

**RĒZEKNES AUGSTSKOLA
INŽENIERU FAKULTĀTE
LATGALES ILGSTSPĒJĪGĀS ATTĪSTĪBAS
PĒTNIECISKAIS INSTITŪTS**

**REZEKNE HIGHER EDUCATION
INSTITUTION
FACULTY OF ENGINEERING
LATGALE SUSTAINABLE DEVELOPMENT
RESEARCH INSTITUTE**

VIDE. TEHNOLOĢIJA. RESURSI

VII starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli
2009.gada 25.-27.jūnijs

2. SĒJUMS

ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES

Proceedings of the 7th International Scientific and Practical
Conference June 25-27, 2009

VOLUME II

Rēzekne
2009

VIDE. TEHNOLOĢIJA. RESURSI: VII starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli 2009. gada 25.-27. jūnijs. 2. sējums. Rēzekne, 2009. 272 lpp.

ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference June 25-27, 2009. Volume II. Rezekne, 2009. p. 272.

Zinātnisko rakstu krājumā iekļauti VII starptautiskās zinātniski praktiskās konferences "Vide. Tehnoloģija. Resursi" raksti.

Rakstu tematika saistīta ar vides aizsardzības problēmām, teoriju, praksi un pieredzi vides aizsardzībā, vides tehnoloģijām un enerģētiku, ilgtspējīgo lauksaimniecību, dabas resursiem, bioloģisko daudzveidību, vides izglītību un ilgtspējīgo attīstību, ekoloģijas un kultūras attiecībām, pārstāvēti referāti, kas ir saistīti ar datorzinātnes, matemātikas un mehātronikas pielietošanu vides un citu nozaru problēmu risināšanā.

Proceedings include papers presented at the 7th International Conference "Environment. Technology. Resources."

The themes of the papers are – the environmental problems, theory, practice and experience in environmental protection, environmental technologies and power industry, sustainable agriculture, natural resources, biodiversity, environmental education and sustainable development, ecology and culture. A separate section of the conference includes papers on applications of computer science, mathematics and mechatronics for solution of environmental and other problems.

Konferences orgkomiteja / Organizing Committee:

prof. Dr.habil.geol. G.Noviks – Chairman (Rēzekne Augstskola, Latvia)
doc. Dr.sc.ing. E.Teirumnieks – Cochairman (Rēzekne Augstskola, Latvia)
prof. Dr.habil.chem. M.Kļaviņš (University of Latvia, Latvia)
assoc.prof. Dr.sc.ing. A.Martinovs (Rēzekne Augstskola, Latvia)
assoc.prof. Dr.sc.ing. P.Grabusts (Rēzekne Augstskola, Latvia)
prof. Dr. W.Leal (Hamburg University of Applied Sciences, Germany)
prof. Dr. V.Morozov (Russian Academy of Sciences, Russia)
prof. Dr.-Ing. J.Timmerberg (Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Germany)
assoc.prof. J.-R.Pastarus (Tallin University of Technology, Estonia)
prof. Dr. R.Tepfers (Chalmers University, Sweden)
prof. Dr. T.Chrzan (The University of Zielona Góra, Poland)

Recenzenti / Reviewers:

prof. Dr.habil.chem. M.Kļaviņš (University of Latvia, Latvia)
prof. Dr.habil.sc.ing. J.Vība (Rīga Tehniskā Universitāte, Latvia)
prof. Dr.habil.sc.ing. D.Blumberga (Rīga Tehniskā Universitāte, Latvia)
prof. Dr.habil.sc.ing. J.Merkurjevs (Rīga Tehniskā Universitāte, Latvia)
prof. Dr.agr. A.Adamovičs (Latvijas Universitāte, Latvia)
prof. Dr.sc.ing. I.Silineviča (Rēzeknes Augstskola, Latvia)
prof. Dr.paed. P.Vucenlazdāns (Rēzeknes Augstskola, Latvia)
doc. Dr.biol. I.Druvietis (University of Latvia, Latvia)
Dr.agr. V.Starmkale (Latgale Sustainable Development Research Institute, Latvia)

