolīniju balstu ražošanas procesā parādīti 2.tabulā. Minētā algoritma veikšana ir vērsta uz

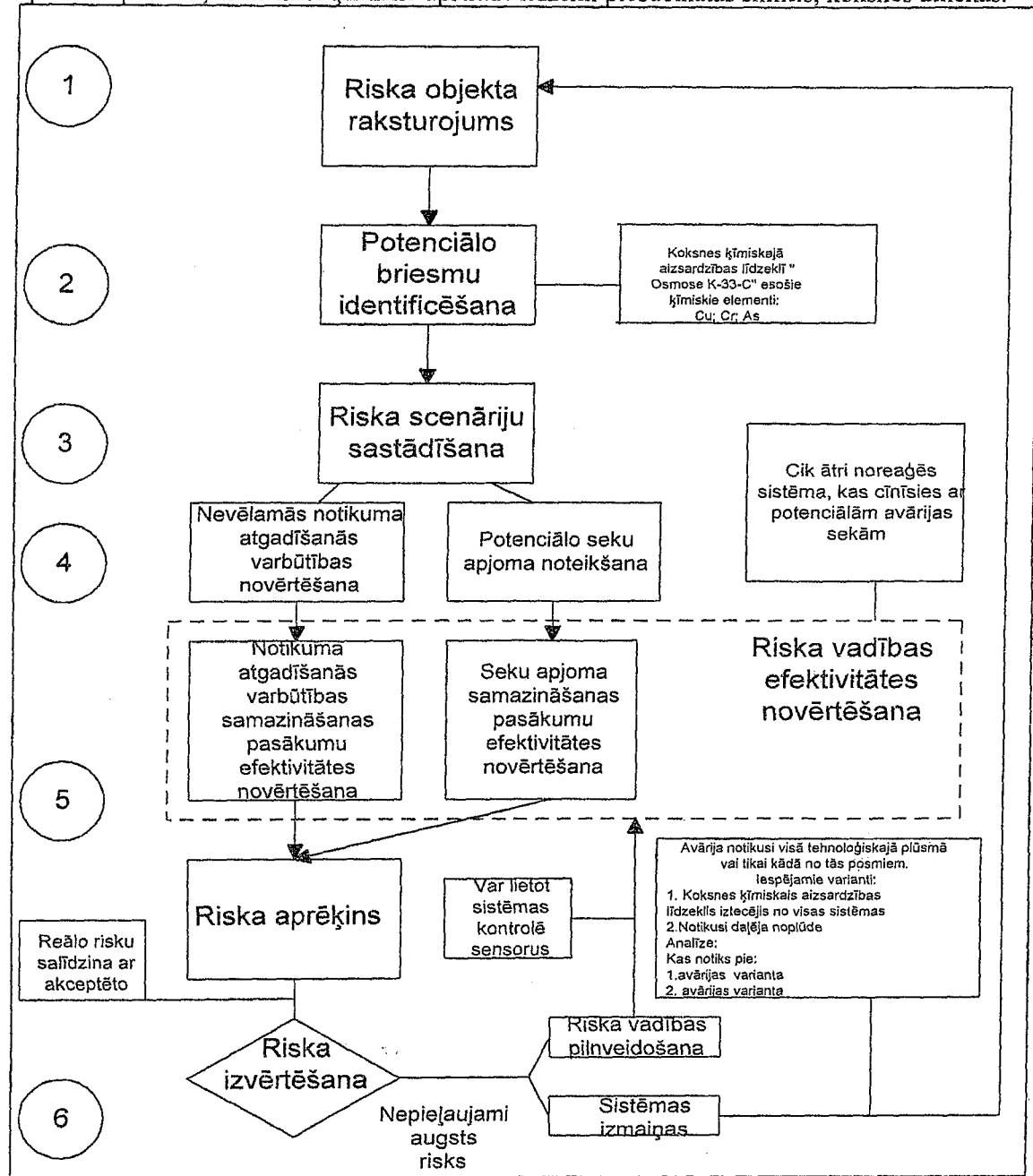
• **Ražošanas procesa pilnveidošanu:**
 palielināt izejmateriālu izmantošanas efektivitāti,
 palielināt energoresursu izmantošanas efektivitāti,
 materiālu atgūšana otrreizējai izmantošanai,
 noslēgto tehnoloģisko ciklu ieviešana,
 procesu vadības automatizācijas palielināšana,
 atkritumu pārstrāde,
 atkritumu un emisijas uzraudzības pilnveidošana.

• **Dabas resursu pilnveidošanu:**
 izmantot atjaunojamus enerģijas veidus,
 enerģijas atgūšana otrreizējai izmantošanai,
 ūdens atgūšana otrreizējai izmantošanai,
 izmantot atjaunojamus materiālus,
 palielināt otrreizēji izmantojamo materiālu īpatsvaru,
 samazināt transportēšanas un uzglabāšanas zudumus.



2. att. Videi draudzīga elektrolīniju balstu ražošanas tehnoloģiskā shēma, kur

SF – procesa sākuma fāze: stabu koksnes pieņemšana, brāķēšana ; PF – procesa pārstrādes fāze : stabu koksnes mizošana, žāvēšana, marķēšana, impregnēšana, fiksācija; BF – procesa beigu fāze : elektrolīnu balstu šķirošana, testēšana, uzglabāšana, realizācija, uzstādīšana elektrolīnās; 1 – izejmateriāli : stabu koksne, gaiss, enerģija: pneimotransports mizošanas procesā; 2 – mizas kā kurināmais siltuma enerģijas iegūšanai stabu koksnes apstrādes tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai; 3 – elektrolīnu balsti kā produkts; 3.1 – elektrolīnu balsti elektrolīnās; 3.2 – demontēto elektrolīnu balstu utilizācija pēc elektrolīnu demontāžas; 4 – impregnēšanas procesā radušos blakusproduktu (smiltis, skaidas) attīrīšana no koksnes ķīmiskā apstrādes līdzekļa, katlu mājas dūmgāzu attīrīšana; 5 – dūmgāzes, notekūdeņi, kas radušies elektrolīnu balstu ķīmiskās apstrādes procesā, ar koksnes ķīmisko apstrāde līdzekli piesūcinātās smiltis, koksnes atliekas.



3. att. Riska novērtēšanas algoritms elektrolīnu balstu ražošanas procesā

Ekoloģiskā riska novērtēšanas algoritma etapi elektrolīniju balstu ražošanas procesā

Izpildes etapi	Aplūkojamās problēmas	Bīstamo faktoru uzskaitījums	Problēmu risināšanas rezultāti
1	•Uzņēmuma atrašanās vieta	1. Gruntsūdens dziļums 2. Augsnes raksturojums 3. Ūdenskrātuvju tuvums	Uzņēmuma vispārējs raksturojums Potenciālo bīstamības veidu uzskaitījums
	•Bīstamo vielu nomenklatūra, apjomi un glabāšanas vietas	1.Koksnes ķīmiskais aizsardzības līdzeklis 2.Piegādes apjomi 3.Piegādes veids 4.Uzglabāšanas veids 5.Noliktavu saimniecība 6.Kurināmais, tā uzglabāšana 7.Dūmgāzes	
	•Bīstamo iekārtu nomenklatūra, izvietojums un galvenie tehniskie parametri	1. Hidroizolācija 2. Filtri	
	•Uzņēmuma ražošanas apjomi un intensitāte		
	•Potenciālie ārējie un iekšējie riska avoti		
2	Katram bīstamības veidam un riska avotam aplūko avārijas realizācijas nosacījumus saistībā ar • Bīstamām vielām	Koksnes aizsardzības līdzeklis “Osmose K 33-C”	Precizēts potenciālo riska avotu saraksts ar konkretizētiem avāriju realizācijas nosacījumiem
	• Bīstamām iekārtām	Koksnes impregnēšanas iekārtas	
	• Tehnoloģiju		
	• Ārējiem faktoriem		

3	Katram riska avotam aplūko:		
	<ul style="list-style-type: none"> Iespējamās avārijas realizācijas ceļus 		
Izpildes etapi	Aplūkojamās problēmas	Bīstamo faktoru uzskaitījums	Problēmu risināšanas rezultāti
	<ul style="list-style-type: none"> Procesa vadības automātiku 	Impregnēšanas process	Izstrādāti riska scenāriji
	<ul style="list-style-type: none"> Drošības automātiku 		
	<ul style="list-style-type: none"> Avārijas novēršanas vai lokalizācijas iespējas 		
4	Notikumu varbūtības noteikšana	1.Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa uzglabāšanas rezervuārs 2.Tehnoloģiskās iekārtas cauruļvadi	Atsevišķu avārijas notikumu un seku iestāšanās gadījumu varbūtības. Seku apjoma un apdraudēto zonu pie dažādiem avāriju scenārijiem konkretizēšana.
	<ul style="list-style-type: none"> Iekārtu drošums 		
	<ul style="list-style-type: none"> Ekspluatācijas nosacījumi un intensitāte 		
	<ul style="list-style-type: none"> Drošības automātikas līmenis 		
	Seku apjoma noteikšana	1.Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa tehnoloģiskā rezerve 2. Uzņēmuma tuvākās apkārtnes raksturojums 3. Uzņēmuma teritorijas hidroizolācija	
	<ul style="list-style-type: none"> Avārijā iesaistīto vielu daudzumi 		
	<ul style="list-style-type: none"> Avārijas vieta un nosacījumi 		
	<ul style="list-style-type: none"> Avārijas lokalizācijas iespējas 		
	<ul style="list-style-type: none"> Avārijas seku apjoms un apdraudētā zona 		

5	Riska komponentes raksturotāji	4 etapa rezultāti	1. Riska līmeņa raksturojums 2. Riska vadības rīcību prioritizācija 3. Riska zonējums
6	Vai var uzsākt vai turpināt iekārtu ekspluatāciju?	5 etapa rezultāti Riska normas vai citi kritēriji	Objektīvu lēmumu pieņemšana uz analītiskās izpētes materiālu bāzes

Elektrolīniju balstu impregnēšanas tehnoloģijas ekoloģisko pētījumu rezultāti

1. Vides aspektu risināšanai tika veikta šādu metožu analīze un izstrāde.

3.tabula

Vides aspektu risināšanas metožu analīzes parametri un robežlielumi

Parametri		Robežlielumi
Fizikālie	Elektrolīniju balstu stiprības parametru ekspertīze atkarībā no koksnes ciršanas perioda, žāvēšanas perioda. Impregnēšanas procesa ietekmes uz koksnes mehāniskām īpašībām analīze	<u>Augšējā kontroles robeža Kod1</u> Ķīmisko elementu daudzums koksnes aplievā 9.6 kg/m ³ , impregnēšanas dziļums $I_{dc} = 5\text{cm}$. <u>Apakšējā kontroles robeža Kod2</u> Ķīmisko elementu daudzums koksnes aplievā 9.0 kg/m ³ , impregnēšanas dziļums $I_{dc} = 3.5\text{cm}$.
Ķīmiskie	Monitorings par koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa "Osmose K-33-C" izskalošanos no elektrolīniju balstiem [3].	Pēc tehnoloģiskām prasībām elektrolīniju balstu, kuri piesūcināti ar "Osmose K-33-C", pārbaude uz ķīmisko elementu fiksāciju tiek veikta pēc Cr^{+6} . Elementa daudzums pārbaudē uz izskalošanos nedrīkst pārsniegt 0.5 mg/11 ūdens. Augsnes paraugu ap elektrolīniju balstiem pētījumos konstatēts, ka Cr svārstās no 11.6-190mg/kg; Cu no 5.7 līdz 84.6 mg/kg; As no 0.4 līdz 34.5 mg/kg .
Ekspluatācijas	Koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa "Osmose K-33-C" daudzuma izmaiņas koksnes pētījumi atkarībā no elektrolīniju balstu ekspluatācijas ilguma elektrolīnijās [4].	Cr koncentrācija nomazgājumos 6 mēnešu laikā samazinās 25 reizes. Cu koncentrācija pēc 3 mēnešu izturēšanas samazinās 3.3 reizes, bet pēc 6 mēnešu izturēšanas nemainās, saglabājoties līmenī $14 \pm 4.4 \mu\text{g}$. As koncentrācija ir stipri atšķirīga dažādos paraugos un no iegūtiem datiem nevar secināt, ka vidējā

		<p>koncentrācija 6 mēnešu laikā samazinās. <i>p.s. Pieļaujamās aroda ekspozīcijas robežvērtības darba vides gaisā arsēnam un hromam ir vienādas t.i. 0.01 mg/m³, bet varam 0.5 mg/m³ (pēc LVS 89:1998)</i></p>
Organizatoriskie	Iespējamo ekoloģisko avāriju novērtēšanas posmi elektrolīnu balstu ražošanas procesā.	

2. Riska novērtēšanai tiek piedāvāts algoritms elektrolīnu balstu ražošanas procesa novērtēšanai (3.att.)

3. Pamatojoties uz tehnoloģiskā procesa analīzes prasībām tika izstrādāta videi draudzīga elektrolīnu balstu ražošanas tehnoloģiska shēma (skat. 2.att.)

Secinājumi

- Galvenie potenciālie vides piesārņošanas riska faktori pētāmi elektrolīnu balstu ražošanas tehnoloģijā, izmantojot impregnēšanas procesā izmantojamo koksnes ķīmisko aizsardzības līdzekli "Osmose K-33-C", kura sastāvā ir ķīmiskie elementi Cr; Cu; As, kuru daudzums ķīmiskajā aizsardzības līdzeklī ($As \leq 41.9\%$; $Cr \leq 38,6\%$; $Cu \leq 19.5\%$)
- Izstrādātas videi ekoloģiski draudzīgas impregnēšanas procesa un riska novērtēšanas principiālās shēmas un modeļi, izmantojot ķīmisko koksnes aizsardzības līdzekli "Osmose K-33-C", kas ļauj optimizēt elektrolīnu balstu ražošanas procesu no vides aizsardzības prasību ievērošanas viedokļa.
- Pamatojoties uz elektrolīnu balstu ražošanas procesa un to specifisko īpatnību analīzi, izstrādātas vides aizsardzības kartes, kas ļauj veikt elektrolīnu balsu impregnēšanas procesa tekošo un preventīvo kontroli un uzraudzību un nodrošināt attiecībā uz vidi un cilvēkiem saudzējošo impregnēšanas procesa norisi atbilstoši esošām ekoloģiskām prasībām.

Literatūra

- ISO 8402. Kvalitātes vadīšana un nodrošināšana, termini un jēdzieni.
- LVS ISO 14000 Vides pārvaldības sistēmas, specifikācijas ar norādījumiem to lietošanā.
- L.V. Koksnes ķīmijas institūta pētījums. Monitorings par koksnes ķīmiskā aizsardzības līdzekļa "Osmose K-33-C" izskalošanos no elektrolīnu balstiem, 1996.
- Darba un vides veselības institūts. Koksnes aizsardzības konservējošo ķīmikāliju dermālā kontakta pakāpes novērtējums. 2000.
- ISO 14004: 1996. Vides pārvaldības sistēmas. Vispārīgie norādījumi par principiem, sistēmām un papildinošām metodēm.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КАНАЛОВ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ
PREDICTING OF POTENTIAL PROPAGATION CHANNELS FOR
ECOLOGICALLY HARMFUL SUBSTANCES IN GEOLOGIC MEDIA**

Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Буров И.Ю.
Геофизический центр Российской Академии Наук
117296, Россия, Москва, ул. Молодежная, д. 3, тел: (095) 9305639

Abstract. The questions of assessment and prediction of potential channels of infiltration of radionuclides in geologic environment are discussed. This is specially important for underground allocation of the nuclear objects. The method of allows for spatial-temporal variations in a geological massif at all hierarchical levels from regional tectonic processes up top peri-contour zones of chambers.

Наибольшую экологическую опасность для населения и окружающей среды представляют промышленные объекты, на которых применяются технологии с использованием радиоактивных материалов, объединенные под общим понятием – объекты ядерно-топливного цикла (ЯТЦ). Это прежде всего атомные станции, подземные хранилища и захоронения радиоактивных отходов.

На объектах ЯТЦ неоднократно возникали аварийные ситуации разной степени тяжести. Последствия наиболее серьезных из них (Кыштым, Южный Урал; Виндскэйл, Англия; Три Майл Айленд, США; Чернобыльская катастрофа) не ликвидированы до настоящего время. Одна из экологических опасностей связана с возможным повреждением емкостей, в том числе при воздействии природных факторов, хранящих радиоактивные отходы, и их попадания в грунтовые воды.

Из всего комплекса проблем обеспечения геоэкологической безопасности объектов ЯТЦ остановимся на одной – прогнозировании потенциальных каналов распространения радионуклидов в геологической среде. Особенно актуален этот вопрос при подземном размещении объектов ЯТЦ. Поскольку процессы, протекающие в геологической среде взаимосвязаны, необходима концептуальная основа, учитывающая пространственно-временные изменения геологической среды на всех иерархических уровнях от региональных тектонических процессов до состояния приконтурной части породного массива. Отсюда возникает необходимость разделения решения проблемы на три уровня: региональный, локальный и приконтурный.

На рис. 1 показаны цели, задачи и методы исследований на каждом иерархическом уровне. Основной задачей первого уровня является установление уровня активности крупных тектонических нарушений. Для этого необходимо исследовать геодинамический режим территории в радиусе до 50 км от объекта. В настоящее время нами широко применяются для этого методы космической геодезии (GPS-метод). Метод позволяет определять дистанцию между пунктами на базах до 1000 км с ошибкой порядка 1–1,5 мм, а точных координат – около 10 мм.

На основе GPS-исследований выделяются структурно-тектонические блоки и определяются скорости современных горизонтальных движений по основным тектоническим нарушениям.

Второй уровень исследований захватывает площадь горного отвода объекта, обычно ее размер не превышает 10 км². Основная задача заключается в выявлении зон

относительного разуплотнения породного массива, обусловленных современной геодинамикой и образованием мульды проседания над пройденными горными выработками. Современное напряженное состояние породного массива в зонах влияния выработанного пространства часто отличается от традиционно используемых в геомеханике гипотез распределения полей напряжений Гейма, Динника или Хаста. Разработанная нами методика расчета полей смещений и деформаций над полостями различной конфигурации [1] позволяет прогнозировать объемное распределение полей смещений и деформаций.

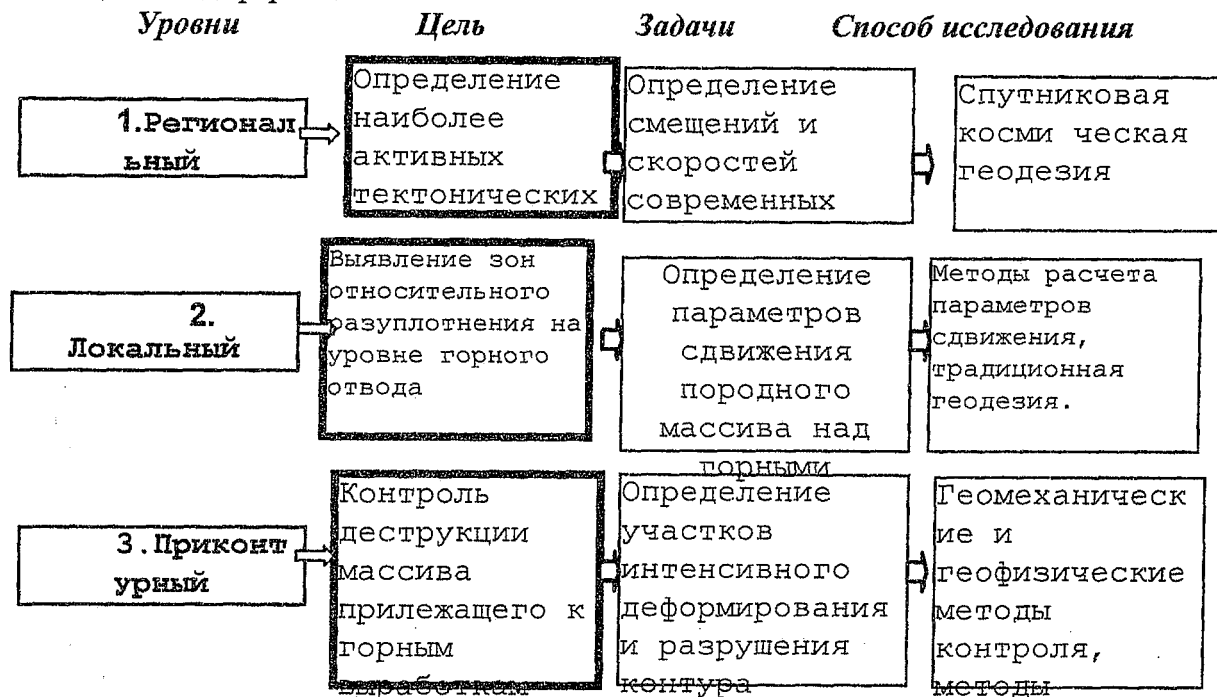


Рис. 1. Цели и задачи прогнозирования образования потенциальных каналов для распространения экологически опасных веществ в породном массиве

Третий уровень это непосредственно контроль приконтурной части породного массива на глубину, как правило, не превышающую 100 м от контура выработок. Для этого используется комплекс методов: математического моделирования (метод граничных элементов), геомеханические методы контроля состояния породного массива (метод глубинных реперов, маркшейдерские методы и др.), геофизические методы (сейсмический, сейсмоакустический и электрометрический) [2 и др.].

Не имея возможности привести в полной мере все результаты исследований, остановимся на одной закономерности поведения породных массивов, зарегистрированной практически на всех иерархических уровнях. Это цикличность в развитии во времени и пространстве процессов перераспределения полей напряжений, деформирования и разрушения горных пород при внешнем силовом воздействии техногенного или природного характера. Наблюдения за приконтурной частью породного массива основывались на следующих положениях.

1. Существует исходная иерархически структурированная геологическая среда, свойства и структура которой определяются историей формирования земной коры данного участка, состоящая из крупных структурных блоков в пределах которых происходит ответная реакция на внешнее силовое воздействие в виде изменения локальных полей напряжений вокруг микронеоднородностей

2. Структурные блоки, ограниченные контактными плоскостями ослабления, содержат несколько разновидностей неоднородностей более низкого ранга, которые являются концентраторами напряжений (микротрещины, поры и т.д.). При общих объемных сжимающих напряжениях, разрушение пород происходит за счет развития трещин нормального разрыва и зарождения системы трещин в некотором очаге. Образующиеся системы трещин ориентированы в направлении действия главных сжимающих напряжений.

3. Возрастание общего уровня напряжений приводит к образованию магистральных трещин и к возникновению структур более высокого ранга с последующим формированием объемного очага разрушения. Разрушение пород (скорость и объем) зависит от притока внешней энергии, которая определяется горно-геологическими условиями, силой техногенного воздействия и природно-тектоническими факторами. При невысокой скорости прироста напряжений происходит деформирование горных пород, а при превышении некоторого порога скорости нагружения – разрушение.

4. Индикатором реакции породного массива на внешнее воздействие являются параметры измеряемых физических полей, которые взаимосвязаны со свойствами и состоянием газо-флюидной среды в трещинах и межблоковом пространстве массива.

Исследования на подземных рудниках [2, 3] показали, что при взрывной отбойке в приконтурной части массива часто образуются упорядоченные структуры, связанные с реакцией нарушенного массива на циклическое изменение напряженного состояния приконтурной части. Поведение полей напряжений в приконтурной части массива оказалось похожим на так называемые синэнергетические процессы (от греч. *synenergetikos* – согласованно действующий), отличительной особенностью которых является возникновение *организованного поведения* хаотичных систем. Синэнергетический процесс упорядочения структуры полей напряжений и структуры массива в пространстве и времени в условиях действия тектонических сил проявляется особенно ярко. Периодичность развития процесса деформирования горных выработок по действием тектонических сил наглядно продемонстрирован в работе [2], где сопоставлены результаты многолетних наблюдений за деформацией выработок на урановом месторождении Ала-Таньга в Узбекистане. Периоды максимальных значений смещений совпадали во времени с максимальной тектонической активностью, одновременно резко возрастало количество и мощность случаев разрушения горных пород в виде стреляний и горных ударов.

Сам процесс перестройки полей напряжений характеризуется "волнообразной" во времени картиной, с периодами накопления напряжений и последующей разгрузки за счет разрушения отдельных структурных связей и образования магистральных трещин, которые могут служить каналами распространения экологически опасных веществ в окружающее пространство.

В целом можно отметить одну наиболее закономерность – зоны уплотнения и разуплотнения организуются так, что *ориентируются перпендикулярно* направлению действия максимальных сил, определяющих приток внешней энергии в приконтурную часть породного массива. Эти процессы зарегистрированы в зонах влияния лобных выработок, хотя интенсивность и скорость протекания на порядок ниже, чем при интенсивном техногенном воздействии или сильных тектонических напряжениях.

В горных камерах большого сечения объект " Красноярск–26" (высота до 60 м, ширина до 40 м) пройденных в конце 50-х годов для размещения ядерных технологий, проводились измерения смещения контура обделки камер и смещений глубинных реперов, заложенных на различных глубинах от обделки. Многократные замеры

смещений глубинных реперов с высокой инструментальной (до 0,01 мм) точностью, не подверженные воздействию взрывных работ, проводимых регулярно в течение более 40 лет, не позволяют сомневаться в достоверности и надежности экспериментальных данных. Можно отметить следующее. Смещение реперов представляет собой чередование отрицательных и положительных значений относительно контура обделки во времени. Причем отмечена зависимость цикличности процесса от степени нарушенности массива в пределах от 0,5 –1 лет до 7 лет. Этот процесс связан с накоплением в отдельных структурных неоднородностях напряжений и при превышении некоторого порога их разрушением с передачей напряжений соседним участкам. На рис. 2 представлен фрагмент записи смещения глубинных реперов по скважине 22. На нем ярко видна цикличность процессов смещения отдельных реперов, расположенных в интервале от 2 до 19 м. Т.к. каждый репер является индикатором состояния отдельных структурных блоков (доменов), то можно принять следующую модель механизма деформирования приконтурной части породного массива, основанную на представлении деформирования как синэнергетического процесса перестройки полей напряжений.

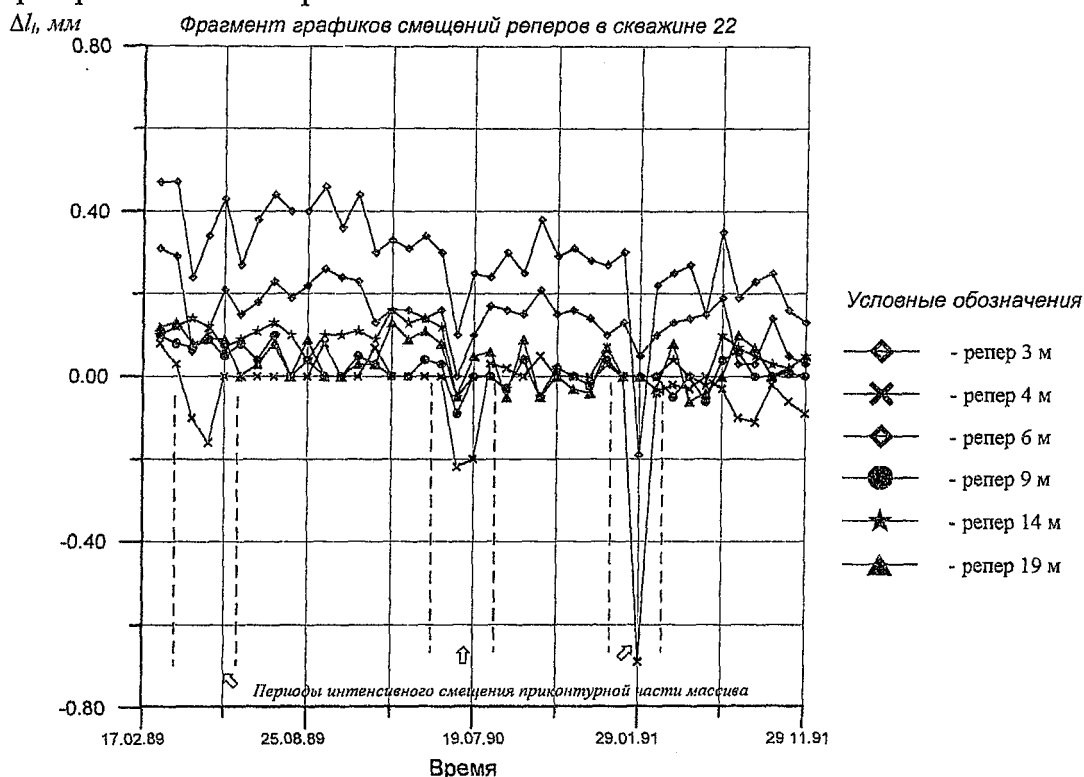


Рис. 2. Фрагмент графиков смещений реперов в скважине с периодами разгрузки приконтурной части породного массива

Подобный характер развития процессов смещения земной коры отмечается и при наблюдениях за глобальными движениями земной коры GPS-методами, а также описывается многими исследователями при подготовке мощных сейсмических событий. Таким образом, периодичность в развитии процессов самоорганизации полей напряжений и последующее деформирование породного массива является фундаментальным свойством геологической среды и связана с реакцией нарушенной среды на силовое воздействие. Амплитуда и частота периодов разгрузки и разгрузки связана с нарушенностью геологической среды и может служить критерием оценки ее стабильности и устойчивости на различных иерархических уровнях.

Эту закономерность целесообразно использовать в практических целях при проектировании и строительстве различных подземных объектов ЯТЦ, в которых предполагается размещение экологически опасных технологий и материалов, в том числе при захоронении радиоактивных отходов [4], строительстве подземных атомных станций и т.д.

Литература

1. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Прогнозирование процессов разрушения породных массивов при подземной разработке рудных месторождений и строительстве подземных сооружений. В сб. – Методические основы контроля состояния породного массива и прогноза динамических явлений. М., 1994. Национальный геоф. комитет. С.45–75.
2. Морозов В.Н., Татаринов В.Н., Буров И.Ю. Динамика процесса потери устойчивости горных выработок в нестационарных полях напряжений. Горный вестник. 1996. № 2. С.66–72.
3. Tatarinov V. N. Dynamics of spatial-temporal processes in peri-contour zone. 5th International Symposium on Field Measurements in Geomechanics. FMGM99. 1–3 December 1999. Singapore. pp.589–593.
4. Morozov V.N., Tatarinov V. N. Assessment of Stability and Prediction of Isolation Properties of Rock Massif for disposal of High-Level Radioactive Waste. International Conference on Future Nuclear System. Nuclear Technology – Bridging the Millennia. GLOBAL '99. 1999. Jackson, Wyoming,

PHYSICO-CHEMICAL FEATURES OF WATERS AND BIOCOENOSIS OF A MEROMICTIC RESERVOIR IN THE YEARS 1981–1998 IN THE LEKNICA REGION (WESTERN POLAND) ŪDENŪ FIZIKĀLI ĶĪMISKĀS ĪPAŠĪBAS UN MEROMIKTISKAS ŪDENSTILPES BIOCENOZE 1981. – 1998. GADOS LEKNICAS REĢIONĀ

Bartłomiej Najbar

Polytechnic Zielona Góra, Institute of Sanitary Engineering,

Prof. Szafrana 15, Zielona Góra, Poland

T.: (0048) 683282571

Abstract. The research concerned the biggest, the deepest and the youngest (25 years old) acidotrophic reservoir located 4 km south-east from Łeknica. It was created as a result of brown-coal mining and opencast method. The present pyrite was the cause of significant acidifying and salinity of waters.

17 years of physico-chemical examinations of waters showed a progressive difference between mixo- and monimolimnion that is increase or decrease of such indicators as pH, redox potential, total iron, sulphate and others. First symptoms of ageing of the reservoir were visible.

Biological examinations showed paucity of plant and animal species living in this reservoir and a very slow development of biocoenosis.

The research concerned the biggest, the deepest and the youngest (25 years old) acidotrophic reservoir located 4 km south-east from Łeknica. It was created as a result of brown-coal mining and opencast method. The present pyrite was the cause for significant acidifying and salinity of waters.

17 years of physico-chemical examinations of waters showed a progressive difference between mixo- and monimolimnion that is increase or decrease of such indicators as pH, redox potential, total iron, sulphate and others. First symptoms of ageing of the reservoir were visible.

Biological examinations showed paucity of plant and animal species living in this reservoir and a very slow development of biocoenosis.

Key words: post-mining water reservoirs, meromixis, acidotrophic lakes.

1. Introduction

Meromixis is a rare phenomenon however widely common on our globe (Hutchinson, 1957; Walker, 1974).

In the „anthropogenic lake district” three meromictic reservoirs were found (Fig. 1). These are the only described cases representing this phenomenon in Poland (Matejczuk, 1986; Solski, Jędrzcak, 1991a). Meromixis in its sharpest form was found in the biggest, the deepest and the youngest reservoir at the same time (25 years old). It was created in 1973 as a result of brown coal mining and the opencast method. It is located among pine-tree forests on depression land with its high and steep banks covered with deep furrows (water and wind erosion).

It is devoided of providing water and outlets. This reservoir has been examined many times in the years 1981–1998 (Matejczuk, 1986; Solski, Jędrzcak, 1990; Solski, Jędrzcak, 1991a, b; Jędrzcak, 1992; Najbar, Jędrzcak, 1998). It has been recognized as a particularly interesting object especially because of its extreme acidifying and salinity, presence of monimolimnion, bio-chemical processes taking place there (Jędrzcak, 1992) and because of visible changes of their physico-chemical conversions in a short period of time.

2. Methods

2.1. Physico-chemical investigations

The reservoir was examined four times during the summer stagnation (VIII. 1987, VII. 1988, VIII. 1993, VIII. 1997) and twice during the autumn circulation (XI. 1981, IX. 1998).

The water samples were taken with a Ruttner sampler in vertical profile at the depth of: 0, 1, 3, 5 and then every two meters and 1 m above the bottom. The analysis contained over 20 physico-chemical indicators, whereas only 9 of them were analysed and interpreted: temperature, pH, redox potential, oxygen, total iron, sulphate, ammonium, nitrates and phosphates, were determined by the methods described by Hermanowicz *et al.* (1976).

2.2. Biological examinations

The samples to indicate chlorophyll a contents were taken in quantities of 30–50 litres at the same depth as for chemical analysis. The chlorophyll a concentration was indicated according to SCOR-UNESCO method. (Ausgewählte Methoden 1970). Measurements on primary production were taken according to the oxygen method by Vinberg (1960). Bottles of water taken at a proper depth were exposed from dawn to dusk after which the oxygen contents were marked according to the Winklers method (Hermanowicz, 1976).

The samples of waters to indicate the phyto- and zooplankton were taken with help of a Ruttner sampler at the depths of: 0, 1, 3, 5 and then every two meters and 1 meter above the bottom. The samples were strained and preserved according to Starmach (1955). To indicate individual systematic groups of phyto- and zooplankton proper keys were used: *Protozoa* – Kahl (1931, 1932, 1935), *Bacillariophyceae* – Siemińska (1964), *Cyanophyta* – Starmach (1966), *Euglenophyta* – Popova (1966), *Chlorophyta* – Starmach (1972).

Organisms of littoral sphere represented by only few species were taken with help of a dredge and a net. The contents were washed with water and the rest was preserved with formalin. To indicate organisms of this zone as well as benthos following keys were used: *Heteroptera*– Jaczewski, Wróblewski (1978), *Coleoptera* – Galewski and Tranda (1978), *Diptera* – Romaniszyn (1958).

3. Results

3.1. Temperature

Examination of temperature in vertical profile distinguished two layers: mixo- and monimolimnion. During the summer stagnation three typical layers of this period: epi-, meta- and hypolimnion were distinguished in mixolimnion. The lowest temperature (ca 6°C) appeared at the

border line between mixo- and monimolimnion (9–11 meters) and then rose to ca 9.5°C (16–18 m). The border line of the lowest temperature was not stable and relocated vertically in years as a result of physical factors (convection stream, winds) (Fig. 2A). Examining temperature changes of waters in the distinguished meromictic reservoir in the years 1987–1997, the temperature rose in both mixo- and monimolimnion (Fig. 2A).

3.2. Oxygen

Changes of oxygen contents in waters of meromictic reservoirs were typical for strongly eutrophied reservoirs. Sufficient oxygenation in mixolimnion and total lack of oxygen in monimolimnion were found. Division of mixolimnion into three layers (epi-, meta- and hypolimnion) on the basis of temperature measurements, receded in case of oxygen and didn't return either in case of other indicators.

The oxyclin shows steadily growing worse oxygen conditions through out years in the examined reservoirs. The top border line for waters devoided of oxygen was moving steadily towards the surface of reservoir (Fig. 2B).

3.3. Hydrogen- ion concentration

The reservoir was characterized with steady process of changes in pH of vertical profile of mixolimnion between 3.20 pH (VIII. 1997) and 4.38 pH (IX. 1998) and its rising in monimolimnion to 5.4 pH (IX. 1998) (Fig. 3A). The slightly growing pH in monimolimnion in relation to water layers located above (mixolimnion) in November 1981 is worth mentioning. The growing pH in monimolimnion took place as a result of reduction process leading to using hydrogen- ion, whose intensity seems to have grown lately. Significant growth of pH in mixo- and monimolimnion was found in September 1998 (Fig. 3A).

3.4. Redox potential

The vertical distribution of redox potential in the reservoirs was in some way a revers vertical distribution of pH (Fig. 3B). The highest redox potential was found in mixolimnion: from ca 798 mV (VIII. 1993) to ca 818 mV (IX. 1998). At the depth of 9–10 m redox potential was decreasing in monimolimnion from ca 639 mV (VII. 1998) to ca 405 mV (VIII. 1993). The above results of examinations showed different to the results of 1981 (620–745 mV) (Fig. 3B).

3.5. Total iron

The concentration of iron in the vertical profile of mixolimnion was even and ranged between ca 60 mg Fe·dm⁻³ and ca 200 mg Fe·dm⁻³. Exceptions were found only during examinations carried out in August 1992, when the contents of iron rose to over 1000 mg Fe·dm⁻³ at the depth of 10 m. The concentration of iron below 10 meters rose steadily in the 1980s and reached the level of 800–900 mg Fe·dm⁻³ at the bottom. An intensive increase of total iron was found in August 1993 especially in monimolimnion where its concentration reached ca 1000 mg Fe·dm⁻³ (Fig. 4A).

3.6. Sulphates

The concentration of sulphates in vertical profiles of mixolimnion was balanced and ranged between ca 1400 and ca 1500 mg SO₄·dm⁻³ in February and November 1981. It rose steadily below 10 meters in monimolimnion and reached ca 2750 and 2990 mg SO₄·dm⁻³ above the bottom. The concentration of sulphates in mixolimnion decreased slightly between 1987–1997 whereas in monimolimnion in relation to 1981 increased considerably and reached 3850 mg SO₄·dm⁻³ at the bottom in July 1988. The results of the 1993 examination were characterised with an increase of sulphates concentration already at the depth of 7 meters and kept the same in the monimolimnion, reaching 3935 mg SO₄·dm⁻³ at the bottom (19 m) (Fig. 4B).

3.7. Ammonium

Contents of ammonium salts in vertical profile of mixolimnion were approximate and did not exceed $5 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$ (except August 1993). The difference in their concentration was found in monimolimnion and increased according to the depth. The ammonium salt's contents ranged between $7.6 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$ (XI. 1981) and $88.9 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$ (VIII. 1993), above the bottom (Fig. 5A).

3.8. Nitrates

The highest concentration of nitrates was observed in vertical profile of mixolimnion in 1981 and ranged between 3.30 and $3.60 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$. They tend to decrease as the depth increased. The nitrates disappeared in monimolimnion. They appeared in mixo- and monimolimnion in 1993 and their concentration ranged between 0.286 and $0.727 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$. A hard to understand process of nitrates concentration in vertical profile was observed in 1998 when the lowest concentration (over $0.10 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$), was shown already at the depth of 9 meters and slowly decreased to the depth of 17 m. Otherwise only a slight concentration of this anion was observed. It took place in the top layer of mixolimnion and did not exceed $0.05 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$ (Fig. 5B).

3.9. Phosphates

There were no phosphates observed according to accessible methods, in mixolimnion in November 1981. This anion appeared at the depth of 13 m, and reached concentration not exceeding $0.001 \text{ mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ whereas it increased at the bottom and ranged between 0.002 and $0.003 \text{ mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$. In mixolimnion phosphates reached $0.10 \text{ mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ in the years 1987–1988. The concentration of this ion was lower in monimolimnion and did not exceed $0.010 \text{ mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$. The lowest concentration of phosphates was observed at the depth of 5 meters in August 1993 (ca $0.013 \text{ mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$) and even lower concentration of this anion took place in monimolimnion (Fig. 6A).

3.10. Development of biocoenosis

The moving banks, lack of vascular plants and lack of typically created littoral these are the main obstacles for the examined reservoir to be settled in by water organisms. Whereas lack of oxygen in monimolimnion limited the benthos penetrating the profundal below isobath of 9–10 m, reducing their living area. For these reasons number of the selected systematic individuals and particular species of plankton and benthos was poor over 18 years. Only 12 units of classification were observed between 1980–1995 whereas 6 new species have been found in the last two years (1997–1998) (Table I).

4. Discussion

Meromixis is a phenomenon, which was observed in the examined reservoir as well as in three other reservoirs of the „antropogenic lake district” and it shows its own complicated genesis as the ektogenic and endogenic meromixis (Walker, Likens, 1975). The phenomenon was created in very favourable morphometry of their excavation (high value of the relative depth 0.0788 – 0.0533) and the surrounding land (piled heaps, low location of the basin, the forests) (Solski, Jedrczak, 1991).

Pyrite accompanying the coal mines went through a very complicated process of decomposition (Backer, Wilshire, 1970); Walsh, Mitchell, 1972) causing creation of sulphuric acid and its results:

- acidifying of waters to the extend limiting development of biological life,
- creation of conditions favourable for degradation of rocks,

- gathering of sulphuric acid salts at the bottom of waters in quantities leading to creation of monimolimnion,
- appearance of sulphate type water in reservoirs.

Iron and sulphur played the main role in creation of monimolimnion (Kjensmo, 1967; Carignan 1988; Forsberg, Morling, 1988). There is a question of whether or not there has been any progress in the process of eutrophication of the examined reservoir.

In the opinion of Solski and Jedrczak (1991) the intensity of reductive processes in monimolimnion are measure for aging of meromictic reservoirs expressed in redox potential. Examination of meromictic reservoirs in the 1980s proved that the redox potential of monimolimnion waters was equal or higher than 400 mV showing at the same time lack of any desulphatisation processes. At the same time in two other (older) meromictic reservoirs redox potential reached from 300 mV to 212 mV which proves of advanced reductive processes of sulphates (Solski, Jedrczak, 1991). Reduction of redox potential in the monimolimnion of the in July 1988 and August 1992 examined reservoir to the level of 398 mV and 390 mV proved that reservoir is getting old. What was discovered that within 17 years (1981–1998) proceeding differences between the mixo- and monimolimnion took place, consisting in increasing or decreasing concentration of the following physico-chemical indicators: pH (Fig. 3A), redox potential (Fig. 3B), iron (Fig. 4A), sulphates (Fig. 4B), ammonium (Fig. 5A). As a result of water acidifying with sulphuric acid, the ion composition of those waters went through transformation processes and sulphate waters appeared.

Chemolithoautotrophic bacteria such as *Thiobacillus* mainly species of *Thiobacillus ferrooxidans* were considered to be the pionier organisms of acidotrophic waters of post-mining or sinkhole origin. Those bacteria oxygenate the bivalent iron in acidic conditions. Further in the row there are bacteria oxygenating sulphur as well as typical acidobionts and acidophils (Berg, Petersen, 1958; Popova, 1966; Langworthy, 1978) among which there are *Eunotia exiqua* (*Bacillariophyceae*) and *Euglena mutabilis* (*Euglenophyta*).

When in waters with its pH close to neutral the number of *E. mutabilis* did not exceed 2.4% of all found organisms, so in case of 2.41–3.89 pH their number reaches up to 90–100% of all organisms among *Euglenophyta*. Apart from *E. mutabilis*, *E. exiqua* is another dominant living in the most (inaccessible) acidotrophic reservoirs of the examined „antropogenic lake district”, deciding together with the bacteria about their productivity. *E. exiqua* was found to have been dominating species in waters of the described meromictic reservoir (2.4 pH) in the years 1993–1998 and made between 90% up to 100% of all organisms of phytoplankton found. Yoshimura (1933) found the *Eunotia* species in more acidic environment (1.4 pH). It must be stressed that such strong water acidifying can be critical for *E. exiqua*. A large percentage of *E. exiqua* armours taken from the examined meromictic reservoir showed deformation of armours which indicates difficult living conditions. Matejczuk (1992) considered 3.1 pH as an optimal hydrogen- ion concentration for *E. exiqua* to live. Diatoms *E. exiqua* was accompanied by similar species of *Eunotia tenella* which some times is considered as indicating organism for acidic waters. Quantity of this diatom in meromictic reservoirs in the years 1993–1995 ranged between 0.5–4.2%. Another interesting species found in this reservoir is *Lyngbia ochracea* building visible agglomerations in quiet shallow and warm waters of the reservoir.

Among other organisms appearing in the waters of this reservoir there were: *Ciliata* and *Flagellata apochromatica*, *Sialis* sp. (*Megaloptera*), *Chironomus* (*Tendipes*) *plumosus* (*Diptera*), and recently *Heteroptera* (*Corixidae*) and *Coleoptera* (*Dytiscidae* and *Gyrinidae*) (Table I).

Among „pionier” vascular plants appearing in the bank area of acid and salty reservoirs in the region of Łęknica there were: *Juncus bulbosus* L. and *Phragmites communis* Tr. In Matejczuk's opinion (1992) *Sphagnum* sp., can also be considered as „pionier” species, whereas Heym (1971) proves that it could be *Sphagnum cuspidatum* Schimp. Pietsch (1965) however thinks, that the speed of acidotrophic reservoirs to become populated depends on fine rush (*J. bulbosus*), which grows at the bottom of a reservoir even at the depth of 30 meters. There were not any cases of phytocenosis in the bank area or in the water within 25 years.

Populating the post-mining acidotrophic reservoirs by both animals and plants of different species depends mainly on their pH and iron concentration (Riley, 1960; Parsons, 1964; Puchalski, 1985) and further on other physico-chemical feature of the water environment.

Presence of individual flora nad fauna representatives is not finally and exclusively determined by chemism of reservoir waters. Two of them located in Leknica region, close to each other are worth mentioning as they show similar genesis, age and pH, but different biocoenosis. In one of them (the described meromictic reservoir above) only few representatives of bacterioplankton, fungus, a few species of phyto- and zooplankton and lately insects were found whereas in the second reservoir apart from the above mentioned groups of plants and animals: *Chlorophyta* (*Binuclearia tectorum*), *Rotatoria* (*Ascomorpha* sp. and *Asplanchna* sp.), *Odonata* (*Aeschna* sp., *Anax* sp., *Cenagrion* sp.), *Macrophyta* (*J. bulbosus* L., *J. compressus* L., *J. effusus* L.) and even *Amphibia* (*Rana lessonae* Camerano) appeared few years ago (Najbar, 1996).

A great contribution to a luxuriant development of plants and bigger number of animal species have brought creation of quiet forests protected from winds shallow bays which enable plants to root and to grow. Their close surrounding makes it possible to create ecological niches, which use microorganisms and built basis for further succession.

The majority of the representatives of the above mentioned which were found in bigger number of the examined reservoirs showed better adaptative abilities and their presence falls on particular ecological collective body. Some of them are species common in Poland but they belonged to the rare in the examined reservoirs.

It has been proved that for the biocoenosis to develop and to populate the reservoirs with representatives of various groups of plants and animals, apart from the ground composition on which they were created, also the biotopic conditions are of importance. Shallow reservoirs with high banks or shallow back waters with low located bays surrounded with forest, protected from winds, become populated by macrohydrophytes and living close to them phyto-, zooplankton and numerous arthropoden much faster.

Reservoirs with steep, moving banks covered with drift, where it is difficult even to differentiate the proper littoral sphere give incomparably less chance for the „pionier” plants to settle permanently.

A good example of a reservoir showing similar composition of its bank line is the meromictic reservoir described above and located near Leknica (Fig. 1). So shaped bank line together with disadvantageous geomorphological conditions, open exposed to strong winds water level of 18,8 ha and considerable depth (over 20 m) makes it difficult for every species to settle and can be extended in time and then the processes of the reservoirs getting older is hardly visible.

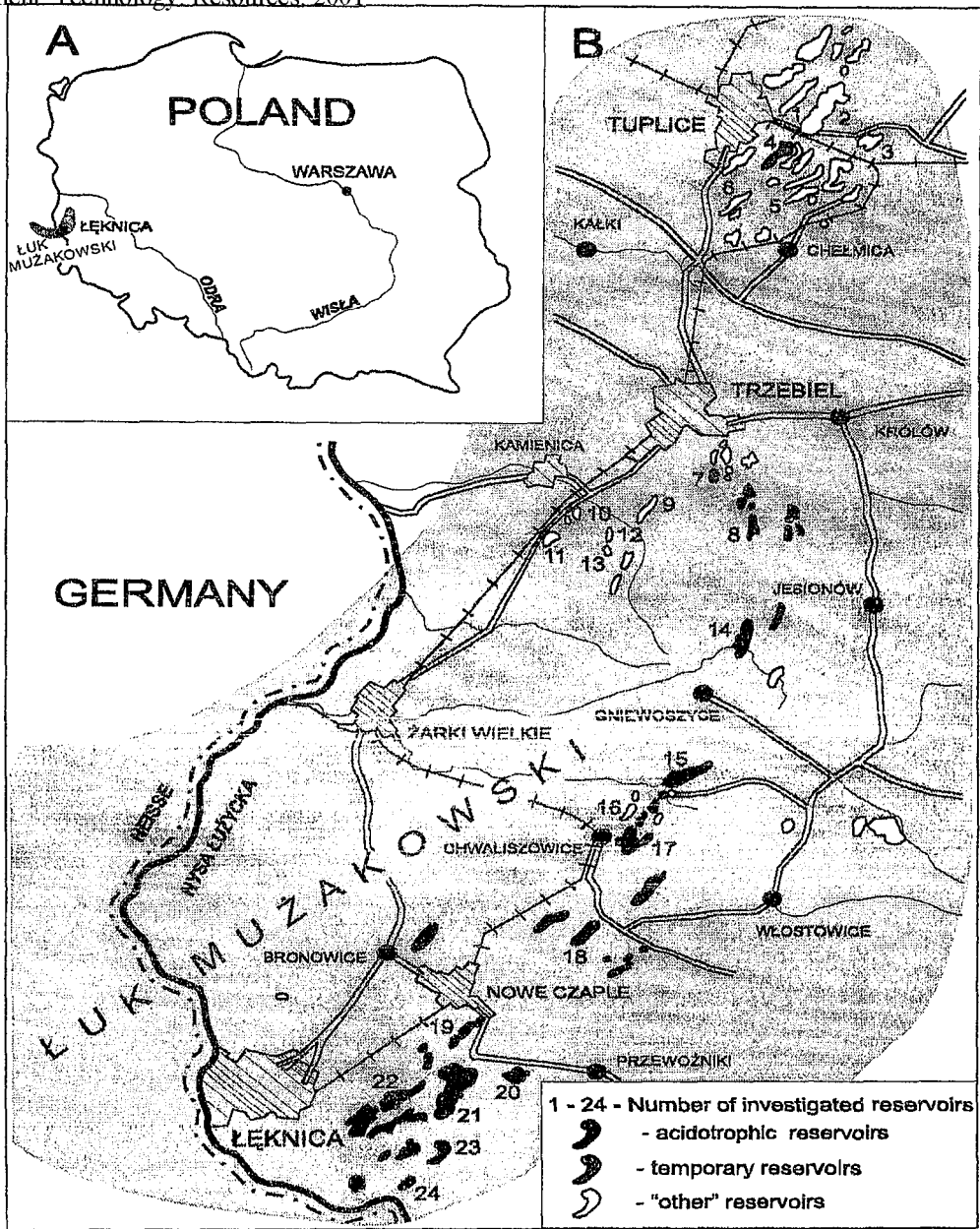


Fig. 1 Łuk Mużakowski (Western Poland) A - general location, B - investigated region.

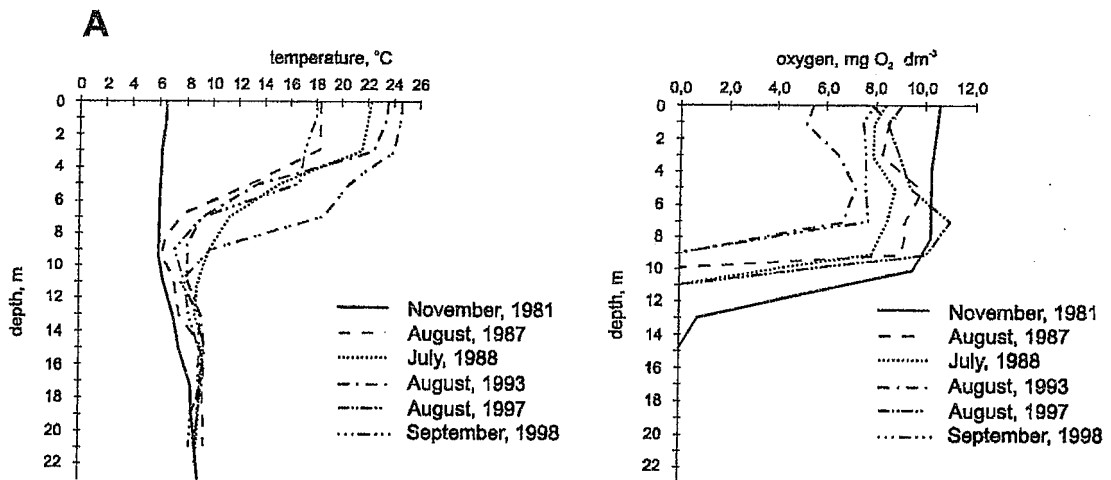


Fig. 2 Vertical distribution of temperature (A), oxygen (B) in the meromictic reservoir, 1981-98.

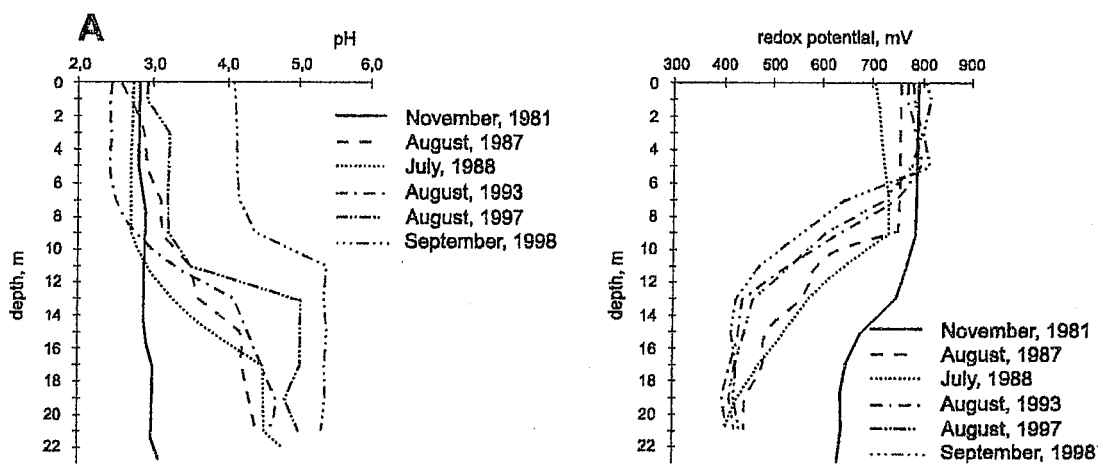


Fig. 3 Vertical distribution of pH (A), redox potential (B) in the meromictic reservoir, 1981-98.

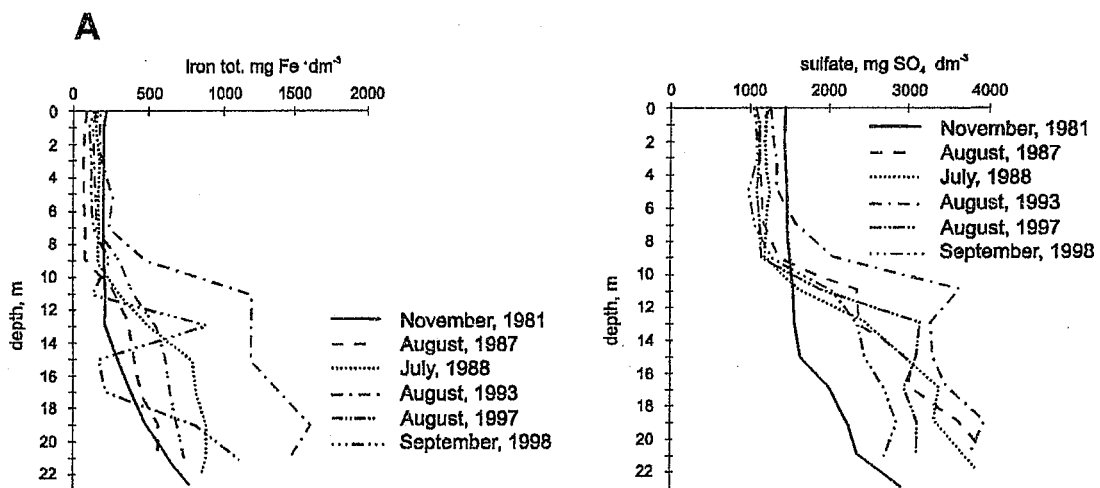


Fig. 4 Vertical distribution of iron (A), sulfate (B) in the meromictic reservoir, 1981-98.

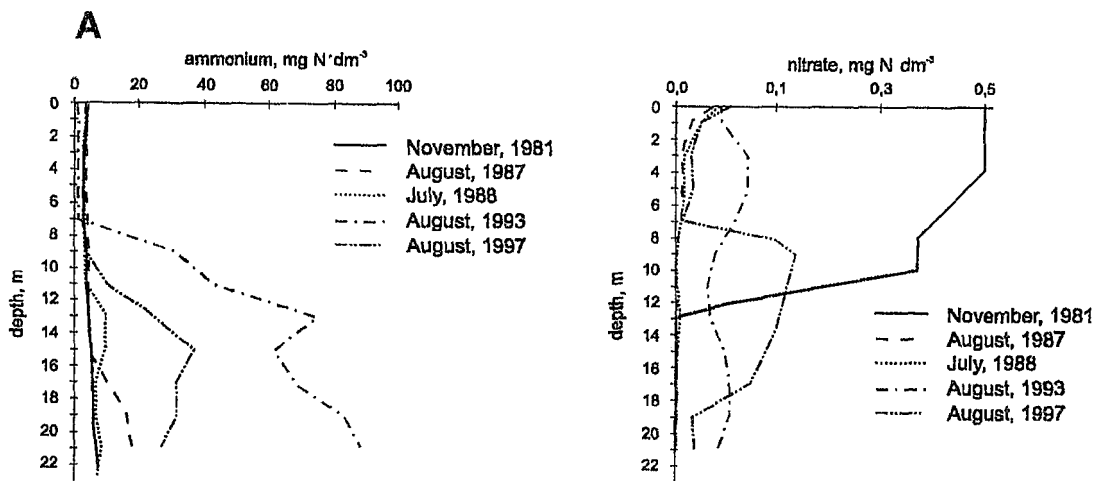


Fig. 5 Vertical distribution of ammonium (A), nitrate (B) in the meromictic reservoir, 1981-97.

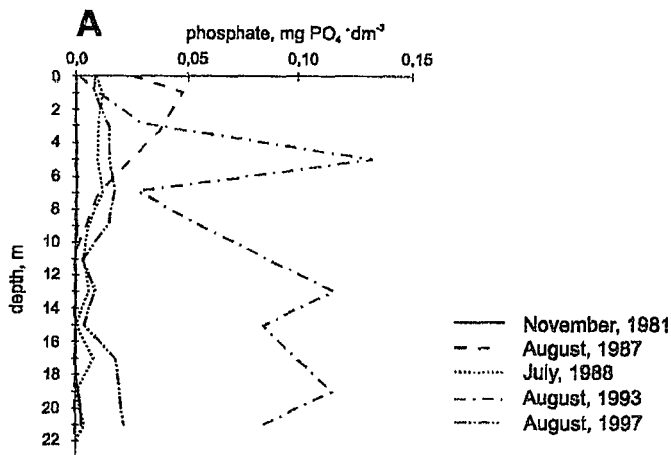


Fig. 6 Vertical distribution of phosphate (A) in the meromictic reservoir, 1981-97.

References

Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchungen. Methoden zur Bestimmung der Bioaktivität. Chlorophyll. VEB, Gustav Fischer Verlag, Jena 1970.

Baker, R.A. and Wilshire A.G., 1970. Microbiological Factor in Acid Mine Drainage Formation. A Pilot Plants Study. *Envir. Sci. and Technology*. 4 (5): 401-407.

Berg, K. and C. Petersen C., 1958. Studies on the humid Acid Lake Gribs. *Folia Limnologica Scandinavica* No 8.

Carignan, R., 1988. Seasonal dynamics of sulfate hydrogen sulfide near the sediment-water interface of an oligotrophic acid lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 106-115.

Forsberg, C. and G. Morling, 1988. Examples of changes in water chemistry during lake acidification and streamers. *J. Bacteriol.* 101: 973-981. Predominant slime production bacteria and streamers. 101: 982-988.

Galewski, K. and E. Tranda, 1978. *Chrzaszczce (Coleoptera). Dytiscidae, Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae*. Fauna słodkowodna Polski. [Cockchafers (Coleoptera) Dytiscidae, Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae. Freshwater fauna of Poland], z. 10., Warszawa-Poznań, PWN.

Hermanowicz, W., W. Dożańska, J. Dojlido and B. Koziorowski, 1976. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. [Physico-chemical investigation of waters and sewages], Warszawa, Arkady.

Heym, W.D., 1971. Die Vegetationsverhältnisse älterer Bergbau - Restgewässer im westlichen Muskauer Faltenbogen. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*. Bd. 46, Nr. 7; VII/1 - VII/40.

Hutchinson, G.E., 1957. A treatise on limnology. Vol. I. New York, John Wiley and Sons, Inc., London, Chapman and Hall, Ltd, 1-1015 p.

- Jaczewski, T. and A. Wróblewski, 1978. Klucze do oznaczania owadów Polski. Pluskwiaki różnoskrzydłe – *Heteroptera*. [Keys to indication of insects in Poland – *Heteroptera*]. Część VIII, z. 2. Warszawa – Wrocław, PWN.
- Jędrzak, A., 1992. Skład chemiczny wód pojezierza antropogenicznego w Łuku Mużakowskim. [The chemical composition of water of „antropogenic lake district”]. Wyd. WSi. Zielona Góra.
- Kahl, A., 1931. Urtiere oder *Protozoa. Holotricha*. Wimpertiere oder *Ciliata (Infusoria)*. Die Tierwelt Deutschland 21 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
- Kahl, A., 1932. Urtiere oder *Protozoa. Spirotricha*. Die Tierwelt Deutschland, 25 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
- Kahl, A., 1935. Urtiere oder *Protozoa. Peritricha, Chonotricha*. Die Tierwelt Deutschland, 30 Teil. Jena. Verlag G. Fischer.
- Kjensmo, J., 1967. The development and some main features of „iron meromictic” soft water lakes. Arch. Hydrobiol. Suppl. 32: 137–312.
- Langworthy, T., 1978. Microbial life in extreme pH values. In: Microbial life in extreme environments. London Academic Press.
- Matejczuk, W., 1986. Charakterystyka ekologiczna zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych węgla brunatnego. [The ecological characteristics of water reservoirs in excavation after coal–brown exploitation]. Ph. D. thesis, Wrocław Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej.
- Matejczuk, W., 1992. *Eunotia exigua* (Breb.) Rabh. jako organizm wskaźnikowy acydotrofii jezior burowęglowych. [*Eunotia exigua* (Breb.) Rabh as indicated organisms in the post–mining reservoirs]. Przyroda Środkowego Nadodrza. WSP, Zielona Góra, z. 2: 7–18.
- Najbar, B., 1996. Biologiczne i chemiczne wskaźniki stopnia zeutrofizowania wód zbiorników powstałych po eksploatacji węgla brunatnego w okolicach Leknicy, Trzebiela i Tuplic. [Biological and chemical indices of eutrophication degree the waters of reservoirs, generated after brown–coal exploitation in region of Leknica, Trzebiel and Tuplice]. Ph. D. Thesis, Inst. Inz. Ochr. Środ., Politechnika Wroclawska, Wrocław.
- Najbar, B. and A. Jędrzak, 1998. Stopień zeutrofizowania wód zbiorników „pojezierza antropogenicznego” [Eutrophication degree of waters of reservoirs of „pojezierze antropogeniczne”]. Politechnika Zielonogórska, Zesz. Nauk. No. 116. Inżynieria Środowiska. 7: 19–37.
- Parsons, J.D., 1964. Comparative limnology of strip–mine lakes. Verh. Int. Verein. Limnol. 15: 292–298.
- Pietsch, W., 1965. Die Erstbesiedlung – Vegetation eines Tagebau – Sees. Synökologische Untersuchungen im Lausitzer Braunkohlen – Revier. Limnologica (Berlin) 3, 2: 177–222.
- Popova, T.G., 1966. Jewglenowyje wodorosli (Flora sporowych rastenij SSSR) Moskwa – Leningrad. Izd. Nauka.
- Puchalski, W., 1985. Poeksploatacyjne zbiorniki wodne – wstęp do charakterystyki ekologicznej. [The after coal – exploitation water reservoirs – introduction to ecological characteristic]. Wiadomości ekologiczne. T. XXXI. Z. 1: 3–24.
- Riley, C.V., 1960. The ecology of water areas associated with coal strip–mined lands in Ohio. Ohio J. Sci. 60: 106–121.
- Romaniszyn, W., 1958. Klucze do oznaczania owadów Polski. Cz. XXVIII Muchówki – *Diptera*. Z. 14a: Ochotkowate – *Tendipedidae*. [Keys to indication of insects of Poland – *Diptera*]. Warszawa, PWN.
- Siemińska, J., 1964. *Chrysophyta. Bacillariophyceae* – okrzemki. Flora słodkowodna Polski. [*Chrysophyta. Bacillariophyceae*. Freshwater flora of Poland]. T. 2, Warszawa, PWN.
- Solski, A. and A. Jędrzak, 1990. Ionic composition of waters of the „anthropogenic lake district”. Pol. Arch. Hydrob. No. 37. 3: 371–382.
- Solski, A. and A. Jędrzak, 1991a. Meromixis in acidotrophic reservoirs of „anthropogenic lake district”. Pol. Arch. Hydrob. No. 38. 3/4: 327–346.
- Solski, A. and A. Jędrzak, 1991b. Forms of iron in waters of acidotrophic – meromictic reservoirs of „anthropogenic lake district”. Pol. Arch. Hydrob. No. 38. 3/4: 315–326.
- Starmach, K., 1955. Metody badania planktonu. [The methods of plankton investigations]. PWRiL, Warszawa.
- Starmach, K., 1966. *Cyanophyta* – sinice, *Glaucophyta* – glaukofity (Flora słodkowodna Polski, Tom – 2) Warszawa, PWN.
- Starmach, K., 1972. *Chlorophyta* – zielenice nitkowate. Flora słodkowodna Polski. [*Chlorophyta*. Freshwater flora of Poland]. T. 10 Warszawa – Kraków, PWN.
- Walker, K.F., 1974. The stability of meromictic lakes in central Washington. Limnol. Oceanogr., 19: 209–222.
- Walker, K.F. and G.E. Likens, 1975. Meromixis and reconsidered typology of lake circulation patterns. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 442–458.
- Walsh, F. and R. Mitschell, 1972. A pH–dependent succession of iron bacteria. Verh. Internat. Verein. Limnol. 6 (19): 809–912.
- Vinberg, G., 1960. Pervičnaja produkcija vodoiemov. Mińsk. Izd. Akad. Nauk BSSR.
- Yoshimura, S., 1933. Kata–numa, a very strong acid–water lake on Volcano Katanuma, Miyagi Prefecture, Japan. Arch. Hydrob., 26, 197–202.

MONITORING AND ANALYSIS OF ROOM-AND-PILLAR MINING WITH CONTINUOUS MINER IN ESTONIAN OIL SHALE MINES IGAUNIJAS DEGSLĀNEKĻA IEGŪŠANAS RAP TEHNOLOĢIJAS AR NEPĀRTRAUKTĀS RAKŠANAS MAŠĪNU MONITORINGS UN ANALĪZE

Oleg Nikitin

Tallinn Technical University, Department of Mining
82 Kopli St., Tallinn, EE0004 Estonia

Abstract. In this paper, the modeling, analysis and monitoring of a room-and-pillar mining technology in an Estonian underground mines is presented. Technology is based on continuous miner as the primary production machine. Many technical and economic parameters of production, including loss of useful minerals, depend on a correct choice of the sizes for these elements. Without the account of reological properties of covered rocks, in particular the character of change of their long strength, the account of the sizes of rooms and pillars on a certain determined term is impossible. For the modeling, the existing room-and-pillars determination method by IMS and with formulas by V. Undusk, Visual Basic for Application in Excel, MapInfo, and Fast Lagrangian Analysis of Continua was used. Model allows determining the parameters of spontaneous collapse of the pillars and surface subsidence, optimized the working parameters for continuous mining. Proposed method suits for stability analysis, failure prognosis and monitoring.

Introduction

/ Oil shale mining in Estonia / In Estonian oil-shale mines the room-and-pillar (RAP) mining system with blasting is used, which gives an extraction factor of 70–80%. The cross-sectional area of the pillars is 30–40 m², depending on the depth of the oil-shale bed. The main operations carried out in rooms include bottom cutting, drilling of blast holes, blasting, loading of oil shale and supporting. A work cycle lasts for over a week. Up to the present, in Estonian oil shale mines continuous miner used only as roadway driving machine.

About thirty years ago at the ex-USSR oil shale mines there wasn't the progressive mining method with continuous miner, because of the high limestone strength in oil shale bed. Therefore, up to the present oil shale mining with blasting is used in Estonian minefields as a basic mining method. But now, actual state of the market is changed. There is a wide range of choice for mining equipment today. Some of the well-knows of the mining firm-manufacturers are DOSCO, EIMCO, EICKHOFF and etc.

/ Present problem and Goals / In Estonia, one of the problems of today's mining is old fashioned mining machinery and technology. The mines have still some reserves of equipment thanks fact that production level has been decreasing during the last years and also due to fact that in the past mines had several machines in reserve for the broken production machines. The importance of wages will probably rise during the next years (in case of using the same technology). It can be seen that the share of depreciation is low. This is due to reasons described above — reserves of old equipment. The picture will change when more new machinery will be distributed at mines.

These problems are leading to goals of improving of technologies. There are lot of ways and possibilities for doing that, but it can be selected some main directions. The main targets to improve labour productivity could be:

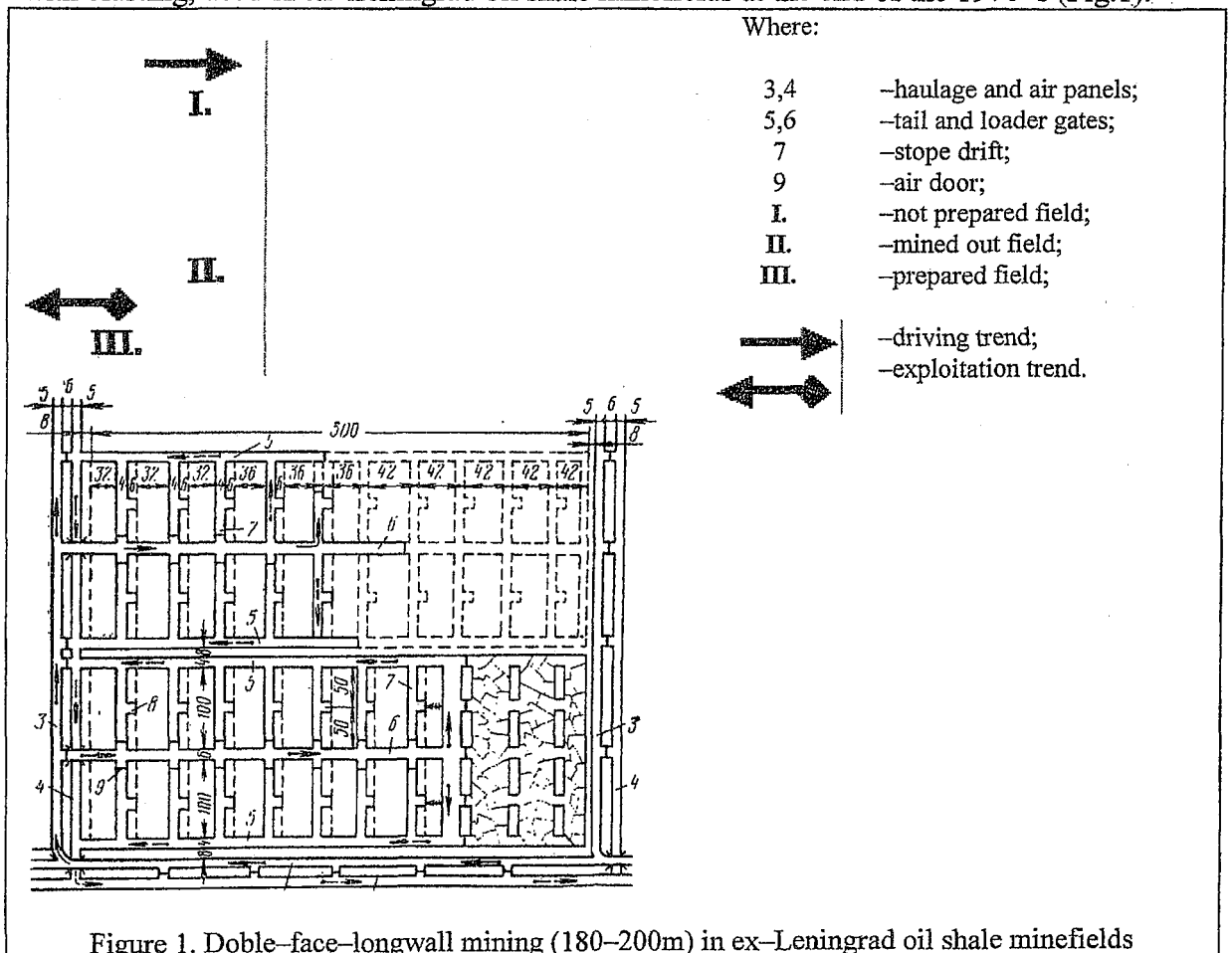
- I. selective rock cutting with continuous miner: one direction in the developing of mine could be mechanization of production process. Relatively big amount of manual

operations needs much of work-force today. In this case we are submit for consideration DOSCO TB2000 or TB2500 as a continuous miner (CM) machine. On Estonian mines there are large unjustifiable experience of 4III-3 (miners from ex-USSR) application. But with DOSCO, the best result may be expected

- II. optimal choice of the sizes of constructive elements: elucidation of the basic mechanism of covered rocks destruction and main roof supporting.
- III. elaboration of the method of surface subsidence prognosis and monitoring: the horizontal bedding and small depth of oil shale seam enable the roof deformations to reach the land surface without essential reduction. Up to the present, 39 failures in Estonian oil shale mines have been registered, which make up 9% from the total number of mining blocks and 2.5% from the mined out area. As a possible reason of happened failures is that rooms and pillars were calculated for a 2-month period. But nowadays, all parameters calculating for a long time $=\infty$, what reduced extraction factor by ~10%. Therefore, the main requirement for our method is the main roof stability for a long time, and new flexible technology with greatest extraction factor.

Methods

For the feasibility study analysis the methods of changes of rock strength (in terms of oil shale seam) and roof carbonate strata by Institute of Mining Surveying (IMS), and the concept of critical width, conditional thickness and sliding rectangle was used. Visual Basic for Application in Excel and MapInfo was used for numerical modeling. As a background for new room-and-pillar mining method with CM was taking double-face-longwall (180-200m) mining with blasting, used in ex-Leningrad oil shale minefields at the end of the 1970-s (Fig.1).



Since our excepted method will be described below (Fig.2), at the table1 is presented brief description of main roof properties and others parameters for both minefields. From this table, you can observe that in ex-Leningrad oil shale minefields main roof strength is greatest than in Estonian mines. Therefore, for Estonian oil shale bedding conditions we can use only main roof control method, namely, in a case of room-and-pillar mining with CM.

Table 1

Parameter	Index	Ex-Leningrad minefields	Estonian minefields
Covered rocks thickness	H, m	50-110	35-70
Height of the pillar	h, m	1,8-2,0	2,8-3,0
Immediate roof thickness	hi, m	3,6-4,0	
First step of main roof destruction with	Lo, m	41-66	37
Destruction angle	w, °	~35	~25
Next steps of main roof destruction with	lo, m	9-22	12-16
Destruction angle	w, °	~25	~20

/ Pillars and roof stability prediction / To determine of the bearing capacity of the pillars, the empirical formula developed at the Institute of Mining Surveying (IMS), St. Petersburg [1,2] has been accepted as a calculating method: trend

$$k_t = \alpha + \beta \left(\frac{1}{1+t} \right)^m \tag{1}$$

Where: k_t – is the rate of current rock strength, equal to the relation of rock pillar strength R_t in the given moment of time to its (her) conditional – instant strength R_0 ;
 α, β, m – empirical factors, ($\alpha = 0.44; \beta = 1 - \alpha = 0.56; m = 0.6$); t – service life of pillars or rooms (in months). Factor α shows the rate of stabilized strength, β and m demonstrate the decrease in the intensity of rock strength. According to [1], the precision of the formula could reach $\pm 30\%$ and $\pm 12\%$ on average. The formula describes a hyperbolic dependence according to which the value of the factor decreases from $k_t=1$ (basic strength if $t=0$) to $k_t=0.44$ (stabilized strength if $t=\infty$).

The basic concept of the IMS method is that the rock pillar is characterized by two features of strength: basic and stabilized strength. Basic strength characterizes rocks at fast loading, e.g., at pressure testing. Under constant pressure, the current strength of rock decreases, and in some time it will equal the stabilized strength. This perception of rock behavior complies with the concept of material creep known in strength of materials. Unfortunately, this approach explains that the pillar failures, calculated accurately are anomalies.

As a result of blasting works and vertical strength, cross-sectional area of a pillar is not a constant, and decrease by ~10–14% at last 30 days after pillar formation, or if distance from central pillar line to stop-face (L) is greatest or equal than same-one limit distance (L_1), then strength on a pillar stabilized [3].

$$L \geq L_1 \text{ where } L_1 = Htg \varpi + 0.5(A + y) \tag{3}$$

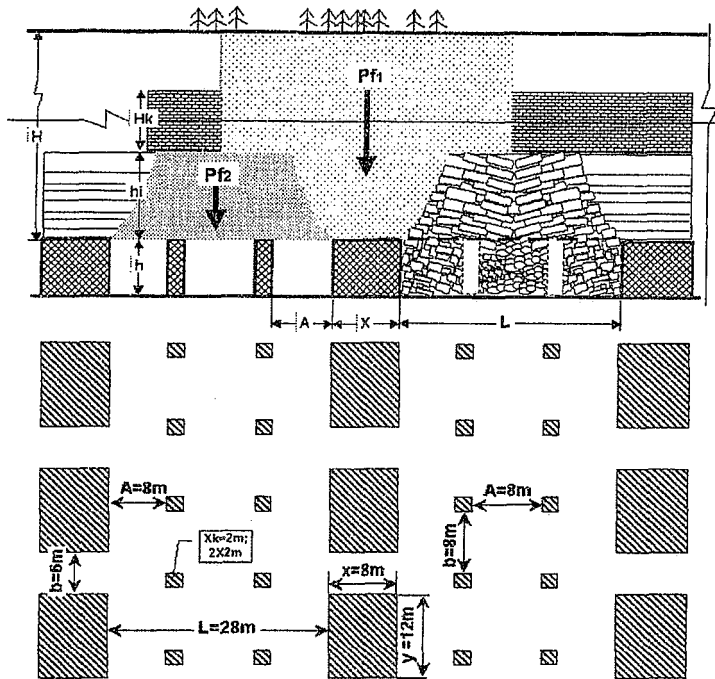
In a case of continuous miner (CM), cross-sectional area of a pillar must be less than in RAP mining method with blasting, by ~10–14%. Intrablock pillars in complex work with immediate roof anchor bolting are using for immediate roof supporting within the limits of room sizes (A or b). Actual load $P_{f 1-2}$ on an intrablock pillars we can determined (Fig2.) using by V. Undusk formulas (4–5). For intrablock square pillar dimensions:

$$x^3 + \left[2.33(h-1.29q) - \frac{nHh\gamma}{0.3R_t} \right] \times x^2 + \left[3q(1-1.56h) - \frac{nHh\gamma \times (A+b)}{0.3R_t} \right] \times x + 2.33q^2(h-0.43q) - \frac{nAbHh\gamma}{0.3R_t} = 0 \quad (4)$$

For barrier intrablock pillars:

$$x^2 + \left[\frac{7}{3}h - 2q - \frac{nHhk_N\gamma}{0.3R_t} \right] \times x - \left[\frac{nHhk_N\gamma}{R_t} (B + l_0 + Htg(\omega)) + q\left(\frac{7}{3}h - q\right) \right] = 0 \quad (5)$$

Where: h –height of the pillar, m; hi –thickness of the immediate roof, m; and in a case of mining with CM q=0 and for intrablock square pillars H= hi (because pillars, in this case, using for immediate roof supporting only), k_N –attenuation factor of the barrier pillar;



Where: x, y –the pillar dimensions, m; A, b – rooms sizes, m;
 H – covered rocks thickness, m; S –cross-sectional area of a pillar, m²;
 γ –the covered rocks average density (for Estonian oil shale mines γ=0,025), MPa/m;
 k_k –factor of the pillar form; q –factor of the pillar sides destruction, when blasting works are presented, then q=0,6m, and when CM using q=0;
 n – the given factor of pillars safety.

Figure 2. Covered rocks strength distribution on a pillars

Using formulas 1–5, we are received pillars and rooms sizes for room-and-pillar mining with continuous miner (Fig.2). Where: Hk – thickness of the covered carbonate rock mass, for our conditions Hk>=26m.

For the stability analysis and monitoring the concept of critical width, methods of support coefficient, conditional thickness and sliding rectangle were used. They suit for modeling on PC.

The critical width for Estonian oil shale mines is presented by the following formula (Room, pillars,1997, Stetsenko, Ivanov, 1981):

$$L > 1.2H + 10 \tag{6}$$

In the three-dimensional case, the critical width transforms into the critical area. The average support coefficient and conditional thickness for a critical area can be expressed by the following equation (Pastarus, 1982, Talve, 1978):

$$K_C = \Sigma S_{pi} / \Sigma S_{ri} ; C_C = H_a / K_C \tag{7}$$

where K_C – support coefficient for critical area; C_C – conditional thickness for critical area, m; S_{pi} – cross-section area of the i -th pillar, m^2 ; S_{ri} – roof area per the i -th pillar, m^2 ; H_a – average thickness of the covered rocks for critical area, m.

Conditional thickness represents the height of a prism whose cross-section equals the pillar cross-section area. Consequently, conditional thickness is related to the load on a pillar. If the load is too much for the pillars, a sudden failure is likely. By the sliding rectangle method, the average conditional thickness of the critical area must be determined for all positions inside a mining block [4].

Results

/ Monitoring of the roof and pillars parameters / The working mining blocks stability depends on the real parameters of the pillars and roof. The feedback of the real situation in a mining block is guaranteed by a monitoring system. This system insures the stability of a mining block against the random deviation of the construction parameters. For this analysis, the concept of conditional thickness and sliding rectangle method are used. Above mentioned methods allow to elaborate the means for stop the spontaneous collapse of the pillars and roof in a working mining block.

As a example was analyzed mining block No. 34 of mine Viru with collapse, where room-and-pillar (RAP) mining system with blasting is used (with extraction factor=81% and service life of pillars $t=2$ months). Monitoring of the roof and pillars parameters shows that there are one centre of a potential collapse in the case of conditional thickness $C_{lim} \geq 300$ m. The area of destruction was about 7000 m^2 . In a case of continuous miner (CM), cross-sectional area of a pillar must be less than in RAP mining method with blasting, by ~10–14%. Therefore, for CM mining conditional thickness is $C_{lim} \geq 330$ m for the same point of a potential collapse. The investigation results for mining block No. 34 of mine Viru conditions, using presented on the figure 2 mining scheme, you can see on a table 2 below.

Table 2

Mining block No. 34 of mine Viru	Index	Mining method		
		Room-and-pillar with blasting		room-and-pillar with continuous miner (theoretical)
Service life of pillars / rooms in months		$t_p = 2$	$t_{th} = \infty$	$t_{th} = \infty$
Conditional thickness C_{lim} , m., in centre of a potential collapse	(1)	300	250	300
Extraction factor, %		81	68	89
C_{lim} condition for Spontaneous collapse	(2)	≥ 300	≥ 300	≥ 330
Spontaneous collapse	$(1) \geq (2)$	Present	Not Present	Not Present

Where: t_{th} –theoretical received data and t_p –practical received data, if service life of pillars / rooms is equal 2 month or $= \infty$

Analysis showed, that RAP method with CM gives greatest extraction factor, and theoretically without spontaneous collapse. In a case of long time main roof control RAP method with blasting gives the greatest pillars cross-sectional areas and decreasing of extraction factor from 81 to 68%. However, in a case of CM using the special main roof control increase extraction factor up to 89%, i.e. plus about 20%.

The method suit for stability analysis, failure prognosis and monitoring. Consequently, the utility of monitoring was clearly demonstrated.

Discussion

Today there are lot of equipment, which can be used during following years without replacing, taking care about correct maintenance. After some next years should be replaced main production and transportation devices. At the same time will start developing of new parts of mines. Therefore, it can be said that today will be determined directions of future mining processes. One direction in the developing of mine could be mechanization of production process. Relatively big amount of manual operations needs much of work-force today. Second direction could be introducing more flexible mining systems. Today the mining system is relatively fixed and equipment is connected with working places. Considering ideas advanced above can be stated that the future direction could be: flexible and mobile mining and transportation equipment, which can be used in several parts of mine, highly mechanized and high productivity machines.

Conclusion

As a result of this study, the following conclusions and recommendations can be made:

- I. selective mining allows to use oil shale without additional costs for him preparation for power-generating plants
- II. new technology with flexible and mobile mining allows to decrease lifetime of main roof supporting, sizes of constructive elements, and as a result, expected decreasing of oil shale looses in pillars, that compensated by the economy gained from the rise in the labour productivity;
- III. nonutilizable waste in stockpiles is a potential problem in areas of mines, but with oil shale selective mining we can leave no-conditional rock mass in underground mined out areas (in rooms)
- IV. main roof improved control is a guarantee for mining block stability for a long time without collapse of pillars and ground surface.

These itemized conditions are some of advantages of selective mining method. The main target could be feasibility study for acquiring new equipment and for comparing of different technologies. This study could be used as one part of feasibility study.

Estonian Science Foundation, Grant No. 3651, 1999–2001, supported the research.

Bibliography

- I. Plahhov, A.V. 1991. "Drafting of Regulations for Protecting Structures and Natural Objects From Damaging Effects of Underground Mining Structures in the Baltic Oil Shale Deposit Area." (Manuscript), ISM, St Petersburg, [in Russian]
- II. Reinsalu E. 2000. "Stochastic approach to room and pillar failure in oil shale mining." Estonian Scientific Academy Edition, Technical Edition, vol. 6/3, 2000, [in English]
- III. Undusk V.S. 1990. "Pillars Destruction in Oil Shale Mines." Tallinn Technical University Editions, No.718, p 31–40, [in Russian]
- IV. Nikitin O. Pastarus J–R., Sokolov P., Monitoring and stability analysis in Estonian oil shale mining, 11th International Congress of the international society for mine surveying, pg. 319–327, Cracow, September 4–9, 2000, [in English]

ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL QUALITY INDICATORS EKOLOĢISKI ILGTSPĒJĪGAS TEHNOLOĢIJAS UN VIDES KVALITĀTES INDIKATORI

Gotfrid Novik, Rezekne Higher Education Institution
Atbrivoshanas al. 90, Rezekne, LV-4600, Latvia, phone +371 46 25258

***Abstract.** Despite the fact that environmental indicators are investigated for long time the solving of indicators problems is far of completion yet. Paper discusses the results of investigation environmental indicators in conformity with quality of environmentally sound technologies and their impact on man's life quality.*

As a result of investigations three groups of indicators were worked up:

- 1) for environment quality in cities – anthropogenic pressure indicators on atmosphere, water and earth,*
- 2) for estimation of technologies, containing information about useful exploited natural resources and utilization waste products,*
- 3) for assessment mutual changes of environment quality and man's living quality.*

The paper offers equations which characterize possibilities for development of industry on the principles of sustainable development.

The quality of the environment usually is estimated by variable indicators. The type of indicators and their nature depends on the aims they are used for and objects they must to characterize.

For example, three groups of indicators elaborated by the OECD which are widely recognized – “Pressure”, “State” and “Response” were accepted by Baltic States for their environment reports since 1998. [1]

But these indicators cannot be used for more local and specific territories – such as separate ecosystems or urbanosystems. On the other hand the quality of natural ecosystem is connected with energetical and dynamic properties of ecosystem such as growth of biomass, biodiversity, laws of succession etc.

The quality of natural resources depends on intensity of their exploiting and renewable parameters and there must be different indicators.

In conformity with artificial urban system there are other parameters used for assessment of environment quality in cities. As the central object in the urban systems are population of citizens the main general indicator of environment quality must be people's health parameters.[2] Nevertheless this indicator is postindicator – it is too late to control quality of environment when human life is in danger. It means that in cities must be controlled main factors possible to exert influence on the health of citizens.

Urban indicators must include such factors as:

- a) the level of industrial development and ecological safety of plants;
- b) the flows of vehicles, and their density and intensity;
- c) the number and density of population and the distribution of buildings in city;
- d) the quantity and quality of recreation territories in city and the accessibility of relaxation zones out of the city;
- e) climatic, geographical and geological parameters of territory;
- f) the water resources and kinds of the reservoirs;
- g) the quantity and composition of wastes and systems of their disposal and treatment technology.

All these factors has double influence on the man – physically chemical (pollution) and psychical (distress and discomfort). Straight physical and chemical influence is connected with air, water, earth and food quality. It is well known that estimation at air, water and soil quality may be accomplished through concentration of pollutants in these substances.

However the parameters of concentration of contaminants do not contain information about reasons of the pollution. The concentration of matter in air, for example, depends on meteorological conditions, relief of territory, geological features and other factors and not only on amount quality of pollutants.

It means that maximal level of allowed concentration of matter can be achieved with the small quantity of pollutants and at the some time it is possible that large quantities of pollutants will not give such effect.

But if we consider that the main way to eliminate pollution of nature and protect environment is to reduce and to stop in creating pollutants it is necessary to use quantity of total emissions of pollutants as a main indicator of the environmentally sound technology.

So environment quality in the cities may be estimated with the next indicators [3, 4].

1. Anthropogenic pressure indicator on atmosphere (air) I_g : depends on density of population in city B (population per 1 km²) and quantity of emissions in air on the area 1 km² – M_s (kg/km²). M_s must be calculated for each pollutant independent and then summarized taking into account the danger coefficient of matter D_s .

$$I_g = kB \sum_j (M_{sj} / D_s) \quad (1)$$

Where: k – special coefficient on geological and climate conditions (between 1 – 6).

2. Anthropogenic pressure indicator on the surface of water reservoirs I_h must be calculated taking into account the quantity of pollutants M_h discharged in the water

$$I_h = \sum_j (M_{hj} / D_h \sum_j (K_{fj} V_j)) \quad (2)$$

Where: $K_f = 1/R_f E_f$ – stability factor of water reservoirs (0,1 – 1,0)

R_f – factor of resistivity

E_f – elasticity factor

3. Anthropogenic pressure indicator on the earth surface I_T must be estimated taking into account the area of degraded territories S_{degr} and quantity of the solid pollutants M_T

$$I_T = \frac{\sum_j (D_{ej} M_{Tj})}{\sum_j (S_{degr} + S_{ter})} \quad (3)$$

Where: D_{ej} – danger coefficient of pollutants;

S_{ter} – the total square of cities territory

The paradigm of environmentally sound technology is clearly formulated in UN program “Sustainable Development – Agenda-21”, Chapter 34.

These technologies includes not only tasks for elimination of pollution, but also using all resources in a more sustainable manner and producing the products with less influence on the environment and nature during their exploiting and after exploiting – so called ecologically safe life – cycle of products [5].