Redkolēģija / Editorial Committee:

prof. Dr.habil.geol. G.Noviks (Rēzekne Augstskola, Latvia) (managing editor)
prof. Dr.habil.sc.ing., J.Vība (Rīga Tehniskā Universitāte, Latvia)
prof. Dr.phil.habil. B.Hill (Münster University, Germany)
prof. Dr. R.Tepfers (Chalmers University, Sweden)
assoc. prof. Dr.sc.ing. A.Teilāns (Rēzekne Augstskola, Latvia)
assoc.prof. Dr. L.Kliučininkas (Kaunas University of Technology, Lithuania)

Rīcības komiteja / Steering Committee

Mg.chem. Ē.Teirumnieka
Mg.ed. I.Morozova
Mg.biol. R.Deksne

Redaktore / Editor Vita Ansone

Maketu veidojusi Vita Ansone

© **Rēzeknes Augstskola**

Atbrīvošanas alejā 90, Rēzeknē, LV 4600

ISSN 1691-5402

ISBN 978-9984-44-028-6

RA Izdevniecība, 2009

Atbrīvošanas alejā 115, Rēzeknē, LV 4601

SATURS

IV KLIMATS, ŪDENS VIDE, BIOLOĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA

Markevičienē L. Vaidelys J.	Ainavu optimizācijas un dekoratīvo augu aklimatizācijas praktiskie pētījumi Kauņas koledžas Ainavu fakultātē	11
Margalienē J.	Lietuvas savvaļas dekoratīvo augu morfoloģisko un bioekoloģisko īpašību izvērtēšana un to izmantošanas iespēju izpēte	17
Nazarova L.E.	Reģionālā klimata izmaiņu ietekme uz Oņegas ezera ūdensgūtvies baseina noteci	25
Rutkovska S. Zeīļa I.	Invazīvo biezlāpju dzimtas sugu izplatība Daugavpils pilsētas teritorijā (Latvija)	30
Timofejeva L. Naumenko M.	Limnoloģisko parametru anomalitātes telpiskā sadalījuma izvērtēšanas metodika uz Lādogas ezera ūdens virsmas temperatūras lauku piemēra	35
Brakovska A. Škute R.	Zooplanktona grupu ekoloģiskais novērtējums Geraņimovas-Ilzas un Garajā ezerā	43
Busarova V.	Karēlijas ūdens objektu rekreācijas potenciāls un to izmantošana rekreācijas mērķiem (uz Zaonežjes rajona piemēra)	51
Zobkov M.	Automatizētā ūdens objektu klasifikācija un dabiskā ūdens kvalitātes izvērtējums	56
Jarosiewicz A.	Slupijas upes (Polija) ūdens kvalitātes izmaiņas	64
Reimanis M. Ozoliņš J. Mālers J. Nikolajeva V.	Dažādu fizikāli ķīmisko apstrādes metožu ietekme uz mikroorganismu vairošanos ūdenī	71
Bassioni G.	Globālā sasilšana un tās strukturālie aspekti	78
Deksne R. Škute A. Škute R.	Daugavas (<i>Zapadnajas Dvinas</i>) zooplanktons posmā no Surožas (Baltkrievija) līdz Dunavai (Latvija)	87

V VIDES IZGLĪTĪBA UN ILGTSPĒJĪGĀ ATTĪSTĪBA

Vyshkin E.	Ilgtspējīgās attīstības filozofijas integrācija ekoloģiskajā izglītībā	95
Elers G. Kantāne I. Vītiņš M. Rasnačs O. Kostjukova S.	Informātikas priekšmetu saistība ar apgūstamo specialitāti Latvijā un pasaulē	99

Tolstikov A. Potahin M. Bogdanova M.	Datorvizualizācija ekoloģiskajā izglītībā	108
Vucenlīdzāns P.	Studentu mācību darbības pašnovērtēšana izglītības kvalitātes nodrošināšanā	113
Ciplijauskienē P. Rukštelienē N.	Lietišķo pētījumu ieviešana vides aizsardzības speciālistu sagatavošanas procesā	120
Atstāja Dz.	Vides aizsardzības teorija, prakse un pieredze studiju procesā ..	127
Lagzdiņa Ē. Erņšteins R.	Vides politikas plānošana pilsētu pašvaldībās: disciplinārās un integratīvās pieejas komplementaritāte	134

VI DATORZINĀTNE UN VIDE

Zorins A.	Mazumtirdzniecības pieprasījuma prognozēšana ar modulārajiem neironu tīkliem	147
Bērziša S.	Projektu vadības procesu definēšana un formalizēta attēlošana	154
Bonders M.	Lietojumprogrammatūras integrācijas risinājumu novērtējums pasta pārvaldījumu transporta plānošanas problēmu risināšanā	162
Užga - Rebrops O.	Zināšanu attēlošanas īpatnības neprecīzu kopu teorijā	169
Romānovs A. Lektauers A. Merkurjevs J. Klimovs R.	Daudzvalodu e-vietnes koncepcija operacionālo IT risku pētīšanai	177
Grabusts P.	Evolūcijas algoritmi pēc izvēles: no GA uz GP	185
Dreija Ģ. Ginters E.	Sistēmu dinamikas pielietošana blogosfēras attīstības modelēšanā	193
Kijaško M.	Rēzeknes Augstskolas informācijas sistēmas servisorientētās arhitektūras risinājums	198

VII MEHATRONIKA UN VIDE

Vanaga I. Siliņš A. Jēkabsons N.	Skaitliskās modelēšanas pakešu salīdzinājums lineārās plīšanas mehānikas uzdevuma gadījumā	207
Polukoshko S. Kononova O. Sokolova S.	Triecientipa gravitācijas padevēja dinamika	214
Gonca V. Svabs J. Kobrinecs R.	Elastomēra amortizatora stinguma aprēķins, ņemot vērā tā starpslāņa deformāciju	222
Martinovs A. Gonca V.	Slīdes berzes procesu aprakstošs modelis	227

Banakh L. Nikiforov A.	Nelīdzsvarotās vārpstas atgriezeniskā precesija elastīgi nostiprinātajos slīdošajos gultņos un peldošajos sablīvējumos mehāniskā kontakta rezultātā	234
Polukoshko S. Hofmanis J.	“CATERPILLAR” – SSA metodes pielietošana industriālu un ekonomisku rādītāju analīzei un prognozei	241
Gaigals G. Kalniņš J.R.	A+B → A reakcijas kinētikas modelēšana daļiņas liela brīvā ceļa garuma gadījumā	249
Timmerberg J. Beckmann P. Mylvaganam S.	Induktivitātes kvazianalītisks aprēķins ar subvadītāju metodi ...	259
	<i>Autoru saraksts</i>	267

CONTENT

IV CLIMATE, WATER ENVIRONMENT, BIODIVERSITY

Markevičienė L. Vaidelys J.	Applied research in the aspects of landscape optimization and ornamental plants acclimatization at the faculty of landscaping of Kaunas College	11
Margalienė J.	The research on the use of wild ornamental plants and evaluation of morphological and bioecological peculiarities	17
Nazarova L.E.	Effect of the regional climate change on runoff from the Lake Onego watershed	25
Rutkovska S. Zeīļa I.	Distribution of invasive species (<i>Crassulaceae</i>) in the Daugavpils city (Latvia)	30
Timofejeva L. Naumenko M.	Methodology of estimating of limnological characteristics spatial distributions abnormality on the example of Lake Ladoga surface water temperature fields	35
Brakovska A. Škute R.	Ecological evaluation of zooplankton groups in Lake Geranimovas-Ilzas and lake Garais	43
Busarova V.	Recreation potential and water-based recreation resources in Karelia (example of the Zaonezhje area)	51
Zobkov M.	Automatic water objects classification and natural water quality assessment	56
Jarosiewicz A.	Transformation of the water quality in the Słupia River (Poland)	64
Reimanis M. Ozoliņš J. Mālers J. Nikolajeva V.	Influence of various physical-chemical treatment methods on microbial growth in water	71
Bassioni G.	Global warming and construction aspects	78
Deksne R. Škute A. Škute R.	The Daugava (<i>Zapadnaja Dvina</i>) zooplankton from Surozha (Belarus) to Dunava (Latvia)	87