These technologies – ecotechnologies must be estimated by another groups of indicators:

1. Capacity of materials (resources) M – total quantity of all raw materials necessary for producing one unit of product.
2. Coefficient of pollution P_m – quantity of pollutants produced during processing per one unit of product.
3. Coefficient of pollution utilization R_m – quantity of utilized pollutants per one unit of product.

As complementary indicators may be used complex parameters:

- 1) $\alpha_m = P_m/M$ – part of resources transformed into pollutants;
- 2) $\beta_m = R_m/M$ – part of utilized pollutants from total amount of resources ;
- 3) $\gamma_m = R_m/P_m$ – coefficient of utilization – part of utilized pollutants from total amount of pollutants.

Integral parameter ω_m comprise the main parameters mentioned above

$$\omega_m = (P_m - R_m)/M \quad (4)$$

ω_m indicates the final part of used natural resources which is lost and form pollutants and waste products.

Industrial process in terms of material and energy flows to comprises the next parts:

First group includes basic resources A and additional resources a , used in the technological process, final industrial product B and resources b , necessary for exploiting the product.

Second group includes wastes produced in industrial sphere α ; during exploiting the product β and the remnants of used product δ .

Third group includes additional resources e for utilization of wastes, additional products E created from wastes and final summarized nonutilized wastes α generated during manufacturing, exploiting and processing.

On the base of these parameters may be constructed two complex environmental reliability indicators -- the useful exploiting of resources indicator:
the effectiveness of waste products utilization indicator

$$(5) \quad R = \frac{B + E}{A + a + b + e}$$

$$(6) \quad \omega = \frac{\varepsilon}{\alpha + \beta + \delta}$$

Every industrial technology is based on exploiting of natural resources. It means that industrialization leads to decreasing of natural resources and their transformation in waste products. Due to this the quality of environment becomes more worse.

Environment quality conservation indicator V_k may be calculated by the next formula [6]:

$$V_k = (Q - 0,5 Lt)^2 \quad (7)$$

where: Q – the maximum capacity of analyzed environment;
 L – acceleration of environment quality losses;
 t – time.

On the second hand industrialization is connected with growing of men's life quality.

If there are not limits theoretically men's demands for comfort and rising life quality C_k can be described by exponential equation.

$$C_k = a_0 e^{Et} \tag{8}$$

where: a_0 – men's life quality minimal level;

E – intensivness of industrialization

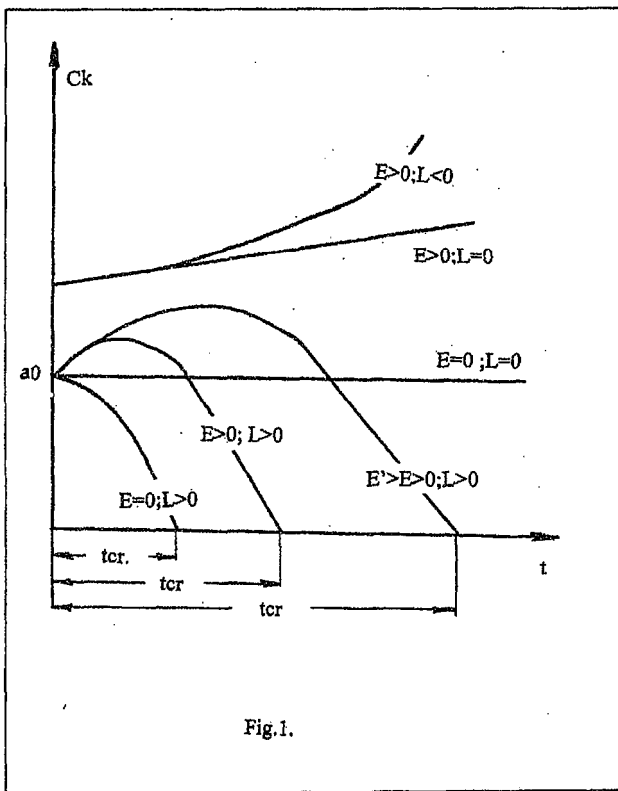
But in these conditions the man will exhaust the limits of nature quality during the critical period t_{cr} , which can be obtained from equation (7), when $V_k=0$.

$$t_{cr} = \sqrt{\frac{Q}{L}} \tag{9}$$

The sustainable development demands to reduce impact of industrial technologies on nature and environment and in this case there must be more less growth of life quality as it is shown by next equation:

$$C_k = a_0 + QEt - Lt^2 + E^2 \tag{10}$$

The equation declare that sustainable development ($t_{cr} \rightarrow \infty$) is possible only when $L \leq 0$, or when production of wastes must be reduced proportionally to growing of industries powerty (fig.1)



$$E = 0,5\sqrt{Q^2 t^2 + 4Lt - Qt} \tag{11}$$

But such conditions are possible only if the existing technologies will be changed in ecotechnologies.

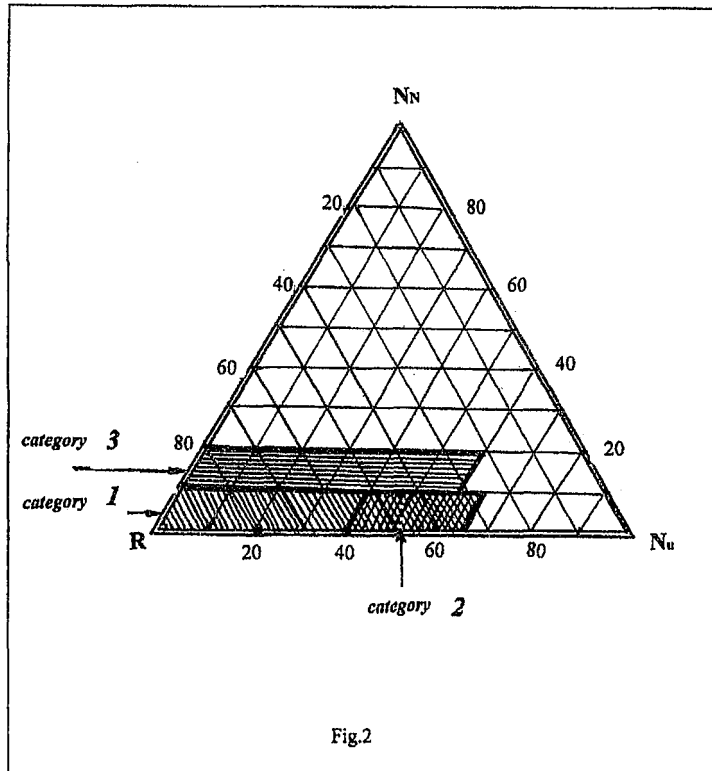


Fig.2

The level of environmentally sound technology may be evaluated on the base of structural triangle diagram (fig.2), where the main three parameters are used:

- 1) Non utilized final wastes coefficient (12)

$$N_N = \frac{\varepsilon}{A + a + b + e} 100, \%$$

- 2) Useful part of resources coefficient (13)

$$R = \frac{B}{A + a + b + e} 100, \%$$

- 3) Utilized part of wastes coefficient (14)

$$N_u = \frac{E}{A + a + b + e} 100, \%$$

The technologies of highest I category has on the diagram square in the next limits $N_N \leq 10\%$, $R \geq 50\%$, $N_u \leq 40\%$.

The technologies of middle II category:

$$N_N \leq 10\%, R = 25\% - 50\%, N_u = 65\% - 40\%.$$

The lowest III category technologies:

$$N_N \leq 10\% - 20\%, R \geq 20\%, N_u \leq 50\%.$$

The other technologies can not be considered as ecotechnologies.

The analyze of theoretical equations proves, that progress and sustainable development can be achieved only by developing environmentally sound technologies on the basis of industrial ecology.

Bibliography

1. Baltic State of the environment report based on environmental indicators. BEF, 1998, 93 p.
2. Михайлова Л.О. Критерии качества среды. Сборник трудов ВНИИСИ "Моделирование процессов экологического развития. Вып.2.ВНИИСИ,1990
3. Noviks G. Vides kvalitātes novērtējuma kritēriju izstrāde Rēzeknei. Atskaite par zinātniski praktisko programmu N.16. - Rēzekne, 1997.
4. Strategy for Sustainable development. The association of Finnish Local and Regional Authorities, Helsinki, 1977.
5. Беляев И.Р., Пупырев Е.И. Индикаторы качества окружающей среды. Альманах Экология большого города – М.Прима-Пресс,1996
6. Noviks G. Ecotechnology–physical and chemical approach. Proceedings of the International Conference Integration problems of the Baltic region countries on their way to the "European Union". March 2–3, 2000, Rezekne

DAŽĀDU AGROKĪMĪKĀLIJU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU PIEAUGUMA INTENSITĀTI IMPACT OF VARIOUS AGRO-CHEMICALS ON WINTER WHEAT GROWTH INTENSITY

Daiga Oboļeviča, Mgr.agr., doktorante
Antons Ruža, Dr. hab. agr., profesors
LLU Augkopības katedra,

Jelgava, Lielā 2, LV 3001, e-pasts: daigao@cs.llu.lv, fax : 3713005629

Abstract. Also, each treatment of the field results in a certain stress for the plants. The natural physiological processes within a plant are hindered influencing the growth of a plant.

The objectives of the paper were to determine influence of retardant, herbicide and nitrogen on growth dynamics and the development of vegetation stages in winter wheat. The field experiments were carried out during 1998 to 1999 in Research and Training Farm "Pēterlauki" on sod calcareous medium loam, pH_{KCL} – 7.0, humus content 20 to 25 g kg⁻¹ in soil. The research was carried out in the fields of intensive type of winter wheat 'Otto' with the following treatments: control; control + herbicide; control + retardant; N₆₀ + 70 + 40 + retardants.

Herbicide Dialen (2,0 l ha⁻¹) and retardant Cikocel (1,5 l ha⁻¹) was applied during the final stage of tillage, when testing parted nitrogen fertiliser, the first part (N₆₀) was used after vegetation period was resumed. The second part (N₇₀) was applied at the beginning of staking stage (Zadoks Growth Stage 30). The third part (N₄₀) – during shooting into ears.

The growing dynamics was registered by auccinographs (designed by I.Gronskis, M.Āboliņš). This equipment allows to observe and to register the intensity of plant growth length within twenty-four hours. Registration tapes were changed every twenty-four hours. The analysis of the results showed that the most intensive plant growth happened in the morning (9:00 – 12:00 a.m.) and in the afternoon (3:00 – 6:00 p.m.). A decrease in the growing intensity was observed during night and midday. The data show how that the growth of winter wheat was seriously hindered even 2 weeks after the treatment with agro-chemicals. Winter wheat growing in length stops in the middle of flowering stage.

Ievads

Maksimālu kultūraugu ražu var panākt, pareizi kopjot un mēslojot sējumus. No visiem mēslošanas līdzekļiem slāpeklim augstu ražu ieguvē ir vislielākā nozīme, bet palielinātas slāpekļa devas var būt par iemeslu sējumu veldrei. Bez slāpekļa paaugstinātām devām veldrēšanos var izsaukt arī nepietiekami gaismas apstākļi sabiezinātos sējumos, brāzmais vējš, dažādas sēnīšu slimības u.c. apstākļi. Augiem saveldrējoties vārpošanas fāzē graudu ražas zudumi sastāda 30%, piengatavības fāzē – 20%, vaska gatavības fāzē – 12% no kopējās ražas (Ковалев В.М., 1992), bet saveldrēta lauka novākšanas izmaksas var palielināties līdz 3,6 reizēm (Гринченко А.Л., 1983). *Cikocels 750* ir graudaugu augšanas regulators ar sistēmisku iedarbību, kura darbīgā viela ir hlorholinhlorīds. Tas tiek uzņemts augā caur lapām un saknēm. Preparāts saīsina stiebra starpmezglu posmu garumu, palielina stiebra izturību un samazina veldrēšanās risku. Labi mēslojot augsnēs *Cikocels* samazina stiebra izstīdzēšanu un novājināšanos, ko izraisa augsts mēslojuma līmenis vai sabiezināts sējums, turpretī nepietiekoši mēslojot, slikti attīstītā zelmenī vai augsnēs, kuras cieš no sausuma, tas reti dod labus rezultātus un var pat samazināt ražu (Kemira, 1998). Retardants augiem palielina elpošanas intensitāti, padziļina cerošanas mezgla dziļumu augsnē (Гладышева О.М., 1979; Кирьян М.В., 1978) un attīsta sakņu sistēmu, līdz ar to labāk izmanto mēslojumu. Šiem augiem ir lielāks produktīvo stiebru skaits un izturība pret sakņu puvi, kā arī pagarinās ģeneratīvā fāze, kā rezultātā graudos uzkrājas vairāk asimilātu un palielinās ražība (Гладышева О.М., 1979; Груздев Л.Г., 1980; Пичух Г.Р., Омельянец В.Ф., Гринченко А.Л., 1980). Par to, vai retardantu lietošana var izmainīt graudu kvalitatīvos rādītājus, pastāv pretrunīgi viedokļi. Pēc vairāku zinātnieku pētījumiem ir pierādījies, ka hlorholinhlorīds iedarbojas uz amilāzes aktivitāti un samazina peroksidāzes aktivitāti. Graudos pieaug olbaltumvielas un lipekļa daudzums (Державин Л.М., Седова Е.В., 1983).

Nezāļu iznīcināšana sējumos ir ļoti nozīmīgs ūdens režīma regulēšanas paņēmieni, jo nezāļu patērētie milzīgie ūdens daudzumi nereti pārsniedz kultūraugu ūdens patēriņu. Nezāļu apkarošanai šobrīd piedāvāto herbicīdu spektrs ir ļoti plašs. Herbicīds Dialēns pieder pie aukuģrupas herbicīdiem un līdzīgi kā 2,4 – D augos iekļūst galvenokārt caur lapām. Preparāts, nokļūstot uz lapām, pa vadaudiem izplatās visā augā, iedarbojas fitotoksiski. Auksīni, kā arī citi fitohormoni augiem rada stimulējošu efektu un šī stimulācija kalpo par hormonu aktivitātes parametru. Augu apstrādājot ar aukuģrupas herbicīdiem var izsaukt ne tikai bioķīmisku procesu, bet arī RNS sintēzes stimulāciju, augu augšanas izmaiņas (Mann J, 1968) un lipīdu sintēzes ātruma palielināšanos (Irvine A.M. u.c., 1977), kas morfoloģiskā līmenī parasti izpaužas paātrinātā sakņu un augu augšējās daļas – lapu un stiebru augšanā, dažreiz izsauc arī lapu augšanas anomālijas (Федке К., 1985).

Literatūrā ir maz datu par to, kā agroķīmikālijas ietekmē augu augšanu un attīstību dažādās augu attīstības fāzēs. Darba mērķis ir noskaidrot, kā aukuģrupas herbicīds, retardants un slāpekļa mēslojums iedarbojas uz ziemas kviešu augšanas intensitāti veģetācijas periodā dažādos meteoroloģiskos apstākļos.

Metodika

Laika izmēģinājumi iekārtoti LLU Lauksaimniecības fakultātes mācību pētījumu saimniecībā "Pēterlauki". Augsne – putekļaina smilšmāla lesivētā brūnaugsne, ar augstu fosfora un kālija nodrošinājumu, pH_{KCl} – 7,0 un trūdvielu saturs – 21 – 25 g kg⁻¹ augsnes. Reizē ar sēju augsnē iestrādāti minerālmēsli NPK (6:24:30) 200 kg ha⁻¹. Pētījumu veikšanai izmantota intensīva tipa ziemas kviešu šķirne 'Otto', ar šādiem variantiem: kontrole (bez slāpekļa mēslojuma un citu agroķīmikāliju lietošanas); kontrole + herbicīds; kontrole +

retardants; slāpekļis ($N_{60+70+40}$) + retardants. Ziemas kviešu sējumi ar herbicīdu *Dialēnu* ($2,0 \text{ l ha}^{-1}$) un retardantu *Cikocelu* ($1,5 \text{ l ha}^{-1}$) apsmidzināti cerošanas fāzes beigās. Slāpekļa mēslojuma variantā pirmā deva N_{60} iestrādāta pēc veģetācijas perioda atjaunošanās, otrā – N_{70} – stiebrošanas fāzes sākumā (29 – 31 fāze), bet trešais papildmēslojums N_{40} dots vārpošanas fāzē.

Kviešu augšanas dinamika noteikta ar auksinogrāfiem (autori I.Gronskis, M.Āboliņš), kas reģistrē augu augšanu garumā. Auksinogrāfi izmēģinājumā uzstādīti pavasarī pēc veģetācijas perioda atjaunošanās, uzskaitē beigta pēc augu augšana garumā izbeigšanās, t.i., ziedēšanas fāzes beigās. Katrā eksperimenta laukā vienlaicīgi bija pieslēgti 2 auksinogrāfi, mainot pieraksta lentas noteiktā laikā katru diennakti. Augu augšanas dati analizēti ar 1 stundas intervālu, līdz ar to iegūta informācija par augu augšanas intensitāti ne tikai diennaktī, bet arī pa augu attīstības fāzēm.

Rezultāti

Vieni no noteicošajiem augu augšanas un attīstības apstākļiem veģetācijas periodā ir meteoroloģiskie apstākļi. Laikā, kad augi visintensīvāk attīstās, abi izmēģinājuma gadi raksturojās ar atšķirīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem (tab.).

1998. gada veģetācijas sākums raksturojās ar samērā siltu un mitru pavasari. Veģetācijas periodam atjaunojoties, laiks pieturējās silts un samērā sauss, bet maija II un III dekādē, kad augi atradās stiebrošanas fāzē, nokrišņu daudzums pārsniedza pat 2,4 reizes ilggadīgos rādītājus. Arī jūnijā nokrišņu daudzums pārsniedza normu.

Tabula

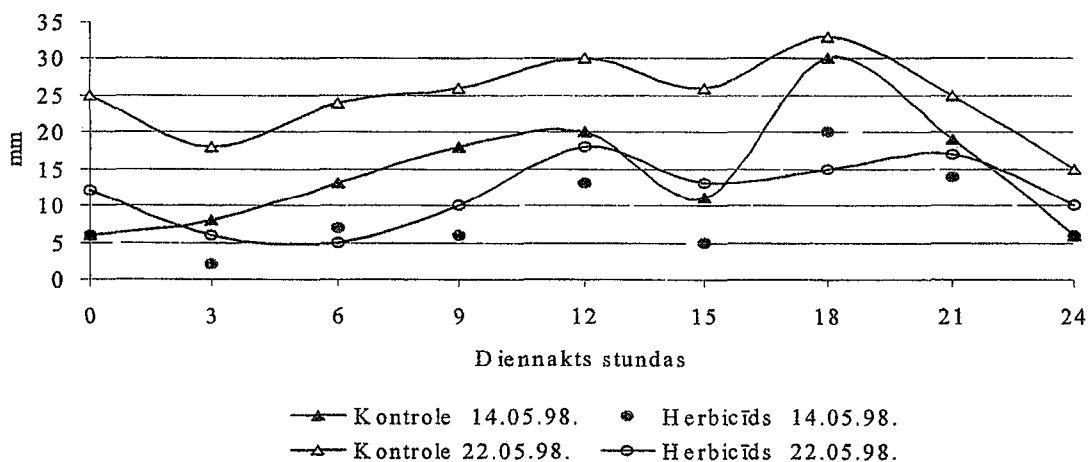
1998. un 1999. gada meteoroloģisko datu salīdzinājums

Mēneši	Ilggad. vid. t ^o C	1998.g. t ^o C, pa dekādēm			Vid. t ^o C 98.g	1999.g. t ^o C, pa dekādēm			Vid. t ^o C 99.g.
		I	II	III		I	II	III	
Aprīlis	5,4	1,7	6,4	15,1	7,7	6,3	8,9	11,1	8,8
Maijs	11,5	13,3	12,5	11	12,3	5,1	8,8	14,5	9,5
Jūnijs	15,4	17,4	16,3	14,4	16	16,8	20,6	17,3	18,2
Mēneši	Ilggad. nokr. mm	1998.g. nokrišņi pa dekādēm, mm			Vid. Mēn. Mm. 98.g	1999.g. nokrišņi pa dekādēm, mm			Vid. Mēn. Mm. 99.g
		I	II	III		I	II	III	
Aprīlis	41	11	15	0,5	26,5	2	15	5	22
Maijs	50	25	52	67	144	6	0	29	35
Jūnijs	65	30	33	13	76	17	4	52	73

1999. gadā veģetācijas periods kviešiem atsākās aptuveni vienā laikā ar 1998. gada periodu, tomēr šī gada meteoroloģiskie apstākļi labību augšanai bija atšķirīgi. Aprīlis raksturojās ar siltu un sausu laiku. Nokrišņu daudzums nerasniedza pat pusi no mēneša normas. Arī maijs bija ļoti sauss – I un II dekādē nokrišņu praktiski nebija, tikai maija beigās nolija lietus, kas tomēr nespēja segt ūdens deficītu augsnei. Jūnija sākumā, kad ziemas kvieši atradās karoglapas fāzē, laiks bija karsts ar nelielu nokrišņu daudzumu, bet vārpošanas un ziedēšanas laikā temperatūra bija aptuveni par 5^o C augtāka nekā parasti šai periodā, un nokrišņu daudzums bija niecīgs.

Ziemas kviešus ar agroķimikālijām smidzināja abos izmēģinājumu gados vienā un tajā pašā augu attīstības fāzē, tomēr iegūtie dati bija atšķirīgi. Pirmajā izmēģinājuma gadā kontroles variantā kvieši intensīvāk auga 2 mezgla fāzē. Arī pārējās fāzēs šai variantā auga pieauguma intensitāte bija lielāka, nekā izmantojot pesticīdus. 1998.gadā pēc sējumu

apsmidzināšanas ar pesticīdiem vērojama kviešu augšanas diennakts ritmu izmaiņas. Iegūtie dati norāda, ka būtiski traucēta ziemas kviešu augšana novērota vēl 2 nedēļas.



1.att. Ziemas kviešu diennakts ritms 5. un 14. dienā pēc apstrādes ar herbicīdherbicīdu (1.att.), jo $F_{\text{fakt}} = 23,01 > F_{0,05} = 4,60$. Turpmākās dienās herbicīda ietekme uz diennakts pieaugumu mazinājās un diennakts pieaugums bija gandrīz vienāds ar kontroles variantu (2.att.). Vēlākās attīstības fāzēs – vārpošanas un ziedēšanas fāzes sākumā kviešu augšana bija intensīvāka nekā kontroles variantā. Šai laikā apstrādāto kviešu garums pārsniedza kontroles augu garumu.

Intensīvāka augšana variantā ar slāpekli un retardantu novērota laikā no cerošanas fāzes beigām līdz 2 mezglu fāzei, bet retardanta ietekmi varēja novērot arī turpmākajā augu augšanā. Neskatoties uz to, ka šeit lietota ļoti liela slāpekļa mēslojuma deva (170 kg ha^{-1}), kas ietekmē augu straujāku augšanu garumā, kviešu pieauguma intensitāte samazinājās.

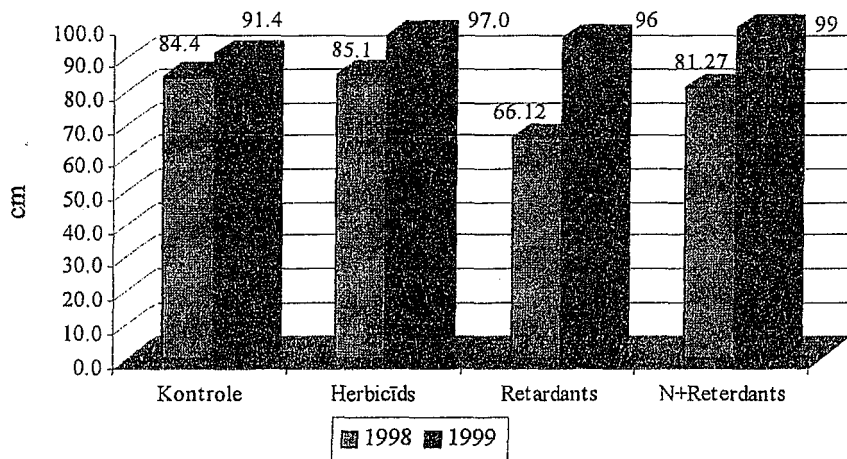
1999. gada veģetācijas perioda sākumā starp variantiem īpašas atšķirības augu augšanā netika novērotas, bet sākoties sausajam un karstajam periodam, retardantu lietotajos variantos konstatēta lielāka augšanas intensitāte.

Ziedēšanas fāzes sākumā kviešu augšanas intensitāte samazinās un šīs fāzes beigās tā pārtraucas, bet slāpekļa un retardanta variantā sākoties ziedēšanas fāzei, augu augšana garumā turpinājās un šai laikā augi augumā pārspēja visus variantus. Labībai pēdējā mēslojuma deva dota vārpošanas fāzes sākumā. Ziedēšanas laikā augu augšanas regulatoru ietekme mazinās, turpretim iedarbojas pēdējā slāpekļa mēslojuma devas ietekme uz augšanas intensitāti.

Lietojot retardantus, ziemas kviešiem var palielināt slāpekļa mēslojuma devu nebaidoties no augu veldres. Lietojot paaugstinātu slāpekļa devu, augiem veldrēšanās pazīmes netika novērotas arī mitrā un negaisiem bagātā 1998. gada sezonā. Augu stiebi retardantu ietekmē ir stingi un veldres izturīgi, kas nepārprotami ir svarīgi ražas un tās kvalitātes nodrošināšanai.

Šajā eksperimentālajā gadā arī starp herbicīdu un kontroles variantu tik krāsas izmaiņas augu augšanas ritmiem netika novērotas. Pēc apsmidzināšanas ziemas kviešu augšana tika nedaudz kavēta, bet desmit dienas pēc apstrādes šī varianta augu augšanas intensitāte diennaktī strauji palielinājās un jau stiebrošanas laikā pārspēja kontroles varianta augu garumu. Vislielākās atšķirības augšanā tika novērotas pēdējās lapas parādīšanās fāzes laikā. Turpmākajās attīstības fāzēs lielu atšķirību starp abiem variantiem nebija. Abos izmēģinājumu gados visos variantos augu augšana garumā beidzās ziedēšanas fāzes laikā. Agroķimikāliju lietošana sējumā pagarināja kviešu augšanas ilgumu vidēji par 3 – 5 dienām.

Izanalizējot paraugkūļus, konstatēts, ka abos izmēģinājumu gados agroķimikāliju ietekme uz augu garumu ir bijusi dažāda (3.att.).



3.att. Augu garums 1998. un 1999. gadā, cm

1998. gadā ar auksīngrupas herbicīdu apstrādātie augi uzrādīja lielāko augumu, bet ar retardantiem

1999. apstrādātie augi no kontroles varianta atpalika garumā vidēji par 18,28 cm. Arī palielinātas devas slāpekļa variantā retardants ietekmēja augu garumu un vidējais augu garums bija mazāks nekā neapstrādātiem augiem. 1999.gadā augu augšanu stipri ietekmēja saussais pavasaris. Arī šajā gadā herbicīdu un retardantu variantos, kur slāpekļa mēslojums netika lietots, augu garums bija lielāks par 11 – 12 cm, slāpekļa variantā starpība bija vēl lielāka. Retardants *Cikocels* veicina sakņu sistēmas attīstību, līdz ar to augi labāk izmanto mēslojumu un ūdeni. Laikā, kad kontroles variantā augi sāka izjust ūdens deficītu augsnē, to augšanas intensitāte samazinājās, bet pārējos variantos augiem retardanta ietekmē sakņu masa palielinājās un augi produktīvāk spēja izmantot dziļākos augsnes slāņos atrodošos ūdeni.

Secinājumi

1. Ziemas kviešus apsmidzinot ar auksīngrupas herbicīdu un retardantu, ir vērojamas augu augšanas ritmu izmaiņas. Apstrādātie augi izjut stresa situāciju aptuveni līdz 10 – 14 dienām pēc apstrādes.
2. Pietiekoša augsnes mitruma apstākļos augu augšanas regulators *Cikocels* būtiski samazina kviešu stiebru garumu. Nepietiekoša mitruma apstākļos ar retardantu apsmidzinātie augi uzrādīja lielāku augu augšanas intensitāti un to garumu, jo pastiprinātas augu sakņu augšanas rezultātā augi spēja labāk izmantot augsnes produktīvo mitrumu.
3. Augiem intensīvākais augšanas periods ir stiebrošanas fāzē, bet augu augšana visos variantos beidzas ziedēšanas fāzes beigās. Agroķīmikāliju lietošana sējumos pagarināja augšanas ilgumu vidēji par 3 – 5 dienām.
4. Retardanta ietekme uz augu augšanu novērota līdz vārpošanas fāzei, bet dalītā slāpekļa ietekmē šai variantā augu augšana ziedēšanas fāzē bija intensīvāka.
5. Augu garums pēc auksīngrupas herbicīda lietošanas sējumos palielinās, bet retardanta ietekme uz augu garumu atšķirīgos meteoroloģiskos apstākļos ir dažāda.

Literatūra

1. Ковалев В.М. Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур – Обзорная информация, ВНИИТЭИ агропром. – Москва, 1992. – 46 с.
2. Гринченко А.Л. Применение ретардантов в растениеводстве. – Москва: ВНИИТИ, 1983., Т.6. – 197 с.

3. Kemira. Agro minerālmēslu un augu aizsardzības līdzekļu katalogs 1998/99. – SIA KEMIRA AGRO LATVIJA, 1998. – 121 lpp.
4. Гладышева О.М. и др. Действие пререперата ГУР на пшеницу в связи с устойчивостью к полеганию. – В кн.: Повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур. – Алма-Ата: Наука, 1979. – с. 97 – 105.
5. Гладышева О.М. и др. Действие пререперата ГУР на пшеницу в связи с устойчивостью к полеганию. – В кн.: Повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур. – Алма-Ата: Наука, 1979. – с. 97 – 105.
6. Кирьян М.В. Глубина залегания узла купения озимой пшеницы как признак зимостойкости. // Сборник научных трудов Мироновского НИИ селекции и семеноводства пшеницы. – 1978. – № 3. – с. 35 – 36.
7. Груздев Л.Г. Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы в условиях полегания и при применении хлорхолинхлорида. – Агрохимия, 1980., № 12, с. 48 – 55.
8. Пикунш Г.П., Гринченко А.Л., Омелянец В.Ф. 1980. Влияние хлорхолинхлорида на содержание растворимых сахаров и крахмала в зерне озимой пшеницы. – Физиология и биохимия культурных растений, 1980., т. 12, № 4, с. 339 – 345.
9. Державин Л.М., Седова Е.В. Влияние применения удобрений, гербицидов и ретардантов на качество зерна пшеницы и ячменя – Обзорная информация, ВНИИТЭИагропром, – Москва, 1983., 52 с.
10. Mann J.D., Pu M. Weed Sciens, vol.16, 1968., p. 197.
11. Irvine A.M., Forbes J.C., Drapers S.R. Weed Resistance, vol.17, p. 1977., 169.
12. Федке К. Биохимия и физиология действия гербицидов. Москва: Агропромиздат. 1985., С. 182–202.

MINING BLOCK STABILITY ANALYSIS IN ESTONIAN OIL SHALE MINES BY STATISTICAL METHODS IGAUNIJAS DEGLĀNEKĻA BLOKU STABILITĀTES ANALĪZE AR STATISTIKAS METODĒM

**J.–R.Pastarus, Tallinn Technical University, Department of Mining, Tallinn, Estonia.
T.Tomberg, Tallinn Technical University, Department of Mining, Tallinn, Estonia
82 Kopli St., Tallinn, 10412, ESTONIA. Phone: (372)6203850**

Abstract. This paper analysis the stability of the mining blocks in Estonian oil shale mines, where the room-and-pillar mining system is used. The pillars are arranged in a singular grid. The processes in overburden rocks and pillars have caused the subsidence of the ground surface. Statistical analysis of the pillars cross-sectional area evaluated the calculations. Normal distribution control allows determining the stability of a mining block. By normal distribution of the pillars cross-section area a potential collapse of a mining block can be expected. Theoretical and in situ investigations in Estonian oil shale mines showed that their results are close to the modeling ones. The surface subsidence parameters will be determined by conventional calculation schemes. Presented method suits well for mining block stability analysis and spontaneous failure prognosis.

1. Introduction

The most important mineral resource in Estonia is a specific kind of oil shale. Its deposit is located in a densely populated and intensely farmed district. It is estimated that about 80–90% of the total underground oil shale production is obtained by room-and-pillar method. The area mined by this method reaches 100 km². It has become apparent that the processes in overburden rocks and pillars have caused the mining block collapse accompanied by significant subsidence of the ground surface. The first spontaneous collapse of the pillars and surface subsidence took place on 1964. Up to present, 39 failures in Estonian oil shale

mines have been registered, which make up 9% of the total number of mining blocks and 2.5% of the mined-out area.

Identification of the reasons of the mining block collapse, elucidation of the basic mechanism of this process, elaboration of the method of analysis and prognosis are the main aim of the presented work.

The potential prognosis methods for pillar and roof stability base on the following features:

1. The normal distribution control of the pillars cross-sectional area;
2. The rate of current rock strength;
3. Convergence curve;
4. Collapse time.

The paper deals with the prognosis method based on the statistical analysis of the pillars cross-sectional area. Normal distribution control allows determining the stability of a mining block. By normal distribution of the pillars cross-sectional area a potential collapse of a mining block can be expected. Method is applicable for practical purposes and gives excellent results. The land deterioration on the mined-out territories can be evaluated by the parameters of ground movement mechanism, using the conventional calculation schemes. The other methods are complicated and do not suit for practical application. They demand supplementary investigations.

2. Geology and mining

The commercially important oil shale bed is situated in the north-eastern part of Estonia. It stretches from west to east for 200 km, and from north to south for 30 km. The oil shale bed lays in the form of a flat bed having a small inclination in southern direction. Its depth varies from 5 to 150 m. The oil shale reserves in Estonia are estimated approximately at 4 thousand million tons.

The oil shale seams occur among the limestone seams in the Kukruse Regional Stage of the Middle Ordovician. The commercial oil shale bed and immediate roof consist of oil shale and limestone seams. The main roof consists of carbonate rocks of various thicknesses. The characteristics of the certain oil shale and limestone seams are quite different. The compressive strength of oil shale is 20–40 MPa and that of limestone is 40–80 MPa. The strength of the rocks increases in the southward direction. The volume density is 1.5–1.8 Mg/m³ and 2.2–2.6 Mg/m³ respectively. The calorific value of dry oil shale is about 7.5–18.8 MJ/kg depending of the seam and the area in the deposit.

In Estonian oil shale mines the room-and-pillar mining system is used. The field of an oil shale mine is divided into panels, which are subdivided into mining blocks, approximately 300–350 m in width and from 600–800 m in length each. A mining block usually consists of two semi-blocks (Fig.1). The oil shale bed is embedded at the depth of 40–70 m. The height of the room is 2.8 m. The room is very stable when it is 6–10 m wide. In this case, bolting must still support the immediate roof. The pillars in a mining block are arranged in a singular grid. Actual mining practice has shown that pillars with a square cross-section (30–40 m²) suit best.

3. Theoretical background

Due to the complicated structure of the pillars and roof in Estonian oil shale mines, the stability analysis and prognosis demand special calculation methods. In general, the used methods are complicated (1,2). Statistical analysis and normal distribution control of the pillars cross-sectional area is suitable for practical application. Statistical analysis gives information about the quality of the performed mining works in a mining block. The normal distribution control of the pillars cross-sectional area allows determining the stability of a mining block.

Investigation is based on the following assumption: by normal distribution of the pillars cross-sectional area a potential collapse of a mining block can be expected.

It is known that if a measurement is subject to many small sources of random error, the measured values (pillar cross-sectional area) will be distributed in accordance with bell-shaped curve (3). It is claimed that a measurement subject to many small random errors will be distributed normally (Gauss distribution). The normal distribution control was made by kurtosis and skewness (4).

1. Kurtosis characterizes the relative peakedness or flatness of a distribution compared with the normal distribution. Positive kurtosis indicates a relatively peaked distribution. Negative kurtosis indicates a relatively flat distribution.

2. Skewness characterizes the degree of asymmetry of a distribution around its mean. Positive skewness indicates a distribution with an asymmetric tail extending towards more positive values. Negative skewness indicates a distribution with an asymmetric tail extending towards more negative values.

The load on the pillar depends on the stiffness of the roof and pillar (5). The roof in Estonian oil shale mines is enough stiff and in this case the bigger pillar receives the greater load. The failure begins from the bigger pillars. Consequently, the distribution of the cross-sectional area of the pillars determines the load on a pillar.

On the other hand, the pillar load depends on the width of the mining block, leading to the concept of the critical width. The critical width is the greatest width that the rock above the mine can span before its failure, or, if there are pillars, the width we must mine before the pillars accept the full weight of the overlying materials (6). Typically, full load comes onto the pillars closest to the center of a mining block. In fact, the best indicator of critical width in a given situation will be provided from old mine maps, by records of failures and surface subsidence, and from measuring roof-to-floor convergence in the mines. The critical width for Estonian oil shale mines is presented by the following formula (7,8):

$$L > 1.2H + 10,$$

where L – critical width, m; H – thickness of the overburden rocks, m.

In the three-dimensional case, the critical width transforms into the critical area.

The mining block stability depends on the real parameters of the roof and pillar. Consequently, in-situ conditions the pillar loads vary from place to place within a mining block. Investigation showed that the stability of a critical area determine the stability of a mining block. Likely enough, the collapse begins in one critical area (potential collapse center) and then extends to the barrier pillars.

Normal distribution of the cross-sectional area of the pillars in a mining block is valid as well for critical area (4). It means that the normal distribution of the cross-sectional area of the pillars in a mining block determine the stability of a critical area. Take into consideration the above mentioned; it is visible that if a normal distribution is present in mining block or semi-block, then a potential collapse can be expected. Presented method does not determine the exact location and time of the collapse in a mining block.

The method suits well for mining block stability analysis and spontaneous failure prognosis. It is applicable for practical purposes. The surface subsidence parameters will be determined by conventional calculation schemes.

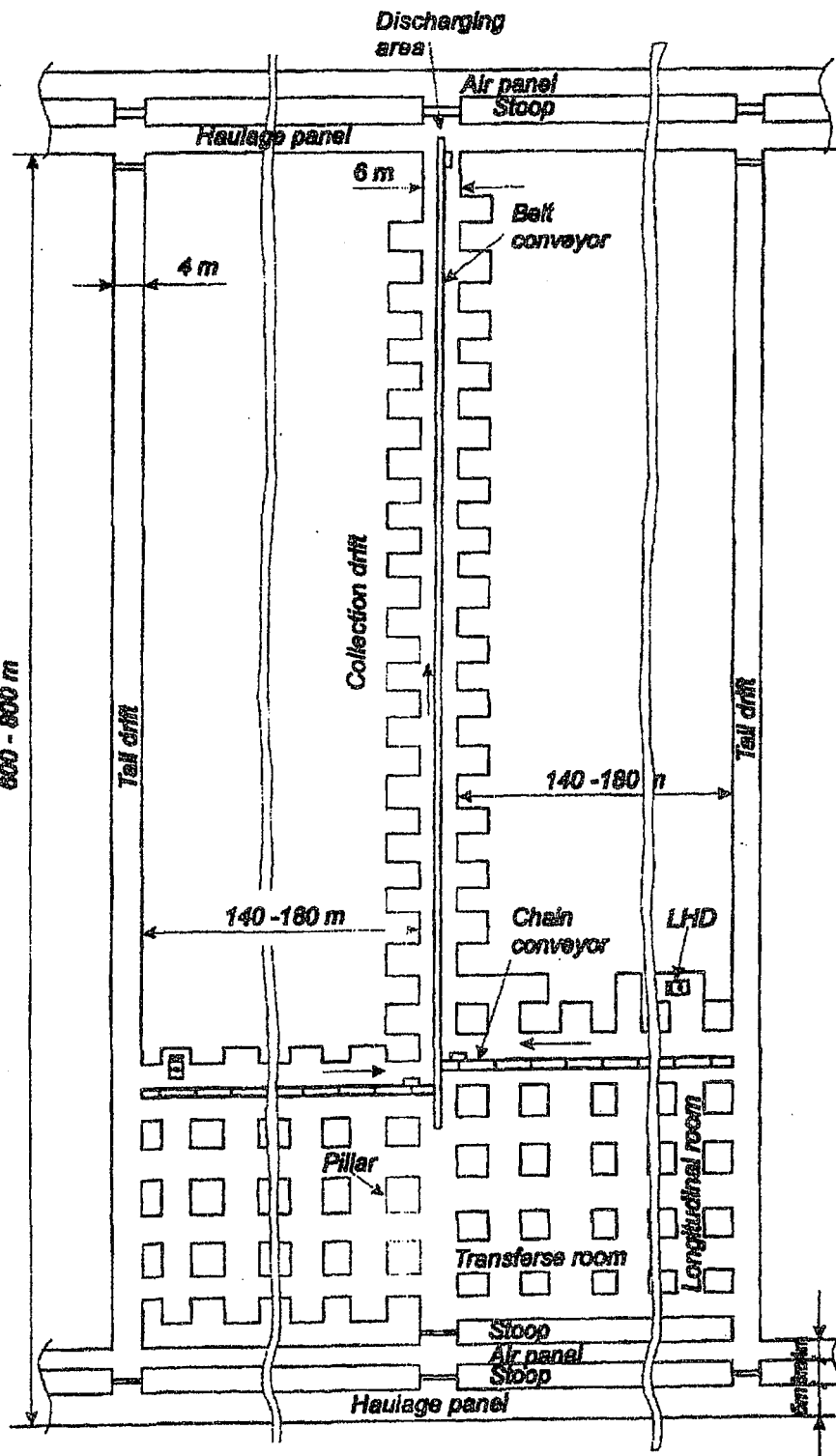


Figure.1. Schematic layout of room-and-pillar mining in Estonian oil shale mines

4. Results

The statistical analysis of the pillars was made for 12 mining blocks (the mines Ahtme and Estonia). The investigation results of the mining block No. 41 of the mine Ahtme and No.102 of the mine Estonia are given below.

The statistical parameters and the results of normal distribution control of the pillars cross-sectional area are presented in Table.

Table

Statistical parameters of the pillars cross-sectional area.

Statistical parameters	Mine			
	Ahtme No.41 left semi-block	Ahtme No.41 right semi-block	Estonia No. 102 left semi-block	Estonia No. 102 right semi-block
Standard deviation	6.02	6.07	9.6	9.04
Kurtosis	0.40	0.38	8.5	6.90
Skewness	0.55	0.35	2.49	2.31
Normal distribution	YES	YES	NONE	NONE

Mine Ahtme, block No. 41

The commercial oil shale bed of the thickness of 2.8 m is embedded at the depth of 53 m. Barrier pillars border the mining block. The spontaneous collapse of the pillars in the left semi block took place 16 months after the beginning of exploitation. It reached the surface. The area of destructions was about 24 000 m², the age of the pillars being 3 to 9 months. The analysis shows that there is one center of a potential collapse. The age of the pillars in the center of the potential collapse was 8.5 months. Likely enough, the collapse begins in this center and then extends to the barrier pillars. Normal Distribution analysis shows that if a normal distribution is present in mining semi-block, then a potential collapse be expected (Table, Fig.2).

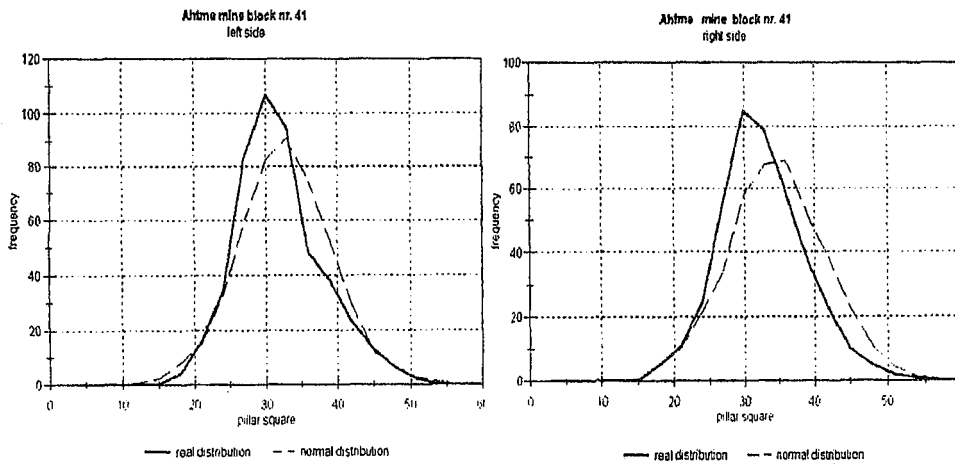


Figure 2. Normal Distribution control of the pillars cross-section area for the Ahtme mine semi-blocks

Mine Estonia, block No. 102

The commercial oil shale bed of the thickness of 2.8 m is embedded at the depth of 60,5 m. Mining block is bordered by barrier pillars. A spontaneous collapse and the normal distribution of the pillars cross-sectional area are not present in mining block (Table, Fig.3).

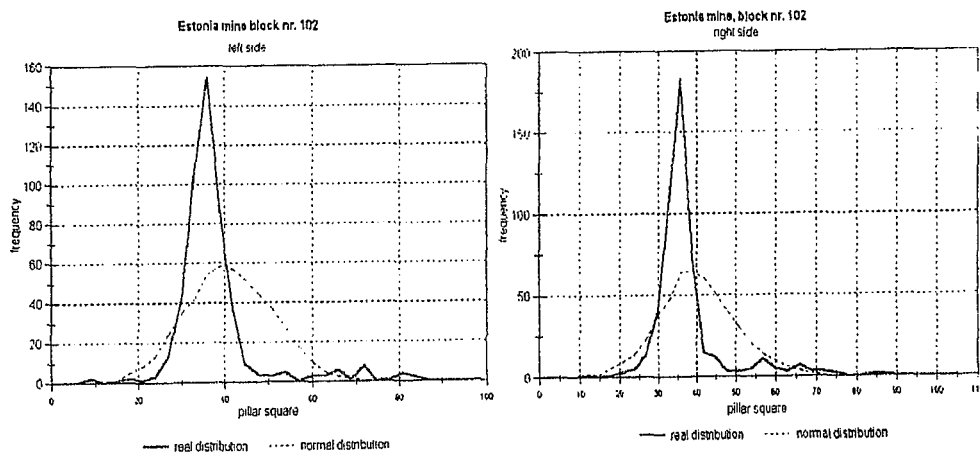


Figure 3. Normal Distribution control of the pillars cross-section area for the Estonia mine semi-blocks

The results of theoretical and in situ investigations in Estonian oil shale mines showed that they are close to the modeling results. The analysis was based on the geometrical parameters of mining blocks. Presented method does not take into consideration the rheological rock parameters. These problems demand supplementary investigations.

5. Conclusions and recommendations

As a result of this study, the following conclusions and recommendations can be made.

1. Estonian oil shale mines are located in a densely populated and intensely farmed district where the room-and-pillar mining method is used. The collapse of the pillars has caused the surface subsidence, which makes up 2.5% of the mined-out area.
2. Prognosis method based on the normal distribution control of the pillars cross-sectional area, which allows determining the stability of a mining block. It is applicable for practical purposes.
3. If normal distribution of the pillars cross-sectional area is present in a mining block, then a potential collapse can be expected. Theoretical and in situ investigations in Estonian oil shale mines showed that their results are close to the modeling ones.
4. The proposed method suits for stability analysis and failure prognosis.
5. Further investigations are aimed at the rheological and strength behavior of the rocks to determine the time and exact location of the collapse of pillars and ground surface.

Estonian Science Foundation, Grant No. 3651, 1999–2001, supported the research.

Bibliography

1. Pastarus, J.-R., Toomik, A. Subsidence prediction in Estonia's oil shale mines. Proc. of the sixth International Conference SWEMP 2000 Environmental issues and management of waste in energy and mineral production. Galgari/Alberta/Canada, May30–June 2, 2000, A.A.Balkema/Rotterdam/Brookfield, 2000, p. 225–229
2. Talve, L. Check-up of real parameters of room-and-pillar mining in Estonia's oil shale mines. Ibid., No.451, 1978, p 23–35 [in Russian]
3. Bevington, P.R., Robinson D.K. Data reduction and error analysis for the physical sciences. McGraw-Hill, Inc., New York, 1992. P.328
4. Weimer, R.C. Statistics. 2nd ed. Belmont, CA:Wm.C.Brown Publishers,1993, p.213.
5. Borissov,A. Mechanics of Rock and Rock Masses. Nedra, Moscow, 1980, p360 [in Russian]
6. Parker,I. Mine pillar design in 1993: Computers have become the opiate of the mining engineers Mining Engineering. July and August, 1993, p 714–717 and 1047–1050. (London)
7. Stetsenko, V., Ivanov, G. Prognosis of the time-depending roof displacements for different span lengths. Oil-Shale, No.11, 1981, p 13–18 (EstNIINTI) [in Russian]

8. Toomik, A., Undusk, V. Determination of the surface subsidence parameters for room-and-pillar mining. Oil Shale, No.6, 1983, p. 7-11 (in Russian)

NOTEČU NO ORGANISKAJIEM MĒSLIEM SAMAZINĀŠANA REDUCTION OF LEAKAGE FROM ORGANIC MANURE

Imants Plūme, Mgr.sc.ing., lektors

LLU, Tehniskā Fakultāte, L/s enerģētikas institūts,

Čakstes bulv. 5 Jelgava, Latvija, LV-3001.

Tel: 30-80674, fax: 30-27238, e-pasts: imants@inka.cs.llu.lv

***Abstract.** Environmental problems of leakage minimisation from solid manure handling in Latvia are discussed. Volume and composition of leakage from solid manure are investigated in storage period. Amount of plant nutrients in effluents are measured 0,099 kg nitrogen, 0,029 kg phosphorus and 0,381 kg potassium per tonne manure in 14-day period of accumulation and storage of solid manure in trailer. Plant nutrients losses in effluent from densely stockpiled manure are 0,40 kg nitrogen, 0,197 kg phosphorus and 1,372 kg potassium per tonne manure in 5-month storage period while leakage were occurred. In first 2-month period nutrient losses are 74 % nitrogen, 54 % phosphorus and 54 % potassium of whole amount of losses in 5-month period. Proposed recommendations are aimed to minimise the leakage from solid manure in farms in Latvia.*

***Keywords:** solid manure, manure effluent, pollution reduction*

1. Ievads

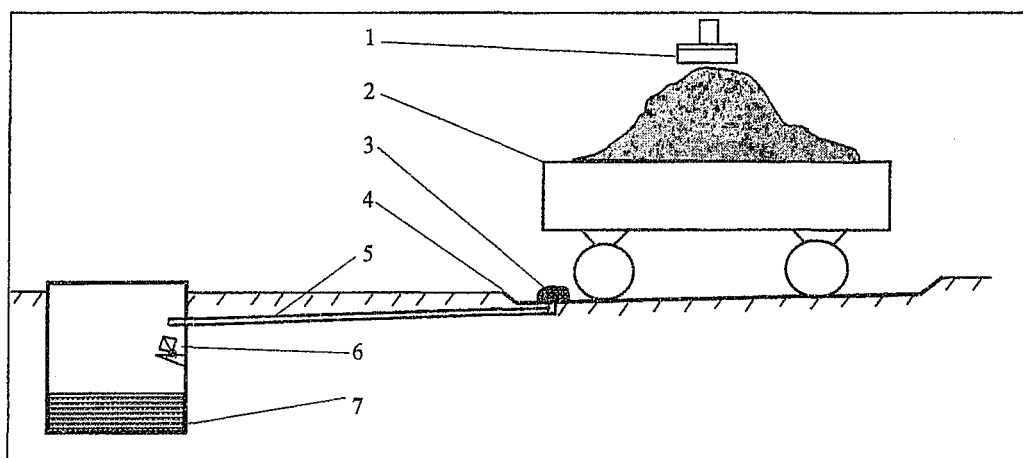
Viens no būtiskiem vides piesārņošanas avotiem ir noteces no kūtsmēsliem, kas nevērīgas uzglabāšanas rezultātā piesārņo gruntsūdeņus ar slāpekļa un fosfora savienojumiem. Slāpekļa zudumi no kūtsmēsliem var sasniegt pat 20 – 50 %, tādēļ noteču samazināšana ir nozīmīga kā no dabas resursu racionālas izmantošanas, tā arī no vides aizsardzības viedokļiem. Uzglabāšanas periodā ar noteci no katras svaigu kūtsmēsļu tonnas vidē noplūst 0,14 – 0,26 kg slāpekļa [1]. Lauksaimniecības piesārņojuma samazināšanai Eiropas Savienība (ES) ir pieņēmusi Nitrātu direktīvu (EEC/91/676), kas būs jāpilda arī Latvijai, iestājoties Eiropas Savienībā. Helsinku konvencijas par Baltijas jūras vides aizsardzību (HELCOM) pieņemtie līdzīga rakstura pasākumi (HELCOM Rekomendācijas 7/2, 9/3 u.c.) Baltijas jūras piesārņojuma samazināšanai jau kopš 1992. gada ir saistoši Latvijai kā konvencijas dalībvalstij. Piemēram, HELCOM Rekomendācija 7/2 iesaka veidot monitoringu augu barības vielu zudumu kontrolei un veikt lauksaimnieciskās ražošanas metožu ietekmes uz vidi zinātnisko izpēti. Lielākajai daļai no Latvijas mazajām fermām nav ierīkotas kūtsmēsļu krātuves ar šķidrums necaurlaidošu pamatni, pie kam daudzām kūtīm nav vircas uzkrāšanas tvertņu. Notecēm nonākot gruntsūdeņos, nereti pasliktinās dzeramā ūdens kvalitāte akās. Piemēram, no apsekotajām astoņpadsmit Zaņas pagasta zemnieku saimniecību dzeramā ūdens akām slāpekļa koncentrācija sešās un fosfora koncentrācija divās akās bija augstāka par pieļaujamo. Noteces no kūtsmēsliem veidojas no svaigos kūtsmēsļos esošā gravitācijas šķidruma (masā neuzsūktais un gravitācijas spēku ietekmē notekošais šķidrums) un no kompostēšanas procesā radītā šķidruma summas. Racionāla kūtsmēsļu uzkrāšana ar palielinātu pakaišu devu un to kompostēšana krātuvē var samazināt vai pat novērst piesārņojošo noteču noplūdes gruntsūdeņos. Īpaši aktuāla minētā problēma ir nelielām un vidējām (līdz 5 mājlopu vienībām) saimniecībām, jo tām šobrīd netiek paredzēta prioritāte subsīdiju saņemšanai modernu kūtsmēsļu krātuvju būvei vai progresīvu šķidrmēsļu

tehnoloģiju ieviešanai. Vienkāršu, lētu un vidi saudzējošu kūtsmēslu kompostēšanas tehnoloģiju izstrādei vispirms ir nepieciešams izpētīt noteču veidošanos dažādu faktoru ietekmē. Ar optimāliem kūtsmēslu uzglabāšanas un kompostēšanas paņēmieniem iespējams samazināt piesārņojošo noteču noplūdes vidē un ietaupīt energoresursus, samazinot rūpniecisko minerālmēslu izmantošanu.

Latvijā pagaidām netiek veikti kompleksi novērojumi par dažādu faktoru ietekmi uz koncentrētu noteču veidošanos no organisko mēslu stīrpām. Ar Latvijas – Zviedrijas BEAROP projekta atbalstu uzsāktie noteču no kūtsmēslu piekaves novērojumi demonstrācijas saimniecībā “Kaudzītes” (Zaņas pagasts, Saldus raj.) var kļūt par iesākumu sistemātiskam šo noteču monitoringam Latvijā.

2. Materiāli un metodika

Noteču no kūtsmēsliem ietekmējošo faktoru izpētei saimniecībā “Kaudzītes” 1998. gadā tika uzstādīta iekārta piesārņojošo šķidrumu apjoma noteikšanai (1.attēls).

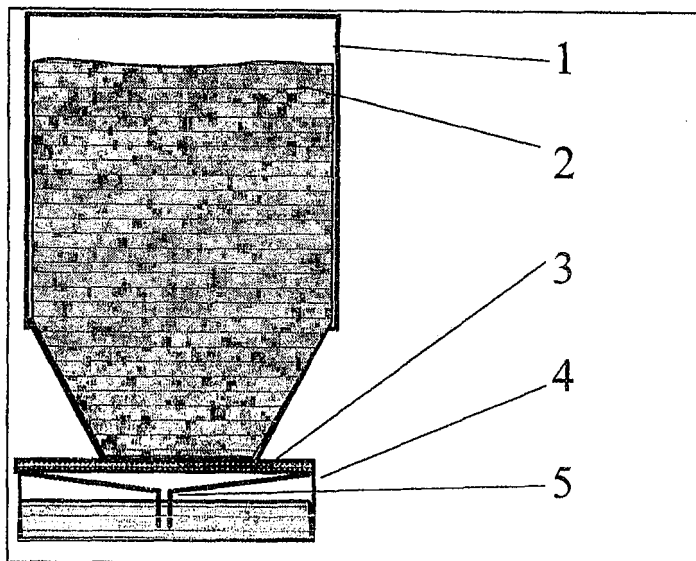


1.att. Iekārta noteču noteikšanai no kūtsmēslu piekaves. 1 – slīpais konveijers kūtsmēslu izvākšanai no kūts, 2 – piekabe, 3 – režģis, 4 – šķidrumu izolējošs paklājs, 5 – drenāžas caurule, 6 – kausiņu tipa šķidruma skaitītājs, 7 – tvertne

Skaitītājs uzskaita noteces no šķidrumu necaurlaidīga 2.7x3.7 m² laukuma, uz kura novietota kūtsmēslu piekabe ar transportieri izvāktu kūtsmēslu uzkrāšanai. Piekabi ar kūtsmēsliem piepilda aptuveni divu nedēļu laikā no fermas, kurā izvietotas vidēji 4 līdz 5 slaucamās govīs un 15 līdz 25 nobarojamās cūkas. Pēc piekaves uzpildīšanas kūtsmēsli tiek nogādāti lauka krātuvē.

Piekabē iepildīto kūtsmēslu vidējās masas noteikšanai atkārtoti tika noteikts pilnas piekaves svars pirms kūtsmēslu izvešanas uz lauka krātuvi un pēc tās iztukšošanas. Noteču apjoma pētījumu precizitāte atkarīga no drenāžas sistēmas un kausiņu šķidruma skaitītāja nepārtrauktas funkcionēšanas. Šķidruma skaitītājs regulāri tiek kalibrēts. Skaitītāja relatīvā kļūda ar 95 % varbūtību nepārsniedz 4,2 %. Ne retāk kā vienu reizi mēnesī ar minēto iekārtu tiek nolasīti dati par summāro noteču apjomu. Pēc datu logera uzstādīšanas tiks realizēta datu nepārtraukta, automātiska reģistrācija. Vidējais piekaves piepildīšanas periods ar kūtsmēsliem ir aptuveni 14 dienas. Līdz ar iegūtie dati raksturo noteci no relatīvi svaigiem kūtsmēsliem. Vidējais augu barības vielu (N, P, K) saturs notecēs regulāri tiek noteikts ar noteču ķīmiskajām analīzēm.

Lai novērtētu augu barības vielu noplūdes arī no ilgstošā periodā (piecos mēnešos) blīvi uzglabātiem kūtsmēsliem, no 2000. gada veikts eksperiments noteču apjoma un augu barības vielu sastāva noteikšanai kūtsmēsļu paraugam ar vienkāršas iekārtas palīdzību (2. attēls).



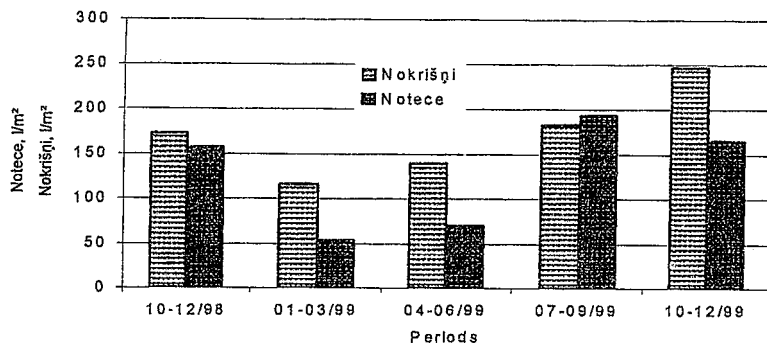
2. att. Iekārta noteču noteikšanai no kūtsmēsļu parauga. 1 – tvertne; 2 – kūtsmēsli; 3 – siets; 4 – mērtrauks; 5 – šķērsiena iztvaikošanas samazināšanai

Iekārtas tvertnē 2000. gada 2. jūnijā tika ievietots 41 kg svaigu kūtsmēsļu no saimniecības "Kaudzītes" fermas. Visā piecu mēnešu uzglabāšanas periodā konstruktīvi tika izslēgta nokrišņu ietekme un ierobežota gaisa skābekļa piekļūšana organisko mēsļu masai. Ierobežotā gaisa pieplūde imitēja apstākļus blīvi nokrautā kūtsmēsļu stīrpā. Paraugu novietoja āra apstākļos no nokrišņiem aizsargātā vietā. Regulāri tika veikti noteču apjoma mērījumi un augu barības vielu saturs analizēs kūtsmēsļu paraugā.

3. Rezultāti

Iegūti dati par noteču no saimniecībā "Kaudzītes" novietotās kūtsmēsļu piekabes apjomu un sastāvu pie mainīgiem nokrišņu daudzumiem un apkārtējā gaisa temperatūrām 1998. – 2000. gadu periodā. Novērota krasa noteču no kūtsmēsliem samazināšanās, pieaugot vidējai gaisa temperatūrai un samazinoties nokrišņu daudzumam 2000 g. aprīļa un maija mēnešos.

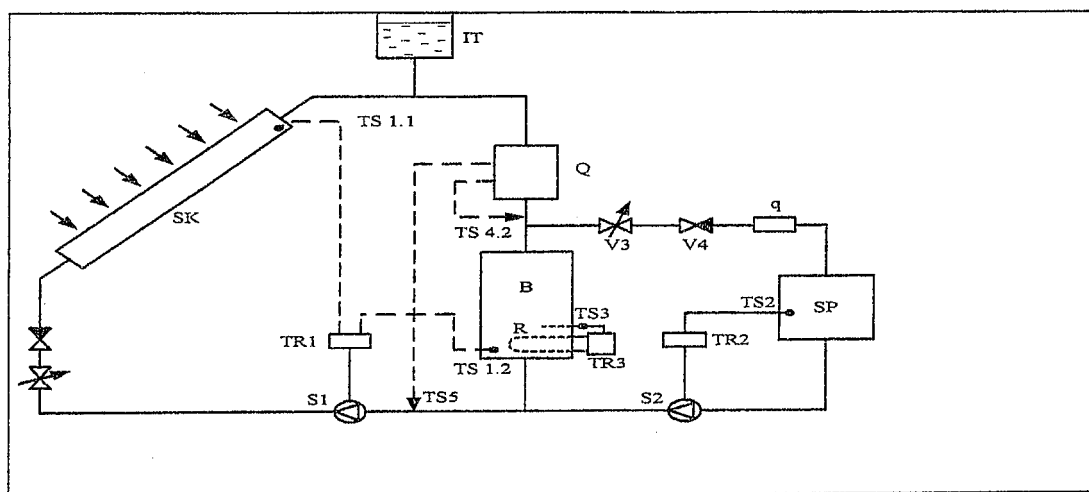
Pētījumi parāda, ka pakaišu kūtsmēsļu piekabē tiek uzkrātas vidēji 2,37 t kūtsmēsļu 14 dienu laikā. Ar kausiņu skaitītāju noteiktais noteču no kūtsmēsļu piekabes apjoms un nokrišņu daudzums 14 mēnešu periodā parādīts 3. attēlā. Minētajā periodā (1998.–1999.g.) saimniecības "Kaudzītes" kūtī vidēji tika turētas 5 slaucamās govīs (izslaukums 4000 l/gadā), 1 jaunlops līdz gada vecumam un 15 nobarojamās cūkas. Gada laikā fermā saražotas 62 tonnas kūtsmēsļu (ar mitrumu – 75 %), kuru sausrinātā vidēji ir 0,41 % slāpekļa (N), 0,42 % fosfora (P) un 0,682 % kālija (K). Noteiktais augu barības vielu daudzums noteču sastāvā 1999. gada periodā vidēji ir 0,126 % slāpekļa, 0,034 % fosfora un 0,35 % kālija. Mērījumi parādīja, ka vislielākās noteces ir periodos, kas raksturojas ar palielinātu nokrišņu daudzumu un samazinātu iztvaikošanu (sk. 3. attēlu).



3.att. Noteču no kūtsmēsļu piekabes un nokrišņu apjomi saimniecībā "Kaudzītes" 1998. – 1999. g. periodā

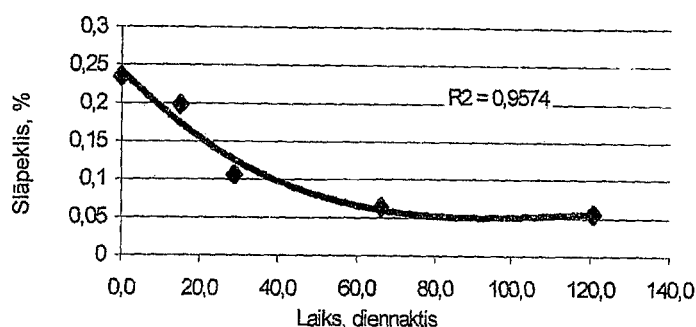
Noplūdes no 10 m² liela uzskaites laukuma 1999. gada laikā bija 4,82 m³ jeb 0,48 m³ uz uzskaites laukuma vienu 1 m². Noplūdes no kūtsmēsļu piekabes tās uzpildīšanas periodā (14 dienās) 1999. gadā bija 4,84 m³ vai vidēji 78 litri uz vienu tonnu izvākto kūtsmēsļu, pie kam vidējais augu barības vielu saturs noplūdēs uz vienu tonnu kūtsmēsļu bija 0,099 kg slāpekļa, 0,029 kg fosfora un 0,381 kg kālija.

Ilgstoši uzglabājot 40 kg kūtsmēsļu paraugu pirmajās 60 dienās (no 01.06. līdz 31.07.2000.g.), no kūtsmēsliem izdalītā šķidrums svars sasniedza 18 % no parauga svara eksperimenta sākumā. Šajā periodā temperatūra paraugā bija 20,8 °C vai vidēji par 2,6 °C augstāka par apkārtējās vides temperatūru. Paaugstināta temperatūra kūtsmēsļu paraugā izskaidrojama ar kompostēšanās procesu norisi kūtsmēsļos. Noteču no kūtsmēsļu parauga apjoma mērījumi parāda, ka 5 mēnešu laikā no kūtsmēsļu parauga kompostēšanās procesu rezultātā notecēs aizplūst 14 kg šķidrums (4. attēls). Pārreķinot attiecīgi uz vienu tonnu kūtsmēsļu noplūstošā šķidrums daudzums piecos uzglabāšanas mēnešos var sasniegt 0,28 m³ jeb 35 % no kūtsmēsļu sākotnējā svara. Noteču izmaiņas raksturlīkne parāda palielinātu noteču apjoma veidošanos kūtsmēsļu uzglabāšanas perioda sākuma posmā. Kūtsmēsļu pārjaukšanas (pēc 35 dienām no perioda sākuma) rezultātā noteču izdalīšanās īslaicīgi izbeidzās un atjaunojās tikai pēc vairāku dienu perioda ar ievērojami mazāku intensitāti. Tātad ar kūtsmēsļu regulāru pārjaukšanu var samazināt noteču veidošanās intensitāti to uzglabāšanas periodā.



4.att. Noteču summārā apjoma izmaiņas 40 kg kūtsmēsļu paraugam atkarībā no tā uzglabāšanas laika

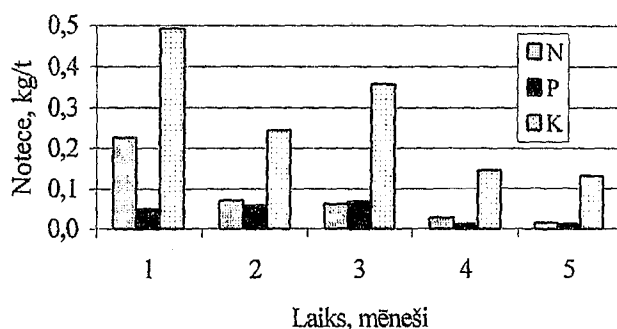
Lai novērtētu slāpekļa zudumus ar notecēm atkarībā no kūtsmēsļu uzglabāšanas perioda, tika noteikta kopslāpekļa satura izmaiņa notecēs (5. attēls).



5.att. Slāpekļa saturs notecē no 40 kg kūtsmēsļu parauga

Pētījumu rezultāti parāda, ka, palielinoties kūtsmēsļu uzglabāšanas laikam, kopējais slāpekļa saturs notecēs samazinās no 0,24 % uzglabāšanas perioda sākumā līdz 0,05 % pēc 120 dienu uzglabāšanas. Ievērojot arī noteču apjoma būtisku samazināšanos uzglabāšanas laikā, var izdarīt slēdzienu, ka lielākā daļa slāpekļa zudumu ar noteci notiek kūtsmēsļu uzglabāšanas perioda sākuma posmā.

Eksperimentā iegūtie rezultāti ļauj novērtēt augu barības elementu (N,P,K) zudumus noplūdēs no kūtsmēsliem, kas rodas ilgstošā uzglabāšanas periodā kompostēšanās procesu ietekmē (6. attēls).



6. att. Augu barības vielu daudzums noplūdēs no 40 kg kūtsmēsļu parauga

Tā kā fosfora un kālija koncentrācija notecēs pieaug, tad notecēs noplūstošā fosfora un kālija daudzums uzglabāšanas laikā nesamazinās tik strauji salīdzinot ar slāpekli, kas izskaidrojams ar amonija formas slāpekļa savienojumu iztvaikošanu. Jāņem vērā, ka reālos uzglabāšanas apstākļos kompostēšanās procesi kūtsmēsļos ir intensīvāki, jo temperatūra kūtsmēsļu stīpās nereti sasniedz 50 – 65 °C, kas ir par 25 – 30 °C ir lielāka salīdzinājumā ar kūtsmēsļu parauga maksimālo temperatūru (25 °C) tā uzglabāšanas periodā.

4. Ieteikumi ražošanai

Noteču no organiskajiem mēsliem samazināšanai visām saimniecībām ieteicami šādi mēslojuma uzkrāšanas paņēmieni [2]:

- vircas noplūdes novēršanai gruntsūdeņos kūts grīdas, pastaigu laukumus, mēsļu savākšanas kanālus un krātuves izbūvē no šķidrumus necaurlaidīga materiāla;

- lai samazinātu tvertnēs savācamo nokrišņu apjomu, mēsļu krātuvju platības ierīko ar iespējami mazāku virsmas laukumu, kūtsmēslus nokraujot palielināta augstuma (1,5 – 3 m) kaudzēs un tādējādi sekmējot arī kūtsmēsļu pašsablīvēšanos;
- krātuvē uzglabājamo kūtsmēsļu daudzumu uz vienu krātuves laukuma vienību palielina pielietojot kūtsmēsļu izvākšanas iekārtas, kas kūtsmēslus nogādā no kūts uz krātuvi pa spiedvadu (piemēram, ar iekārtu UTN – 10);
- piekabes kūtsmēsļu pagaidu uzkrāšanai novieto uz šķidrumu necaurlaidīgas pamatnes vai mitrumu izolējoša ekrāna, bet radušās noteces novada vircas tvertnēs;
- aprīko jumtus ar notekām un pievedceļus ierīko ar nepieciešamo slīpumu nokrišņu ūdeņu novadīšanai ārpus krātuvēm;
- kūtsmēsliem pievieno salmus, zāģu skaidas, kūdru, smalcinātu ūdenstilpju apauguma sakņu pinumu u.c. vietējus mitrumietilpīgus materiālus.

Ieteikumi saimniecībām ar ganāmpulku mazāku par 5 mājlopu vienībām (uz mazajām saimniecībām neattiecas likumdošana par obligātu ekoloģiski drošu krātuvju ar noteiktu uzglabāšanas periodu izbūvi):

- kūtsmēsļu krātuvi ar šķidrumu necaurlaidošu pamatni un vircas savākšanas tvertni ierīko tikai ierobežotam 1...2 mēnešu kūtsmēsļu uzkrāšanas periodam, bet pēc tam kūtsmēsļus novieto uzglabāšanai lauka krātuvēs uz mitrumietilpīga materiāla kārtas.
- Kūtsmēsļu stirpu pamatnē ieklāj un stirpas pārklāj ar 0,2...0,4 m biezu mitrumietilpīgo materiālu kārtu (zāģu skaidas, salmi, kūdra, smalcināts niedru sakņu pinums u.c.) vircas un lietus ūdeņu uzsūkšanai.
- Stirpas pārklāj ar ūdeni necaurlaidošu materiālu (gumija, plastmasa, ruberoīds u.c.) nokrišņu ietekmes samazināšanai.

5. Secinājumi

1. Kausiņu tipa mehāniskais skaitītājs ir pielietojams noteču no kūtsmēsliem zinātniskiem pētījumiem, jo skaitītāja relatīvā kļūda ar varbūtību 95% nepārsniedz 4,2 %.
2. No kūtsmēsļu piekabes noplūstošā šķidruma apjoms pieaug līdz ar nokrišņu daudzuma palielināšanos.
3. Noteiktās noplūdes no kūtsmēsļu piekabes ir 4,84 m³ 1999. gadā vai 0.078 m³ uz vienu tonnu izvākto kūtsmēsļu, pie kam vidējie augu barības vielu zudumi ar noplūdēm ir 0,099 kg slāpekļa, 0,029 kg fosfora un 0,381 kg kālija uz tonnu kūtsmēsļu 14 dienu ilgā piekabes uzkrāšanas periodā.
4. Blīvi nokrauta, no nokrišņiem aizsargāta kūtsmēsļu parauga pētījumos piecu mēnešu ilgā uzglabāšanas periodā ir konstatētas piesārņojošā šķidruma noplūdes, pie kam šajā periodā noteču apjoms ir 0,35 m³, augu barības vielu zudumi 0,400 kg slāpekļa, 0,197 kg fosfora, un 1,372 kg kālija uz vienu tonnu kūtsmēsļu.
5. Pirmo divu mēnešu uzglabāšanas laikā noplūdēs no kūtsmēsļu parauga noteiktie augu barības vielu zudumi ir 74 % slāpekļa, 54 % fosfora un 54 % kālija no kopējiem augu barības vielu zudumiem ar noteci 5 mēnešu uzglabāšanas periodā.
6. Kopējais slāpekļa saturs notecēs no kūtsmēsliem samazinās no 0,24% uzglabāšanas sākumā līdz 0,05 % pēc 120 dienu uzglabāšanas perioda.
7. Ieviešot praksē ieteikumus noteču samazināšanai ar nelieliem kapitālieguldījumiem iespējams palielināt organiskā mēslojuma ražošanu un būtiski samazināt vides piesārņojumu.

Literatūra

1. Amon B., Amon Th., Alt Ch., Boxberger J. Emission of NH₃, N₂O and CH₄ from milking cows in farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). Proceedings of the International Conference "Trends in Agricultural Engineering". Czech University of Agriculture Prague, 1999, pp. 452–457.

2. Sudars R., Plume I. Collection and storage of organic manure. CODE OF GOOD AGRICULTURAL PRACTICE FOR LATVIA. – Latvia, University of Agriculture Jelgava, 1999., pp. 49.–57.

EZERU PĀRVALDE: TEORIJA UN PRAKSE LAKE MANAGEMENT: THEORY AND PRACTICE

Sandra Poikāne, M.Sc., Vita Licīte, M.Sc.,
Latvijas Vides aģentūra,
Ošu iela 5, Jūrmala, LV – 2015, Latvija,
e-pasts: sandra.poikane@vdc.lv

Abstract. Latvian Environment Agency carry out complex monitoring of Kemeru National Park since 1995. At now 6 lakes are included in this monitoring programme:

- 3 bog lakes – Akacis Melnezers and Lake Slokas, Lake Aklais;
- shallow and overgrown lagoon lake Kanieris;
- hypertrophic Lake Valgums with heavy anthropogenic impact.

Lake management plan contains:

- the description of the current state of each lake;
- the optimal or required lake for each lake (objectives of management);
- factors which influence the lake, especially anthropogenic;
- action plan to achieve the objectives.

Latvijas Vides aģentūra veic Ķemeru Nacionālā parka (ĶNP) kompleksu monitoringu kopš 1995. gada. ĶNP teritorijā esošajiem ezeriem tika izstrādāts pārvaldes plāns, kas ietver šādas daļas:

- 1) esošais stāvoklis – morfoloģija, hidroloģija, hidroķīmiskie un hidrobioloģiskie rādītāji;
- 2) faktori, kas ietekmē ezera stāvokli:
 - dabiskie / antropogēnie;
 - iekšējie / ārējie;
- 3) ezera mērķis un ezera mērķa stāvoklis;
- 4) pārvaldes rīcības, kas nepieciešamas mērķa stāvokļa sasniegšanai:
 - vērstās uz faktoru ietekmi;
 - vērstās uz paša ezera apsaimniekošanu;
- 5) monitoringa prasības, kas nepieciešamas ezeru pārvaldes novērtēšanai:
 - minimālā monitoringa programma;
 - optimālā monitoringa programma;
- 6) raksturotas ezera izmantošanas iespējas, ar tām saistītie konflikti un izvēlētās prioritātes.

Ķemeru Nacionālā parka ezeri ir ļoti atšķirīgi gan pēc izcelsmes, gan pēc hidroķīmijas un hidrobioloģijas, gan pēc ietekmes pakāpes:

- 1) antropogēni mazietekmēti purva ezeri – piemēram, Akacis ;
- 2) antropogēni ietekmēti purva ezeri – Slokas ezers un Melnezers;
- 3) sekla un aizaugušais Kaņiera ezers;
- 4) hipertrofais Valguma ezers.

1. Ezeru pašreizējā stāvokļa novērtējums

Akacis – neliels un sekls purva ezers (arī pārējie neietekmētie purva ezeri):

- zems pH, augsta humīnvielu koncentrācija un zema cietība;

- zemas biogēnu koncentrācijas;
- fitoplanktona, zooplanktona un mekrofitu cenozes ezeru raksturo kā distrofu, t.i., purva ezeru bez antropogēnas ietekmes.

Šo ezeru ihtiofauna ir nabadzīga, to veido galvenokārt līdakas, asari un karūsas.

Kaņieris – eitrofs makrofitu ezers (eitrofs ezers dzidrūdēns stāvoklī), ko raksturo:

- augsta ūdens cietība, samērā augsts pH;
- vidēji augsts humusvielu saturs (mezohumozs ezers);
- mēreni augstas un sezonāli mainīgas biogēnu koncentrācijas;
- zema fitoplanktona biomasa vasaras stagnācijas periodā, augsta caurredzamība;
- galvenie pirmproducenti – iegremdētā veģetācija.

Melnezers – neliels un sekls brūnūdēns ezers, ko raksturo:

- augsta humīnvielu koncentrācija;
- zems jonu saturs un zems pH;
- vidēji augstas biogēnu koncentrācijas;
- mikrobioloģiskie rādītāji nerāda piesārņojumu un atļauj izmantot ezeru rekreācijai;
- fitoplanktona, zooplanktona un mekrofitu cenozes ezeru raksturo kā diseitrofu, t.i., purva ezeru ar antropogēnu ietekmi.

Slokas ezers – īpatnējs ļoti sekls brūnūdēns ezers ar biezu sapropeļa slāni un lielu makrofitu aizauguma pakāpi. Slokas ezeru raksturo:

- biogēnu koncentrācijas ir mēreni augstas, tomēr fitoplanktona biomasas zemas un zilaļģu ziedēšana nav konstatēta, kas saistīts ar augsto humīnvielu saturu un makrofitu ietekmi;
- slikti ekoloģiskie apstākļi zemledus periodā – zems skābekļa saturs un augstas amonija un nitrītu jonu koncentrācijas;
- zemas metālu koncentrācijas sedimentos (izņemot kadmiju, kura koncentrācijas vērtējamas kā augstas (vidēji 3,9 mg/kg));
- biocenožu sugu sastāvs raksturo ezeru kā diseitrofu;
- Slokas ezera zivju krājumu pamatmasu veido līņi, plauži un raudas, mazāk asaru, samērā nedaudz līdaku, karūsu un ruduļu;
- gan nozvejas statistika, gan kontrolzveja norāda zemu zivju produktivitāti un kopējo zivju krājumu.

Valgums – kopumā atbilst hipereitrofam stāvoklim, ko raksturo

- vasarā un ziemā ezera dziļākajos slāņos vērojams izteikts skābekļa trūkums;
- ļoti augstas biogēnu koncentrācijas;
- paaugstinātas amonija slāpekļa un nitrītu slāpekļa koncentrācijas;
- ļoti augstas fitoplanktona biomasas;
- zema ūdens caurredzamība;
- potenciāli toksisko zilaļģu ziedēšana.

2. Ezerus ietekmējošie faktori

Antropogēnā slodze:

- Tukuma notekūdeņu attīrīšanas iekārtu ietekme – nepietiekama notekūdeņu attīrīšana no biogēniem (fosfora koncentrācijas notekūdeņos un Slocenes upē pārsniedz pieļaujamās normas);
- trūkst iekārtotu rekreācijas vietu un peldvietu, kas sekmē ezeru piesārņojumu.

Slocenes upē pēc Tukuma NAI ieplūdes:

- augstas kopējā fosfora koncentrācijas P_{kop} – 0,50 mg/l (vidējā koncentrācija), kas būtiski pārsniedz labas ekoloģiskās kvalitātes standartus karpveidīgo zivju upēm (salīdzinājumam – pirms Tukuma 0,047 mg/l, pirms Tukuma NAI ieplūdes – 0,24 mg/l);

- samērā augstas kopējā slāpekļa koncentrācijas – vidēji 2,9 mg/l;
- augstas nitrītu slāpekļa N/NO₂ koncentrācijas – 0,04 mg/l (pārsniedz labas ekoloģiskās kvalitātes standartus karpveidīgo zivju upēm).

Slocenes upes piesārņojums saistāms ar Tukuma pilsētas un īpaši Tukuma NAI ietekmi:

- Tukuma NAI izplūde satur ļoti augstas biogēnu koncentrācijas (P_{kop} – 5,3 mg/l, N_{kop} – 11,6 mg/l);
- Tukuma NAI nav 3. attīrīšanas kārtas, t.i. fosfora nogulsnešanas, līdz ar to tiek nodrošināta tikai 25–40% attīrīšana no sākotnējā notekūdeņu fosfora satura.

Slocenes ieplūde Kaņiera ezerā:

- augstas biogēnu koncentrācijas - P_{kop} – 0,15 mg/l, N_{kop} – 1,8 mg/l;
- N/P attiecība – 12, līdzsvarotas biogēnu attiecības fitoplanktona attīstībai;
- pārsniedz ES karpūdeņiem noteiktās vadlīnijas (0,13 mg/l);
- ar biogēnu ieplūdumu saistīta skaidri izteikta pieauguma tendence Kaņiera ezera biogēnu koncentrācijām (1995. –2000.g).

Slocenes ieplūde Valguma ezerā:

- P_{kop} – 0,25 mg/l, N_{kop} – 2,2 mg/l (3 paraugu ņemšanas);
- N/P attiecība – 8,8, līdzsvarotas biogēnu attiecības fitoplanktona attīstībai (ar noslieci uz N limitāciju);
- fosfora koncentrācijas Slocenes upē pirms ieplūdes Valguma ezerā būtiski pārsniedz ES karpūdeņiem noteiktās vadlīnijas (0,13 mg/l);
- Valguma ezera biogēnu koncentrācijām skaidri izteikta pieauguma tendence (periodā 1997. – 2000. gads), kam galvenais iemesls ir biogēnu slodze no Slocenes upes.

3. Ezeru mērķi

Akacis un citi neietekmētie purva ezeri

Mērķis – saglabāt ezeru esošā stāvoklī.

Optimāls stāvoklis – distrofi ezeri bez antropogēnas ietekmes:

- zems biogēnu līmenis (P_{kop} vidējā koncentrācija < 0,03 mg/l, N_{kop} vidējā koncentrācija < 1,0 mg/l);
- īpatnējas, distrofiem ezeriem raksturīgas fitoplanktona, zooplanktona un makrofitu cenozes (nepietiekams datu apjoms konkrētam raksturojumam):
 - nav eitrofiem ūdeņiem raksturīgo sugu;
 - zema biomasa.

Kaņiera ezers

Mērķis – uzlabot ezera stāvokli (samazinot fosfora slodzi no Slocenes upes)

Optimāls stāvoklis – makrofitu ezers stabilā dzidrūdēns stāvoklī:

- galvenie pirmproducenti – makrofīti (iegremdētā veģetācija sedz vismaz 50 % no ezera platības);
- iegremdēto augu josla – dominē *Charophyta* (nav intensīvas pavedienveida zaļāļģu un zilaļģu attīstības uz *Charophyta* audzēm);
- zemas–mērenas biogēnu koncentrācijas ūdens slānī veģetācijas periodā (P_{kop} gada vidēja koncentrācija < 0,05 mg/l; vasaras periodā P_{kop} < 0,03 mg/l);
- augsta ūdens dzidrība (ūdens caurredzamība pēc Seki diska līdz gruntij);
- zema fitoplanktona biomasa (fitoplanktona biomasa < 1 mg/l, nav būtiskas zilaļģu attīstības);
- bagātīga bentofauna (pietiekami bagāta zivju barības bāze).

Kopumā šādi rādītāji raksturo labvēlīgus apstākļus zivju un putnu faunai, kā arī stabilu ezera ekoloģisko stāvokli kopumā.

Melnezers

Mērķis – saglabāt esošo ezera stāvokli, nepieļaut tālāku biogēnu koncentrāciju palielināšanos
Optimālais stāvoklis – diseitrofs ezers ar zemu trofiju:
zemas biogēnu koncentrācijas (vidēji Pkop – 0,035 mg/l, Nkop – 1,0 mg/l).

Slokas ezers

Mērķis – saglabāt ezeru esošajā stāvoklī.

Optimālais stāvoklis – diseitrofs makrofitu ezers ar zemu trofiju:
hāru un najādu audzes;
zemas biogēnu koncentrācijas (vidēji Pkop < 0,04 mg/l).

Valguma ezers

Mērķis – uzlabot ezera stāvokli (samazinot biogēnu slodzi no Slocenes upes).

Mērķa stāvoklis:

eitrofs ezers ar vidēji augstu trofiju un vidēju ekoloģisko kvalitāti:

- mērenas biogēnu koncentrācijas (vidējā epilimniona Pkop koncentrācija < 0,1 mg/l);
- vidēji augsta fitoplanktona biomasa (< 10 mg/l);
- vidēji augstas hlorofila koncentrācijas (vidējā veģetācijas sezonā < 25 µg/l, maksimālā < 75 µg/l);
- vidēja ūdens caurredzamība (vidējā ūdens caurredzamība pēc Seki diska > 1,5 m, minimālā > 1,0 m);
- nav potenciāli toksisko zilaļģu ziedēšanas;
- mikrobioloģiskie rādītāji atbilst peldūdeņu standartiem;
- ezers izmantojams rekreācijai (peldēšanai, laivošanai).

Šobrīd ezers neatbilst optimālam stāvoklim un tā izmantošanas iespējas ir ierobežotas.

4. Rīcības

Akacis, citi purva ezeri:

- apzināt KNP esošos purva ezerus, novērtēt to stāvokli, ieviest kompleksu monitoringa programmu;
- atsevišķus purva ezerus, kuros jau ir vērojama neliela antropogēnā ietekme (iespējams, Akacis), varētu izmantot populārzinātniskiem nolūkiem, rekreācijai, tūrismam (iespējams, vispirms nodrošinot krastu labiekārtošanu);
- atsevišķos purva ezeros noteikt stingru aizsardzības režīmu, t.i., pilnīgi bez cilvēka ietekmes.

Kaņiera ezers:

- samazināt biogēnu slodzi no Slocenes upes (cēlonis Tukuma NAI ieplūde Slocens upē) – ieviest trešo attīrīšanas kārtu (fosfora precipitāciju), nodrošināt P_{kop} koncentrāciju izplūdē 1 mg/l;
- ieviest kompleksu monitoringa programmu, īpaši pievēršot uzmanību
 - iegremdētās veģetācijas sugu sastāva un aizauguma platības novērtējumam;
 - ihtiofaunas sastāvam un tās ekoloģiskajam novērtējumam;
- novērst ūdenslīmeņa svārstības (iespējama nelabvēlīga ietekme uz zemūdens veģetāciju);
- nākotnē novērtēt ezera biogēnu budžetu, apzinot dažādos punktveida un difūzos biogēnu avotus.

Melnezers:

- veikt krasta un piekrastes zonas tīrīšanu no atkritumiem;

- ja ezers paredzēts atpūtai – labiekārtot krasta zonu atpūtai (ierīkot atkritumu kastes, tualetes, automašīnu stāvvietas u.c., ievērojot aizsargjoslu);
- ieviest kompleksu monitoringa programmu, īpaši pievēršot uzmanību
 - biogēnu koncentrācijām,
 - makrofītu, fitoplanktona un zooplanktona cenzēm (indicē ezera eitrofikāciju).

Slokas ezers:

- ja ezers paredzēts atpūtai – labiekārtot krasta zonu atpūtai (ierīkot atkritumu kastes, tualetes, automašīnu stāvvietas u.c., ievērojot aizsargjoslu);
- ieviest kompleksu monitoringa programmu, īpaši pievēršot uzmanību
 - biogēnu koncentrācijām;
 - makrofītu un fitoplanktona cenzēm (indicē ezera eitrofikāciju);
 - ihtiofaunas sastāvam un daudzumam (ja ezers paredzēts zvejai);
- noskaidrot cēloņus zemajai nozvejai (skābekļa trūkums ziemas sezonā, maluzvejnieki) nākotnē;
- novērtēt ezera biogēnu budžetu, apzinot dažādos punktveida un difūzos biogēnu avotus.

Valguma ezers:

- samazināt biogēnu slodzi no Slocenes upes (cēlonis Tukuma NAI ieplūde Slocenes upē) – ieviest trešo attīrīšanas kārtu (fosfora precipitāciju), nodrošināt P_{kop} koncentrāciju izplūdē 1 mg/l;
- ja ezers paredzēts atpūtai – labiekārtot krasta zonu atpūtai (ierīkot atkritumu kastes, tualetes, automašīnu stāvvietas u.c., ievērojot aizsargjoslu);
- ieviest kompleksu monitoringa programmu, īpaši pievēršot uzmanību
 - biogēnu koncentrācijām;
 - fitoplanktona cenzēm (indicē ezera eitrofikāciju);
 - ihtiofaunas sastāvam un daudzumam (ja ezers paredzēts zvejai);
 - mikrobioloģiskajiem rādītājiem (ja ezers tiek izmantots kā peldvieta);
- nākotnē novērtēt ezera biogēnu budžetu, apzinot dažādos punktveida un difūzos biogēnu avotus.

Šis ezeru pārvaldes plāns izstrādāts, vadoties pēc hidroķīmiskajiem un hidrobioloģiskajiem datiem. Ķemeru Nacionālais Parks plāno to papildināt ar cita veida informāciju (ornitoloģisko, botānisko uc) un iekļaut ĶNP Dabas aizsardzības plānā.

SLAUKŠANAS IEKĀRTU VAKUUMSŪKŅI UN TO IETEKME UZ APKĀRTĒJO VIDI MILKING EQUIPMENT VACUUM PUMPS AND THEIR IMPACT ON ENVIRONMENT

Juris Priekulis, Dr.inž., asoc.profesors; Andris Belovs, maģistrants

LLU Tehniskā fakultāte,

J.Čakstes bulv. 5, Jelgava, LV–3001

tālr.3080691, 3026870; e–pasts: fneh@cs.llu.lv

Abstract. The aim of the research was to compare different milking equipment vacuum pumps purchased in Latvia according to their influence on the environment and profitability. Information on vacuum pumps available in Latvia is summarised and their classification is elaborated in the investigation. The amount of the working liquid discharged from the vacuum pumps during their operation is experimentally determined. It is stated that for the new

lubricated vacuum pumps with oil recirculation system and the pumps with the oil screen the discharge of oil is reduced 60–199 times and it does not essentially influence the environment. The vacuum pumps with lead in their blades produced in Rezekne are also experimentally investigated. It is stated that they are sufficiently wear resistant and they are suitable for operation in mobile milking machines.

Vacuum pumps with capacity 800–1000 l/min are compared according to their operational costs. It is stated that the water ring type vacuum pumps produced in Estonia have the lowest costs but the lubricated vacuum pump UVU 45/60 produced in Russian has the highest costs.