V ENVIRONMENTAL EDUCATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Vyshkin E.	Introducing sustainable development philosophy into engineering education	95
Elers G. Kantāne I. Vītiņš M. Rasnačs O. Kostjukova S.	Informatics subjects' connection with teachable specialty in Latvia and world	99

Tolstikov A. Potahin M. Bogdanova M.	Computer visualization in ecological education	108
Vucenlzdāns P.	Self-evaluation of students' teaching/learning process for quality assurance	113
Ciplijauskienė P. Rukštelienė N.	Implementation of applied research into the study process when training the professionals of environment protection	120
Atstāja Dz.	Theory, practice and experience of environment protection in study process	127
Lagzdiņa Ē. Erņšteins R.	Municipal environmental policy planning: complementarity of disciplinary and integrative approaches	134

VI COMPUTER SCIENCE AND ENVIRONMENT

Zorins A.	Retail turnover prediction using modular artificial neural networks	147
Bērziša S.	Definition and formal representation of the project management processes	154
Bonders M.	The evaluation of enterprise application integration approaches to resolve postal parcel delivery transport routing problems	162
Užga - Rebrovs O.	Knowledge representing features in rough sets theory	169
Romānovs A. Lektāuers A. Merkurjevs J. Klimovs R.	Multilanguage website concept for operational IT risk research	177
Grabusts P.	Evolutionary algorithms at choice: from GA to GP	185
Dreija Ģ. Ginters E.	System dynamics use in blogosphere development simulation	193
Kijaško M.	Rezeknes Augstskola information system service oriented architecture solution	198

VII MECHATRONICS AND ENVIRONMENT

Vanaga I. Siliņš A. Jēkabsons N.	Numerical modelling software comparison in case of linear fracture mechanics	207
Polukoshko S. Kononova O. Sokolova S.	Gravity – operated impact feeder dynamics	214
Gonca V. Svabs J. Kobrinecs R.	Rigidity of rubber-metal elements with thin layers at compression	222

Martinovs A. Gonca V.	Descriptive model of sliding friction processes	227
Banakh L. Nikiforov A.	Backward whirl of unbalanced shaft at elastically constrained journal bearings and floating seals due to mechanical contact ..	234
Polukoshko S. Hofmanis J.	Use of “CATERPILLAR” – SSA method for analysis and forecasting of industrial and economic indicators	241
Gaigals G. Kalniņš J.R.	Modelling of an $A+B \rightarrow A$ reaction kinetics in case of particles big free mean path	249
Timmerberg J. Beckmann P. Mylvaganam S.	Quasianalytical estimates of inductance using subconductor methods	259
	<i>List of Authors</i>	267

IV

**KLIMATS, ŪDENS VIDE,
BIOĻOGISKĀ
DAUDZVEIDĪBA**

***CLIMATE, WATER
ENVIRONMENT,
BIODIVERSITY***

**APPLIED RESEARCH IN THE ASPECTS OF LANDSCAPE
OPTIMIZATION AND ORNAMENTAL PLANTS ACCLIMATIZATION
AT THE FACULTY OF LANDSCAPING OF KAUNAS COLLEGE
KAUNO KOLEGIJOS KRAŠTOTVARKOS FAKULTETE VYKDOMI
TAIKOMIEJI TYRIMAI DEKORATYVIŲJŲ AUGALŲ INTRODUKCIJOS IR
AKLIMATIZACIJOS ASPEKTU**