Ievads

Latvijā pielietotās govju slaukšanas iekārtās izmanto galvenokārt vakuumsūkņus ar slīdošām lāpstiņām, kuru darbīgās virsmas tiek nepārtraukti eļļotas. Pēc tam šī eļļa izplūst atmosfērā kopā ar izvadīto gaisu un piesārņo apkārtējo vidi. Taču tagad var iegādāties arī modernizētus šāda veida vakuumsūkņus, kuri apgādāti ar eļļas recirkulācijas sistēmu vai izmantotās eļļas uztvērēju. Bez tam tiek ražoti un piedāvāti arī citi alternatīvi vakuumsūkņu veidi, kuru darbīgās daļas nav jāeļļo. Pie tiem pieder, piemēram, SIA Lartal (Rēzekne) izgatavotais vakuumsūknis ADS 20.03, kura lāpstiņās ir iestrādāts grafiīts, firmu Meeda (Igaunija), Westfalia Landtechnik (Vācija), DeLaval (Zviedrija) u.c. ražotie ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi, kā arī Latvijā līdz šim neizmantojie divrotoru tipa vakuumsūkņi.

Mūsu pētījumu nolūks bija noskaidrot šo vakuumsūkņu izmantošanas izdevīgumu, vadoties no apkārtējās vides piesārņošanas draudiem, kā arī to iegādes un ekspluatācijas īpatnējām izmaksām.

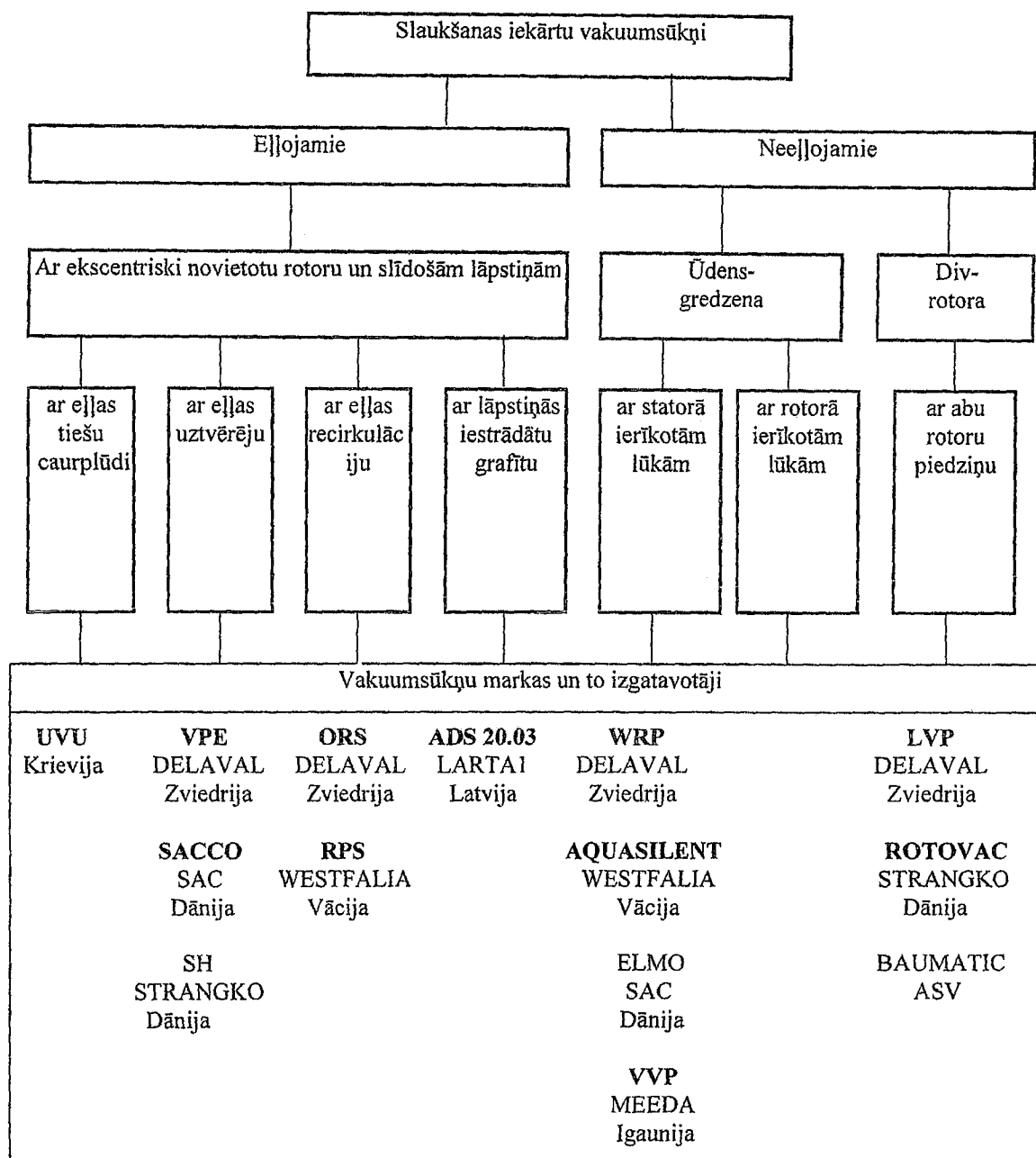
Metodika

Pētījumi notika gan analītiskā, gan eksperimentālā veidā. Vispirms tika precizēta informācija par Latvijā iegādājamiem slaukšanas iekārtu vakuumsūkņiem, kā arī to ražošanas attīstību pasaulē. Pamatojoties uz šī materiāla bāzes, tika izstrādāta vakuumsūkņu klasifikācija un veikts to salīdzinājums pēc ekonomiskiem rādītājiem [1]: īpatnējām iegādes izmaksām un ekspluatācijas izmaksām. Vakuumsūkņu ekspluatācijas izmaksu aprēķinā tika iekļautas: renovācijas, piesaistītā kapitāla, izmantotās elektroenerģijas un eļļas izmaksas. Vakuumsūkņu un izmantoto eļļu cenas ņemtas pēc 2001. gada janvārī esošā stāvokļa.

Vakuumsūkņu darbināšanai nepieciešamos eļļas un ūdens patēriņus noteica eksperimentāli gan laboratorijas, gan ekspluatācijas apstākļos. Savukārt neeļļojamos vakuumsūkņus ar grafitizētām lāpstiņām pārbaudīja tikai laboratorijā. Šim nolūkam pielietoja paātrinātos izmēģinājumus, imitējot vakuumsūkņu ekspluatācijas apstākļus, t.i., vienu stundu sūkņus darbināja nominālā darba režīmā un vienu stundu izslēdza, lai tie varētu atdzist. Eksperimentu laikā periodiski (vienu reizi nedēļā) izmērīja vakuumsūkņa darba ražīgumu, maksimālo iespējamo vakuuma lielumu, kā arī fiksēja lāpstiņu nodilumu, šim nolūkam nosakot to kopējo masu (nosverot) un ar mikrometru izmērot lāpstiņu gabarīta izmērus.

Pētījumu rezultāti

Vakuumsūkņu klasifikācija dota 1. attēlā. Saskaņā ar mūsu apkopoto informāciju, eļļojamos vakuumsūkņus ar eļļas tiešu caurplūdi pašlaik ražo tikai Krievija. Gan Rietumeiropas valstis, gan ASV izgatavo eļļojamos sūkņus ar eļļas uztvērējiem vai recirkulācijas sistēmu, kā arī neeļļojamos vakuumsūkņus. No pēdējiem Eiropā plašāk izplatīti ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi, bet ASV un Kanādā – divrotoru tipa vakuumsūkņi. Savukārt neeļļojamos vakuumsūkņus, kuru lāpstiņās ir iestrādāts grafiīts, izgatavo Rēzeknē.



1.att. Raksturīgāko vakuumsūkņu klasifikācija

Dati par vakuumsūkņu izvadītā darba šķidruma daudzumu apkopoti tabulā.

Vakuumsūkņa izvadītā darba šķidruma daudzums

Nr.p. k.	Vakuumsūkņa tips un marka	Darba šķidrums	Izvadītais daudzums	
			g / h	g / m ³ *
1.	Rotācijas vakuumsūknis UVU 60/45A	eļļa	15-25**	0,25-0,40
2.	Rotācijas vakuumsūknis ar eļļas uztvērēju (firma DeLaval) VP 74	eļļa	0,074	0,00239
3.	Rotācijas vakuumsūknis ar eļļas recirkulācijas sistēmu (firma DeLaval) ORS	eļļa	0,404	0,00417
4.	Ūdensgredzena tipa vakuumsūknis (firma MEEDA) VVP- 1,5	ūdens	17,00	0,28

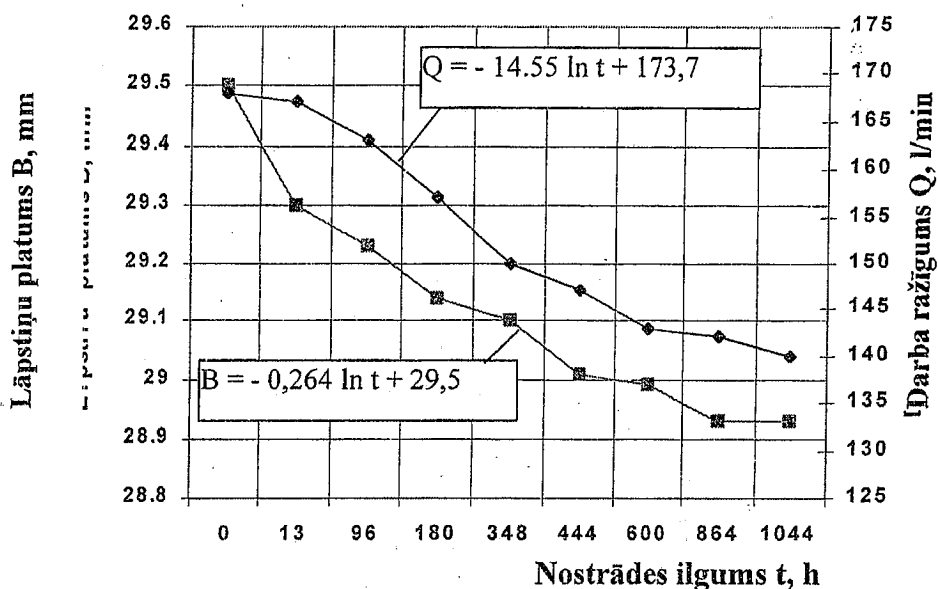
* – rēķinot uz 1 m³ gaisa:

** – saskaņā ar rūpnīcas izgatavotājas datiem.

Tabulas dati liecina, ka vakuumsūkņiem ar eļļas uztvērēju un vakuumsūkņiem ar recirkulācijas sistēmu, salīdzinot ar vakuumsūkņiem, kuriem ir eļļas tiešā caurplūde, eļļas izvade apkārtējā vidē ir samazināta 60–100 reizi, un tāpēc tā kļūst salīdzinoši maznozīmīga. Taču, vadoties no šī rādītāja, nav noliedzama arī Krievijā ražoto UVU tipa vakuumsūkņu izmantošana, jo ISO standartos [3] un citos pašlaik spēkā esošajos normatīvos nav noteikts maksimāli pieļaujamais izvadītās eļļas daudzums.

Tomēr, raugoties no dabas aizsardzības viedokļa, labāki ir neeļļojamie vakuumsūkņi. Piemēram, ūdensgredzena vakuumsūkņu darbināšanai nav vajadzīga eļļa, bet gan ūdens. Saskaņā ar mūsu pētījumiem (skat. tabulu), tā patēriņš sasniedz 0,28 g uz 1 m³ izvadītā gaisa.

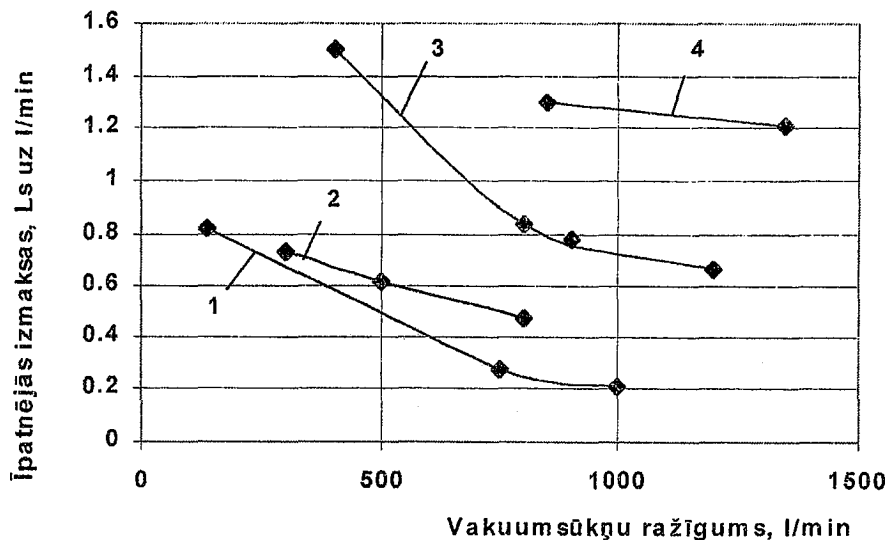
Videi draudzīgi ir arī Rēzeknē ražotie vakuumsūkņi ADS 20 03 00, kuru lāpstiņās ir iestrādāts grafiņš. Šī sūkņa laboratorijas pētījumu rezultāti redzami 2. attēlā.



2.att. Rēzeknē izgatavotā vakuumsūkņa ADS 20.03.00 izmēģinājuma rezultāti. Determinācijas koeficienti $R^2_Q = 0,9021$ un $R^2_B = 0,9925$. Korelācijas koeficients 0,95

No attēla var konstatēt, ka pēc 1044 h ilga darba (kas orientējoši atbilst vienam darba gadam, strādājot ekspluatācijas apstākļos), sūkņa darba ražīgums (pie vakuuma 50 kPa) samazinājies par 16,4%, bet lāpstiņu platuma izdilums nepārsniedz 2%. Tas nozīmē, pēc viena gada darba, strādājot ekspluatācijas apstākļos, sūkņa izmantošanas iespējas nebūt nav izsmeltas. Ņemot vērā, ka galvenās izdilstošās darbīgās daļas ir lāpstiņas, kuras ir viegli nomaināmas, var secināt, ka šiem vakuumsūkņiem ir pietiekoši liels kalpošanas laika resurss.

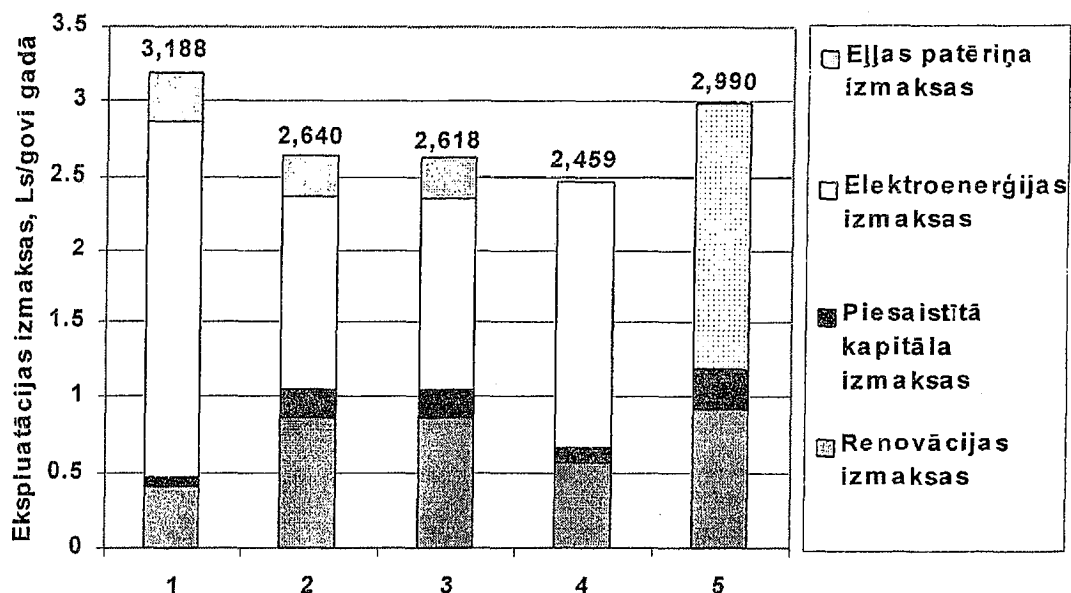
Ja vakuumsūkņus salīdzina pēc īpatnējām iegādes izmaksām, Ls uz vienu l/min darba ražīguma (sk. 3.att.), tad var konstatēt, ka mazākās īpatnējās iegādes izmaksas ir eļļojamiem sūkņiem, kurus izmanto Rēzeknē izgatavoto slaukšanas iekārtu komplektēšanai.



3.att. Vakuumsūkņu iegādes īpatnējās izmaksas, Ls uz l/min, atkarībā no to darba ražīguma, l/min: 1 – Rēzeknes slaukšanas iekārtās izmantotie eļļojamie vakuumsūkņi; 2 – firmas MĒEDA (Igaunija) ražotie ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi; 3 – firmu DeLaval (Zviedrija) un Westfalia Landtechnik (Vācija) ražotie eļļojamie vakuumsūkņi; 4 – firmu DeLaval (Zviedrija) un Westfalia Landtechnik (Vācija) ražotie ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi

Rietumeiropā ražotie eļļojamie vakuumsūkņi ir 2,5–3,5 reizes dārgāki. Savukārt ūdensgredzena tipa vakuumsūkņiem, salīdzinot ar analoga ražīguma tajā pat valstu grupā (Austrumeiropā vai Rietumeiropā) izgatavotiem eļļojamiem vakuumsūkņiem, īpatnējās izmaksas ir par 1,1–2,0 reizēm lielākas. Vēl dārgāki ir divrotoru vakuumsūkņi, kuru īpatnējās izmaksas, salīdzinot ar Rietumeiropas valstīs ražotiem eļļojamiem vakuumsūkņiem, ir 4–5 reizes lielākas. Tas saistīts ar šo vakuumsūkņu sarežģīto rotoru un statora darba virsmu konfigurāciju, kas ievērojami sarežģī un arī sadārdzina to izgatavošanu. Tādēļ, piemēram, firma DeLaval divrotoru tipa vakuumsūkņus izgatavo tikai sākot no darba ražīguma 3000 l/min. Šo iemeslu dēļ divrotoru tipa vakuumsūkņu pielietošana Latvijā tuvākā nākotnē ir stipri apšaubāma un 3.attēlā tie nav iekļauti.

Kā redzams no apraksta, šāda vakuumsūkņu salīdzināšana pēc īpatnējām izmaksām ir salīdzinoši vienkārša. Taču tā var dot tikai aptuvenu ekonomisko novērtējumu, jo īpatnējās izmaksas neietver sūkņa kalpošanas ilgumu, elektroenerģijas un eļļas patēriņus, kā arī citus būtiskus parametrus. Tādēļ, lai iegūtu precīzāku pārskatu par dažādu vakuumsūkņu pielietošanas izdevīgumu, ir jāveic to salīdzinājums pēc ekspluatācijas izmaksām. Šajos pētījumos ietvērām tikai aptuveni līdzīga ražīguma vakuumsūkņus (800–1000 l/min), kuri ir piemēroti 100 govju slaukšanai kūtī izvietotā piena vadā. Tas bija nepieciešams, lai palielinātu pētījumu precizitāti. Iegūtie rezultāti ir apkopoti 4. attēlā.



4.att. Vakuumsūkņu salīdzinājums pēc ekspluatācijas izmaksām, Ls/govi gadā: 1 – Krievijā ražotie vakuumsūkņi UVU–45/60A ar eļļas tiešu caurplūdi; 2 – firmas DeLaval ražotie vakuumsūkņi ORS ar eļļas recirkulāciju; 3 – firmas DeLaval ražotie vakuumsūkņi VPE ar eļļas uztvērēju; 4 – firmas MEEDA ražotie ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi VVP; 5 – firmas Westfalia Landtechnik ražotie ūdensgredzena tipa vakuumsūkņi

Kā redzams no attēla, ekspluatācijas izmaksu starpība salīdzinātajiem vakuumsūkņiem nav pārāk liela, tā nepārsniedz 30 % robežu. Vismazākās ekspluatācijas izmaksas ir firmas MEEDA (Igaunija) ražotiem ūdensgredzena tipa vakuumsūkņiem. Tas ir izskaidrojams ar šo sūkņu salīdzinoši nelielo cenu un arī ar faktu, ka to darbināšanai nav nepieciešama eļļa. Salīdzinoši mazas ekspluatācijas izmaksas ir arī firmas DeLaval ražotajiem eļļojamiem vakuumsūkņiem, jo tiem ir neliels elektroenerģijas patēriņš. Nedaudz lielākas (orientējoši par 0,25 Ls/govi gadā) ekspluatācijas izmaksas ir firmas Westfalia Landtechnik ražotajiem ūdensgredzena tipa vakuumsūkņiem. Bet visdārgākā ekspluatācija iznāk UVU tipa vakuumsūkņiem, kuri cenas ziņā ir vislētākie. Tas ir lielā mērā saistīts ar šo sūkņu palielināto elektroenerģijas un eļļas patēriņu.

Secinājumi

1. Praksē vajadzētu orientēties uz tādu vakuumsūkņu izmantošanu, kuri nepiesārņo apkārtējo vidi, t.i., ūdensgredzena vakuumsūkņiem, eļļojamiem vakuumsūkņiem ar eļļas recirkulācijas sistēmu vai eļļas uztvērēju, sūkņiem ar grafitizētām lāpstiņām.
2. Eļļojamiem vakuumsūkņiem ar recirkulācijas sistēmu un sūkņiem ar eļļas uztvērēju, salīdzinot ar sūkņiem, kuriem ir tieša eļļas caurplūde, eļļas izvade apkārtējā vidē (kopā ar gaisu) ir samazināta 60–100 reīzu un tāpēc šo sūkņu ekspluatācija vairs praktiski neizraisa apkārtējās vides piesārņošanu.
3. Apkārtējai videi draudzīgi un ērti ekspluatācijā ir Rēzeknē ražotie neeļļojamie vakuumsūkņi, kuru lāpstiņās iestrādāts grafitis. Pēc 1044 h ilga darba, kas aptuveni atbilst vienam darba gadam, strādājot ekspluatācijas apstākļos, šo sūkņu lāpstiņu platuma izdilums nepārsniedza 2 %, bet darba ražīguma samazinājums bija 16,4 %. Tātad sūknis bija derīgs tālākai ekspluatācijai bez tā lāpstiņu nomaiņas.

4. Vakuumsūkņu salīdzinājums pēc to īpatnējām iegādes izmaksām, Ls uz 1 l/min, var noderēt galvenokārt orientējošām vajadzībām, jo tas neatbilst salīdzinājumam pēc ekspluatācijas izmaksām, Ls/govi gadā.
5. Salīdzinot Latvijā izplatītos vakuumsūkņus ar darba ražīgumu 800–1000 l/min, var secināt, ka vismazākās ekspluatācijas izmaksas ir firmas MEEDA (Igaunija) ražotiem ūdensgredzena tipa vakuumsūkņiem. Firmas DeLaval ražotajiem eļļojamiem sūkņiem tās ir par aptuveni 7 % lielākas, firmas Westfalia Landtechnik ūdensgredzena tipa sūkņiem – par 22 % lielākas, bet Krievijā ražotiem UVU–45/60A markas sūkņiem ar eļļas tiešo caurplūdi – par aptuveni 30 % lielākas.

Literatūra

1. Priekulis J. Racionāla tehnoloģija un mehanizācija piena lopu mītnēs. – Jelgava: LLU, 2000. – 148 lpp.
2. Lopkopības fermu mehanizācija. Rokasgrāmata./ Sast. J.Priekulis, S.Tilaks, J.Kaņeps. – R.: Avots, 1991. – 439 lpp.
3. Starptautiskais standarts ISO 5707. Slaukšanas iekārtu konstrukcija un tehniskais raksturojums. Otrais izdevums 1996 – 07 – 01. – 50 lpp.
4. Slaukšanas iekārtu prospekti.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN PANEVĒŽYS ACCORDING TO CONTAMINATION LEVEL OF DUG WELLS PANEVEŽAS VIDES KVALITĀTES NOVĒRTĒŠANA, IZMANTOJOT AKU PIESĀRŅOJUMA LĪMENUS

A. Radzevičius, R. Zinkutė, Institute of geology

T.Ševčenkos 13, Vilnius 2600 – LT, Lithuania, tel. +370 – 2 – 235409

Abstract. Part of inhabitants of Panevėžys, living in the city and near Liūdynė municipal waste landfill, still consumes water from dug wells. The aim was to investigate whether they are much polluted by toxic chemical elements and what is the main reason of their pollution. Geochemical monitoring data of dug wells in 3 industrial and 2 residential districts, as well as near Liūdynė municipal waste landfill were used. Water samples were analysed by AAS for V, Co, Ni, Cr, Cu, Pb, while sediment samples – by DC arc ES and XRF for total content of wider spectrum of elements and by AAS for speciation of the above mentioned 6 elements. Water quality was controlled in comparison with limit values of water for consuming, while the danger of sediment pollution – according to recommended total contamination index levels for sediments and hygienic norms for mobile forms in soil. Sediments from dug wells can be effectively used as indirect indicator of their water pollution over longer period. Contamination from point sources in Panevėžys is not the main reason of dug well pollution, the leading role belongs to local pollution in their sanitary zones. Therefore good care must be taken of them.

Introduction

The inhabitants of Panevėžys are mostly using rather clean water from centralised supply. Still part of them, living in the city and near Liūdynė municipal waste landfill, consumes water from dug wells. At the first stage dug wells in 3 industrial heavily polluted districts of the city and in 2 residential almost unpolluted were investigated. The aim was to find out whether the wells in industrial districts were much more polluted. Population living near Liūdynė was especially worried if the contaminants from the landfill have much

influence on the quality of their dug wells. The goal of the second stage was to find out the level and main reason of their pollution.

Methods

Geochemical monitoring was done in 29 dug wells in the city (water and sediments analysed) and 18 dug wells near Liūdynė landfill (only sediments). Sediment samples were taken where possible. Water samples were analysed by AAS for the content of V, Co, Ni, Cr, Cu, Pb, while sediment samples – for the total content of Li, B, Ga, P, Mn, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo, Ag, Sn, Zr, Y, La, Sc, Ba (Nb, Yb, Al) by DC arc ES and Sr, As, U (Th, Rb) by XRF. Before analysis all sediment samples were air-dried, sieved through nylon sieves taking fraction <1 mm, mineralised at 450⁰ C and pulverised. International reference materials OOKO 153 and OOKO 151 were used for quality control of spectral analysis results. Speciation of V, Co, Ni, Cr, Cu, Pb was also determined by AAS in 44 samples of sediments from wells in the city. The quality of water was controlled in comparison with limit values for heavy metals given in hygienic norm of water for consuming [1]. Fine sediments, which accumulate in wells (though are periodically removed), were used as indirect indicator of drinking water pollution. They are a good sorbent of elements, therefore indicate the general ecological state of the well over longer period. There are no official highest allowable concentrations for element content in them, however, the danger of their pollution can be evaluated according to total contamination index (Z) levels recommended for sediments in different water systems [2]. This index (Z) was calculated by summing up concentration coefficients (CC) of main toxic elements, which are accumulating in dug well sediments (taking into account the toxicity class and level of accumulation): Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo, Ag, Sn and Ba. These CC were calculated dividing the amount determined in each sample by local background values – the 10th percentile value of polluting element concentration in corresponding sample group, i.e. town or Liūdynė surroundings (Table 1). These values are very similar to local background values in topsoil. Geohygienic state of sediments was also evaluated in comparison with the highest allowable element concentrations for mobile forms in soil according to hygienic norms [3].

Table 1. Comparison of element content in dug well sediments

Ele- ments	TC	Background values, ppm			Median values in well sediments, ppm							Median/Background			
		City	Liūdynė	Topsoil	City	Liūdynė	E	W	S	R	N	City	Liūdynė		
Zn	1	59	32	32	292	92,0	240	295	733	448	390	Zn	4,93	Zn	2,86
Pb	1	19,7	13,5	13	60,8	23,4	50,0	63,0	71,3	91,0	222,2	Pb	3,08	Sn	1,41
Cu	2	9,9	6,9	8,3	27,4	12,8	42,0	35,8	85,2	18,8	80,4	Cu	2,77	Pb	1,73
Mo	2	0,79	0,40	0,59	1,54	1,10	1,57	1,11	1,95	0,85	1,35	Mo	1,95	Ni	1,50
Ba	3	301	306	340	532	463	566	427	631	1008	469	Ba	1,77	Mo	2,75
Ag		0,050	0,030	0,071	0,087	0,050	0,098	0,080	0,117	0,142	0,081	Ag	1,75	Mn	1,62
Cr	2	35,9	26,6	28,0	58,0	37,4	72,11	62,99	50,66	54,33	67,23	Cr	1,61	Cu	1,85
Sn		1,95	1,55	1,80	3,11	2,18	3,36	2,79	4,96	2,95	4,30	Sn	1,59	Cr	1,41
Co	2	4,45	5,10	3,60	6,96	7,85	7,27	7,96	9,57	5,21	4,88	Co	1,56	Co	1,54
Ni	2	11,7	11,8	8,8	16,7	17,7	21,5	20,2	17,4	15,9	18,6	Ni	1,42	Ba	1,51
Mn	3	323	268	260	433	435	375	439	582	436	366	Mn	1,34	Ag	1,64

Notes: E – eastern, W – western, S – southern industrial districts, R – Rožės, N – Nemunas residential districts, TC – toxicity class (3).

Results and discussion

All investigated wells are recharged with groundwater. In the city wells heavy metal content in water does not exceed the limit values, except Pb in some cases (Table 2).

Table 2. Element content in water of dug wells of Panevėžys and number of samples with mobile forms in sediments exceeding the limit values

Elements	Periods	Maximum values (mkg/l) in districts of Panevėžys					Control samples (mkg/l)		Limit values	
		E	W	S	R	N	Unpolluted well	Water-supply	For water	For mobile forms
V	1	6,0	8,0	1,5	1,8	1,2	1,0		100 mkg/l	-
	2	1,8	0,5	0,5	2,1	0,5	0,5			
Co	1	0,8	1,1	0,1	2,5	0,1	0,1		100 mkg/l	5 mg/kg Exceeded in 1 sample from 44
	2	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5			
	3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7		0,6		
	4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4		0,6		
Ni	1	4,1	5,0	2,7	2,1	1,4	0,5		20 mkg/l	4 mg/kg Exceeded in 4 samples from 44
	2	2,7	1,9	2,8	1,9	1,0	0,5			
	3	7,3	4,0	9,0	4,4	4,8		5,1		
	4	4,6	4,6	2,9	5,4	5,7		2,9		
Cr	1	6,4	1,3	1,0	8,0	1,4	0,3		50 mkg/l	6 mg/kg Exceeded in 4 samples from 44
	2	3,2	0,8	1,3	1,0	0,2	0,2			
	3	3,5	3,0	1,8	0,4	1,0		1,0		
	4	2,1	1,2	0,7	1,5	1,0		1,3		
Cu	1	15,5	13,6	7,2	6,1	7,0			1000 mkg/l	3 mg/kg Exceeded in 41 sample from 44
	2	25,0	20,0	3,9	3,8	3,9	6,2			
	3	18,0	16,0	6,0	7,0	9,0		2,4		
	4	5,0	1,0	1,0	2,0	1,0		2,1		
Pb	1	12,7	2,5	4,9	37,1	26,9	0,5		30 mkg/l	6 mg/kg Exceeded in 3 samples from 44
	2	4,9	4,6	2,0	2,1	32,4	1,1			
	3	1,5	1,3	1,2	1,3	1,0		1,1		
	4	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8				

This is because the aquifer is usually covered by till – natural barrier protecting it from contaminants infiltration. However, the content of mobile element forms in well sediments sometimes exceeds the highest allowable concentrations. Though significant correlation among element content in water and well sediments was not observed, but monitoring results in the city show that in those wells, which are characterised by dangerous or extremely dangerous pollution of sediments, the maximum in the district content of elements is usually found in water, too (Fig.1).

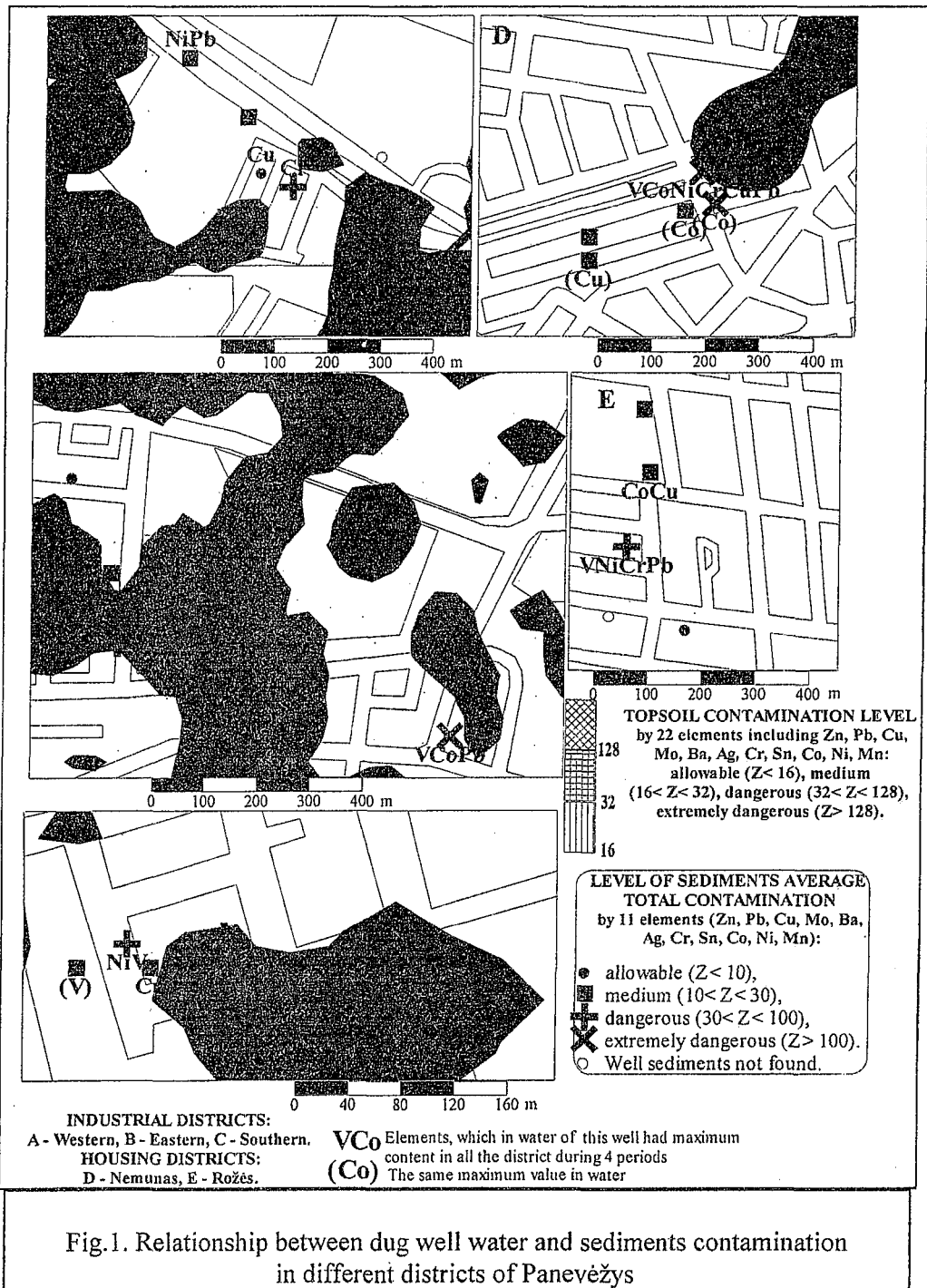


Fig.1. Relationship between dug well water and sediments contamination in different districts of Panevėžys

Though the sediments of dug wells are a good geochemical barrier, where toxic elements from water are sorbed, but sometimes they might become a secondary pollution source of drinking water. This could happen if pH decreases and the content of mobile forms increases, if water becomes muddy or water table level lowers. Therefore monitoring of sediments is indispensable (Fig.2).

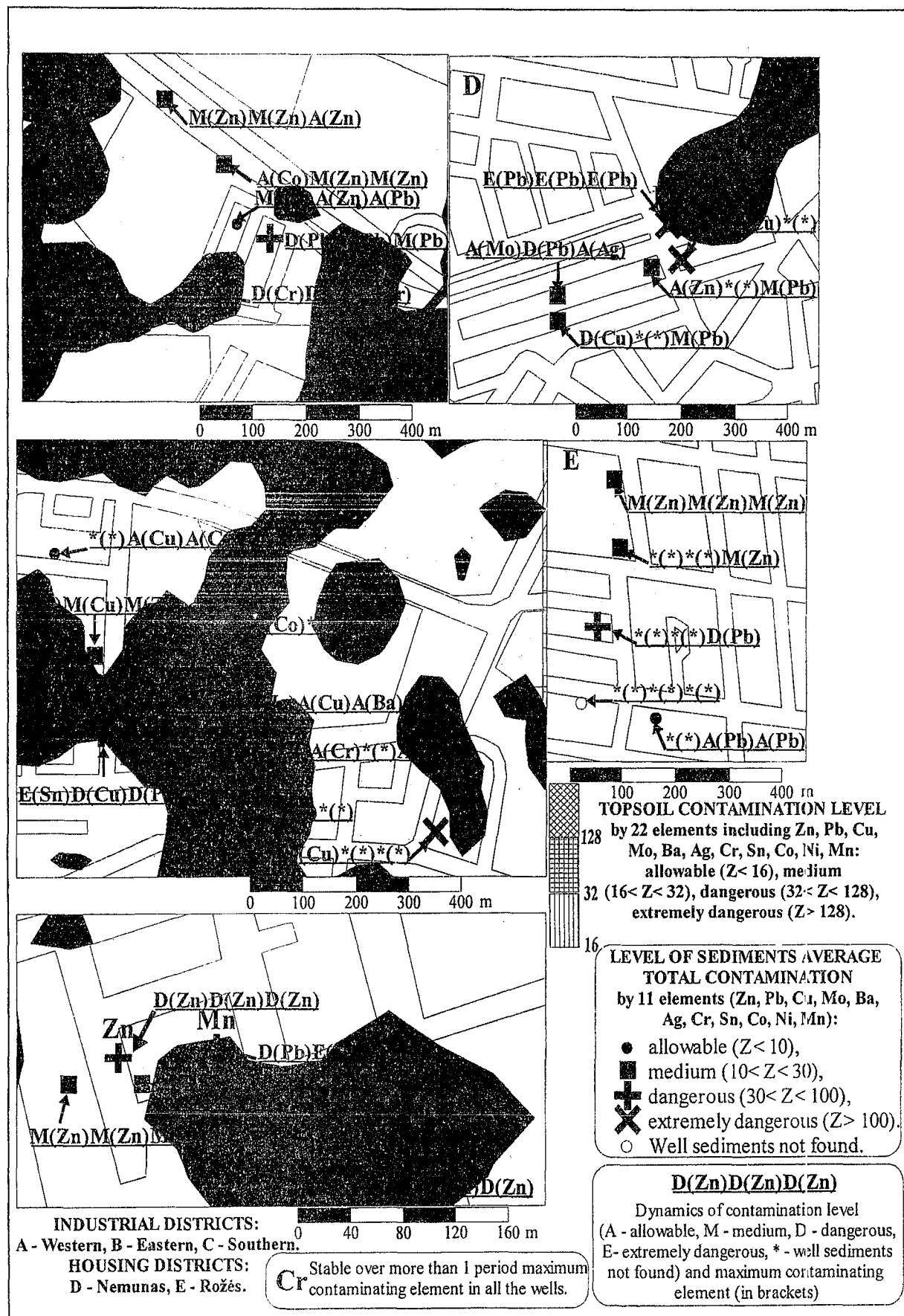


Fig.2. Results of dug well sediments monitoring in different districts of Panevėžys

Such monitoring in the city showed that dangerous and extremely dangerous level of sediment pollution is observed not only in industrial, but also in residential districts of Panevėžys. Comparison of median values of total contamination indices and concentration coefficients in well sediments of 5 districts in the city with corresponding characteristics of topsoil contamination on the territories of 3 metal processing plants, near which the wells are located in industrial areas, enabled to reveal some regularities (Table 3). According to median Z values all 3 plants are unallowably contaminating, but the greatest pollution source is "Metalistas" (in the eastern industrial district), while the least dangerous is the plant with galvanic shop (in the southern industrial district). Meanwhile the greatest content of most elements and Z in well sediments is observed namely in the southern industrial district, despite of the least median Z in topsoil of the territory of metal processing plant situated there. However, the highest content of Cr and Ni in the eastern district of the city is observed both in well sediments and on the territory of "Metalistas". The highest median CC values of some elements (Ba, Ag, Pb) are found even in non-industrial districts. Such contraversive facts indicate that emission from various plants, as pollution sources of the atmosphere, is not always the most important factor influencing the contamination level of dug well sediments. It means that pollution of sediments (and therefore also water in dug wells) not always depends on topsoil contamination in surrounding district but is predominantly related with local pollution of their sanitary-hygienic zones.

Table 3. Relationship between contamination of dug well sediments and topsoil of nearest plants in different districts of Panevėžys (CC of elements)

Districts	Z	Zn	Cu	Sn	Mo	Co	Mn	Cr	Ni	Ba	Ag	Pb	V
Southern (G)	52,42	12,39	8,61	2,55	2,47	2,15	1,80	1,41	1,48	2,10	2,36	3,62	2,46
Nemunas	29,38	6,60	8,13	2,21	1,71	1,10	1,13	1,87	1,58	1,56	1,64	11,28	1,29
Rožės	22,64	7,57	1,90	1,52	1,08	1,17	1,35	1,51	1,35	3,35	2,86	4,62	2,24
Eastern (M)	16,38	4,06	4,24	1,72	1,99	1,63	1,16	2,01	1,83	1,88	1,98	2,54	1,69
Western (A)	13,74	4,98	3,61	1,43	1,41	1,79	1,36	1,75	1,72	1,42	1,62	3,20	2,84
"Metalistas" (M)	114,67	24,74	15,90	2,51	8,15	1,32	1,69	13,31	18,21	1,34	3,59	5,07	1,15
"Aurida", II site (A)	53,15	10,44	14,37	3,90	4,44	1,13	4,34	3,85	3,16	1,19	1,78	3,27	1,10
Plant with galvanic shop (G)	16,07	2,41	2,50	1,42	1,53	1,10	1,19	1,60	4,84	1,16	1,23	2,01	1,04

The same conclusions can be drawn according to geochemical monitoring data of sediments in wells near Liūdynė municipal waste landfill. According to unpublished geochemical investigations of stream sediments near Liūdynė (accomplished by V.Kadūnas, J.Valiūnas and B.Karmaza) the Aulamas stream, which is draining the landfill, is polluted by its elements-contaminants. The descending row of maximum concentration coefficients in stream sediments is the following: Ni>Mo>Co>Zn>Pb>Mn>Cu>Sn>Cr>Ag>Ba, i.e. Ni is the main pollutant. Its greatest concentration is observed in Aulamas sediments downstream of the landfill (Fig.3). Meanwhile in well sediments of this area the main pollutants are Zn, Pb and Sn, partly Mo. Moreover, one of the dug wells with dangerously contaminated sediments is in the eastern part and obviously could not have been contaminated by pollutants from the landfill. Besides, there are no extremely dangerously polluted well sediments near Liūdynė and median values of all contaminants, except Co and Ni, are lower than corresponding median values in Panevėžys (Table 1). This indicates that in Panevėžys the level of dug well contamination is much greater than near the landfill. Moreover, local transport, intensive fertilising with liquid organic wastes, enriched with Zn, as well as bad hygienic conditions in sanitary-protective zones of the wells have much greater influence than pollutants from the landfill.

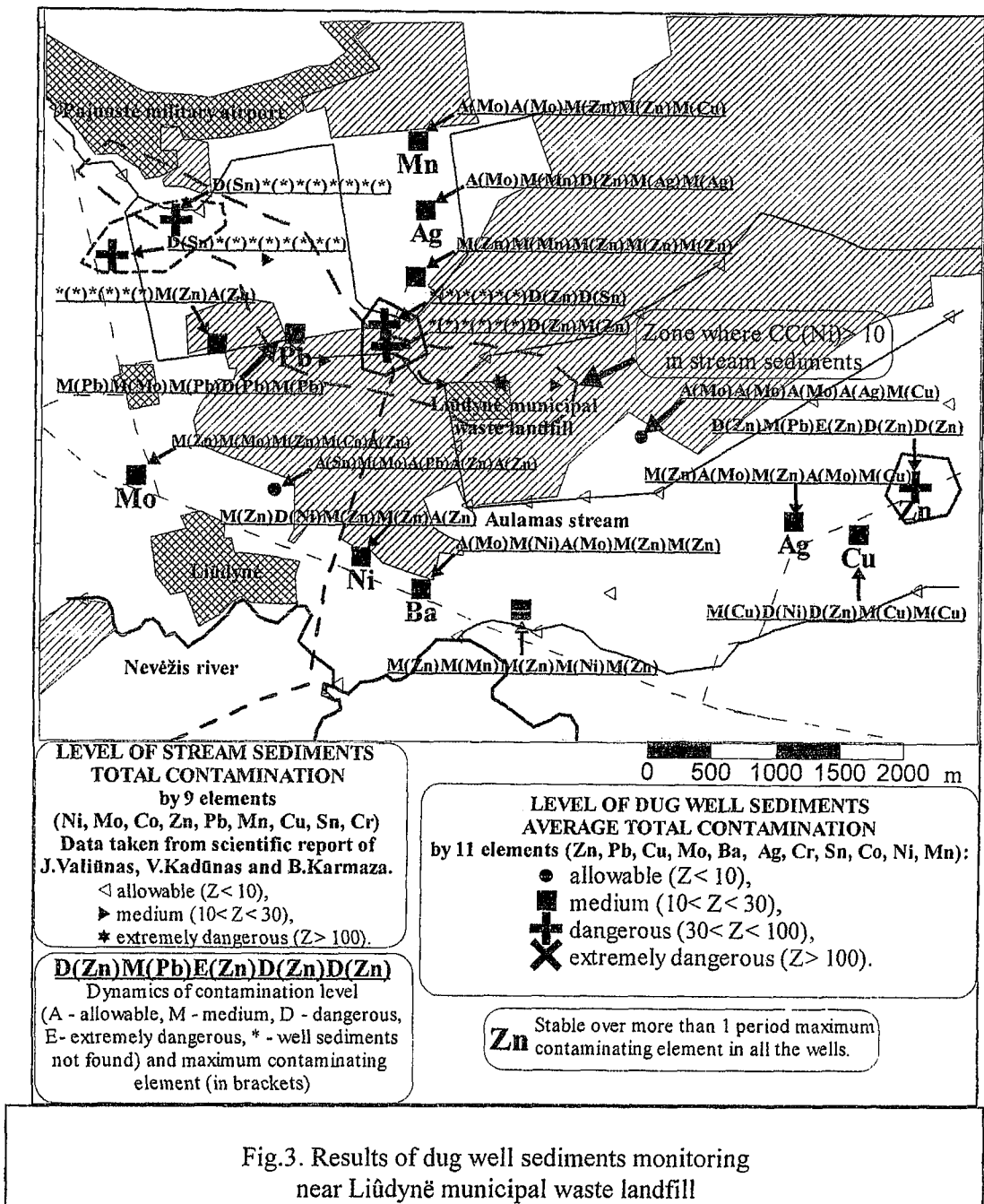


Fig.3. Results of dug well sediments monitoring near Liūdynė municipal waste landfill

Conclusions

Dug well sediments are a good sorbent of elements getting into water and therefore can be effectively used as indirect indicator of dug well water pollution over longer period. Contamination from point sources (industrial enterprises, municipal waste landfill) in Panevėžys is not the main reason of dug well sediments pollution, as the aquifer is well protected by impermeable aeration zone. The leading role in contamination of dug wells belongs to local pollution in their sanitary protection zones. Therefore good care must be taken of them: they must be hermetic and their sediments should be regularly cleaned.

Bibliography

1. HN-48-1994. Kenksmingos medįagos. Didįausia leidįama koncentracija ir laikinai leidįamas lygis įmogaus vartojamame vandenyje. Vilnius (Lithuania), 1994, 42 p.
2. Саєт Ю.Е., Рєвич Б.А., Янин Е.П., Смирнова Р.С., Башаркевич И.Л., Онищенко Т.Л., Павлова Л.Н.,

- Трефилова Н.Я., Ачкасов А.И., Саркисян С.Ш. Геохимия окружающей среды. "Недра", Москва (Россия), 1990, 335 с.
3. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Министерство здравоохранения СССР, Главное санитарно-эпидемиологическое управление, Москва (СССР), 1987, 27 с.
4. HN-60-1996. Kenksmingos med. iagos. Did. iausia leid. iama ir laikinai leid. iama koncentracija dirvo. emyje. Vilnius, Lietuva, 1996, 16 p.

ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS NODROŠINĀŠANAI NEPIECIEŠAMĀIS RSEZ SABIEDRISKO ATTIECĪBU MODELIS KĀ ORGANIZĀCIJAS VIDES SAKĀRTOŠANAS UN VADĪŠANAS INSTRUMENTS THE RSEZ SUSTAINABLE DEVELOPMENT NECESSITY DRIVEN PUBLIC RELATION MODEL—AN INSTRUMENT FOR ENVIROMENT REGULATION AND MANAGEMENT

**Irēna Silineviča, Dr.sc.ing., asoc.prof.ekon.
Iveta Graudiņa, M.oec., doktorante, lektore**

Abstract. Sustainable development supposes harmonic development of all spheres – in ecological, economic, social areas – and is aimed at satisfaction of society's both existing and future needs. Company "Rezekne Special Economic Zone" (RSEZ) is established to endorse development of favorable business environment. RSEZ's recommendations for production and services development proposes use of various existing local resources that would lead to sustainable development in the Rezekne region. However successful accomplishment of development propositions is possible if it is supported by effective corporate communications within RSEZ organizational environment. An article provides analysis of main elements of RSEZ organizational environment and proposes PR (public relations) actions to promote organizational communications with target audiences.

Ilgtspējīga attīstība iespējama sakārtotā vidē. Ilgtspējīgas attīstības mērķis ir sakārtota vide. Ilgtspējīga attīstība īstenojama, sakārtojot vidi. Dažādi autori ilgtspējīgu attīstību definē dažādi, tomēr galvenā doma paliek nemainīga. Visbiežāk citētā ir 1987.gadā "WCED" (World Commission on Environment and Development) formulētā definīcija, kurā skaidrots, ka ilgtspējīga attīstība ir tāda attīstība, kas nodrošina patreizējās vajadzības, nenonākot nekādos kompromisos (konfliktos) ar nākamo paaudžu vajadzībām [3,172]. Ar to jāsaprot gan ekoloģiskā, gan ekonomiskā, gan sociālā ilgtspējība. Tā iespējama vienīgi savstarpējā harmonijā. Raksta mērķis – izmantojot A/S "Rēzeknes speciālā ekonomiskā zona" piemēru, uzsvērt organizācijas vides elementu saskares nozīmi jeb sabiedrisko attiecību realizēšanas svarīgumu ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā.

RSEZ uzņēmējdarbības vide un ilgtspējīga attīstība

A/S "Rēzeknes speciālā ekonomiskā zona" (RSEZ) nodibināta 1997. gadā ar mērķi radīt uzņēmējdarbībai labvēlīgu vidi, izmantojot priekšrocības, ko likums "Par Rēzeknes speciālo ekonomisko zonu" piešķir uzņēmējsabiedrībām, kuras iegūst RSEZ statusu.

RSEZ piedāvā realizēt iespējas, kas pamatojas uz vietējo resursu – dabas, darbaspēka, ražošanas resursu, kā arī infrastruktūras pilnvērtīgu izmantošanu. Seminārā, kurā piedalījās ekspertu darba grupa, tika veikta SVID analīze, kuras rezultātā izvirzīta virkne priekšlikumu uzņēmējdarbības (ražošanas, pakalpojumu) attīstībai RSEZ teritorijā.

Uzņēmējdarbība RSEZ teritorijā var attīstīties kā uz jau esošo uzņēmumu bāzes, tā arī, izveidojot jaunus uzņēmumus. SVID analīzes rezultāti ļauj secināt, ka uzņēmējdarbības sekmīgai attīstībai ir nepieciešamas zināšanas uzņēmumu vadībā, tai skaitā plānošanā, tehnoloģisko procesu uzraudzībā un kontrolē. Visiem uzņēmumiem ir problēmas marketinga politikas izstrādē, it sevišķi, tirgus izpētē. Šim nolūkam vajadzīgi marketinga speciālisti, kas prasmīgi varētu veikt stāvokļa novērtējumu esošajos tirgos, atrast iespējas tos paplašināt un attīstīt jaunus tirgus. Tirgus atrašana NVS valstīs cieši saistīta ar starpvalstu attiecību uzlabošanu ekonomikas jomā, it sevišķi, pierobežu sadarbībā.

Profesionālās apmācības organizēšana un darbaspēka pārkvalifikācija ir svarīga visās nozarēs. To varētu veikt, izmantojot gan RA iespējas, gan dažādus kursus, seminārus, kā arī citus apmācības veidus. Viens no veidiem, kā realizēt šādu apmācību, būtu iesaistīšanās dažādos, tajā skaitā ES balstītajos projektos. Nav iespējams ražot konkurētspējīgu produkciju bez jaunu tehnoloģiju attīstības. Viens no veidiem, kā apgūt jaunas tehnoloģijas un ieviest tās, ir iesaistīšanās ES projektos. Tas palīdzēs uzlabot produkcijas kvalitāti, modernizēt esošo produkciju, attīstīt jaunus produkcijas veidus un sekmēs produkcijas sertificēšanas iespējas.

RSEZ statuss rada jaunas iespējas uzņēmumu attīstībai. Viena no iespējām – produkcijas eksporta palielināšana. Var prognozēt, ka RSEZ teritorijā attīstīsies mazie un vidējie uzņēmumi (MVU), pārsvarā– mazie uzņēmumi. Lai veicinātu MVU attīstību, būtu jāizstrādā konkrēti priekšlikumi, ko iesniegt valdībai nodokļu politikas uzlabošanā. Viena no iespējām MVU attīstībai ir inovatīvo centru izveide, kuri radītu bāzi vietējo jauno uzņēmēju uzņēmējdarbības uzsākšanai, kā arī veicinātu ārzemju investīciju piesaisti.

Kā rāda pasaules pieredze, brīvo ekonomisko zonu teritorijās ir plaši attīstīta šūšanas izstrādājumu ražošana. RSEZ teritorijā ir visi priekšnoteikumi (lēts darba spēks, iespējas darbaspēka apmācībai un pārkvalifikācijai, attīstīta transporta sistēma un cita infrastruktūra, enerģētiskās iespējas u.c.) šūšanas izstrādājumu ražošanas attīstībai gan vietējam tirgum, gan eksportam. Šie uzņēmumi varētu darboties pārsvarā kā mazie uzņēmumi.

Uz vietējo minerālresursu un citu dabas resursu izmantošanas bāzes varētu tikt attīstīta oriģinālas un specifiskas produkcijas, t.sk., suvenīru, ražošana eksportam.

Pārtikas rūpniecība varētu attīstīties uz vietējo izejvielu bāzes – gaļas, piena, dārzeņu, graudu, augļu u.c. Iespējams, ka vietējās izejvielas nebūtu lētākas par importētām, toties uz vietējo izejvielu bāzes saražotā produkcija varētu pretendēt uz ekoloģiski drošāka un vērtīgāka produkta statusu.

RSEZ teritorijā perspektīva ir elektrobūvinstrumentu un lauksaimniecības mašīnu ražošana, kurā, nodibinot tehnoloģisko centru, kas sekmēs gan jaunu tehnoloģiju ieviešanu, gan jaunas, konkurētspējīgas produkcijas ražošanu, gan tirgus izpēti, gan investīciju piesaisti, gan apmācību, ir sācies jauns posms.

Kokapstrādes uzņēmumu attīstību nodrošina plašas izejvielu pieejamības iespējas gan Latvijā, gan Krievijā. Produkcijai ir pieprasījums ārzemēs.

Būvmateriālu ražošana RSEZ teritorijā varētu kļūt perspektīva, attīstot jaunas tehnoloģijas bruģa ražošanai, betona maisījumu transportēšanai, pielietojot jaunus materiālus, modernizējot produkciju u.c.

Pakalpojumu attīstību RSEZ teritorijā nosaka ekonomiskā darbība, ģeogrāfija, iedzīvotāju nodarbinātības un nodarbošanās veidi, ienākumi u.c. Viens no galvenajiem pakalpojuma veidiem, kura attīstību nosaka RSEZ teritorijas atrašanās auto un dzelzceļa maģistrāļu krustpunktā, ir kravu un pasažieru pārvadājumi gan pa auto ceļiem, gan pa dzelzceļu.

RSEZ teritorijā perspektīva ir būvniecības nozare, tās attīstība prasa nepārtrauktu jaunu uzņēmumu celtniecību un esošo renovāciju. Sadales centri, noliktavas (tai skaitā arī

muītas) var pretendēt uz ilgtspējīgas attīstības iespējām, ievērojot aktivitātes, kas varētu būt saistītas ar Krievijas robežas tuvumu un transporta mezglu, kurā atrodas RSEZ teritorija.

Ar samērā nelieliem kapitālieguldījumiem saistīta tirdzniecības attīstība. Perspektīvi būtu attīstīt relaksācijas centrus (trenāžieru zāles, saunas, u.c.) kā mazos uzņēmumus. RSEZ teritorijā ir nepietiekams skaits autostāvvietu. Veicot vietas izpēti un analīzi, varētu attīstīt šo pakalpojumu veidu, radot jaunas darba vietas. Nenoliedzami būs pieprasījums pēc nelieliem publiskiem informatīvajiem centriem ar brīvu pieeju Internet un citiem informatīvās tehnoloģijas pakalpojumiem. Centrā varētu būt pieeja arī informatīvajai datu bāzei par visiem pakalpojumiem RSEZ, pilsētā un arī reģionā.

Infrastruktūra un suprastruktūra ir svarīgākie faktori, kas veido uzņēmējdarbības vidi. RSEZ infrastruktūras un suprastruktūras attīstības līmenim jānodrošina pievilcīga uzņēmējdarbības vide. Infrastruktūrai jānodrošina kvalitatīvi sakari, pieeja Internet tīklam, kvalitatīva banku pakalpojumu sniegšana, pietiekoša un kvalitatīva elektroenerģijas piegāde, ūdens enerģijas piegāde, kanalizācija, kvalitatīvu transporta kustība, tehniskas iespējas pārvietoties ar velosipēdu un kājām. Viesnīcas, ēdināšanas uzņēmumi, izklaides industrijas uzņēmumi, veikali, mācību iestādes, slimnīcas, poliklīnikas, tiesību sargājošās institūcijas lielā mērā raksturo suprastruktūras attīstības līmeni.

Rēzeknē praktiski ir iespējams sagatavot visu līmeņu speciālistus RSEZ vajadzībām ekonomikā, vadības zinātnē, vides zinātnē, datorzinātnēs, u.c.

RSEZ priekšlikumi uzņēmējdarbības attīstībai paredz vispusīgu vietējo resursu izmantošanu, videi draudzīgu tehnoloģisku risinājumu ieviešanu. Pastāvošo, bet neizmantoto resursu apsaimniekošana ir nepieciešams posms fiziskās vides sakārtošanā, un RSEZ piedāvā izdevīgus nosacījumus šai rīcībai. Turklāt jaunu tehnoloģiju ieviešana uzņēmējdarbībā ir ieguldījums nākamo paaudžu vajadzību apmierināšanā (sal. ar ilgtspējīgas attīstības definīciju). Minēto priekšlikumu realizācija, doto iespēju izmantošana varētu nodrošināt ilgtspējīgu sociālo un ekonomisko attīstību ne vien RSEZ, bet arī tai blakus esošajās teritorijās Rēzeknes pilsētā un rajonā.

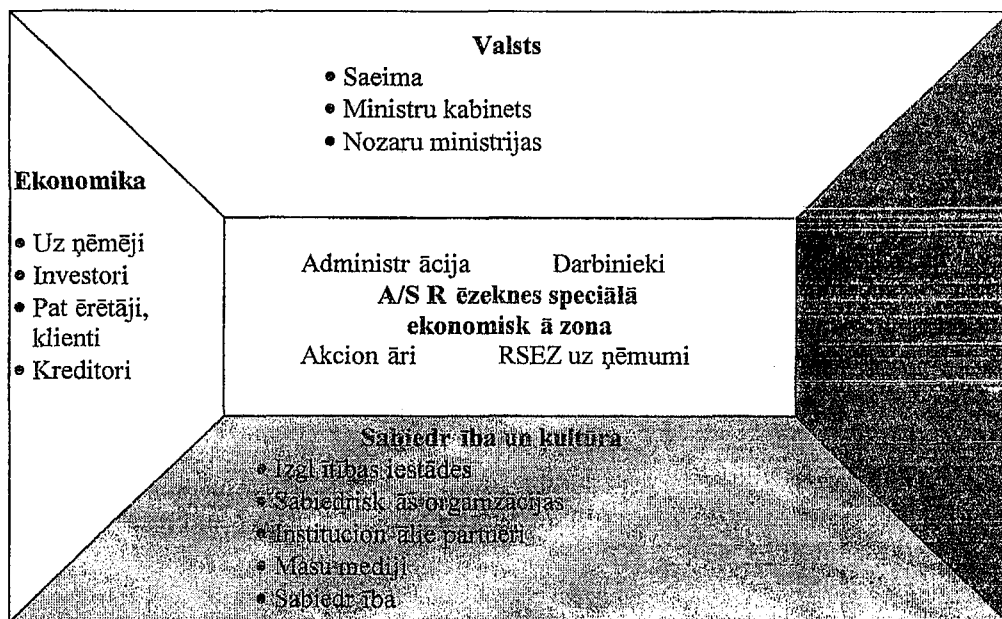
RSEZ organizācijas vides struktūra

Daudzveidīgie RSEZ priekšlikumi un uzdevumi uzņēmējdarbības attīstībai tās teritorijā atspoguļo sarežģīto RSEZ organizācijas vides struktūru. Nenoliedzami, sekmīgai izvirzīto priekšlikumu realizācijai nepieciešama šo priekšlikumu nozīmes izskaidrošana, saprašana, pieņemšana, atbalsts no to institūciju un cilvēku puses, ar kuriem RSEZ savā darbībā saistīta. Citiem vārdiem sakot, nepieciešama efektīva komunikācija ar organizācijas ārējās un iekšējās vides mērķauditorijām.

Noteikt mērķauditorijas, kurām jāsaņem organizācijas sabiedrisko attiecību (public relations, turpmāk tekstā PR – angļu val.) ziņojums, ir viens no svarīgākajiem PR komunikācijas uzdevumiem, t.i., noteikt tās sabiedrības grupas, organizācijas vides spēkus, no kuriem atkarīga tās sekmīga darbība un attīstība. Ukrainu autors G. Počepcovs [7,86] apraksta salīdzinošo pētījumu, kas veikts, lai noteiktu, kādas sabiedrības grupas ASV un Eiropas uzņēmēji uzskata par nozīmīgākajām organizācijas PR darbībā. Pirmkārt, uzņēmēji gan ASV, gan Eiropā norūpējušies par kompānijas akcionāru attieksmi pret organizāciju, un tas ir pilnīgi pamatoti. Gandrīz par tikpat svarīgu auditoriju aptaujātie Amerikas uzņēmēji uzskata vērtspapīru analītiķus, jo viņu viedoklis sabiedrībā tiek uzskatīts par nozīmīgu, it īpaši to pašu akcionāru un investoru skatījumā, kad tiek pieņemts lēmums par investīcijām, apsverot organizācijas nākotnes perspektīvas, kas tieši saistītas ar kompānijas akciju stāvokli tirgū. Kaut arī organizācijas darbinieki Eiropas uzņēmēju skatījumā ir otrajā vietā PR auditoriju nozīmīguma ziņā, tomēr tie ir tikai 35% respondentu, kas atzīmējuši šo pozīciju, tai laikā, kad ASV darbinieki ir trešajā vietā pēc nozīmīguma, bet ar 49% atbalstītāju. Ja līdzīga aptauja

tiktu veikta Latvijā, varētu pieņemt, ka uzņēmēji nenovērtētu darbinieku kā PR mērķauditorijas nozīmīgumu un svarīgumu, kā arī pārvērtētu masu mediju nozīmi. Tomēr tā ir tikai hipotēze, kura jāpierāda, turklāt savu iespaidu uz rezultātu atstātu arī Latvijas uzņēmējdarbības vides, sabiedrības sociālās un politiskās masu apziņas īpatnības.

RSEZ kā organizācijai ir sava īpaša vides specifika. Organizāciju vides pētnieki uzskata, ka viens organizācijas vides faktors vai vides spēks dažādās situācijās var ietekmēt organizāciju gan kā iekšējās, gan kā ārējās vides elements. Piemēram, apskatot jebkuras organizācijas darbiniekus kā sabiedrisko attiecību mērķauditoriju, var secināt, ka uzņēmumā strādājošie var ietekmēt un veidot sabiedrības kā ārējās vides spēka attieksmi pret organizāciju. Nepastāv arī vienošanās starp organizāciju vides pētniekiem par to, vai uzņēmumu akcionāri būtu attiecināmi uz organizācijas iekšējo vai ārējo vidi.



1.att. A/S RSEZ organizācijas vides struktūra

1. attēlā parādīta A/S RSEZ organizācijas vides struktūra. Pamatojoties uz A/S RSEZ tieši ietekmējošo vides spēku analīzi, tika noskaidrotas A/S RSEZ sabiedrisko attiecību mērķauditorijas, ar kurām tiek veidotas attiecības, un uz kurām vispirms būtu jāvērs uzmanība, izstrādājot A/S RSEZ sabiedrisko attiecību stratēģiju. Organizācijas vides struktūra norāda uz to, ka organizācijai svarīgākie vides spēki koncentrēti piecos segmentos. Pirmais un svarīgākais ir organizācijas iekšējā vide, kuru veido A/S RSEZ akcionāri (akcionāru pilnsapulce), administrācija (akciju sabiedrības valde), RSEZ uzņēmumi (uzņēmumi, kuri ieguvuši RSEZ uzņēmuma statusu, darbojas tās teritorijā un saņem ar šo statusu saistītās privilēģijas). Īpašā RSEZ organizācijas vides specifika saistīta ar to, ka katra RSEZ uzņēmuma vides spēki – darbinieki, akcionāri, vadītāji – darbojas kā visas organizācijas vides iekšējais spēks. Tādēļ, pievēršot uzmanību iekšējo komunikāciju organizēšanai, jāņem vērā un jāapskata arī atsevišķu uzņēmumu darbinieki kā RSEZ sabiedrisko attiecību mērķauditorija. Tas pats attiecas ne vien uz A/S RSEZ akcionāriem, bet arī uz katra RSEZ uzņēmuma akcionāriem.

B.Velss un N.Spinkss [4] par svarīgākajām PR mērķauditorijām uzskata uzņēmuma darbiniekus, investorus, kreditorus, patērētājus, masu medijus. Apskatīsim, kādā veidā katra no šīm mērķauditorijām ir svarīga A/S RSEZ gadījumā.

Darbinieki

Pozitīvs organizācijas tēls, pirmkārt, labvēlīgi ietekmē uzņēmumā strādājošo motivāciju, kā rezultātā paaugstinās darba efektivitāte, produktivitāte. Lielākā daļa RSEZ uzņēmumos strādājošo nāk no tās apkārtnes, kur atrodas organizācija, turklāt RSEZ un tās uzņēmumiem ir jādoma par to, ka ar laiku tai vai nu paplašināšanās vai pārkvalifikācijas rezultātā, nāksies papildināt kadru skaitu, un tas pirmām kārtām tiks darīts visdrīzāk organizācijai tuvākajā vidē. Tādēļ ir svarīgi, kāda ir darbinieku attieksme pret organizāciju un kādu informāciju par organizāciju tie “nes” apkārtējā vidē, tai skaitā, potenciālajiem darbiniekiem. Strādājošajiem nebūs patīkami asociēt sevi ar organizāciju, kurai ir negatīvs imidžs sabiedrībā. Un otrādi, ja strādājošais ar lepnumu var apgalvot: “Es strādāju N. kompānijā!” jeb “Es strādāju RSEZ uzņēmumā!”, tad kopumā ar pārējo informāciju, kas ir pieejama, klausītājam veidojas iespaids par RSEZ kā par vietu, kur gribas nokļūt, strādāt, kuru gribas atbalstīt, jo, lūk, cik jauki cilvēki tur strādā. Tātad no vienas puses, organizācijai ir labums no tā, ka tajā strādājošie sniedz (neformālā veidā) pozitīvu informāciju par organizāciju. No otras puses, ir jautājums par to, kā uzņēmuma (uzņēmumu) darbinieki tiek uztverti apkārtējā vidē. Cilvēku attieksme pret sarunu biedru var mainīties, uzzinot, kādā organizācijā viņš vai viņa strādā. Tas ir, pirmkārt “nāk” nevis manis sniegtā informācija, bet sarunu biedra attieksme. Sabiedrība ir tendēta nepieņemt, nelabvēlīgi izturēties pret “slikto” uzņēmumu pārstāvjiem un pieņemt, atzīt par savam sociumam piederīgiem “labo” uzņēmumu pārstāvjus. Diemžēl sabiedriskā doma parasti nav smalki diferencēta un niansēta, tāpēc, lai cik tas subjektīvi liktos, katrai organizācijai noteiktas sabiedrības grupas skatījumā tiek dots novērtējums, apzīmējums, kas veido tēlu un no kura ir grūti atbrīvoties. Tātad RSEZ ir jātiecas veidot pozitīvs tēls sabiedrībā, lai uzturētu darbinieku motivāciju un paaugstinātu darba efektivitāti, kā arī mazinātu kadru mainību un radītu iespējas augsti kvalificētu kadru piesaistei vakanču gadījumā.

Investori

Otra svarīgākā ārējās komunikācijas mērķauditorija, no kuras būtiski ir atkarīga gan RSEZ, gan atsevišķu uzņēmumu eksistence un attīstība, ir akcionāri, īpašnieki un investori. Jāatgādina, ka daži autori uzņēmuma akcionārus uzskata par iekšējās vides elementiem, bet citi – par tādiem, kas atrodas organizāciju tieši ietekmējošā ārējā vidē. Bet no tā nemainās komunikācijas procesa mērķi. Ja organizācija plāno paplašināt savu darbību un tādēļ nepieciešams piesaistīt papildus kapitālu, un to RSEZ plāno, tad jārēķinās ar to, ka, protams, investori labprātāk investē līdzekļus organizācijās, kurām ir pozitīvs tēls, par kurām ir labas atsauksmes sabiedrībā. Turklāt investori apzinās, ka viņu pašu imidžs būs saistīts, atkarīgs, to ietekmēs tās organizācijas tēls, kurā viņi investē. Citiem vārdiem sakot, neviens nevēlas riskēt ar savu imidžu. Lai arī tās ir tikai personīgās un subjektīvās uztveres iezīmes, tās var ietekmēt atsevišķu personu lēmumu pieņemšanu. Investoru organizācijas var ņemt vērā organizācijas imidžu kā vienu no investēšanas kritērijiem. [6,109] Organizācijas kontaktiem ar sabiedrību ir liela nozīme un saistība ar organizācijas spēju piesaistīt jaunus investorus.

Kreditori

Arī finansu institūcijas, pirms pieņemt lēmumu par kredīta piešķiršanu vai citas finansiālas operācijas uzsākšanu, analizē organizācijas imidžu, jo sabiedrības attieksmi var uzskatīt par vienu no ar organizāciju saistītajiem kredītriskiem. Sabiedriskais imidžs ir viens no faktoriem, kas nosaka kredīta risku, kas saistīts ar organizāciju. Lai arī organizācijas tēls neietekmēs kreditoru pieņemamo lēmumu tik lielā mērā kā investoru lēmumu, tomēr nepopulāras organizācijas finansēšana negatīva organizācijas tēla gadījumā būs mazāk

iespējama. Tādēļ korporatīvās komunikācijas saistībā ar pozitīva tēla veidošanu, kas var iespaidot finansu institūcijas, ir būtisks organizācijas darbības aspekts un “stiprā puse”.

Patērētāji, klienti, partneri

Šīs sabiedrības grupas viedokļa nozīmi un pozitīvā tēla nozīmi šīs grupas uztverē lielākā daļa organizāciju ir uztvērušas un tāpēc aktīvi darbojas, lai apmierinātu savu klientu vajadzību pēc uzticības organizācijai, kura tos apkalpo. Vairums organizāciju ir apzinājušās, ka apmierinātie klienti ir tie, kas veic atkārtotus pirkumus, viņi ir tie, kas veido pamata bāzi realizācijas ieņēmumiem. Īpaši nozīmīgi tas ir uzņēmumam, kuram ir liels konkurentu skaits, – konkurenti ir tie, kas vienmēr būs gatavi apmierināt neapmierināto klientu vajadzības. Tirgus globalizācija ir viena no laikmeta iezīmēm, kas maina organizācijas komunikatīvos aspektus. Biznesa komunikācija integrētā pasaules ekonomikā atspoguļos starpkultūru atšķirības, kas domājams saglabāsies, neskatoties uz nacionālo robežu izzušanu. Organizācijas tēls patērētāju skatījumā ir drošības un uzticamības faktors. Neskatoties uz preces cenu – tā var būt augstāka salīdzinot ar konkurentu analogiem – augsta organizācijas reputācija liek tai uzticēties. Efektīva komunikācija ar sabiedrību un sabiedrības grupām lokālajā, nacionālajā un internacionālajā līmenī ir funkcija, kas svarīga organizācijas pozitīva sabiedriskā tēla veidošanai klientu un potenciālo klientu skatījumā.

Sabiedrība, masu mediji

Labvēlīgu publicitāti nodrošina informācija, t.i., tas, ko lasa, redz, klausās un dzird sabiedrības locekļi par organizāciju. Sabiedrībai patīk organizācijas, kas ir “caurskatāmas” jeb “caurspīdīgas” visiem sabiedrības locekļiem. Komunikācija ar masu medijiem ir viena no svarīgākajām ārējās komunikācijas funkcijām, kas saistīta arī ar zināmu risku tādā nozīmē, ka šai komunikācijas procesā ir grūtāk paredzēt atgriezeniskās saiknes veidu jeb reakciju. Viena no organizācijas funkcijām ir ietekmēt masu mediju sniegtās informācijas saturu, lai tas būtu organizācijai labvēlīgs, jo dažādu “trokšņu” jeb traucējumu dēļ komunikācijas procesā “ziņa” var būtiski mainīt savu jēgu, līdz tā nokļūst līdz saņēmējam. Turklāt šai gadījumā, ziņa, kas ar masu mediju starpniecību tiek nodota sabiedrībai, iziet divkāršu komunikācijas loku. Proti, organizācijas sniegto informāciju vispirms dekodē un interpretē medijs, kurš atkal kodē un nodod informāciju nākamajam saņēmējam, piemēram, lasītājam un katrs no tiem ir atkal ar savām uztveres īpatnībām, pieredzi, un tādēļ interpretē ziņu atbilstoši tām. Ir vairāki veidi, kā panākt augstākminēto, t.i., labvēlīgu mediju attieksmi pret organizāciju un no tās izrietošo organizācijai labvēlīgo tēlu.

Tātad, katrā uzņēmumā viens no svarīgākajiem PR uzdevumiem ir noteikt sev svarīgākās PR mērķauditorijas, kurām ir jāsaņem PR ziņojums. Mērķauditorijas svarīgums uzņēmumu vadītāju un PR speciālistu uztverē var būt atkarīgs no uzņēmējdarbības vides, sabiedrības sociālās un politiskās masu apziņas īpatnībām un citiem faktoriem. Ikvienai organizācijai svarīgas mērķauditorijas ir darbinieki, investori, kreditori, patērētāji, masu mediji. Labvēlīgas attieksmes veidošanos pret organizāciju nosaka tas, kādā veidā organizācijas tēls tiek uztverts šajās auditorijās.

RSEZ sabiedrisko attiecību īstenošanas modelis

Sabiedrisko attiecību mērķis organizācijā ir labvēlīgas vides veidošana. Radīt, veidot un pilnveidot A/S RSEZ attīstībai labvēlīgu ārējo un iekšējo organizācijas vidi, kas vispilnvērtīgāk sekmētu A/S RSEZ misijas realizāciju būtu jābūt A/S RSEZ sabiedrisko attiecību mērķim. Mērķi var sasniegt, realizējot vairākus uzdevumus.

1. Attīstīt un pilnveidot A/S RSEZ korporatīvo tēlu

Vispirms būtu jāveic pētījums par pašreiz pastāvošo A/S RSEZ korporatīvo imidžu dažādu sabiedrības grupu skatījumā, izmantojot dažādus indikatorus, kas, izmantojot cilvēku vērtējumu, attieksmi pret A/S RSEZ, kalpotu par rādītājiem A/S RSEZ prestižam, uzticamībai, reputācijai. Nepieciešams metodoloģiski detalizēts instrumentārijs, lai, izmantojot iegūtos datus, varētu formulēt korporatīvā tēla veidošanas uzdevumus un definēt, kādā virzienā ir attīstāms A/S RSEZ tēls. Tātad, nepieciešams zināt, "kādi mēs esam", pirms formulēt tēlu "kādi mēs gribam būt" vai "kādiem mums jābūt". Varbūt nav nepieciešami lieli ieguldījumi mērķa sasniegšanā, jo sabiedrībā jau pastāv vēlams priekšstats par A/S RSEZ korporatīvo imidžu.

2. Pilsnveidot A/S RSEZ korporatīvo identitāti

A/S RSEZ ir nepieciešams sabiedrībā atpazīstams logo. Šis elements tiek lietots A/S RSEZ dokumentācijā, veidlapās, vizītkartēs, reklāmas materiālos, suvenīros (pildspalvas, T-krekli, cepurītes). Nepieciešams pievērst vairāk uzmanības A/S RSEZ informatīvo reklāmas materiālu sagatavošanai, tā kā tas ir viens no svarīgākajiem ārējās komunikācijas kanāliem. A/S RSEZ atpazīstamībai un tēla veicināšanai varētu kalpot arī skanīgs slogans jeb devīze. Noteikti būtu nepieciešamība veikt korporatīvās identitātes nesēju pētījumu, t.i., apkopojot un izanalizējot jau minētos priekšmetus un lietas ar A/S RSEZ simboliku, kas tiek lietotas visās struktūrvienībās un kas kalpo par A/S RSEZ korporatīvās identitātes "nesējiem" sabiedrībā. Novērojumi liecina, ka nepieciešams pievērst vairāk uzmanības šo materiālu (vizītkartes, veidlapas) kvalitātei un vienotajam stilam, ņemot vērā arī vienotu drukas stilu, krāsu, noformējumu un citus šķietamus "sīkumus", kas faktiski ir svarīgas detaļas.

3. Pilsnveidot iekšējās komunikācijas A/S RSEZ

Būtu ieteicams izmantot izstrādātu metodiku komunikāciju efektivitātes noteikšanai, lai, veicot regulārus pētījumus, varētu konstatēt pārmaiņu virzienu. Šāda veida instrumentārijs nepietiek tikai ar subjektīviem indikatoriem kā darbinieku novērtējums, apmierinātība, bet tiek pievērstā uzmanība arī objektīviem rādītājiem kā informācijas plūsmu virziens, informācijas daudzums un kvalitāte, atgriezeniskās saiknes organizācijā u.c.

4. Īstenot sabiedriskās domas veidošanas pasākumus

Nepieciešamas regulāras (vienu vai divas reizes gadā) sabiedriskās domas aptaujas, kas konstatētu sabiedriskās domas izmaiņas un norādītu, kādā virzienā RSEZ jāpilsnveido sabiedriskās attiecības. Šīs aptaujas kalpos arī par instrumentu PR darbību, pasākumu vai kampaņu efektivitātei, jo galvenais PR darbības efektivitātes kritērijs ir izmaiņas cilvēku viedokļos. Balstoties uz tieši ietekmējošās ārējās un iekšējās vides spēku analīzi, pēc tam, kad ir noteiktas RSEZ sabiedrisko attiecību mērķauditorijas, jāizstrādā darbības stratēģijas, kas vērstas uz sadarbību ar katru atsevišķo mērķauditoriju. Veidojot sabiedriskās domas veidošanas stratēģiju, jāatceras, ka nepastāv sabiedriskā doma "vispār" [2], bet eksistē atsevišķu sabiedrības grupu, auditoriju atšķirīgi viedokļi, kurus ietekmē katrā auditorijā pastāvošie viedokļu līderi – konkrēti cilvēki – vadītāji, politiķi, žurnālisti. Ir jācenšas pētījumu rezultātā noskaidrot, identificēt, kas ir šie viedokļu līderi, un jāizstrādā efektīva sadarbības shēma ar šiem viedokļu līderiem – katru no tiem.

5. Ne tikai piedalīties, bet arī radīt un organizēt notikumus – masu pasākumus, virzības pasākumus, akcijas

Svarīga ir RSEZ pārstāvju piedalīšanās, līdzdalība pasākumos, kas notiek pilsētā, reģionā, Latvijā – gan tajos, kas tieši saistīti ar ekonomiku, uzņēmējdarbību, attīstību, gan tajos, kas ir svarīgi kādas RSEZ svarīgas sabiedrisko attiecību mērķauditorijas skatījumā. Teicami pasākumi sabiedriskās domas veidošanā ir pasākumi un tradīcijas, par kurām uzzina un zina

sabiedrība. Ieteicams veidot arī oriģinālus pasākumus un akcijas, jo nedzirdēts, neparasts notikums, kas izraisa diskusijas sabiedrībā, var kalpot kā pozitīvs faktors sabiedriskās domas stimulēšanai, lai tā neklūtu indierenta attiecībā pret organizāciju.

6. Realizēt sadarbību ar masu medijiem

Attiecības ar masu medijiem ir viens no svarīgākajiem un biežāk izmantojamajiem sabiedrisko attiecību veidošanas instrumentiem, tādēļ sadarbībai ar tiem jāpievērš īpaša uzmanība. RSEZ pastāvīgi informē masu medijus par notiekošo organizācijā. Vietējos un arī nacionālajos preses izdevumos laiku pa laikam var lasīt informāciju par RSEZ notiekošajiem pasākumiem un projektiem – tas ir t.s. oficiālais jeb *rutīnas* komunikācijas kanāls [1]. Tomēr daļa informācijas masu medijos nonāk arī pa t.s. *neformālajiem* kanāliem, un tā var būt gan sagrozīta, gan nepatiesa vai gluži vienkārši nepareizi interpretēta; tas pats attiecas arī uz t.s. *brīvo* kanālu. Ir nepieciešams palielināt no RSEZ izejošās informācijas daudzumu, kas tiek novadīts pa *rutīnas* kanālu, lai attiecīgi samazinātu RSEZ interesēm nekalpojošās informācijas plūsmu pa pārējiem kanāliem. Nepieciešams izmantot komunikācijai ar masu medijiem ne tikai rakstiskos, bet arī citus saskarsmes kanālus un veidus kā preses konferences, elektronisko komunikāciju, tikšanās u.c. Būtu lietderīgi organizēt seminārus un praktiskas nodarbības lietišķajā saskarsmē tiem RSEZ un RSEZ uzņēmumu darbiniekiem, kuru pienākumu lokā ietilpst saskarsme ar ārējās vides auditorijām, tai skaitā masu medijiem, lai masu medijos nejaušā veidā nononāk nelabvēlīga informācija, kas radusies neverbālo simbolu, neverbālās komunikācijas sniegtās informācijas (kas ir lielākā daļa no saskarsmes procesā saņemamās informācijas!) interpretācijas rezultātā.

Literatūra

1. Batraga A. Sabiedriskās attiecības kā uzņēmuma attīstības līdzeklis.// Baltijas reģiona valstu integrācijas problēmas ceļā uz Eiropas Savienību: Starptautiskās zinātniskās konferences materiāli. 2000.gada 2.–3.marts. – Rēzekne. – 2000. – 202.–206.lpp.
2. Jefkins F. Public Relations for your Business. Mercury, 1987. – 197 p.
3. Reinholde K. Ilgtspējīga tūrisma attīstība un plānošana.// Tūrisma prakses, izglītības un pētniecības integrācija: pieredze un vērtējums. Rakstu krājums.– Rīga.– 2000.– 172–177.lpp.
4. Wells B., Spinks N. Communicating with the community.// Career Development International. – Number 4/2. – MCB University Press.– 1999. – pp.108–116.
5. Блэк С. PR: международная практика. – Москва: «Довгань», 1997. – 180 с.
6. Ганжин В.Т. Паблик Рилейшнз. Что это значит? Введение в средоведческую коммуникологию. – Москва: Издательство МНЭПУ, 1998. – 176 с.
7. Почепцов Г. Паблик Рилейшнз для профессионалов. «Рефл–бук», «Ваклер», 2000.– 622 с.

MEŽA RESURSI UN CILVĒKA DROŠĪBA FOREST RESOURCES AND HUMAN SAFETY

Jānis Staša, maģistrs, docents; Arnolds Šķēle, Dr.habil.sc.ing
Darba vides katedra, LLU,
Akadēmijas 11, Jelgava, LV 3001
Telefons 3026059, e–pasts:darvid@cs.llu.lv; Fax 3021619

Abstract. The target of the work is to become counscious and to analyze the most important possible risk for humans safety, when we use forest resources.

The branch of forestry is very significant in the Latvia economy. From analysing the data of statistics, observations and results of the investigation it is realized, that the forestry

branch has one of the largest numbers (24,4%) of accidents, and doesn't included accidents in farmers forest, small enterprises and individual workers.

Causes of the accidents are incomplete listing of the rules of forest work and laws, ignorance or taking no notice of the rules, economical problems, when counsciouly by ignoring the laws. Risk of accidents also occur, when we transport timber, in hunting etc.

Ievads

Ar meža resursiem ikdienā jāsaprot arī tajos augoši augi un dzīvnieki. Meža resursu izmantošana parasti nenotiek to iegūšanas vietās, tāpēc ieguvei seko to pārvietošana, lai tālāk tos izmantotu kā izejvielu pārstrādājošai rūpniecībai vai pārtikai. Tomēr kā galvenais meža resurss ir jāuzskata koks. Meža resursu krājums Latvijā ir 2852 tūkstoši hektāri, no kuriem 1999. gadā izcirsti 13437,7 tūkstoši kubikmetru koksnes.

Ar koksnes resursu vai izejvielu iegūšanu nodarbojas lielākas vai mazākas mežizstrādes firmas un vairāki tūkstoši individuālo meža darbu veicēju vai meža īpašnieku. Daudzi cilvēki mežu izmanto aktīvai atpūtai – medībām, sportam, ogošanai, sēņošanai vai kādu citu meža blakusproduktu iegūšanai.

Valstī ir pieņemti virkne likumu un to sakarā arī citi normatīvie dokumenti, kas reglamentē koksnes resursu ieguvi un nosūtīšanas kārtību tālākai pārstrādei. Meža blakus produkcija, to realizējot, tiek pakļauta veterinārajai kontrolei. Latvijas mežu nākotnes pilnveidošanas mērķis ir attīstīt ilgtspējīgu mežsaimniecību, vienlaicīgi sabalansējot produkcijas ražošanas vides un kultūrvides aizsardzības un sociālās intereses.

Lai gan šiem jautājumiem katru gadu valstī tiek pievērsta aizvien lielāka vērība un nozīme, tomēr nepamatoti šo mērķu sasniegšanai nepietiekoša vērība tiek pievērsta cilvēka drošībai gan tajos gadījumos, ja tas ir meža resursu ieguvējs, gan arī tajos gadījumos, ja mežs tiek izmantots atpūtai.

Darba mērķis ir apzināt un analizēt galvenos iespējamos riskus cilvēka drošībai, izmantojot meža resursus.

Pašreizējais stāvoklis

Ja meža nozarē šodien strādā tikai 4,5% no valstī nodarbinātajiem strādājošajiem, tad 1999. gadā notikušie 325 nelaimes gadījumi jeb 24,4% no nelaimes gadījumu skaita valstī, tad traumatisms darbā meža nozarē ir iespaidīgs. Gluži formālu iemeslu dēļ (nesakārtotas darba attiecības) daļa nelaimes gadījumu šajā skaitā nav ietvertas, tāpēc patiesais nelaimes gadījumu skaits varētu būt vēl lielāks, pat par 30%.

Šie skaitļi rāda, ka daudzos meža nozaru uzņēmumos pastāv nopietnas problēmas ar likumā "Par darba aizsardzību" deklarēto valsts politiku darba aizsardzībā, kas pamatojas uz cilvēka veselības un dzīvības prioritāti darba attiecību jomā. Darba aizsardzība nozarē faktiski neuzlabojas, tās statistikas rādītājus neuzlabo arī vairākkārtīgi mainītie nelaimes gadījumu uzskaites nosacījumi, arī valstī bezatbildīgi legalizē individuālā darba veicēju armiju meža darbos, kas paši atbildīgi par veicamo darbu drošību, individuālo aizsardzības līdzekļu iegādi, norēķināšanos ar VID, kaut gan ne izejvielas, ne saražotā produkcija darba veicējam nepieder.

Kā liecina oficiālā valsts statistika, tad par darbā notikušu nelaimes gadījumu uzskata nelaimes gadījumu, kurš noticis uzņēmumā ar 20 un vairāk strādājošiem, bet neņemta nelaimes gadījumus, kas notikuši zemnieku saimniecībās un ar pašnodarbinātām personām, kas tieši attiecināmi arī uz meža nozari.

Mēģinot izprast situācijas permanento pasliktināšanos meža nozaru uzņēmumos cilvēka aizsardzībā, rodas jautājumi par tās cēloņiem.

1. Vai tā ir konkrēta uzņēmuma ekonomiskās bezatbildības palielināšanās sakarā ar obligāto sociālo apdrošināšanu pret nelaimes gadījumiem darbā un arodslimībām?
2. Vai tā ir normatīvo dokumentu aktu darba aizsardzībā nepārzināšana, vai arī šo aktu trūkums, vai nepilnības?
3. Vai tas ir kvalificētu darbinieku trūkums, pretenzijas pret profesionālās izglītības mācību iestādēm un firmām, kas nodarbojas ar profesionālo izglītošanu?
4. Vai tas ir sadarbības trūkums starp uzticības personām darba aizsardzībā un darba devēju?
5. Vai kontrole par likuma un normatīvo aktu prasību izpildi ir nepietiekama un sankcijas par pārkāpumiem ir pārāk niecīgas?

Meža apsaimniekošana

Apsaimniekojot mežu, svarīga vides aizsardzības sadaļa ir bioloģiskās daudzveidības saglabāšana. Meža apsaimniekotājiem ir jāievēro visi Latvijas Republikā spēkā esošie meža apsaimniekošanu regulējošie likumi un citi likumpamatotie akti. Veltot uzmanību ar bioloģisko daudzveidību nozīmīgāko biotopu saglabāšanai, ar veciem kokiem saistītu sugu saglabāšanu, ar atmirušu koksni saistītu sugu saglabāšanu, bieži aizmirstam par cilvēku drošību.

Šajā ziņā reālā darbība un likumdošana valstī ir pretrunīga. Darba aizsardzības instrukcijas paredz, ka atmiruši un bīstami koki, veicot ciršanas darbus, ir jāizcērt cirsmas sagatavošanas fāzē, lai darba procesā neizsauktu neparedzētas riska situācijas, kas var radīt visneparedzamākās sekas. Arī mežsaimniecības noteikumi paredz izcirst bīstamos kokus, ja tie traucē ciršanas darbus. No bioloģiskās daudzveidības viedokļa sausi, bojāti koki būtu atstājami un saglabājami.

Šobrīd koka vai tā daļu bīstamību meža izstrādes procesā nosaka mežizstrādātājs. Vai mežizstrādātājs ir ieinteresēts šādu koku atstāt radot sev psiholoģisku spriedzi, nedrošību, risku utt.? Jā, ir ieinteresēts, jo

- 1) mežstrādniekiem ne visiem ir vienāda kvalifikācija, izpratne, izglītība, lai novērtētu faktisko risku darba procesā un pēc tā;
- 2) mežstrādniekam maksā par sagatavotu kubikmetru, nevis par iepriekš veiktajiem sagatavošanas darbiem un palīgdarbiem;
- 3) nodokļu politika ir orientēta norēķināties par realizēto koksni, nevis par reāliem izdevumiem tās ieguves laikā, jo palīgdarbus bez degvielas, motorinstrumenta u.c. līdzekļiem nevar veikt;
- 4) palīgdarbos iegūtā koksnes vērtība ir zem tās ieguves pašizmaksas, tāpēc darba devējam ir izdevīgi atbalstīt ekoloģisku un dabai draudzīgu mežizstrādi, nerēķinoties ar risku un cilvēku veselību un dzīvību.

Ja likumā "Par darba aizsardzību" ir deklarēts, ka valsts politika darba aizsardzībā pamatojas uz cilvēka veselības un dzīvības prioritāti darba attiecību jomā, tad raksta autoru izpratnē tie ir primāri jautājumi un pārējie valstī esošie un turpmāk izstrādājami normatīvie akti ir jābalsta uz šo normu.

Bīstamu koka stumbra daļas tiek atstātas nenožāgētas, nesaistot meža izstrādes vietu ar infrastruktūru – autoceļiem, stigām, grāvjiem, elektrolīnijām un to aizsargjoslām. Šāda attieksme apdraud sabiedrību, izsaucot neprognozējamās avārijas dažādu komunikāciju tīklos, autoavārijas, radot šķēršļus savlaicīgai Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta mobilitātei.

Arī galvenajās cirtēs saglabājami, vecie dzīvie koki ir saistāmi ar infrastruktūru, galvenokārt ceļiem, stigām, elektro un telefona sakaru līnijām, jo bieži var pārliecināties, ka liela daļa koku pēc audzes izciršanas nenoturīgo augšņu dēļ izgāžas un jāiegulda līdzekļi to radīto seku likvidēšanā. Tas ir arī risks jebkuram sabiedrības loceklim.

Intensīvi izstrādājot mežu un pielietojot modernus rokas motorinstrumentus, dabā nonāk visdažādākās eļļas. Ja 1999. gadā valstī ir izcirsti 13437,7 tūkstoši kubikmetru koksnes un, pieņemot, ka viena kubikmetra koksnes sagatavošanai nepieciešami 0,3 l eļļas, tad mežā ar skaidām ir palikuši 4031310 l (4,03 milj.litru) eļļas. Meža zemsedzē nonākušās eļļas ar nokrišņiem virsūdeņu un gruntsūdeņu veidā nonāk upēs, ezeros, daļa paliek uz vietas un ilgākā laika periodā sadalās. Kā zināms, pielietotās eļļas satur daudz dioksīna. Dioksīna liels saturs eļļās ir bīstams cilvēka veselībai un ir viens no vēzi izraisošiem faktoriem. Daudzos gadījumos motorinstrumentu vadītāji vai to īpašnieki tīras eļļas vietā pielieto iekšdedzes dzinēju motoros atstrādājušās eļļas. Šādām eļļām ir daudz mehānisko piemaisījumu, tās neatbilst nepieciešamajai viskozitātei, nenodrošina kvalitatīvu zāģa ķēdes eļļošanu un ir pat lielāks tās patēriņš. Pielietojot šādas eļļas, tiek bojāts pats ražošanas līdzeklis, zāģēšanas aparāts, tā vadītājs pakļauts papildus citu kaitīgo faktoru lielākai iedarbībai.

Ievērojams daudzums eļļas augsnē nonāk arī no mežizstrādes mašīnu un it īpaši no mežizstrādē pielietoto lauksaimniecības traktoru hidrosistēmām, to tehnisko nepilnību vai paviršo remontu un apkopju dēļ.

Rezultātā mežā katru gadu var nonākt pat līdz 4,5–5,0 milj.litru eļļas, kas gan kā izgarojumi gaisā, gan ūdeņiem var kaitēt cilvēku veselībai. Kā alternatīva varētu būt bioloģiski iegūtās eļļas, bet tās ir dārgas, un tieši sociālie un ekonomiskie aspekti nosaka pielietoto eļļu izvēli. Mežizstrādātājiem bieži vien nav pienācīgas motivācijas, kas liecina par zemu profesionālo un izglītības līmeni, upurējot savu un meža ekoloģijas nākotni šodienas ekonomikai.

Resursu ieguve bieži vien ir saistīta ar darbu aizsargjoslu tuvumā. Šādi darbi ir jāsaprot ar aizsargjoslu valdītājiem, jo nesaskaņošanas gadījumā, neizvēloties pareizākos meža darbu tehnoloģiskos un citus risinājumus, var radīt pat letālu rezultātu šo darbu veicējiem. Arī biežās lielākas vai mazākas vēja brāzmas vai ilgstošs mainīga stipruma vējš var izšūpot koku saknes, tas savukārt rada vējgāzes, vējlauzes vai ziemas laikā snieglauzes, kas var radīt nopietnus elektrolīniju bojājumus un radīt draudus meža apmeklētājiem sakarā ar pārrautajiem, zemē esošiem elektrības vadiem. Daudz sliktāk, ja šāda elektrolīnija iet paralēli automaģistrālei un veidojas aizsargjoslu pārkļājumi. Tādos gadījumos bieži vien tās nepārrauga ne viena ne otra puse.

Kokmateriālu transports

Kokmateriālu transports jāsaprot kā primārais, tā sekundārais, jo atsevišķos gadījumos kokmateriālus to tālākai pārstrādei piegādā tieši no cirsmas bez to pārkraušanas augšgala krautuvē. Arī darbā notikušie nelaimes gadījumi ar transporta ierīcēm, ja nav cietis tā vadītājs, tiek attiecināti kā ceļu satiksmes negadījumi, nevis kā darbā notikuši nelaimes gadījumi.

Tieši meža materiālu transports un ar to saistītie darbi ir par iemeslu daudzām avārijas situācijām, arī avārijām vai arī demonstratīvai rīcībai par to, ka var neievērot valstī pieņemtos normatīvus. Biežāk sastopamie pārkāpumi.

1. Meža sortimentus pievedējtransportierīces novieto augšgala krautuvē, kas izveidota valsts autoceļa aizsargjoslā, izbraucot uz autoceļa klājuma, vai arī to darot no ceļa malā esošā grāvja otras puses.

2. Augšgala krautuve izvietota otrā pusē valsts autoceļam, tādējādi ar katru reisa kravu pievedējtraktors šķērso autoceļa klājumu, iznesot uz tā dubļus.

3. Darba vietas parasti nav aprīkotas, kā to prasa noteikumi, ar ceļa zīmēm, nav saskaņotas izvietojuma shēmas, tās novietotas neatbilstoši noteikumiem.

4. Tiek radīts mākslīgs ceļu pieslēgums automaģistrālei, tiek nobraukta ceļa uzbēruma vai grāvja mala. Šādos gadījumos veidojas zemes virskārtas erozija, kā rezultātā sašaurinās ceļa

apmales platums. Tā tiek nevajadzīgi noplicināta zemsedze, ko visbiežāk neviens nerekultivē. Arī tajos gadījumos, ja izbraukto ceļmalu pieber ar granti, konkrētā vieta nav noblīvināta un nostiprināta. Vienā vai otrā gadījumā tiek apdraudēta kustības drošība, sabojāta augsnes filtrācija, ceļamalas pamazām pārpurvojas.

5. Kustības drošību uz ceļiem apdraud mežmateriālu pārvadātāji, kas kravas krauj, novietojot automašīnas uz autoceļa apmales vai uz tā. Šāda situācija nebūtu iespējama, ja nebūtu pārkāpti noteikumi par augšgala krautuves ierīkošanu autoceļa aizsargjoslā.

Šādas darba vietas nav saskaņotas un aprīkotas ar attiecīgām ceļa zīmēm, kas noteiktu un garantētu drošību garāmbraucējam. Satvertā krava tiek pacelta pat līdz 4,5–5,0 m augstumam, – tas nozīmē, ka reisa kravas veidošanas drošības apsvērumu dēļ, ir jāpārtrauc kustība vai kravas kraušana ir jāpakļauj kustības intensitātei, tādējādi samazinot risku traumēties kravas kraušanas laikā.

Cilvēku drošība tiek apdraudēta, jo mežmateriālu izvešanas mašīnas tiek pārslogotas, pārsniedzot ceļu satiksmes noteikumus pieļaujamo slodzi uz asi un mašīnas kopējo masu. Šādi palielinātas kravas bojā ceļa uzbēruma normālu filtrāciju, bojā hidroloģisko līdzsvaru abpusēji ceļam, un tie iegrimst. Veicot smagsvara mašīnu svēršanu, CSDD ir noskaidrojusi, ka mežmateriālu autotransports ir galvenais, kas pārkāpj masas ierobežojumus uz valsts galvenajiem autoceļiem, kur maksimāli pieļautais automašīnas masa ir 40 t, bet uz grants ceļiem tas ir tikai 30 t. Zemju privatizācijas procesā nav ielikti servitūti vai apgrūtinājumi lauku ceļiem, kas rada un radīs problēmas piekļūšanai valsts mežiem.

Virsnormas piekrautās kravas mašīnas bojā ceļa segumu, galvenokārt, tā šķērprofilā deformācijas, veidojot pat kilometriem garas teknes, kuras it īpaši bīstamas kļūst lietūs, apledojuma un sniega snigšanas laikā. Vasarā siltā laikā tās kļūst īpaši mīkstas, veidojot bitumenu frakciju intensīvu iztvaikošanu, pasliktinot gaisa kvalitāti, cilvēku pašsajūtu un palielinot nogurumu.

Daudzos gadījumos ar mežmateriālu pārvadāšanas transportu notiek ceļu satiksmes negadījumi, kur par galvenajiem cēloņiem var minēt

- 1) pārslogotas autokravas;
- 2) autokravu nenostiprināšanu vai nostiprināšanu neatbilstoši gabalkravu stiprināšanas noteikumiem;
- 3) šoferi pārkāpj ceļu satiksmes noteikumus, pārkāpjot kustības ātrumu un nenovērtējot patieso situāciju;
- 4) šoferi strādā brīvu darba laiku, kas daudzkārt pārsniedz darba likumu kodeksā pieļauto;
- 5) ekspluatē transportu, kurš neatbilst tā ekspluatācijas noteikumiem;
- 6) iespējama šo vairāku minēto faktoru savstarpēja mijiedarbība, kad viens no tiem izsauc veselu ķēdes reakciju.

Avāriju rezultātā cieš paši vadītāji, citu transporta līdzekļu vadītāji, transporta līdzekļi, vienkārši garāmgājēji, iedzīvotāji, arī inženierbūves, tiek nodarīts pāri dabai: cieš koki, izlīst eļļas, akumulatoru elektrolīts, sadegot automašīnām, gaisā izdalās daudz kvēpu un citu degšanas procesā radušos produktu. Šādos gadījumos tiek paralizēta transporta kustība, radīts paaugstināts risks Valsts ugunsdzēsības glābšanas dienesta ļaudīm, tiek zaudēti ražošanas līdzekļi. Šādi apstākļi var radīt pavisam neprognozējamu notikumu tālāku attīstības procesu, kas robežojas ar disciplinārbildību, materiālbildību vai pat kriminālbildību.

Secinājumi

1. Ar meža ciršanu visi saistītie organizatoriskie plānošanas darbi ir jāveic cirsmu ierīkošanas stadijā.
2. Valstī jāveicina dažādu kontrolējošo institūciju un meža organizāciju savstarpēja sadarbība un pieņemto normatīvo dokumentu ievērošanas uzraudzība.

3. Steidzīgi meža darbiem ir nepieciešams izstrādāt darba drošības noteikumus, kur par pamatu būtu ņemta cilvēku drošība, vide un īpašums.
4. Jāpilnveido mežā strādājošo profesionālās kvalifikācijas ieguve, pēc darba drošības noteikumu pieņemšanas jāpārtestē strādājošie mežstrādnieki vai jāorganizē to papildapmācība.
5. Profesionālajā izglītībā gan jauniešiem, gan pieaugušiem nepieciešamas jaunas mācību programmas, jauna kadru sagatavošanas un diskvalifikācijas sistēma, lai mežā ienāktu arī zinoši, varoši un motivēti cilvēki.
6. Ieteicams meža darbiniekiem, pielietojot tehniku, pāriet uz biodegvielu un eļļu izmantošanu.

Literatūra

1. Latvijas Republikas centrālās statistikas pārvalde.// Latvijas statistikas gadagrāmata 2000. – Rīga, 2000. - 200 lpp.
2. VDI Darbā notikušo nelaimes gadījumu analīze. - Rīga, 2000. - 69 lpp.
3. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Publiskais gada pārskats. - Rīga, 1999. - 19 lpp.
4. Der Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Wald und Forstwirtschaft in Niedersachsen, Stadtoldendorf, 1990. z.113.
5. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Unsere Wald. Natur und Wirtschaftsfaktor zugleich. Bonn 1996. z.74.
6. KIF Biznesa komplekss. Latvijas Republikas normatīvie akti. Par darba aizsardzību. Rīga. 2000. 194 lpp.
7. LR MK Noteikumi Nr.302 17.10.1995. Ceļu satiksmes noteikumi. Rīga 1995. 80 lpp.
8. Satiksmes ministrijas Noteikumi Nr.40. 15.12.1997. Noteikumi par darba vietu aprīkošanu uz LR ceļiem un ielām. 65 lpp.
9. LR MK 15.12.98 Noteikumi par autoceļu valsts aizsardzību un kārtību, kādā ieviešami transportlīdzekļu satiksmes aizliegumi un ierobežojumi. 1 lpp.

VIDI SAUDZĒJOŠU BIOSTIMULATORU IETEKME UZ LINU RAŽU UN KVALITĀTI INFLUENCE OF ENVIRONMENTALLY FAVOURABLE BIOSTIMULATORS ON THE YIELD AND QUALITY OF FLAX

V.Stramkale

Malnavas lauksaimniecības tehnikums
Malnava Agricultural College

U.Kondratovičs, M. Vikmane, I.Miške, I.Lejashuda, D.Megre
Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte
Faculty of Biology, University of Latvia

J.Švarca, R.Belousova
RTU Neorganiskās ķīmijas institūts

Abstract. Institute of Inorganic Chemistry of Riga Technical University Studies on the effect of preplant treatment of seed material with micronutrients BZn and BCu plus phytohormone Germin on the yield and quality of flax straw and flax seeds were continued using flax cultivar 'Laura'. The yield and quality of flax straw and flax seeds increased significantly, especially under unfavourable environmental conditions.

Anatomical studies on flax stems showed that the best effect on flax fibre formation was by treatment of seed material with copper borate BCu plus phytohormone Germin which resulted in a nearly uninterrupted fibre cylinder in the flax stems.

Key words: Micronutrients, flax, phytohormone, fibres.

Ievads

Linkopība Latvijā ir viena no vecākajām augkopības nozarēm. Agrāk linus audzēja visā Latvijas teritorijā. Linu sējumu platība 1938.gadā bija 63,5 tūkstoši hektāru. Latvija linu eksporta ziņā ieņēma otro vietu aiz Krievijas. [10]

Linu sējumu platības aizvadītajos 50 gados stipri samazinājās. Lai pārvarētu izveidojušos krīzi linkopībā, ar 1994.gadu linkopības attīstībai tiek piešķirtas subsīdijas.

Pateizējā ekoloģiskā situācija Latvijā izsauc augu imūndeficītu, tāpēc ekoloģiski tīras produkcijas iegūšanai un vides atveseļošanai aktuāla ir alternatīvu metožu izmantošana. Linu audzēšanas tehnoloģijā viena no perspektīvākajām augu imunitātes palielināšanas metodēm ir mikroelementu – cinka borāta, vara borāta un fitohormona citokinīna Germina pielietošana ar mērķi palielināt linu ražu un uzlabot kvalitāti.

Sīkdispersi cinka ($ZnO \times B_2O_3 \times H_2O$, $3ZnO \times 5B_2O_3 \times 14 H_2O$, $2ZnO \times 3B_2O_3 \times 7H_2O$) un vara ($3CuO \times 2 B_2O_3 \times 7H_2O$) borāti ir pielietojami linu sēklu pirmssējas apstrādei, appūderējot tās ar preparātu mazām devām [$100 - 150 \text{ g } (100 \text{ kg})^{-1}$] vienlaicīgi ar kodināšanu. Pateicoties mazām devām un apstrādes metodei, cinka borāts (BZn) un vara borāts (BCu) nepiesārņo apkārtējo vidi un linu produkciju ar ķimikālijām un tos var uzskatīt par dabai labvēlīgiem.

Arī fitohormons–citokinīns Germins, ko producē baktērija *Pseudomonas stutzeri* 136 ir dabai labvēlīgs, nekaitīgs cilvēkiem un dzīvniekiem.

Dotais darbs ir pētījumu rezultāti no 1998. – 2000.gadam.

Pētījumu objekts un metodes

Cinka un vara borātu (attiecīgi BZn un BCu), fitohormona Germina, kā arī šo vielu maisījumu iedarbība uz ražu un kvalitāti tika pētīta linu šķirnei 'Laura' (1998.–2000.g.).

Linsēklu apstrādi veic šādi: 1 l ūdens izšķīdina 5 ml fitohormona Germina un šo šķīdumu izsmidzina uz 100 kg linsēklu, vienlaicīgi rūpīgi tās maisot. Pēc tam 100 g preparāta BZn vai BCu sajauc ar vajadzīgo devu kodnes vitovaksu–200 – 2 – 3 kg t⁻¹ un appūderē ar Germina šķīdumu samitrinātas linsēklas, atkal tās rūpīgi maisot.

Izmēģinājumus ierīko pēc randomizēto bloku metodes 6 atkārtojumos [1,2]. Lauciņa kopējā platība $6 \times 3.5 \text{ m} = 21 \text{ m}^2$, izmēģinājuma kopējā platība 1428 m^2 . Lauciņa uzskaites platība $6 \times 3.2 = 19.2 \text{ m}^2$. Augsne – trūdainā podzolētā gleja. Priekšaugi – ziemāji. Pamatmēslojums N – 20, P₂O₅ – 80, K₂O – 100 (amonija nitrāts, superfosfāts, kālija hlorīds).

Lai noskaidrotu garškiedras linu šķirnes 'Laura' stiebru anatomisko uzbūvi, kā arī Germina un vara borāta ietekmi uz stiebru kvalitāti, tiem gatavības fāzē 15 cm attālumā no saknes kakla (stiebra tehniskajā daļā) tika izdarīti anatomiskie šķērsriezumi. Šķērsriezumi tika pagatavoti, izmantojot rokas mikrotomu (griezumu biezums 25 milimikroni).

Vienlaicīgai pārkoksnēto un nepārkoksnēto stiebra daļu krāsošanai izmantots krāsvielu maisījums Astra zilais – safranīns, kas nepārkoksnētās auga audu daļas nokrāso zilā, bet pārkoksnētās – sarkanā krāsā [3]. Krāsotie griezumti tika atūdeņoti un ieslēgti Kanādas balzāmā [4]. Preparātu izpēte veikta ar mikroskopu Olympus CH30RF200 (palielinājums 100x, 200x, 400x), objekts fotografēts ar fotokameru Olympus SC35 (200x).

Rezultāti un to izvērtēšana

Lauku izmēģinājumu rezultāti apkopoti 1.–2.tabulās. Sēklu pirmssējas apstrādes, ar mikroelementu preparātu BZn un BCu ietekmē palielinās garškiedras linu šķirnes 'Laura' linu

salmiņu un linsēklu raža. Arī fitohormona Germina izmantošana sēklu pirmssējas apstrādē palielina linu salmiņu un linsēklu ražu. Lietojot mikromēsļojumus BZn vai BCu kombinācijā ar fitohormonu Germinu, ražas pieaugums ir lielāks, nekā lietojot BZn vai BCu un Germinu atsevišķi un dažreiz pārsniedz to lielumu, kas būtu sagaidāms pēc aditivitātes likuma. It sevišķi tas izpaužas nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos.

Linu salmiņu ražas pieaugums, lietojot BZn 100 g (100 kg)⁻¹ bija 1,02 t ha⁻¹, Germinu 5 ml (100 kg)⁻¹ – 0,77 t ha⁻¹. Lietojot kombināciju BZn 100g (100 kg)⁻¹ + Germins 5 ml (100 kg)⁻¹, ražas pieaugums bija 1,15 t ha⁻¹, linsēklu ražas pieaugums bija attiecīgi 0.07 t ha⁻¹ un 0.15 t ha⁻¹ (1.tabula).

Biostimulatoru lietošana linu sējumos ne tikai palielina linu salmiņu un sēklu ražu, bet arī uzlabo iegūtās produkcijas kvalitāti (2.tabula).

1.tabula / Table 1.

Biostimulatoru ietekme uz linu salmiņu un linsēklu ražu (1998.–2000.g. Viļāni)
Influence of the biostimulators on the yield of flax straw and flax seeds (1998.–2000., Vilani)

Varianti Treatment	Deva Dose	Salmiņu raža Yield of flax straw		Sēklu raža Seeds yield	
		t ha ⁻¹	%	t ha ⁻¹	%
Kontrole N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100 (fons); Control N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O -100 (background)	–	5.34	100	0.62	100
Fons + Germins; Background + Germin	5 ml (100 kg) ⁻¹	6.11	114	0.66	106
Fons + BZn; Background + BZn	100 g (100 kg) ⁻¹	6.36	119	0.69	111
Fons + BZn + Germins; Background + BZn+Germin	100 g (100 kg) ⁻¹ 5 ml (100 kg) ⁻¹	6.49	121	0.77	124

R_{S0.05} 0.34 t ha⁻¹

R_{S0.05} 0.03 t ha⁻¹

Kontrole N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O -100 (fons); Control N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O -100 (background)	–	5.84	100	0.68	100
Fons + Germins; Background + Germin	5 ml (100 kg) ⁻¹	6.33	108	0.74	109
Fons + BCu; Background + Bcu	100 g (100 kg) ⁻¹	6.67	114	0.79	116
Fons + BCu + Germins; Background + BCu + Germin	100 g (100 kg) ⁻¹ 5 ml (100 kg) ⁻¹	7.08	121	0.87	128

R_{S0.05} 0.46 t ha⁻¹

R_{S0.05} 0.05 t ha⁻¹

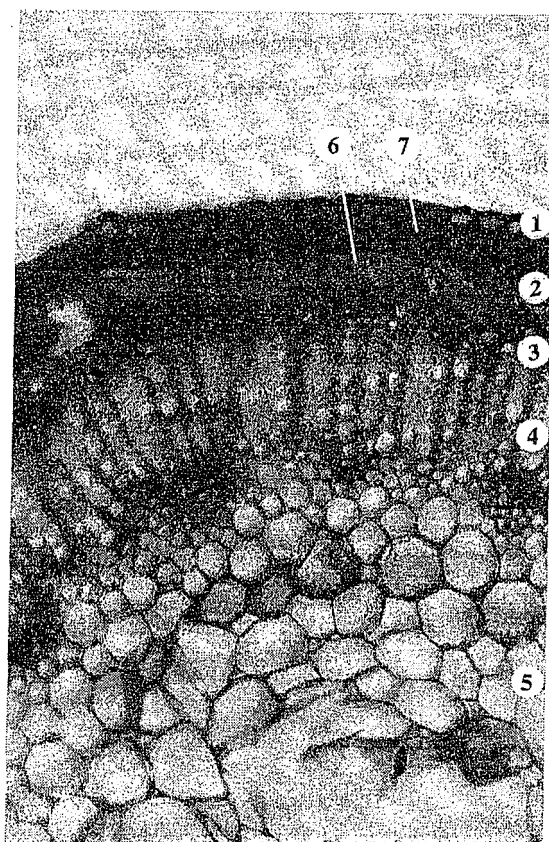
**Biostimulatoru ietekme uz linu salmiņu kvalitāti
(1998.–2000.g. Viļāni, linu šķirne 'Laura')**
**Influence of the biostimulators on the quality of the flax straw
(1998.–2000., Vilani, flax sort 'Laura')**

Varianti Treatment	Deva Dose	Linu saujas garums cm Lenght of flax handful, cm	Lietde- rība Useful- ness	Stiprība, kg Strenght kg	Lūksne % Broken flax, %	Salmiņu kvalitātes numurs Quality index
Kontrole N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100 (fons); Control N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100 (background)	-	71	0.90	24	27	1.70
Fons+Germins; Background + Germin	5 ml (100 kg) ⁻¹	74	0.90	24	28	1.80
Fons+BZn; Background+ BZn	100 g (100 kg) ⁻¹	75	0.91	24	28	1.90
Fons+BZn+ Germins; Background+ BZn+Germin	100 g (100 kg) ⁻¹ 5 ml (100 kg) ⁻¹	78	0.91	26	29	2.00
Kontrole N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100 (fons); Control N-20, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100 (background)	-	74	0.91	24	27	1.80
Fons+Germins; Background + Germin	5 ml (100 kg) ⁻¹	76	0.92	26	28	1.90
Fons+BCu; Background+ Bcu	100 g (100 kg) ⁻¹	78	0.92	25	28	1.90
Fons+BCu+ Germins; Background+ BCu+Germin	100 g (100 kg) ⁻¹ 5 ml (100 kg) ⁻¹	81	0.93	26	30	2.30

Jāatzīmē, ka 1999.gads bija ļoti nelabvēlīgs linu sējumiem un neražīgs, bet, lietojot mikromēsļojumus BZn un BCu kombinācijā ar fitohormonu Germinu, ražas pieaugums procentuāli bija samērā liels. Tas nozīmē, ka šo preparātu lietošana ievērojami palielina augu pretestību nelabvēlīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Nosakot garšķiedras linu stiebru kvalitāti, uzmanība jāpievērš ne tikai morfoloģiskajiem rādītājiem, bet arī to anatomiskajai uzbūvei. Literatūrā norādīts, ka garšķiedras linu visvērtīgākā daļa ir stiebra tehniskā daļa, ko veido stiebra daļa no dīgļlapu piestiprināšanās vietas līdz ziedkopas sazaršanās sākumam [5].

Garšķiedru linu šķirnes 'Laura' stiebru anatomiskā izpēte parāda, ka stiebrs gatavības fāzē sastāv no epidermas (1.attēls, 1), lūksnes (1.attēls, 2), kambija (1.attēls, 3), koksnes (1.attēls, 4) un serdes (1.attēls, 5). Īpaši labi stiebra lūksnes daļā izceļas lūksnes šķiedras (1.attēls, 6), kuru dēļ arī galvenokārt garšķiedras lini tiek audzēti. Atsevišķas elementāršķiedras savienojas šķiedru kūlišos. Jo blīvāk, ciešāk un vienmērīgāk ir izvietoti šķiedras kūliši, jo augstvērtīgāku šķiedru iegūst [6].



1.attēls. Linu šķirnes 'Laura' auga stiebra šķērs griezumus. Kontroles varianta augs. x 200.
 Fig. 1. Plant stem cross-section of flax sort 'Laura'. The control plant. x 200.

1 – Epiderma, 2 – lūksne, 3 – kambijs, 4 – koksne, 5 – serde, 6 – lūksnes šķiedras, 7 – lūksnes parenhīma.

1 – Epidermis, 2 – phloem, 3 – cambium, 4 – xylem, 5 – pith, 6 – phloem-fibers (flax-fibres), 7 – phloem parenchyma.

Griezumu divkārtšās krāsošanas rezultātā labi redzams, ka linu stiebriem gatavības fāzē elementāršķiedras savienojušās šķiedru kūlīšos, ko safranīns nokrāsojis intensīvi sarkanā krāsā (1.attēls, 6).

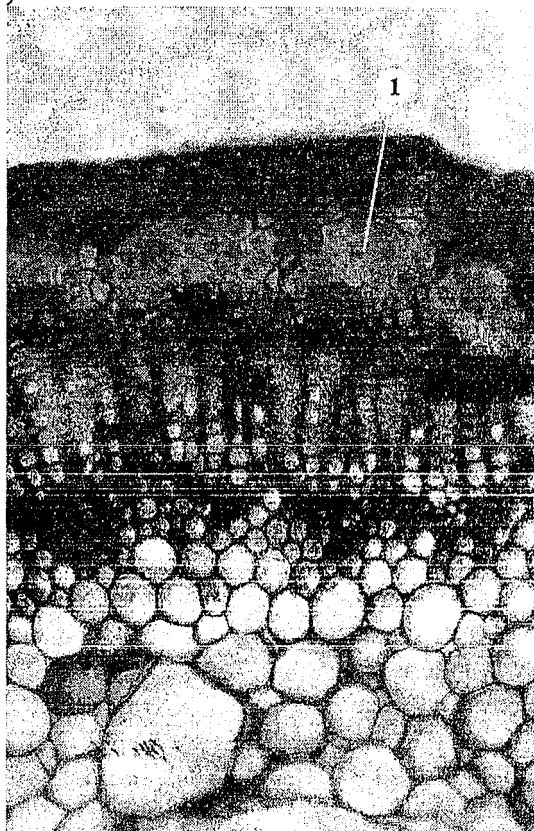
Pētot linu stiebru šķērs griezumus, mēs novērojām atšķirības dažādu variantu – kontroles, vara borāta, Germina, vara borāta un Germina maisījuma – linu stiebrus (1.–4.attēls). Kontroles varianta augiem lūksnes šķiedru kūlīši ir nelieli (1.attēls, 6), ar mazu elementāršķiedru (sklerenhīmas šūnu) daudzumu tajos – vidēji 8.9 (3.tabula). Stiebra lūksnes daļā daudz lūksnes parenhīmas šūnu, ko Astra zilais nokrāsojis zilā krāsā (1.attēls, 7).

3.tabula/Table 3.

Vidējais elementāršķiedru skaits lūksnes šķiedru kūlītī
The average of phloem fibers in the fibre bundle

Varianti Treatment	Kontrole Control	Bcu	Germins Germin	Bcu + Germins Bcu + Germin
Vid. ± st.nov. Aver. ± st.dev.	8.9 ± 2.06	18.6 ± 2.25	33.6 ± 4.01	50.4 ± 3.75

Linu stiebrs, kuru sēklas apstrādātas ar vara borātu, novēroti lielāki lūksnes šķiedru kūlīši – elementāršķiedru skaits tajos vidēji ir 18.6 (3.tabula). Arī griezumā krāsas reakcija norāda, ka šī varianta augos ir vairāk lūksnes šķiedru (2.attēls, 1). Krietni lielāks elementāršķiedru daudzums Germina varianta augu lūksnes šķiedru kūlīšos – vidēji 33.6 (1.tabula, 3.attēls).

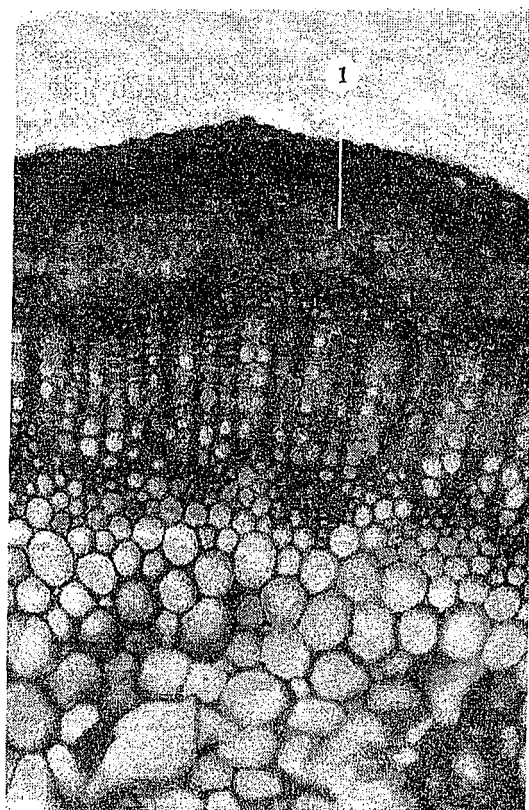


2.attēls. Linu šķirnes 'Laura' auga stiebra šķērsriezums. Auga sēklas pirms sējas apstrādātas ar vara borātu BCu. x 200.

Fig. 2. Plant stem cross-section of flax sort 'Laura'. The seed material were preplant treated with copper borate BCu. x 200.

1 – lūksnes šķiedras.

1 – phloem-fibres (flax-fibres).



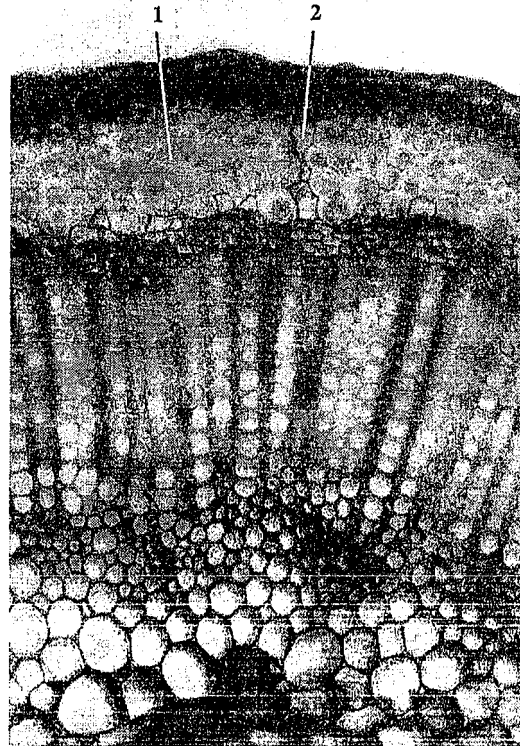
3.attēls. Linu šķirnes 'Laura' auga stiebra šķērsriezums. Auga sēklas pirms sējas apstrādātas ar Germinu. x 200.

Fig. 3. Plant stem cross-section of flax sort 'Laura'. The seed material were preplant treated with Germin. x 200.

1 – lūksnes šķiedras.

1 – phloem-fibres (flax-fibres).

Datu statistiskā analīze rāda, ka visaugstvērtīgāko šķiedru var iegūt no vara borāta un Germina maisījuma varianta augiem – šiem augiem lūksnes kūlīši izvietoti ļoti blīvi, cieši (4.attēls), un arī atsevišķu šķiedru skaits kūlītī no visiem variantiem ir vislielākais – vidēji 50.4 (3.tabuļa). Lūksnes parenhīmas šūnu stiebra lūksnes daļā ir ļoti maz (4.attēls, 2) un sklerenhīmas šķiedras stiebrā veido gandrīz noslēgtu cilindru (4.attēls, 1).



4.attēls. Linu šķirnes 'Laura' auga stiebra šķērsgriezums. Auga sēklas pirms sējas apstrādātas ar vara borāta BCu un Germina maisījumu. x 200.

Fig. 4. Plant stem cross-section of flax-sort 'Laura'. The seed material were preplant treated with copper borate plus Germin. x 200.

- 1 – lūksnes šķiedras.
- 1 – phloem-fibres (flax-fibres).

Tā kā Latvijas augsnēs ir novērojams mikroelementu vara, cinka un bora trūkums [7,8], nav grūti izskaidrot, kāpēc sēkļu apūdeņošana ar sīksdispersiem vara un cinka borāta preparātiem ievērojami palielina linu ražas kvalitāti un kvantitāti: uzlabojas fizioloģisko un bioķīmisko procesu norise augos. Savukārt citokinīnu dabas fitohormons Germins stimulē sēkļu dīgtspēju, augu augšanu un attīstību, palielina augu imunitāti [9].

Augu aizsardzības alternatīvo metožu izstrāde, ekoloģiski tīras produkcijas ieguves un vides atveseļošanas būtība ir inducēt augu izturību pret nelabvēlīgiem augšanas apstākļiem vai, citiem vārdiem, palielināt augu imunitāti. Viena no augu imunitātes palielināšanas iespējām ir tādu mikroorganismu izmantošana, kuri producē tā saucamos biogēnos elisitorus.

Varam turpmāk ieteikt ražotājiem izmantot linsēkļu pirmssējas apstrādi ar cinka un vara borātiem maisījumā ar fitohormonu-citokinīnu Germinu, lai palielinātu linu ražu un kvalitāti.

Literatūra

1. Stramkale V., Švarca F., Belousova R., Miške I. (1999) Agronomijas vēstis (Proceedings in Agronomy) N1, 82-85.
2. Švarca F., Stramkale V., Belousova R., Miške I. (1998) Paņēmiens linu salmiņu un linsēkļu ražas un kvalitātes paaugstināšanai. Latvijas patentu pieteikums. 98-83.
3. Braune W., Leman A., Taubert H. (1983) Pflanzenanatomisches Praktikum. 4.Aufl., G.Fischer Verlag, Stuttgart

4. Kondratovičs R. (1976) Augu anatomijas praktikums. – Rīga: Zvaigzne, 280 lpp.
5. Anspoks G. (1980) Linu audzēšana. – Rīga: Avots, 26.–30.lpp.
6. Lauksaimniecības enciklopēdija. 3.sēj. (1969) – Rīga: Liesma, 128.lpp.
7. Bambergs K., Balode A. (1965) Mikroelementi dārzenkopībā. – Rīga.
8. Riņķis G., Ramane H. (1983) Kā barojas augi. – Rīga: Avots.
9. Coenen C., Lomax T. (1997) Auxin–cytokinin interactions in higher plants: old problems and new tools. Trends in Plant Science. Vol.2, No. 9, pp.351–355
10. Stramkale V. (1994) Linu audzēšana. – Viļāni, 3.lpp

**PARASTĀS PRIEDES (PINUS SYLVESTRIS L.) KOKSNES
STRUKTŪRAS UN FIZIKĀLO ĪPAŠĪBU ĪPATNĪBAS ATKARĪBĀ
NO AUGŠANAS VIDES APSTĀKĻIEM
DEPENDENCE OF PINUS SYLVESTRIS WOOD STRUCTURE AND
PHYSICAL PROPERTIES ON GROWTH ENVIRONMENT
CONDITIONS**

**Kaspars Šķēle, Mgr.inž., pētnieks, Dace Cīrule, pētniece, Anda Alksne, pētniece,
Juris Hrols, Dr.hab.ķīm., vadošais pētnieks
Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts,
Dzērbenes 27, Rīga, LV – 1006, tālr.: 7551314,
e–pasts: xylon@edi.lv, fakss: 73 0635**

***Abstract.** The paper considers the variation of annual ring parameters and physical properties of wood of the pine species prevailing in Latvia's forests, depending on the forest type (bog–land, vacciniosa) and the growth region in Latvia (Vidzeme, Latgale). Wood samples were taken from the stem butt–end, the middle and $\frac{3}{4}$ of the height, in its sapwood or core part. An average annual ring width, latewood and earlywood width in the year ring, the percentage of latewood in the annual ring, wood density in oven–dry state (0), tangential swelling (tg) and radial swelling (rad) of wood, as well as volume swelling (v) and swelling anisotropy coefficient (k) of wood were determined for the samples. A comparison of these data shows that, in the majority of cases, the indices for the wood of pines grown in vacciniöse have higher values, which suggests the advantage of pine wood over the bog–land pine wood. In its turn, no unambiguous distinctions between the parameter values for pine wood of Latgale and Vidzeme origin were found, although the pine wood of Vidzeme origin had a somewhat higher indices. It may be concluded that the greatest impact on the leading pine wood properties is caused by the forest types regarded herewith, and not the belonging of the pine wood site to its different growth regions in Latvia.*

Ievads

Mežā esošie koksnes resursi ir viens no tiem nedaudzajiem resursu veidiem uz zemeslodes, kuram piemīt spēja atjaunoties. Sevišķi aktuāls jautājums par mežu, tā vietu cilvēka un sabiedrības dzīvī, ir kļuvis pēdējās desmitgadēs, jo mežs vairs netiek uzskatīts tikai par koksnes resursu avotu, bet ir cieši saistīts arī ar tādām kategorijām kā ekoloģija, atpūta, ainava u.tml. Lai meži, šī gadsimtos koptā un audzētā bagātība, varētu tikt saprātīgi un mērķtiecīgi izmantota un tālāk izkopta, ir nepieciešamas pamatīgas, visaptverošas zināšanas, gan par mežiem kā ekosistēmu kopumā, gan par atsevišķiem tā komponentiem. Jau izsenis visvairāk Latvijas teritorijā izplatītā koku suga ir bijusi priede (Pinus sylvestris L.), par kuras slaidumu un labajām tehniskajām īpašībām ir dzirdējis ne

viens vien tuvākā un tālākā apkaimē. Diemžēl trūkst izsmeļošas informācijas par šīs mūsu mežu valdošās sugas koksnes īpašībām, kā arī par faktoriem, kas nosaka šo īpašību vērtības koka augšanas un koksnes veidošanās procesā. Līdz galam neatbildēts ir arī jautājums par to, vai ir iespējams panākt koksnes īpašību optimizēšanu koka augšanas gaitā un kādā veidā tas visefektīvāk ir izdarāms. Tieši šai problēmai jau vairākus gadu desmitus ir pievērsušies koksnes zinātnieki visā pasaulē, meklējot savstarpējās likumsakarības starp augošu koku parametriem, tos ietekmējošajiem faktoriem un koksnes īpašībām, kas raksturo koksnes kvalitāti un dažādās pielietojamības iespējas. Šajā referātā ir dots ieskats par priedes koksnes īpašību atkarību no diviem faktoriem: meža augšanas apstākļu tipa (mētrājs, purvājs) un augšanas reģiona Latvijā (Latgale, Vidzeme).

Paraugkoki tika ņemti no Silenes un Strenču (priedes Latgales un Vidzemes izcelsmes apgabali Latvijā [1]) mežniecībās esošajām priežu audzēm, kas atrodas relatīvi tālu no blakus esošajiem priedes izcelsmes apgabaliem, tāpēc ir raksturojoši tiem. Parauglaukumi tika izvēlēti sausieņu meža tipā mētrājā (Mr) un slapjo mežu tipā purvājā (Pv), kuri pēc koku augšanas un koksnes veidošanās īpatnībām ir būtiski atšķirīgi, tādēļ sagaidāma to dažādā ietekme uz veidojošās koksnes struktūru un īpašībām. Saskaņā ar paraugu ņemšanas shēmu, pēc paraugkoku nozāģēšanas koksnes paraugi tika ņemti stumbra trīs dažādos augstumos – resgalī (R), pa vidu ($\frac{1}{2}$) un trīs ceturtdaļu augstumā ($\frac{3}{4}$), tā aplievas (A) un kodola (K) daļā. Pēc koksnes paraugu apstrādes eksperimentāli tika noteiktas vērtības sekojošiem koksnes gadskārtu parametriem un fizikālajām īpašībām [2]: vidējam gadskārtas platumam (G_{pl}), vēlinās (G_{pl_vk}) un agrinās (G_{pl_ak}) koksnes platumam gadskārtā, koksnes blīvumam absolūti sausā stāvoklī (ρ_0), koksnes lineārajai uzbriešanai tangentālajā (α_{tg}) un radiālajā (α_{rad}) virzienā, tilpuma uzbriešanai (α_v), bet, veicot tālākus aprēķinus, arī vēlinās koksnes īpatsvaru gadskārtā ($G_{vk_ \%}$) un koksnes uzbriešanas anizotropijas koeficientu (k_a).

Rezultāti

Purvāja un mētrāja II. Krafta klases priežu koksnes rādītāju salīdzinājums

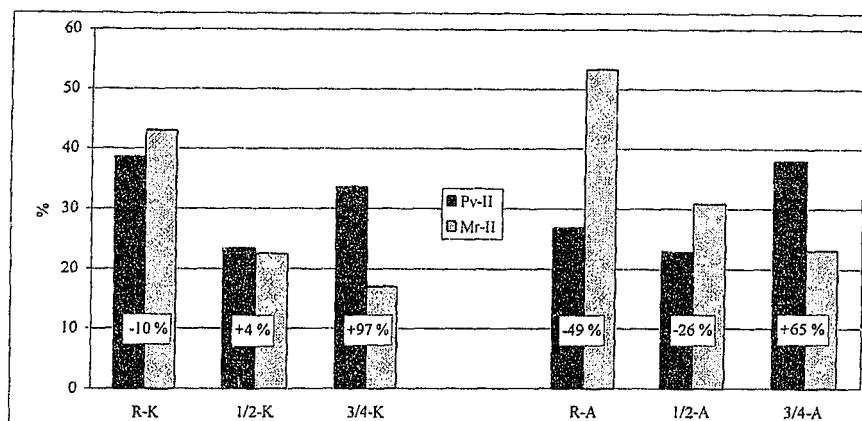
Vispirms apskatīsim dažādo augšanas apstākļu tipu ietekmi. Lai noskaidrotu, cik būtiskas atšķirības pastāv starp abu visai atšķirīgo pētījumos izmantoto meža augšanas apstākļu tipu – purvāja un mētrāja – priedes koksnes fizikālajām īpašībām un gadskārtu parametriem, purvājā iegūtie dati tika attiecināti pret attiecīgajiem mētrājā iegūtajiem datiem (skat.1.tab.). Salīdzinājums veikts II. Krafta klases priedes kokiem, jo parasti mežaudzēs dominē šīs Krafta klases koki.

1.tabula

Purvāja priedes koksnes gadskārtu parametru vērtību izmaiņas attiecībā pret mētrāja rādītājiem

	G_{pl}	G_{pl_vk}	$G_{vk_ \%}$	G_{pl_ak}
-K	2,58	2,31	0,90	2,78
R-A	1,50	0,76	0,51	2,34
$\frac{1}{2}$ -K	0,83	0,86	1,04	0,82
$\frac{1}{2}$ -A	0,51	0,38	0,74	0,57
$\frac{3}{4}$ -K	1,33	2,63	1,97	1,06
$\frac{3}{4}$ -A	0,96	1,58	1,65	0,78

Salīdzinot gadskārtas platumu, jāsaprot, ka tas atšķiras diezgan būtiski (pat par 158 %), taču šie rādītāji ņem pārsvaru kā purvājā, tā arī mētrājā. Bez tam gan gadskārtu platumu, gan vēlinās koksnes īpatsvara izmaiņu dinamika gadskārtā ir atšķirīga (sk. 1.att.) – mētrājā šie rādītāji līdz ar koka augstumu samazinās (minimālā vērtība koka galotnes daļā), bet purvājā minimālā tā vērtība ir stumbra 1/2 augstumā, ar ko arī izskaidrojamas šo gadskārtu parametru vērtību samērā lielās, taču neviennozīmīgās atšķirības.



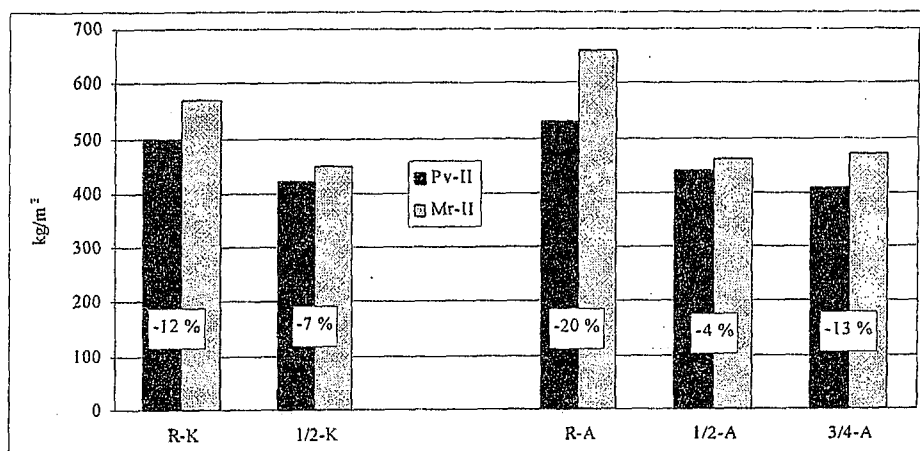
1.att. Purvāja un mētrāja priedes koksnes vēlinās koksnes īpatsvars gadskārtā $G_{vk}, \%$

Savukārt, salīdzinot purvāja un mētrāja II. Krafta klases priedes koksnes fizikālās īpašības (sk.2.tab.), redzams, ka koksnes blīvums, kā arī koksnes tilpuma uzbriešanas rādītāji augstāki ir mētrāja priedes koksnei (sk.2.att.). Savukārt koksnes uzbriešanas anizotropijas koeficients augstāks ir purvājā augušām priedēm.

2.tabula

Purvāja priedes koksnes fizikālo īpašību vērtību izmaiņas attiecībā pret mētrāja rādītājiem

	ρ_0	α_{rad}	α_{tg}	α_v	k_α
-K	0,88	0,84	0,91	0,96	1,08
R-A	0,80	0,70	0,79	0,79	1,13
1/2-K	0,93	0,37	0,82	0,84	2,21
1/2-A	0,96	0,93	0,95	0,93	1,02
3/4-A	0,87	0,80	1,01	0,93	1,26



2.att. Purvāja un mētrāja priedes koksnes blīvums absolūti sausā stāvoklī $\rho_0, \text{kg/m}^3$

Rezumējot veikto salīdzinājumu par gadskārtu parametru atšķirībām mētrāja un purvāja priedes II. Krafta klases kokiem, jāsecina, ka visumā tās ir vērojamas diezgan lielas, taču neviennozīmīgas. Tā vēlinās koksnes īpatsvars gadskārtā koka galotnes daļā lielāks ir purvāja priedēm, bet pārējā stumbra daļā – mētrāja priedēm. Salīdzinot purvāja un mētrāja II. Krafta klases priedes koksnes fizikālās īpašības, vērojams, ka mētrājā auguši kokiem koksnes kvalitāte ir augstāka, ko raksturo augstāks koksnes blīvums un zemākas koksnes uzbriešanas anizotropijas koeficienta vērtības, tāpēc mētrāja priedēm, salīdzinot ar purvāja priedēm, ir dodama priekšroka kā izejmateriālam koksnes mehāniskajā pārstrādē.

Latgales un Vidzemes izcelsmes apgabalu priežu koksnes rādītāju salīdzinājums

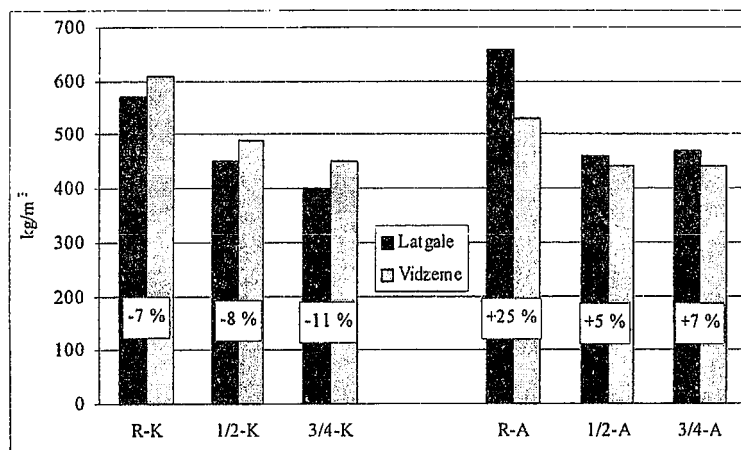
Latvijā parastajai priedei (*Pinus sylvestris* L.) izšķir četrus izcelsmes apgabalus. Par to, vai tas ietekmē arī priedes koksnes īpašības, informācija tikpat kā nav atrodamā. Šeit apskatīts, kādas īpatnības ir vērojamas divu Latvijas priedes izcelsmes apgabalu – Latgales un Vidzemes mētrājā augušu priežu koksnes fizikālo īpašību starpā. Kā rāda iegūto datu salīdzinājums (sk. 3.tab.), tad fizikālo īpašību attiecības nav vien

3.tabula

Mētrāja Latgales izcelsmes apgabala priedes koksnes fizikālo īpašību vērtību izmaiņas attiecībā pret Vidzemes izcelsmes apgabala rādītājiem

	ρ_0 ,	α_{rad} ,	α_{tg} ,	α_v ,	k_α
-K	0,93	0,70	1,02	0,78	1,44
R-A	1,25	1,16	1,13	0,96	0,97
1/2 -K	0,92	0,93	1,13	0,93	1,22
1/2 -A	1,05	0,90	1,15	0,93	1,29
3/4 -K	0,89	0,55	1,35	0,78	2,47
3/4 -A	1,07	1,11	1,02	0,99	0,92

19.att. redzams, ka koksnes blīvums kodolā lielāks ir Vidzemes izcelsmes apgabala priedei, bet aplievā – Latgales izcelsmes apgabala priedei. Summārie uzbriešanas rādītāji lielāki ir Vidzemes izcelsmes apgabala mētrāja priedei. Turpretim koksnes uzbriešanas anizotropijas koeficienta vērtības kopumā augstākas novēro Latgales izcelsmes apgabala priedēm (sevišķi izteikti tas ir novērojams koksnes kodola daļā).



3.att. Mētrāja Latgales un Vidzemes izcelsmes apgabalu priedes koksnes blīvums absolūti sausā stāvoklī ρ_0 , kg/m³

Kopumā jāsaprot, ka Vidzemes izcelsmes apgabala priedēm koksnes kvalitāte ir nedaudz augstāka, ko raksturo augstāks koksnes blīvums un zemākas koksnes uzbriešanas anizotropijas koeficienta vērtības.

Noslēgums

Atspoguļotā pētījuma rezultāti nekādā gadījumā nepretendē uz šeit minēto augšanas vides apstākļu ietekmes vispārinātu attiecināšanu Latvijas mērogā. Tam būtu nepieciešams veikt daudz apjomīgāku pētījumu ar lielāku paraugkoku skaitu. Taču zināmu ieskatu un vērojamās tendences, vadoties no iegūtajiem rezultātiem, ir iespējams izdarīt. Kā rāda veiktais gadskārtu parametru un fizikālo īpašību vērtību salīdzinājums gan meža augšanas apstākļu tipu (mētrājs, purvājs), gan priedes izcelsmes apgabalu (Latgale, Vidzeme) starpā, tad vērojamas visai dažādas tendences kā skaitliski, tā arī kvalitatīvi. Tā neatkarīgi no meža tipa un izcelsmes apgabala, koksnes blīvums virzienā no stumbra resgaļa uz galotni samazinās (sk. 2., 3.att.), taču koksnes blīvumu ietekmējošais vēlinās koksnes īpatsvars gadskārtā rāda atšķirīgas tendences – purvājā minimālo vērtību, sasniedzot stumbra $\frac{1}{2}$ augstumā, bet mētrājā $\frac{3}{4}$ augstumā (sk.1.att.). Izvērtējot purvāja un mētrāja priedes koksnes gadskārtu parametru un fizikālo īpašību salīdzinājumu (sk. 1., 2.tab.), vairumā gadījumu mētrājā augušo priedu koksnes rādītāji uzrāda augstākas vērtības, kas ļauj domāt par mētrāja priedes koksnes priekšrocībām tās pielietojumā, salīdzinājumā ar purvāja priedes koksni. Aplūkojot mētrāja priedes Latgales un Vidzemes izcelsmes apgabalu koksnes fizikālo īpašību salīdzinājumu (sk. 3.tab.) jāuzsver, ka viennozīmīgas atšķirības starp Latgales un Vidzemes izcelsmes apgabalu priedes koksnes parametru vērtībām netika konstatētas, kaut arī Vidzemes izcelsmes apgabala priedes koksnei vērojami nedaudz augstāki rādītāji, tādējādi fizikālo īpašību salīdzinājums nenorāda uz likumsakarībām, kas būtu par pamatu tam, lai teiktu, ka koka piederība kādam priedes izcelsmes apgabalam viennozīmīgi saistāma ar augstākām fizikālo īpašību rādītāju vērtībām. Rezumējot iepriekš teikto jāsecina, ka starp purvājā un mētrājā augušo priedu koksnes īpašību vērtībām pastāv lielākas atšķirības nekā starp Vidzemes un Latgales izcelsmes apgabalos konstatētajām priedes koksnes īpašību vērtībām. Tātad lielāku ietekmi uz veidojošās priedes koksnes īpašībām atstāj šeit apskatītie meža augšanas apstākļu tipi, nevis priedes augšanas vietas piederība atsevišķiem tās augšanas apgabaliem Latvijā.

Literatūra

- 1 – Birģelis J. u.c. Meža rokasgrāmata. – Rīga : Elektriķu institūts, 1998. – 222 lpp.
- 2 – Normen über Holz: DIN-Taschenbuch 31. Beuth Verlag GmbH, Berlin 1991. – 245 S.

BIODEGVIELA DABAS AIZSARDZĪBAI BIOFUEL FOR NATURE PROTECTION

Arnolds Šķēle, Dr. habil.sc.ing., profesors; Vilis Dubrovskis, Dr. sc. ing., vadošais pētnieks; Andris Upītis, Dr. sc.biol., vadošais pētnieks; Andis Kārklīņš, Mg. sc. ing., pētnieks; Miervaldis Kristapsons, Dr. sc. biol., vadošais pētnieks; Imants Ziemelis, Dr. sc. ing., asoc. profesors

Latvijas Lauksaimniecības universitāte,

Darba vides katedra,

Akadēmijas ielā 11, Jelgavā LV-3001, tel.: 3026059; 3024901;
9170896

e-pasts : mfdek@cs.ltu.lv , fakss: 3021619

Abstract. Energy sector has been one of the most important priorities since reestablishment of the independence of Latvia. The deficiency of energy resources in Latvia has created a need to assess all the possibilities to utilize all the local energy resources, including the biological ones, to motivate the trends in the development of energetics in Latvia. Therefore data have been collected, calculations made and possibilities analysed to replace the imported energy resources. From the renewable energy in Latvia there are used the wind, solar, hydraulic and bioenergy. A biofuel programme has been worked out in Latvia. It is envisaged to develop the production of ethanol and rape oil for vehicle engines. For this purpose an arable area of 288 thousand ha is needed. A huge non-utilised reserve in Latvia is methane fermentation of organic agricultural and municipal residue and sewage from food industry. It is calculated that about 170 million m³ biogas can be obtained in Latvia. Implementation of the fuel programme will stimulate Latvia's economy.

Ievads

Mūsdienu cilvēce nav iedomājama bez enerģijas izmantošanas visās tautsaimniecības nozarēs. Enerģijas ražošana ir saistīta ar apkārtējo vidi. Riodežaneiro samita lēmumā 1992. g. pasaules valstis tika brīdinātas par globālām briesmām, kas sagaidāmas fosilās degvielas intensīvas dedzināšanas rezultātā. Globāla sasilšana un ar to saistītās klimata izmaiņas tuvākā nākotnē ietekmēs ikvienu pasaules valsti. Arī citu enerģijas veidu iegūšana saistīta ar apkārtējās vides piesārņojumu. Enerģijas ražošanas un izmantošanas ietekmes samazināšana uz apkārtējo vidi ir viens no enerģētikas turpmākās attīstības pamatiem. Arī Latvija 1994. gadā ir ratificējusi ANO Vispārējo klimata izmaiņu konvenciju un 1997. gadā parakstījusi Kioto protokolu, uzņemoties saistības par to, ka siltumnīcas efektu veidojošo gāzu emisija mūsu valstī 2012. gadā nepārsniegs 92% no 1990. gada līmeņa. Līdzīgas saistības uzņemušas daudzas rietumvalstis. Lai to veiktu, nepieciešami prāvi līdzekļi. Lai samazinātu enerģētikas negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi, Latvija ir ieinteresēta iesaistīties arī vienotā enerģētikas tīkla izveidē apkārt Baltijas jūrai, t. i., projektā "Baltijas loks", kas ietver nepieciešamos vides aizsardzības pasākumus. Visā pasaulē strādā pie energoefektivitātes paaugstināšanas visos enerģētiskā cikla posmos. Palielinās atjaunojamo energoresursu, tajā skaitā bioenerģijas, izmantošana, lai novērstu vai samazinātu neracionālu dabas resursu patērēšanu. Mūsu pētījumu mērķis ir novērtēt nozīmīgākos atjaunojamās enerģijas resursus un dabai nekaitīgu biodegvielu ražošanas iespējas Latvijā.

Metodes un materiāli

Statistisko datu savākšana, apstrāde un analīze par pašreiz izmantotajiem un perspektīvā nepieciešamajiem enerģētiskajiem resursiem. Ievērojot lauksaimniecības kultūru ražību un pašreizējo modernāko pārstrādes tehnoloģiju Latvijā, aprēķinu ceļā noteikt iespējas daļēji nodrošināt šīs vajadzības ar atjaunojamiem bioresursiem.

Rezultāti

Lielākie enerģētisko resursu patērētāji ir spēkrati un apkures sistēmas. Siltuma vajadzībām patērē 66% no visa Latvijā patērējamā enerģijas daudzuma, bet transportam 23%. Līdz ar to lielākie apkārtējās vides piesārņotāji ir transports un apkures katli. Analizējot kurināmā struktūru Latvijā, redzams, ka apsildīšanai izmanto dabas gāzi (ap 40%), mazutu un akmeņogles (ap 30%), bet koksni un kūdru ap 28%. Mazuts un akmeņogles ir vieni no kaitīgākajiem kurināmiem, jo, tiem sadegot, dūmgāzēs ir slīdzinoši daudz sēra un slāpekļa oksīdu. Tādēļ pēdējos gados ir pieaugusi gāzes izmantošana siltuma vajadzībām. Latvijai, pateicoties ģeoloģiskiem veidojumiem, nozīmīga būs dabas gāzes glabātavu ierīkošana Snēpelē, Aizputē, Dobelē un citur, kur varētu noglabāt gāzi ziemas periodam Rietumeiropai. Tomēr ir ļoti svarīgi, lai Latvijai būtu no importa neatkarīga enerģētika. Tam nolūkam veic pētījumus atjaunojamo resursu izmantošanai. Analizējot datus par vietējiem atjaunojamiem enerģētiskiem resursiem, redzam, ka nozīmīgi Latvijai var būt ūdens, vēja, saules un bioresursi. Ūdens spēkstacijām Latvijā ir sena vēsture. 1950. gados Latvijā darbojās ap 520 hidroagregātu, no kuriem ap 300 ražoja elektrisko enerģiju ar kopējo jaudu 2,34 MW. Tomēr laikā no 1954. līdz 1977. g. mazo hidrostaciju darbība bija apturēta un daļa agregātu demontēta. Mazo hidrostaciju rekonstrukcija sākās kopš 1990. g. un turpinās vēl šodien.

Saules enerģiju Latvijā izmanto galvenokārt siena sagatavošanā. Tomēr sakarā ar jaunu, modernu rupjās barības sagatavošanas tehnoloģiju ieviešanu saules enerģiju izmanto arvien mazāk. Nozīmīga saules enerģijas izmantošana var būt graudu žāvēšanā ar siltu gaisu un silta ūdens sagatavošanā mājsaimniecības vajadzībām individuālās dzīvojamās mājās. Tomēr saules enerģiju ir iespējams izmantot vairāk (Skele 1999).

Arī vēja enerģija Latvijā tika izmantota kopš seniem laikiem. Pirms otrā pasaules kara samērā plaši izmantoja mazas jaudas vēja ģeneratorus, kurus kopā ar akumulatoriem izmantoja, galvenokārt, apgaismošanas vajadzībām. Visas iekārtas ražoja vietējā rūpnīcā VEF. Kara laikā un pēc kara, vēja ģeneratori tika iznīcināti. Kopš 1990. gada vēja ģeneratoriem atkal pievērta uzmanību uz jaunas tehnoloģiskas bāzes. Izveidoti dažādi vēja ģeneratoru varianti, tomēr plašu pielietojumu tie nav ieguvuši (Shipkovs 1993).

Samērā liels ir augu biomasas potenciāls, kurš atjaunojas katru gadu. Ļoti nozīmīgi Latvijā ir koksnes resursi. Meži mūsu valstī aizņem vairāk kā 40%. Netraucējot mežu attīstībai, katru gadu var izcirst līdz 11,7 milj. kubikmetru koksnes. Daudz kokmateriālu eksportējam. Tomēr koku zari, galotnes un atgriezumi no koksnes pārstrādes netiek izmantoti. Neizmantotās koksnes daudzumu vērtē ap 5 milj. kubikmetru. Taču šo mazvērtīgo koksni ērti izmantot šķeldas veidā, jo tad koksnes dedzināšanas procesu var automatizēt. Latvijā pārbūvētas vairāk kā 240 katlu mājas koksnes kurināmajam ar kopīgo jaudu virs 280 MW. Lielu palīdzību starptautisko programmu ietvaros, sniegušas Ziemeļu zemes, galvenokārt Dānija un Zviedrija. Darbi par enerģētiskās koksnes izmantošanu apkures vajadzībām turpinās saskaņā ar Latvijas Ekonomikas ministrijas apstiprināto programmu. Latvijas katlu ražotājfirmas arī iesaistītas programmas izpildē.

Nozīmīgs bioloģisks enerģētiskais resurss Latvijā ir kūdra. Pēc speciālistu vērtējuma kūdras resursi izpētīti aptuveni 5700 purvos ar kopējo platību 640 tūkst. hektāru, kas aizņem 10% no Latvijas teritorijas. Kūdras ieguvē darbojas aptuveni 11

uzņēmumu, apstrādājot ap 10 tūkstošos hektāru. No šīs teritorijas aptuveni 1800 ha iegūst frēzkūdrū, kurai ir vairākas priekšrocības salīdzinot ar gabalkūdrū. No kūdras iegūst apmēram 25 tūkst. tonnu kūdras briķešu. Izmantojamos enerģētiskās kūdras resursus vērtē 613 milj. kubikmetru vai 94 miljonu tonnu. Katru gadu purvos dabiskais kūdras pieaugums ir 1 miljons tonnu. Kūdras izmantošanu enerģētiskām vajadzībām varētu krietni paplašināt, tomēr Latvenergo plāno atteikties no kūdras izmantošanas Rīgas TEC-1, lai gan tas ir viens no vislētākajiem kurināmiem. Lielu tautsaimniecisko efektu varētu dot kūdras ķīmiskā pārstrāde. Sūnu purvu kūdrū samērā viegli var pārstrādāt glikozē un no tās raudzējot iegūt etilspirtu, kuru var izmantot kā transporta degvielas piedevas vai izejvielu ķīmiskai rūpniecībai.

Tomēr daudz enerģijas, ko var dot fotosintēzes produkti, netiek izmantoti. Pasaulē daudz strādā pie biodegvielu ieviešanas naftas produktu vietā. Arī Latvijā prof. M. Beķera vadībā izstrādāta programma "Biodegvielu ražošana un izmantošana Latvijā". Programmā paredzēts izbūvēt biodegvielu ražotnes un ražot dažādas transporta degvielas vai to piedevas.. Viens no programmā paredzētiem virzieniem biodegvielu ražošanā ir alkohola degvielas ražošana kā piedevu benzīnam. Otrs virziens ir dīzeļdegvielas ražošana no augu eļļām. Perspektīva augu eļļu ražošanai Latvijā varētu būt rapša audzēšana. Trešais biodegvielu virziens ir gāzveida degvielu (kokgāzes un biogāzes) ražošana no koksnes un lauksaimnieciskiem atkritumiem. Gāzveida degvielu var izmantot gan kā kurināmo apsildes sistēmās, gan kompresejot kā degvielu spēkratiem.

Vistālāk programmas izpildē ir darbi bioetanola ražošanai. Izstrādāti tehniski ekonomiskie pamatojumi jaunas bioetanola rūpnīcas celtniecībai graudu pārstrādei spirtā. Spirta izmantošanai kā piedeva benzīnam, jau ir pieredze no 1930. gadiem, kad Latvijā ražoja "Latolu", kas bija spirta un benzīna maisījums attiecībā 1:1 vasarā un 1:2 ziemā. Alkohola kā automobiļu degvielas izmantošanas pieredze ir Brazīlijai, ASV, Francijai u.c. valstīm. Tomēr trīsdesmito gadu pieredze Latvijā maz izmantojama, jo mainījusies ir spirta iegūšanas tehnoloģija un mainījusies motoru konstrukcija. Tādēļ LLU veikti pētījumi par alkoholdegvielu izmantošanu maisījumā ar benzīnu, izplūdes gāzu sastāva izmaiņām pie dažāda spirta daudzuma piejaukuma, spirta-benzīna šķīdības raksturlielņiem, oktānskaitļa izmaiņām pie dažāda spirta satura maisījumā u. c. rādītājiem (Skele 1999). Ja spirta piedevu benzīnam plānotu tikai 5%, tad uz 2005. gadu vajadzētu 32,86 tūkst. t etanola gadā. Lai saražotu 1 tonnu etanola, vajadzīgs 3 t graudu vai 7 t kartupeļu. Tātad gadā vajadzēs vairāk kā 97 tūkst. t graudu un būs vajadzīgs ap 39 tūkst ha lauksaimniecības zemes (Daņiļevičs 1999.).

Biodegvielu ražošanas un izmantošanas programmā paredzēts attīstīt biodīzeļdegvielas ražošanu no rapša sēklām. Rapša eļļas iegūšana iespējama gan nelielās skrūvpreses iekārtās gan lielās rūpnīcās. Taču rapša eļļu dīzeļdzinējos var izmantot tikai pēc to pārbūves. Tāpēc dīzeļdegvielu labāk iegūt, esterificējot augu eļļas, jo tādā gadījumā nav nepieciešama motoru pārbūve un esterificēto rapša eļļu var sajaukt jebkurā proporcijā ar dīzeļdegvielu (Bekers 1999; Gulbis 1999). Vairums traktoru ražotāju norāda, ka biodīzeli var lietot bez ierobežojumiem.

Viena no neizmantotām rezervēm enerģijas ieguvei, saudzējot dabu, ir organisko vielu metānfermentācija. No organiskiem atkritumiem, tiem sadaloties anaerobos apstākļos, veidojas metāns un oglekškābā gāze. Metāns ir viena no bīstamākajām siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm (vairāk kā 20 reizi), tādēļ metāna savākšanai un izmantošanai ir liela enerģētiska un ekoloģiska nozīme. Organiskie atkritumi veidojas lauksaimniecības produkcijas ražošanā, pārstrādē un patēriņā. No augiem cilvēku un dzīvnieku vajadzībām bieži vien izmanto tikai nelielu daļu. Biešu lapas, sakņu atgriezumi u. c. kļūst par atkritumiem. Visbiežāk pēc ražas novākšanas tos iear augsnē. Tas izjauc C:N attiecību par labu ogleklim un prasa papildus ieguldījumus optimālās attiecības

atjaunošanai. Pārstrādājot biogāzes iekārtās dzīvnieku un putnu mēslus, augkopības atkritumu pievienošana ir vēlama, jo palīdz uzlabot C:N optimālo attiecību biogāzes ražošanai.

Pateiz visā pasaulē notiek attieksmes maiņa attiecībā uz atkritumiem, intensīvi tiek meklēti jauni, videi draudzīgi utilizācijas un pārstrādes paņēmieni, izmantojot otrreizējās izejvielas un iegūstot biogāzi enerģētiskām vajadzībām. Pasaulē parādījušies projekti sauso organisko atkritumu pārstrādei biogāzē, intensificējot biogāzes iegūšanu. Tomēr šajā virzienā pētījumi nav veikti un tādēļ projektu izejas datus ir daudz nepamatotu pieņēmumu. Mūsu aprēķini rāda, ka šie pieņēmumi ir nepareizi, tādēļ nepieciešami papildus pētījumi.

Siltajās zemēs, kā Indijā, Ķīnas dienvidos, Taizemē u. c., ir izstrādātas un tiek realizētas biogāzes programmas. Ķīnā un Indijā darbojas vairāki miljoni sīku un vidēji lielu (ciematu) biogāzes iekārtu (Šķēle 1999). Vācijā un Ziemeļvalstīs būvē lielākas organisko atkritumu pārstrādes un biogāzes ražošanas iekārtas. Lielām organisko atkritumu pārstrādes iekārtām samazinās kapitālieguldījumi un enerģijas zudumi uz saražoto enerģijas vienību, bet palielinās transporta izdevumi organisko atkritumu pārvešanai uz pārstrādes vietu. Lauku reģionos atkritumu transportēšanai bez dažāda tipa autotransporta izmanto arī traktoros. Organisko atkritumu savākšanai, iekraušanai un sagatavošanai pārstrādei vajadzīgi tehniskie līdzekļi, enerģija un darba spēks. Tādēļ kopumā veidojas komplicēta organisko atkritumu savākšanas, transporta sagatavošanas un pārstrādes sistēma, kurā ir daudz variablu elementu, sākot ar organisko vielu daudzumu un sastāvu, un beidzot ar atlikumproduktu un biogāzes glabāšanu un izmantošanu. Šīs sistēmas darbību var sarežģīt arī apstākļi, ka dažiem atkritumu veidiem (piemēram, augkopības) ir sezonāls raksturs. Lai pamatotu optimālo organisko atkritumu pārstrādes reģionu lielumu, tehnoloģiju un tehnisko līdzekļu izvēli, ir nepieciešams matemātiskais modelis optimizācijas aprēķinu veikšanai. Lai optimizācijas aprēķinos ievietotu reālus izejas datus, jāveic arī eksperimentālus pētījumus šo datu iegūšanai.

Latvijā pašreiz darbojas vairāk nekā 500 dažāda lieluma izgāztuves, no kurām lielākā daļa neatbilst vides aizsardzības prasībām un tuvākā laikā tiks slēgtas, jo tās nenovērš metāna izdalīšanos atmosfērā turpmākos gados ar visām no tā izrietošām kaitīgām sekām. Perspektīvē tiek paredzētas 10–12 reģionālās izgāztuves, taču arī tajās pašreiz nav paredzēta metāna savākšana.

Tādēļ tuvākajos gados paredzēts, izmantojot pasaules pieredzi, izstrādāt sistēmu vietējiem Latvijas apstākļiem lauksaimnieciskās ražošanas, pārtikas rūpniecības un komunālo atkritumu pārstrādei videi draudzīgā formā, iegūstot biogāzi enerģētiskām vajadzībām un mēslojumu augkopībai.

Izpētot pašreizējās iespējas biogāzes iegūšanai no lopkopības atkritumiem, redzams, ka mājdzīvnieku ekskrementu pārstrāde varētu dot ap 100 milj. m³ biogāzes gadā, vienlaicīgi samazinot smakas, iznīcinot kaitīgo mikrofloru un samazinot apkārtējās vides piesārņojumu. Pieņemot, ka tiek savākti tikai 10% no augkopības atkritumiem, un, pārstrādājot tos biogāzē, varētu iegūt aptuveni 28 milj. m³ gāzes. Izvērtējot komunālās saimniecības notekūdeņus un atkritumus, tos pārstrādājot, varētu iegūt ap 20 milj. m³ biogāzes. Kopā reāli iegūstams gandrīz 170 milj. m³ biogāzes gadā, kas ekvivalents ap 130 milj. m³ dabas gāzei. Tomēr, aprēķinot iegūstamās enerģijas pašizmaksu, biogāze izmaksā dārgāk nekā dabas gāze, jo tās ražošanai nepieciešami lielāki kapitālieguldījumi, salīdzinot ar dabas gāzes cauruļvadu izbūvi.

Biogāze ir izmantojama tāpat kā dabas gāze. Parasti biogāzi sadedzina kurtuvēs apkures sistēmās un siltā ūdens iegūšanas iekārtās. Biogāzes siltumspēja ir atkarīga no metāna daudzuma gāzē. Vidēji biogāzes siltumspēju vērtē ap 21,6 MJ/m³. Jārēķinās vēl arī ar to, ka daļa siltuma jāpatērē, lai uzturētu fermentēšanas procesam nepieciešamo

temperatūru. Lai nodrošinātu termofilā temperatūras režīma apstākļus, jāuztur raudzēšanas temperatūra 50–60 °C. Vasaras periodā, kad telpu apsildīšana nav vajadzīga, biogāzi var izmantot iekšdedzes motoru darbināšanai, elektrības ražošanai. Gāzveida degvielas viegli sajaucas ar gaisu un līdz ar to pilnīgāk sadeg. To atgāzēs mazāk toksisko vielu, kas neatšķaida eļļu karterī un motoram ir labāka eļļošana, sevišķi motora iedarbināšanas periodā. Ļoti svarīga gāzveida degvielu īpašība ir to augstais oktānskaitlis (biogāzei 120–125), kas ļauj to izmantot motoros ar augstāku kompresijas pakāpi. Šī īpašība atļauj viegli pārbūvēt dīzeļmotorus darbam ar biogāzi, neizmantojot to kompresijas pakāpi. Šeit var būt divi pārbūves varianti: 1) pielietojot dubultdegvielu sistēmu, kad 75% motora jaudas nodrošina biogāze, bet 25% dīzeļdegviela, kura šajā gadījumā darbojas kā pilotdegviela, nodrošinot degmaisījuma aizdedzināšanu vai 2) dīzeļmotoru pārbūvējot par dzirksteļziedzes motoru. Pēdējā variantā motora pārbūve ir sarežģītāka. Biogāzi pēc attīrīšanas, var izmantot arī spēkratu darbināšanai. Tam nolūkam ir nepieciešami augstspiediena baloni un kompresora iekārta. Spēkratu darbināšanai ar kompresētu dabas gāzi pasaulē jau ir liela pieredze un to izmanto arī Latvijā.

Secinājumi

1. Neskatoties uz enerģētisko resursu trūkumu Latvijā, atjaunojamie resursi tiek izmantoti nepietiekoši.
2. Biodegvielas programmas realizācija palielinās nodarbinātību laukos un pārstrādes rūpniecībā, palielinās ekonomiskās aktivitātes un ienākumus Latvijā.
3. Biodegvielu izmantošana samazinās importējamās degvielas vajadzību.
4. Biodegvielas izmantošana samazinās fosilo degvielu vajadzību un to kaitīgo ietekmi uz apkārtējo vidi

Literatūra

1. Skele A., Pankovs I., Kikans I. The utilization of solar energy in hay making. // Renewable energy in agriculture. Proceedings of the international conference. Raudondvaris, Lietuva, 1999, p. 25–32.
2. Shipkovs P., Skele A. Wind plants in Latvia. // Proceedings of international conference "Renewable energy sources in agriculture". Kaunas, Lietuva, 1993 p. 53–58.
3. Skele A., Bremers G., Birzietis G. Latol production for vehicle engines // Energy and agriculture towards the third millenium. 1999 Athens Greece 2–5 June Vol.1 p.212–220.
4. Daņiļevičs A. Bioetanola ražošanas ekonomiskie aspekti. // Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums 1999. g. 12. novembrī Jelgavā, 30.–34. lpp.
5. Beķers M., Viesturs U. Biodegvielas ieguves tehnoloģija un tās realizācijas iespējas Latvijā. // Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" 1999. g. 12. novembrī Jelgavā 5.–9. lpp.
6. Gulbis V., Birzietis G. Biodegvielu izmantošana traktoros, automobiļos un koģenrācijas stacijās. // Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" 1999. g. 12. novembrī Jelgavā, 22.–29. lpp.
7. Šķēle A. u. c. Biogāzes ieguves tehnoloģija no lauksaimnieciskās ražošanas atlikumiem un komunālajiem atkritumiem un tās izmantošanas iespējas. // Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" 1999. g. 12. novembrī Jelgavā 15.21. lpp.

NOTEKŪDEŅU AERĀCIJAS IEKĀRTU ELEKTRISKĀS PIEDZIŅAS ENERGOEKONOMIKA ENERGOECONOMICS OF ELECTRICAL DRIVES FOR WASTE WATER AERATION UNITS

Andris Šnīders, Dr.h.inž., profesors
LLU TF Lauksaimniecības enerģētikas institūts
J.Čakstes bulv. 5, Jelgava LV-3001
tel.: 3022242, 3080687
e-pasts: sniders@cs.llu.lv
fax: 3027238

Abstract. This article discusses essential aspects of Induction motor's (IM) selection for reconstruction projects of waste water purification plants as well eventual saving of electric power in waste water pneumatic aeration units by using regurable electrical drives. Experience has proven that it is almost always cost effective to raplace old unefficient motor with new energy efficient and reliable unit. Anyway economical calculations must be perform. The paper considers methods and results of economic effect calculation from energy savings in three phase IM dependent on their efficiency, power factor, operation time and reliability. The higher the motor's energetic indices, the higher the effect from electrical energy saving and the lower the payment time of additional charges.

Most electric power is consumed during waste water pneumatic aeration because it is an uninterrupted process. Analysis of the biological oxygen need for communal waste water purification prove that the medium required air blower's productivity is 50-60% of maximum value. Therefore the regulation of air blowers by using frequency converter is vitally important for energy saving and profitability of communal waste water biological purification plants. Calculations show that use of reguable air blower with frequency converter is profitable for medium and large scale purification plants. The payment time of the additional charges for frequency converter and automation are about 2 years and lower if the rated power of air blower's electrical drive is 15 kW and higher, but medium energy saving exceeds 30% in comparison with rated value.

1. Ievads

Enerģijas ekonomija ir pasaules mēroga aktuāla problēma, kuras risināšanai tiek pievērsta pastiprināta uzmanība. Īpaši tas attiecas uz nepārtrauktiem, energoietilpīgiem procesiem, kuru optimizācija dod ievērojamu enerģijas ekonomijas efektu. Enerģijas racionālai izmantošanai ir arī ekoloģiska nozīme, jo iekārtai ar mazāku enerģijas patēriņu ir augstāks ekoloģiskās atbilstības indekss. Viens no šādiem energoietilpīgiem un ekoloģiski nozīmīgiem procesiem ir notekūdeņu attīrīšana.

Pieteiktā problemātika Latvijai ir aktuāla saistībā ar lieliem notekūdeņu attīrīšanas ietaišu rekonstrukcijas projektiem, kuros kapitālieguldījumu ievērojamu daļu sastāda tehnoloģiskās iekārtas ar elektrisko piedziņu. Īpašs statuss ir notekūdeņu aerācijas iekārtām, kas nodrošina attīrīšanas procesa nepārtrauktību un ir lielākais elektroenerģijas patērētājs. Tādēļ aerācijas iekārtu elektriskās piedziņas izvēle rekonstrukcijas procesā un tās optimāla regulēšana ir ne tikai tehnisks, bet arī ekonomisks jautājums.

Pētījumi parāda, ka ilgstošas un nepārtrauktas darbības tehnoloģisko iekārtu piedziņai jāizvēlas asinhronie elektrodzinēji (AD) ar augstu energoefektivitāti un ekspluatācijas drošumu [1]. Veicot rekonstrukciju, vecie vai bojātie elektrodzinēji jānomaina ar jauniem drošiem un energoefektīviem. Remontētu elektrodzinēju atkārtota

uzstādīšana nepārtrauktas darbības iekārtās neatmaksājas sakarā ar pazeminātu lietderības koeficientu un ierobežotu resursu. Šādi elektrodzinēji tērē vairāk elektroenerģijas un paātrināti iziet no ierindas, kas rada papildus ekspluatācijas izdevumus un tiešus zaudējumus.

Būtiski svarīgs faktors, kas nosaka AD darbības efektivitāti ir lietderības koeficients [2,3]. Tā maksimālo vērtību iegūst, ja elektrodzinēju darbina ar nominālu slodzi pie nomināla barošanas sprieguma un frekvences. Šādā režīmā darbojas elektrodzinēji neregulējamās notekūdeņu aerācijas iekārtās. Veicot šo iekārtu rekonstrukciju, jānomaina mazāk efektīvie turbokompresori ar Rūtsa divrotoru gaisa pūtējiem, bet perforēto cauruļu aeratoru vietā jāuzstāda membrānas tipa gaisa difuzori. Parasti tas dod iespēju samazināt elektropiedziņas uzstādīto jaudu 2 līdz 2,5 reizes.

Neracionāli un neekonomiski ir uzstādīt modernam gaisa pūtējam ilgstoši lietotu, remontētu vai arī jaunu, bet vecas sērijas elektrodzinēju ar zemiem enerģētiskajiem un drošuma rādītājiem. Kaut arī šādi elektrodzinēji ir 1,5 līdz 2 reizes lētāki nekā moderni firmu ABB un Siemens elektrodzinēji, to izmantošana ilgstošā, nepārtrauktā procesā ekonomiski neattiecas.

Neregulējamie gaisa pūtēji darbojas ar nominālo ražīgumu neatkarīgi no bioloģiskā skābekļa patēriņa (BSP) notekūdeņu attīrīšanas procesā. Tas bieži rada nevajadzīgu elektroenerģijas pārtēriņu pie samazinātas aerotenka slodzes. Kā liecina BSP sadalījuma histogramma komunālajiem notekūdeņiem [4], vidējā gaisa skābekļa vajadzība nepārsniedz 60% no nominālās vērtības, kas aprēķināta lielākajai attīrīšanas slodzei. Tā kā Rūtsa gaisa pūtēju elektropiedziņas patērētā jauda ir aptuveni proporcionāla ražīgumam, tad, nepārtraukti regulējot gaisa padeves daudzumu atbilstoši mainīgajam skābekļa patēriņam, iegūst ievērojamu elektroenerģijas ietaupījumu [5].

Rakstā izklāstīta metodika un piemēri elektroenerģijas ekonomijas iespēju novērtēšanai notekūdeņu aerācijas iekārtās ar neregulējamu un regulējamu elektropiedziņu. Aprēķinu metodika dos korektu rezultātu pie nosacījuma, ka aerācijas iekārtu elektrodzinēji ir apgādāti ar kvalitatīvu, pareizi izvēlētu un iestatītu aizsardzību pret iespējamām nejausiem avārijas – pārslodzes režīmiem.

2. Neregulējamo aerācijas iekārtu energoekonomika

Neregulējamās elektriskās piedziņas enerģijas patēriņa ekonomiku nosaka enerģētiskie faktori (lietderības koeficients, aktīvā jauda, reaktīvā jauda, elektroenerģijas tarifs) un ekspluatācijas parametri (izmantošanas koeficients, slodzes koeficients, ekspluatācijas drošums). Izmantojot divu vienādas jaudas elektrodzinēju tehniskos datus un ekspluatācijas nosacījumus iegūta sakarība elektroenerģijas ietaupījuma efekta dinamikas novērtēšanai (L_s) pēc aerācijas iekārtas rekonstrukcijas, nomainot tajā bāzes elektrodzinēju ar efektīvāku elektrodzinēju.

$$E(t) = \frac{P_m \varepsilon \cdot t \left[(\eta_{ef} - \eta_b) k_a + (\eta_{ef} \operatorname{tg} \varphi_b - \eta_b \operatorname{tg} \varphi_{ef}) k_r \right]}{\eta_{ef} \cdot \eta_b}, \quad (1)$$

kur P_m – salīdzināmo elektrodzinēju mehāniskā jauda, kW;

η_b, η_{ef} – salīdzināmo elektrodzinēju lietderības koeficienti;

$\varepsilon = \Sigma t_d / t$ – elektrodzinēju izmantošanas koeficients;

(Σt_d – summārais darba laiks apskatāmajā periodā t, h);

k_a – aktīvās enerģijas tarifa likme, Ls/kWh;

k_r – reaktīvās enerģijas tarifa likme, Ls/kVArh;

$\operatorname{tg} \varphi_b, \operatorname{tg} \varphi_{ef}$ – salīdzināmo elektrodzinēju reaktīvās un aktīvās jaudas attiecības

($\operatorname{tg} \varphi_b = Q_b / P_b, \operatorname{tg} \varphi_{ef} = Q_{ef} / P_{ef}$).

Elektroenerģijas ietaupījuma efektu galvenokārt iespaido lietderības koeficientu starpība ($\eta_{ef} - \eta_b$). Lielumu $tg\varphi_b$ un $tg\varphi_{ef}$ iespaids ir ievērojami mazāks, jo $k_r \approx 0,1k_a$. Lai veiktu vispārēju analīzi, pieņemam, ka salīdzināmie elektrodzinēji darbojas nepārtraukti ($\epsilon = 1$) ar nominālu vienmērīgu slodzi ($P_m = P_{nom}$), kas atbilst gaisa pūtēju darbības režīmam. Apskatāmajā periodā tie darbojas bez atteices un $tg\varphi_b = tg\varphi_{ef} = tg\varphi$. Tad gada laikā iegūtais efekts ir

$$E_g = \frac{P_{nom} t_g (\eta_{ef} - \eta_b) (k_a + tg\varphi \cdot k_r)}{\eta_{ef} \cdot \eta_b}, \quad (2)$$

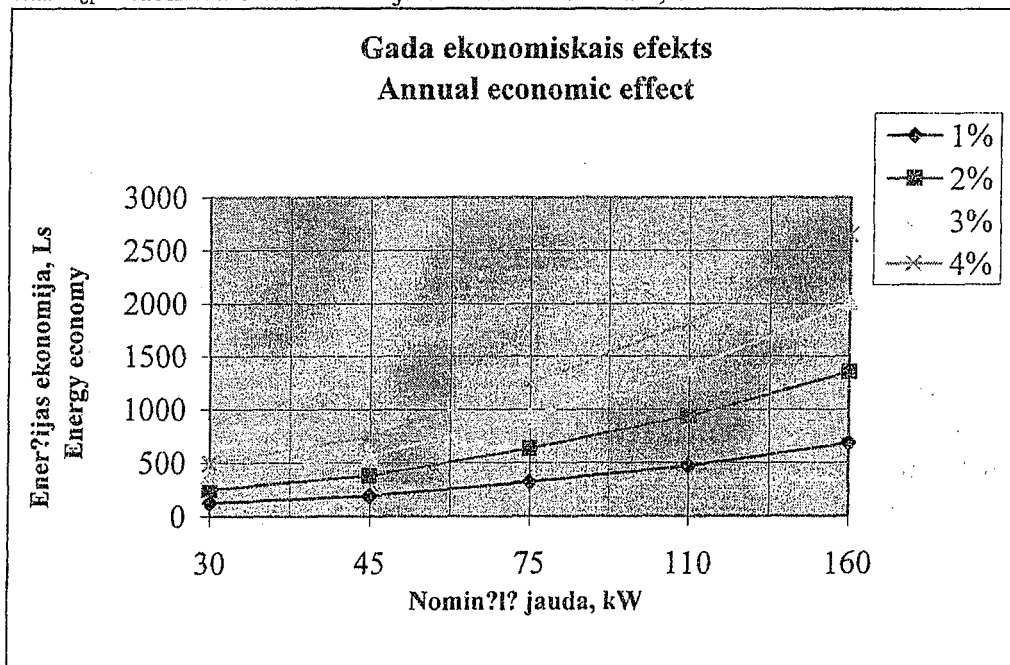
kur $t_g = 8760h$ – stundu skaits gadā.

Ja kopējā atļautā slodze ir 100 kW un vairāk, bet $tg\varphi > 0,4$ ($\cos\varphi < 0,929$) elektroenerģijas apmaksai izmanto T5 tarifu, kur $k_a = 0,0347$ Ls/kWh un $k_r = 0,0035$ Ls/kVarh. Ievietojot izteiksmē (2) $\eta_b = 0,9$, $tg\varphi = 0,48$ ($\cos\varphi = 0,9$), iegūstam raksturlienes (1.att.), kas parāda elektroenerģijas ietaupījuma gada efektu atkarībā no AD nominālās jaudas un lietderības koeficienta relatīvā pieauguma $\gamma = (\eta_{ef} - \eta_b) / \eta_b$, izteikta procentos.

Neviens elektrodzinējs nav absolūti drošs. Tādēļ, prognozējot gada efektu un papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiku, jāņem vērā iespējamās elektrodzinēja atteices. Pieņemot, ka elektrodzinēja atteices normālas darbības periodā ir nejauši, neatkarīgi notikumi, kurus izraisa nevis tā nolietošānās, bet gan elektriskā tīkla un vides iedarbība, atteižu varbūtību var aprakstīt ar eksponenciālo sadalījuma likumu: $R(t) = \exp(-\lambda t)$, kur λ – elektrodzinēja atteices intensitāte; $R(t)$ – bezatteices darbības varbūtība [5]. Lai aprēķinātu papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiku T_a (gadi), kam jābūt mazākam par normatīvo laiku T_n (elektrotehniskajām iekārtām – 5 gadi), jānosaka elektrodzinēja ekvivalentā darbības varbūtība periodā T_n [5]. Tad elektroenerģijas ietaupījuma gada vidējo efektu var noteikt pēc formulas:

$$E_v = \frac{E_g [1 - \exp(-\lambda_{ef} \cdot T_n)]}{\lambda_{ef} \cdot T_n}, \quad (3)$$

kur λ_{ef} – efektīvā elektrodzinēja atteices intensitāte, h^{-1} .



1.att. Neregulējama elektrodzinēja ietaupītās elektroenerģijas gada efekts nepārtrauktas darbības režīmā atkarībā no nominālās jaudas un lietderības koeficienta pieauguma

Papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks

$$T_a = \frac{C_{ef} - C_b}{E_v}, \quad (4)$$

kur C_{ef} – efektīvā elektrodzinēja cena, Ls;

C_b – bāzes elektrodzinēja cena, Ls.

Noteiksim prognozējamo cenu starpības atmaksāšanās laiku uz ietaupītās elektroenerģijas rēķina, aizstājot 4A sērijas elektrodzinēju ($P_{nom} = 75$ kW, $\eta_b = 0,915$; $\cos\varphi_b = 0,9$, $C_b = 1500$ Ls) ar “Siemens” elektrodzinēju ($P_{nom} = 75$ kW, $\eta_{ef} = 0,94$, $\cos\varphi_{ef} = 0,9$, $C_{ef} = 2450$ Ls, $\lambda_{ef} = 3,5 \cdot 10^{-6} / \lambda^{-1}$), ja tie darbojas nepārtraukti ar nominālo jaudu

$$T_a = \frac{2450 - 1500}{633} \approx 1,5 \text{ gadi},$$

kur vidējais gada ietaupījums – 633 Ls.