Laima Markevičienė, Jonas Vaidelys

Kaunas College, Faculty of Landscaping

Department of Green Plantations and Agro technologies

Mokslo st. 2, Mastaičiai, 53313 Kaunas reg.; e-mail: zeldiniu.katedra@gmail.com

Abstract. *Urbanizuota aplinka, jos fizinių komponentų kokybė šiuolaikinei visuomenei yra ypač svarbi, nes vis daugiau gyventojų telkiasi miestuose. Ji, be plataus spektro ekologinių reiškinų, veikia ir visuomenę. Beatodairiškas gamtinės aplinkos urbanizavimas, intensyvus naudojimas ir tarša yra viena pagrindinių šiandienos problemų. Miestų žaliųjų plotų sistemų kūrimas, svarbus tiek urbanizuotos aplinkos optimizavimo, tiek gamtos vertybių išsaugojimo urbanizuotoje aplinkoje aspektu. Urbanizacijos procesai agresyviai skverbiasi į miestų skverus, parkus, gėlynus, todėl svarbus tampa konteinerinis želdinimas. Jam naudojami vienmečiai, daugiamečiai lauko ir kambariniai (vazoniniai) augalai.*

Straipsnyje nagrinėjami Kauno Kolegijos, kraštotvarkos fakultete Želdinių ir agrotechnologijų katedroje 2004 - 2008 metais atlikti taikomieji moksliniai tyrimai: „Dekoratyviųjų ir sodo augalų sortimento, technologijų ir aplinkos optimizavimas“. Introdukcijos ir aklimatizacijos aspektu nagrinėtos šios temos: „Lauko gėlių sortimento ir išplitimo kaitos analizė Lietuvos miestų bendrojo naudojimo želdynuose“ ir „Kambarinių gėlių sortimento kaita Lietuvoje“.

Keywords: *research, assortment, landscape, container planting, recreation, assortment, taxon, urbanization.*

Introduction

Urbanization of environment, the quality of its physical components is especially important for the modern society because more and more people settle down in the cities and towns. Besides the wide spectrum of ecological phenomena it also affects society. Reckless urbanization of natural environment, its intensive use and pollution are one of the main issues of the modern world.

During the last years a lot of research on the urbanized environment as well cite landscape have been performed and published (Burneika, 2000, Godienė, 2002, Ribokas, 2002 etc.).

The scientific and technological progress always used to raise complex issues concerning the relation between a human being and nature that nowadays gained special importance. During the process of intensive urbanization it is difficult to preserve town nature: the process of changes in relief, the condition as well as the area of water pools and green plantations.

The creation of the town green area systems is important both in the aspect of the optimization of the urbanized environment and preservation of natural values in the urbanized environment. Processes of urbanization aggressively penetrate town squares, parks and parterres. Thus container planting becomes very important. Annual and perennial garden and house (pot) plants are used for this type of planting.

The main tool for the optimization of urbanized environment and town landscape is the formation of the green area system.

In the department of green plantations and agro technologies at the Kaunas College, Faculty of Landscaping in the years 2004-2008 applied scientific research on the topic: „Optimization of ornamental and garden plants assortment, technologies and environment“ has been carried out. The following topics have been analyzed in the aspect of introduction and acclimatization:

1. „Analysis of the changes in the wildflower assortment and outspread in the general use plantations of Lithuanian cities”.
2. „The changes in the houseplant assortment in Lithuania”.

Aim – to evaluate the applied research in the aspect of ornamental plants introduction and acclimatization carried out in Kaunas College Faculty of landscaping

Objectives:

1. To prepare the differentiated assortment of herbaceous ornamental plants based on scientific research for different natural and ethno social conditions.
2. To compose houseplant (pot plant) assortment based on scientific research according to the classification reflecting separate morphological-decorative characteristics of flowers, the groups of houseplants. To design the assortment of houseplants suitable for the container planting.

Materials and methods

1. The research was carried out following the methodology of phonological observations of ornamental herbaceous plants, biometric measurements and assortment formation prepared by J.Vaidelys. Questionnaire – analysis research was carried out in nine Lithuanian cities.
2. The houseplant assortment research was carried out in the years 2004-2007 in „Tik gėlės“ ltd., „Kalmina“ltd., „Senukų prekybos centras“ltd., company „Lygus kelias“ was also analyzed.