3. Regulējamās elektropiedziņas ieviešanas pamatojums

Sastādot neregulējamās un regulējamās elektropiedziņas aktīvās un reaktīvās jaudas bilances vienādojumus, iegūta sakarība elektroenerģijas ietaupījuma efekta aprēķināšanai, regulējot patērēto jaudu

$$E(t) = \frac{P_{nom} (k_a + tg\varphi_{nom} k_r)}{\eta_{nom}} \left[1 - \frac{P_r \cdot \eta_{nom} \left(1 + tg\varphi_r \frac{k_r}{k_a} \right)}{P_{nom} \cdot \eta_r \cdot \eta_f \left(1 + tg\varphi_{nom} \frac{k_r}{k_a} \right)} \right], \quad (5)$$

kur P_r – regulējamās jaudas vidējā vērtība, kW;

η_r – regulējamās elektropiedziņas vidējais l.k.;

η_f – frekvenču pārveidotāja vidējais l.k.;

$tg\varphi_r$ – regulējamās reaktīvās un aktīvās jaudas attiecība;

$tg\varphi_{nom}$ – neregulējamās reaktīvās un aktīvās jaudas attiecība.

Samazinot elektrodzinēja jaudu, $tg\varphi_r$ palielinās, tādēļ $tg\varphi_r > tg\varphi_{nom}$, bet lietderības koeficients samazinās ($\eta_r < \eta_{nom}$). Vispārīgi η_r var izteikt šādi: $\eta_r = \delta_r \cdot \eta_{nom}$, kur $\delta_r = f(P_r) < 1$ ir korekcijas koeficients pēc elektrodzinēja jaudas.

Frekvenču pārveidotāja lietderības koeficients η_f mainās atkarībā no regulējamā sprieguma frekvences. Ja $f_r = f_{nom}$, tad $\eta_f = 0,96 - 0,97$. Samazinot frekvenci līdz $f_r = 0,5 f_{nom}$, η_f samazinās līdz 0,91 [6].

Firmā “Flygt” veikta frekvenču pārveidotāju radīto papildus zudumu modelēšana elektrodzinējos, kas deva iespēju reducēt šos zudumus pie frekvenču pārveidotāja un ietvert kopējā lietderības koeficientā, pārnesot korekcijas koeficientu δ_r pie η_f : $\eta_{fs} = \delta_r \cdot \eta_f$. Izmantojot modelēšanas rezultātus, kas doti raksturlīkņu veidā [6], kā arī ņemot vērā to, ka Rūtsa gaisa pūtēju elektropiedziņas jauda P_r tiek regulēta proporcionāli frekvencei f_r , iegūta empīriskā sakarība η_{fs} aprēķināšanai

$$\eta_{fs} = 0,71 + 0,25 \frac{P_r}{P_{nom}} \quad (6)$$

Gada efekta aprēķināšanai vienkāršojam izteiksmi (5). Problēmas rada $\text{tg}\varphi_r$ noteikšana, jo tas mainās atkarībā no regulējamās jaudas un frekvences. Izteiksmes kvadrātiekvāns analīze parāda, ka robežās $\text{tg}\varphi_{\text{nom}} < \text{tg}\varphi_r < 2\text{tg}\varphi_{\text{nom}}$ aprēķina kļūda, atmetot locekļus $\text{tg}\varphi_r$ un $\text{tg}\varphi_{\text{nom}}$, nepārsniedz 5%, kas ir pieļaujami. Tad izdarot attiecīgus pārveidojumus un vienkāršojumus izteiksmē (5), iegūstam sakarību gada efekta aprēķināšanai

$$E_g = \frac{P_{\text{nom}} \text{tg}(k_a + \text{tg}\varphi_{\text{nom}} \cdot k_r)}{\eta_{\text{nom}}} \left[1 - \frac{P_r}{P_{\text{nom}} (0,71 + 0,25P_r / P_{\text{nom}})} \right] \quad (7)$$

Nosakām prognozējamo papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiku

$$T_a = \frac{C_f + C_a}{E_g} \quad (8)$$

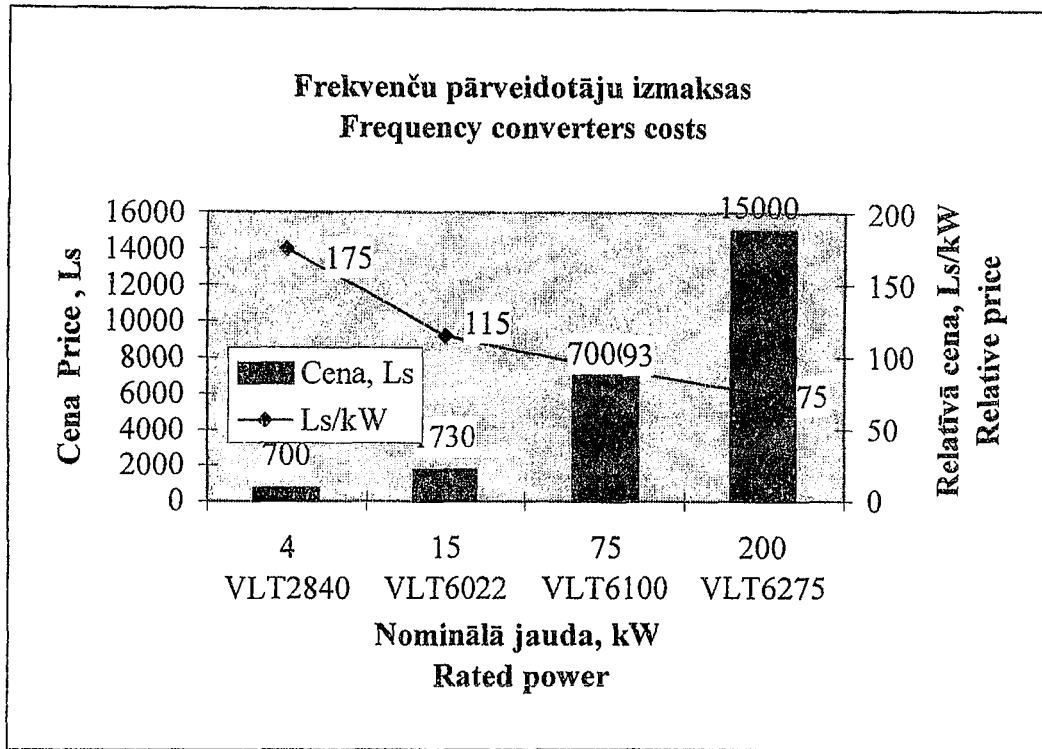
kur C_a – automātikas cena, Ls;

C_f – frekvenču pārveidotāja cena, Ls.

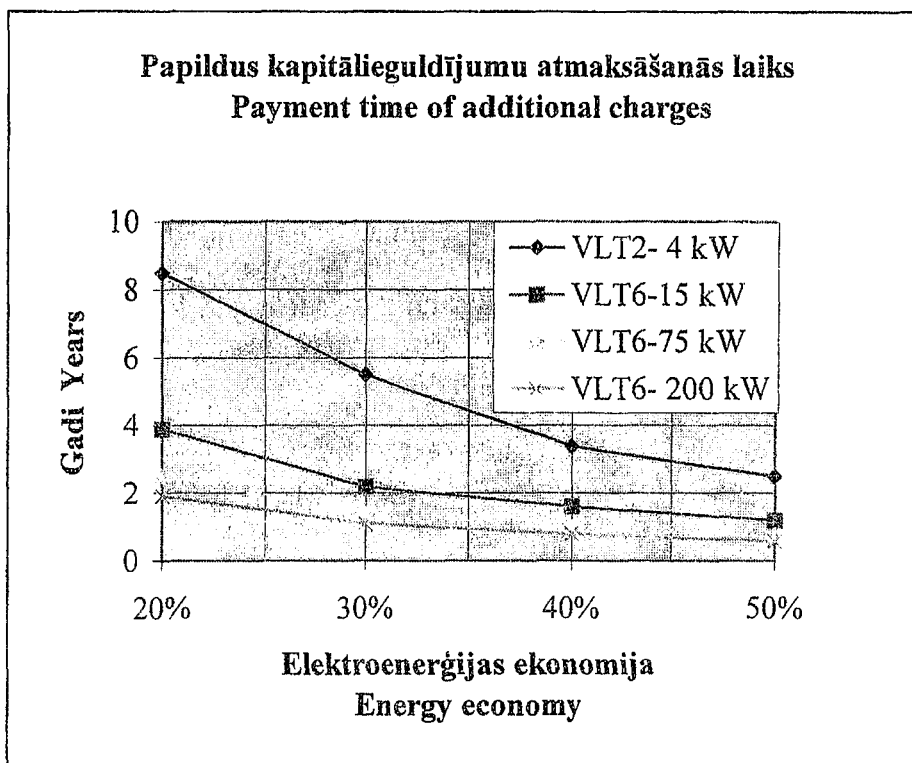
Pārējie izdevumi, kas procentuāli sastāda nelielu daļu no galvenajām izmaksām netiek ņemti vērā. Automātikas cenu C_a sastāda izšķīdušā skābekļa koncentrācijas mēriekārta "Evita", kas formē vadības signālu uz frekvenču pārveidotāju. Atkarībā no modifikācijas $C_a = (500 - 1000)$ Ls. Aprēķiniem izvēlamies vidējo vērtību $C_a = 750$ Ls. Frekvenču pārveidotāju cenas ir atkarīgas no jaudas, pie kam, palielinoties pārveidotāju jaudai, relatīvā cena (Ls/kW) samazinās (2.att.).

Izmantojot firmas "ABB" elektrodzinēju kataloga datus un sakarības (7, 8) iegūta papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laika atkarība no prognozējamā elektroenerģijas ietaupījuma dažādas jaudas iekārtām. Jo lielāka ir aerācijas iekārtas nominālā jauda, jo lielāku efektu iegūst no elektroenerģijas ietaupījuma un jo mazāks ir papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks (3.att.).

Mazjaudīgām aerācijas iekārtām (4kW) frekvenču pārveidotāja uzstādīšana atmaksājas tikai tad, ja prognozējamais elektroenerģijas ietaupījums ir lielāks par 40%. Vidējas un lielas jaudas iekārtām pie 30% elektroenerģijas ietaupījuma papildus kapitālieguldījumu atmaksāšanās laiks samazinās no 2,2 gadiem (15 kW piedziņai) līdz 1,4 gadiem (75 kW piedziņai). Dotajos aprēķinos nav ņemtas vērā iespējamās elektrodzinēja, automātikas un frekvenču pārveidotāja atteices, kas prognozējamo efektu var samazināt par (10–15)%.



2.att. Dažādas jaudas frekvenču pārveidotāju VLT vidējās absolūtās un relatīvās cenas



3.att. Dažādas jaudas regulējama aerācijas iekārtu frekvenču pārveidotāju un automātikas atmaksāšanās laiks atkarībā no elektroenerģijas ietaupījuma prognozes

Secinājumi

Būtiski faktori, kas nosaka neregulējamo notekūdeņu aerācijas iekārtu energoefektivitāti ir elektropiedziņas lietderības koeficients un ekspluatācijas drošums. Rekonstrukcijas procesā veci, mazefektīvi un nedroši elektrodzinēji jānomaina ar augstas efektivitātes drošiem elektrodzinējiem..

Aerācijas iekārtu regulējamās elektropiedziņas ar frekvenču pārveidotājiem un skābekļa koncentrācijas automātisku regulēšanu ieviešana ekonomiski attaisnojas vidējas un lielas jaudas attīrīšanas ietaisēs. Mazas jaudas iekārtām efektīvāka ir pakāpjveida regulēšana, izmantojot divus gaisa pūtējus, no kuriem viens darbojas patstāvīgi, bet otrs periodiski ieslēdzas un izslēdzas atkarībā no skābekļa koncentrācijas aerotenkā.

Literatūra

1. Hiatt B. Energy efficiency in electric motors. Energy Engineering, Vol. 87, N° 4, 1990. pp.36–42.
2. Snell L. Specifying efficient motors for retrofit projects. Energy Engineering, Vol.87, N° 4. pp. 23–29.
3. Šnīders A. Elektrodzinēju lietderības koeficients kā ekonomiskās efektivitātes faktors//LLU Raksti/ Latv.Lauks.Univers., Jelgava Nr. 16(293), 1998. 107–109 lpp.
4. Šnīders A. The Expenditure of Electrical Energy for Communal sewage purification. Baltic Electrical Engineering review, Vilnius, N° 2(6), 1997. pp.29–32.
5. Шнидерс А. Экономия электроэнергии в электроприводах непрерывного действия// Энергосбережение в сельском хозяйстве/ Труды 2-ой Международной научно-технич. конференции, 03.-05.10. 2000. Москва - ВИЭСХ, с.276–283.
6. Carlson A. Energy comparison VFD vs. on-off controlled pumping stations. Impeller/ A news magazine from ITT Flygt, N° 48, 1998. pp.29–33.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА GEOLOGISKĀ VIDE UN KODOLENERĢĒTIKAS CĪKLA OBJEKTU EKOLOGISKĀS DROŠĪBAS PROBLĒMAS

Татаринов В.Н.

Геофизический центр Российской Академии Наук
117296, Россия, Москва, Молодежная ул., д. 3. Тел: (095) 9305639

Abstract. A discussion is presented of the methodological approach to assessment of stability of geologic environment in regions where nuclear cycle objects are located. A basis of assessment is the registration of dynamics of variation of the various factors and exterior energy in a hierarchical block of geologic environment.

Широко используемое настоящее время в науках о Земле понятие "геологическая среда" по-разному трактуется у различных авторов в зависимости от направлений их исследований. Не имея возможности остановиться на анализе всех, выделим в них главные черты. В методологическом аспекте эта категория может рассматриваться с двух сторон. Первая базируется на том, что геологическая среда это сложный объект природы, объективно существующий независимо от человека и его деятельности (Голодковская Г.А., Котлов В.Ф., Трофимов В.Т., Шаумян Л.В. и др.). Ломтадзе В.Д. [1] дает такую трактовку этому термину "Каждая территория на Земле с ее рельефом, процессами и явлениями

представляет собой геологическую среду жизни и деятельности человека. Геологическая среда – это окружающие нас геологические условия. Геологическая среда возникает и меняется во взаимодействии с атмосферой, гидросферой, биосферой и внутренними сферами Земли". В этом взгляде геологическая среда привязывается к определенной территории и взаимодействует с внешними природными силами, изменяя свое термодинамическое состояние.

Второй взгляд (Л. Мюллер, М.В. Рац, Е.М. Сергеев, В.Т. Трофимов и др.) заключается в том, что под геологической рассматривается среда *взаимосвязанная* с каким-то конкретным объектом. "Геологическая среда это комплекс геоморфологических, геофизических и геохимических условий, в которых существует организм (в том числе человек и его хозяйство)" [2]. В данном случае под геологической средой понимается верхняя часть литосферы, включающая горные породы, почвы, флюиды и др., подверженные воздействию человека.

Наиболее известным считается определение Е.М. Сергеева [3], "геологической средой называют верхнюю часть литосферы, рассматриваемую как многокомпонентную систему, находящуюся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов и возникновение новых антропогенных явлений, что в свою очередь вызывает изменение инженерно-геологических условий строительства объектов на определенной территории. Основные элементы геологической среды – горные породы, подземные воды, формы рельефа, геологические процессы и явления и их инженерно-геологические аналоги". В данном случае термин связывается с производственной деятельностью человека, которая направлена с одной стороны на разрушение существующей природной геологической среды, а с другой – на ее направленное преобразование.

При оценке воздействия геологической среды на объекты ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) термин геологическая среда можно использовать в *широком и узком смысле*. В широком смысле под геологической средой понимается верхняя часть литосферы с ее элементами (горные породы, флюиды, рельеф, и др.), описываемые некоторым набором характеристик ее свойств, процессов и состояния, которая является вмещающей по отношению к ОЯТЦ и определенным образом взаимодействующая с ними исходя из собственного термодинамического состояния. Нижняя граница не определена и для различных по энергетической мощности факторов она может меняться.

При оценке воздействия объекта на геологическую среду рассматриваем ее в более *узком смысле*, т.е. как некоторый объем литосферы – "зону влияния инженерного сооружения", подвергающейся изменению его отдельных элементов в результате деятельности человека. Здесь нижняя граница определяется заданными предельно допустимыми порогами воздействия на окружающую среду.

Основное свойство геологической среды ее многокомпонентность и крайняя неоднородность. Можно считать, что геологическая среда состоит из бесчисленного множества элементов (горные породы, почвы, микроорганизмы, растворы, газы, элементы структуры, физические поля и т. д.). Все их в принципе невозможно учесть, да и в этом нет необходимости, так как многие не играют существенной роли применительно к рассматриваемой проблеме. Поэтому с методологической точки зрения, необходимо ограничиться теми элементами, которые непосредственно оказывают влияние на геологическую безопасность ОЯТЦ.

Характеристики геологической среды их можно условно разделить на следующие три группы: 1. *Свойства*. 2. *Процессы*. 3. *Состояние*.

Свойства это те физические параметры геологической среды, которые отвечают за формирование ее отдельных элементов и которые в режиме реального времени можно считать относительно статичными, например, прочность горных пород.

Под процессами понимаются те явления, которые изменяются во времени и пространстве под действием внутренних или внешних источников, например, современные движения земной коры. В описание процессов обязательно должны входить параметры, характеризующие динамику их изменения во времени и пространстве.

Состояние геологической среды это параметр, интегрирующий различные воздействия процессов на ее свойства, т. е. фактически реакция среды на внешнее воздействие (например, напряженное состояние массива горных пород – результат действия сил гравитации и тектонических процессов на горные породы, обладающих определенными упруго–прочностными свойствами и нарушенностью). Трудно отнести тот или иной параметр к той или иной группе, поэтому можно оперировать понятием – *фактор геологической среды*. Фактор геологической среды это свойство, процесс или состояние, присущее данному объему литосферы или территории земной поверхности, имеющее численное, функциональное или вероятностное описание и привязан к координатной сетке и имеет временную шкалу.

Первая фундаментальная особенность геологической среды заключается в том, что это *иерархически устроенная пространственно структурированная среда*. Каждый элементарный объем, ограниченный или плоскостями ослабления трещин, тектоническими нарушениями или литологическими границами, с одной стороны входит в другой структурный блок более высокого уровня, а с другой стороны сам состоит из более мелких подсистем. Наивысшая геологическая система – планета Земля в целом. Поэтому функционирование систем более низкого ранга в энергетическом отношении имеет направленность и подчиненность системам более высокого уровня. При прогнозировании состояния решающее значение приобретает оценка величины переноса энергии из одного иерархического уровня на другой.

Наиболее активным структурообразующим элементом геологической среды являются тектонические разломы и трещины. Они могут быть активными и пассивными по отношению к структурно–тектоническим блокам земной коры, которые они ограничивают. Направленность геологических процессов подчиняется законам, которые имеют сходство с законами термодинамики, когда системы с большим "геотермодинамическим потенциалом" передают энергию соседним – с меньшим потенциалом. Внутренними источниками энергии являются глубинные эндогенные силы, перераспределяющие в результате тепловой конвекции энергию между отдельными элементами среды. В зависимости от запаса устойчивости отдельных элементов геологической среды происходит их разрушение или переход в новое геотермодинамическое состояние. Именно динамика этих процессов и определяет степень опасности геологической среды по отношению к расположенным в ней ОЯТЦ.

На рис. 1 приведена иерархическая классификация структурных элементов геологической среды. Под "геотермодинамическим потенциалом" понимается некоторая суммарная энергия конкретного объема геологической среды, которая может быть передана соседнему элементу системы или направлена на разрушение элементов этого объема.

К самому крупному I классу структур геологической среды можно отнести тектонические плиты; структуры меньшего порядка – линеаменты, авлакогены, щиты, глубинные разломы и др. относятся к классу II (а). Эти два класса характеризуют в земной коре глобальные факторы, действующие в масштабах более 10^5 м в плане и более 10^4 м по вертикали. В следующих двух классах – III и IV (б) объединены различные структуры, определяющие уровни нарушенности геологической среды в региональном плане. К ним относятся тектонические разломы протяженностью до 10 км, различные складки, выступы фундамента, впадины и другие геологические структуры. Следующие два класса – V (в) и VI (г) характеризуют структуры в размерах соизмеримых с элементами инженерных сооружений, это структурная блочность массива ($2 D_{cp} < 10\text{м}$), мелкие трещины длиной менее 10 м и элементарная нарушенность горных пород ($2L_{эл} < 1\text{ м}$).

Динамика процессов в геологической среде характеризуется такими понятиями как *стабильность* и *устойчивость*, которые являются фундаментальными в проблеме обеспечения экологической безопасности ОЯТЦ. Термин *устойчивость* рассматривается в работах М.А. Глазовской, В.А. Светлосланова, Ю.Г. Пузаченко, Уоддингтона, А.Д. Арманд, В.Ф. Котлова, Г.И. Рудько, Г.К. Бондарика, В.Т. Трофимова и др. Интерпретации этого термина у различных исследователей сводятся к *трем направлениям*:

- способность сохранять определенные параметры;
- способность изменяться в пределах определенных допустимых норм;
- способность к компенсации и возвращению в исходное состояние.

Стабильность предполагает постоянство параметров среды, определяемое постоянством внешних условий. Согласно [4] *стабильность* это в известной мере, качество пассивных систем, а *устойчивость* предполагает активную реакцию среды на внешнее возмущение.

Таким образом, для задач обеспечения геоэкологической безопасности ОЯТЦ под *геологической средой* может пониматься верхняя часть литосферы, иерархически структурированная и обладающая внутренними и внешними источниками энергии геотермодинамическая система, которая имеет определенную структуру, свойства, состояние и процессы и находится под воздействием деятельности человека.

Стабильность геологической среды применительно к объектам ядерно-топливного цикла это наличие в ней таких свойств и процессов, которые гарантируют сохранность изоляционных свойств массива и не превышение предельно допустимых норм концентрации (ПДК) радионуклидов за пределами санитарно-технической зоны в течение всего времени эксплуатации объектов.

Устойчивость геологической среды это ее способность под влиянием возмущений природного и техногенного характера изменять свои элементы таким образом, что это изменение не выходит за рамки определенного диапазона, который гарантирует не превышение ПДК радионуклидов на данной территории в течение всего срока эксплуатации объектов.

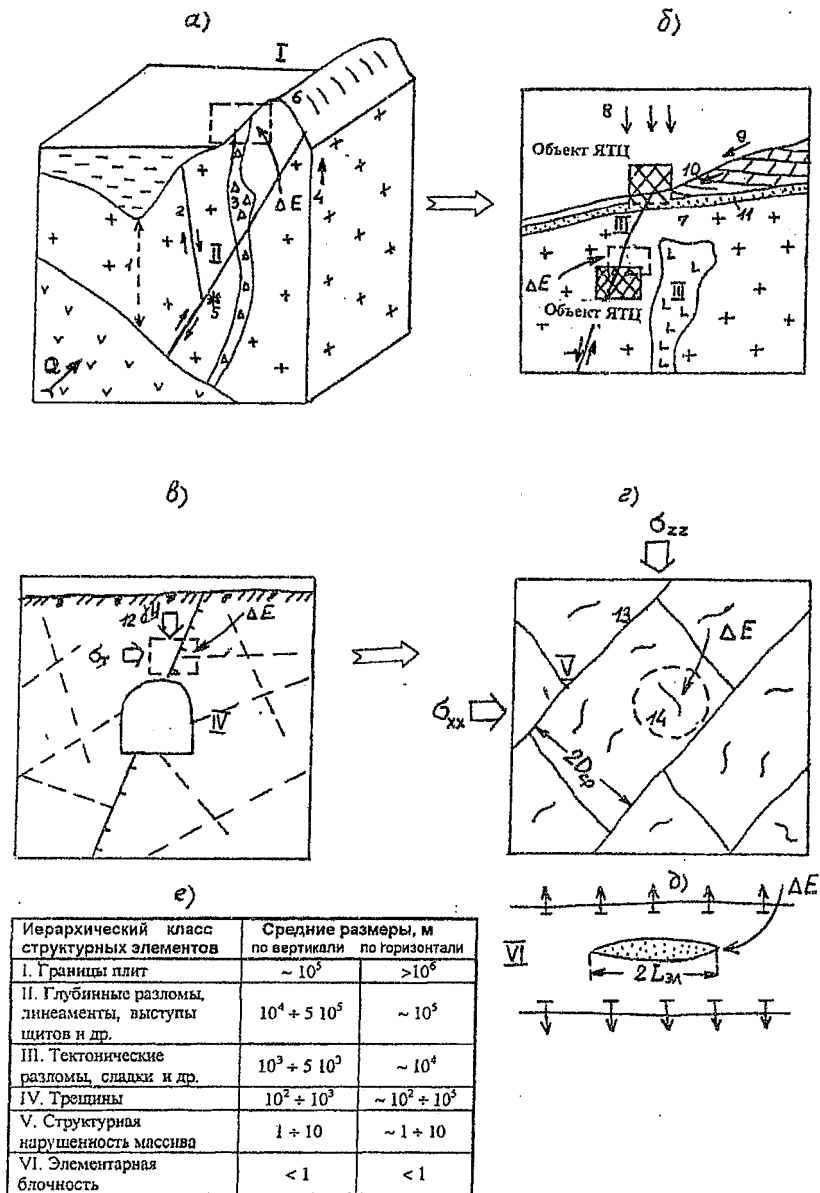


Рис. 9. Структурная иерархия геологической среды. I-VI – структурные элементы; ΔE – внешняя энергия, поступающая в элементы геологической среды.

Рис. 1. Структурная иерархия геологической среды. I-VI – структурные элементы; ΔE – внешняя энергия, поступающая в элементы геологической среды.

Отсюда проблема прогнозирования и оценки устойчивости геологической среды должна включать в себя решение трех задач [5]: 1. Определение основных факторов, определяющих стабильность и устойчивость геологической среды; 2. Установление критериев оценки и прогноза устойчивости; 3. Обоснование предельно допустимых норм критериев оценки и прогноза.

Вторая фундаментальная особенность заключается в том, что геологическая среда это динамическая система, имеющая свои внутренние источники развития.

По аналогии с известной моделью географических систем А.Д. Арманд [6] термодинамическое состояние геологической среды можно представить как устойчивость отдельных ее элементов, каждый из которых можно смоделировать в виде взаимосвязанных между собой двух шариков (рис. 2). В зависимости от притока внешней энергии (ΔE), изменяется во времени и геотермодинамического потенциала ($\Delta \Phi$), который и определяет положение нижнего шарика. При анализе динамики этого фактора мы можем задать его в различных единицах, по отношению к предельно допустимым нормам, которые гарантируют экологическую безопасность ОЯТЦ.

На рис.2 видно, что в структурный блок всегда поступает ΔE , которая приводит к изменению $\Delta \Phi$. На самом высоком уровне в качестве подобного источника энергии могут быть современные тектонические процессы, кристаллизация, землетрясения; на меньшем – оползни, гидрогеологические процессы, эрозия, осадки, и др. В конечном итоге – все виды проецируются на самый низкий уровень и в горных породах развиваются процессы деструкции, изменяются локальные поля напряжений, коэффициенты фильтрации, прочностные свойства грунтов, скорости геохимических процессов и другие характеристики, определяющие устойчивость конструкций ОЯТЦ.

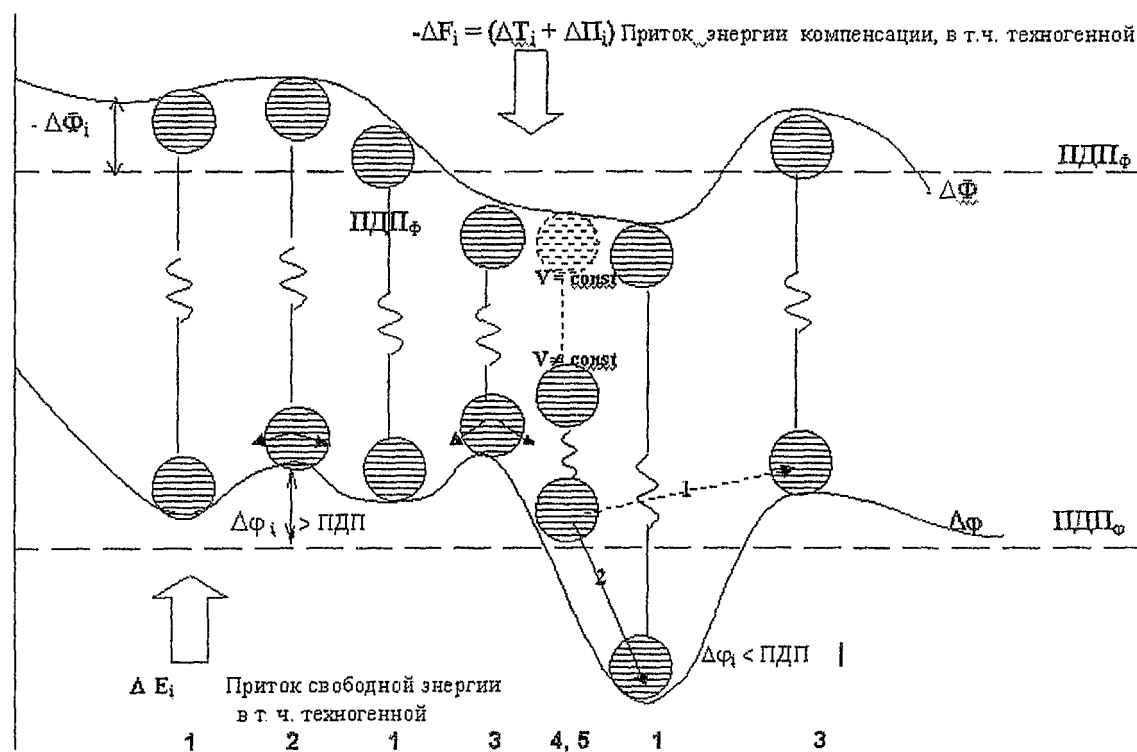


Рис. 2. Геотермодинамическая модель эволюции факторов геологической среды.

$\Delta\Phi$ – относительный термодинамический потенциал; $\Delta\Phi$ – компенсационный потенциал:

ΔE – потенциал внешней энергии; ΔF – компенсационный потенциал; k – жесткость связей. ПДП_Φ – предельно допустимый порог геотермодинамического потенциала; ПДП_Φ – предельно допустимый порог компенсационного потенциала.

Конкретный фактор в зависимости от $\Delta\Phi$ может находиться в трех состояниях: а) стабильно–устойчивом; б) стабильно–неустойчивом; в) неустойчиво–неустойчивом. Устойчивое состояние характеризуется положением, когда он

находится в некоторой "потенциальной яме". Каждый фактор обладает запасом прочности, обусловленной его способностью компенсировать внешнее воздействие. В качестве примера можно указать на способность массива упруго деформироваться до некоторого порога без видимого разрушения, а затем после снятия нагрузки возвращаться в исходное состояние. Степень реакции компенсации на внешнее воздействие может быть описано коэффициентом жесткости связей между внешней и компенсационной энергиями (k).

В зависимости от величины k фактор может находиться в неустойчивом состоянии достаточно длительное время. Это состояние можно назвать стабильно неустойчивым. Несмотря на потенциальную возможность его перехода на другую стадию устойчивости энергия компенсации поддерживает его в критическом состоянии. Критическим можно назвать такое состояние, когда его геотермодинамический потенциал достигает некоторого порогового значения, при превышении которого появляется вероятность потери устойчивости ОЯТЦ. Так как практически измерить его невозможно, то в качестве порогового значения могут быть установлены предельно допустимые пороги – ПДК_г, например порог деформаций, когда начинается образование трещин.

Переход из одного состояния в другое может осуществляться по двум сценариям. По первому, при достаточно большом компенсационном потенциале, скорость перехода постоянна (стабильно–неустойчивая среда), или по второму, когда среда не обладает запасами компенсационных ресурсов происходит развитие процесса с непостоянной увеличивающейся катастрофической скоростью (нестабильно–неустойчивая среда). Последний вариант самый опасный, поэтому при таких ситуациях целесообразно увеличивать $\Delta\Phi$ для перехода в новое состояние с постоянной скоростью, которая снижает катастрофические последствия. Это и является объектом исследования при разработке мер по снижению вредного воздействия при экологических катастрофах.

Мы должны рассматривать изменение геологического фактора за некоторый конкретный интервал времени. Интервал зависит от времени существования ОЯТЦ и степени его ответственности. Чем опаснее объект, тем более длительные временные ряды мы должны анализировать с точки зрения оценки устойчивости и стабильности геологической среды в ретроспективе.

Исследования, проводимые в настоящее время на ряде объектов России, основаны на представленной выше методологии. Например, для подземного комплекса "Красноярск–26" использованы при разработке системы мониторинга состояния геологической среды. В региональном плане наибольшее внимание уделяется наблюдениям за современными движениями земной коры на основе применения методов космической геодезии (GPS–технологии), на уровне горных выработок разработке методов расчета параметров сдвига над горными выработками, которые могут служить потенциальными каналами для распространения экологически опасных веществ.

Литература

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. - Л.: Недра, 1977.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь–справочник. - М.: Мысль, 1990.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. - М.: Изд-во МГУ, 1982.
4. Пузаченко Ю.Г. Инвариантность геосистем и их компонентов. Устойчивость геосистем. М.: Недра, 1983. - С.32–41.
5. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Методика выбора участков земной коры для размещения экологически опасных отходов. // Геоэкология. - 1996. - №6. - С.109.–120.
6. Арманд А.Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий. Устойчивость геосистем. - М.: Недра, 1983. - С.14.–31.

ATKRITUMU UTILIZĀCIJAS SISTĒMA AR BIOLOĢISKĀS UN TERMISKĀS DESTRUKCIJAS PROCESIEM A SYSTEM OF WASTE UTILIZATION WITH PROCESSES OF BIOLOGIC AND THERMIC DESTRUCTION

**Andris Upītis, Dr.biol., vadošais pētnieks, Ojārs Goiževskis, Mg. sc.ing.,
Miervaldis Kristapsons, Dr.biol., vadošais pētnieks, Andis Kārklīņš, Mg. sc. ing.,
pētnieks**

**Latvijas Lauksaimniecības universitāte,
Darba vides katedra,**

**Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV- 3001, tel.3026059, 7296771, fakss 3021619,
E-pasts : < mfdek@llu.lv >**

***Abstract.** There are prognoses that waste mass will increase in the near future. Over half of waste mass makes various nature organic waste. At present waste is buried in landfill, partly recycled traditionally by composting or utilized in biocells with collecting and employing of biogas. In this article considered conditional region (town and ambience willage)waste utilization with environment friendly modern biotechnology and traditional thermal process. Liquid concentrated organic waste is recycled in closed biogas equipment, solid waste is burnt in gasification type furnace. Combining this equipment in complex is possible efficiently use energy obtained from waste.*

Examined influence of integrated processing system to environment, material and energy cyclization, efficiency employ of obtained energy and processing system comparing with waste burying in landfill.

Ievads

Tuvākā nākotnē prognozē atkritumu masas palielināšanos, pieaugot taras un iesaiņojuma materiālu īpatsvaram (Bendere, 1994, Szikrist, 1994). Mūsdienīgu videi draudzīgu atkritumu problēmas risinājuma meklējumi šodien saistās ar centieniem veidot atkritumu utilizācijas – pārstrādes sistēmas pēc dabas sistēmu analogijas ar biotehnoloģisko un tradicionālo termisko procesu integrāciju, tā panākot augstāku enerģijas un materiālu reciklizācijas pakāpi (Linke, 1999, Qvistback 2000). Dabiskās ekosistēmās atkritumu kā tādu nav, organiskos atkritumus apbrīnojami ātri "noārda – mineralizē" mikroorganismi – mūsu neredzamie palīgi, cikliskos dabas procesos – biogēno elementu un enerģijas apritē – biosintēze mijas ar biomasas destrukciju– mineralizāciju. Organiskos atkritumus utilizē gan procesos ar gaisa skābekļa izmantošanu – kompostēšanā gan bez skābekļa izmantošanas – anaerobā procesā ar biogāzes iegūšanu. Tradicionālā kompostēšanas procesā pie attiecīga organisko atkritumu mitruma gaisa skābekļa klātbūtnē daļa organisko savienojumu bioloģiski "sadeg", aerobo mikroorganismu darbības rezultātā masas temperatūra pieaug līdz tādai, pie kuras iet bojā kaitīgie/slimību izraisītāji / mikroorganismi, procesā samazinās slāpekļa un fosfora daudzums, pat līdz 20..40% , procesā apkārtējā vidē izdalās zema potenciāla siltums, ko praktiski grūti izmantot. Citas mikroorganismu grupas darbojas bezskābekļa vidē., tad procesā izdalās interesants blakusprodukts – biogāze. Anaerobos apstākļos mikroorganismu darbības rezultātā veidojas biogāze, tās galvenā sastāvdaļa – metāns ir viena no bīstamākām siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm. Dabā šie procesi notiek ezeros, purvos zemūdens slāņu nogulās–dūņās un arī kuņģa –zarnu traktā.

Tehniskās destrukcijas sistēmās tiek radīti mikroorganismu intensīvai darbībai optimāli apstākļi – slēgta (hermetiska), bez gaisa piekļūšanas iekārta, optimāla, stabila

procesa temperatūra. Procesā praktiski nav nozīmīgo biogēno elementu – slāpekļa un fosfora zudumu, izdalītā biogāze sastāv no aptuveni 65 % metāna, 34 % ogļskābās gāzes un mazāk par 1 % – blakusgāzes (ūdeņradis, slāpeklis, sērūdeņradis). Destrukcijai, pirmkārt, tiek pakļauti tādas viegli sadalāmas biomasas sastāvdaļas kā tauki, ogļhidrāti, olbaltumvielas, bet celulozes un lignīna savienojumi praktiski paliek neskarti. Procesā iegūtā organiskā mēslojuma vides reakcija (pH) ir sārmaina, tas ir nozīmīgs moments, izvērtējot mūsu pārsvarā skābo augšņu mēslošanas efektivitāti. Izdaloties metānam un ogļskābai gāzei, procesa gala produktā – organiskā mēslojumā optimizējas oglekļa / slāpekļa attiecība, kas blakus tādiem faktoriem kā "papildus" mikroorganismu populācijas ienešana augsnē kopā ar optimālu "barotni" (lignīnu, celulozi un daļēji mineralizēto substrātu) rada labvēlīgus apstākļus visai sarežģītai dzīvo organismu kopai, kuras darbība nosaka augsnes struktūras un auglības faktora – humusa veidošanos un optimālā daudzuma saglabāšanos. Salīdzinot ar tradicionālā ceļā iegūto organisko mēslojumu, anaerobā destrukcijas procesā iegūtā mēslojuma efektivitāte ir par 10–20 % lielāka. Interesanta ir procesa enerģētiskā bilance – biogāzes enerģijā pāriet aptuveni 95 % no mineralizētās biomasas enerģijas un tikai 5 % – mikroorganismu augšanai un siltumenerģijā (Upītis, 1994, Šķēle, 1999).

Anaerobā destrukcijas procesa izvērtēšanā vides (ekoloģiskais) efekts dominē pār enerģētisko procesu efektivitāti (Edelmann, 1999). Organisko atkritumu utilizācija /pārstrāde anaerobā (biogāzes iegūšanas) procesā no elementu un enerģijas aprites viedokļa ir viens no efektīvākiem biomasas enerģijas izmantošanas veidiem. No kopējās atkritumu masas vairāk kā pusi veido organiskie savienojumi, savukārt no tiem ap 3/4 sadalās /mineralizējas viegli un ātri tradicionālā kompostēšanas procesā. Latvijā saskaņā ar pašreizējo sadzīves atkritumu apsaimniekošanas stratēģiju tos savāc, izved un apglabā atbilstoši sanitārām un vides prasībām izveidotos poligonos (Bremšs, 2000.). Atkritumu poligonu izveidošanai nepieciešami lieli kapitālieguldījumi, to ekspluatācijā parādās biogāzes savākšanas un izmantošanas, infiltrāta neitralizācijas un utilizācijas problēmas, vairumā gadījumu atkritumus transportē 30..40 km un lielākā attālumā.

Šodien viennozīmīgs ir uzskats, ka atkritumu "apglabāšana / aprakšana" poligonā nav labākais un videi draudzīgākais atkritumu problēmas risinājums. Pieaug sabiedrības interese un izpratne par apkārtējās vides problēmām un reāli draudošām globālām klimata izmaiņām, mainās attieksme pret resursiem un to izmantošanu, tai skaitā pret atkritumiem – "atkritumi ir izejviela, kas atrodas ne tur, kur tos var izmantot." Daļu atkritumu var izmantot kā otrreizējās izejvielas, daļu var utilizēt / pārstrādāt.

Mūsu darba mērķis – parādīt atkritumu utilizācijas / pārstrādes iespējas ar mūsdienīgiem biotehnoloģiskiem un tradicionāliem videi draudzīgiem termiskiem procesiem, darbā izvērtēta atkritumu utilizācijas sistēma un tās salīdzinājums ar pašreizējo atkritumu savākšanas un apglabāšanas sistēmu (Goiževskis, 2000.).

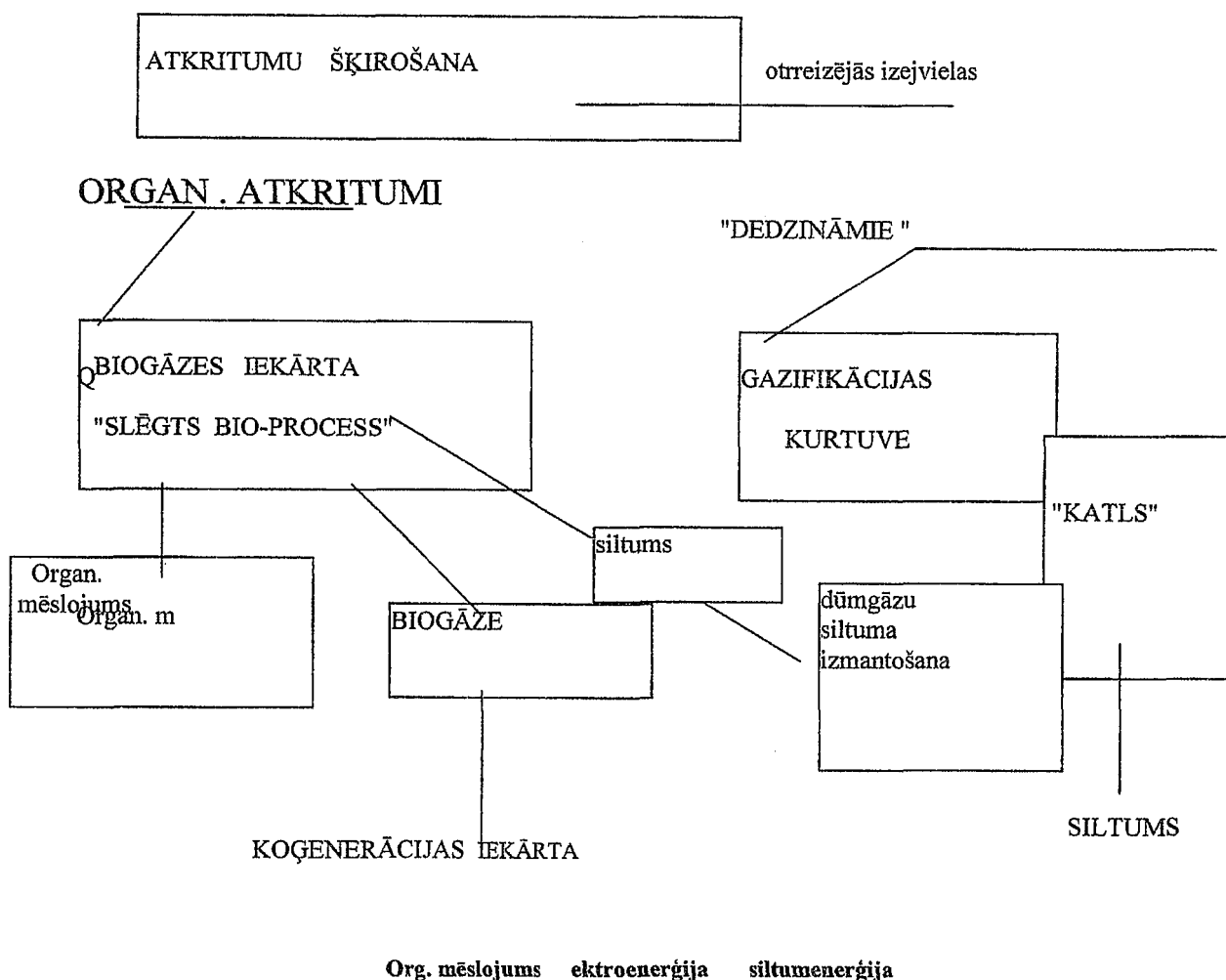
Materiāli un metodes

Integrētas atkritumu utilizācijas /pārstrādes sistēmas bioloģiskās un termiskās gazifikācijas procesi un iekārtas redzamas shēmā 1.

Nosacītais reģions – 30 tūkst iedzīvotāju, kas atbilstu republikas rajona centra pilsētai ar tuvāko apkārtni, pieņemts, ka daudzstāvu dzīvojamās mājās dzīvo puse no reģiona iedzīvotājiem, otra puse – viengimeņu mājās. Pilsētas iedzīvotājs gadā "saražo" 250 kg atkritumu, viengimeņu /ciemata/ iedzīvotājs –120 kg.

1.tab. parādīti viena iedzīvotāja gada laikā "saražotie" sadzīves / komunālie atkritumi Rīgā un salīdzinājumam – Zviedrijā.

1.shēma



1.tabula

Atkritumu sastāvs, Rīga, 1994.

300 kg / gadā / iedzīv., (R.Bendere, eksp. dati, 1995)

Pārtikas	...50... %
Papīrs	17 %
Polimeru mater.	5...6 %
Stikls	17 %
Metāls	4 %
Kauli, lupatas, porcelāns un tml.	5...6 %

Zviedrija, 1994.

300 kg / gadā / iedzīv., (G. Szikrist, 1994)

Organ.virtuves, dārza atkritumi, mitr. papīrs	25 – 40 %
Papīrs	35 – 45 %
Polimeru materiāli	5 – 10 %
Gumija, āda, tekstīlijas	3 – 5 %
Stikls	6 – 8 %
Metāls	2 – 4 %
"Sajaukums"	6 – 8 %

1 KG sadzīves / komun. atkritumu organiskās daļas raksturojums

Sausne30 – 45 %

Anaerobā procesā izmantojamā sausnes daļa.....75 – 85 %

Biogāze ...150 – 200 ltr (1,0 – 1,5 KWh)

Biogēnie elementi (N , P , K)15 – 20 g

Rezultāti un izvērtējums

2.tab. parādīti nosacītā reģiona "pilsētas" un "ciemata" iedzīvotāju atkritumu daudzums. 3.tab. raksturoti reciklizējamie materiāli, to gada aprīte pie nosacīta materiālu atdalīšanas (reciklizācijas) %. Īpaši interesanti ir šķidrie koncentrētie organiskie atkritumi – attīrīšanas iekārtu "liekās" dūņas, nosēdumi no lokālām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, pārvietojamās tualetes, pēc mūsu nepublicētiem materiāliem rajona centra lieluma pilsētā izvedamo šķidro atkritumu daudzums 40.60 m³ / diennaktī (Kārkliņš, 1999). 4.tab. redzami reģiona atkritumi, kurus iespējams utilizēt anaerobā (biogāzes iegūšanas) procesā, iegūtā ar biogāzi enerģija un organiskais mēslojums, diennakts un gada aprīte.

2.tabula

Reģiona komunālie/sadzīves atkritumi (aprēķins !)

	"Pilsētas"	"Ciemata"	Kopā
Iedzīvotāji, skaits	15 000	15 000	30 000
Atkritumi, kg / gadā 1 iedzīvot.	250	120	
Atkritumi, tonnas / gadā	3 750	1 800	5 550
Tai skaitā			
pārtika	51	1 910	920
papīrs	17	640	300
polimeri	5 – 6	210	100
stikls	17	640	300
metāli	4	150	80
"sajaukumi"	5 – 6	200	100

3.tabula

Reciklizējamie materiāli ("pilsētas" iedzīvotāji)

	Kopējie	Recikliz. %	Uz recikliz.	"Paliek"
Pārtikas	1 910	90 %	1 720	190
Papīrs	640	60 %	380	260
Polimeri	210	60 %	130	80
Stikls	640	80 %	510	130
Metāls	150	85 %	130	20

Reciklizējamie materiāli ("ciemata" iedzīvotāji)

	Kopējie	Recikliz. %	Uz recikliz.	"Paliek"
Pārtikas	920	90 %	830	kompostā !
Papīrs	300	40 %	120	komp.+ dedzin.
Polimeri	100	60 %	60	40
Stikls	300	80 %	240	60
Metāli	80	85 %	65	15

Organisko atkritumu, tai skaitā šķidro koncentrēto, utilizācija anaerobā (biogāzes) destrukcijas process

	tonnas / m3	
	gadā	diennaktī / 24 h
"izvedamās " tualetes un tml.	16 500	45,00
Lopkopības fermu šķidrmēsli	3 600	10,00
"liekāš" dūņas	800	2,20
Pārtikas	1 720	4,70
papīrs (0,5)	130	0,35
Pārtikas ražoš. uzņēmumu atkrit.	180	0,50
ēdināš. uzņēm. atkritumi	20	0,05
	~ 23 000	~ 65

24 h utilizējamie materiāli ~ 65 m3,

procesa temperatūras režīms - 40 °C, ekspozīcija, diennaktis -13,

bioreaktora tilpums - 1 200 m3,

produkcija : organiskais mēslojums - ~ 65 m3 / 24 h,

biogāze - ~ 2 000 m3 / 24 h , šķidr. degv. ekviv. ~ 1,0 m3 / 24 h,

730 000 m3 / gadā, 365 m3 / gadā.

Iegūtā enerģija : 12,78 MWh / 24 h,

procesa uzturēšanai (vidēji 50 % no iegūtās) - 6,5 MWh.

Reģiona cietie "dedzināmie" atkritumu gada un diennakts aprīte 5.tab. Mūsdienīga gazifikācijas iekārta (LV patents) dod iespēju utilizēt videi draudzīgā procesā to atkritumu daļu, kas nav izmantojama anaerobā procesā un tos materiālus, kas nav izmantojami reciklizācijai - otrreizējai izmantošanai. Iekārtā ar dūmgāzu siltuma utilizāciju iegūtā zema potenciāla siltumenerģija tiek izmantota anaerobā procesa temperatūras režīma uzturēšanai, tādējādi ievērojami paaugstinot iegūtās enerģijas izmantošanas efektivitāti (Goīzevskis, 1992). Nozīmīga patentētās gazifikācijas iekārtas priekšrocība ir tā, ka iespējams utilizēt materiālus ar mitrumu līdz 40 -50 %, piem., medicīnisko iestāžu atkritumus, zaļo šķeldu un tml. (Goīzevskis, 1996.).

"Dedzināmo" atkritumu destrukcija termiskā (gazifikācijas) procesā

	tonnas	
	Gadā	diennaktī / 24 h
pārtikas	190	0,50
papīrs (0,5)	130	0,35
polimeri (0,5)	40	0,10
"medicīniskie"	40	0,10
koksnes atkrit.	1 100	3,00
"sajaukumi"	190	0,50
	~ 1 700	~ 4,5

24 h utilizējamie materiāli ~ 4,5 t,

dedzināmo atkritumu energoietilpība 15 MJ,

iegūtā enerģija , ieskait. utiliz. dūmgāzu siltumu - 17,53 MWh / 24 h,

gazifikācijas kurtuve (LV patents Nr.11497), jauda ~0,8 MW.

Secinājumi

Biogāzes izmantošana:

1 000 m³ biogāze – (energoietilpība 23 MJ / Nm³), 1 000 m³ = 23 000 MJ

23 000 MJ / 3,6 = ~6,3 MWh, ekvivalentais dabas gāzes (35 MJ / Nm³)

daudzums 23 000 MJ / 35 MJ = 657,1 m³ ~ 650 m³

Energoesēju cenas – dabas gāze 66,77 Ls / 1000 m³, koģenerācijas procesā no vietējā

kurināmā – siltumenerģija 10,5 Ls / MWh, elektroenerģija 22 Ls / MWh,

Biogāzes realizācija – nosacīti 1 000 m³ (650 m³ dabas gāze):

a) realizē kā gāzi – Ls 66,77 x 650 m³ = 43,40 Ls,

b) izmanto siltuma iegūšanai, katla k=0,8, izejā 5,04 MWh, Ls 10,5 x 5,04 MWh = 52,92 Ls,

c) izmanto kombinētai elektroenerģijas un siltuma iegūšanai,

elektr. k=0,3, 6,3 MWh x 0,3 = 1,89 MWh, Ls 22 x 1,89 = 41,58 Ls

siltums k=0,5, 6,3 MWh x 0,5 = 3,15 MWh, Ls 10,5 x 3,15 = 33,08 Ls

kopā : 41,58 + 33,08 = 74,66 Ls

a) gāze	Ls 43,40
b) siltums	Ls 52,92
c) elektr. + siltums	Ls 74,66

Atkritumu utilizācijas / pārstrādes procesos iegūtā enerģija, MWh / 24 h

termiskā gazifikācijas procesā 17,53

bioloģiskās gazifikācijas procesā 12,78

kopā 31,31.

Enerģija biogazifikācijas procesa uzturēšanai 6,5.

Procesos iegūtā enerģija realizācijai – 23,81 MWh / 24h.

Apglabājot poligonā darbā aplūkotā nosacītā 30 tūkst iedzīvotāju reģiona atkritumus

- bioloģisko procesu rezultātā veidosies un gada laikā atmosfērā izplūdis biogāze (metāns ~ 50 %, siltumnīcas efekta gāze) ~ 700 000 m³, ekvivalentais šķidrā kurināmā daudzums – 360 m³,
- netiks izmantota atkritumu reciklizējamo materiālu daļa (otrrreizējās izejvielas) makulatūra (papīrs, kartons) ~500 t / gadā, stikls ~ 750 t / gadā, metāli ~ 195 t / gadā, polimēru materiāli ~ 190 t / gadā, neizmantos atkritumu "dedzināmo" daļu (vietējo kurināmo), 17 MWh / 24 h siltumenerģiju,
- neatrisināta 50 ~ 60 m³ / 24 h šķidro atkritumu utilizācijas problēma ("liekās" dūņas, "izvedamās" tualetes un tml.).

Literatūra

1. Bendere R. Atkritumu sadedzināšana, Latvijas atkritumu saimniecības veidošana. 1.seminārs .Sadzīves atkritumu saimniecība, 1995.g. 4.aprīlis. - Rīga, lpp 15.
2. Szikrist G., Biogasification of solid waste, Biogas Conference in Riga, January 19–20, 1994, p.1–8.
3. Linke B, Vollmer G.R., Design and performance for anaerobic treatment of organic wastes, Proceedings. Volume 1, AgEnergy '99, Energy and Agriculture towards the Third Millennium, Athens–Greece, 2–5 June 1999., p.365.
4. Qvistback P., (Upitis A.) Biological waste utilization in Latvia, Production of Biogas for Improved Nitrogen Economy and Retention, VEGOMIL–project, 2000., Skane Energy Agency, Malmohus (Lund), p.38.
5. Upitis A. Existing Biogas Projects in Latvia, Methods and Experiences, Biogas Conference in Riga, January 19–20, 1994, p.2.
6. Šķēle A. un citi. Biogāzes ieguves tehnoloģija no lauksaimnieciskās ražošanas atlikumiem un komunālajiem atkritumiem un tās izmantošanas iespējas // simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums 1999. gada 12.novembrī. - Jelgava, lpp 15.–21.

7. Edelmann W., Schleiss K., Ecologie, energetic and economic comparison of digestion, composting and incineration of biogenic wastes, BIOGAS FORUM, Geneva, Switzerland, 1999., <http://www.biogas.ch/arbi/ecobalan.htm>, p.13
8. Bremšs M. un citi. Bīstamo atkritumu apsaimniekošana Latvijā. - LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 2000., lpp 28.
9. Goiževskis O. Šķirotu atkritumu sadedzināšana // Poligons, Nr.2, 2000, lpp 4–5.
10. Karklins A., Dr. A.Skele, Dr. Dz. Zarina. Anaerobic digestion of dairy sewage in Latvia, AgEnergy'99, Energy and Agriculture towards the Third Millennium, Proceedings. Volume 1, Athens–Greece, 2–5 June, 1999., p.259.
11. Goiževskis O. Iekārta piesārņotu gāzu slapjai attīrīšanai un siltuma utilizācijai. Patents LV 5018, 1992.
12. Goiževskis O. Katla iekārta ar gāzģeneratora tipa priekškurtuvi un paņēmiens visu veidu cietā kurināmā sadedzināšanai tajā. Patents LV 11497, 1996.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОШИБОК В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ TIPISKO KĻŪDU AVOTU ANALĪZE EKOLÓGISKĀ MODELĒŠANĀ

Олег Ужга–Ребров
Резекненская Высшая школа
Резекне, Латвия

***Abstract.** The ecological systems are very difficult and multiform. There are many errors in the modelling such systems. Sensitivity analysis of errors for model's outputs is integral part of modelling. In this paper short review of error creating in ecological modelling is given.*

1. Введение

Общепринятым подходом к изучению сложных систем внешнего мира является их моделирование. В самом общем виде все многообразие моделей может быть разделено на три больших класса: геометрические модели, аналоговые модели и символьные модели. Символьные модели включают в себя математические, графические или другие отображения элементов моделируемых систем и их взаимосвязей. Изменяя входные параметры модели и распространяя эти изменения по модели, можно определить соответствующие реакции (отклики) выходов модели. Построение моделей связано с целым рядом сложных проблем. Одна из основных проблем – это проблема адекватности отображения моделью реальных состояний внешнего мира. Адекватность модели зависит от объёма знаний исследователей об объекте моделирования. Если речь идёт о моделировании сложных экологических систем или возможных негативных воздействий техногенной деятельности человечества на окружающую среду, следует признать, что наши знания в этих областях в значительной степени неполны. Отсюда следует гомоморфность экологических моделей.

Неполнота или отсутствие информации о параметрах модели вынуждает широко использовать субъективные заключения экспертов. Такого рода заключения именно из-за их субъективного характера являются источником существенных и трудно поддающихся оценке ошибок в моделировании.

Не принимая во внимание, какие цели преследуются при построении и использовании модели, всегда возникает проблема оценивания достоверности

полученных результатов. Такое оценивание может быть основано на анализе ошибок модели и её параметров. Целью настоящей работы является краткий обзор и анализ основных источников ошибок в экологическом моделировании. Раздел 2 даёт общий обзор источников ошибок в моделировании. Раздел 3 даёт представление о типах чисел, использующихся для спецификаций моделей и их возможных ошибках. В разделе 4 анализируются потенциальные источники ошибок, связанные с некорректным выбором схем усреднения и агрегирования оценок параметров.

2. Общий обзор источников ошибок в экологическом моделировании

Как уже упоминалось, экологические модели чрезвычайно сложны, кроме того, они одновременно являются сильными упрощениями и абстракциями реального мира. Ошибки и пристрастности проникают в модели на разных шагах процесса моделирования: конструирование модели, оценивание параметров модели, вывод и интерпретация полученных результатов. [Loehle C., 1987]. Ошибки, связанные с оцениванием параметров моделей, рассматриваются в следующем разделе. Здесь же даётся краткий обзор общих ошибок на двух других этапах.

Ошибки в конструировании модели вызываются различными причинами. Основными из них являются ошибки ограниченного определения и представления. Разнородность внутри экологических систем – это одна из наибольших проблем, с которой сталкиваются при моделировании. Отсюда возникают ошибки, являющиеся результатом абстракций и упрощений, вводимых, чтобы приспособиться к этой пространственной и временной разнородности. Чтобы моделировать любую экосистему, всегда начинают с определения пространственных и категориальных границ. Проблема усложняется тем обстоятельством, что функциональные и пространственные границы моделируемой системы совпадают не всегда. Для определения категориальных границ отбрасывают некоторые элементы в системе и некоторые факты окружения. Не всегда бывает понятно, какое влияние окажут такие упрощения на результаты моделирования.

Другим источником ошибок на этапе конструирования модели может быть неправильный выбор схем усреднения и агрегирования экспертных оценок параметров модели. Подробнее эта проблема рассматривается в Разделе 4.

Ошибки вывода и интерпретации результатов вызываются следующими причинами. В общем случае модели строятся и исследуются для достижения одной из следующих альтернативных целей:

1. Прогнозирование (предсказание) интересующих результатов в будущем.

Примерами моделей такого рода являются прогнозирование будущего урожая или расчёты доз пестицидов.

2. Приложение выводов модели к реальной системе.

Во втором случае априори предполагается, что реальная система должна подчиняться выводам модели. Но поскольку выводы модели основаны на многих упрощающих обстоятельствах и ограничениях, поведение реальной системы может в значительной степени отличаться от поведения, предписываемого моделью.

3. Основные типы параметров модели и их возможные ошибки

При разработке любых, в том числе экологических моделей необходимо чётко представлять себе, в форме каких чисел заданы параметры модели. Грамотное обращение с числами разных типов позволяет корректно оценить

возможные ошибки. Классификация числовых значений параметров моделей в настоящей работе основана на [Morgan R.G. and Henrion M., 1990].

1.Эмпирические параметры модели. Эти числа отражают реальные параметры моделируемой системы и могут иметь самый разный физический смысл. В качестве эмпирических параметров экологической модели могут служить концентрация и скорость распространения вредного вещества в окружающей среде. Неопределённость задания таких чисел может быть выражена вероятностными распределениями или в форме некоторых параметрических зависимостей.

2.Константы. Атомные веса элементов или число Авогадро представляет собой примеры физических констант.

Константы определены по определению. Ошибки здесь могут произойти из-за нарушения исходных условий. Например, степень взаимодействия химического вещества с водой может в сильной степени зависеть от наличия в воде других растворённых веществ. Неправильное задание начальных условий может привести к значительным ошибкам в моделировании.

3.Параметры области модели. Моделируемая система задаётся во времени и пространстве. При моделировании поведения определённой популяции животных должны быть заданы ареал её распространения и временной горизонт моделирования. Существуют значительные трудности в задании чисел этого типа.

4.Индексные переменные. В общем случае индексные переменные используются, чтобы идентифицировать размещение в пространственной или временной области модели. В отличие от более общего понятия параметров области модели индексные переменные используются, например, для указания частного года в многолетней модели или определённого участка в моделируемом ареале.

5.Переменные состояния представляют собой вектор значений параметров, описывающих состояние модели в определённой точке пространства и / или времени.

Основными причинами ошибок в определении и назначении параметров модели являются следующие [Morgan M.G. and Henrion M., 1990]:

- случайные ошибки и статистические отклонения ;
- субъективные суждения,
- лингвистические неточности;
- изменчивость;
- внутреннее присущая неопределённость,
- разногласия,
- аппроксимация.

Наиболее изученный и наиболее понятный тип ошибок – это случайные ошибки при прямых измерениях параметров.

Что же касается субъективных суждений, – этот тип ошибок наиболее распространён и наиболее труден для учёта. Эксперты по разным причинам могут быть пристрастными в своих суждениях. Глубокий теоретический и практический анализ пристрастностей в субъективных оценках можно найти в [Morgan M.G. and Henrion M., 1990, Главы 6,7].

Лингвистические неточности связаны с различным пониманием значений чисел, заданных в форме высказываний типа “Река широкая”, “Ветер умеренный”. Мощными средствами квантификации и обращения с такого рода неопределёнными числами являются теория нечётких множеств и нечёткая логика.

Для некоторых чисел характерна динамическая изменчивость в пространстве и / или времени, что является дополнительным источником ошибок при их назначении и использовании в моделях.

Внутренне присущая неопределённость чисел определённого класса является несокращаемой в принципе. Наглядный пример этому – принцип неопределённости В.Гейзенберга в квантовой механике.

Если оценивание эмпирических чисел выполняет группа экспертов, их мнения, как правило, отличаются. Отсюда возникают две проблемы:

(1) усреднение отдельных оценок; (2) оценка степени достоверности результирующих оценок. Разрешению этих проблем посвящены многочисленные теоретические и практические исследования.

Аппроксимация чисел и функций очень широко распространена в моделировании. Выделение тренда на интервале ретроспекции прогнозируемой величины или дискретизация непрерывного вероятностного распределения представляют собой ярко выраженные примеры аппроксимации. Естественно, что любая аппроксимация связана с потерей информации и ошибками.

Исследование ошибок в назначении эмпирических параметров моделей является важной составной частью любого процесса моделирования. Никакое моделирование не может считаться законченным без анализа потенциальных ошибок и анализа чувствительности результатов к этим ошибкам.

4. Ошибки, возникающие при агрегировании оценок

Широко распространённой стратегией оценивания является декомпозиция оцениваемого числа на различные факторы, назначение значений каждого фактора и затем агрегирование этих значений, чтобы получить общую оценку. Например, при моделировании процесса эксплуатации атомной электростанции с целью оценки вероятности потенциальной аварии эксперты не в состоянии дать непосредственную оценку требуемой вероятности. Декомпозируя процесс работы электростанции на простые составляющие и анализируя поведение соответствующих технических подсистем, эксперты могут дать достаточно достоверные оценки вероятностей аварии в этих подсистемах. Агрегируя полученные оценки, можно получить общую оценку вероятности интересующего нас события.

Некорректное агрегирование множественных оценок может стать источником значительных ошибок в моделировании. С проблемами агрегирования оценок связаны обширные исследования. Отдельные результаты можно найти в [Cale W.G. and Odell R.L., 1980; Loehle C., 1987; Mosleh A., 1992]. Дальнейшее рассмотрение проблемы основано на результатах [Mosleh A., 1992]. Суть проблемы в следующем. Агрегирование оценок может производиться в рамках адитивной или мультипликативной модели. В свою очередь, если оценки чисел на декомпозированном уровне задаются группой экспертов, необходимо усреднить эти оценки. В качестве усреднённых значений можно использовать адитивные или геометрические средние. Значения агрегированных оценок в сильной степени зависят от порядка выполнения операций усреднения и агрегирования.

Предположим, что три эмпирических числа, α , β и γ , оцениваются двумя экспертами. Тогда α_1 - оценка числа α первым экспертом, α_2 - оценка числа α вторым экспертом. Индексы при β и γ имеют тот же самый смысл. Предположим, что вначале выполняется адитивное усреднение экспертных оценок. Тогда

$(\alpha_1 + \alpha_2)/2$ – усреднённая оценка числа α ;

$(\beta_1 + \beta_2)/2$ – усреднённая оценка числа $\bar{\beta}$;

$(\gamma_1 + \gamma_2)/2$ – усреднённая оценка числа γ .

Если агрегирование оценок производится на основе мультипликативной модели, то результатом будет:

$$A = (\alpha_1 + \alpha_2)/2 * (\beta_1 + \beta_2)/2 * (\gamma_1 + \gamma_2)/2.$$

С другой стороны, можно вначале агрегировать оценки отдельных экспертов, а затем усреднить их. Результатом будет:

$$A^1 = (\alpha_1 * \beta_1 * \gamma_1 + \alpha_2 * \beta_2 * \gamma_2)/2.$$

Значения A и A^1 будут различными

Далее, пусть мы имеем адитивную модель агрегирования и усреднение оценок экспертов производится на основе геометрического среднего. Если вначале производится усреднение, а затем агрегирование, то результирующей оценкой будет:

$$B = (\alpha_1 * \alpha_2)^{0.5} + (\beta_1 * \beta_2)^{0.5} + (\gamma_1 * \gamma_2)^{0.5}.$$

Если же вначале производится агрегирование, а затем усреднение, то результирующей оценкой будет:

$$B^1 = (\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1)^{0.5} + (\alpha_2 + \beta_2 + \gamma_2)^{0.5}.$$

Очевидно, что значения B и B^1 будут различными.

В работе [Mosleh A., 1992] эти различия в агрегированных оценках приводятся как эмпирический факт без теоретического объяснения. Теоретическое объяснение наблюдаемого феномена тривиально. Операция геометрического усреднения или агрегирования определена в евклидовом пространстве, а операция адитивного усреднения или агрегирования определена в пространстве Хэмминга. Совместное применение вычислительных операций, определённых в разных пространствах, неизбежно приводит к некорректным результатам.

Теперь предположим, что в адитивной модели агрегирования используется адитивное усреднение оценок экспертов. Тогда мы имеем следующие результаты при разных порядках усреднения и агрегирования:

- (1) вначале выполняется усреднение, затем агрегирование:

$$A = (\alpha_1 + \alpha_2)/2 + (\beta_1 + \beta_2)/2 + (\gamma_1 + \gamma_2)/2;$$

- (2) вначале выполняется агрегирование, затем усреднение:

$$A^1 = [(\alpha_1 + \alpha_2) + (\beta_1 + \beta_2) + (\gamma_1 + \gamma_2)]/2.$$

Очевидно, что теперь значения A и A^1 совпадают.

Аналогично, для агрегирования оценок на основе мультипликативной модели, когда усреднение производится на основе геометрического среднего:

Литература

1. Cale W.D. and Odell R.L. (1980). Behavior of Aggregate State Variables in Ecosystem Models. *Mathematical Biosciences*, 49, pp. 121–137.
2. Loehle Craig (1987). Errors of Construction, Evaluation and Inference: A Classification of Sources of Error in Ecological Models. *Ecological Modelling*, 36, pp. 297–314.
3. Mosleh Ali (1985). Model Uncertainty and Its Implications in Probabilistic Risk Analysis. *Transaction of the 8th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (Brussels)*.
4. Mosleh Ali and Bier Vicki (1992). On Decomposition and Aggregation Error in Estimation: Some Basic Principles and Examples. *Risk Analysis*, Vol. 12, No. 2, pp. 203–214.
5. Morgan M. Grander and Henrion Max (1990). *A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge University Press, 382 p.

PELDŪDENŪ MIKROBIOLOGISKĀS KVALITĀTES PĒTĪJUMI BALTIJAS JŪRAS UN RĪGAS LĪČA PIEKRASTĒ MICROBIOLOGICAL STUDY OF BALTIC SEA AND GULF OF RIGA COAST BATHING WATERS

Astrīda Zandmane, biol.zin.dokt., mikrobioloģe,
Latvijas Vides aģentūra,
Ošu iela 5, Jūrmala, LV-2015, Latvija, tālr. 7-54916,
e-pasts: astrida.zandmane@vdc.lv, Fax: +371 77 64162

Abstract. This report focuses on the studies of the bathing water microbiological quality in Latvian coastal zone of the Baltic sea and the Gulf of Riga in May–October, 1998–1999. The microbiological studies has been done in the different coastal zones of Kurzeme and Vidzeme, downstreams of small rivers and biggest rivers Venta and Gauja, discharges of wastewater treatment plants and the public bathing waters in Ventspils and Saulkrasti municipality area to assess their quality according to the EU Blue Flag and Latvian National Standard criteria. The microbiological examinations were carried out in accordance with the International Standard Methods. A complex of indicatororganisms – total and thermotolerant coliforms (*E.coli*), streptococci, and heterotrophic plate count (37^o, 21^oC) has been tested. Water quality in the Kurzeme has been found much better on the beaches of the Baltic sea than the most urbanised beaches of Gulf of Riga. The quality of the Ventspils public bathing waters has been evaluated as very good (80–100% of data). Whereas as a result of anthropogenic load only 61–82% of data conforms the obligatory requirements of the bathing water quality in Saulkrasti coastal zone. In the study the microbiological pollution, sources and levels of their dynamics and hydrological factors are interpreted. The colour maps of the bathing waters quality are presented.

Ievads

Tūrisma un rekreācijas industrijas attīstība ir viena no vides aizsardzības un reģionālās aizsardzības politikas prioritātēm Latvijā [1]. Kopš 1998.gada Latvija ir uzņemta ES “Zilā Karoga” neformālajā kustībā kā asociēta dalībvalsts. Šīs kustības mērķis ir veidot harmonizētu vides un veselības aizsardzības institūciju sadarbību ar jūras piekrastes pašvaldību aktivitātēm tūrisma un jahtu ostu starptautiskā biznesa uzsākšanai. Saskaņā ar “Zilā Karoga” noteikumiem, jūras pludmalēs jānodrošina starptautisko

standartu līmenim atbilstošu ūdens kvalitāti, kā arī pludmaļu labiekārtošanu, regulāru apkopi un apsaimniekošanu [2].

Balstoties uz iepriekšējo 1996.–1998.gada pētījumu rezultātiem [3, 4], tika noskaidrota peldūdeņu sanitāri higiēniskā stāvokļa vispārējā aina Rīgas līča un Baltijas jūras piekrastē, kas ierosināja veikt dziļāku pētījumu programmas ar mērķi noskaidrot piekrastes peldūdeņu mikrobioloģiskā piesārņojuma izcelsmi, tā līmeni un dinamiku, kā arī sagatavot priekšlikumus piesārņojuma samazināšanai no sauszemes, tā sekmējot jūras pilsētu – Ventspils un Saullkrastu pašvaldībām, iekļauties “Zilā Karoga” kustībā un attīstīt savu rekreācijas potenciālu. Peldūdeņu mikrobioloģiskās kvalitātes izpēti un novērtēšana ir veikta divu zinātniski lietišķo pētījumu projektu ietvaros [5, 6].

Materiāls un metodika

Kurzemes jūrmalā mikrobioloģiskie pētījumi veikti 1998.gadā no maija līdz oktobrim. Teritorija ietver Baltijas jūras piekrasti no Rīvas upes grīvas līdz Kolkasragam un Rīgas līča rietumu piekrasti no Kolkasraga līdz Lapmežciemam, kā arī 32 mazo upju un strautu grīvas, Ventas lejteci no Vārves līdz ietekai jūrā un Būšnieku ezeru. Pilsētas sabiedriskajā pludmalē ūdens mikrobioloģiskā kvalitāte tika pārbaudīta regulāri 1 km garajā piekrastes peldūdeņu joslā 4 punktos pirms (0,5m) un pēc otrā sēkļa (1,5m dziļums). Vidzemes jūrmalā mikrobioloģiskie pētījumi veikti 1999.gadā no maija līdz oktobrim. Teritorija ietver Rīgas līča dienvidaustrumu piekrasti no Skultes līdz Gaujas grīvai, kā arī 5 mazo upju – Aģes, Ķīšupes, Pēterupes, Inčupes, Lilastes, kā arī Gaujas lejteces posmus, saistībā ar notekūdeņu attīrīšanas iekārtu (NAI) sešām emisijas izplūdēm un intensīvi apdzīvota mazdārziņu rajona virszemes notecēm. Mikrobioloģisko parametru kompleksa izvēli noteica izpētei plānotie uzdevumi: vispārējā mikrobiālā (arī organiskā) piesārņojuma noteikšanai – heterotrofo mikrobu skaits (HMS) un saprofito mikrobu skaits (SMS); fekālas izcelsmes bakterioloģiskā piesārņojuma līmeņa noteikšanai – koliformu kopējais skaits (KKF), termotoleranto koliformu (TKF) jeb varb.E.coli skaits, fekālo streptokoku (FS) skaits, atsevišķos gadījumos arī *Salmonella* sp., *Ps.aeruginosa* un kolifāgu klātbūtne. Mikrobioloģiskie parametri noteikti saskaņā ar starptautisko standartu metodēm [7,8]. Pavisam veiktas ap 3000 Kurzemes un Vidzemes piekrastes ūdeņu mikrobioloģiskās analīzes. Ūdens paraugi ievākti ar Nansena tipa vai Van–Dorn plastikāta 5,0 l batometru (atkarībā no dziļuma), vai “ar roku” tieši sterilā 0,5 l stikla pudelē 0,2 m dziļumā no ūdens virsmas.

Mikrobioloģisko analīžu rezultāti vērtēti saskaņā ar ES “Zilā Karoga” un Latvijas Republikas Labklājības ministrijas (NVVC) peldūdeņu kvalitātes kritēriju prasībām [9]. Rezultātu interpretācijai tika izmantoti hidroķīmiskie un hidroloģiskie parametri, kas iegūti projektu komplekso pētījumu ietvaros. Datortehnikā izveidotas oriģinālas ūdens mikrobioloģiskās kvalitātes krāsu kartes, vadoties pēc ES “Zilā karoga” (ZK) kustības biroja (Kopenhāgena, Dānija) kartēšanas pieredzes [10].

Rezultāti un izvērtējums

Baltijas jūras Kurzemes piekraste ilgstoši ir bijusi vietējo iedzīvotāju mazapdzīvota vide, kā arī aizsargāta no intensīvas atpūtnieku vai cita veida antropogēnās slodzes, tāpēc pludmaļu stāvoklis zināmā mērā atšķiras no Rīgas jūras līča piekrastes pludmalēm. Pirmatnējā un maz pārveidotā kāpu josla, tīrā smilts un piekrastes ūdeņu nepārtrauktā apmaiņa ar atklātās jūras svaigajiem ūdeņiem šobrīd nodrošina lieliskus apstākļus starptautiskas nozīmes tūrisma vietu, peldvietu un jahtostu izveidošanai. Mikrobioloģisko pētījumu rezultāti pārliecinoši parādīja, ka heterotrofo mikrobu un sanitāri bakterioloģisko baktēriju daudzums, neskatoties sezonālajām svārstībām, ir neliels praktiski visā atklātās jūras piekrastes garumā. Iegūtie dati raksturo piekrastes

ūdeņus un pludmales vidi kopumā kā nepiesārņotu. Novērojumu laikā visās atklātās jūras pludmalēs ūdens bakterioloģiskā kvalitāte atbilda starptautiskajām ZK un NVVC obligātajām prasībām (KKF<2500, TKF<250, FS<100 KVV/100ml), bet 10 pludmalēs ūdens kvalitāte uzrādīja vēlamo kvalitāti (KKF<500, TKF<100, FS<10 KVV/100ml). Lai nodrošinātu ūdens bakterioloģiskās kvalitātes stabilitāti, lielāka uzmanība būtu jāpievērš intensīvi apmeklēto pludmaļu (Muižupītes, Jūrkalnes) apkārtnes uzraudzībai, Muižupītes krastu tīrībai un sanitāro mezglu higiēnai. Dažās pludmalēs (Užava, Oviši, Pitrags, Mazirbe) tika konstatēts, ka tīro peldūdeņu kvalitāte reaģē uz mazo upju noteci, tomēr lineāra pozitīva korelācija starp jūras peldūdeņu un upju ūdeņu bakterioloģisko kvalitāti netika atrasta.

Rīgas līča Kurzemes piekraste salīdzinājumā ar atklātās jūras piekrasti ir intensīvāk apdzīvota, te atrodas vairāku zivju apstrādes uzņēmumu, ciematu un ostu NAI izplūžu, kas tieši vai pastarpināti ieplūst līča ūdeņos. Šajās pludmalēs konstatētie sanitāri bakterioloģiskie rādītāji (30–40%) neatbilda kvalitātes prasībām (Ģipka, Engure, Ķesterciems), turklāt heterotrofo (arī saprofito) mikrobu daudzums ūdenī dažviet uzrādīja ievērojamu organisko vielu piesārņojuma klātbūtni. Kurzemes piekrastes peldūdeņu kvalitātes kopainā iezīmējas būtiska likumsakarība: Baltijas jūras piekrastes ūdens mikrobioloģiskā kvalitāte ir 3–10 reižu labāka un stabilāka par Rīgas līča piekrastes ūdens kvalitāti. Lokāli un difūzi izvietotie potenciālie piesārņojuma avoti – upju un novadgrāvju noteces, NAI nepietiekoši efektīvi attīrītu notekūdeņu izplūdes, kā arī neapsaimniekotu un piesārņotu pludmaļu virszemes noteces ir piekrastes peldūdeņu galvenie bakterioloģiskā piesārņojuma avoti. Piesārņoto noteču tālākā virzība piekrastē, kā arī to ietekme uz apkārtējo peldūdeņu mikrobioloģisko kvalitāti ir grūti prognozējama, ņemot vērā sarežģītās hidroloģiskās situācijas līcī. Piekrastes zonas upju ūdens mikrobioloģiskā kvalitāte ir ļoti atšķirīga, jo katra no tām saistīta ar konkrētu piesārņojuma avotu, tā apjomu un līmeni, kā arī jāņem vērā lauksaimniecības zemju virsūdeņu noteci. Savukārt bakteriālā piesārņojuma ienesi jūrā lielā mērā nosaka upju (upīšu, strautu, urgu, novadgrāvīšu) hidroloģiskais režīms un kopējā baseina īpatnības (tieša vai netieša ieplūde, straumes ātrums, caurtece, klimatiski sezonālās izmaiņas). Vissliktākais sanitāri bakterioloģiskais stāvoklis, kas liecina par svaiga fekālā piesārņojuma ieplūdi, tika konstatēts Plieņupē, Grīvā un Lāčupē. Citu mazo upīšu – Melnsilupes, Pilsupes, Rojas un Silupītes neapmierinošais sanitārais stāvoklis ir izskaidrojams ar virszemes notecēm un eitrofikācijas procesa sekundārajām sekām.

Ventspils pilsētas sabiedriskajām peldvietām kā tobrīd reālākajām ES Zilo Karogu kandidātēm tika veltīta padziļināta peldūdeņu izpētes programma. Iegūtie rezultāti parādīja, ka ūdens bakterioloģiskā kvalitāte pēc koliformas organismu klātbūtnes atbilst ļoti tīru (“exelent”) un tīru peldūdeņu klasei, bet pēc fekālo streptokoku daudzuma nepārsniedz kritēriju obligāto robežvērtību (izņemot vienu reizi, sastādot 1,3% pieļaujamā analīžu skaita). Saulainās dienās ūdens bakterioloģiskā kvalitāte nedaudz pazeminās, īpaši seklūdenī līdz pirmajam sēklim, kā arī peldvietas centrālajos un molam tuvākajos peldūdeņos, kur apmeklētāju slodze parasti lielāka. Novērojumu laikā nosacīti patogēnās (*Ps.aeruginosa*) vai patogēnās (*Salmonella* spp.) baktērijas peldūdenī netika atrastas, taču atsevišķos izmeklējumos ārpus peldvietas zonas, kur atļauts peldināt mājdzīvniekus (suņi, kāmjņi) vai uzturas ķīru bari, ūdenī tika atrastas dažas salmonellas. Nelielais heterotrofo un saprofito baktēriju skaits peldūdeņos liecināja, ka peldvietas zonā, lai arī tā praktiski atrodas pilsētas un ostas teritorijā, netiek ievadīti neattīrīti saimnieciskie notekūdeņi vai bakterioloģiski bīstamas atkritumvielas. Ūdens mikrobioloģiskā kvalitāte tika pārbaudīta arī potenciālajās peldvietās – Staldzenes jūrmalā, Būšnieku ezerā un Ventas upē. No ūdens mikrobioloģiskās kvalitātes aspekta raugoties, “Zilais Karogs” varētu tikt tuvākajā laikā piešķirts Staldzenes jūrmalai, kurā

93,8% analīžu atbilst ļoti tīra ūdens kvalitātei. Tomēr te vēl veicami nopietni pludmales labiekārtošanas darbi. Arī Būšnieku ezera akvatorijā ūdens ir ļoti tīrs (100% analīžu), tāpēc ezera vidū var droši gan peldēties, gan nodarboties ar cita veida atpūtu uz ūdens. Izvēlētajās krasta pludmalēs ūdens kvalitāte nedaudz pazeminās, tomēr saglabā obligātajām prasībām atbilstošu bakterioloģisko kvalitāti. Lai nodrošinātu kvalitātes stabilitāti, ir jāuzlabo apkārtnes vispārējā higiēniskā situācija un jāveic peldvietām atbilstoši labiekārtošanas darbi. Ventas upes pludmalēs ir līdzīga higiēniskā situācija, tomēr ūdens kvalitāte ir ievērojami zemāka un nestabilāka nekā ezerā. Upes lejtece ir pakļauta saspringtai antropogēno un hidroloģisko faktoru mijiedarbībai, kas veido peldvietu kvalitātei nelabvēlīgu situāciju. Var sagaidīt, ka vairāku mazo upju ieplūdes, dārziņu virsūdeņu notece un lielo uzņēmumu NAI notekūdeņu ieplūdes, arī tuvākajā laikā periodiski radīs higiēniska rakstura un organiskā piesārņojuma problēmas upes lejtecē.

Rīgas līča Vidzemes piekrastē salīdzinājumā ar Kurzemes piekrasti antropogēnā slodze ievērojami pieaug, kuras ietekmē novēro relatīvi augstu apkārtējās vides sanitārā piesārņojuma līmeni. Blīvāka apdzīvotība, intensīvs vasarnieku pieplūdums vasarnīcu un mazdārziņu rajonā, zivju un kokapstrādes uzņēmumi un pilsētas NAI izplūdes piekrastes zonā vienotā sistēmā sasaista līci ar mazo upju baseinu tīklu.

Fekālais piesārņojums tika konstatēts visās mazajās upēs. Upju augštecēs fekālā piesārņojuma fonu veido intensīvi mēsloju aramzemju un ganību virszemes notece, kam vidusposmā pievienojas mazdārziņu un lejastecē NAI emisijas notekūdeņu izplūdes. Upju ūdens bakteriālie izmeklējumi parādīja, ka augštecēs fekālo indikatororganismu sastāvs saistāms ar dzīvnieku, bet lejtecēs praktiski tikai ar cilvēku piesārņojuma izcelsmi. Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas ar mainīgu efektivitāti noņem organiskā piesārņojuma slodzi, daļēji aiztur biogēnās vielas, bet nepietiekoši veic bakteriālā piesārņojuma aizturi. Piesārņotākie upju posmi ir Pēterupes lejtece, kurā lejpus NAI izplūdes ir konstatēta svaiga fekāliju indikatororganismu klātbūtne (100% analīžu), Ķīšupes lejtece, kuras higiēnisko stāvokli ievērojami pasliktina gan mazdārziņu, gan maz efektīvā NAI darbība (50–60%), kā arī Lilastes grīva (67% neapmierinošu rezultātu). Dažādās hidroloģiskajās situācijās – vēja uzplūdos vai paaugstinātā caurplūdē, upju noteces var apdraudēt līča peldvietu kvalitāti. Datu statistiskā izvērtēšana parāda, ka pastāv pozitīva korelācija starp Lilastes un Gaujas grīvu un līča piekrastes ūdeņu bakterioloģisko piesārņojumu. Inčupē un Agē sanitāri bakterioloģiskais stāvoklis ir salīdzinoši nedaudz labāks kā pārējās upēs. Novērojumu laikā, neskatoties uz minēto antropogēno slodzi, līča piekrastes ūdeņu bakterioloģiskā kvalitāte veidojās samērā apmierinoši, pateicoties klimatiskajiem un hidroloģiskajiem apstākļiem sausajā vasaras periodā: upju minimāla notece, virsūdeņu trūkums, spēcīgā saules radiācija. Kopainā piekrastes posmos no Skultes līdz Ķīšupei 82%, no Pēterupes līdz Inčupei 64% un no Lilastes līdz Gaujai 61%, bet visā piekrastē – 73% analīžu rezultāti atbilda ZK kritēriju prasībām. Kompleksie pētījumi, kas veikti Saulkrastu rajonā, ļāva izdarīt vairākus secinājumus par mikrobioloģiskā un eitroficējošā piesārņojuma samazināšanu Rīgas līča Vidzemes jūrmalas peldvietās, kuru īstenošana būtu solis pludmales zonas sakārtošanai un peldvietu kvalitātes uzlabošanai atbilstoši starptautiskajām “Zilā Karoga” prasībām.

Mikrobioloģisko pētījumu datu apkopošanai ir izveidotas vizuāli uztveramas krāsu kartoshēmas, kurās atzīmēta Baltijas jūras un Rīgas līča Kurzemes un Vidzemes piekrastes ūdeņu mikrobioloģiskā kvalitāte, kas atspoguļo lieliskākās un mazāk piemērotākās akvatoriju zonas peldvietām, jahtu ostām un atpūtai pie ūdeņiem.

Literatūra

- I. Latvijas Tūrisma attīstības aģentūras nolikums, LR MK Noteikumi Nr.57, 1999.
- II. Zilie Karogi. Rokasgrāmata. Latvijas pašvaldību iesaistīšanai Eiropas Savienības neformālajā peldūdeņu vērtēšanas kustībā, Rīga, 1997, 51.
- III. Municipālo piesārņojuma avotu ietekmes novērtēšana uz Baltijas jūras piekrastes ūdeņu kvalitāti. Līgumdarba atskaite. LU Hidroekoloģijas institūts, 1996.
- IV. Piekrastes zonas monitoringa izveide Latvijas ūdeņos. Līgumdarba atskaite. LU Hidroekoloģijas institūts, 1998.
- V. Kurzemes piekrastes peldūdens mikrobioloģiskās kvalitātes izpēte un novērtējums. Projekta atskaite, VARAM Vides datu centrs, Jūrmala, 1999, 92, A,B,C,D.
- VI. Saulkrastu rajona upju un Rīgas līča piekrastes vides stāvokļa novērtējums. Līgumdarba atskaite. LU Hidroekoloģijas institūts, Rīga, 1999, 124.
- VII. Standard Methods for the examination of waters and wastewaters. Ed. by A.D.Eaton, L.S.Clesceri, A.E.Greenberg, 19th ed., 1995, part 9000.
- VIII. Environment-Water quality-Physical, biological and microbiological methods, vol.3, 1994, 266.
- IX. Peldvietu iekārtošanas un higiēnas noteikumi. LR MK Noteikumi Nr.300,44,7, 1998.
- X. Badevandskort Bathing Water Map/Badewasser-Atlas Ministry of Environment and Energy, Danish DEPA, 1997, 88.

SAULES ENERĢIJAS IZMANTOŠANAS IESPĒJAS SIVĒNU MIGU GRĪDU APSILDĪŠANAI POSSIBILITIES FOR USING SOLAR ENERGY TO HEAT LOCAL WARMING OF NEW BORN PIGLETS

Imants Ziemeļis, Dr.inž., asoc.prof.; Henriks Putāns, mag.inž., pētn.;

Uldis Iljins, Dr.hab.inž., prof.; Andris Ķikāns inž.

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ulbrokas Zinātnes centrs

Institūta iela 1, p.n. Ulbroka, Rīgas raj., LV-2130

Tālr.: 2 910917, e-pasts: uzc@lanet.lv, fakss: 2910873

***Abstract.** The optimum air temperature in a pigsty for sows is 16–18 °C, but during the first days of new born piglets life the temperature in their lairs ought to be 32...34 °C. Therefore the local warming for piglets is installed. The goal of the investigation was to measure the intensity of heat irradiation under different kinds of infra-red heaters, more often used on Latvia farms. An autonomous infra-red piglet warming systems have been developed. The experiment has showed, that during the first days of piglets life the heater should be kept at the high, so that the irradiated area 0.3–0.4 m² has been. Gradually heaters have to be lifted up 3–4 times while the warming area is 0.6–0.7 m² in 40–45 days, when piglets are weaned. The temperature in a lair has to be regulated by change of electric power of the heater. Several constructions of voltage regulators are worked out, which are able to ensure the temperature on the warmed surface automatically or manually, depending on the temperature in a pigsty and live mass of piglets. The automatic power regulation of the heaters decreases the consumption of electric energy more than 2 times.*

Ievads

Visus mūsu planētas enerģijas avotus var iedalīt divās lielās grupās: tādi, kas atjaunojas un kuru krājumi praktiski nav izlietojami (saules, vēja, ūdens, ģeotermālā enerģija) un tādi, kas neatjaunojas (ogles, kūdra, nafta, gāze, urāns). Tieši šie vienreizējās izmantošanas avoti, pašlaik nodrošina ap 90 % no pasaules vajadzības pēc enerģijas.

Latvija nav bagāta ar energoresursiem. Saskaņā ar Latvijas enerģētikas gada pārskatu, ko sagatavojis Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas Enerģētikas departaments [1], primārās enerģijas 1998. gada patēriņa bilanci veidoja naftas produkti (37 %), cietie kurināmie (28 %), dabas gāze (23 %), elektroenerģija (10 %) un ogles (2 %). Lielākā daļa no tiem tiek importēta, tāpēc dārga.

Daudzās pasaules valstīs kā siltuma enerģiju sekmīgi izmanto saules enerģiju. Saules starojuma intensitāte ārpus atmosfēras vidēji ir 1370 W/m^2 (saules konstante). Ejoj cauri zemes atmosfēras slānim, saules starojuma intensitāte samazinās. Vasaras mēnešos (jūnijs, jūlijs, augusts) vidējā radiācijas jauda uz horizontālas virsmas sastāda $733\text{--}852 \text{ W/m}^2$ [2]. Gada globālais starojums Baltijas valstīs uz horizontālas virsmas mainās robežās no 900 līdz 1100 kWh/m^2 , turklāt 80 % no tā iegūst vasaras laikā [3]. Ievērojot minēto, LLU Ulbrokas zinātnes centrā veikti pētījumi par saules siltuma izmantošanas iespējām mūsu republikas cūku fermās.

Kā zināms, svarīgs sivēnu saglabāšanu un augšanu nodrošinošs faktors ir to turēšanas apstākļi, it īpaši temperatūras un gaisa mitruma režīms pirmajās dzīvības dienās un nedēļās. Lai dzīvības procesi organismā noritētu normāli, pirmajās 7–10 dienās sivēnu migā jāuztur temperatūru $34\text{--}30 \text{ }^\circ\text{C}$ [4], šim nolūkam izmantojot lokālās apsildīšanas ierīces – infrasarkano staru spuldzes un apsildāmās grīdas (paneļus, paklājus). Vietējā apsildīšana jālieto arī tādēļ, ka sivēnmātēm optimālā apkārtējā gaisa temperatūra ir tikai $16\text{--}18 \text{ }^\circ\text{C}$.

Cūku fermās (kompleksos), kur ierīkota centrālapkure, sivēnu vietējai apsildīšanai ir izdevīgi izmantot centrālapkures siltumu. Šai sakarā LLU Ulbrokas Zinātnes centrā tiek izstrādāts projekts, kurā paredzēts sivēnu vietējai apsildīšanai izmantot ar ūdeni sildāmos betona paneļus, kurus apkures sezonas laikā silda no centrālapkures, bet pārējā laikā – izmantojot saules siltumu un elektroenerģiju.

Pētījuma mērķis

Projekta pētījuma mērķis ir noskaidrot:

- pielietojamā saules kolektora tipa izvēles principus un kritērijus, atkarībā no patērētāja jaudas;
- optimālo saules kolektora un sildpaneļa sildvirsmu laukumu attiecību;
- sildpaneļa pildījuma un pārklājuma materiālus, lai iespējami efektīvāk izmantotu saules siltumu, pie minimālām sildpaneļa izgatavošanas izmaksām;
- saules kolektora izgatavošanai ieteicamākos materiālus, optimālāko konstrukcijas veidu un izgatavošanas tehnoloģiju, kolektoru pielietošanas veidus un citus parametrus, lai pie minimālām izmaksām iegūtu latvijas apstākļos maksimāli iespējamo enerģijas daudzumu.

Pētījumu uzdevumi

Projekta izpildes termiņš ir 2000.– 2002. gads. 2000. gadā bija paredzēti šādi uzdevumi:

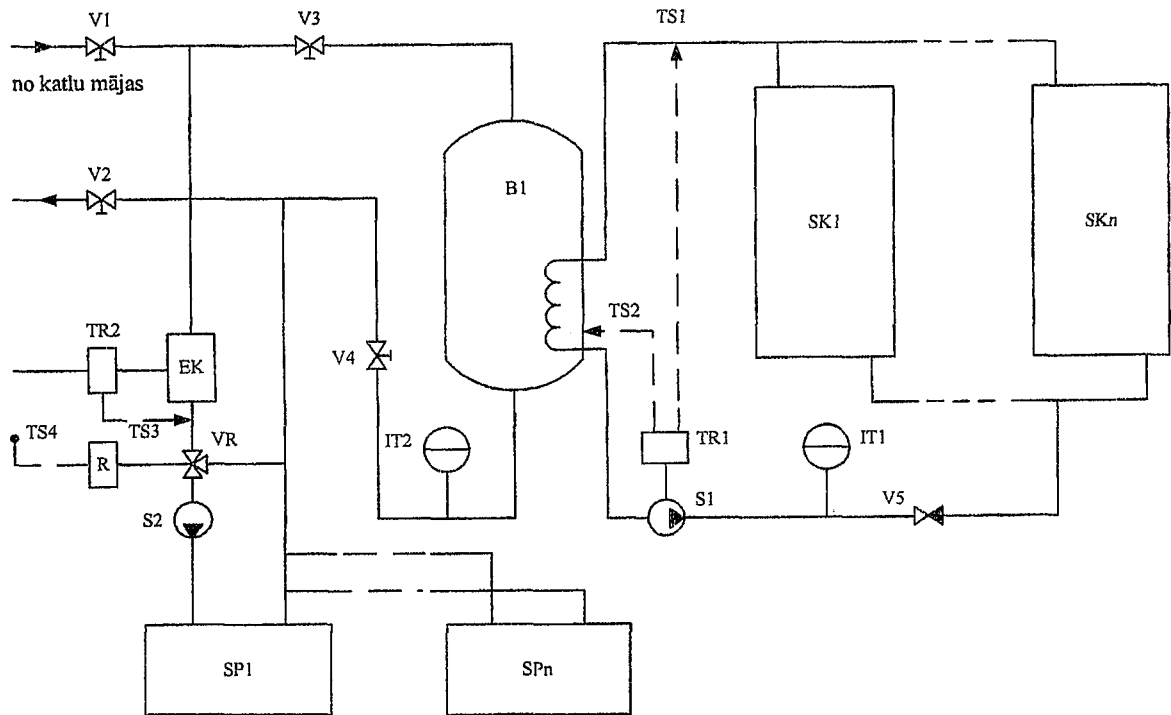
- sagatavot pētījumu metodiku;
- izgatavot laboratorijas eksperimenta iekārtu (saules kolektoru, apsildāmo paneli u.c.);
- iegādāties rūpnieciski ražotu eksperimentiem nepieciešamo iekārtu (ventiļi, vārsti, sūkņi, termoregulatori u.c.);
- izveidot eksperimenta slēgumu un veikt nepieciešamos mērījumus;
- attiecīgi apstrādāt un izvērtēt pētījuma rezultātus.

Šī raksta materiāls sastādīts, izmantojot 2000. gada darbā iegūtos rezultātus. Projektā izstrādātās grīdas sildpaneļu kompleksās siltuma apgādes iekārtas principiālā shēma parādīta 1. attēlā. Saules kolektoriem ir izveidots atsevišķs cirkulācijas kontūrs, kas ietver boileri B1 ar siltummaini, cirkulācijas sūkni S1, kura darbību regulē diferenciālais termoregulators TR1 ar termodevējiem TS1 un TS2, izplešanās trauku IT1 un pretvārstu V5. Šo kontūru paredzēts papildīt ar antifrīzu, lai ziemas periodā sistēma nebūtu jāiztukšo.

Sildpaneļu kontūrs ietver: a) ventiļus V₁ un V₄ siltumapgādes pārslēgšanai no saules kolektoriem uz katlumāju un otrādi; b) elektrokatlū EK ar termoregulatoru siltumnesēja temperatūras paaugstināšanai, ja tā ir nepietiekoša primārajos siltumģeneratoros (saules kolektori vai katlu māja); c) sajaucējvārstu, kura darbību vada termoregulators R atkarībā no ārā vai telpas (vai abu) gaisa temperatūras. Tas nodrošina vajadzīgās temperatūras siltumnesēju sildpaneļiem; d) cirkulācijas sūkni S2, kas rada nepārtrauktu siltumnesēja cirkulāciju sildpaneļu kontūrā.

Lai pētītu iespējas izmantot saules enerģiju dzīvnieku mīgu apsildei, tika izveidota eksperimentāla iekārta, kas redzama 2. attēlā un darbojas šādi. Saules kolektorā uzsildīto ūdeni sūknis S1 padod boilerī B. Sūknis ieslēdz un izslēdz termoregulators TR1 atkarībā no temperatūras sensoru TS1.1 un TS1.2 signāliem. Sūknis S1 ieslēgts, ja $T_{1.1} > T_{1.2}$. Ūdens padevi caur kolektoru iespējams regulēt, pārslēdzot sūkņa S1 griešanās ātrumu trīs pakāpēs, un ar ventiļi V₁, izejot no ieteikuma, ka ūdens padevei jābūt ap 60 l/h uz kolektora laukuma 1 m². Kolektora saražoto siltumu uzskaita siltuma skaitītājs "Grudfoss EM-25" ar temperatūras devējiem TS4 un TS5. Ūdens cirkulāciju pa sildpaneli SP nodrošina sūknis S2, ko ieslēdz termoregulators TR2 ar devēju TS2. Sūknis ieslēdzās, ja paneļa virsmas temperatūra kļūst zemāka par iestatīto (eksperimentā 30 °C). Vispār paneļa virsmas temperatūrai jābūt par 4 °C zemākai par gaisa temperatūru sīvēnu migā [4]. Sūkņa ražību regulē līdzīgi kā sūknim S1 un kontrolē ar rotamētru q (diapazons līdz 0,4 m³/h). Paneļa virsmas temperatūras (ap 30 °C) nodrošināšanai jābūt ar nepieciešamo ūdens temperatūru 40 līdz 45 °C. Gadījumam, kad saules kolektors nenodrošina vajadzīgo ūdens temperatūru, boilerī ierīkots elektrosildītājs 1,2 kW, kas automātiski uztur minimāli nepieciešamo temperatūru boilerī ar termoregulatora TR3 un devēja TS3 palīdzību. No iestādītās minimālās temperatūras lielā mērā ir atkarīga saules kolektora siltumatdeve. Jo tā mazāka, jo siltuma atdeve ir lielāka. Eksperimentālās iekārtas – saules kolektora un sildpaneļa konstruktīvās īpatnības un parametri ir šādi.

Saules kolektors: absorbers – laukums 1,4 m², 0,6 mm bieza vara skārda loksne, kurai saules pretējā pusē pielodēta "zig-zag" veidā saliekta 10 m gara Ø 10 mm vara caurule ar soli 10 cm. Loksnes saules puse pārklāta ar matētu, melnu krāsu. Absorbērs ievietots koka kastē (750×1950×100 mm). Zem absorbera 50 mm bieza akmens vates siltuma izolācija, virspusē – 6 mm biezs stikls. Sildpanelis izveidots kā koka kaste (800×1200×100 mm), kurā ieklāta 50 mm bieza putuplasta siltuma izolācija. Virs kastes nostiprināta "zig-zag" veidā saliekta 10 m gara ar Ø 10 mm vara caurule. Kaste pārklāta ar 1mm biezu tērauda skārdu. Saules kolektora absorbera virsma orientēta dienvidu virzienā.



1.att. Grīdas sildpaneļa siltumapgādes principiālā shēma: V₁-V₄ – ventīļi; V₅ – pretvārsts; EK – elektrodu katls; VR-R – trīsvirzienu regulējamais vārsts ar automātisko piedaivi; S1; S2 – cirkulācijas sūkņi; B1 – uzsildītā ūdens akumulators ar siltummaini; TR1 – diferenciālais termoregulators; TS1-TS3 – ūdens temperatūras devēji; TS4 – gaisa temperatūras devējs; SK1-SK_n – saules kolektori; SP1-SP_n – sīvēnu sildpaneļi.

Slīpuma lenķis starp kolektora absorbera virsmas plakni un horizontu ir 40°. Saules kolektora ražotā jauda un siltumenerģija, kā arī sildpaneļa patērētā jauda un enerģija noteikta izmērot siltumnesēja (ūdens) patēriņu un siltumnesēja temperatūru saules kolektorā (sildpanelī, akumulatorā). Šos lielumus savstarpēji saista šāda likumsakarība

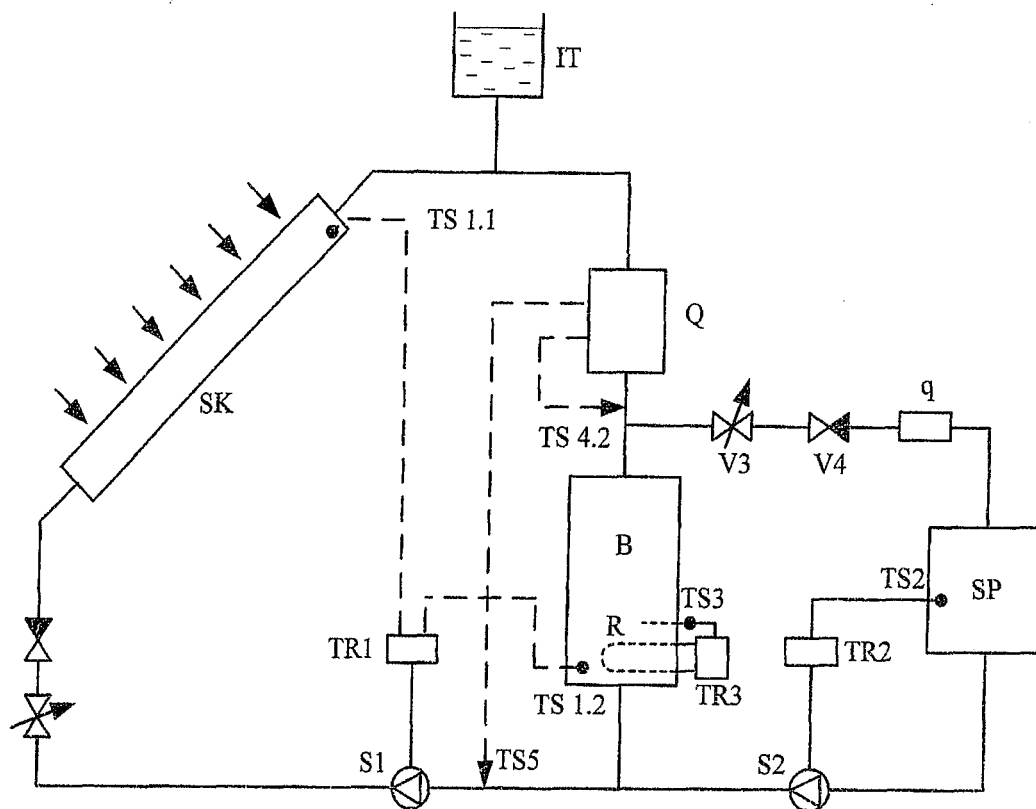
$$P_k = \delta \cdot C_p (T_{T2} - T_{T1}), \quad (1)$$

kur P_k – saražotā vai patērētā jauda, W;
 δ – siltumnesēju patēriņš, kg/s;
 C_p – siltumnesēja siltumietilpība, J / kg · °C; ūdenim $C_p = 4,18 \cdot 10^3$ J / kg · °C;
 T_{T1} ; T_{T2} – siltumnesēja ieejošā un izejošā temperatūra, °C.

Sistēmā akumulēto siltuma daudzumu var aprēķināt kā

$$Q_s = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (2)$$

kur Q_s – uzkrātā siltuma daudzums, kJ;
 m – siltumnesēja masa, kg;
 T_2 ; T_1 – siltumnesēja temperatūra sildīšanas beigās un sākumā, °C.



2.att. Eksperimentālās iekārtas shēma

2000. gadā veikti eksperimentālās iekārtas izmēģinājumi un noskaidroti tās tehniskie rādītāji šādos darba režīmos:

- siltuma akumulatora ūdeni (55 l) uzsildot tikai ar saules siltumu (elektrosildītājs un sildpanelis atslēgti);
- ar saules siltumu apsildot sildpaneli;
- sildpaneli apsildot ar saules siltumu un elektrību.

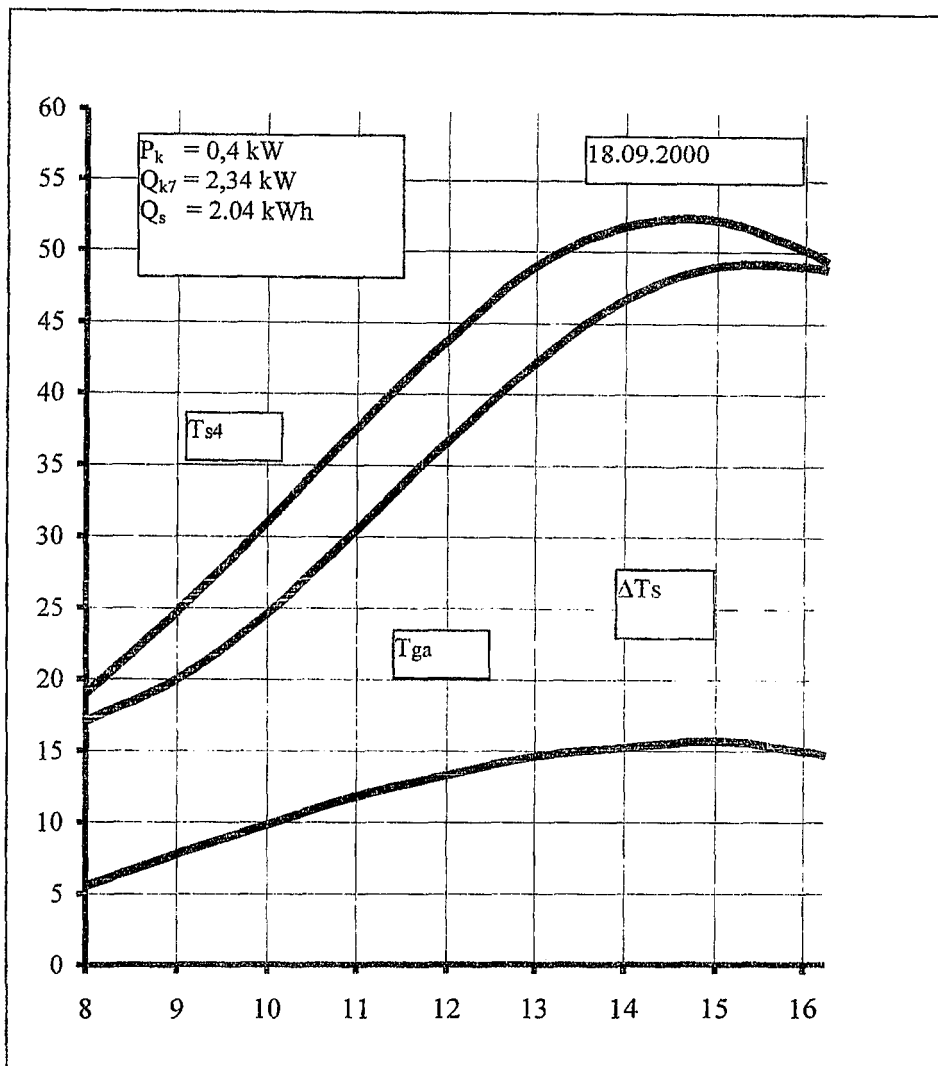
Iekārtas parametru aprēķiniem izmantotas izteiksmes (1) un (2).

Rezultāti

Siltuma akumulatora ūdens uzsildīšanas process 2000.g. 18.septembrī parādīts 3.attēlā. No grafika redzams, ka maksimālo jaudu ap 0,4 kW saules kolektors attīstīja no plkst. 11⁰⁰ – 13⁰⁰. Septiņu stundu laikā saražojot 2,34 kWh, no kurām 2,04 kWh (1754 kcal) uzkrājās (akumulējās) siltumnesējā, bet 0,3 kWh ir siltuma zudumi septiņu stundu laikā.

4. attēlā parādīts sildpaneļa sildīšanas process, izmantojot tikai saules siltumu (elektrosildītājs atslēgts). Dienas laikā (astoņās stundās) akumulatorā uzkrājās 2,04 kWh siltuma enerģijas, kura tika izmantota turpmākajās darba stundās. Kad siltumnesēja temperatūra TS4 sasniedz 55 °C un sildpaneļa virsmas temperatūra T_{pv} 30 °C, turpmāko T_{pv} palielināšanos ierobežoja sildpaneļa virsmas temperatūras regulators, kā rezultātā sildpaneļa virsmas temperatūra no plkst. 13⁰⁰– 22⁰⁰ bija nemainīga. Kad siltumnesēja temperatūra pazeminājās zem 50 °C, arī sildpaneļa virsmas temperatūra kļuva mazāka

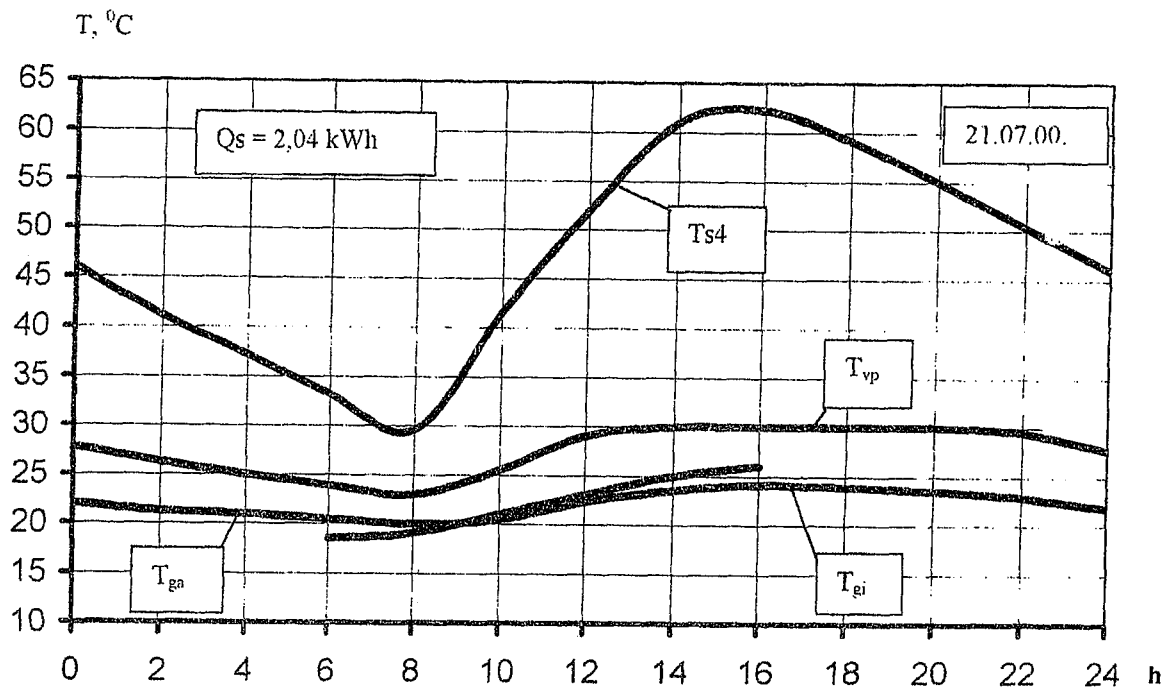
par 30°C un turpināja samazināties līdz 23°C , kad ap plkst. 8^{00} no rīta (19.09.2000.) atkal sāka darboties saules kolektors un siltumnesēja temperatūra paaugstinājās.



3.att. Iekārtas siltuma akumulatora ūdens (55 l) uzpildīšanas procesa temperatūru raksturlīknes un parametri: T_{s4} – no kolektora izejošā ūdens temperatūra; T_{s5} – kolektora ieejošā ūdens temperatūra; T_{ga} – āra gaisa temperatūra; P_k – kolektora jauda; Q_{k7} – 7 stundās iegūtais siltuma daudzums; Q_s – uzkrātais (akumulētais) siltuma daudzums

5. attēlā redzams sildpaneļa sildīšanas process ar saules enerģiju un elektrību. Šai variantā siltuma akumulatorā (boilerī) iebūvētais elektrosildītājs ar temperatūras regulatoru uzturēja siltumnesēja temperatūru 40°C līmenī. Ap plkst. 3^{00} no rīta (31.07.2000.) ieslēdzās elektriskais ūdens sildītājs, neļaujot siltumnesēja temperatūrai pazemināties zem 40°C . Ap plkst. 8^{00} no jauna sāka darboties saules kolektors un process atkārtojās. Sildpaneļa virsmas temperatūras svārstības šim variantam nepārsniedza 3°C , kas no zootehniskā viedokļa pieļaujams [4]. Dienas laikā siltuma akumulatorā uzkrājās 1,47 kWh siltuma enerģijas. Tas ir par 0,57 kWh mazāk nekā iepriekšējā gadījumā. 5. attēlā ir parādīta iekārtas darbība 2000.g. 18. oktobrī, kad kolektors bija uzkrājis 0,64 kWh siltuma enerģijas, neskatoties uz nedaudz mākoņaino laiku, par ko liecina kritums T_{s4} raksturlīknē. Eksperimentos sasniegtā maksimālā siltumnesēja T_{s4} un apkārtējā gaisa

temperatūru starpība nepārsniedz $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Attēlos 3–5 redzamās raksturlīknes uzņemtas skaidrā dienas laikā.



4.att. Temperatūru raksturlīknes, ja sildpaneli apsilda saules siltums: T_{vp} – sildpaneļa virsmas temperatūra; T_{s4} – no kolektora izejošā ūdens temperatūra; T_{ga} – gaisa temperatūra ārā; T_{gi} – gaisa temperatūra telpā; Q_s – uzkrātās enerģijas daudzums.

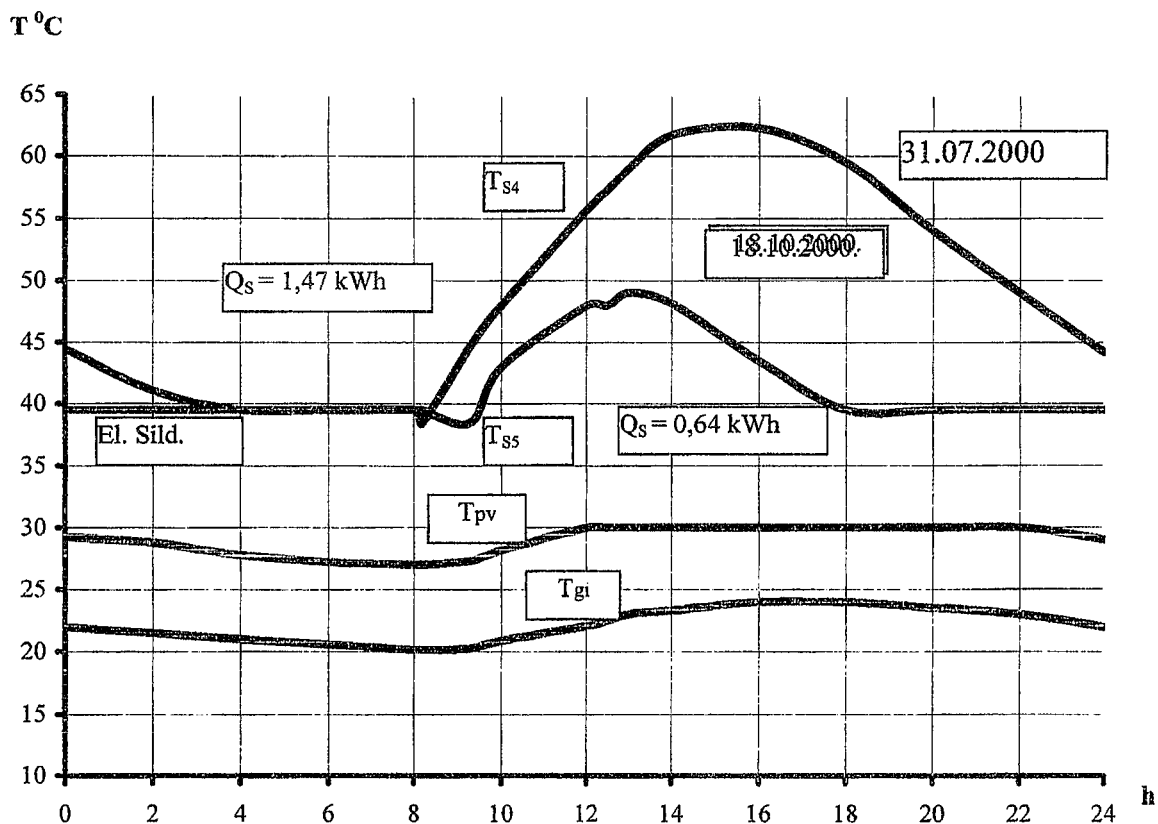
Analizējot abu sildpaneļu apsildīšanas variantu eksperimentālos datus jāsecina, ka iekārtas siltuma akumulatorā uzkrātais saules siltuma daudzums ir nepietiekošs, lai ar to apgādātu 0,2 kW jaudīgu sildpaneli visu diennakti. Variantam 4.attēlā sildpaneļa virsmas temperatūra svārstās $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ robežās, ko nepieļauj zootehniskās normas, bet variantam 5.attēlā jāizmanto elektrība. Dotā konstruktīvā izpildījuma gadījumā saules kolektora un sildpaneļa sildvirsmu attiecība ir 1,4 un siltuma akumulatora tilpums 55 l. Tas diennakts laikā nenodrošina sildpaneļa apgādi ar saules siltumu. Pamatojoties uz eksperimentālajiem un literatūras datiem, var secināt, ka iekārtas tehniskos rādītājus var uzlabot šādi:

- sildpaneli papildīt ar materiālu, kuram laba siltuma vadāmība. Tad samazināsies siltumnesēja un sildpaneļa virsmas temperatūru starpība un sildpaneļa virsmas temperatūras svārstības (sk. 4.att.) diennakts laikā būs mazākas. Ja vienlaikus palielināsim arī siltuma akumulatora tilpumu, tad ļoti iespējams, ka apskatītais saules kolektors būs spējīgs sildpaneli ar saules siltumu apgādātu visu diennakti;
- samazināt siltuma zudumus saules kolektorā, uzlabojot tā siltuma izolāciju, absorberam un stiklam pielietojot selektīvos pārklājumus un dubulto stiklojumu. Tad palielināsies siltumnesēja maksimālā temperatūra, kā rezultātā siltuma akumulatorā uzkrāsies vairāk siltuma enerģijas.

Noslēgums

Turpinot pētījumus un pilnveidojot apskatīto apsildes sistēmu jāpanāk, lai no aprīļa sākuma līdz oktobrim saulainā dienas laikā saules kolektors pilnībā apgādātu sildpaneļus ar nepieciešamo siltuma daudzumu un tikai dienās, kad apmācies laiks, tiktu izmantota elektrība. Ņemot vērā to, ka saulainas dienas vairāk ir vasaras periodā, tad

minētajā laika posmā to skaitu varētu pieņemt ap 80. Tā ka sildpaneļa apsildīšanai diennaktī vajag ap 4 kWh, tad 80 dienu laikā kolektors uz katru sildpaneli saražotu ap 320 kWh, kuru vērtība pēc pastāvošā elektroenerģijas tarifa ir ap 13,00 Ls.



5.att. Temperatūru raksturlīknes, ja sildpaneli apsilda saules siltums un elektrība: T_{pv} - sildpaneļa virsmas temperatūra; T_{S4} - no kolektora izejošā ūdens temperatūra; T_{gi} – gaisa temperatūra telpā; Q_s – uzkrātās enerģijas daudzums.

Secinājumi

- Saules kolektora un sildpaneļa sildvirsmu attiecība 1,4 un siltuma akumulatora tilpums ir 55 l apskatītā konstruktīvā izpildījuma gadījumā ir par mazu, lai visu diennakti sildpaneļa (0,2 kW) virsmas temperatūru uzturētu 30°C līmenī.
- Vajadzīgo saules kolektora un sildpaneļa sildvirsmu attiecību pamatā nosaka sildpaneļa pildmateriāla siltuma vadāmība, siltuma zudumi saules kolektorā un siltuma akumulatora tilpums.
- Lai ar mazāku saules kolektora sildvirsmas laukumu apgādātu sildpaneli ar saules siltumu, tad sildpanelī jālieto pildmateriāls ar labu siltuma vadāmību, jāsamazina siltuma zudumi saules kolektorā, uzlabojot tā siltuma izolāciju un pielietojot selektīvos pārklājumus. Vadoties no šiem diviem faktoriem jāizvēlas siltuma akumulatora tilpumu.

Literatūra

1. Latvijas enerģētika. LR Enerģētikas ministrijas Enerģētikas departaments. R., 1999., 27 lpp.
2. Справочник по климату СССР. Выпуск 5. ЛССР, часть 1. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1966, с. 35.
3. J. Šipkovs; D. Kaškarovs; P. Šipkovs. Saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā.// Simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums. - Jelgava, 1999. - 72-76. lpp.
4. Veģe A. Cūkkopība. - R.: Zvaigzne, 1989. - 206 lpp.
5. Берковский Б. М., Кузьминов В.А. Возобновленные источники энергии на службе человека. - М.: "Наука", 1987. - 126 стр.
6. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. - М.: Энергоиздат, 1991. - 208 стр.

SPRIEGUMA REGULATORI SIVĒNU LOKĀLĀS APSILDES INTENSITĀTES REGULĒŠANAI VOLTAGE REGULATORS FOR LOCAL HEATING OF PIGLETS

Imants Ziemeļis, Dr.inž., asoc.prof.; Arnolds Šķēle, Dr.hab.inž., prof.;
Henriks Putāns, maģ.inž.; Uldis Iljins, Dr.hab.inž., prof.; Aldis Putāns, inž.
Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ulbrokas Zinātnes centrs
Institūta iela 1, p.n. Ulbroka, Rīgas raj., LV-2130
Tāl. 2 910917, e-pasts: uzc@lanet.lv, fakss 2910873

Abstract. The optimum air temperature in a pigsty for sows is 16–18 °C, but during the first days of new born piglets life the temperature in their lairs ought to be 32...34 °C. Therefore the local warming for piglets is installed. The goal of the investigation was to measure the intensity of heat irradiation under different kinds of infra-red heaters, more often used on Latvia farms. An autonomous infra-red piglet warming systems have been developed. The experiment has showed, that during the first days of piglets life the heater should be kept at the high, so that the irradiated area 0.3–0.4 m² has been. Gradually heaters have to be lifted up 3–4 times while the warming area is 0.6–0.7 m² in 40–45 days, when piglets are weaned. The temperature in a lair has to be regulated by change of electric power of the heater. Several constructions of voltage regulators are worked out, which are able to ensure the temperature on the warmed surface automatically or manually, depending on the temperature in a pigsty and live mass of piglets. The automatic power regulation of the heaters decreases the consumption of electric energy more than 2 times.

Ievads

Zinātniskie pētījumi un cūkkopības prakse nepārprotami liecina, ka pazemināta apkārtējās vides temperatūra un augsts gaisa relatīvais mitrums nelabvēlīgi ietekmē sivēnu augšanu un attīstību, sevišķi jaundzimušo. Sivēni piedzimst ar nepilnīgi attīstītu termoregulācijas sistēmu. Līdz 40–50 % patērētās barības enerģijas tie izlieto normālas ķermeņa temperatūras uzturēšanai [1]. Kā zināms, termoregulācija sivēniem notiek divējādi. Ķīmiskā termoregulācija nodrošina siltuma ražošanu organismā no asinīs esošiem ogļhidrātiem un brīvajiem taukiem, bet fiziskā – sivēna ādas temperatūras izmaiņu atkarībā no apkārtējās vides temperatūras. Taču fiziskā termoregulācija jaundzimušiem sivēniem pirmajās to dzīves dienās tikai attīstās un sāk darboties pēc 7–10 dienu vecuma sasniegšanas. Barības vielu enerģētiskās rezerves sivēnu organismā nav lielas, tāpēc tikko piedzimuši sivēni temperatūras ziņā ir pilnīgi atkarīgi no

apkārtējās vides. Nepieciešamā šīs vides temperatūra jaundzimušiem sivēniem ir vismaz 32–34 °C [1; 2]. Ja temperatūra ir tikai 15 °C, jau pirmo 24 stundu laikā sivēna organismā izsīkst nelielās glikogēna rezerves dzīvības procesu uzturēšanai, sivēni atdziest un iet bojā. Pirmajās dzīves dienās sivēnu vienīgā barība ir sivēnmātes piens, kurš satur ap 4,5 % tauku, 18 % olbaltumvielu un 3,5–5 % piena cukura (laktozes) [3; 4]. Ja telpas ir pietiekoši siltas, tad ar pienu uzņemtās barības vielas galvenokārt tiek izmantotas dzīvmasas palielināšanai. Ja telpas ir vēsas, daudz barības vielu tiek tērēts ķermeņa temperatūras uzturēšanai (ķīmiskā termoregulācija) un sivēnu dzīvmasas pieaugumi ir mazāki. Trīs nedēļu laikā sivēniem attīstās spēja regulēt siltuma zudumus, mainot ādas temperatūru (fiziskā termoregulācija), un tie kļūst izturīgāki pret temperatūras pazemināšanos telpā. Kad sivēni sāk ēst papildbarību, tās pārstrādes rezultātā atbrīvojas papildus siltuma enerģija un nepieciešamā apkārtējās vides temperatūra pazeminās.

Pētījuma mērķis

1. Noskaidrot siltuma sadalījuma vienmērību zem Latvijas cūku fermās plašāk pielietoto infrasarkanu sildītājiem.
2. Nolikā uzlabot sivēnu vietējās apsildes ekonomiskos rādītājus, pētīt sildītāju patērētās elektriskās enerģijas daudzuma samazināšanas iespējas.

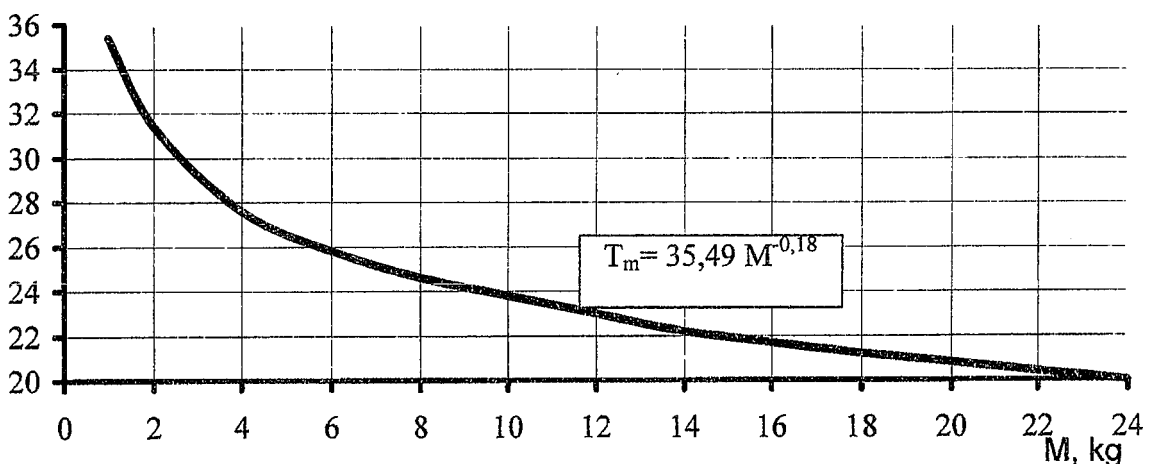
Pētījuma uzdevumi

1. Laboratorijas apstākļos, mērot infrasarkanu sildītāju starojuma intensitāti, uzņemt temperatūras sadalījuma raksturlīknes pa apsildāmo virsmu.
2. Izstrādāt un izpētīt spriegumu regulatoru konstrukcijas sildītāju jaudas regulēšanai atkarībā no sivēnu vecuma un temperatūras kūti.

Metodes

Optimālais apkārtējās vides temperatūras līmenis ir atkarīgs galvenokārt no sivēna dzīvmasas, apēstā barības daudzuma un tās kvalitātes. Neatšķirto (zīdēju) sivēnu atpūtas vietās – migās optimālās temperatūras atkarību no sivēnu dzīvmasas M raksturo 1. attēlā redzamais grafiks.

T_m , °C



1.att. Nepieciešamā sivēnu migas temperatūra T_m atkarībā no to dzīvmasas M

No līknes seko, ka jaundzimušu sivēnu migā pirmajās dienās nepieciešamā temperatūra ir 32–36 °C, to pakāpeniski samazinot līdz 22–24 °C pie atšķiršanas, kad sivēni sasnieguši 30–45 dienu vecumu. Turpretim sivēnmāšu atrašanās zonā optimālā temperatūra (kūts gaisa temperatūra) ir 16–18 °C [5]. Tāpēc paaugstinātas temperatūras uzturēšanai sivēnu migās jālieto vietējās apsildes iekārtas: elektriskie infrasarkanā staru (IS) sildītāji, apsildāmi grīdu paneļi, paklāji u.c. ierīces. Latvijas sivēnmāšu novietnēs plašāku pielietojumu guvuši dažādu konstrukciju IS sildītāji. IS stari (0,7–1,7 μ) terapeitiski labvēlīgi iedarbojas uz sivēnu organismu. Tie maz absorbējas gaisā, tāpēc gandrīz visa izstarotā enerģija nonāk uz apsildāmo virsmu. Infrasarkanais starojums iespiežas organisma audos, kavējot to atdzišanu, aktivizē asins atjaunošanas orgānu darbību. Infrasarkanais starojums ne tikai pasargā sivēnus no saaukstēšanās, bet arī veicina bioloģisko procesu norisi organismā, paaugstinot tā tonusu un organisma dabīgās aizsargspējas. Dzīvnieku asinīs paaugstinās eritrocītu, leikocītu un hemoglobīna saturs. Apsildot ar IS sildītājiem, ērti regulēt apsildes intensitāti, mainot to piekares augstumu vai/un elektrisko jaudu. Sildītājus var izmantot dažāda tipa aizgaldiem, individuāli regulējot apsildes režīmu. Tiem augsta darba gatavība: pieslēdzot tīklam uzreiz jūtams siltuma efekts. Apsildi var veikt ar pārtraukumiem, norūdot sivēnu organismu. Reaģējot uz redzamo gaismu, sivēni tūlīt pēc piedzimšanas nonāk sildītāja darbības zonā.

Rezultāti

Latvijā pašlaik visplašāk izmanto Kuldīgā ražotos IS starotājus ISH–1000, mazāk ISL–500. Izmanto arī sildītājus no/ar iekārtām IKUF, Vācijā ražotos sildītājus, kā arī starotājus FL–500 un FL–1000. LLU Ulbrokas Zinātnes centrā veicot dažādu IS starotāju siltuma starojuma sadalījuma pa apsildāmo virsmu pētījumus, secināts, ka visus starotājus var iedalīt 2 grupās:

1. Ar dziļu reflektoru – IKUF, FL–500, FL–1000;
2. Ar seklu reflektoru – ISH–1000, ISL–500.

Pirmās grupas starotājiem ir mazāks apstarotais laukums, bet lielāka siltuma starojuma īpatnējā jauda. Otrās grupas starotājiem – lielāks laukums un mazāka īpatnējā jauda. Zinot nepieciešamo apsildāmā laukuma lielumu un starojuma intensitāti, var izvēlēties atbilstošo starotāju. Izmantojot sivēnu sildīšanai IS sildītājus, t.s. jūtamo temperatūru migā nosaka pēc sakarības [6]

$$T_j = T_t + 0,04 k_{su} \cdot E, \quad (1)$$

kur T_j – jūtamā temperatūra, °C;
 T_t – telpas temperatūra, °C;
 k_{su} – IS starojuma uzņemšanas koeficients (sivēniem 1,0);
 E – siltuma starojuma īpatnējā jauda, W/m².

Telpas temperatūra

$$T_t = m \cdot T_{st} + (1 - m) \cdot T_g, \quad (2)$$

kur m – telpu raksturojošs koeficients (cūku kūtīm $m = 0,42$);
 T_{st} – telpas konstrukcijas iekšējo virsmu vidējā temperatūra, °C;
 T_g – gaisa temperatūra telpā, °C.

$$E = \frac{T_j - T_t}{0,04 k_{su}} \quad (3)$$

Ja zināmas temperatūras T_j un T_t , tad nepieciešamo siltuma starojuma īpatnējo jaudu nosaka pēc formulas

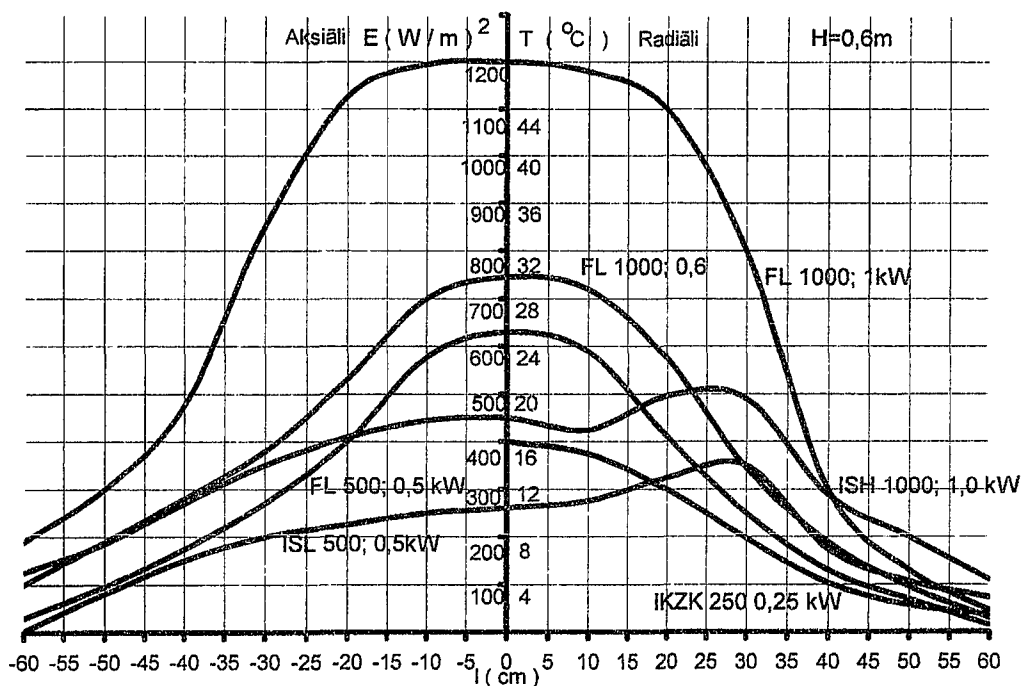
$$E = \frac{T_j - T_t - \Delta T_m}{0,04k_{su}} \quad (4)$$

kur $\Delta T_m = T_{gm} - T_{gt}$;

T_{gm}, T_{gt} – gaisa temperatūra migā un telpā, °C.

Lai sivēnu migā nodrošinātu vajadzīgo temperatūru, sildītāju starojuma jauda jāmaina atkarībā no temperatūras kūtī un sivēnu vecuma (dzīvmasas). Starojuma īpatnējās jaudas izmaiņu var veikt divējādi: mainot sildītāja piekares augstumu vai mainot tam pievadītā elektriskā sprieguma lielumu. Pēc siltuma sadalījuma izmaiņas rakstura pa apsildāmo virsmu, abi paņēmieni ir atšķirīgi. Mainot sildītāja novietojuma augstumu, vienlaicīgi mainās kā apsildītā laukuma lielums, tā siltuma plūsmas intensitātes vērtība atsevišķos apsildāmās virsmas punktus, bet, izmainot sildītāja jaudu pie konstanta novietojuma augstuma, mainās tikai siltuma plūsmas intensitāte. Apsildāmā laukuma lielums šajā gadījumā nemainās. Lai maksimāli ekonomiski tērētu elektrību strāvu, jāizmanto abi regulēšanas paņēmieni. Jaundzimušajiem sivēniem sildītāji jānovieto pēc iespējas zemāk, lai apsildāmā laukums būtu tikai 0,3–0,4 m² uz vienu migu, bet vajadzīgā siltuma starojuma jauda, atkarībā no temperatūras kūtī, sivēnu dzīvmasas (vecuma) un paša sildītāja jaudas, jāiestāda un jāregulē, mainot spriegumu. Sivēnu augšanas laikā sildītāji 3–4 reizes jāpaceļ augstāk, lai sildīšanas cikla beigās (pēc 40–45 dienām) apsildāmā laukums būtu 0,6–0,8 m².

LLU Ulbrokas Zinātnes centrā veikti dažādu IS starotāju siltuma starojuma sadalījuma pa apsildāmo virsmu pētījumi (2.att.). Siltuma starojuma mērīšanai izmantots testeris Escort-97 ar albedometra termobateriju. Sildītāju jaudas regulēšanai izstrādāti un vairākās fermās ieviesti spriegumu regulatori (1.tabula), kuri dod iespēju mainīt sildītāja jaudu visā kūtī, pa grupām (2–8 sildītāji) un katram sildītājam individuāli.



2.att. Sildītāju siltuma starojuma sadalījums pa sildvirsmu

Sprieguma regulators RST3–40–63 paredzēts sildītāju jaudas regulēšanai vienlaicīgi visā kūtī. Tā nominālā jauda 40 kW, strāva 63 A. Sildītāju jaudas regulēšanai

var izmantot rokas vai automātiskās vadības iekārtu, kura automātiski regulē sildītāju jaudu atkarībā no temperatūras kūfī un sivēnu vecuma. Iespējams veikt sildīšanu ar pārtraukumiem.

Sprieguma regulators 3RST1-6,3-32 paredzēts 3 atsevišķu grupu sildītāju jaudas regulēšanai. Tas sastāv no 3 vienfāzīgiem regulatoriem, no kuriem katrs izmantojams savas sildītāju grupas (6 gab.) jaudas regulēšanai. Regulators var apkalpot 18 sildītājus, katru ar jaudu 1 kW.

Sprieguma regulators 2RSU1-1-6 paredzēts 2 sildītāju (katrs ar jaudu 1 kW) neatkarīgai regulēšanai.

Automātiskais sprieguma regulators ASR-2M izmantojams 2 sildītāju (pa 1 kW) jaudas vienlaicīgai regulēšanai. Tas automātiski veic sildītāju jaudas izmaiņu atkarībā no temperatūras kūfī, kā arī nodrošina sildīšanu ar pārtraukumiem. Sildītāja jauda, atkarībā no sivēnu vecuma, un tam atbilstošie sildīšanas pārtraukumi iestādāmi arī ar rokas slēdzi.

Tālākas elektriskās enerģijas ekonomijas un sivēnu organisma norūdišanas nolūkā apsildīšanu ar IS sildītājiem ieteicams veikt ar pārtraukumiem. Lai pārlicinātos par šāda apsildes veida ietekmi uz sivēnu augšanu un attīstību, tika veikta kā eksperimentālās, tā kontroles grupas sivēnu dzīvības kontrole (svēršana), tiem piedzimstot, 55 dienu un 129 dienu vecumā. Iegūtie rezultāti apkopoti 2.tabulā. Pie vienādiem barošanas, kūts gaisa temperatūras un citiem apstākļiem kontroles grupas sivēni tika apsildīti ar IS sildītājiem bez pārtraukuma, regulējot apsildes intensitāti ar sprieguma regulatoru palīdzību atkarībā no sivēnu vecuma un gaisa temperatūras kūfī. Eksperimentālās grupas sivēniem ik pēc 45 min. sildīšanas IS startāji automātiski uz 15 min. tika izslēgti. No eksperimentu rezultātu tabulas redzams, ka eksperimentālajā grupā līdz atšķiršanai 55 dienu vecumā saglabāti visi 52 sivēni, bet kontroles grupā 3 sivēni nobeigušies. Sivēnu dzīvības vidējais pieaugums šajā laikā eksperimentālajā grupā ir par 2,04 kg lielāks nekā kontroles grupas sivēniem. Lai konstatētu apsildes ar pārtraukumiem ietekmi uz sivēnu tālāko augšanu pēc atšķiršanas, tika veikta abu grupu sivēnu dzīvības kontrole (svēršana), tiem sasniedzot 4 mēnešu (129 dienu) vecumu. Kā redzams no 2. tabulas, arī periodā pēc atšķiršanas vidējie sivēnu dzīvības diennakts pieaugumi eksperimentālās grupas sivēniem ir lielāki (0,378 kg) nekā kontroles grupas sivēniem (0,308 kg). Tas izskaidrojams ar eksperimentālās grupas sivēnu aktīvāku norūdišanos un lielāku apēstās barības daudzumu (labāku apetīti). Abām sivēnu grupām veiktās asins sastāva analīzes norādīja uz eksperimentālās grupas sivēnu labāku veselības stāvokli.

1.tabula. Sivēnu apsildīšanai izmantojamo spriegumu regulatoru tehniskie dati

Sildītāju jaudas (sprieguma) regulēšanas veids	Pielietojamo sildītāju			Pielietojamā regulatora marka	Iespējamais sildītāju jaudas regulēšanas veids	Aptuvena cena, Ls			Korpusa izmēri, mm	Sagaidāmā elektrības ekonomija, %, ja sildītāju jauda, kW	
	grupu skaits	skaits grupā	jauda, kW			Regula-tora	Automāt. Vadības iekārtas	Distances vadības iekārtas		0,5	1,0
Kopējs visai kūtij	1	40	1,0	1RST 3-40-63	Distances, automātiskā rokas	310	50	20	600x600x300	30	50
	1	40 (20)	0,5 (1,0)	1 RST 3-24-40	Distances, automātiskā rokas	290	50	20	600x600x300		
Atsevišķi pa grupām	3	8 (16)	1,0 (0,5)	3 RST 1-8-40	Distances, automātiskā rokas	300	x50	3x20	600x600x300	40	60
	3	4 (8)	1,0 (0,5)	3 RST 1-4-16	Rokas	250	-	-	300x600x220		
	6	4 (8)	1,0 (0,5)	6 RST 1-4-16	Rokas	280	-	-	450x600x220		
Individuāli	2	1	1,0	2 RSV 1-1-6	Rokas	60	-	-	205x220x140	45	65
	1	1	1,0	1 RSV 1-1-6	Rokas	45	-	-	140x220x140		

Sivēnu dzīvības pieaugumi eksperimenta laikā

Rādītāji	Eksperimentālā Grupa	Kontroles Grupa
Sivēnu skaits:		
Eksperimenta sākumā	52	52
Eksperimenta beigās	52	49
Sivēnu vidējā dzīvības masa, kg:		
Eksperimenta sākumā	2,03	2,13
Eksperimenta beigās 55 dienu vecumā	17,27	15,33
Sivēnu vidējais dzīvības pieaugums 55 dienu laikā, kg	15,24	13,20
Sivēnu vidējais diennakts pieaugums, kg:		
Periodā pēc atšķiršanas (no 55 līdz 129 dienu vecumam)	0,378	0,308
Visa eksperimenta laikā (129 dienas)	0,277	0,240

Secinājumi

1. Visās jaundzimušo sivēnu novietnēs ieteicams ierīkot sivēnu metienu vietējo apsildīšanu, izmantojot infrasarkanu staru sildītājus ar spriegumu regulatoriem;
2. Regulējot sildītāju novietošanas augstumu un siltuma jaudu atkarībā no sivēnu vecuma un gaisa temperatūras kūtī, iespējams iegūt elektroenerģijas ietaupījumu 50% un vairāk;
3. Sivēnu apsildi ar infrasarkanu staru sildītājiem ieteicams veikt ar pārtraukumiem.
4. Spriegumu regulatorus iespējams iegādāties LLU Ulbrokas Zinātnes centrā.

Literatūra

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий: ОНТП 2-85. М., 1986.- 65 с.
2. Местный обогрев полов в свинарниках: Тировой проект 802-0-1. - М, ВИЭСХ, 1976.- 16 с.
3. Ветра Е.А. Профилактика элементарной гипоплазии свиноматок в условиях Латв. ССР: Дис. на соиск. уч. степ. канд. вет. наук. Сигулда, 1966.- 221 с.
4. Hammond John. Progress in Physiology of Farm Animals. London, 19954-1957., vol.1-3.
5. Ribalko V., Nozdrins N. u.c. Cūkkopja rokasgrāmata. - R.: Avots, 1983. -123 lpp.
6. Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. Агроиздат, 199.- 173 с.
7. Removal of humic substances from water International Conference Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Trondheim Norway 24-26 June 1999
wysiwyg://20/http://www.ntnu.no/sevu/humicsubstances
8. Voelker B, M. Photooxidation of chromophoric dissolved organic matter in costal waters
http://web.mit.edu/afsathena.mit.edu/org/c/civenv/people/faculty/voelker.html

METAL PROCESSING ENTERPRISES AS THE MAIN THREAT TO ENVIRONMENTAL QUALITY IN PANEVĖŽYS METĀLAPSTRĀDES UZNĒMUMI KĀ GALVENAIS VIDES KVALITĀTES RISKA FAKTORS PANEVĖŽĀ

R.Zinkutė, A.Radzevičius, Institute of geology
T.Ševčenkos 13,
Vilnius 2600–LT, Lithuania, tel.+370–2–235409

Abstract. The purpose of the article was to demonstrate the threat of metal processing to urban environmental quality and to reveal the peculiarities of this kind of pollution. Geochemical data of topsoil mapping in Panevėžys were used for this aim. There has been analysed the input of 16 enterprises involved in this activity to pollution of Panevėžys by Cu, Zn, Pb, Sn, Mo, Ni, Mn, Cr, Ag, Co, as well as Ba, Sr, As, P, U, B, Ga, Ti, V, Zr, Y, Sc. The content of most elements was determined by DC Arc ES in topsoil fraction <1 mm after mineralisation at 450⁰C, while Sr, As, U – by XRF. In many analysed objects W was detected by DC Arc ES, in some of them – also more rare pollutants: Ce, Cd, Sb and elevated content of La and Y (TV–tubes plant “Ekranas”), Bi (Precise mechanics plant). According to total contamination indices these objects were compared among themselves, as well as with enterprises of other type production. Accumulation and good correlation of Cu, Zn, Pb, Sn, Mo, Ni, Mn, Cr, Ag, Co caused many problems in classification of the enterprises. It can be done according to object pollution codes or maximum pollutant.

Introduction

Urban environmental quality can be evaluated according to topsoil total contamination level by dangerous chemical elements. This is usually done during geochemical mapping. The aim of the article was to analyse the input of enterprises involved in metal processing to general urban environmental quality. The geochemical data for comparison and analysis were taken from material of geochemical mapping of Panevėžys [1]. Besides the town territory, 52 objects were analysed in Panevėžys in more detail: water–intake territory – for element local background determination after consecutive elimination of anomalies [2], 6 non–industrial objects – for comprehensive investigation of contamination level danger on their territories and 45 objects involved in industrial activity – for ascertaining of their input as potential pollution sources to general contamination of the city. The latter were conditionally subdivided into 6 groups, the greatest part of them (16 enterprises) was attributed to metal processing, the other 29 enterprises – to transport (10), energetics (2), food (9), light (3), building (5) industries.

Methods

Samples on the territories of the objects were collected more or less evenly from 1*1 m areas of the upper layer of soil (depth 0–10 cm) by the principle of envelope mainly in green planting zones. All samples were air–dried, sieved through nylon sieves taking fraction <1 mm. After organic matter mineralisation at 450⁰ C they were pulverised. Then they were analysed by DC arc emission spectrometry for determination of B, Ga, P, Mn, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Mo, Ag, Sn, Zr, Y, Sc, Ba content and by XRF – for Sr, As, U (22 elements at all). International reference materials OOKO 153 and OOKO 151 have been used for quality control of spectral analysis results. In some of the samples it was possible to detect W, Cd, Sb, As, Bi by

DC arc ES due to their elevated content. Soil general contamination was evaluated on the basis of total contamination index (Z_s) using the recommended levels [3]. It was calculated by summing up concentration coefficients (CC) of 22 elements, analysed in all Panevėžys (Z22), or only of 10 metals – Cu, Zn, Pb, Sn, Ag, Cr, Ni, Co, Mn, Mo, which were most often polluting (Z10). CC were computed dividing the amount, determined in each sample, by local background values. Median values of CC (CCmed) or total contamination index (Z22med and Z10med) were used for comparison of the objects. Elements with CCmed>1,3 were included to accumulating associations. Distinguishing of element paragenetic associations was based on correlation matrix and sorted factor loading matrix obtained by principal component analysis and rotated by varimax method with the help of corresponding SPSS program. Supposing lognormal distribution of microelements, the logarithms of data recalculated to air-dry material were taken. Surfer software was used for compiling of maps. Geohygienic state was evaluated in comparison with the highest allowable element concentrations in soil HAC_s [4] or average highest allowable level HAL values [5].

Results and discussion

More than 1/3 topsoil samples collected in Panevėžys are unallowably (Z22>16) polluted, most of all on the territories of industrial enterprises, mainly metal processing (Table 1). Besides, in all other types of industries the main part of unallowably polluted samples is of medium, while in metal processing plants – of dangerous level. The greatest part of extremely dangerous pollution level (even 22,3%) and the highest percentage of samples exceeding HACs or HAL for all elements, except V and Mn+V, is also on their territories.

Table 1. Comparison of pollution level and danger in different objects of Panevėžys

Group (number of objects)	Number of samples	Total contamination levels					Per cent of samples exceeding HACs (mg/kg) or HAL (mg/kg)							
		Z22<16	Z22>16	16– 32	32– 128	>128	Cu 50	Cr 50	Ni 40	Zn 160	Pb 32	Mn 1500	Mn+ V 1000 +100	V 150
Whole Panevėžys	2516	68,0	32,0	14,1	12,3	5,6	12,8	16,1	8,0	21,2	41,4	1,5	0,1	0,2
Industrial enterprises	1058	53,7	46,3	14,0	20,4	11,9	26,0	30,0	17,1	29,1	54,9	3,4	0,2	0,5
Town territory	1278	76,3	23,7	15,8	6,9	1,0	3,3	6,5	1,6	17,0	33,6	0,1	0,1	0,0
Non-industrial objects	92	90,2	9,8	4,3	4,3	1,1	4,3	4,3	0,0	8,7	31,5	0,0	0,0	0,0
Water-intake territory	88	97,7	2,3	1,1	1,1	0,0	1,1	2,3	1,1	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
Metal processing (16)	489	34,8	65,2	12,9	30,1	22,3	42,3	45,4	31,1	43,6	64,4	6,3	0,0	0,0
Transport objects (10)	249	63,9	36,1	15,7	15,3	5,2	18,1	13,7	4,8	18,9	58,2	0,8	0,4	0,0
Building industry (5)	98	66,3	33,7	20,4	11,2	2,0	10,2	34,7	5,1	12,2	48,0	0,0	1,0	1,0
Energetics (2)	34	67,6	32,4	17,6	14,7	0,0	5,9	38,2	17,6	26,5	23,5	2,9	0,0	5,9
Light industry (3)	47	70,2	29,8	14,9	12,8	2,1	8,5	17,0	8,5	19,1	68,1	2,1	0,0	0,0
Food industry (9)	141	83,7	16,3	9,2	6,4	0,7	5,0	4,3	1,4	12,8	24,1	0,7	0,0	1,4

Samples with unallowable level of pollution are observed in all 16 enterprises involved in metal processing, in most of them the greatest part of such samples belongs to dangerous level (Table 2). Though total contamination of various objects is different, their main part (even 10) is unallowably polluted ($Z_{22}med > 16$), while in other types of potential pollution sources this limit is exceeded not so often (from 29 objects only in 7, besides, in 3 of them – service station, motor transport enterprise, locomotive depot – metal processing is also sometimes used, while other 3 – plant of furniture, regional heating nets and plant of spirit – are situated near metal processing plants and might have been affected by their pollution). This shows that the leading role in unallowable pollution level in Panevėžys belongs to enterprises involved in metal processing. The territories of the analysed objects are of different area, therefore the number of taken samples was unequal. The type of production is also various, therefore different metal processing methods are used. The allowable level of contamination is usually exceeded in those plants, where metal casting (C), galvanic processing (G) or electrical engineering (E) is used besides mechanical processing (M), the only exceptions are Plk and Pds. The highest Z22 is observed in Ptm1, where even three methods of metal processing are used (type GME). Metal processing enterprises are situated in 4 industrial districts of the city: western (W), eastern (E), southern (S) and central (C), most of them in W (5), E(6) and S (4). The greatest number of unallowably polluted enterprises is observed in W (4) and E (4) districts.

Table 2. Description and contamination level of metal processing plants in Panevėžys

Dist -rikt	Code	Title	N	Type	Production	Z22	Z10	Z10 per cent of Z22	Per cent of samples where Z22 is:			
									>16	16-32	32- 128	
W	Ptm1	"Tiksloji me- chanika" (I site)	34	GME	Electronic devices	314,42	311,90	99,2	94,1	5,9	17,6	
W	Plk	"Lietkabelis"	26	M	Cables	122,30	120,26	98,3	96,2	19,2	30,8	
E	Pme	"Metalistas"	27	GM	Locks	114,67	111,19	97,0	81,5	11,1	25,9	
E	Pek	"Ekranas"	91	ME	TV-tubes, crystal	71,66	50,47	70,4	92,3	13,2		31,9
W	Pau2	"Aurida" (II site)	46	CM	Autocompressors	53,15	50,15	94,4	78,3	13,0		13,0
S	Pr	"Praktika"	26	CM	Portative boring machine-tools	46,07	42,83	93,0	69,2	3,8		11,5
E	Pds	Gas-main construction	5	M	Bituminisation of pipes	31,38	28,85	91,9	60,0	20,0		0,0
E	Pket	"Panevėžio ketus"	17	CM	Cast iron production	29,73	27,00	90,8	82,4		17,6	29,4
W	Pau1	"Aurida" (I site)	25	CM	Autocompressors	26,15	22,82	87,3	80,0	32,0		12,0
S	Akl	Blind society plant	40	GM	Consumer goods	16,07	13,56	84,4	50,0	12,5		17,5
C	Pel	"Elektro- technika"	11	ME	Desk lamps	15,62	12,73	81,5	45,5	0,0		18,2
E	Pav	Aviation repair plant	25	GM	Aircraft repair	13,89	11,68	84,1	44,0			4,0
S	Pre	"Remeksta"	26	M	Domestic applian- ces repair	10,23	7,86	76,8	30,8			0,0
E	Arem	Automobile repair enterprise	29	M	Automobile repair	9,29	5,63	60,6	27,6	6,9		3,4
S	Pk	Deaf society plant	27	CM	Consumer goods	9,22	5,92	64,2	18,5	3,7	3,7	
W	Ptm2	"Tiksloji me- chanika" (II site)	34	M	Precise mecha- nical devices	8,72	5,03	57,7	23,5	5,9		2,9

The accumulating associations of unallowably contaminated plants usually include the following 10 metals, which are typical to alloys: Cu, Zn, Pb, Sn, Mo, Ni, Mn, Cr, Ag, Co, only the last 4 elements (especially Co) are sometimes absent (Table 3). Therefore in unallowably contaminated enterprises the input of Z10 (calculated according to these 10 metals) to Z22 exceeds 80% (Table 2). In less contaminated enterprises more of these 10 metals may be absent in accumulating associations. However, correlation among them is usually significant, some separation of Pb may be explained by transport activity, of Mn, Co – by lower pollution level (Table 4). The other reasons of insignificant correlation among some elements or their groups may be different shops, large territory, short time of functioning or end of industrial activity. Besides the above mentioned 10 metals, some other elements, mainly As, Sr, Ba, P, V, B may belong to accumulating associations, the last 3 elements – usually in plants with metal casting (Table 3). In most of these plants (especially with casting) W and Cd are detected. Sometimes CCmed>1,3 even for Y, U, Sc and Zr (Y and U in “Ekranas” are undoubtedly due to contamination caused by production and polishing of special glass). Plants of G or E types usually have the most multielement accumulating associations, the second type is also characterised by the greatest number of additional elements: La, Ce, Sb, Hf (“Ekranas”), Bi (Ptm1). Therefore total Zs including the additional elements for “Ekranas” is the largest in Panevėžys. Be and Ge are very rare (Ge is found where Ni is the main contaminant).

Table 3. Comparison of accumulating rows (CCmed) of metal processing plants in Panevėžys

E	Pme	E	Pket	E	Pav	E	Pek	E	Pds	S	Pre	E	Arem	S	Akl	C	Pel		
Zn	24,74	Zn	7,97	Zn	3,13	Pb	34,41	Pb	7,61	Pb	2,22	Pb	2,59	Ni	4,84	Ni	2,92		
Ni	18,21	Pb	6,92	Pb	2,81	Sr	6,54	Ag	3,88	Cu	1,96	Ni	1,92	Cu	2,50	Pb	2,28		
Cu	15,90	Ni	4,10	Ag	1,87	Ba	5,18	Zn	2,58	Zn	1,77	Zn	1,78	Zn	2,41	Cu	2,25		
Cr	13,31	Cu	3,81	Sn	1,84	Zn	4,82	Cu	2,31	Ba	1,75	Ba	1,65	Pb	2,01	Zn	2,22		
Mo	8,15	Mo	3,40	Cu	1,71	Ni	2,26	Sr	2,02	Ni	1,62	Cr	1,59	Cr	1,60	Ag	1,95		
Pb	5,07	Ag	2,79	P	1,56	Cu	2,18	Ni	1,92	Mn	1,56	Sn	1,48	Mo	1,53	Sn	1,87		
Ag	3,59	Cr	2,20	Mo	1,45	Mo	1,75	Sn	1,83	Cr	1,30	Cu	1,36	Sn	1,42	Cr	1,76		
Sn	2,51	Sn	2,01	U	1,44	Y	1,72	Mo	1,61			Sr	1,32	Zr	1,41	Mo	1,50		
As	1,80	Mn	1,72	Mn	1,38	Sn	1,57	Cr	1,31	Z22	10,23	Co	1,30			Ba	1,42		
Mn	1,69	V	1,58	GM		Ag	1,53	M		Be4		M		Z22	16,07	Sc	1,41		
Sc	1,38	P	1,52	Z22	13,89	Cr	1,46	Z22	31,38			Z22	9,29			Mn	1,36		
Zr	1,37	Co	1,32	GM		U	1,46					W3Cd							
Ba	1,34	GM				Mn	1,41									Z22	15,62		
Co	1,32	Z22	29,73			As	1,38												
GM				W4Ce3Bi2 CuSn Ge				ME											
Z22		114,67				Z22		71,66											
W15Cd5				La9Sb89 Cd71 Ce46 W32 Hf2															
W	Ptm1	W	Plk	W	Pau2	S	Pr	W	Paul	W	Ptm2	S	Pk						
Cu	169,67	Cu	77,74	Cu	14,37	Cu	9,81	Cu	7,50	Cu	1,74	P	1,66						
Ni	23,39	Zn	8,14	Zn	10,44	Zn	8,43	Sn	4,63	Ni	1,72	Sn	1,63						
Sn	20,22	Sn	4,76	Mo	4,44	Ni	4,81	Mo	4,08	Sn	1,59	Mo	1,57						
Zn	11,20	Pb	4,72	Mn	4,34	Mo	4,44	Pb	3,68	Ba	1,45	Pb	1,55						
Cr	9,49	Mo	3,07	Sn	3,90	Sn	3,60	Cr	2,75	Cr	1,43	Cu	1,54						
Pb	8,26	Ag	2,66	Cr	3,85	Pb	2,89	Zn	2,65	Sr	1,41	B	1,46						
Mo	6,98	Ni	2,11	Pb	3,27	Cr	2,67	Ag	2,42	Sc	1,32	Mn	1,34						
Co	3,72	Sr	1,42	Ni	3,16	Mn	1,80	Ni	2,35	As	1,30	GM							
Ag	2,78	Mn	1,41	Ag	1,78	Ag	1,59	P	2,34			Z22	9,22						
Mn	1,83	Ba	1,40	P	1,60	P	1,56	Co	1,45	Z22	8,72	W3Cd2							
Ba	1,58	As	1,32	GM		As	1,49	Mn	1,43	W4Ca									
As	1,57	M		Z22	53,15	Co	1,45	Sr	1,31										
Sr	1,37	Z22	122,30	W16Cd2		GM		GM											
GM				Cd				Z22		46,07		Z22		26,15					
Z22		314,42				W19Cd2		W22											
W23Bi6Cd12																			

Notes: above the row is the district and code of the enterprise, below – the type, Z22 and additional detected elements with number of samples, in which they have been found.

According to main polluting element metal processing plants (except Pk) can be subdivided into 4 groups: Cu-type (most of the plants, including all from W district), Zn-type (all from E district), Pb-type (E and S districts) Ni-type (S and C districts). Some of the elements (usually from 10 typical metals) even alone exceed the allowable level of pollution. Codes of unallowable contamination are additional characteristic of the enterprise (Table 5). Object average pollution codes (OAP-codes) can be used besides them. They are determined according to ranking of average values of CC for members of 3 associations in each enterprise (usually the same codes are in anomalous part of the enterprise). These associations are determined with the help of cluster analysis. 10 metals on the basis of correlation of their content in all 16 objects can be subdivided into 3 associations Cu-Sn-Zn-Ag-Mn (ACu), Ni-Cr-Mo-Co (ANi) and Pb (APb), while 12 main pollutants of Panevėžys – into similar groups: Cu-Sn-Zn-Ag (ACu), Ni-Cr-Mo-Co-Mn (ANi) and Pb-Sr-Ba (APb). Full information about metal processing plants can be useful for decision making (Fig.1).

Table 4. Analysis of correlation among 10 characteristic elements in metal processing plants

Code	Territory	Type	Number of factor in factor loading matrix										Not significant correlation	Explanation	
			Cu	Zn	Pb	Sn	Ag	Mo	Ni	Cr	Co	Mn			
Ptm1	S	GME	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–
Plk	M	M	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	Co	LPL	
Pme	S	GM	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	Mo, Co	DS	
Pek	L	ME	1	1	2(1)	1	1	1	1	1	1	1	–	LT, DS	
Pau2	L	CM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Co	LT, LPL	
Pr	S	CM	1	3(1)	5	1	4	1	1	1	1	1	Pb, Ag	TA (bus depot)	
Pds	S	M	Small sample size										Prevails	Small sample size	
Pket	M	CM	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2 gr.	TA (railway)	
Paul	M	CM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Pb	TA	
Akl	S	GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–	
Pel	S	ME	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–	
Pav	L	GM	1	1	1	1	1	1	2	6(1)	2	2	Mn, Co, Ni	LT, EF, LPL	
Pre	M	M	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	Pb	TA	
Arem	M	M	1	1	1	1	3(1)	1	1	1	2	2(1)	Mn, Co	LPL	
Pk	S	CM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Pb	TA	
Ptm2	L	M	3	2	2	5	3	3	2(3)	3(2)	2	2(3)	Cu, Mo, Sn, Ag	LT, DS, LPL, ST	

Explanation: TA – transport activity, LT – large territory, LPL – low pollution level, DS – different shops, ST – short time of exploitation, EF – end of functioning, 2 gr. – two groups, the elements of which are most often not significantly correlated. Territory: S – small, M – medium, L – large.

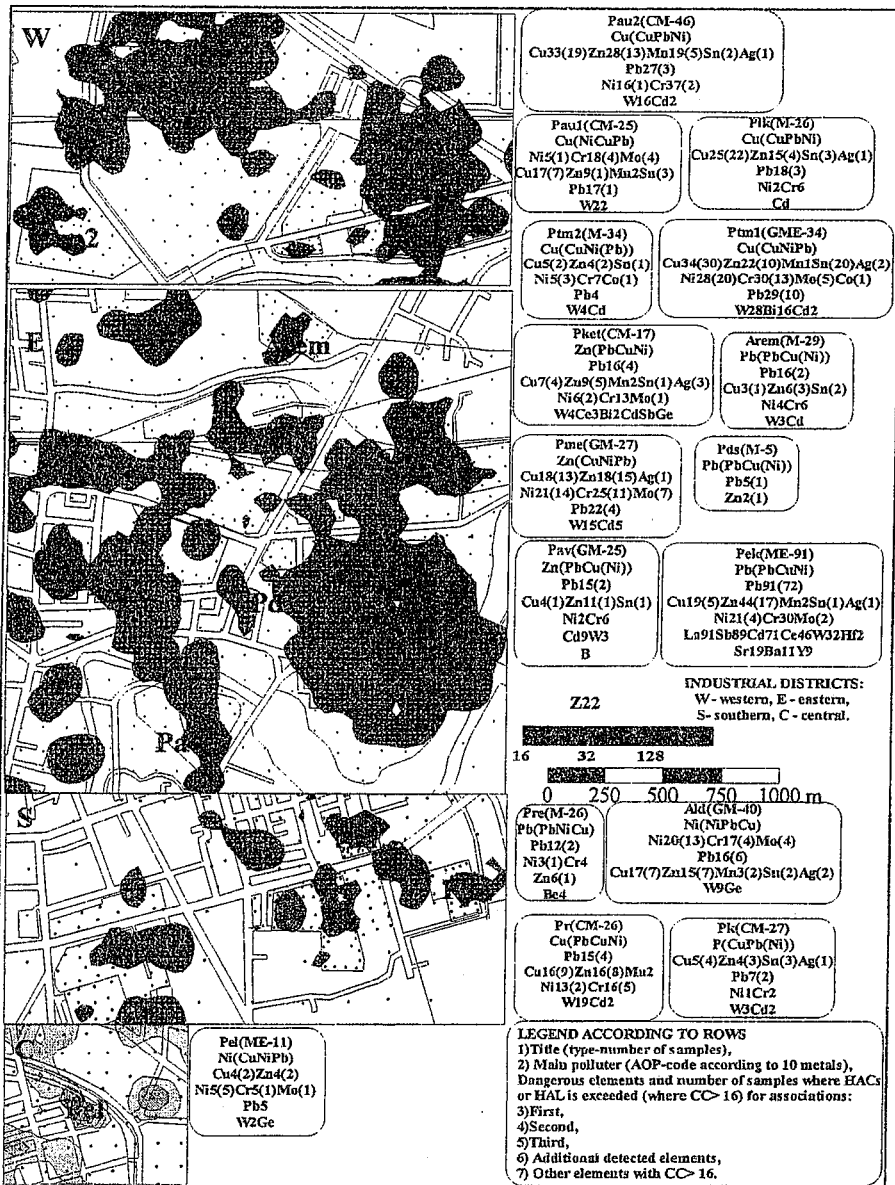


Fig.1. Contamination level and peculiarities of metal processing plants in Panevėžys

Table 5. Comparative analysis of metal processing plants of Panevėžys

Code	Type	Average CC of asso-ciation in plant			Average CC of asso-ciation in anomaly			Main pollutant	OAP-codes		Unallowable level pollutants:	
		ACu	APb	ANi	Acu	Apb	ANi		10 metals	12 elements	Number	Code (element and CC>16 sample number)
Ptm1	GME	71,85	13,45	14,33	76,16	14,16	15,14	Cu	CuNiPb	CuNiPb	9	Cu30NiSn20Cr13Pb10 Zn10Mo5Ag2Co
Pme	GM	25,70	10,90	16,18	31,21	12,89	19,39	Zn	CuNiPb	CuNiPb	7	Zn15Ni14Cu13Cr11 Mo7Pb4Ag
Pel	ME	10,45	3,78	9,26	21,04	5,93	18,41	Ni	CuNiPb	CuNiPb	5	Ni5CuZn2CrMo
Ptm2	M	2,61	1,41	2,64	6,87	2,47	6,62	Cu	CuNi(Pb)	CuNi(Pb)	5	Ni3CuZn2SnCo
Plk	M	41,95	8,14	2,20	43,55	8,42	2,23	Cu	CuPbNi	CuPbNi	5	Cu22Zn4PbSn3Ag
Pau2	CM	15,68	5,36	3,95	19,61	6,48	4,62	Cu	CuPbNi	CuNiPb	8	Cu19Zn13Mn5Pb3 SnCr2NiAg
Pk	CM	11,30	4,61	1,46	55,02	15,82	3,02	P	CuPb(Ni)	CuPb(Ni)	5	Cu4ZnSn3Pb2Ag
Pket	CM	8,02	135,59	4,54	9,37	164,04	5,16	Zn	PbCuNi	PbCuNi	7	Zn5PbCu4MoAg3 Ni2Sn
Pek	ME	4,42	66,47	2,61	4,68	71,57	2,73	Pb	PbCuNi	PbCuNi	10	Pb72Sr19Zn17Ba11Y9 Cu5Ni4Mo2SnAg
Pr	CM	9,36	12,18	4,93	12,86	16,84	6,50	Pb	PbCuNi	CuPbNi	5	Cu9Zn8Cr5Pb4Ni2
Pds	M	3,04	9,12	1,47	4,37	11,74	1,70	Pb	PbCu(Ni)	PbCu(Ni)	2	PbZn
Arem	M	6,18	8,43	1,97	19,04	24,78	3,50	Pb	PbCu(Ni)	CuPbNi	4	Zn3PbSn2Cu
Pav	GM	4,07	7,43	1,65	7,02	14,02	2,19	Zn	PbCu(Ni)	PbCu(Ni)	5	Pb2CuZnSnB
Pre	M	2,12	4,64	2,01	3,51	10,19	3,63	Pb	PbNiCu	PbCuNi	3	Pb2ZnNi
Akl	GM	7,72	12,11	12,47	14,30	22,78	23,74	Ni	NiPbCu	NiCuPb	9	Ni13CuZn7Pb6CrMo4 SnAgMn2
Pau1	CM	6,77	4,69	9,33	8,06	5,37	11,26	Cu	NiCuPb	CuNiPb	7	Cu7CrMo4Sn3PbZnNi

Conclusions

According to topsoil geochemical investigation data the main threat to environmental quality in Panevėžys among different type industry is caused by metal processing enterprises, which form the most contrastic anomalies. Most heavily polluted are western and eastern industrial districts. Their main and usually well correlated pollutants are 10 metals: Cu, Zn, Pb, Sn, Mo, Ni, Mn, Cr, Ag, Co, often detected are also W and Cd. The type of pollution of these enterprises is similar. The differences can be found according to additional pollutants, main pollutant or various object pollution codes. Such information may be useful for decision making, preparation of remediation plans of extremely heavily polluted territories.

Bibliography

1. Radzevičius A., Budavičius R., Kadūnas V., Katinas V., Tverkutė Z., Zinkutė R. Geochemical atlas of Panevėžys. (M 1:25000, in English and Lithuanian, 25 maps). Vilnius–Panevėžys (Lithuania), 1997, 18 p.
2. Зинкуте Р. Оценка фоновых значений микроэлементов в почвах методом последовательного исключения аномалий. Геология и геохимия горючих копалин (ISSN 0869–0774). 1(106). - Львів (Ukraine), 1999, p. 91–106.
3. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Министерство здравоохранения СССР, Главное санитарно-эпидемиологическое управление. - Москва (СССР), 1987, 27 с.
4. HN-60-1996. Kenksmingos mediagos. Didžiausia leidžiama ir laikinai leidžiama koncentracija dirvoemyje. Vilnius (Lithuania), 1996, 16 p.
5. Nuotekų dumblo panaudojimo normos LAND 20-96. LR sveikatos apsaugos ministerijos Valstybinis visuomenės sveikatos centras, Vilnius (Lithuania), 1996, 7 p.

DATORU TEHNOLOGIJAS

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ PRINCIPLES OF USER-CENTERED DESIGN

Bogdanova Nellija, mag comp.sc., Daugavpils Pedagoģiskā universitāte
Parādes 1, Daugavpils, LV-5400, t. 54-27814, fax 5407226

***Abstract.** Good user interfaces are essential for any successful product. A process of the user interface creation is not available include in the algorithmic scheme. In this articles will formulate principles principles of user-centered design, criteria of ergonomics interfaces and efficient interface's rules of project. These principles are based usability computer training courses.*

Весьма распространенной является ситуация, когда программы, равноценные по назначению и функциональным возможностям, оказываются совсем разными по организации взаимодействия с пользователем и пользователь встает перед выбором: либо выбрать одну из незнакомых программ, либо перейти на новую версию уже используемой программы. В первом случае выбор может быть сделан в пользу менее функциональной и менее надежной программы, но обладающей более привлекательным (с субъективной точки зрения) интерфейсом. Во втором же случае незнакомый интерфейс новой версии может оказаться психологическим барьером, не преодолев который пользователь так и не сможет воспользоваться преимуществами новой версии.

Качество пользовательского интерфейса является самостоятельной характеристикой программного продукта, сопоставимой по значимости с такими его показателями, как надежность и эффективность использования вычислительных ресурсов.

Определим *пользовательский интерфейс* как совокупность информационной модели проблемной области, средств и способов взаимодействия пользователя с информационной моделью, а также компонентов, обеспечивающих формирование информационной модели в процессе работы программной системы.

Поясним данное определение. Под информационной моделью понимается условное представление проблемной области, формируемое с помощью компьютерных (визуальных и звуковых) объектов, отражающих состав и взаимодействие реальных компонентов проблемной области.

Средства и способы взаимодействия с информационной моделью определяются составом аппаратного и программного обеспечения, имеющегося в распоряжении пользователя, и от характера решаемой задачи. Для успешного решения своей задачи каждый пользователь должен знать и, главное, соблюдать определенные правила поведения, диктуемые им создателями тех устройств, с которыми они взаимодействуют.

По отношению к программному обеспечению значительно сложнее сформулировать объективные требования по составу и компоновке органов управления. Во-вторых, их перечень значительно шире, а состав изменяется во много раз динамичнее, чем состав аппаратных средств компьютера.

Положив в основу область использования программного обеспечения, разделим интерфейсы на следующие группы: интерфейсы сред разработки и проектирования приложений, интерфейсы офисных приложений, интерфейсы систем реального времени.

Таким образом, эффективность работы пользователя определяется не только функциональными возможностями имеющихся в его распоряжении аппаратных и

программных средств, но и доступностью для пользователя этих возможностей. В свою очередь, полнота использования потенциальных возможностей имеющихся ресурсов зависит от качества пользовательского интерфейса.

Принципы разработки пользовательского интерфейса

Естественность интерфейса. Естественный интерфейс — такой, который не вынуждает пользователя существенно изменять привычные для него способы решения задачи. Сообщения и результаты, выдаваемые приложением, не должны требовать дополнительных пояснений, а система обозначений и терминология должны соответствовать принятым в данной предметной области.

В проектировании интуитивного пользовательского интерфейса существует три парадигмы (Alan Cooper): технологическая, метафорическая и идиоматическая. Технологическая парадигма основана на понимании механизма работы программы. Метафорическая парадигма основана на интуитивном понимании знакомых пользователю понятий и образов. Идиоматическая парадигма основана на знании о том, как решать ту или иную задачу. Существует мнение, что графический интерфейс Windows в большинстве своем основан на метафорах — рабочий стол, папка, но большинство элементов управления в графическом интерфейсе пользователя — идиомы: кнопки, выпадающие списки и полосы прокрутки — это то, что мы узнаем автоматически, а не догадываемся метафорически.

Согласованность интерфейса. Согласованность позволяет пользователям переносить имеющиеся знания на новые задания, осваивать новые аспекты быстрее, и благодаря этому фокусировать внимание на решаемой задаче, а не тратить время на выяснение различий. Обеспечивая преемственность полученных ранее знаний и навыков, согласованность делает интерфейс узнаваемым и предсказуемым.

Выделяют несколько аспектов согласованности: согласованность в пределах продукта, согласованность в пределах рабочей среды и согласованность в использовании метафор.

Дружественность интерфейса (принцип «прощения» пользователя). Эффективный интерфейс должен на каждом этапе работы разрешать только соответствующий набор действий и предупреждать пользователей о тех ситуациях, где они могут повредить системе или данным; еще лучше, если у пользователя существует возможность отменить или исправить выполненные действия.

Принцип «обратной связи». Каждое действие пользователя должно получать визуальное, а иногда и звуковое подтверждение того, что программное обеспечение восприняло введенную команду; при этом вид реакции, по возможности, должен учитывать природу выполненного действия, причем обратная связь эффективна в том случае, если она реализуется своевременно.

Простота интерфейса. Интерфейс должен быть простым, но не упрощенным. Кроме того, он должен предоставлять доступ ко всему перечню функциональных возможностей, предусмотренных данным приложением.

Гибкость интерфейса. Гибкость интерфейса — это его способность учитывать уровень подготовки и производительность труда пользователя. Свойство гибкости предполагает возможность изменения структуры диалога и/или входных данных. Концепция гибкого (*адаптивного*) интерфейса в настоящее время является одной из основных областей исследования взаимодействия человека и ЭВМ. Основная проблема состоит не в том, как организовать изменения в диалоге, а в том, какие признаки нужно использовать для определения необходимости внесения изменений и их сути.

Эстетическая привлекательность. Проектирование визуальных компонентов является важнейшей составной частью разработки программного интерфейса. Корректное визуальное представление используемых объектов обеспечивает передачу весьма важной дополнительной информации о поведении и взаимодействии различных объектов. В то же время следует помнить, что каждый визуальный элемент, который появляется на экране, потенциально требует внимания пользователя, которое, как известно, не безгранично. Следовательно, интерфейс, ориентированный на пользователя должен обеспечить формирование на экране такой среды, которая не только содействовала бы пониманию пользователем представленной информации, но и позволяла бы сосредоточиться на наиболее важных ее аспектах.

Качество интерфейса сложно оценить количественными характеристиками, однако более или менее объективную его оценку можно получить на основе приведенных ниже частных показателей.

1. Время, необходимое определенному пользователю для достижения заданного уровня знаний и навыков по работе с приложением (например, непрофессиональный пользователь должен освоить команды работы с файлами не более чем за 4 часа).

2. Сохранение полученных рабочих навыков по истечении некоторого времени (например, после недельного перерыва пользователь должен выполнить определенную последовательность операций за заданное время).

3. Скорость решения задачи с помощью данного приложения; при этом должно оцениваться не быстродействие системы и не скорость ввода данных с клавиатуры, а время, необходимое для достижения цели решаемой задачи.

4. Субъективная удовлетворенность пользователя при работе с системой.

Обобщая изложенное выше, можно кратко сформулировать те основные правила, соблюдение которых позволяет рассчитывать на создание эффективного пользовательского интерфейса.

- Интерфейс пользователя необходимо проектировать и разрабатывать как отдельный компонент создаваемого приложения.
- Необходимо учитывать возможности и особенности аппаратно-программных средств, на базе которых реализуется интерфейс.
- Целесообразно учитывать особенности и традиции предметной области, к которой относится создаваемое приложение.
- Процесс разработки интерфейса должен носить итерационный характер, его обязательным элементом должно быть согласование полученных результатов с потенциальным пользователем.
- Средства и методы реализации интерфейса должны обеспечивать возможность его адаптации к потребностям и характеристикам пользователя.

Литература

1. Гулятьев А.К., Макашарипов В.А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса. – СПб.: КОРОНА принт, 2000 – 352 с.
2. Нильсен Я. Веб-дизайн: книга Якоба Нильсена. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2000. – 512 с.
3. Кирсанов Д. Веб-дизайн: книга Дмитрия Кирсанова. – СПб.: Символ-Плюс, 1999. – 376 с.
4. Купер А. Миф о метафоре http://hci.psychology.ru/toader/articles/myth_of_metaphor.htm

A STUDY OF DECISION TREE ALGORITHMS FOR CONTINUOUS ATTRIBUTES

LĒMUMU KOKA KONSTRUĒŠANAS ALGORITMU IZPĒTE NEPĀRTRAUKTIEM ATRIBŪTIEM

Ieva Boļakova, mag.paed., Daugavpils Pedagogical University,
Parades 1-412, Daugavpils LV 5400, Latvia, Phone: 54 25321, E-mail: ievina@dpu.lv

***Abstract.** Nowadays a lot of different algorithms for decision trees construction exist. With the help of these algorithms one can make classification of both discrete and continuous data. The aim of this paper is to explore decision tree algorithms for continuous attributes. There are investigated CART (Breiman et al., 1984) and C4.5 (Quinlan, 1992) in this paper. The comparison of these methods was done in the process of exploration. As a result of the usage of both algorithms, the conclusions about CART and C4.5 utilization advantages were drawn.*

***Keywords:** decision trees, CART, C4.5.*

The decision making cannot be regarded as an isolate mechanism or action. It is just one of many stages in the evolution of purposeful activity. We may also state that one stage of some process cannot be considered as more important than all activity as a whole. Before a decision is made, various important activities should be carried out such as data acquisition, representation and classification, and thereafter the formation of corresponding. Thus the outcome of this activity is any kind of choice from some set of alternatives.

It is very convenient to use decision trees for data classification. At present, different decision tree construction algorithms are known. They are being improved successfully and at the same time new more effective methods are being searched for.

Some decision tree algorithms are intended to classify discrete data, but others to classify numeric information. However, there are many situations when a data set consists from both discrete and continuous attributes. For example, the description of a person might include his weight in kilograms, with a value such as 70.5 kg, and the color of eyes whose value may be "brown", "blue" etc. [3] In this case we have to choose a decision tree construction method corresponding to the situation.

In this paper we aim to discuss specific decision tree algorithms for continuous attributes and to give a comparison of them.

Let's choose CART [1] and C4.5 [2] algorithms for discussion. In what follows we will describe them briefly.

The basic outline of CART (Classification and Regression Trees)	The basic outline of C4.5
<p>1. Found a set of binary questions, where each question is of the form $\{Is\ x \in A?\}$, $A \subset X$. This set of binary questions is made for each attribute [1].</p> <p>2. A goodness of split criterion $\phi(s,t)$ is then calculated for each of binary questions: $\Delta i(s,t) = i(t) - p_L i(t_L) - p_R i(t_R)$ Suppose that for any node t, there is a candidate split s</p>	<p>A test T is chosen, based on a single attribute that has one or more mutually exclusive outcomes O_1, O_2, \dots, O_n. T is partitioned into subsets T_1, T_2, \dots, T_n, where T_i contains all the cases in set T that have outcome O_i of the chosen test [2].</p> <p>1. Consider all tests that divide T into two or more subsets. Score each test according to how well it splits</p>

of the node which divides it into t_L and t_R such that a proportion p_L of the cases in t go into t_L and a proportion p_R go into t_R (Figure 1). [1]

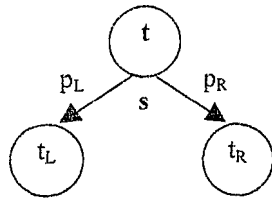


Figure 1

In its turn $i(t) = - \sum_j p(j,t) \log p(j,t)$, where

j is the number of classes.

3. Choose the optimal binary question for each attribute (split criteria is the largest).
4. Find that split s^* which gave the largest decrease in impurity – after that manner we find a question which will be in the root node.
5. Repeat the first four steps for each next non-conclusion node.

up the examples. The default test for continuous attributes is $A \leq t$, where A is a continuous attribute, with two outcomes, *true* and *false*. To find the threshold t that maximizes the splitting criterion, the cases in T are sorted by their values of attribute A to give ordered distinct values v_1, v_2, \dots, v_n . For every pair of adjacent values a potential threshold $t = (v_i + v_{i+1})/2$ is calculated.

2. The threshold that yields the best value of the splitting criterion is then selected.

The default splitting criterion used by this algorithm is gain criterion measured in bits.

$$\text{info}(S) = - \sum_{j=1}^k \frac{\text{freq}(C_j, S)}{|S|} * \log_2 \left(\frac{\text{freq}(C_j, S)}{|S|} \right),$$

where $\text{info}(S)$ determines the average amount of information needed to identify the class of a case in S [2].

S is any set of cases; $\text{freq}(C_j, S)$ is the number of cases in S that belong to class C_j ; $|S|$ is the number of cases in set S .

Gain criteria measures the information that is gained by partitioning T in accordance with the test X :

$$\text{gain}(X) = \text{info}(T) - \text{info}_X(T) \quad [2].$$

3. Divide the examples into subsets and run this procedure recursively on each subset.

Conclusions. The algorithms were tested in several data sets. The results of both methods sufficiently depend on the choice of appropriate attribute that divides the given data set into subsets. There is calculated some split criterion in both methods so as to make a better choice.

The algorithm C4.5 calculates a split criterion for the threshold value. Thus the in-between values of the attribute are considered. It is not necessary to examine all such thresholds. If all cases with value v_i and with adjacent value v_{i+1} belong to the same class, a threshold between them cannot lead to a partition that has the maximum value of the criterion [3]. This is the reason why the calculus became simpler.

It is necessary to beware of large decision tree construction in both algorithms. For this purpose the following rule should be observed: the splitting process is stopped when further growth of other class impurity decreasing is not possible.

The advantage of both algorithms CART and C4.5 is that they can be employed to construct decision trees for data sets with discrete and continuous information.

References

1. Breiman L., Friedman J., etc. Classification and Regression Trees. – Wadsworth International, Monterey, 1984
2. Quinlan J.R. C4.5: Programs for Machine Learning – The Morgan Kaufmann Series in Machine Learning, Pat Langley, Series Editor, 1992

3. Quinlan J.R. Improved Use of Continuous Attributes in C4.5. – Journal of Artificial Intelligence Research 4, 3/96, 77–90, <http://www.cs.washington.edu/research/jair/abstracts/quinlan96a.html>

PRODUCTIVITY OF STUDYING PROCESS USING IT STUDIJU PROCESA PRODUKTIVITĀTE, IZMANTOJOT INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS (IT)

Sarma Cakula, mag.paed. teacher of Vidzeme University College,
Terbatas 10, Valmiera, Latvia, LV 4200, Phone: 371 42 23024, E-mail:
sarma@valmiera.lanet.lv, Fax 371 4223029

***Abstract.** It is possible to involve students in learning process more actively using the new information technologies, research method and co-operation. The paper contains theoretical base of student research work as a component of studying process in higher education establishments using IT. The research investigates student personality development and interconnection with productivity of studying process. The author analyses researches on productive interaction in the context of computer-supported collaborative learning in science, computers in the community of classrooms, a sociocultural perspective on the human-technology link and computer-mediated communication. The paper contains empirical research results about productivity of studying process on an experimental base increasing a part of the research work and problem solving using IT and collaboration in studying process of Computer science course in Vidzeme University College.*

Introduction

Computers have become almost ubiquitous over the last years of the twentieth century and one thing that is clear about the twenty-first century. Computers will play an increasingly significant role in our working lives and leisure environments. The question is what the computer has to offer as a technology for supporting education more generally. Information technology (IT) is the study or use of processes (esp. computers etc) for storing, retrieving, and sending information (*Oxford Dic. 1994, 327*). Many psychologists and educators have a view that IT is the beginning of radical upturn in the education (*Light P., Colbourn C., Light V. 1997*). But here we can see different tendencies. A great deal of software developed for school use has one way: breaking desired learning goals into small steps and relying on reward, repetition and contingent depending of different levels to impart various skills. It is software developed specifically for individual use (*Howe et.al 1992*). The next are 'Intelligent Tutoring Systems', which shape a teaching strategy. But these are only small part how to use the IT in the learning process. It is necessary for students in studying process not only to learn special courses, but also acquire skills for professional work, different forms of co-operation and communication. It contains many formal and informal communities, group work in the classroom for special problem solving. There is a way for free education and we need to talk about social dimension in learning process using IT (*Cakula S. 1998*)

Using IT in learning process

It is popular to use the computer as a tool in learning process. One of the most effective tasks in learning process is the research. IT could be used in individual work searching for information, writing papers, using practical programs to develop special knowledge and skills. Recent interest to

learning suggests the possibility of integrating sociological and psychological approaches to the notion of learning as activity (*Henfridsson O. 1999*). Hence IT could not be used only as information source but also to make interactive collaboration computer – student or student – computer – student (*Light, Light, 1999*). When students solve a problem together in pairs or small groups they think more effectively than when they work alone (*Kruger, 1993*). When working in groups instead of writing essays computer could be used as a tool for producing multi-media presentations involving graphics, sound and text, for producing a resource (e.g. data file) to be used by other students or for producing a case for their peers. These new goals are too great for an individual student to meet, but co-operative work is essential if we are to take opportunities offered by classroom computers (*Underwood, Underwood 1999*). Sometimes IT is seen as a threat causing cutting learning off from the interpersonal context that gives it meaning and usefulness. A counter-argument might be offered that the community practices of student life are actually more threatened from other directions (*Light, Light 1999*). Some of more interesting applications of information technology in higher education are those involving computer-mediated communication. This technology affords a possible means of providing for interaction between tutors and students and between students themselves (*Light, Light 1999*). The term 'co-operative learning' refers to learning environments in which small groups of students work together to achieve a common goal (*Crook C. 1994, Littleton K., Light P 1999*). The co-operative learning can take place in two different ways. One is when the members of the group may choose to take responsibility for sub-tasks and work co-operatively, the other is when they may collaborate by working together on all parts of the problem. If the learners collaborate and share in the decision – making process then the level of social interaction is necessarily high while it is not so for co-operative workers. Some positive effects in co-operative work can be that learning under positive contact conditions can facilitate interpersonal relationships which may in turn have positive effects on student motivation, self-esteem, academic learning. Such positive effects have been noticed in all age ranges, ethnic groups, classes and ability levels. Students are more relaxed working with other partners. The role of computer in collaborative work can be not only that of a tool. When problems are well defined and the computer serves as a tutor, the students often play the role of motivational facilitator, providing psychological support for one another. On the other hand, when problem is ill defined and the computer serves as a simulator or information – processing tool the students may co-construct solutions and resolve conflicts by collaborative discussions. Such groups of student work most effectively as a result of conflict mechanism as in Piagetian's model or constructive process as in model of Vigodskij (*Piaget J. 1976, Vygotskij L. 1978, Inhelder 1976, Rosa A., Montero I. 1990*).

Models of collaborative work

Some collaborative groups may be efficient because of conflict based mechanisms as Piagetian model (*Туаце Ж. 1978*) and others due to co-constructive processes (*Vygotskij, 1978*). Howe develops Piagetian model that when pairs of students differ not only in their predictions about problem outcomes but also in their underlying conceptual understanding then collaboration facilitates learning (*Howe et al., 1992*). O'Malley has shown that when a computer program makes different predictions then the human learner is more likely to show evidence of conceptual change than they do when that program either makes similar predictions or show similar conceptions (*O'Malley 1992*). Learning in groups and with peers may be a more effective way of achieving some educational goals that individualised instruction especially when working with computers but here discussion plays a very important role. There are some researches that explore whether individual learning is facilitated in computer environments by interaction between students whose conceptions differ and whether the

benefits are directly attributable to interaction (*Howe et al., 1992*). There are also some concepts that the computer may facilitate productive interaction in a way that other media cannot, due to its capacity to maintain a clear task structure and to provide feedback. However, the studies also showed that in some contexts interaction could be of marginal significance, with shared action being crucial instead. It would appear that such context could be defined by a variety of factors, not all of which are readily controllable. It is thought that the computer may still have a central role to play.

Problem solving using IT communication

There are some ways of problem solving using IT: conferencing system, discussions between students themselves or interaction between students and tutors. Interest in the use of electronic mail and computer conferencing in the context of distance education has been considerable because this is a new direction in our education using IT, but it can be used also for full time students and school pupils, too. Some researches reveal the negative effects of IT conferences compared to face – to face conferences (*Light, Light 1999*). In computer – mediated exchanges students may feel less obligation or pressure to respond than when interacting face to face. Mercer and Wegerif concluded that weaker and ‘less verbal’ students are disadvantaged by computer–mediated communication (*Mercer, Wegerif 1999*). At the same time many researchers acknowledge that using IT in studying process involve students more effectively – increases a quality of discussions, group dynamic alongside with work in classroom, increase of collaboration, more democratic ambience and increasing of motivation. There are several positive effects on IT conferences:

- students might participate more equally in electronic than face to face communication,
- students can feel safer in case they if they say a silly thing,
- messages can be carefully prepared, lacking in spontaneity and immediacy,
- students may ask simple questions to the tutor rather than offer opinions or enter into arguments,
- communication using IT may reduce the differences of physical and social character (*e.g. gender*),
- IT communication can provide opportunities for those students who are too inhibited to speak out in face to face situations,
- female students tended to start with lower levels of computing experience but equally positive in their response to computer–mediated communication can take a more active part in these conferences,
- students who have not so much practise in English take part more actively in IT conferences than in face to face conference in the English language (*English S., Eazdami M. 1999; Underwood J., Underwood G. 1999; Littleton K., Light P. 1999*).

Communication using IT is preferred by students, who:

- have problems in relationship with other students or teachers (they feel themselves not so aware, slow, not so clever);
- are composed in temperament, silent;
- need more time for making decision;
- operate only with legitimate, valid facts;
- want to get more detailed answer from teacher (*Light P., Light V. 1999*).

Outcomes

It is very important to find more effective tools for studying. Basing on theoretical research and experience of other researchers computer science course in Vidzeme University College is going in non traditional way. The course is focusing to get knowledge, skills and acquirement using IT for research work. Course content includes basic principles of making research and using computer programs such as *MS Word*, *MS Excel*, *MS PowerPoint* and *SPSS* for data analyses and presentation. Teaching methods are focusing on traditional lecture (about 10% of hours in contact with students), co-operative research together students with teacher (about 30% of hours in contact with students), co-operative exercises (about 40% of hours in contact with students), seminars and control tests (about 20% of hours in contact with students). All the time of studying course after contact hours students and teacher collaborate using e-mail. It goes in three directions: student – teacher, teacher – student and student–student. At the end of course students make research on singly choosing theme.

Experiential results

The productivity of action can see how contentment of process and subjective result, it is an attitude to objective product (knowledge, skills, values, the level of accountability) (*Кремной М. С 1974*). Productivity is knowledge, skills, attitudes what appear in goals of life and persistence to achieve them. Author analyses student's contentment with computer science course. More than 83 % of students are content with course content focused to research using IT (*table 1*).

How you rate the content of course?

Table 1.

	Frequency	Valid Percent
<i>decently</i>	96	83,5 %
<i>partly decently</i>	19	16,5 %
<i>dissatisfactory</i>	0	0 %
<i>Total</i>	115	100 %

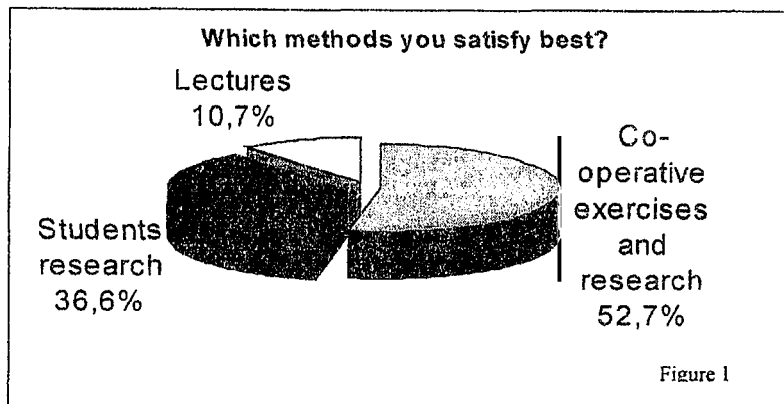
There was a big part of course using different co-operation and we got a good result of students contentment appreciating course methods: it is more than 76 % of students who like these methods and only about 2 % of students who do not like co-operation in learning process (*table 2*).

How you rate teaching methods using in course?

Table 2.

	Frequency	Valid Percent
<i>decently</i>	88	76,5 %
<i>partly decently</i>	25	21,7 %
<i>dissatisfactory</i>	2	1,7 %
<i>Total</i>	115	100 %

On question about methods which students like to use for studying author got an apportionment where the biggest part is about 55 % co-operative exercises and research what can do by face to face with teacher and using IT as a tool. The next part about 38 % is students research on singly choosing theme. Only about 11 % of students prefer lectures (*figure 1*).



The next innovation was collaboration using e-mail in time of studying the course after contact hours, sending home works, pre-tests, exams and questions to teacher and get a teachers evaluations and answers. More than 75 % of students are satisfied using e-mail to contact other students and more than 80 % like use e-mail to collaborate with teacher. Sometimes students have technical problems using e-mail and it was unsatisfactory factor, but only about 4 % of students do not like to use e-mail (table 3, table 4).

What about collaboration using e-mail with other students?

Table 3.

	Frequency	Valid Percent
I am comfortable	82	75,9 %
<i>I have technical problems</i>	22	20,4 %
<i>I do not like it</i>	4	3,7
<i>Total</i>	108	100,0 %

What about collaboration using e-mail with teacher?

Table 4.

	Frequency	Valid Percent	Cumulative Percent
I am comfortable	46	42,6 %	42,6 %
I like to get quick personally answer	17	15,7 %	58,3 %
I like quick answer	22	20,4 %	78,7 %
I like to send documents without printing	2	1,9 %	80,6 %
<i>I have technical problems</i>	20	18,5 %	
<i>I do not like it</i>	1	0,9 %	
<i>Total</i>	108	100,0 %	

For evaluation productivity of learning process author uses interconnection table (table 5).

Interconnection: approach to study and productivity of learning

Table 5.

Productivity		Approach to study				Total	
		Surface	More surface	More deep	Deep		
		5 4,4 %	33 28,9 %	44 38,6 %	32 28,1 %	114	
Your study goal	I have clear my study goal	2	17	24	12	55	50,5%
	I have partly clear my study goal	2	12	17	17	48	44,0%
	I have not clear my study goal	1	2	2	1	6	5,5%
Your persistence to go to goal	I am very persistent	2	8	8	6	24	21,1%
	I am a little persistent	3	23	35	24	85	74,6%
	I have not persistence		2	1	2	5	4,4%
Knowledge	1 st level – can realize course tasks		24,2 %	13,6%	2	6,3 %	16 14 %
	2 nd level – can use knowledge in like situations	4	57,6 %	56,9 %	18	56,3 %	66 57,9 %
	3 rd level – can use knowledge in different situations	1	18,2 %	29,5 %	12	37,5 %	32 28,1 %
Skills	1 st level – can execute course exercises				1	3,7%	1 3,7 %
	2 nd level – can execute different exercises	3 60 %	23 69,7 %	25 56,8 %	17 53 %	68 59,6 %	
	3 rd level – can use skills in different situations	2 40 %	10 30,3 %	19 43,2 %	14 43,8 %	45 39,5 %	
Your accountability	Always I do what I promise		8 25,8 %	12 28,6 %	10 34,5 %	30 28 %	
	Sometimes I do what I promise but sometimes not	5 100 %	23 74,2 %	30 71,4 %	19 65,5 %	77 72 %	
	I can not do what I promise						

First year students learn computer science course and there are only some few month to study in higher educational establishment. It explains the situation that only a half of students awake their study goals on one's own of approach to study. Also persistence grows very slow and only 21% of students characterize themselves as very persistent, 75% – a little persistent and 4,4% who have not persistence, but situation is better if we analyse how students characterize others. These results shows that 47% are very persistence and 53%. – a little persistent. Nobody have not persistence. In all other categories results shows that research using IT and co-operation in studying process gives better outcomes for students who have more deeper approach to study.

Conclusion

Vidzeme University Computer course model shows good results. The productivity of learning process is determined by individual differences (gender, ability, thinking and practice skills, needs) and depends on the environment (group size, kind of task and organisation, working room and

environment, study programme, teacher's attitude). Unified model of productive group work needs to be adapted to each individual case in order to find the most effective and positive way of sharing experience. Both social or contextual factors and individual processes of cognition should be observed. Social exchange and joint action are crucial for group performance and individual learning, while individual perceptions, reflections and knowledge are key determinants of the process and the results of interaction.

References

1. Cakula S. New Technologies in Education: The Internet in Schools. *Baltic IT Review*(Official Journal of the Information Technology Committee of the Baltic Council of Ministers): 1 (8), 1998, 30 –32 p.
2. Crook C. Computers and collaborative experience of learning. Routledge, London 1994, 251 p.
3. English S., Eazdami M. Computer – supported cooperative learning in a Virtual University. *Journal of Computer – assisted Learning*. ed. by Lewis, vol 15, n 1, march 1999, 2 – 13 p.
4. Henfridsson O. IT – adaptation as sensemaking inventing new meaning for technology in organizations. *Umeå Univ.* 1999, 168 p.
5. Howe C., Tolmie A., Anderson A. and Mackenzie M. Conceptual knowledge in physics: the role of group interaction in computer–supported teaching. *Learning and Instruction* 2, 1992, 161–183 p.
6. Inhelder B. Information Processing Tendencies in Recent Experiments in Cognitive Learning – Empirical Studies. Piaget and His School. A Reader in Developmental Psychology. Edited by B. Inhelder and Harold H. Chipman. New York Heidelberg Berlin Springer – Verlag. 1976, 121 – 133 (301) p.
7. Kruger A. C. Peer collaboration: conflict, co–operation or both? *Social Development*. 2, 1993, 165 – 182 p.
8. Кветной М. С. Человеческая деятельность: сущность, структура, типы: социологический аспект. Саратов: изд – во Саратовского уни. 1974, 224 с.
9. Light P., Colbourn C. and Light V. Computer – mediated tutorial support for conventional university courses. *Journal of Computer Assisted Learning*. 13, 1997, 228 – 235 p.
10. Light P., Light V. Analysing asynchronous learning interactions. *Computer – mediated communication in a conventional undergraduate setting*. *Learning with Computers: analysing productive interaction*. Routledge, USA. 1999, 162 – 178 (197) p.
11. Littleton K., Light P. Getting IT together. *Learning with computers: analysing productive interaction*. Ed. by Karen Littleton, Paul Light, Routledge, Great Britain, USA, 1999, 1–10 (197) p.
12. Mercer N., Wegerif R. Is 'exploratory talk'productive talk? *Learning with Computers: analysing productive interaction*. Routledge, USA. 1999, 79 –101 (197) p.
13. Rosa A., Montero I. The historical context of Vygotsky's work: a sociohistorical approach. In L. Mole (ed.) *Vygotsky and education*. Cambridge. Cambridge University Press, 1990, 59 – 88 p.
14. O'Malley C. Designing computer systems to support peer learning. *European Journal of Psychology of Education*. 7, 1992, 339 – 352 p.
15. Piaget J. The Affective Unconscious and the Cognitive Unconscious. In book *Piaget and His School*. A Reader in Developmental Psychology. Edited by B. Inhelder and Harold H. Chipman. New York Heidelberg Berlin Springer – Verlag. 1976, 63 – 71 (301) p.
16. The Oxford Colour Dictionary Oxford University Press, 1994, 772 p.
17. Underwood J., Underwood G. Task effects on co–operative and collaborative learning with computers. *Learning with Computers: analysing productive interaction*. Routledge, USA. 1999, 10 – 23 (197) p.
18. Vygotskij Lev Semenovic *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Ed. By Michael Cole. Cambridge, Mass.:Harvard University Press, 1978, 159 p.
19. Пиаже П. Ф. Ж. Экспериментальная психология. – Москва: Прогресс, 1978, 300 с.

KLASTERIZĀCIJAS METODES IZMANTOŠANA RBF NEIRONU TĪKLOS

APPLICATION OF CLUSTERING METHOD IN THE RBF NEURAL NETWORKS

Pēteris Grabusts, Rēzeknes Augstskola,

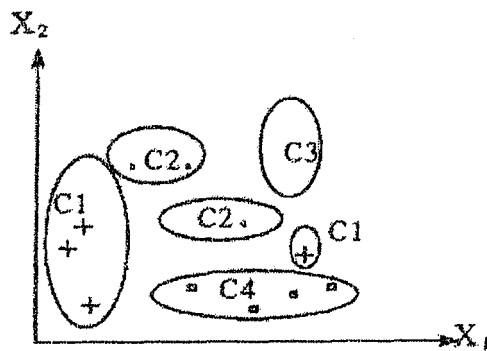
Atbrīvošanas aleja 90, Rēzekne LV-4600, Latvija, tālr.: 4623798, e-pasts: peter@ru.lv

Abstract. This paper describes one of classification algorithms, cluster analysis, that plays a significant role in the implementation of learning algorithm as applied to RBF-type artificial neural networks. The mathematical description of the K-means clustering algorithm is given and its implementation is demonstrated by experiment.

Keywords: RBF neural network, clustering, K-means

1. Klasteranalīze un tās mērķi

Termins "klasteranalīze" radies 1939.gadā. Tas faktiski ietver sevī dažādu klasifikācijas algoritmu kompleksu. Dažādās pētniecības jomās aktuāls ir jautājums, kā organizēt novērojamos datus pārskatāmās struktūrās. Pastāv viedoklis [3], ka atšķirībā no daudzām citām statistiskām procedūrām vairumā gadījumu klasteranalīzes metodes tiek izmantotas tad, kad nav kaut kādu hipotēžu attiecībā par klasēm, bet vēl aizvien noris datu vākšanas stadija. Klasteranalīzes metodes ļauj sadalīt pētāmos objektus "līdzīgu" objektu grupās, ko sauc par klasteriem. Klasterizācijas būtība ir attēlota 1.zīmējumā.



1. zīm. Divdimensiju objektu telpas sadalījums klasteros

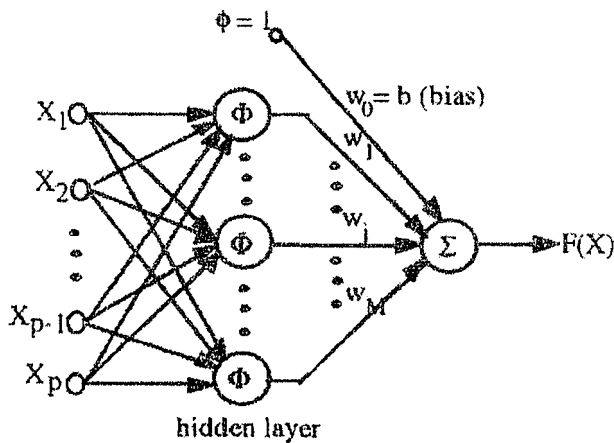
Klasteranalīzes process formāli sastāv no šādiem posmiem:

- analīzei nepieciešamo datu savākšana;
- klašu datu (klasteru) raksturojošo lielumu un robežu noteikšana;
- datu grupēšana klasteros;
- klašu hierarhijas noteikšana un rezultātu analīze.

2. Klasterizācija – RBF neironu tīkla apmācības pirmais etaps

Klasterizācijas algoritms tiek pielietots neironu tīklu ar radiālo aktivācijas funkciju apmācībā (saīsināti un tālāk – RBF tīkls no angļu valodas *Radial Basis Function Neural Network*) [1].

RBF neironu tīklus pārsvarā izmanto tēlu klasifikācijas un funkciju aproksimācijas uzdevumos. To izmantošana pēdējā laikā ieguvusi lielu popularitāti sakarā ar iespēju apstrādāt izplūdušos IF-THEN likumus. Tipiska RBF tīkla arhitektūra parādīta 2.zīmējumā.



2.zīm. Neironu tīkla ar radiālo aktivācijas funkciju arhitektūra

Vispārīgā gadījumā tīklam ir N ieejas x_i ($i=1,2,\dots,N$) un viena izeja. Ieejas signāls tiek padots slēptajā slānī, kuru veido neironi ar radiālajām funkcijām Φ^h_j , kur $j=1,2,\dots,M$ ir slēptā slāņa neironu skaits. Svaru koeficienti w , kuri saista ieejas slāņa neironus ar slēptā slāņa neironiem, faktiski ir radiālo funkciju centra parametra w^h_j vērtības ($i=1,\dots,N; j=1,\dots,M$). Radiālās funkcijas ir radiāli simetriskas funkcijas telpā $\mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}$, vispārīgi uzdotas šādi:

$$\Phi(x) = \Phi(\|x - c\|), \quad x, c \in \mathfrak{R}^n \quad (1)$$

Visbiežāk izmantojamā radiālā funkcija RBF tīklos ir Gausa jeb potenciāla funkcija

$$\Phi(x) = e^{-\frac{\|x_i - c_i\|^2}{\sigma^2}}, \quad \text{kur} \quad (2)$$

- x_i – n -dimensiju ieejas vektora x komponentes ;
- c_i – radiālās funkcijas centrs (RBF tīklos bieži uzdod kā w_i);
- σ – standarta novirze.

Slēptā slāņa neironu skaits tiek noteikts apmācības gaitā. Parasti katrs slēptā slāņa neirons atbilst konkrētai objektu klasei. Uzskatāmības labad var teikt, ka slēptā slāņa neironi izskaitļo Eiklīda distanci starp ieejas objektiem un radiālās funkcijas centru. Slēptā slāņa neironu izejas vērtības ir ieejas signāli izejas slāņa neironam. Tīkla izeja ir svērtā izejas neirona ieejas signālu summa.

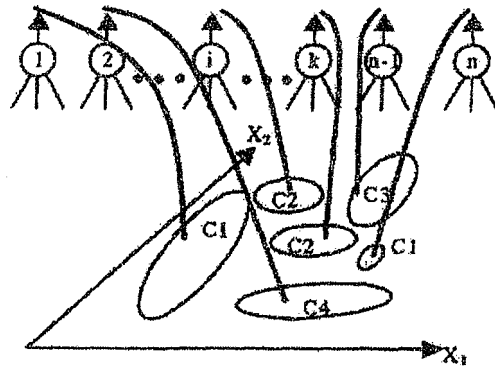
Neironu tīkla ar radiālo aktivācijas funkciju apmācība notiek divos etapos.

1. apmācības etaps – klasterizācija, pēc kuras tiek noteikti radiālās aktivācijas funkcijas forma un parametri, to skaitā klasteru centri;
2. apmācības etaps – apmācība ar skolotāju (LMS algoritma pielietošana).

Šis apmācības algoritms ir izvēlēts tāpēc, ka tā ir pamatmetode šāda tipa neironu tīklu apmācībā.

3. K-Means algoritms

Apmācība slēptajā slānī tiek veikta ar nekontrolējamu apmācības algoritmu palīdzību (*unsupervised learning*), kurus parasti sauc par *klasterizācijas* algoritmiem. Lai apmācītu RBF tīklu, tiek pielietots klasterizācijas algoritms ar nosaukumu "K-iekšgrupas vidējais" (*K-Means Clustering Algorithm*). Klasterizācijas mērķis ir ieejas vektorus sadalīt klasēs (klasteros) un noteikt to centrus. Centru vērtības turpmāk tiek izmantotas radiālo aktivācijas funkciju skaitļošanai RBF tīkla slēptajā slānī. Klasteru centru attēlošanas būtība uz slēptā slāņa neironiem parādīta 3. zīmējumā.



3. zīm. Klasteru attēlošana uz RBF neironiem

Algoritms "K iekšgrupas vidējais" minimizē *kvalitātes rādītāju*, kurš noteikts kā visu punktu, kas pieder klastera apgabalam, attālumu līdz klastera centra kvadrātu summa. Šī procedūra ieguva tādu nosaukumu, jo pamatojas uz klasteru grupas iekšienē vidējo attālumu aprēķināšanas līdz klastera centram.

Ievēdam dažas definīcijas.

Ja dots vektors $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, tad

vidējā vērtība tiek rēķināta pēc formulas
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$$

novirze
$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \tag{4}$$

Pirms klasterizācijas algoritma pielietošanas nepieciešams normalizēt ieejas objektus. Normalizēšanas rezultātā vidējā vērtība kļūst = ar 0, bet novirze = 1.

$$x_{i_norm} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \tag{5}$$

$$\bar{x}_{norm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i_norm} \tag{6}$$

$$\sigma_{norm}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i_norm} - \bar{x}_{norm})^2 \tag{7}$$

Eiklīda distanci starp diviem telpas X un Y punktiem aprēķina šādi:

$$d = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \tag{8}$$

Algoritms “K-Means” tiek izpildīts vairākos soļos.

1. solis. Inicializē klasteru centrus w_j (j – nepieciešamo klasteru skaits uzdevuma risināšanai).

2. solis. Grupē visus apmācības izlases punktus ap tuvākā klastera centru, t.i., katru punktu x_i saista ar klasteru j^* , kuram

$$\|x_i - w_{j^*}\| = \min_j \|x_i - w_j\| \quad (9)$$

3. solis. Izskaitļo jaunus klasteru centrus, t.i., visiem w_j izskaitļo

$$w_j = \frac{1}{m_j} \sum_{x_i \in \text{klasteram } j} x_i, \quad (10)$$

kur m_j – klasteram j piederošo punktu skaits.

4. solis. Atkārtot 2.soli tik ilgi, kamēr iterāciju laikā nemainās klasteru centru vērtības.

Algoritma darbības rezultātā tiek noteikti galīgie klasteru centri w_j , ievērojot nosacījumu, ka attālumu kvadrātu summai starp visiem punktiem, kas pieder grupai j , un klastera centram ir jābūt minimālai.

Par algoritma “K – iekšgrupas vidējais” priekšrocībām var uzskatīt popularitāti, lielu efektivitāti un procedūras vienkāršību. Bet gadījumā, kad objektu izvietojums ir neviendabīgs, algoritms var arī nesasniegt labus rezultātus. Tad tam ir jāmaina parametri (klasteru centru skaits) un atkal jāmēģina atkārtot algoritma darbību. Par trūkumu tiek uzskatīts tas, ka algoritms nav universāls.

Būtisks jautājums “K-Means” algoritma realizēšanā ir klasteru skaita un sākotnējo centru noteikšana [2]. Vienkāršākajos uzdevumos mēs pieņemam, ka *a priori* ir zināms klasteru skaits. Par sākotnējām m klasteru centru vērtībām tiek piedāvāts ņemt apmācošās kopas pirmos m objektus [1].

Pēc slēptā slāņa apmācības pabeigšanas ir jābūt iegūtiem aktivācijas funkciju parametriem. Tie ir klasteru centri w_j^h un klasteru standarta novirze σ_j^2 (j ir klasteru skaits). Lielums σ_j^2 ir jānoteic pēc formulas

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{M_j} \sum_{x \in \Theta_j} (x - w_j^h)^T (x - w_j^h), \quad \text{kur} \quad (11)$$

kur Θ_j – objektu skaits apmācības izlasē, kas grupējas ap klastera centru w_j^h ;

M_j – objektu skaits Θ_j ;

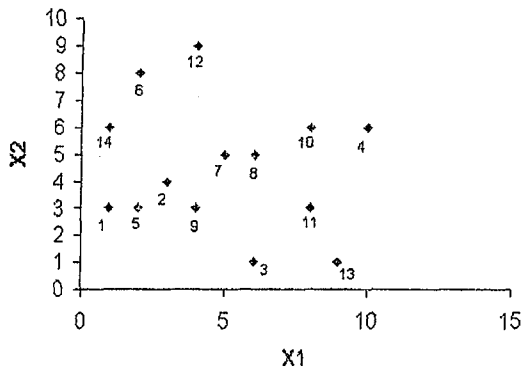
T – transponētās matricas vai vektora apzīmējums.

4. Klasterizācijas metodes pielietojuma piemērs

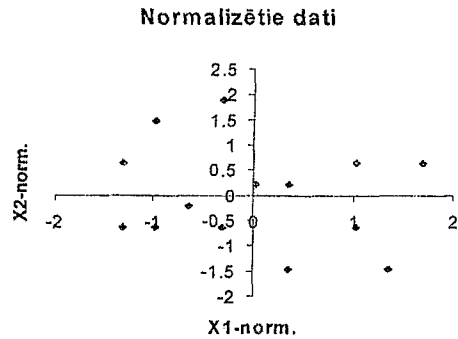
Lai nodemonstrētu klasterizācijas algoritma darbību, pieņemam, ka mums ir 14 ieejas vektori, kuri sadalīti divos klastos. Ar “K-means” klasterizācijas algoritma palīdzību nepieciešams noteikt katram klasteram piederošos punktus un klasteru centrus.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X1	1	3	6	10	2	2	5	6	4	8	8	4	9	1
X2	3	4	1	6	3	8	5	5	3	6	3	9	1	6

Katram ieejas vektoram (jeb punktam) ir divas komponentes: x_1 un x_2 . Punktu sadalījums 2-D plaknē parādīts 4.a) zīmējumā. Pēc pamatdatu normalizācijas – izmantojot formulas (3) – (7) – iegūstam normalizēto punktu sadalījumu, parādītu 4.b) zīmējumā.

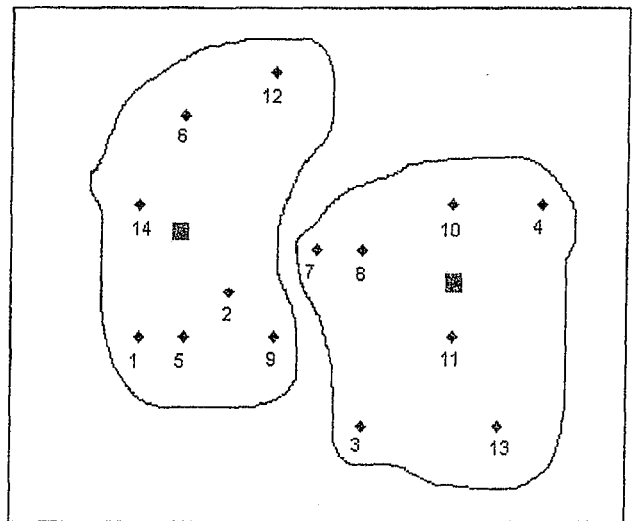
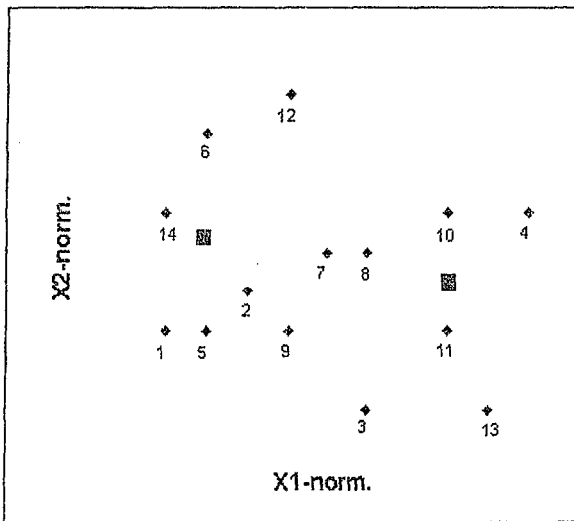


4.zīm. a) Ieejas punktu sadalījums



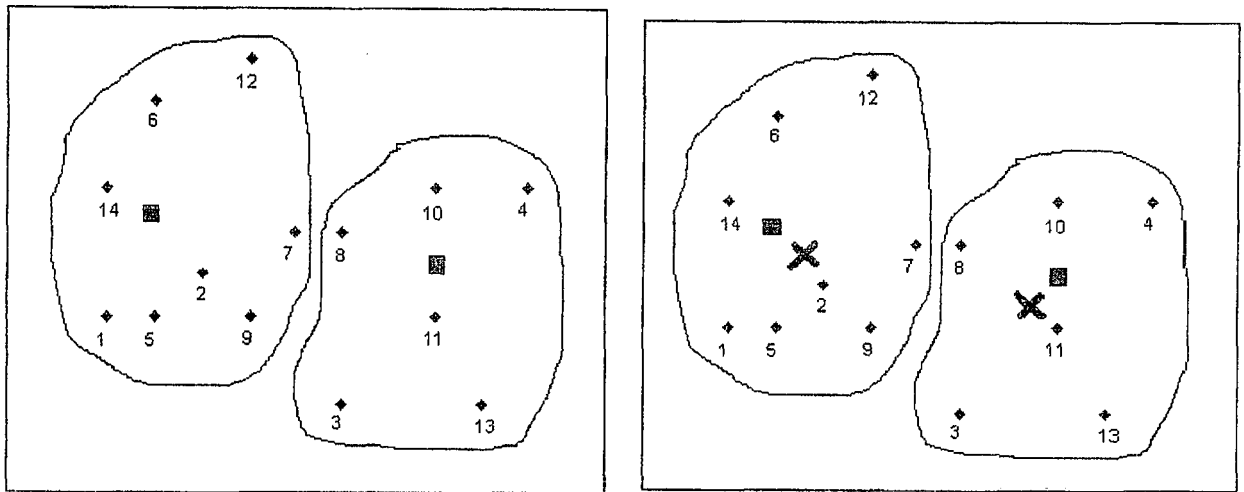
b) Normalizētie dati

Lai varētu sākt pielietot klasterizācijas algoritmu, ir jānosaka klasteru skaits un to sākotnējie centri. Šajā uzdevumā pieņemam, ka ieejas punkti sadalīti divās klasēs, tātad izmantosim divus klasterus. Zemāk redzamajā 5.a) zīmējumā ir parādīts punktu sadalījums un uzskatāmības labad novāktas koordinātu ass. Orientējoši uzdozam sākotnējos klasteru centrus ar šādām koordinātēm: $w_1=(x_1,x_2)=(-1;0.5)$ un $w_2=(1;0)$. Zīmējumā tie parādīti kā kvadrātiņi. Sākam pielietot K-Means algoritmu. Zīmējumā 5.b) iezīmēti klasteriem piederošie punkti pēc pirmās iterācijas.



5. zīm. a) Punktu sadalījums ar patvaļīgi izvēlētu centru b) Klasteru sadalījums pēc 1. iterācijas

Atkal pēc formulas (3) izrēķinām katram klasteram vidējās vērtības, t.i., izrēķinām jaunus klasteru centrus: $w_{1-new} = (-0.83359; 0.27036)$ un $w_{2-new} = (0.833588; -0.27036)$. Tā kā tie atšķiras no mūsu patvaļīgi izvēlētajā sākotnējā klasteru centra, tad turpinām pielietot klasterizācijas algoritmu. Rezultāti parādīti 6. zīm.



6.zīm. a) Klasteru sadalījums pēc 2.iterācijas

b) Klasteru sadalījums pēc 3.iterācijas

Kā redzams, pēc 2.iterācijas 7-ais punkts pamainījis savu klases piederību. Jaunie klasteru centri tagad būs šādi: $w_{1-new} = (-0.72641; 0.26285)$ un $w_{2-new} = (0.96855; -0.35047)$. Tā kā tie atšķiras no pirmajā iterācijā iegūto klasteru centriem, tad turpinām pielietot klasterizācijas algoritmu.

Trešajā iterācijā punkti savu piederību klasteriem nav mainījuši, t.i., otrajā iterācijā izskaitļotie klasteru centri paliek nemainīgi. Līdz ar to var secināt, ka klasterizācijas algoritma pielietojuma rezultātā ir noteikti klasteru centri un tiem atbilstošie punkti no apmācāmās kopas (punkti ir *klasterizēti*). Zīmējumā jaunie klasteru centri ieskicēti ar krustiņu.

5. Nobeigums

Pēc apmācības slēptajā slānī un radiālo funkciju centru noteikšanas notiek apmācība neironu tīkla izejas slānī, pielietojot kontrolējamās apmācības metodes vai tā saucamo "*apmācību ar skolotāju*". Šim mērķim tiek izmantots *mazākās vidējās kvadrātiskās kļūdas algoritms (Least Means Square algorithm)*. Pēc otrā apmācības etapa pabeigšanas RBF tīklu var uzskatīt par apmācītu un sagatavotu pētīšanas eksperimentiem.

Par klasterizācijas algoritmu priekšrocībām var uzskatīt popularitāti, lielu efektivitāti un procedūras vienkāršību. Jāatzīmē, ka klasterizācijas skaitliskie rezultāti var būt diskutējami [3] un parasti to rezultāti rūpīgi jāanalizē.

Literatūra

1. Hush D.R., Horne B.G. Progress in Supervised Neural Networks. What's new since Lippmann?, IEEE Signal Processing Magazine, January, 1993, vol.10, No 1.
2. Статистические методы для ЭВМ. – Москва: Наука, 1986.
3. Панкова Л.А., Трахтенгерц Э.А. Субъективность в интеллектуальном анализе данных. – Москва: Препринт/Институт проблем управления, 1999.

APPLICATION OF BINARY COMPOSITIONS IN MULTIDIMENSIONAL RECOGNITION TASKS BINĀRĀS KOMPOZĪCIJAS IZMANTOSANA DAUDZDIMENSIJU ATPAZĪŠANAS UZDEVUMOS

**Romans Grekova, Decision Support Systems Group, Institute of Information Technology,
Riga Technical University, 1 Kalku Street, Riga LV-1658, Latvia**

Abstract. This paper examines the possibility of using pattern recognition method, which is based on compositions of fuzzy relations, to work with multiple feature selections such as where the number of features is greater than 3. Investigation of problems, which are connected to multidimensional pattern recognition, is also applied. Some practical part concerning proposals on experiments is provided.

Keywords. Pattern recognition, compositions of fuzzy relations, n -dimensional description space.

1. Introduction

A pretty big number of papers present a concept of binary compositions and their application for fuzzy pattern recognition. Most of them are dedicated to the problems, solutions and improvement of that method. But less practical attention has been made to create a conception of using of binary compositions for recognition in the multidimensional description space. This paper actually is a try of research in this branch and gives some ideas of usage of the following method for a wide range of tasks.

2. Using of Binary Compositions in Multidimensional Feature Searching Tasks

All the major descriptions of using binary compositions in fuzzy pattern recognition are presented in [1], [2] and [3]. The main idea is creation of shadows of objects into each subspace of the description space. Then the compositions of shadows of fuzzy sets get made. The results of each composition are the degrees of reduction δ , which characterise the extent of increase in power of starting sets while obtaining reduction sets. So for every feature in a task space the following degrees of reductions have been created (this example represents the reductions made between X_1X_3 and X_3X_2 2-dimensional hyperspaces):

$$S_{X_1X_3}^A \circ S_{X_3X_2}^B \rightarrow \delta_{X_1X_3}^A, \delta_{X_3X_2}^B \quad \text{where } S_{XZ}^A \text{ is a representation of shadow of fuzzy set;}$$

$$S_{X_1X_3}^B \circ S_{X_3X_2}^A \rightarrow \delta_{X_1X_3}^B, \delta_{X_3X_2}^A \quad \begin{array}{l} \circ - \text{operation of composition;} \\ \delta_{X_1X_3}^A - \text{degree of reduction.} \end{array}$$

Then, by summarising this values using the following expression one can get evaluation of parameter X_2 :

$$\delta_{X_2} = (\delta_{X_1X_3}^A \wedge \delta_{X_3X_2}^B) \vee (\delta_{X_1X_3}^B \wedge \delta_{X_3X_2}^A).$$

This is how it works for evaluation of just one feature – X_2 . For 3-dimensional tasks it's pretty simple to understand the physical meaning of the shadows and all the steps of recognition look logical and don't require any serious proof. But in case if we deal with n -dimensional description task where n is greater than 0 the situation will become more and more complicated depending on how big value of n is present.

First of all let us imagine the conceptions of n -dimensional space reduction to sub-dimensions. So the question is: How many sub-dimensions spaces one can get from n -dimensional space? In case of 3-dimensional space three 2-dimensional subspaces (shadows) will be created on each plane. If it is 2-dimensional space we will get two 1-dimensional subspaces as shadows. So it seems to be very logical to assume that in case of 4-dimensional space one can get four 3-dimensional shadows and so on. Thus, for n -dimensional space $n (n-1)$ -dimensional subspaces will be created. But we get another problem here: If for n -dimensional space we have $n (n-1)$ -dimensional subspaces (i.e. shadows), but binary compositions work only on 2-dimensional subspaces, then how to get the finite number of 2-dimensional subspaces from any n -dimensional space? There is only one visible solution for situation like this: Using projections every time move from high dimension spaces to low dimension spaces while finite number of 2-dimensional shadows gets found. This task seems to be pretty complicated but no other choice exists.

To describe the method let us use 4-dimensional description space X^4 , in which fuzzy sets A and B are set through membership functions f_A and f_B , respectively. The space of descriptions is represented by Cartesian product $X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_4$, where X_1, X_2, X_3 and X_4 are parameters of objects' descriptions.

1. First, four 3-dimensional shadows get constructed:

$$S_{X_1, X_2, X_3}^A, S_{X_1, X_2, X_3}^B; S_{X_1, X_2, X_4}^A, S_{X_1, X_2, X_4}^B; S_{X_1, X_3, X_4}^A, S_{X_1, X_3, X_4}^B; S_{X_2, X_3, X_4}^A, S_{X_2, X_3, X_4}^B.$$

2. Second, for each 3-dimensional shadow three 2-dimensional shadows get created:

$$\begin{aligned} S_{X_1, X_2, X_3}^A &\rightarrow S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_1, X_2}^A, S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_1, X_3}^A, S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_2, X_3}^A; \\ S_{X_1, X_2, X_3}^B &\rightarrow S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_1, X_2}^B, S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_1, X_3}^B, S_{X_1, X_2, X_3 \rightarrow X_2, X_3}^B; \\ S_{X_1, X_2, X_4}^A &\rightarrow S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_1, X_2}^A, S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_1, X_4}^A, S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_2, X_4}^A; \\ S_{X_1, X_2, X_4}^B &\rightarrow S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_1, X_2}^B, S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_1, X_4}^B, S_{X_1, X_2, X_4 \rightarrow X_2, X_4}^B; \\ S_{X_1, X_3, X_4}^A &\rightarrow S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_1, X_3}^A, S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_1, X_4}^A, S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_4}^A; \\ S_{X_1, X_3, X_4}^B &\rightarrow S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_1, X_3}^B, S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_1, X_4}^B, S_{X_1, X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_4}^B; \\ S_{X_2, X_3, X_4}^A &\rightarrow S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_2, X_3}^A, S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_2, X_4}^A, S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_4}^A; \\ S_{X_2, X_3, X_4}^B &\rightarrow S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_2, X_3}^B, S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_2, X_4}^B, S_{X_2, X_3, X_4 \rightarrow X_3, X_4}^B; \end{aligned}$$

So, from 4-dimensional description space 24 2-dimensional shadows get created (12 for class A , 12 for class B). In case of 5-dimensional space one can get ten 4-dimensional subspaces (5 for class A , 5 for class B) and each of them represents four 3-dimensional subspaces, and finally each of 3-dimensional subspaces represents three 2-dimensional shadows needed. So for 5-feature task $10 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 240$ binary shadows get constructed (120 for class A , 120 for class B). This gives us the common formula of number of shadows constructed from n -dimensional space:

$$N = 2 \cdot \prod_{i=0}^{n-2} (n-i),$$

where n is the dimensionality of description set.

Using such approach gives pretty complicated task to solve and the main question appears: How to combine such a big number of 2-dimensional subspaces for feature selection or recognition? Of

course the next step is a choosing of 2-dimensional shadows to perform binary compositions. Suggestion is to combine shadows in a sequence, like they appear. It means if (say, in case of 4-dimensional description space) we have four 3-dimensional subspaces, then for each of the 3-dimensional subspaces it looks logical to process the corresponding 2-dimensional shadows and get separate reduction degrees and then combine them to get summarised evaluation of all corresponding degrees of reduction and then get the final evaluation of the feature. For example, for subspaces $S_{X_1X_2X_3}^A$ and $S_{X_1X_2X_3}^B$ shadows can be combined in the following way:

$$\begin{aligned}
 S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_2}^A \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_3}^B ; S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_2}^B \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_3}^A ; & \rightarrow \delta_{X_1}^{X_1X_2X_3} \\
 S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_2}^A \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_2X_3}^B ; S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_2}^B \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_2X_3}^A ; & \rightarrow \delta_{X_2}^{X_1X_2X_3} \\
 S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_3}^A \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_2X_3}^B ; S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_1X_3}^B \circ S_{X_1X_2X_3 \rightarrow X_2X_3}^A ; & \rightarrow \delta_{X_3}^{X_1X_2X_3} .
 \end{aligned}$$

So, after all compositions have been made the following degrees of reduction are created:

$$\delta_{X_1}^{X_1X_2X_3}, \delta_{X_2}^{X_1X_2X_3}, \delta_{X_3}^{X_1X_2X_3}, \delta_{X_1}^{X_1X_2X_4}, \delta_{X_2}^{X_1X_2X_4}, \delta_{X_4}^{X_1X_2X_4}, \delta_{X_1}^{X_1X_3X_4}, \delta_{X_3}^{X_1X_3X_4}, \delta_{X_4}^{X_1X_3X_4}, \delta_{X_2}^{X_2X_3X_4}, \delta_{X_3}^{X_2X_3X_4}, \delta_{X_4}^{X_2X_3X_4}$$

Now, combining the values of these degrees of reductions it is possible to get evaluation of each feature. There can be a lot of possibilities how to combine the values. Let us take that a simple sum by feature is meaningful. In this case the following evaluations are derived:

$$\begin{aligned}
 \delta_{X_1}^{X_1X_2X_3} + \delta_{X_1}^{X_1X_2X_4} + \delta_{X_1}^{X_1X_3X_4} &= \delta_{X_1} ; \\
 \delta_{X_2}^{X_1X_2X_3} + \delta_{X_2}^{X_1X_2X_4} + \delta_{X_2}^{X_2X_3X_4} &= \delta_{X_2} ; \\
 \delta_{X_3}^{X_1X_2X_3} + \delta_{X_3}^{X_1X_3X_4} + \delta_{X_3}^{X_2X_3X_4} &= \delta_{X_3} ; \\
 \delta_{X_4}^{X_1X_2X_4} + \delta_{X_4}^{X_1X_3X_4} + \delta_{X_4}^{X_2X_3X_4} &= \delta_{X_4} .
 \end{aligned}$$

3. Conclusions

Of course, the method of application of binary relations to fuzzy recognition tasks has some negative sides like complexity and requires a lot of machine resources. But it is pretty useful and gives high results of recognition. Application of this method to n -dimensional description spaces gives a great opportunity in using this method in tasks like various diagnostic tasks. Work in this direction requires a lot of serious research and is mostly experimenting. This work is reflecting just a small part of common method of fuzzy recognition based on binary relations and actually is included to a software system, which gets developing for experimental part of connected researches.

References

1. Ozols, Y. and Borisov, A. (1997), "Pattern Classification and Feature Extraction on the Basis of Composition of Fuzzy Relations." *Proceedings of the Seventh International Fuzzy Systems Association World Congress, IFSA'97*, Vol. III, Prague, June 25–29, pp. 129–134.
2. Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy sets and systems." *Proceedings of the Symposium on Systems Theory*, Polytechnic Institute of Brooklyn, pp. 29–37.
3. Borisov, A., Ozols, Y., and Grekova, R. (2001), "Construction of Features and Decision Rules in Fuzzy Pattern Recognition Tasks." *Int. J. General Systems*, Vol. 30(1), pp. 23–43.

DATU NOLIKTAVAS REALIZĒŠANAS UN IZSTRĀDES RĪKI, TO NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

DATA WAREHOUSE IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT TOOLS AND CRITERIA TO EVALUATE THEM

Aleksejs Jevsejenko, LU Datorzinātņu maģistrantūras maģistrants,

A/S "Dati", LR VID datu noliktavas projekta grupas vadītājs, aleksejs.jevsejenko@dati.lv

Pēteris Gulāns, RTU ASTF Datorzinātņu maģistrantūras maģistrants,

A/S "Dati", LR VID datu noliktavas projekta sistēmanalītiķis, e-pasts: peteris.gulans@dati.lv

Abstract. This paper provides an overview of data warehouse systems development and production tools. It also contains tools evaluation methodology. There are four types of tools used in data warehouse environment. The group of unique criteria is used for every tool evaluation. Each criterion has its own severity (critical, important, additional). Project specific features, chosen criteria set and its severity is a base for tools evaluation matrix. In addition, the unique criteria set for each type of tools is developed and described in this paper.

The results of research are used in Latvia State Revenue Service data warehouse system development.

1. Ievads

Datu noliktavas (Data Warehouse) koncepcija radās astoņdesmito gadu sākumā. Pirms tam lielākais vairums informācijas apstrādes sistēmu bija transakciju sistēmas, kuras saturēja tikai pašreizējus datus, kuri nepārtraukti mainījās, kas ļāva risināt operatīvus, pašreizējus jautājumus un bija šauri orientētas viena biznesa uzdevuma risināšanai. Transakcijas sistēmu īpašības rada vairākas problēmas.

- ✓ Vēsturisko datu trūkums sistēmā.
- ✓ Liels informācijas apstrādes sistēmu skaits vienas organizācijas ietvaros.
- ✓ Datu integritātes problēma. Dažādās sistēmās dati tika glabāti un apstrādāti, izmantojot dažādus algoritmus, tāpēc gadījumos, kad tika veikti mēģinājumi apvienot sistēmas, tas bija neiespējams atšķirīgo datu struktūru dēļ.
- ✓ Problēmas ar lielu datu apjoma apstrādi, jo galvenais bija nodrošināt ātru un efektīvu ievades, glabāšanas un apstrādes iespēju, nevis nodrošināt nestandarta analīzes iespējas.
- ✓ Izmaiņu veikšana sistēmās bija dārgs un darbietilpīgs process.

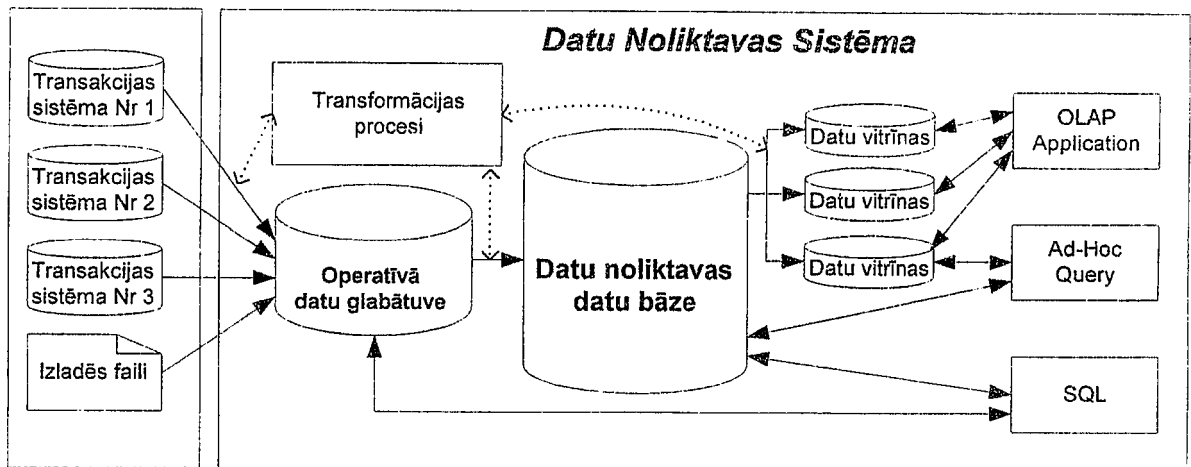
Tieši datu noliktavas (DN) sistēmas koncepcija tika izstrādāta, lai papildinātu esošo transakciju sistēmas un glabātu un analizētu detalizētu, vēsturisku, integrētu informāciju.

2. Datu noliktavas sistēmu attīstība

Pirmā datu noliktavas sistēma bija vienkārši liela datu bāze, kura glabāja integrētus datus no vairākām transakciju sistēmām. Divdesmit gadu laikā datu noliktavas sistēmas veica garu evolūcijas ceļu, kā rezultātā radās jauna kompleksa datu noliktavas sistēmas arhitektūra, jauni sistēmas elementi, programmatūras produkti, metodoloģijas un tehnoloģijas [1, 2].

- ✓ Datu operatīvā analītiskā apstrāde – On-Line Analytical Processing (OLAP). OLAP sistēmas ir tiešsaistes sistēmas, kuras ļauj analizēt datus, izmantojot dažādas zināšanu ieguves tehnikas, iegūstot informāciju.
- ✓ Datu vitrīnas (data mart). Datu vitrīnas ir specializētas datu noliktavas, kas nodrošina lēmumu pieņemšanu organizācijas darbības virzieniem. Datu vitrīnu aizpildei tiek izmantoti dati no korporatīvās datu noliktavas un parasti tie ir agregēti, kas ļauj paātrināt darbu ar datu vitrīnām.
- ✓ Operatīvā datu glabātuve un transformācijas rīki. Operatīvā datu glabātuve ir daļa no datu noliktavas sistēmas un ir paredzēta transakcijas sistēmu datu integrēšanai – transformācijas rīki ielādē datus šajā glabātavē un pēc tam izmanto tālākai datu noliktavas datu bāzes aizpildīšanai. Šo sistēmu var arī izmantot atgriezeniskās saites veidošanai uz datu avotiem.
- ✓ Daudzdimensionālā modelēšana. Speciālā modelēšanas tehnika datu noliktavas struktūras projektēšanai un veidošanai. Šī tehnika ir alternatīva ER datu struktūras modelēšanas teknikai. Ar daudzdimensionālo modelēšanu tiek attēlota tā pati informācija, kura ar ER tehniku, taču veidojamā struktūra ir simetriska un adaptēta vaicājumu ātrdarbībai, elastībai pret izmaiņām un lietotāju vieglākai izpratnei.
- ✓ Centralizētā informācijas ražotne – Corporate Information Factory (CIF). Tā ir integrēta zināšanu vide, kas nodrošina efektīvāku informācijas izplatīšanu organizācijā, kas ļauj veikt ātrāku un efektīvāku lēmumu pieņemšanu.

Datu noliktavas vispārējā arhitektūra ir attēlota 1.zīm.



1.zīm. DN sistēmas vispārējā arhitektūra

Tagad datu noliktava ir kompleksa sistēma, kas iekļauj arī iepriekš uzskaitītās jaunās tehnoloģijas un rīkus.

3. DN sistēmas uzbūve, rīki un to novērtēšana

Mūsdienu datu noliktavas sistēmai ir kompleksa arhitektūra, un, lai nodrošinātu tās uzbūvi un funkcionēšanu, tiek izmantots specializēts rīku kopums (skat. 1.tab.), kas sastāv no datorizētiem sistēmu projektēšanas jeb CASE (Computer–Aided Software/System Engineering), transformācijas jeb ETL (extraction, transformation, loading), DBVS un OLAP rīkiem.

Datu noliktavā iekļautie rīki

1.tab.

Rīks	Primārais uzdevums	Piemērs
CASE (Computer–Aided Software/System Engineering)	Primārais uzdevums ir datu noliktavas datu bāzes struktūras projektēšana, veidošana un uzturēšana	ErWin, Power Designer
ETL (extraction, transformation, loading)	Primārie uzdevumi ir trīs: datu savākšana, datu transformācija (kas iekļauj sevī transformāciju, integrāciju, attīrīšanu, verifikāciju), datu ielādēšana.	Ardent Data Stage, Data Junction
DBVS	Primārais uzdevums ir datu glabāšana, lietotāju vaicājumu apstrāde	Sybase ASIQ, MS SQL, Informix, Oracle
OLAP (On–Line Analytical Processing)	Primārais uzdevums nodrošināt informācijas analīzes iespējas	Business Objects, Cognos, Microstrategy, Hyperion Solutions

Visiem šiem rīkiem ir specifiski uzdevumi, un tie izvirza dažādas prasības un attiecīgi arī dažādus kritērijus rīku novērtēšanai. Tālāk tiek aprakstīts kritēriju kopums šo rīku grupu novērtēšanai.

3.1. CASE rīku novērtēšana

CASE rīku novērtēšanai var izvirzīt šādus kritērijus:

- ✓ uzturēto DBVS saraksts;
- ✓ savietojamība ar datu bāzu vadības sistēmām (vai var veidot PK, FK, indeksus, skatus, skriptus), ja CASE rīkam atšķiras šīs iespējas attiecībā pret dažādām DBVS, tad šīs iespējas ir jānovērtē attiecībā pret katru DBVS;
- ✓ savietojamība ar dažādām modelēšanas tehnikām (daudzdimensionālā modelēšana, ER, UML, DFD utt.);
- ✓ savietojamība ar operētājsistēmām;
- ✓ vai rīkam ir *reengineering* iespējas;
- ✓ drošības iespējas;
- ✓ dokumentēšanas iespējas;
- ✓ ja rīks spēj veidot skriptu, vai šo skriptu kodu ir iespējams apskatīt un labot;
- ✓ vai no gatavas datu struktūras modeļa var izdalīt apakšmodeli;
- ✓ vai rīks spēj ieteikt izmantot indeksus un optimizēt jau esošu modeli;
- ✓ cik bieži parādās jaunas produkta versijas un cik problemātiski ir uzstādīt jaunu produkta versiju;
- ✓ vai pirkšanas izmaksas iekļauj tikai pašu produktu, vai tās ir atkarīgas no izstrādātāju skaita, datu avotu tipiem, servera procesa skaita utt.;
- ✓ vai par jaunajām versijām jāmaksā atsevišķi;
- ✓ vai ir tehniskais atbalsts.

3.2. Datu bāzu vadības sistēmu novērtēšana

Vērtējot DBVS, vajadzētu ņemt vērā šādus kritērijus:

- ✓ ātrdarbība ar dažādiem datu apjomiem un dažādu vienlaicīgi strādājošu lietotāju skaitu, ātrdarbība, strādājot ar lieliem datu apjomiem, darbojoties ar vienu, divām, trim tabulām;
- ✓ savietojamība ar operētājsistēmām;
- ✓ programmēšanas valodu uzturēšana;
- ✓ reģionālo valodu uzturēšana;
- ✓ lietotāju pieejas drošība (vai ir sava drošības sistēma, vai ir operētājsistēmas drošības sistēma, vai abas sistēmas tiek kombinētas);
- ✓ datu glabāšanas drošība;
- ✓ īpašības: indeksēšana, skati, saliktie indeksi;
- ✓ cik bieži parādās jaunas produkta versijas un cik problemātiski ir uzstādīt jaunu produkta versiju;
- ✓ vai pirkšanas izmaksas iekļauj tikai pašu produktu, vai tās ir atkarīgas no izstrādātāju skaita, datu avotu tipiem, servera procesa skaita utt.;
- ✓ vai par jaunajām versijām jāmaksā atsevišķi;
- ✓ vai ir tehniskais atbalsts.

3.3. Transformācijas (ETL) rīku novērtēšana

Tagad pasaulē ir pazīstami vairāk nekā 70 rīki, kuriem ir transformācijas funkcionalitāte. Tos ir iespējams saklasificēt un novērtēt pēc funkcionalitātes, uzbūves tipa, transformācijas mehānisma [3].

Nosacīti pēc funkcionalitātes šos rīkus var sadalīt trijās grupās. Pirmās grupas rīkus var nosaukt par datu migrācijas rīkiem, jo transformācijas elementi šādos rīkos ir vāji attīstīti un pārsvarā tiek nodrošināta datu migrācija. Otrās grupas rīkiem ir labi attīstīta datu transformācijas funkcionalitāte, bet ir problēmas ar pieeju izejas vai ieejas datu bāzei (netiek atbalstītas visas DBVS vai tiek izmantots tikai noteikts datu izlādes/ielādes avota tips (piemēram, flat faili). Trešās grupas rīki nodrošina pilnu ETL funkcionalitāti.

Pēc uzbūves tipa (engine type) šos rīkus var sadalīt divās grupās. Pirmās grupas rīkiem transformācijas procesi tiek izpildīti uz servera, kas ļauj vienlaicīgi veikt vairākus transformācijas procesus, izmantot priekšrocības, kuras sniedz daudzprocesoru serveri, kā arī nodrošināt vienlaicīgu darbu vairākiem izstrādātājiem. Otrās grupas rīkiem transformācijas process notiek uz izstrādātāja darbstacijas, kas samazina ātrdarbību, liedzot veikt vairākus transformācijas procesus vienlaicīgi.

Pēc transformācijas mehānisma šos rīkus var sadalīt divās grupās. Lai veiktu transformāciju uz kodu bāzētajos rīkos, ir nepieciešams izstrādāt transformācijas procesā kodu specifiskā valodā (PERL, PL/SQL u.tml.). Uz grafisko lietotāja saskarsmi bāzētajos rīkos visas nepieciešamās darbības transformācijas procesa izveidei var veikt ar grafiskās saskarnes palīdzību, kas atvieglo un paātrina transformācijas procesu izstrādi, kā arī daži no šiem rīkiem ļauj automātiski dokumentēt transformācijas procesu.

Izvēloties transformācijas rīku, jāņem vērā šādi kritēriji:

- ✓ savietojamība ar dažādiem datu bāzes tiem;
- ✓ vai tiek atbalstīti citi datu tipi (piemēram, flat faili);
- ✓ vai ir nepieciešams datu avotu noformatēt noteiktā veidā, vai ir iespējams norādīt, kā datu avots ir formatēts;
- ✓ vai ir iespējams apskatīt, pārbaudīt, labot SQL vaicājumus, ar kuriem tiek iegūti dati no transakciju sistēmām;
- ✓ vai rīkam ir atklūdošanas un testēšanas iespējas;
- ✓ vienlaicīgi strādājošo izstrādātāju skaits;
- ✓ drošības sistēma – vai ir sava, vai izmanto operacionālās sistēmas drošības sistēmu, vai kombinē abas divas);
- ✓ vai spēj uzturēt un glabāt dažādas procesa versijas;
- ✓ maksimālais vienlaicīgi strādājošo procesu skaits un tam patērētie resursi;
- ✓ vai rīkam ir kļūdu arhīva žurnāls;
- ✓ maksimālais datu apjoms, ko var izlaist cauri vienam transformācijas procesam;
- ✓ cik viegli ir veikt transformācijas procesa izmaiņu;
- ✓ cik bieži parādās jaunas produkta versijas un cik problemātiski ir uzstādīt jaunu produkta versiju;
- ✓ vai pirkšanas izmaksas iekļauj tikai pašu produktu, vai tās ir atkarīgas no izstrādātāju skaita, datu avotu tiem, servera procesa skaita utt.;
- ✓ vai par jaunajām versijām jāmaksā atsevišķi;
- ✓ vai ir tehniskais atbalsts;
- ✓ savietojamība ar operētājsistēmām;

- ✓ savietojamība ar tehniku;
- ✓ vai nav konfliktu ar citiem rīkiem, kuri parasti darbojas uz servera;
- ✓ kādus datu pārraides protokolus spēj izmantot;
- ✓ vai rīks pats veido transformācijas procesa dokumentāciju;
- ✓ vai rīkam ir iebūvēti darba automatizācijas līdzekļi (piemēram, transformācijas procesu startēšanas plānotājs).

3.4. OLAP rīku novērtēšana

OLAP rīkus var iedalīt pēc to uzbūves un funkcionalitātes.

Pēc uzbūves OLAP rīkus var iedalīt trijās grupās: ROLAP, MOLAP un HOLAP. ROLAP rīki datu kuba glabāšanai izmanto relāciju datu bāzes struktūras, un, kad tiek veikts vaicājums, dati tiek iegūti no pamata datu bāzes. MOLAP rīki nedarbojas ar pamatdatu bāzi, jo dati tiek glabāti specializētā daudzdimensiju struktūrā, kurā visi dati tiek iekopēti no pamata datu bāzes. Tāpēc, kad tiek veikts vaicājums, pamata datu bāze nav nepieciešama, jo datu kubs tiek veidots no šīs otrās daudzdimensiju datu bāzes datiem. Datu apkopojumi (agregations) arī tiek glabāti daudzdimensiju struktūrā. HOLAP rīki darbojas daļēji kā ROLAP rīki – dati tiek atstāti pamata datu bāzē (kura ir relāciju datu bāze), no kurienes dati tiek iegūti ar SQL vaicājumu, bet datu apkopojumi tiek glabāti specializētā daudzdimensiju struktūrā.

Ja rīkus iedalām pēc funkcionalitātes, tad ir iespējams izdalīt 2 grupas. Pirmās grupas rīki ar SQL vaicājumu iegūst datu kubu, ar kuru tiek veiktas visas nepieciešamās darbības (datu analīze), un SQL vaicājums tiek startēts tikai, tad ja ir jāiegūst jauni dati. Otrās grupas rīki pēc katras jaunas darbības startē SQL vaicājumu, un izvada iegūtos datus.

Izvēloties OLAP rīkus, būtu jāņem vērā sekojoši kritēriji:

- ✓ analīzes iespējas (urbšanās, hierarhiju veidošana, daudzceļu hierarhijas veidošana);
- ✓ vai ir integrēts pārskatu veidošanas rīks, vai jāizmanto cits produkts;
- ✓ pārskatu veidošanas iespējas (sarežģītības pakāpe, formatēšanas iespējas, vai ir iespējams izmantot dažādus datu avotus);
- ✓ drošība (vai ir sava drošības sistēma, vai ir operētājsistēmas drošības sistēma, vai ir DBVS drošība, vai sistēmas tiek kombinētas, vai kāda no tām jāizvēlas);
- ✓ savietojamība ar operētājsistēmām;
- ✓ savietojamība ar DBVS (vai ir ierobežojumi DB izmantošanai, vai ir ierobežojumi DB metadatu glabāšanai);
- ✓ savietojamība ar tehniku;
- ✓ maksimālais vienlaicīgi strādājošo lietotāju skaits;
- ✓ iespēja darbam caur internetu, vai WEB versijai ir ierobežojumi, salīdzinot ar pilno klienta versiju;
- ✓ cik viegli ir apgūt šo rīku izstrādātājiem;
- ✓ cik viegli ir apgūt šo rīku lietotājiem;
- ✓ cik bieži parādās jaunas produkta versijas un cik problemātiski ir uzstādīt jaunu produkta versiju;
- ✓ vai pirkšanas izmaksas iekļauj tikai pašu produktu, vai tās ir atkarīgas no izstrādātāju skaita, datu avotu tipiem, servera procesa skaita utt.;
- ✓ vai par jaunajām versijām jāmaksā atsevišķi;
- ✓ vai ir tehniskais atbalsts;
- ✓ administrēšanas iespējas;
- ✓ vai ir optimizācijas iespējas;

✓ vai ir lietotāju darba žurnāls.

3.5. Kritēriju nozīmīgums

Visus iepriekšminētos kritērijus pēc nozīmīguma var nosacīti iedalīt trijās grupās:

- ✓ kritiskie kritēriji – kritēriji, kuru trūkums liedz izmantot novērtējamo programmatūru;
 - ✓ svarīgi kritēriji – kritēriji, kuru trūkums var atstāt iespaidu uz izstrādes procesu;
 - ✓ papildkritēriji – kritēriji, kuru trūkums nevar atstāt nopietnu iespaidu uz izstrādes procesu.
- Kritērija piederība noteiktai grupai nav viennozīmīga, un ir atkarīga no projekta specifikas. Turklāt no projekta specifikas ir arī atkarīgs, vai kritērijs vispār tiks izmantots produktu novērtēšanai.

3.6. Sākuminformācijas matrica rīku novērtēšanai

Datu noliktavas sistēmas projektēšanas brīdi ir nepieciešams novērtēt pieejamos izstrādes un realizēšanas rīkus, lai izvēlēties piemērotākos.

Rīku novērtēšanai var izmantot rīku novērtēšanas sākuminformācijas matricu (skat. 2.tab.). Lai izveidot rīku novērtēšanas matricu, jāveic trīs soļi:

- 1) jāizvēlas novērtēšanas kritēriji (skat. nodaļas 3.1. – 3.4.);
- 2) jānovērtē katra kritērija nozīmīgums (skat. nodaļu 3.5.);
- 3) pamatojoties uz pirmajos divos soļos iegūto rezultātu, jāizveido rīku novērtēšanas sākuminformācijas matrica.

Projekta DN_BANKA rīku novērtēšanas matrica (*fragments*)

2.tab.

3. Transformācijas programmatūras novērtēšana		
<i>Produkta nosaukums:</i>		
<i>Versija:</i>		
<i>Firma–izstrādātājs:</i>		
<i>Firma–piegādātājs:</i>		
3.1. Kritiskie kritēriji	Vērtējums	Piezīme
3.1.1. Savietojamība ar DBVS (ir/nav): Informix Dynamic Server 7.3.0 Sybase ASIQ 12 Oracle 9		
3.1.2. Atklūdošanas un testēšanas iespējas (ir/nav)		
3.1.3. Savietojamība ar operacionālajām sistēmām (ir/nav): Windows 95/98 Windows NT Windows 2000 Unix AIX		
...		
3.2. Svarīgi kritēriji	Vērtējums	Piezīme
3.2.1. Vienlaicīgi strādājošo izstrādātāju skaits (cilv.)		
3.2.2. Spēja uzturēt un glabāt procesa versijas (ir/nav)		
3.2.3. Vai ir iebūvēti darba automatizācijas līdzekļi (ir/nav)		
...		
3.3. Papildkritēriji	Vērtējums	Piezīme
...		
3.4. Papildinformācija (brīvā tekstā)		
...		

Pareizi izvēlēti rīku novērtēšanas kritēriji, un uz to pamata izstrādātā rīku novērtēšanas sākuminformācijas matrica ir viens no svarīgākajiem posmiem veiksmīgā datu noliktavas sistēmas izstrādes procesā.

4. Nobeigums

Datu noliktavu sistēmu projektēšana un izstrāde ir ilgstošs, dārgs un sarežģīts process. To apliecina 40% ieviesto sistēmu, kuras ir bijušas pilnībā nerentablas. Savukārt 80% sistēmu nav devušas vēlamu rezultātu. Lai veiksmīgi izstrādātu datu noliktavas sistēmu, ir ārkārtīgi svarīgi izmantot ne tikai pareizu projektēšanas metodoloģiju, bet arī pareizi novērtēt un izvēlēties datu noliktavas sistēmas izstrādes un realizēšanas rīkus.

Rīku novērtēšanas metodoloģiskie principi tika izvirzīti un noformēti LR VID datu noliktavas projekta izstrādes gaitā. Izvirzītie principi tika izmantoti minētajā projektā rīku vērtēšanai un izvēlei, kā arī paredzēti jaunu datu noliktavu projektu izveides atvieglšanai.

Literatūra

1. Kimball R., Reeves L., Ross M., Thornthwaite W. The Data Warehouse Lifecycle Toolkit, – NY.: John Wiley & Sons, Inc., 1998, 772 p.
2. Adelman S., Moss L. T. Data Warehouse Project Management, – Boston: Addison-Wesley, 2000, 405 p.
3. Meyer S. Which ETL Tool is Right for You?, DM Review, March 2001, http://www.dmreview.com/portal_ros.cfm?NavID=91&EdID=3084&PortalID=7

SILTUMA PĀRNESES PROCESU AR IZSTAROŠANU SKAITLISKĀ MODELĒŠANA HORIZONTĀLĀ PLĀKSNĒ SIMULATION OF THE HEAT TRANSPORT PROBLEMS WITH RADIATION IN PLATE

H. Kalis, Latvijas Universitāte, I. Kangro, Rēzeknes Augstskola

Abstract. In the literature [1–5] simple and effective algorithms for mathematical modelling processes of distribution of heat in multilayered spaces are created. In the given work the way of improvement of accuracy of algorithms is considered at approximation of integrals derivatives more the supreme orders are used.

1. Matemātiskais modelis

Plāksne ar biezumu \tilde{l} tiek karsēta krāsnī. Pieņemsim, ka plāksne aizņem apgabalu $\Omega = \{0 \leq \tilde{x} \leq \tilde{l}, -\infty \leq \tilde{y} \leq +\infty, -\infty \leq \tilde{z} \leq +\infty\}$ krāsnī. Siltums tiek pievadīts no augšas ($\tilde{x} > \tilde{l}$) un no apakšas ($\tilde{x} < 0$). Apskatām robežproblēmu temperatūras $\tilde{T}(\tilde{t}, \tilde{x})$ sadalījumam plāksnē [1–5]:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{x}} \right) = \partial \left(k \frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{x}} \right), \quad \tilde{x} \in (0, \tilde{l}), \tilde{t} > 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \tilde{T}(\tilde{t}, 0)}{\partial \tilde{x}} = f_1(\tilde{T}(\tilde{t}, 0)), \quad (2)$$

$$\partial \tilde{T}(\tilde{t}, \tilde{l}) / \partial \tilde{x} = f_2(\tilde{T}(\tilde{t}, \tilde{l})), \quad (3)$$

$$\tilde{T}(0, \tilde{x}) = T_0(\tilde{x}), \quad (4)$$

kur

$$f_1(\tilde{T}(\tilde{t}, 0)) = \sigma \varepsilon_1 (\tilde{T}^4(\tilde{t}, 0) - T_{k1}^4) + \alpha_1 (\tilde{T}(\tilde{t}, 0) - T_{a1})$$

$$f_2(\tilde{T}(\tilde{t}, \tilde{l})) = \sigma \varepsilon_2 (T_{k2}^4 - \tilde{T}^4(\tilde{t}, \tilde{l})) + \alpha_2 (T_{a2} - \tilde{T}(\tilde{t}, \tilde{l}))$$

k, α, T_a, T_k ir siltuma vadīšanas, siltuma apmaiņas koeficienti, ārējās vides un krāsns temperatūra, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ ir emisijas koeficienti ($0 \leq \varepsilon_1, \varepsilon_2 \leq 1$), $\sigma = 5.6703 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ir Stefana–Bolcmaņa konstante.

Ar substitūciju $\tilde{x} = \tilde{l}x, \tilde{t} = (\tilde{l}^2 \rho c_p) / k, \tilde{T} = TT_*, \tilde{T}_0 = TT_*$ ($T_* = \max(T_{k1}, T_{k2})$) problēmu (1)

reducē uz problēmu

$$\partial T / \partial t = \partial^2 T / \partial x^2, \quad x \in (0,1), t > 0 \quad (5)$$

$$\partial T(t,0) / \partial x = f_1(T(t,0)), \quad (6)$$

$$\partial T(t,1) / \partial x = f_2(T(t,1)), \quad (7)$$

$$T(0,x) = T_0(x), \quad (8)$$

kur

$$f_1(T(t,0)) = Bi_1 (T^4(t,0) - \theta_b^4) + B_1 (T(t,0) - \theta_1),$$

$$f_2(T(t,1)) = Bi_2 (\theta_i^4 - T^4(t,1)) + B_2 (\theta_2 - T(t,1)),$$

$$B_j = \alpha_j \tilde{l} / k \quad (j = 1,2) \text{ ir bio skaitļi, } Bi_j = \varepsilon_j \sigma \tilde{l}^3 / T_{\max}^3 \quad (j = 1,2) \text{ ir bioradiācijas skaitļi, } T_0(x)$$

ir sākuma temperatūra plāksnē, θ_1, θ_2 ir bezdimensiju temperatūras gaisā zem un virs plāksnes, θ_b, θ_i apzīmē attiecīgi sildītāja bezdimensiju temperatūru zem un virs plāksnes. T_{\max} ir maksimālā dimensionālā temperatūra uz sildītāja (krāsns virsmām). Bezdimensiju laikam ($t \geq 0$) un koordinātei ($x \in (0,1)$) ir šādi reizinātāji $\tilde{l}^2 \rho c_p / k, \tilde{l}$, kur ρ, c_p ir attiecīgi plāksnes blīvums un īpatnējais siltums. Robežnosacījumi (6), (7) raksturo izstarošanu no sildītājiem un konvekciju. Visi parametri izteiksmēs (5–8) jāuzlūko par konstantēm. Sākuma nosacījums (8) ir dots formā $T_0(x) = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$. (9)

$T_0(0) = T(0,0) = D = T_z, T_0(1) = T(0,1) = A + B + C + D = T_{zz}$. T_z, T_{zz} ir konstantas temperatūras. Sākuma nosacījums tiek saskaņots ar robežnosacījumiem (6), (7) formā

$$T_0'(0) = f_1(T(0,0)) = C, \quad T_0'(1) = f_2(T(0,1)) = 3A + 2B + C, \text{ kur } T_0' = dT_0 / dx.$$

Sākuma nosacījuma (9) koeficientus A, B atrod no vienādojumu sistēmas:

$$\begin{cases} 3A + 2B = f_2(T(0,1)) - f_1(T(0,0)) \\ A + B = T(0,1) - T(0,0) - f_1(T(0,0)) \end{cases} \quad (10)$$

2. Divu punktu galīgo diferencu shēma

Problēmas (5–8) aproksimācija balstās uz galīgo tilpumu metodi [2]. Apskatām x -virzienā divus režģa punktus: $x_1 = 0, x_2 = 1$. Lai uzrakstītu galīgo diferencu vienādojumu attiecībā uz režģa punktu $x_1 = 0$ integrējam diferenciālvienādojumu (5) no x_1 līdz $x = 1/2$.

Iegūstam

$$W_{0,5} - W_0 = \int_0^{1/2} G(t, x) dx, \quad (11)$$

kur $W(t, x) = \partial T / \partial x$ ir plūsmas funkcija,

$$W_{0,5} = W(t, 1/2), \quad W_0 = W(t, 0) = f_1(T(t, 0)), \quad G(t, x) = \partial T / \partial t = \dot{T}.$$

Izteiksme (11) raksturo saglabāšanās likuma integrālo formu intervālā $x \in (0, 1/2)$. Galīgo tilpumu metodes klasiskajā formulējumā tiek pieņemts, ka plūsma $W_{0,5}$ izteiksmē (11) tiek aproksimēta ar galīgo diferencu izteiksmēm. Tad funkcijai G atbilstošā diferencu shēma nav precīza. Šajā gadījumā ir iespējams izveidot precīzo diferencu shēmu, ja funkcija G ir dota.

Apzīmējot $T(t, 0) = T_1$, $T(t, 1) = T_2$ un integrējot vienādojuma (5) abas puses no $x = 1/2$ līdz $x \in (0, 1)$ un pēc tam no x_1 līdz x_2 iegūstam:

$$T_2 - T_1 = W_{0,5} + \int_0^1 dx \int_{1/2}^x G(t, \xi) d\xi. \quad (12)$$

Izsakot $W_{0,5}$ no (11) un ievietojot izteiksmē (12), iegūstam režģa punktā x_1 2-punktu šablona diferencu shēmu:

$$T_2 - T_1 - f_1(T_1(t)) = R_1, \quad (13)$$

kur

$$R_1 = \int_0^{1/2} G(t, x) dx + \int_0^1 dx \int_{1/2}^x G(t, \xi) d\xi = \int_0^1 (1-x) G(t, x) dx.$$

Līdzīgi integrējot vienādojumu (5) no $x = 1/2$ līdz x_2 , iegūstam saglabāšanās likuma integrālo formu intervālā $x \in (1/2, 1)$

$$W_1 - W_{0,5} = \int_{1/2}^1 G(t, x) dx, \quad (14)$$

kur $W_1 = W(t, 1) = f_2(T(t, 1))$. Izsakot $W_{0,5}$ dabū režģa punkta x_2 diferencu shēmu:

$$T_1(t) - T_2(t) + f_2(T_2(t)) = R_2, \quad (15)$$

$$\text{kur } R_2 = \int_0^1 x G(t, x) dx.$$

Pie dotajām funkcijām $G(t, x)$, R_1 , R_2 diferencu vienādojumi (13, 15) ir precīzi pret nezināmām funkcijām $T_1(t)$, $T_2(t)$. Lai aproksimētu labās puses integrāļus R_1 , R_2 apskatīsim kvadrāturu formulas, kuras satur atvasinājumus līdz 2. kārtai. Zemākas precizitātes kvadrāturu formulas tika apskatītas darbos [1-5].

3. Kvadrāturu formulas ar atvasinājumiem

Integrāļa R_1 aproksimācija ar otrās kārtas atvasinājumiem ir formā:

$$R_1 = \int_0^1 (1-\xi) g(\xi) d\xi = \left[\begin{array}{l} A_1 g(0) + A_2 g(1) + B_1 g'(0) + B_2 g'(1) + C_1 g''(0) + \\ C_2 g''(1) + \frac{E_0}{6!} g^{(6)}(\eta_1) \end{array} \right] \quad 0 < \eta_1 < 1, \quad (16)$$

kur

$A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, E_0$ ir nenoteiktie koeficienti,

$g(\xi) = G(t, \xi)$, $G_1 = G(t, 0) = g(0)$, $G_2 = G(t, 1) = g(1)$, $g' = dg / d\xi$.

Lietojot pakāpes funkciju $g(\xi) = \xi^j$, ($j = \overline{0, 6}$), atrod 7 lineāru vienādojumu sistēmu

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} &= A_1 + A_2, & \frac{1}{6} &= A_2 + B_1 + B_2, & \frac{1}{12} &= A_2 + 2B_2 + 2(C_1 + C_2), & \frac{1}{20} &= A_2 + 3B_2 + 6C_2, \\ \frac{1}{30} &= A_2 + 4B_2 + 12C_2, & \frac{1}{42} &= A_2 + 5B_2 + 20C_2, & \frac{1}{56} &= A_2 + 6B_2 + 30C_2 + E_0. \end{aligned} \quad (17)$$

$$\text{Tātad, } A_1 = \frac{5}{14}, \quad A_2 = \frac{1}{7}, \quad B_1 = \frac{13}{210}, \quad B_2 = -\frac{4}{105}, \quad C_1 = \frac{1}{210}, \quad C_2 = \frac{1}{280}, \quad E_0 = -\frac{1}{280},$$

un kvadratūru formula (16) ir formā

$$\begin{aligned} R_1 &= \left[A_1 G_1 + A_2 G_2 + (B_1 G_1' + B_2 G_2') + (C_1 G_1'' + C_2 G_2'') + \frac{1}{6!} \frac{\partial^6 G(t, \eta_1)}{\partial x^6} \right] = \\ &= \left[\frac{5}{14} G_1 + \frac{1}{7} G_2 + \left(\frac{13}{210} G_1' - \frac{4}{105} G_2' \right) + \left(\frac{1}{210} G_1'' + \frac{1}{280} G_2'' \right) - \frac{1}{6! 280} \frac{\partial^6 G(t, \eta_1)}{\partial x^6} \right] \end{aligned} \quad (18)$$

No robežnosacījumiem (6–7) seko

$$G_1' = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial T_1}{\partial t} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial t} f_1(T_1) = f_1'(T_1) \dot{T}_1,$$

līdzīgā veidā, $G_2' = f_2'(T_2) \dot{T}_2$,

kur

$$f_1'(T_1) = 4Bi_1 T_1^3 + B_1, \quad f_2'(T_2) = -(4Bi_2 T_2^3 + B_2).$$

No vienādojuma (5) seko

$$G_1'' = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial T_1}{\partial t} \right) = \frac{\partial^2}{\partial t} \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T_1}{\partial t} \right) = \ddot{T}_1,$$

līdzīgā veidā $G_2'' = \ddot{T}_2$.

Līdzīgā veidā aproksimējot integrāli R_2 , iegūstam:

$$R_2 = \left[\frac{1}{7} G_1 + \frac{5}{14} G_2 + \left(\frac{4}{105} G_1' - \frac{13}{210} G_2' \right) + \left(\frac{1}{280} G_1'' + \frac{1}{210} G_2'' \right) - \frac{1}{6! 280} \frac{\partial^6 G(t, \eta_2)}{\partial x^6} \right] \quad (19)$$

($0 < \eta_2 < 1$).

Kvadratūru formulu (18–19) precizitātes kārtā ir 5. Atmetot atlikuma locekļus un ievietojot izteiksmes R_1, R_2 diferencu vienādojumos (13–15), iegūstam divu otrās kārtas parasto diferenciālvienādojumu sistēmu.

$$\begin{cases} \frac{1}{210} \ddot{T}_1 + \frac{1}{280} \ddot{T}_2 = R_1^* \\ \frac{1}{280} \ddot{T}_1 + \frac{1}{210} \ddot{T}_2 = R_2^*, \end{cases} \quad (20)$$

kur

$$R_1^* = T_2 - T_1 - Bi_1(T_1^4 - \theta_b^4) - B_1(T_1 - \theta_1) + \dot{T}_1 \left(-\frac{5}{14} - \frac{52}{210} Bi_1 T_1^3 - \frac{13}{210} B_1 \right) +$$

$$\dot{T}_2 \left(-\frac{1}{7} - \frac{16}{105} Bi_2 T_2^3 - \frac{4}{105} B_2 \right),$$

$$R_2^* = T_1 - T_2 + Bi_2(\theta_b^4 - T_2^4) + B_2(\theta_2 - T_2) + \dot{T}_1 \left(-\frac{1}{7} - \frac{16}{105} Bi_1 T_1^3 - \frac{4}{105} B_1 \right) +$$

$$\dot{T}_2 \left(-\frac{5}{14} - \frac{52}{210} Bi_2 T_2^3 - \frac{13}{210} B_2 \right), T_1(0) = T_0(0), T_2(0) = T_0(1), \dot{T}_1(0) = T_0''(0), \dot{T}_2(0) = T_0''(1).$$

4. Rezultātu analīze

Apskatām testa piemēru simetrijas gadījumam ar

$$T_0(x) = T_z - (x^2 - x)f_1(T_z), T_z = T(0,0) = 0.3, f_2 = -f_1, T_1(t) = T_2(t), T_1(0) = T_2(0) = T_z = 0.3$$

1) lineārā gadījumā (tikai ar konvekciju) $B_1 = B_2 = 0.9, \theta_1 = \theta_2 = \theta_b = \theta_t = 1, Bi_1 = Bi_2 = 0,$

2) nelineārā gadījumā (tikai ar izstarošanu) $B_1 = B_2 = 0, \theta_1 = \theta_2 = \theta_b = \theta_t = 1, Bi_1 = Bi_2 = 0.3.$

Kontrolvērtības $T_1(t)$ tika aprēķinātas bezdimensiju laika momentos $t = 0.2 * i, i = \overline{0,5}$ izmantojot kvadratūru formulas ar 1. un 2. kārtas atvasinājumiem (1., 2. tabula, attiecīgi 3., 4. kolonna). Precīzie atrisinājumi lineārā gadījumā (1. tabula, 2. kolonna) iegūti ar Furjē metodi, bet nelineārā gadījumā (2. tabula, 2. kolonna) – ar režģa metodi.

Redzam, ka kvadratūru formulas ar 1. kārtas atvasinājumiem dod abos gadījumos 4 pareizas zīmes aiz komata, bet ar 2. kārtas atvasinājumiem iegūstam pat 6 pareizas zīmes aiz komata lineārā gadījumā un 5 pareizas – nelineārā gadījumā.

1. tabula

2. tabula

T	T1(t,0)	T1(t)	T1(t)	T	T1(t,0)	T1(t)	T1(t)
0	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0.3	0.3
0.2	0.4894454	0.48937	0.4894449	0.2	0.416928	0.41692	0.416926
0.4	0.6262632	0.62623	0.6262629	0.4	0.528474	0.52845	0.528470
0.6	0.7264165	0.72641	0.7264163	0.6	0.630758	0.63073	0.630751
0.8	0.7997309	0.79974	0.7997308	0.8	0.719987	0.71995	0.719977
1.0	0.8533986	0.85342	0.8533986	1.0	0.793779	0.79374	0.793766

Stikla šķiedras auduma virsmas sildīšanas procesu raksturo fizikālie parametri [5]:

$$T_{k1} = 1123 K, T_{k2} = 973 K, T_{a1} = 800 K, T_{a2} = 700 K, T_z = T_{zz} = 303 K, T_{max} = 1123 K,$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 1.3 \frac{W}{m^2 K}, l = 0.002 m, K = 1.38 \frac{W}{mK}, \rho = 1100 \frac{kg}{m^3}, c_p = 691 \frac{J}{kgK}, \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0.9$$

$$\sigma = 5.6703 \cdot 10^{-8} W/(m^2 K^4).$$

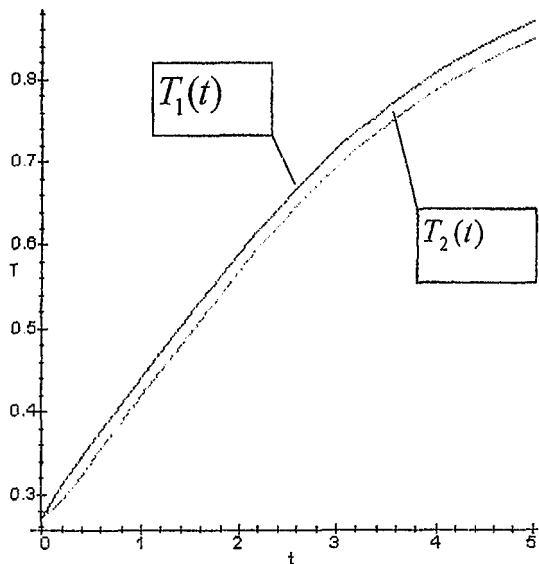
Problēma (5–8) tika skaitliski risināta ar parametriem

$$Bi_1 = Bi_2 = 0.1047, B_1 = B_2 = 1.8841 \cdot 10^{-3}, \theta_b = 1, \theta_1 = 0.8664, \theta_2 = 0.6233, T_z = T_{zz} = 0.2698 \text{ laika intervālā } t \in (0,1).$$

Temperatūras vērtības $T(t, x)$ dotas 3. tabulā. Aprēķini un to grafiskā vizualizācija tika veikti ar matemātiskās sistēmas MAPLE-5 versijas R4 palīdzību [6, 7]. Grafiks (1.zīm.) (uz horizontālās ass atlikts laiks sekundēs, uz vertikālās – temperatūra) atspoguļo bezdimensionālās temperatūras izmaiņu laikā.

3.tabula

t	T1(t)	T2(t)
0.	0.269813	0.269813
1	0.441293	0.418685
2	0.590528	0.568376
3	0.716253	0.694731
4	0.809663	0.788793
5	0.870781	0.850440



1. zīm. Temperatūru izmaiņu grafiks

Literatūra

1. Kalis H. Effective finite difference methods for the solutions of filtration problems in multilayer domains. Proc. of 2-nd inter. Conf. "Mathematical modelling and complex analysis". - Vilnius, 1997, 84–91 p.
2. Kalis H. Finite-difference scheme for solving some heat transfer problems with convection in multilayer media. Proc. of 2-nd intern. Conf. "Finite-difference methods, theory and applications". - Minsk, 1998. - vol

- 2., 50–55. p.
3. Kalis H., Kangro I. Fizikālu procesu skaitliska modelēšana plānos slāņos. // Vide. Tehnoloģija. Resursi. 2. starptautiskās zinātniski praktiskā konferences materiāli. – Rēzekne, 1999. – 64 – 72. lpp.
 4. Kalis H. Effective finite-difference scheme for solving some heat transfer problems with convection in multilayer media. International Journal of Heat and Mass Transfer 43 (2000), 4467–4474.
 5. Kalis H., Kangro I. The methods of engineering calculation heat transfer process through one layer for numerical modelling. Proc. of intern.conf. March 2–3, 2000. “Integration problems of the Baltic sea region countries on their way to the European Union”. – Rēzekne, 2000, 44.–50.p.
 6. Дьяконов В. П. Математическая система Maple 5 R3/R4/R5. – Москва: СОЛОН, 1998. – 389 с.
 7. Говорухн В. Н., Цибулин В. Г. Введение в Maple. – Москва: Мир, 1997. – 208 с.

INFORMĀCIJAS APMAIŅAS NODROŠINĀŠANA, VEIDOJOT VIRTUĀLĀS AUGSTSKOLAS INFORMATION EXCHANGE PROVISION CREATING VIRTUAL HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Oskars Onževs, dr.sc.ing., Informātikas katedras vadītājs

Antons Kiščenko, dr.sc.ing., asoc.prof., studiju un zinātņu prorektors

Biznesa augstskola “Turība”, Graudu ielā 68, Rīga LV–1058, Latvija

telefoni:7616358, 7606100; fakss:7619152, e-pasts: onzevs@turiba.lv; antons@turiba.lv

***Abstract.** The computerised distance education system created by School of Business Administration Turība (Latvia) has been reviewed in this paper, the main aim of which is to ensure the full possibility of mastering the speciality of business management through the Internet. The system practically provides the student all the necessary methodical and informational support. The structural specifics, organisation of the study process, the design and development strategy of the given distance education system have been reviewed in this paper. The computerised distance education system has been designed specially taking into account the specifics of Latvia.*

Ievads

Referātā, balstoties uz Biznesa augstskolā “Turība” realizēto datorizētās tālmācības projektu [1, 2], tiek aplūkota biznesa apmācības problemātika, kas saistīta ar apmācības nodrošināšanu, izmantojot Interneta iespējas. Minētā pilotprojekta realizācijas gaita parādīja, ka pie pārdomātas tā realizācijas datorizētā tālmācība var būt rentabla pat Latvijas apstākļos. Dotajā momentā, projekta realizācijas rezultātā, ir nodrošināta iespēja iegūt augstāko profesionālo izglītību “Uzņēmējdarbības vadības” specialitātē caur Internetu.

Apskatāmais projekts tiek realizēts vairākos etapos. Pirmā etapa realizācijas rezultātā apmācības sistēmas viss intelektuālais un tehnoloģiskais potenciāls ir fiziski koncentrēts Biznesa augstskolā “Turība”. Tas dod iespēju operatīvi novērst nokonstatētos programmatūras trūkumus un radīt pēc iespējas efektīvu sistēmas funkcionēšanas variantu. Nākamais sistēmas attīstības etaps orientēts uz starpaugstskolu sadarbību. Šajā gadījumā gan pasniedzēji, gan tehnika ir stipri izkliedēti un var atrasties pat dažādās valstīs. Tādu struktūru jau var uzskatīt par virtuālu augstskolu, kaut gan vienota un precīza uzskata definējumam nav. Lai varētu nodrošināt reālu tādas struktūras funkcionēšanu, jāizstrādā ļoti stingri sistēmas darbības nodrošināšanas standarti. Šiem standartiem jāietver studentu un to sekmju uzskaiti, mācību metodiskais materiāls, studentu sekmju pārbaudes nodrošināšana, studentu saistības ar

pasniedzējiem nodrošināšana, grāmatvedības uzskaitē. To visu var nodrošināt tikai uz SQL serveru bāzēta sistēma. Bāzējoties uz datorizētās tālmācības projekta gaitā iegūto pieredzi, tiek piedāvāta tādas sistēmas struktūra un analizēts problēmu kopums, lai nodrošinātu sistēmas reālu darbaspēju Latvijas apstākļos.

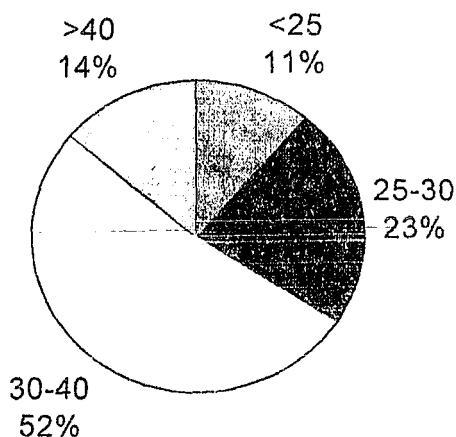
Priekšnoteikumi datorizētās tālmācības

Tālmācības studiju pieprasījuma pētījumi un datorizētās tālmācības pilotprojekta realizācijas laikā gūtās pieredzes analīze parādīja, ka šai mācību formai piekrišana ir un būs tikai tad, ja tā nodrošinās pilnas akreditētās izglītības diploma iegūšanu. Uz atsevišķu kursu apgūšanu pieprasījums ir daudz mazāks. Šeit arī parādās viens no galvenajiem izstrādes pamatprincipiem. Ja vēlamies, lai datorizētās tālmācības sistēma būtu rentabla, jāizstrādā metodiskais nodrošinājums un studiju atbalsta sistēma visiem studiju programmas mācību kursiem. Tātad praktiski ir jānodrošina virtuālās augstskolas mācību metodiskais un organizatoriskais darbs. Pēc studentu apmācības uzsākšanas dotajā apmācību formā šis princips pilnībā apstiprinājās. Uz atsevišķu kursu apgūšanu pieteicās tikai neliels skaits studentu, kaut gan pilnas izglītības iegūšanai studējošo skaits ir pietiekami liels. Lai izprastu situāciju, pievērsīsimies statistiskajiem datiem, kas iegūti, apkopojot datorizētajā tālmācībā studējošo datus. Svarīgākais faktors, izvēloties studijas datorizētajā

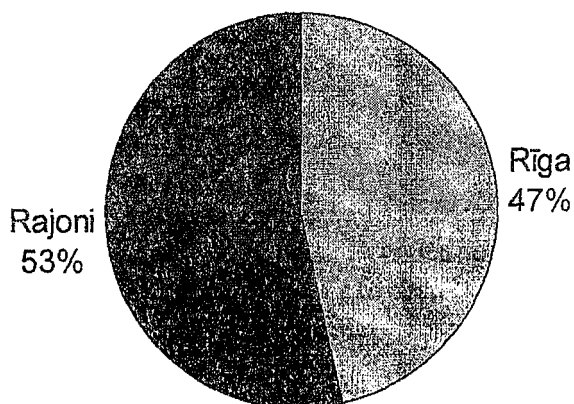
tālmācībā, ir uz šo studiju formu orientēto studentu vecums. 1. zīmējumā redzams studējošo nosacīts sadalījums pa vecuma grupām. Šajā zīmējumā redzama skaidri izteikta vidējās paaudzes tendence izvēlēties datorizēto tālmācību salīdzinājumā ar citām vecuma grupām. Vairāk kā 50% no studējošo kopskaita ir cilvēki vecumā no 30 līdz 40 gadiem. Tie ir cilvēki kuriem datori skolā vēl netika mācīti, bet kuri ir vēl pārliecināti par saviem spēkiem.

Nākamais svarīgākais faktors, izvēloties datorizēto tālmācību, ir studējošo dzīves vieta. Statistiskais sadalījums atkarībā no studentu dzīves vietas parādīts 2. zīmējumā. Šajā zīmējumā redzams, ka liela daļa (nedaudz vairāk par pusi) studējošo ir cilvēki no Latvijas rajoniem. Ja ņem vērā to, ka praktiski puse Latvijas iedzīvotāju dzīvo Rīgā, kā arī lielākā daļa uzņēmējdarbības sakoncentrēta Rīgā, tad var uzskatīt, ka uz šo apmācības formu speciāli orientēti cilvēki, kas dzīvo ārpus Rīgas. Viņiem, apvienojot darbu ar mācībām, ir samērā problemātiski iegūt augstāko izglītību. Vēl, lai būtu pilnīgāks priekšstats, pieminēsim, ka lielākā daļa studējošo (ap 70%) ir vīrieši un ka lielākā daļa studējošo arī ir precējušies.

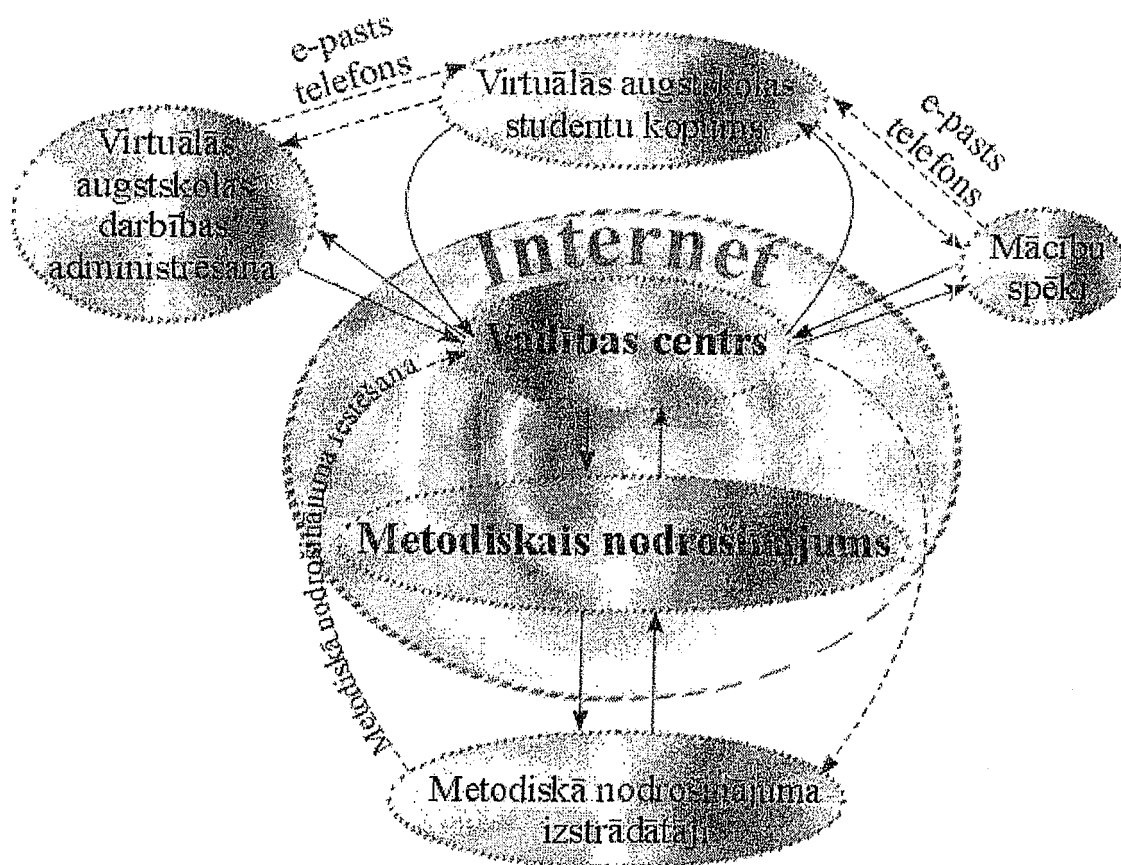
izveidošanai Latvijas apstākļos



1. zīm. Studējošo sadalījums pa vecuma grupām



2. zīm. Studējošo sadalījums pēc dzīves vietas



3. zīm. Virtuālās augstskolas struktūra

Skaidri redzams cilvēka portrets, kurš orientējas iegūt datorizētajā tālmācībā uz biznesu orientētu augstāko izglītību. Tas ir cilvēks, kuram ir 25–40 gadi. Tas parasti ir kādas struktūrvienības vadītājs vai menedžeris. Šis cilvēks savā karjerā ir sasniedzis noteiktu stāvokli un priekšnoteikums viņa tālākai virzībai pa karjeras kāpnēm ir augstākās izglītības nepieciešamība. Viņš ir tik stipri noslogots darbā, un darba laiks tik neprognozējams, ka nav iespēju studēt klātienē. Bez tam lielākajai daļai datorizētajā tālmācībā studējošiem ir ģimene un jāaudzina bērni. Kaut gan no pirmā acu uzmetiena šis faktors neliekas tik svarīgs, tas izrādījās pietiekoši ietekmīgs. Par to liecina tas, ka praktiski visiem studējošiem darbā ir pieejams Internets un par to nav jāmaksā. Studējošo pieslēgumu analīze parādīja, ka liela daļa studijām tomēr izmanto modemu pieslēgumu no sava dzīvokļa (bieži vien pat nakts laikā), neskatoties uz to, ka rodas papildus izmaksas un Internet pieslēgums ir daudz lēnāks. Šeit acīmredzot noteicošo lomu spēlē atbildība pret ģimeni. Proporcija starp datorizētajā tālmācībā studējošo vīriešu un sieviešu skaitu ne uz ko būtisku nenorāda. Sadalījums ir tieši proporcionāls attiecīgajam sadalījumam vidējā līmeņa vadītājiem biznesā.

Realizējamā studiju programma

Uz doto momentu datorizētajā tālmācībā realizēta uzņēmējdarbības vadības studiju programma, kura atbilst 4 gadu dienas nodaļas studijām. Datorizētās tālmācības studentiem kā atskaites punkti arī tiek izmantoti nosacītie studiju gadi, kuri ir saskaņoti ar dienā studējošo studiju plānu. Dotajā momentā studijas realizētas latviešu valodā.

Lai nodrošinātu iespēju iegūt pilnu augstāko izglītību, bija jāizstrādā metodiskais

nodrošinājums apmēram 50 mācību kursiem. Metodiskais nodrošinājums katram mācību kursam ietver lekciju konspektu, paškontroles bloku, pieeju studējamajiem normatīvajiem dokumentiem, studiju kursa programmu, kontroldarbu uzdevumus un metodiskos norādījumus to veikšanai, literatūras sarakstu.

Realizējamās virtuālās augstskolas struktūra

3. zīmējumā redzama Biznesa augstskolā "Turība" realizējamā virtuālās augstskolas funkcionālā shēma. No metodiskā viedokļa funkcionējošajā sistēmā var izdalīt

1) galvenās darbojošās personu grupas (turpmāk vienkārši darbojošās personu grupas jeb DPG);

2) tehnisko un programmnodrošinājumu.

Galvenās darbojošās personu grupas savukārt sīkāk var iedalīt šādi:

1) virtuālās augstskolas darbības administrēšana;

2) virtuālās augstskolas studentu kopums;

3) mācību spēki;

4) metodiskā nodrošinājuma izstrādātāji.

Tehniskais un programmnodrošinājums iedalās divos lielos blokos:

1) virtuālās augstskolas vadības centrs;

2) metodiskais nodrošinājums.

Ideālā gadījumā visu DPG, izņemot metodiskā nodrošinājuma izstrādātājus, komunikācija ar virtuālo augstskolu ir caur Internet tīklu un caur Virtuālās augstskolas vadības centru.

Virtuālās augstskolas vadības centra galvenās funkcijas ir šādas:

1) nodrošināt DPG komunikāciju ar virtuālo augstskolu;

2) nodrošināt uzskaites un administratīvās vadības funkcijas.

Fizikāli tas ietver SQL un Web serverus. SQL serveris uztur vadības un uzskaites datu bāzi, bet Web serveris nodod attiecīgo informāciju tālāk lietotājiem. Metodiskā nodrošinājuma programmatūru mērķtiecīgi atdalīt no administratīvā centra programmatūras šādu iemeslu dēļ:

1) tas dod iespēju veidot vairākus Virtuālās augstskolas vadības centrus ar savu uzskaiti un vadību, kas izmanto vienu un to pašu metodisko nodrošinājumu un nepieciešamības gadījumā var būt izkliedēti pa visu pasauli,

2) tas dod iespēju neatkarīgi veidot metodisko nodrošinājumu un brīvi to izvietot uz Web serveriem, kas izkliedēti pa visu pasauli.

Principā jau ideoloģiski tāda IT sistēmu orientācija uz globālu kooperāciju nav nekas jauns un uz to vērsta visa IT sistēmu attīstība. Svarīgi ir izveidot tādu sistēmu, lai tai būtu potenciālo studentu piekrišana. Tas savukārt nosaka to, ka nedrīkst veidot hipotētisku sistēmu, kas paredzēta kādam nenoteiktam cilvēku kopumam. Par šo kopumu Latvijas apstākļos pietiekami precīzi var spriest no jau apskatītajiem statistiskajiem datiem un uz to sākotnēji arī ir orientēta apskatāmā sistēma. Pievērsīsimies tagad nedaudz konkrētāk 3. zīmējumā attēlotajām saitēm starp atsevišķām DPG un virtuālo augstskolu.

Saite "*Virtuālās augstskolas Studenti – Vadības centrs*" ir viena no nozīmīgākajām. Students, bez šaubām, ir centrālā persona, jo tieši viņam jau visa šī sistēma ir radīta. Lai nodrošinātu studiju procesu, katram studentam tiek izdalīta sava studiju mājas lapa, caur kuru ir iespēja piekļūt metodiskajam nodrošinājumam, saņemt un iesniegt recenzēšanai kontroldarbus un apskatīties recenzijas un savas atzīmes, izmantojot elektronisko dēli, lūgt konsultāciju un turpat to arī saņemt. Iegūt konkrētāku informāciju, kā funkcionē dotā saite var piemēram [3].

Saite "*Virtuālās augstskolas darbības administrēšana – Vadības centrs*". Šī saite ir paredzēta, lai risinātu šādus uzdevumus: veiktu principā visu uzskaiti, palīdzētu studentiem risināt kārtējos jautājumus, vadītu virtuālās augstskolas darbu. Šo administrēšanu virtuālajai augstskolai var nodrošināt 1–3 cilvēki. Jāpievērš uzmanība tam, ka studenti savus kontroldarbus sūta nevis tieši attiecīgajam pasniedzējam, bet uz Vadības centru. Šeit tos pārņem administrators, pierēģistrē un pārsūta mācību spēkam recenzēšanai. Mācību spēks savukārt recenziju sūta atpakaļ administratoram, kurš to pierēģistrē un izvieto Internetā, lai students ar to varētu iepazīties.

Saite "*Mācību spēki – Vadības centrs*". Caur šo saiti tiek realizētas divas galvenās funkcijas. Pirmkārt, jau iepriekš aprakstītā studentu darbu recenzēšana, kad nav tieša sakara starp studentu un pasniedzēju. Tiešais sakars starp studentiem un jebkuru datorizētās tālmācības pasniedzēju tiek realizēts, izmantojot elektroniskos ziņojumu dēļus. Katram mācību kursam (tātad principā katram pasniedzējam) ir savs elektroniskais dēlis, caur kuru studenti uzdod jautājumus un turpat arī saņem atbildes no attiecīgā pasniedzēja. Principā ir realizētas arī čata tipa dialoga iespējas. Taču tās ir nepopulāras un studenti tās studiju procesā pagaidām samērā maz izmanto. Tas saistīts ar jau aprakstītajām datorizētās tālmācības studentu dzīves un darba specifiku. Nākotnē, kad studijas uzsāks tagadējā paaudze, viss, protams, mainīsies.

Saite "*Metodiskā nodrošinājuma izstrādātāji – Metodiskais nodrošinājums*". Lielā daļā gadījumu mācību spēki un metodiskā nodrošinājuma izstrādātāji ir vienas un tās pašas personas, taču tas nav obligāti. Vēl vairāk pieņemta ir šāda pamatkonceptija: metodiskais nodrošinājums var būt brīvi izklaidēts pa vairākiem neatkarīgiem Web serveriem. Dati par visu pieejamo metodisko nodrošinājumu atrodas Vadības centra datu bāzē. Tas nodrošina iespēju automatizēti sintezēt vajadzīgās saites, veidojot personīgās lapas studentiem un mācību spēkiem. Metodiskā nodrošinājuma izstrādātājiem ir izstrādāti standarti, pie kuriem jāpieturas, lai metodiskais nodrošinājums varētu iekļauties kopējā sistēmā.

Saite "*Vadības centrs - Metodiskais nodrošinājums*". Tā ir iekšējā saite, kuru nodrošina specializēta programmatūra, kas izvietota gan uz vadības centra datoriem, gan uz katra no metodiskā nodrošinājuma Web serveriem. Tā kā sistēma ir komerciāla, šīs saites nodrošina arī aizsardzību.

Secinājumi

Piedāvātais virtuālās augstskolas modelis pierādīja savu efektivitāti gan no izstrādes, gan no uzturēšanas un ekspluatācijas viedokļa. No programmēšanas viedokļa tā ir pietiekami liela sistēma, kurai jāuztur metodiskais nodrošinājums vairāk kā 50 mācību kursiem. Klāt vēl nāk studentu uzskaitē un citas administratīvās funkcijas. Lai to visu nodrošinātu, sistēma dotajā momentā ietver ap 100000 failu un pāri par 10000 direktorijām. Apskatītā virtuālās augstskolas arhitektūra nodrošina iespēju to administrēt tikai 2 vai 3 cilvēkiem, līdz ar to to padarot maksimāli efektīvu. No otras puses, mācību spēku un metodiskā nodrošinājuma izstrādātāju skaits ir ievērojams un to skaits ir desmitos. Metodiskā nodrošinājuma atdalīšana no vadības centra programmatūras un vēl arī papildus ieviestā metodiskā nodrošinājuma standartizācija deva iespēju padarīt metodiskā nodrošinājuma izstrādi maksimāli efektīvu. Šeit bez problēmām dotajā momentā sadarbojas vairāki desmiti cilvēku. Sistēmas funkcionēšanas un izstrādes procesa analīze parādīja, ka piedāvātā arhitektūra kopā ar izstrādāto programmatūru nodrošina iespēju plašai sadarbībai apskatāmās sistēmas attīstībā un piepildīšanā ar reālu saturu. Daži cilvēki bez grūtībām ir spējīgi koordinēt un vadīt metodiskā nodrošinājuma izstrādi, kas principā var būt izklaidēts pa visu pasauli. Studējošajiem nav problēmu metodiskā

nodrošinājuma izmantošanā no jebkura zemeslodes punkta, kur ir Interneta pieslēgums. Tāpat piedāvājamā arhitektūra paredz iespēju radīt vairākus Vadības centrus, respektīvi, virtuālās augstskolas, kas izmanto kopīgu metodisko nodrošinājumu. Tas viss paver plašas iespējas starptautiskai sadarbībai.

Literatūra

1. Kiscenko A., Onzevs O., Zommers J. Methodological Support for Economical Education by Using Information Technologies. // Proc. of Scientific Conference "Rural Areas Development in the North-western Macroregion of Poland under Conditions of State Reforms and European Integration", Szczecin, Poland, 21–24 June 1999, Volume II, pp. 219–223.
2. Kiscenko A., Onzevs O., Petersons L. Business Administration Studies via Internet // Book of Abstracts of 6th International Conference on Technology Supported Learning & Training "ONLINE EDUCA BERLIN", Hotel InterContinental, Berlin, November 30 – December 1, 2000, pp. 52–54.
3. Onzevs O., Vārslava I., Kiščenko A. Informācijas apmaiņas nodrošināšana datorizētā tālmācības studiju proces // Starptautiskā zinātniskā konference BALTIJAS VALSTU INTEGRĀCIJAS PROBLĒMAS CEĻĀ UZ EIROPAS SAVIENĪBU, Rēzekne, 2000. gada 2.–3. marts, 174.–178. lpp.

DATORTĪKLA ADMINISTRĒŠANAS UN KONTROLES SISTĒMAS IZVEIDE UZ OPERĒTĀJSISTĒMAS "LINUX" BĀZES DEVELOPMENT OF LINUX-BASED NETWORK ADMINISTRATION AND CONTROL SYSTEM

Vitauts Stočka, Daugavpils Pedagoģiskā universitāte

Abstract. Administration and control of medium-sized and large computer networks is one of the most important tasks for any organization. Existing solutions are either too expensive for educational institutions or consists of many separate programs with little or no centralized managements.

This work describes system in development based on "Linux" operational system and popular open standards. The central part of the system is LDAP database for information about servers, computers, users etc. This database is used by many less or more independent modules, including mail, proxy and other Internet servers. Access to these services is controlled by firewalls and specialized client/server authorization system, which is needed to prevent password sniffing and other methods of unauthorized access.

System is managed from a centralized web-based administration interface.

System is under development and will be implemented in several stages, module by module.

Problēmas izklāsts

Jebkurā pietiekoši lielā datortīklā agri vai vēlu rodas virkne uzdevumu un problēmu, kuru veiksmīga risināšana ir atkarīga no tīkla centralizētas administrēšanas un kontroles iespējām. Pieaugot tīklam pieslēgto datoru skaitam, pieaug ne vien kopējais informācijas plūsmas apjoms, bet arī centrālo serveru un ārējo līniju (Interneta pieslēguma) noslogojums. Ja organizācijas vadība ir ieinteresēta saglabāt kontroli pār kopējo tīkla attīstību, tīkla uzturēšanas izmaksām un tīkla lietotāju darbību, ir jādomā par vienotas, centralizētas tīkla uzraudzības sistēmas izveidi. Šādā gadījumā atsevišķi tīkla segmenti var tikt veidoti un uzraudzīti atsevišķi,

taču kopējo tīkla struktūru, tā elementus un to mijiedarbību nosaka daži mezgla punkti, kas tiek vadīti centralizēti, izmantojot vienotu informācijas datu bāzi.

Šajā darbā tiek izklāstīti apsvērumi un iestrādes, kas saistītas ar centralizētas tīkla vadības sistēmas izveidi Daugavpils Pedagoģiskajā universitātē. Sistēma pašlaik tiek izstrādāta, taču atsevišķi tās elementi jau darbojas vai tiek testēti.

Iespējamie risinājumi

Centralizētas tīkla vadības sistēmas izveide nav jauns uzdevums, un dažādu līmeņu un sarežģītības pakāpes sistēmas tiek veiksmīgi izmantotas. Tomēr vairums šādu sistēmu vai nu ir ļoti dārgas, vai arī risina tikai daļu no uzdevumiem, tāpēc nav pieņemamas kā risinājums mācību iestādēm.

Tajā pat laikā eksistē ļoti daudz bezmaksas programmu, kas risina atsevišķus ar tīkla administrēšanu un kontroli saistītus uzdevumus. Dažas no šīm programmām pēc savām iespējām neatpaliek no analogiem komerciāliem risinājumiem, taču tās prasti nav salāgotas savā starpā, trūkst lietotāja dokumentācijas, un tas negatīvi ietekmē šo programmu izplatību. Šādas bezmaksas jeb atvērtā sākumkoda programmas ir pieejamas jebkuru ar tīkla vadību saistītu uzdevumu risināšanai.

Vairums šo programmu ir pieejamas bezmaksas operētājsistēmai "Linux" vai citām "Unix" saimes sistēmām. Ņemot vērā autora ilgstošo pieredzi darbā ar "Linux", kas tiek izmantots jau kopš 1994. gada, kā arī iestrādes uz "Linux" bāzes, kā optimālākā platforma vienotas tīkla vadības sistēmas izveidei tika izvēlēta tieši "Linux" operētājsistēma. Paredzams, ka atsevišķas sistēmas daļas var tikt realizētas uz citu operētājsistēmu bāzes. Kā piemērus var minēt uz "DOS" bāzes veidotus maršrutizatorus "IP-Route" un "FreeBSD" risinājumus, kas dažās situācijās uzrāda labāku ātrdarbību. Kopumā sistēma būs veidota uz "Linux" bāzes, taču samērā viegli pārnesama uz jebkuru citu "Unix" saimes sistēmu. Administratora interfeisu ir paredzēts veidot uz WWW bāzes, kas ļauj sistēmai piekļūt no jebkuras vietas neatkarīgi no izmantotās operētājsistēmas un datora atrašanās vietas.

Sākotnējā situācija Daugavpils Pedagoģiskajā universitātē

DPU datortīkla infrastruktūras pamatā ir vairāki "Linux", "AIX" un "IRIX" serveri, kā arī citi tīkla aktīvie elementi, tajā skaitā "Cisco", "Linux", "IP-Route" maršrutizatori, "3COM" un citu ražotāju komutatori un koncentratori. Galvenos tīkla servisos nodrošina "Linux" serveris, kurā ir reģistrēti lietotāju konti, tiek glabāts lietotāju pasts un mājas lapas. Šis serveris kalpo arī kā autorizācijas serveris vairākiem proxy serveriem, kas kontrolē lietotāju piekļūšanu Internet tīklam un veic trafika uzskaiti. Saskaņā ar DPU pieņemtajiem tīkla lietošanas noteikumiem, visiem DPU darbiniekiem un studentiem ir jānoslēdz līgums, lai iegūtu lietotāja vārdu un paroli, kas vienlaicīgi nodrošina gan e-pasta adresi, gan iespēju lietot Internetu. Darbs Internetā tiek uzskaitīts, un par ienākušo starptautisko trafiku lietotājiem ir jāmaksā.

Kaut gan šāda kārtība nedaudz ierobežo studentu iespējas izmantot tīklu, tomēr esošā pieredze liecina, ka ievērojamu saņemtās informācijas daļu sastāda ar studijām un darbu nesaistīta informācija, tāpēc izmantojamo uzskaites un apmaksas modeli var uzskatīt par samērā efektīvu līdzekli neracionāla tīkla noslogojuma ierobežošanai. DPU datortīkla izmantošanas noteikumi nenosaka saņemamās informācijas filtrēšanu, tāpēc netiek bloķēta piekļūšana nevienai tīkla lapai. Tomēr sistēmas struktūra paredz šādu iespēju, kas var tikt izmantota skolās.

Ar tīkla lietošanas noteikumiem saistītie jautājumi neietilpst šī darbā tematikā, un piedāvātā tīkla vadības sistēma būs elastīgi pielāgojama dažādiem nosacījumiem, tajā skaitā arī

noteiktu tīkla resursu bloķēšanai, atsevišķu lietotāju darbības ierobežošanai un citiem specifiskiem gadījumiem.

Veidojamās sistēmas vispārējā struktūra

Sistēma tiek veidota pēc moduļu principa, izmantojot vienotu informācijas datu bāzi un administrēšanas interfeisu.

Datu bāze glabā visu nepieciešamo informāciju par datortīkla elementiem: serveriem, darba stacijām, maršrutizatoriem, komutatoriem u.c, kā arī par lietotājiem. Datubāzes veidošanai tiek izmantots vispārpieņemts standarts LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), kas tiek izmantots arī "Microsoft Active Directory" risinājumā operētājsistēmā "Windows 2000". Kaut gan DPU tīkla infrastruktūrā galvenokārt tiek izmantoti "Unix" saimes serveri, tomēr savietojamībai ar "Windows" tiek pievērsta liela uzmanība. "Linux" vidē populārākais ir serveris "OpenLDAP", kas arī tiek izmantots sistēmas vajadzībām. Daudzas "Linux" programmas ļauj izmantot LDAP datu bāzi tīkla informācijas glabāšanai, tomēr "LDAP" nav guvis pārāk plašu izplatību, jo ir salīdzinoši sarežģīts un tā izmantošana maziem tīkliem prasa pārāk lielu darba ieguldījumu.

Sistēmas moduļi paredzēti konkrētu uzdevumu risināšanai. Vairums moduļu ir "parastas" programmas, kas konfigurētas vienotas "LDAP" datubāzes izmantošanai, tomēr tiek strādāts arī pie dažu specifisku modeļu programmēšanas.

Galvenie moduļi ir pasta sistēma un proxy serveri. Atšķirībā no agrāk izmantotās pasta sistēmas, kas paredzēja katram lietotājam veidot "reālu" "Linux" lietotāja kontu, jaunā sistēma balstās uz "virtuālām" pastkastēm. Rezultātā lietotājiem netiek veidoti reāli operētājsistēmas konti. Adreses eksistence tiek pārbaudīta "LDAP" datubāzē, no kuras tiek noskaidrots arī katalogs, kurā jā saglabā saņemtais pasts. Šāds risinājums ļauj ne vien ērtāk un elastīgāk administrēt lietotājus, bet arī palielina sistēmas drošību, jo reālu lietotāju kontu izveide vienmēr ir saistīta ar kompromisiem drošības jomā. Pasta saņemšanai varēs izmantot "POP3" un "IMAP4" protokolus, kā arī "WWW" interfeisu.

Nākamais ir proxy serveru modulis, kas veic Interneta lietotāju autorizāciju un trafika uzskaiti. Šis modulis ir gandrīz pilnībā izstrādāts, un tā agrākas versijas tiek ilgstoši izmantotas un uzlabotas. Moduļa pamatā ir proxy serveris "Squid". Šis serveris izmanto "LDAP", kā arī ļauj pieslēgt papildus programmas saņemamās informācijas satura kontrolei. Pašlaik DPU tiek izmantoti vairāki proxy serveri, kas veido vienotu sistēmu, taču katrs ir paredzēts specifiskām vajadzībām un nedaudz atšķiras pēc piedāvātajām iespējām. Visas saņemtās informācijas žurnāls jeb "log" fails, ieskaitot lietotāja vārdu, datoru pie kura strādājis lietotājs, saņemtā faila URL un izmēru, tiek glabāts failā un vēlāk izmantots statistikas aprēķināšanai. Aprēķinot statistiku, tiek ņemta vērā servera atrašanās vieta – Latvijā vai ārzemēs.

Paredzēts, ka operatīvas statistikas veidošanai "Squid" žurnāls automātiski tiks saglabāts "MySQL" datu bāzē. Tas ļaus katram lietotājam jebkurā brīdī saņemt statistiku par savu darbu tīklā, bet tīkla administratoriem būs iespēja kontrolēt kopējo situāciju un konstatēt dažādus tīkla izmantošanas pārkāpumus. Pašlaik ir izstrādāta programma, kas katru nakti lietotājiem pa e-pastu izsūta informāciju par iepriekšējās dienas aktivitātēm. Šī pati informācija ir pieejama arī "WWW" lapā, taču šis modulis pašlaik ir atslēgts, lai atrisinātu dažus ar drošību saistītus jautājumus.

"LDAP" datu bāzē paredzēts glabāt arī informāciju par visiem tīkla datoriem. Šo informāciju varēs izmantot pārējo tīkla servisu vadībai un kontrolei, piemēram, ierobežojot atsevišķu lietotāju darbu no noteiktiem datoriem, bloķējot atsevišķus datorus noteiktos laika posmos, un tml. Šim nolūkam tiks izmantotas "Squid" papildprogrammas, kā arī uguns mūri,

kas bloķēs datu plūsmu starp serveriem un noteiktiem tīkla datoriem. Pašlaik "Linux" pieejamie ugunsdmūru risinājumi neparedz "LDAP" datu bāzes izmantošanu, tāpēc ir uzsākts darbs pie programmas dinamiskai ugunsdmūra konfigurācijai mainīšanai pēc "LDAP" vai citu konfigurācijas datu izmaiņām.

Pašlaik tiek izstrādāti programmu prototipi un veikti eksperimenti, lai izstrādātu jaunu lietotāju autorizācijas mehānismu, kura pamatā būs vairāklīmeņu pieejas kontrole. Agrāk izmantotās metodes lietotājiem ļauj no jebkura datora inicializēt savienojumu ar jebkuru nepieciešamo tīkla servisu, piemēram, pasta vai proxy serveri, un tad šis serviss ar saviem līdzekļiem veic lietotāja autorizāciju. Diemžēl pieredze rāda, ka šāda metode nav droša, kā rezultātā lietotāju paroles nonāk negodīgu cilvēku rokās. Lai to novērstu, ir paredzēts ieviest papildus autorizācijas līmeni. Speciāla ugunsdmūra programma bloķēs jebkura datora pieeju citiem tīkla resursiem, izņemot speciālu autorizācijas servera portu. Lai piekļūtu tīklam, lietotājam vispirms būs jāpieslēdzas šim autorizācijas serverim, no kura tiks saņemta speciāla autorizācijas programma. Programma izmantos "LDAP" datu bāzē glabāto informāciju par datoriem, lietotājiem un viņu tiesībām. Lietotājs autorizācijas programmā varēs ievadīt speciālu autorizācijas kodu un norādīt konkrētu servisu vai servissus, ko viņš vēlas izmantot šī darba seansa laikā. Ja ievadītā un pieprasītā informācija atbilst datubāzē glabātajām tiesībām, ugunsdmūris atvērs pieeju pieprasītajiem servisiem. Tiklīdz lietotājs aizvērs autorizācijas programmu vai arī noteiktu laiku nebūs izmantojis tīklu, ugunsdmūris aizvērs kanālu, un autorizācija būs jāatkārto. Šis ugunsdmūra un autorizācijas modulis ir būtiskākais elements tīkla drošības nodrošināšanai, jo tas kalpos kā filtrs starp lietotāju un visiem pārējiem tīkla servisiem. Tādējādi kopējā sistēmā iespējams integrēt arī tādas programmas, kas tieši nemijiedarbojas ar "LDAP" datu bāzi. Autorizācijas programma sastāvēs no divām daļām. Lietotājam tiks izsūtīta "Java" programma, kas ļaus ievadīt autorizācijas kodu, paroli un izvēlēties vajadzīgos servissus. Lai nebūtu iespējams pārtvert ievadāmās taustiņu kombinācijas, daļu no autorizācijas kodiem lietotājam būs jāievada grafiski, ar peles palīdzību. "Java" programma nepārtraukti apmainīsies ar informāciju ar autorizācijas serveri. Autorizācijas serveris tiek programmēts "Python" valodā, izmantojot asinhrono komunikāciju bibliotēku. "Python" tika izvēlēta kā augsta līmeņa, kas ievērojami atvieglo sarežģītu uzdevumu programmēšanu, tajā pašā laikā saglabājot labu ātrdarbību, iespēju izmantot datu bāzes un visus tīkla protokolus. Informācijas apmaiņai ar klientam izsūtāmo autorizācijas programmu tiek izstrādāts speciāls datu apmaiņas protokols. Paredzams, ka šis protokols tiks nepārtraukti uzlabots un papildināts. Pašlaik izstrādāta vienkārša protokola versija, kas ļauj veikt autorizāciju un aizvērt ugunsdmūra portus, ja autorizācijas programma klienta datorā tiek aizvērta.

Kopsavilkums

Šeit aprakstīti tikai daži no tīkla vadības sistēmas moduļiem, kas kopumā var nodrošināt efektīvu tīkla darbu un lietotāju uzraudzību jebkurā vidējā vai lielā datortīklā. Pašlaik turpinās struktūras izstrāde, atsevišķu moduļu vai to prototipu veidošana un ar to saistītie eksperimenti. Sistēma nav monolīta, tāpēc atsevišķus moduļus paredzēts ieviest pakāpeniski, un to pilnveidošana netiks pārtraukta arī pēc ieviešanas.

Paredzams, ka sistēmas ieviešanas gaitā radīsies jauni atzinumi, kuri tiks izklāstīti turpmākajos darbos.

Literatūra

1. Зиглер, Роберт Л. Брандмауэры в Linux. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.
2. Building Scalable ISPs with open-source softwares,
<http://www.linuxfocus.org/English/September/2000/article173.shtml>

ON SEARCH CAPABILITIES OF THE DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM

PAR DIFERENCIĀLĀS EVOLŪCIJAS ALGORITMA MEKLĒŠANAS IESPĒJĀM

Anatoly Sukov, Decision Support Systems Group, Institute of Information Technology, Riga Technical University, 1 Kalku Street, Riga LV-1658, Riga, Latvia

Abstract. This paper examines the algorithm of differential evolution that has appeared rather recently. This algorithm ascribed by its developers to a class of evolutionary algorithms is a comparatively non-complicated technique of solution search as applied to multiparameter optimisation tasks. Nevertheless, there are two essential factors preventing from wide application of the considered solution search technique. One of them lies in the principle of coding vectors (variables) that constitute a population the algorithm works with. The second problem is of pure technical character: in the process of search, stagnation occurs, or impossibility to find new solutions, when there is no optimal solution in the population and the vectors available are not heterogeneous. Besides studying search possibilities (limitations) of the differential evolution, some ways to cope with the problem of stagnation—so as to raise the performance of the algorithm are also suggested.

1. Introduction

Along with widely known genetic algorithms, other evolutionary algorithms exist (Bentley, 1999) that have been developed to solve optimisation tasks. Among them the differential evolution (DE) can be mentioned. The main criterion as to why this algorithm can be ascribed to the class of evolutionary ones is the presence of the respective concepts and solution search principles in it. The DE algorithm comprises individuals (vectors), population, crossover and mutation operators.

DE greatly differs from the standard genetic algorithm (Goldberg, 1989) in that it solely uses integer or real numbers as evolution objects. This means that a phenotype (solution) and genotype (solution representation in the algorithm) are identical. Respectively, the space of solutions and space of search are also identical. This approach to coding has both positive and negative features. DE is adapted to manipulating really integer solutions but at the same time is restricted by this application area (in turn, GA is known to be universal regarding this aspect). If we turn to the role distribution of evolutionary operators of mutation and crossover, certain differences can also be found. In the GA, crossover is primary, whereas in DE mutation is primary. The above differences in the algorithms demonstrate the similarity of DE and evolutionary strategies. DE differs from evolutionary strategies in that the mutation of the directed vector of standard deviations (Bäck and Schwefel, 1995) that are responsible for mutations of the vector of values can be observed in the latter. The task of this study is to examine the behaviour of DE with an applied optimisation task. With this, major attention will be paid to stagnation (the lack of progress in search under the absence of complete convergence) that was recognised as the main shortcoming of the algorithm (Lampinen and Zelinka, 2000).

2. Parameters and principles of the DE algorithm

The interpretation of DE described below is a *DE/rand/1/bin* scheme (Lampinen and Zelinka, 2000). In this algorithm the processing of real integer or mixed integer/real integer variables constituting a vector of variables of the optimised objective function takes place

$$f(X):R^D \rightarrow R,$$

$$X=(x_1, \dots, x_D), X \in R^D$$

where X determines a vector consisting of D parameters of the objective function. Normally each of parameters has its limits, *lower* and *upper*, respectively, $x^{(L)}$ and $x^{(U)}$:
 $x_j^{(L)} \leq x_j \leq x_j^{(U)}, j=1, \dots, D.$

Like other evolutionary algorithms, DE manipulates a population, P_G , consisting of NP real integer vectors $X_{i,G}$, where i defines an individual belonging to the population but G defines a generation (epoch) to which the population belongs:

$$P_G = X_{i,G}, \quad i=1, \dots, NP, \quad G=1, \dots, G_{max},$$

$$X_{i,G} = x_{j,i,G}, \quad i=1, \dots, NP, \quad j=1, \dots, D.$$

On the basis of the existing variable limits, the initialisation of the initial (zero) population occurs:

$$P_0 = x_{j,i,0} = rand_{j,i}[0; 1] * (x_j^{(U)} - x_j^{(L)}) + x_j^{(L)}, \quad i=1, \dots, NP, \quad j=1, \dots, D,$$

where $rand_{j,i}[0; 1]$ is a uniformly distributed random variable within the limits $[0.0; 1.0]$, that is selected anew for each j and i . Starting from the first generation, a set of vectors (chromosomes) of the current population, P_G , participates in the selection and formation (on the basis of random selection) of trial vectors for next population, P_{G+1} . A population of trial vectors, $P'_{G+1} = U_{i,G+1} = u_{j,i,G+1}$, is created as follows:

$$u_{j,i,G+1} = \begin{cases} v_{j,i,G+1} = x_{j,r3,G} + F * (x_{j,r1,G} - x_{j,r2,G}) & \text{IF } rand_{j,i}[0; 1] \leq CR \vee j=k, \\ x_{j,i,G}, & \end{cases}$$

where $i=1, \dots, NP, \quad j=1, \dots, D;$

$k \in \{1, \dots, D\}$ is a parameter randomly selected one time for each i ;

$r1, r2, r3 \in \{1, \dots, NP\}$ are selected at random, but $r1 \neq r2 \neq r3 \neq i$;

$CR \in [0; 1], F \in (0; 1+].$

Random indexes: $r1, r2$, and $r3$ are determined for each i (that is for each chromosome anew). The task of index k is to prevent from the coincidence of $v_{i,G+1}$ and $x_{i,G}$. An example of the trial vector generation is shown in Fig. 1. CR and F are control parameters of DE.

Control parameters of the algorithm: D, NP, F , and CR are assigned before the algorithm starts working and remain constant until it stops (the standard procedure). The main stopping criteria are the following: either achieving the time limit for the evolutionary solution search or the situation when $G=G_{max}$.

A population for the next generation, P_{G+1} , is created of the current population, P_G , and of a population of trial vectors, $U_{i,G+1}$, according to the following deterministic rule (see also Fig.1):

$$X_{i,G+1} = \begin{cases} U_{i,G+1} = u_{j,i,G+1} & \text{IF } f(U_{i,G+1}) \leq f(X_{i,G}), \\ X_{i,G}. & \end{cases}$$

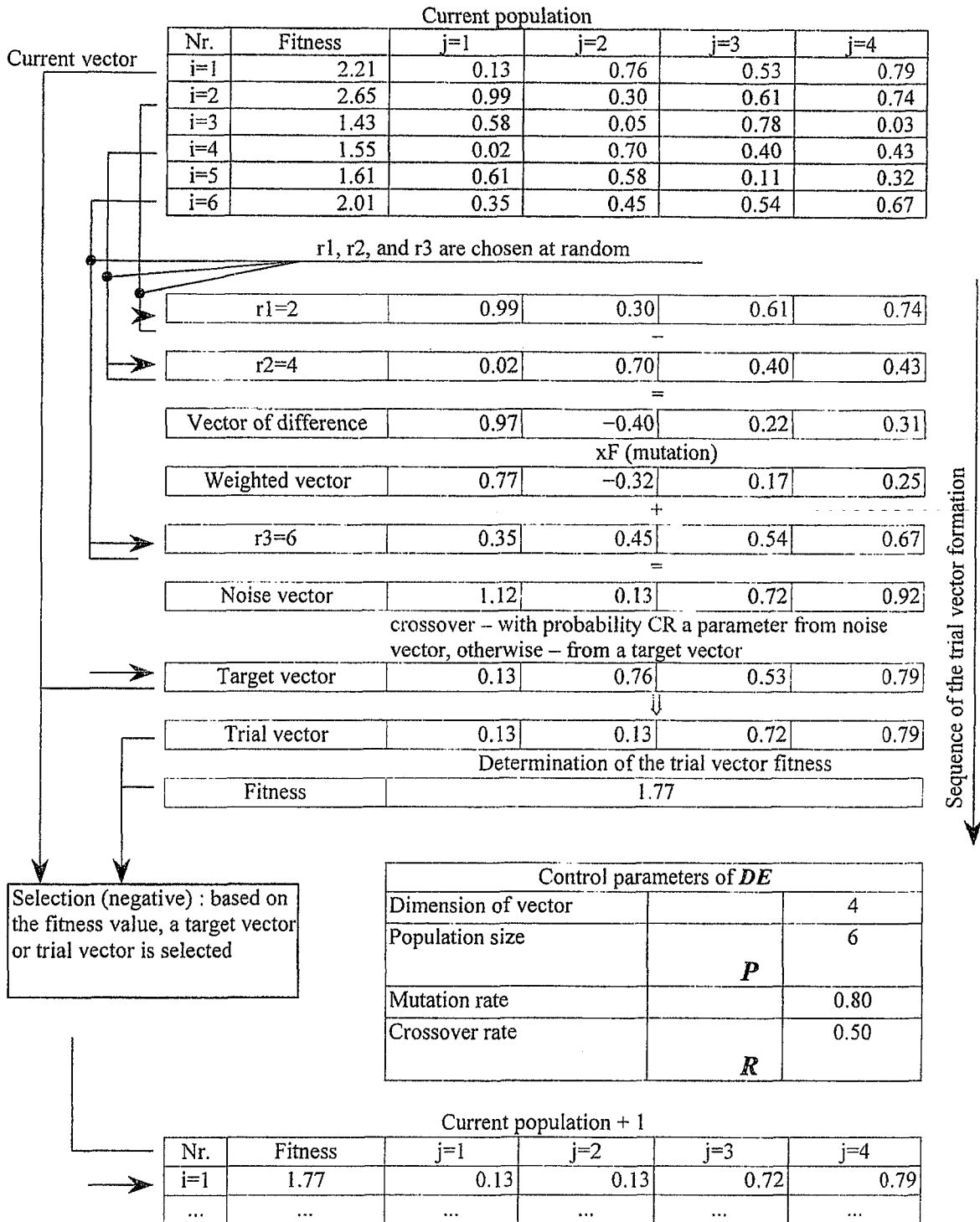


Fig. 1. Formation of individuals for the next population. The optimized function is $f(X)=x_1+x_2+x_3+x_4$

From this rule it follows that selection in DE is of negative character as the worst solutions are in essence removed and replaced by the best ones under compulsion. As opposite

to it, the positive or standard selection foresees selecting pairs for crossover in the same way as it happens, say, in simple genetic algorithms.

3. Case study

To make the experiments, a function of two variables was chosen (see Fig.2) that looks like:

$$f(x_1, x_2) = 0.5 - \frac{\sin^2\left(\sqrt{x_1^2 + x_2^2}\right) - 0.5}{\left(1 + 0.001 \cdot (x_1^2 + x_2^2)\right)^2}$$

It is evident that the global maximum of this function is at point (0, 0), that is $f(0, 0)=1$. Since the task of DE will be to find just the maximum of the function, this solution (at the beginning of co-ordinates) does not seem to be effective from the viewpoint of the task complexity. Due to this the function was changed as follows:

$$f(x_1, x_2) = 0.5 - \frac{\sin^2\left(\sqrt{(x_1 - 18.171)^2 + (x_2 + 40.225)^2}\right) - 0.5}{\left(1 + 0.001 \cdot \left((x_1 - 18.171)^2 + (x_2 + 40.225)^2\right)\right)^2}$$

It means that the solution is a point (18.171, -40.225).

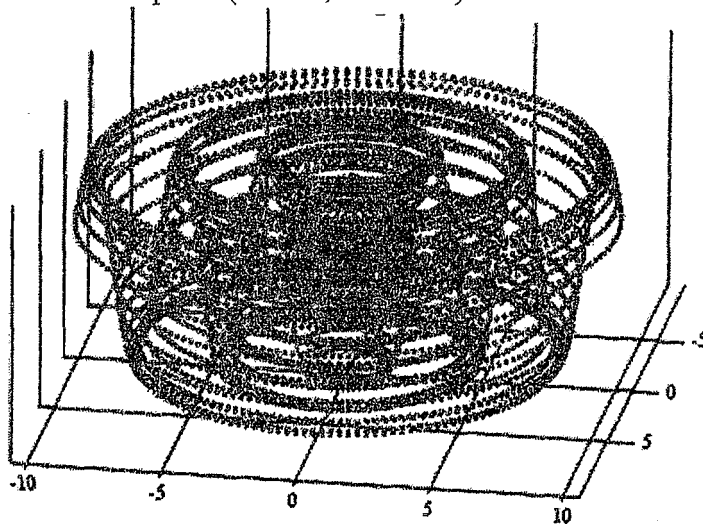


Fig.2. Graph of function $f(x_1, x_2)$

4. Experiments

The results of the experiments performed are given in Table 1. The space of search (initialisation limits) for all the experiments and each variable are similar: $x_j^{(L)}=-63.0$, $x_j^{(U)}=63.0$. The aim of each experiment was to increase the effectiveness of the algorithm based on the results of the previous experiment. For this, the effectiveness of each (G+1)th iteration was calculated by formula

$$\frac{\left[\sum_{i=1}^{NP} f(X_{i,G+1}) - \sum_{i=1}^{NP} f(X_{i,G}) \right]}{\sum_{i=1}^{NP} f(X_{i,G})}$$

By this expression one can determine an increment of the average fitness value, that is the measure of effectiveness. Table 1, in its turn, shows average efficiency values for each of algorithms, i.e. the mean result after 200 generations or after occurrence of the complete convergence when the average fitness value equals the maximum value.

Table 1.

Control parameters and results of different DE

Algorithm		Results after 200 iterations	
Experiment 1 (standard DE)			
Size of population, NP	150	Maximum fitness	0.99891
Mutation, F	0.9	Average fitness	0.99026
Crossover rate, CR	0.9	1'st best result (generation)	no
		Complete convergence (generation)	no
		Average effectiveness values	0.34617
Experiment 2 (standard DE)			
Size of population, NP	150	Maximum fitness	1.00000
Mutation, F	0.5	Average fitness	1.00000
Crossover rate, CR	0.5	1'st best result (generation)	176
		Complete convergence (generation)	185
		Average effectiveness value	0.3713
Experiment 3 (standard DE)			
Size of population, NP	50	Maximum fitness	1.00000
Mutation, F	0.5	Average fitness	1.00000
Crossover rate, CR	0.5	1'st best result (generation)	157
		Complete convergence (generation)	165
		Average effectiveness value	0.43744
Experiment 4 (modified DE)			
Size of population, NP	50	Maximum fitness	1.00000
Mutation, F	?	Average fitness	1.00000
Crossover rate, CR	0.5	1'st best result (generation)	125
		Complete convergence (generation)	138
		Average effectiveness value	0.53731

As a result of the first three experiments, the adjustment of control parameters of the standard DE was made. More particularly, in the first and in the second experiment optimal values of mutation and crossover rate have been derived empirically. Respectively, the mean effectiveness in the second experiment was higher than in the first one. The third experiment has shown a possibility of using a less population size (three times less) that also yielded an increase in the algorithm's effectiveness. The computational costs were also three times less. In the fourth experiment the standard DE was varied. The variations produced a positive effect. The operator modified was mutation, speaking more precisely, the size of mutation. In the ordinary algorithm this is normally a constant value that is assigned for the whole time of evolution process. In the last experiment the size of mutation was varied (a new value was generated) every time when the value of effectiveness was dropping as compared to that at the previous generation.

5. Conclusions

The task of the DE algorithm effectiveness raise, set in this study, was solved both by the standard and a new approach.

- Standard approach: adjustment of control parameters, CR, F, and NP.
- New approach: controlled variation of the mutation size, i.e. this is not a mutation constant any more but the value adjusted by the algorithm itself.

It is natural that at this moment the “adjustability” of the algorithm is of dual character. From the one side the algorithm knows for sure when to change the size of mutation (if the effectiveness drops), from the other side, however, the variation made is of random character. Practical results, however, show that the introduction of such additional randomness has the advantage over the standard algorithm.

As a whole, based on the results of the study it is possible to conclude about the possibility of using the adjustable mutation in DE instead of the existing standard (static) operator. Further research in this area will be oriented towards the development of less randomised mechanism of mutation size variation.

References

1. Bäck T. and Schwefel H.-P. (1995). Evolution Strategies I: Variants and their computational implementation. Genetic Algorithms in Engineering and Computer Science, editors Periaux J. and Winter G. John Wiley & Sons Ltd.
2. Bentley P.J. (1999). An Introduction to Evolutionary Design by Computers. In: Evolutionary Design by Computers (Bentley P. J., Ed.) Morgan Kaufmann, p. 1–73.
3. Goldberg, D. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading: Addison-Wesley.
4. Lampinen J. and Zelinka I. (2000). On Stagnation of the Differential Evolution Algorithm. Proceedings of MENDEL 2000, 6th International Conference on Soft Computing. – Brno, June 7–9, 2000, p. 76–83.

JĒDZIENU VISPĀRINĀŠANAS ALGORITMA CORA SAVIENOŠANA AR LĒMUMU KOKU ĢENERĒŠANAS ALGORITMU C4.5 INTEGRATION OF CONCEPTS GENERALISATION ALGORITHM CORA WITH DECISION TREE INDUCTION ALGORITHM C4.5

Ēriks Tipāns, Rīgas Tehniskā universitāte, ASTF, Informācijas tehnoloģijas institūts
Lēmumu atbalsta sistēmu profesora grupa, e-pasts: eriks@ibm.cs.ru.lv

Abstract. There are considered possibilities to create the new concepts generalization algorithm in this paper, which would combine methods used in decision trees induction algorithm C4.5 and concepts generalization by features algorithm CORA. The newly created algorithm will be named CORA 4.5.

1. Ievads – algoritms CORA

Bibliogrāfijā, kas veltīta mākslīgā intelekta problēmām, ir plaši apskatīti dažādi populāri jēdzienu vispārināšanas algoritmi (Гладун, 1987), tomēr jāatzīst, ka pietiekoši plašu popularitāti nav guvis M. Bongarda 60. gados izstrādātais algoritms CORA (Bongard, 1970), kas veic jēdzienu vispārināšanu, balstoties uz klasificējamo objektu pazīmju kompleksu

atrašānu. Šī ir interesanta ideja, jo tiek analizēts nevis katrs atribūts atsevišķi, bet gan to kombinācijas jeb kompleksi.

Bongarda metodē apmācošajā izlasē tiek meklētas tādas atribūtu vērtību kombinācijas (nullu un vieninieku **konjunkcijas**), kas ir vismaz K reizes atrodamas vienā klasē, bet nav atrodamas citās klasēs (vai otrajā klasē, ja ir tikai divas klases). Ja šāda kombinācija ir atrasta, to sauc par **pazīmi**. Kombinācijas var būt pa diviem, pa trim vai vairāk atribūtiem, to nosaka maksimālais uzdotais garums l . Pazīme, kura raksturo vairāk piemērus, ir stiprāka. Atrastās pazīmes tiek apvienotas ar **disjunkcijas** palīdzību, tādējādi veidojas pārklājums, kas raksturo šo klasi. Veicot objektu klasifikāciju, ir jāaprēķina pārklājuma vērtība. Ja tā ir 1, tad objekts pieder klasei, ko raksturo šis pārklājums, ja 0 – tad nepieder.

Jēdzienu vispārināšanas algoritms CORA spēj darboties tikai ar binārām atribūtu vērtībām. Pētījuma mērķis ir izstrādāt algoritma CORA modifikāciju, kura spētu darboties kā ar daudzām diskrētām atribūtu vērtībām, tā arī ar nepārtrauktām atribūtu vērtībām. Tāpat tiek plānots algoritmā CORA iekļaut mehānismu darbam ar nezināmām atribūtu vērtībām. Šīs iespējas tiek plānots realizēt līdzīgi, kā tas ir algoritmā C4.5.

2. Algoritms C4.5

C4.5 algoritms ir R. Kvinlana (Quinlan J.R., 1992) izstrādāts algoritms lēmumu koku konstruēšanai, kas faktiski ir Kvinlana iepriekš izstrādātā algoritma ID3 pilnveidots variants. Savukārt algoritms ID3 tika balstīts uz Hanta izstrādāto algoritmu CLS (*Concept Learning System*). Pašlaik visi līdzīga tipa algoritmi tiek dēvēti par ID3 tipa algoritmiem.

Algoritma apmācošais mehānisms caurskata apmācošo piemēru kopu un konstruē to lēmumu koka veidā, kas ir ekvivalents disjunktīvu likumu kopai. Lēmumu kokam ir tāda struktūra, ka katrai koka "lapai" ir attiecīga mērķa vērtība (klase), savukārt koka sazarošanās notiek mezglos, kuros tiek pārbaudītas atribūtu vērtības. Algoritmā ID3 Kvinlans ieviesa informācijas teorijas heuristiku – entropiju jeb informācijas mēru, kas ļāva izlemt, kā jāsazarojas kokam (kurš atribūts jāpārbauda) katrā lēmumu koka veidošanas stadijā. Tas ļāva iegūt mazākus un līdz ar to efektīvākus lēmumu kokus. Jo lielāka ir atribūta entropija, jo mazāka ir iespēja noteikt tā izraisītās sekas. Tādēļ jāmeģina sakārtot atribūtus entropijas pieaugšanas secībā, lēmumu koka (un vēlāk apakškoka) saknes virsotnē novietojot atribūtu ar vismazāko entropiju.

Originālais ID3 algoritms vēlāk tika dažādos veidos pilnveidots ar mērķi uzlabot tā spēju darboties ar tādiem uzdevumiem kā trokšņaini dati, inkrementāla apmācība, koku apcirpšana (*pruning*) u. c., kā rezultātā tika izstrādāts tā pēctecis C4.5. Algoritmā C4.5 ir iestrādāts koka apcirpšanas mehānisms. Lēmumu koka apcirpšana padara lēmumu koku vienkāršāku. Apcirpts (vienkāršots) lēmumu koks parasti spēj labāk klasificēt apmācībā neizmantotus piemērus, it sevišķi trokšņainās vidēs. C4.5 algoritmā ir iestrādāts arī mehānisms, kas veic lēmumu koka dekompilēšanu produkcijas likumos.

C4.5 algoritmā entropijas vietā tika ieviests cits kritērijs koku sazarojošā atribūta atrašanai. Tas ir *ieguvuma kritērijs* (*gain ratio criterion*). Daudzos gadījumos šis kritērijs ļauj iegūt efektīvākus lēmumu kokus.

3. Algoritms CORA 4.5

Līdz ar to darba mērķis ir radīt jaunu jēdzienu vispārināšanas algoritmu, kas sevī apvienotu lēmumu koku konstruēšanas algoritmu C4.5 un jēdzienu vispārināšanas pēc pazīmēm algoritmā CORA izmantotās metodes. Jaunizveidotajam algoritmam tiks lietots nosaukums CORA 4.5.

Pateicoties šādai "sakrustošanai", algoritms CORA 4.5 atšķirībā no parastā algoritma CORA

- 1) spēs darboties ar daudzām atribūtu vērtībām, ne tikai binārām;
- 2) spēs darboties ar nepārtrauktām atribūtu vērtībām;
- 3) darbosies ar nezināmām atribūtu vērtībām;
- 4) izmantos *ieguvuma kritēriju (gain ratio criterion)* vērtīgāko pazīmju atrašanai.

Atšķirībā no algoritma C4.5 algoritms CORA 4.5, veidojot jēdzienu vispārinājumus, izmantos nevis atsevišķu atribūtu vērtības, bet atribūtu kompleksus jeb pazīmes, kas dziļāk atspoguļo vispārināmās koncepcijas jēgu, tādējādi radot cilvēkam-ekspertam labāk saprotamus secināšanas likumus.

4. Nobeigums

Turpmākajos pētījumos ir paredzēts augstāk minētās teorētiskās idejas realizēt praksē, izveidojot funkcionējošu CORA 4.5 datorprogrammu. Tas dos iespēju empīriski salīdzināt algoritmu CORA 4.5 ar tā priekštečiem – CORA un C4.5, kā arī ar citiem jēdzienu vispārināšanas algoritmiem.

Literatūra

1. Bongard M. (1970). Pattern Recognition, Spartan Books, New York.
2. Quinlan J. R. (1993) C4.5: Programs For Machine Learning. Morgan Kaufmann Publishers.
3. Гладун В. П. (1987). Планирование решений. Киев: Наукова Думка.

ANALYSIS OF THE REASONING LOGIC VIOLATION IN DECISION MAKING SPRIEDUMU LOĢIKAS PĀRKĀPŠANAS ANALĪZE LĒMUMU PIENĒMŠANĀ

Oleg Uzhga-Rebrov, Rezekne Higher Educational Institution, Rezekne, Latvia

Abstract. This study deals with reasoning logic in decision making. Three major classes of decision making theories are outlined. Possible situations in which preference misrepresentation might take place are analyzed. The reasons for the violation of reasoning logic are examined and possibilities of overcoming it are considered.

Keywords: decision making, choice situation, preferences, reasoning logic.

1. Introduction

Making decisions in any kind of human activity is associated with the evaluation of the outcomes of alternative courses of actions and subjective preferences of the decision maker. Subjective judgements made by human beings can represent actual realities of the external world with different degree of adequacy. Subjective misrepresentation of the real state of things can be due to partialities of various kind. Some kinds of partialities are briefly examined in [Užga-Rebrovs, 2000]. The present paper presents a detailed analysis of the reasons for possible violation of the logic of reasoning in decision making. The paper begins with a brief characteristic of the main classes of the decision making theory. Further sections analyze possible situations in which preference misrepresentation might take place. Based on the analysis, a conclusion is made that the considered reasons for preference misrepresentation cannot make a basis to revise fundamental decision making theories. The existing difficulties

can be overcome successfully through a more strict analysis of the initial situations of decision making and the development of additional decision analysis methods so as to take into account the uncertainties of probabilistic evaluations.

2. Analysis of basic decision making theories

Every decision making theory is aimed to develop the rules to choose a decision, optimal in a given sense, from the initial set of alternative decisions. The concept of optimality is related to the preference system of the decision maker in the set of outcomes of alternative decisions.

The whole set of decision making theories can be divided to three large classes: descriptive, normative and prescriptive theories.

A *descriptive theory* tries to describe the world as it is. Its quality is determined by the space over which it accurately characterizes and predicts the behavior of real-world systems. All the theories describing the physical behavior of natural systems are descriptive. The role of descriptive theories in decision making processes is, however, rather limited. Since decision making is a conscious act, the role of descriptive theories is reduced to the description and analysis of common empirical regularities of human being behavior in choice situations.

The main role of *normative theories* is to establish such rules that would lead to a logically validated and consistent choice of decisions. Normative theories are axiomatic. Based on the system of axioms established, theorems and choice rules are produced. The most widespread is the expected utility theory based on the von Neumann–Morgenstern axioms system [von Neumann and Morgenstern, 1953).

Special role in decision making is played by *prescriptive theories*. These theories try to explain how people make decisions on the basis of the normative theory accepted. In general case, conclusions of prescriptive theories have rather inconsistent nature. On the one hand, they aim to approach strict normative theories. On the other hand, a tendency can be seen to lessen the demands of normative theories when applying them to solve specific problems. Should be regarded as successful the definition of Keeney [Keeney, 1996] stating that descriptive theories are different approximation extents of normative theories.

The system of axioms underlying any normative theory is based on the common and consistent logic of human reasoning. However, due to factors either not considered or misinterpreted, the logic of reasoning might be violated. This yields very unpleasant consequences in choosing decisions. In what follows, the factors disturbing the normal choice of decisions are analyzed.

3. Non-taking into account all the initial information

To demonstrate possible violation of the logic of reasoning in decision making, various specific choice tasks were developed. This section examines one problem of this kind, the Allais problem. Various versions of this problem exist. Here a version suggested in [Howard, 1996] is considered. Suppose an individual has the chance to win a large sum of money under the following conditions. According to the toss of a coin he will receive an opportunity to act either in situation A, or in situation B. If the individual gets in situation A, he will choose between two deals, deal D1 and deal D2. Deal D1 is associated with receiving a sure 1,000,000 conditional monetary unit (c.m.u.). With deal D2 the individual will have a 10% chance of winning 5,000,000 c.m.u., an 89% chance of winning 1,000,000 c.m.u., and a 1 percent chance of winning nothing. If the individual is in situation B, he will have to choose between deal D3 and deal D4. Deal D3 has a 10 percent chance of winning 5,000,000 c.m.u., and a 90 percent

chance of winning nothing. Deal D4 has an 11 percent chance of receiving 1,000,000 c.m.u. and a 89 percent chance of winning nothing. Figure 1 shows decision trees for the possibilities arising in both choice situations.

Which action courses will the individual choose in both choice situations? It was found empirically that most of individuals prefer deal D1 in situation A and deal D3 in situation B. Such choices can be regarded as validated from the point of view of risk averse individuals. However, from the viewpoint of the expected utility theory (or in a simplified form, on the

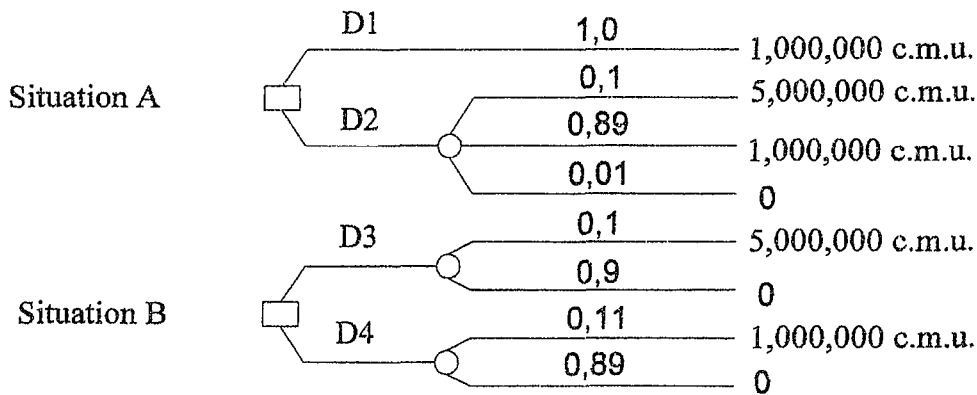


Figure 1. Decision trees representing choice situations in the Allais problem

basis of the expected win maximization) both choices are erroneous. This is because the individuals choose deals given that the choice situation is known. The fact that choosing each situation is a random event is not taken into account. According to any normative decision making theory, the evaluation and choice of actions must be performed on the basis of the complete prior information. A real initial choice situation is presented in Fig.2.

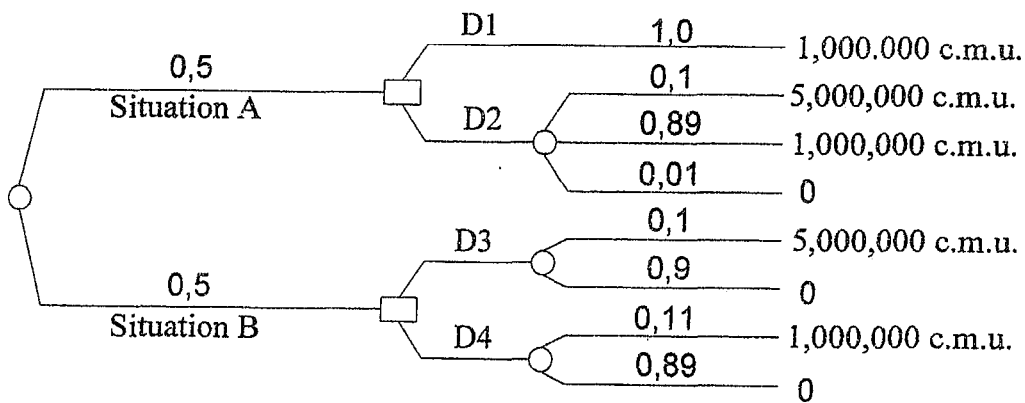


Figure 2. Initial choice situation in the Allais problem

Let us compare in pairs course actions related to different choice situations (see Fig. 3). A simple analysis shows that a pair of deals, D1 and D3, preferred by most individuals gives the same results as a pair of deals, D2 and D4. Common sense let the individuals down because they did not take into account all the initial information.

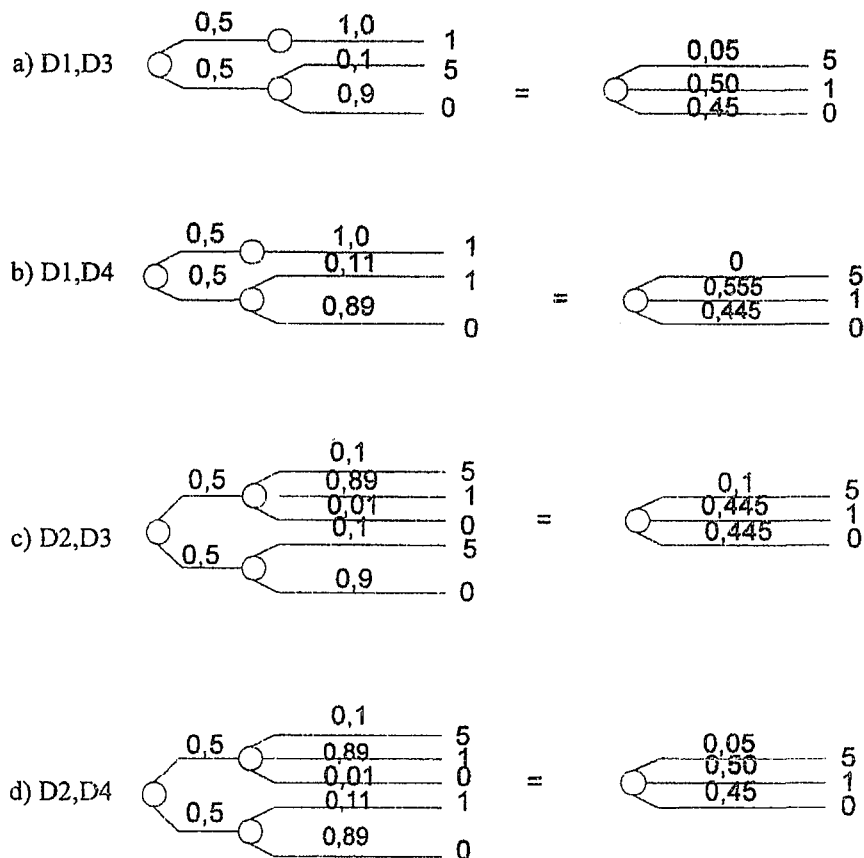


Figure 3. Possible choice strategies in the Allais problem

4. The Ellsberg problem

This famous problem requires people to express preferences for the case when the chances of events are uncertain. An urn B contains 90 balls of which 30 are red and 60 are either blue or yellow. The proportion of balls of each color is unknown. An individual is presented the following choice situation. According to the toss of a coin, one of two choice situations, A or B, is determined. After that a ball is drawn from the urn. The payoff schemes are shown in Fig.4.

Which scheme will the individual prefer in each situation? It was found experimentally that most people prefer to play with payoff schemes A1 and B1. This happens because the proportion of blue and yellow balls in the urn is uncertain.

A strict analysis of the conditions of the task provides very interesting results. Regarding the composition of blue and yellow balls in the urn, different suggestions can be made. For example, it can be assumed that all the balls are blue or all the balls are yellow. It can also be assumed that the number of yellow and blue balls is equal. In the general case it can be shown that any reasonable suggestion about the distribution of blue balls produces the mean number of those balls equal to 30. From this it follows that the probability of a blue ball must be equal to 1/3. Then the probability of a yellow ball is also 1/3.

		Ball drawn		
		Red	Blue	Yellow
Situation A	A1	100 c.m.u.	0	0
	A2	0	100 c.m.u.	0

		Ball drawn		
		Red	Blue	Yellow
Situation B	B1	0	100 c.m.u.	100 c.m.u.
	B2	100 c.m.u.	0	100 c.m.u.

Figure 4. The payoff schemes in the Ellsberg problem

In many real-world decision making tasks it is frequently conditionally assumed that all these probabilities are equal provided that the probabilities of uncertain events are unknown. This assumption is neither worse and nor better than any other assumption in the case of complete lack of information.

For the task in question, the probabilities of balls of each color turn out to be equal. Hence, the individual must be indifferent between A1 and A2 or B1 and B2. A shift in preferences occurred due to the intuitive aversion of the uncertainty about the chances of the events.

5. The problem of the unbiased decision choice

To understand the essence of this problem, let us consider an illustrative example. Suppose a lady has a unique jewelry collection inherited from her grandmother. She has decided to present it to one of her nieces who are twin sisters. The problem is to decide to whom the present should be given, since they both are equally attractive to her. In the long run, the aunt has made the Solomon decision. She decided to flip a coin to determine a candidate for the present. Was she right committing her choice to the blind fate? From the point of view of impartiality her reasoning logic is irreproachable. However, this is not the case from the viewpoint of the nieces. If the mechanism of choice is unknown to the sisters, one of them will feel unfairly offended.

This random mechanism of choice is frequently employed in real-life situations. For example, a candidate for a vacant position can be chosen with the help of this mechanism. The candidates, however, might oppose it seriously. Let us consider an row example. A burglar determines which of two banks to rob according to the toss of a coin. He may consider his choice correct. However, his choice will fairly be regarded as true from the point of view of the bank robbed.

Summing up all the aspects of this kind of choice, the following conclusion has to be made. The random mechanism of choice not based on the decision maker's preferences cannot be regarded as successful. If the ourcome of the choice somehow touches the interests of individuals, certain ethic and other problems can arise. The decision maker may be given

recommendations to incorporate additional evaluation criteria on the basis of which a unambiguous and validated choice can be made.

6. Conclusions

Normative decision choice theories, in particular, the expected utility theory, or expected outcome evaluation theory, have proved their validity in numerous case studies. These theories are based on simple and logically validated axioms. The reasoning logic of rationally thinking people in most cases is subject to the demands of those theories.

Certain violations of reasoning logic can be due to different reasons. Some of the reasons are examined in this paper. The Allais problem illustrates visually where ignoring a part of the initial information could lead. In the Ellsberg problem the preferences of the individual are heavily influenced by the uncertainty regarding the chances of random events. Finally, it should be noted that a special class is made of choice tasks in which the decision maker is indifferent with regard to alternatives.

Attempts to develop alternative normative decision choice theories have been made so as to overcome the above difficulties. These theories, however, suffer from conceptual shortcomings [Sarin, 1996]. The difficulties outlined can be overcome by sufficiently simpler techniques. Say in order to avoid the choice situation similar to that considered in the Allais problem, one has to properly account for all the factors of the problem. This is quite a simple task for the experienced analyst.

As regards the uncertainty of the probabilistic evaluations, it cannot be avoided in principle provided the necessary information is missing or is incomplete. It can, however, be concerned correctly with the help of the suitable choice function. Two prescriptive approaches of this kind are examined in [Sarin, 1996].

If the decision maker is indifferent in choosing the alternatives, the problem is not in the decision making theory but in the decision maker himself. The preferences of the individual can always be shifted towards the unambiguous choice by incorporating additional evaluation factors.

From this it follows that the considered problems cannot be a reason to revise the existing normative decision making theories. It is quite enough with the validated corrections of the theories that are of prescriptive nature.

References

1. Howard R.A. (1996). In Praise of the Old Time Religion. *Utility Theories: Measurements and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston/ Dordrecht/ London, pp. 27 – 56.
2. Keeney R.L. (1996). On the Foundation of Prescriptive Decision Analysis. *Utility Theories: Measurements and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston/ Dordrecht/ London, pp. 57 – 72.
3. Sarin R.K. (1996). Now for Generalized Utility Theory. *Utility Theories: Measurements and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston/ Dordrecht/ London, pp. 137 – 164.
4. Užga-Rebrovs O. (2000). *Komerclēmumu analīze*. – Rēzekne: RA, 175 lpp. (to be published).
5. Von Neumann J. and Morgenstern O. (1953). *Theory of Games and Economic Behavior* (3rd ed.), Wiley, New York.

WEB BĀZĒTU INFORMATĪVO SISTĒMU IZSTRĀDE (TĀLMĀCĪBAS INFORMATĪVĀ SISTĒMA) DEVELOPMENT OF WEB-BASED INFORMATION SYSTEM (DISTANCE EDUCATION INFORMATION SYSTEM)

Imants Žilvinskis, DPU datortīklu administrators, SIA "INFO" projektu vadītājs
Parādes 1 – 401, Daugavpils, LV5400, e-pasts: imants@from.lv, Tālr./fax. 54-25321

Abstract. *The paper describes Distance Education Information System. The aim of the system is to provide effective information exchange between teachers and students and to store information about students progress marks. Based on theoretical knowledge and practical experience tasks for such an information system are described, as well as possible ways of implementation and the real product – Distance Education Information System.*

Tiek uzskatīts, lai izveidotu un ieviestu kādu nopietnu informatīvo sistēmu ir vajadzīgi lieli cilvēku un materiālie resursi. Šajā referātā tiek prezentēta "Tālmācības informatīvā sistēma".

Internets ir globāla informācijas maģistrāle, kas savieno savā starpā dažādas datorsistēmas. Un vienas no plašāk izmantotajām Internet tehnoloģijām patreiz ir HTML (HiperText Markup Language). Šī valoda ir vienlīdz labi saprotama dažādās vidēs - Windows, Linux, Mac utt., tas ļauj operēt ar datiem neatkarīgi no datoru tipa. Un mehānisms, kas to nodrošina, ir Interneta pārlūkprogramma (klienta pusē) un HTTP-serveris.

Internetā ir liels daudzums potenciālo informācijas patērētāju, kā arī ir ļoti daudz potenciālu autoru. Diemžēl liela daļa autoru laika trūkuma dēļ, kā arī pateicoties tam, ka HTML valoda nav sarežģīta, bet tomēr ir vajadzīgs laiks tās apgūšanai, Internetā nublicējas.

Daļēji šo problēmu varētu atrisināt, izmantojot HTML redaktorus, kas ļauj autoram publicēt informāciju nemaz neiedziļinoties HTML uzbūvē. Bet tik un tā jautājums netiek atrisināts pilnībā. Autora galvenais uzdevums ir sagādāt un publicēt informāciju, nerūpējoties par tās pareizu noformēšanu. Ar šīs problēmas risināšanu nodarbojas gan lielas informāciju tehnoloģiju kompānijas, gan atsevišķi indivīdi. Diemžēl ir jāatzīst, ka lielo kompāniju piedāvātie risinājumi ir dārgi un bieži vien programmatūras potenciāls netiek pilnībā izmantots.

Galvenais veidojamās sistēmas uzdevums ir

- iespēja caur Interneta pārlūkprogrammu papildināt informācijas datu bāzi;
- automātiski ģenerēt HTML-lappuses, bāzējoties uz informācijas datu bāzi;
- nodrošināt lietotāja iesniegtās informācijas aizsardzību pret nepiederošām personām.

Viens no uzdevumiem, kas tika risināts, ir TIS (tālmācības informatīvās sistēmas) izveide.

Tālmācības definīcija. **Tālmācība** – izglītības ieguves neklātienas formas paveids, kuru raksturo īpaši strukturēti mācību materiāli, individuāls mācīšanās temps, īpaši organizēts izglītības sasniegumu novērtējums, kā arī dažādu tehnisko un elektronisko saziņas līdzekļu izmantošana.

Kā darbojas tālmācība? Pasniedzējs izsūta mācību kursu ar kontroles darbu studentam. Students patstāvīgi apgūst saņemto mācību kursu un kā apliecinājumu tam, ka ir mācību kursu apguvis, izsūta izpildītu kontroles darbu savam pasniedzējam. Pasniedzējs savukārt to pārbauda un, ja kontroles darbs ir pieņemams, tad to ieskaita un izsūta nākamo mācību materiālu. Tā tas turpinās, kamēr nav iziets viss mācību kurss.

Viss būtu normāli, bet, ja pie pasniedzēja tālmācības kursu klausās vairāk nekā viens students. Ņemot vērā, ka katrs students var mācīties tad, kad viņš to vēlas – viens var apgūt pāris nodarbības nedēļas laikā, cits savukārt vienu nodarbību – divu nedēļu laikā. Parādās problēmas kvalitatīvā pasniedzēja laika sadalē, kā arī precīzā studentu apgūtās vielas uzskaitē.

Risinājums šai problēmai ir TIS izveide, kur būtu iespējams operatīvi atrast katra studenta panākumus tālmācības kursa apgūšanā, citiem vārdiem – spēt veikt operatīvu studentu uzskaiti un administrēšanu. Sistēmai jāspēj nodrošināt ērtu lietošanu ne tikai pasniedzējam, bet, pirmām kārtām, tai jābūt ērtai tālmācības kursa studentiem.

Kādas prasības tiek izvirzītas TIS.

Vispārējās:

- datu drošība;
- ērtums;
- ātrums;
- nepārtraukta darboties spēja 24 stundas diennaktī 7 dienas nedēļā;
- minimāla iejaukšanās no sistēmas administratora puses.

Pasniedzēja prasības:

- nodrošināt lekciju ērtu un vienkāršu vienreizēju publicēšanu;
- nodrošināt pārbaudes laboratorijas darbu ērtu un vienkāršu publicēšanu, pārbaudes laboratorijas darbu atbilžu ērtu un vienkāršu saņemšanu un vērtēšanu, iespējams, procesu automatizējot;
- vieglu studentu uzskaiti un konsultācijas iespējas.

Tālmācības kursu studējošā prasības:

- ērta un vienkārša lekciju saņemšana;
- ērta un vienkārša pārbaudes laboratorijas darbu saņemšana un atbildes publicēšana;
- ērta un vienkārša savu sekmju kontrole.

Veidojot tālmācības informatīvo sistēmu, tika ņemti vērā šādi pamatnoteikumi:

- zemas ieviešanas izmaksas;
- sistēmas stabilitāte;
- ērta sistēmas administrēšanas un paplašināšanas iespējas.

TIS sistēma izveidē izmantojamie resursi:

- OS Linux – operacionālā sistēma, bezmaksas;
- Apache – web-serveris, bezmaksas;
- PHP – dinamisko lapu ģenerēšana, bezmaksas;
- PHPLib – PHP funkciju bibliotēka – atvieglo programmas veidošanu darbā ar datu bāzēm, bezmaksas;
- MySQL – datu bāzu serveris, bezmaksas.

Ņemot vērā, ka PHP, PHPLib un MySQL ir pieejami arī Windows tipa sistēmām, tad pāriešana no viena tipa operacionālās sistēmas uz citu prasa minimālu koriģēšanu programmas kodā. Lai TIS varētu darboties ir izveidots šāds dalījums: programma sastāv no kursiem, kursi sastāv no nodarbībām. Katra nodarbība ietver sevī lekciju, laboratorijas darbu, nodarbībā iegūto zināšanu testu. Piemēram, programma MS Office, kurss Word, nodarbība “Darbs ar tabulām”.

Dotajā TIS sistēmā ir paredzēti 4 tipa lietotāji: administratori, moderatori, pasniedzēji, studenti. Zemāk tiek aprakstītas katra tipa lietotāja tiesības.

Administrators:

- moderatoru, pasniedzēju, studentu reģistrēšana sistēmā;
- programmu izveide;
- kursu izveide: lekciju, laboratorijas darbu uzdevumu ielāde, testa jautājumu ievade, studentu zināšanu kontrole;
- studentu pievienošana programmai.

Moderators:

- pasniedzēju, studentu reģistrēšana sistēmā;
- programmu izveide;
- kursu izveide: lekciju, laboratorijas darbu uzdevumu ielāde, testa jautājumu ievade, studentu zināšanu kontrole;
- studentu pievienošana programmai.

Pasniedzējs:

- kursu izveide: lekciju, laboratorijas darbu uzdevumu ielāde, testa jautājumu ievade, studentu zināšanu kontrole;
- studentu pievienošana programmai.

Students:

- lekciju un laboratorijas darbu lejupielāde, laboratorijas darba atbildes ielāde, tests;
- iespēja nepārtraukti kontrolēt savas sekmes.

TIS ietvaros izveidotas ziņu listes, kas nodrošina studentam nosūtīt savu ziņu visiem kursa apguvējiem, kursa pasniedzējam, programmas moderatoriem, kā arī to pašu var darīt pasniedzēji, moderatori un administratori. Lekciju, laboratorijas darbu un to atbilžu publicēšanā netiek izmantots HTML. Visas lekcijas var tikt veidotas Word vai PDF formātā. Kā obligāts nosacījums ir ielādējamā materiāla saarhivēšana, tas saistīts ar to, ka ne visiem TIS esošiem un potenciāliem lietotājiem ir pieejams patstāvīgs Interneta pieslēgums, vai arī tas nav kvalitatīvs.

Patreiz TIS ieviešana tiek pabeigta Daugavpils Pedagoģiskajā universitātē, notiek sistēmas testēšana, kļūdu labošana. Paredzams, ka ar 1. septembri sistēmā jau varēs reģistrēt pirmos DPU tālmācības kursu klausītājus.

Secinājumi. TIS ieviešana ļauj nodrošināt neierobežotu tālmācības kursu skaitu, to uzskaiti un administrēšanu. Sistēma atbrīvo pasniedzēju no liela daudzuma lieka darba: pasniedzējam jāveic tikai vienreizēja lekciju, laboratorijas darbu, testa jautājumu ielāde. Darbība sistēmā notiek caur visiem labi pazīstamu Web interfeisu.

Autoru saraksts

- Alksne Anda, 14, 181
Belousova R., 173
Belovs Andris, 148
Bērziņš Andris, 61
Blahins Jānis, 5
Bogdanova Nellija, 245
Boļakova Ieva, 248
Burovs Igors, 102
Cakula Sarma, 250
Chrzan Tadeusz, 10
Cīrule Dace, 14, 181
Dubrovskis Vilis, 17, 186
Freimanis Jānis, 24
Gaile Zinta, 61
Goiževskis Ojārs, 204
Grabusts Pēteris, 257
Graudiņa Iveta, 161
Grekovs Romans, 263
Guļāns Pēteris, 266
Hrols Jurijs, 14, 181
Iljins Uldis, 221, 229
Ilsters Andrievs, 29
Ivanovs Semjons, 36, 75
Jevsejenko Aleksejs, 266
Kalis Harijs, 273
Kaķītis Aivars, 41, 54
Kangro Ilmārs, 273
Kārklīņš Andris, 186, 204
Ķikāns Andris, 221
Ķiščenko Antons, 279
Kondratovičs U., 173
Koroļova Jelena, 61
Kristapsons Miervaldis, 186, 204
Kronbergs Ēriks, 50, 54
Lapiņš Dainis, 61
Lavnikoviča Ilzīte, 14
Leibus Inguna, 65
Lejasbuda I., 173
Līcīte Vita, 144
Matisāns Eduards, 75
Megre D., 173
Metlāns Aigars, 80
Miklaševičs Ziedonis, 85, 94
Miške I., 173
Morozovs Vladislavs, 102
Najbar Bartłomiej, 106
Nikitins Oļegs, 116
Noviks Gotfrīds, 122
Oboļeviča Daiga, 127
Onževs Oskars, 279
Pastarus J. – R., 132
Plūme Imants, 54, 138
Poikāne Sandra, 144
Priekulis Juris, 148
Putāns Aldis, 229
Putāns Henriks, 221, 229
Radzevičius A., 154, 236
Ruža Antons, 127
Silineviča Irēna, 161
Staša Jānis, 168
Stočka Vitauts, 284
Stramkale Veneranda, 173
Stonkuss V., 24
Sukovs Anatolijs, 288
Šķēle Arnolds, 186, 229,
Šķēle Kaspars, 181
Šnīders Andris, 191
Švarca J., 173
Tatarinovs V.N., 102, 197
Teirumnieks Edmunds, 80
Tipāns Ēriks, 293
Tombergs T., 132
Upītis Andris, 186, 204
Užga-Rebrovs Oļegs, 210, 295
Vikmane M., 173
Zandmane Astrīda, 217
Ziemelis Imants, 186, 221, 229
Zinkutė R., 154, 236
Žilvinskis Imants, 301