The list of houseplant assortment was designed once a year (in November). In the year 2008 the assortment of the houseplants grown in Lithuania and imported ones was designed.

Results

While performing the research „Analysis of the changes in the wildflower assortment and outspread in the general use plantations of Lithuanian towns” in the years 2004-2006 the flower assortment in the community green plantations of Alytus, Anykščiai, Druskininkai, Marijampolė, Prienai, Ukmergė, Utena, Varėna and Vilkaviškis towns was analyzed and the received data was compared with the flower assortment recorded in these towns in 1980-1983.

Flower assortment has been expanded. If in the former years 1980-1983 the flowers of 78 taxons were grown, in the years 2004-2006 – the flowers of 106 taxons were used. There has been a huge expansion in the assortment of annual flowers (respectively 15 and 30 taxons) and perennial, flowers that are not wintering outside (3 and 7 taxons). This can be explained by a longer decorative period of these flower groups. There has been a slight increase in the use of perennial flowers (54 and 64 taxons), but the use in biennial flowers and roses has decreased. This can be explained by rather complicated care of roses especially when preparing for winter and not every town has a full time plantation supervisor (table 1 and Table 1).

The changes of perennial flower taxons expressed by percentage have altered slightly (69,22 and 62,27 %) this meets the recommendations for the town plantations.

There has been significant increase in the number of flower taxons in the towns of Druskininkai (21-45 taxons), Anykščiai (12-24 taxons), Varėna (18-27 taxons). The number of flower taxons decreased in the towns of Vilkaviškis, Utena, Ukmergė and Alytus. The similar level remained in Marijampolė and Prienai (Figure 1).

Table 1.

The amount of flower bio ecological groups in Lithuanian towns J.Vaidelys, 2006

Total number of taxons	Town	Year of research	Bio ecological group of flowers									
			Annuals		Biennials		Perennials		Perennials, not wintering outside		Roses	
			Taxons	%	Taxons	%	Taxons	%	Taxons	%	Taxons	%
23	Alytus	1980 – 1983	7	30,43	1	4,35	14	60,87	1	4,35	0	0
18		2004 - 2006	4	22,20	0	0,0	11	61,14	2	11,11	1	5,55
12	Anykščiai	1980 – 1983	9	75,00	0	0,0	2	16,67	0	0,0	1	8,33
24		2004 - 2006	12	50,00	1	4,17	9	37,50	2	8,33	0	0,0
21	Druskininkai	1980 – 1983	5	23,81	0	0,0	12	57,15	2	9,52	2	9,52
45		2004 - 2006	15	33,3	1	2,2	23	51,17	6	13,30	0	0,0
15	Marijampolė	1980 – 1983	6	60,00	2	13,33	4	26,67	2	13,33	1	6,67
17		2004 - 2006	7	41,17	0	0,0	10	58,83	0	0,0	0	0,0
10	Prienai	1980 – 1983	8	80,00	0	0,0	0	0,0	1	10,00	1	10,00
14		2004 - 2006	6	42,86	2	14,29	4	28,56	2	14,29	0	0,0
25	Ukmergė	1980 – 1983	6	24,00	0	0,0	16	36,00	2	8,00	1	4,00
18		2004 - 2006	5	27,78	1	5,56	9	50,01	2	11,11	1	5,56
28	Utena	1980 – 1983	7	30,43	0	0,0	18	60,87	2	8,70	0	0,0
19		2004 - 2006	3	15,79	0	0,0	14	73,68	2	10,53	0	0,0
18	Varėna	1980 – 1983	5	27,78	1	5,56	12	67,17	0	0,0	0	0,0
27		2004 - 2006	8	28,57	2	7,14	15	57,15	2	7,14	0	0,0
31	Vilkaviškis	1980 – 1983	9	29,03	0	0,0	18	58,06	3	9,68	1	3,23
20		2004 - 2006	4	20,00	0	0,0	15	75,00	1	5,00	0	0,0

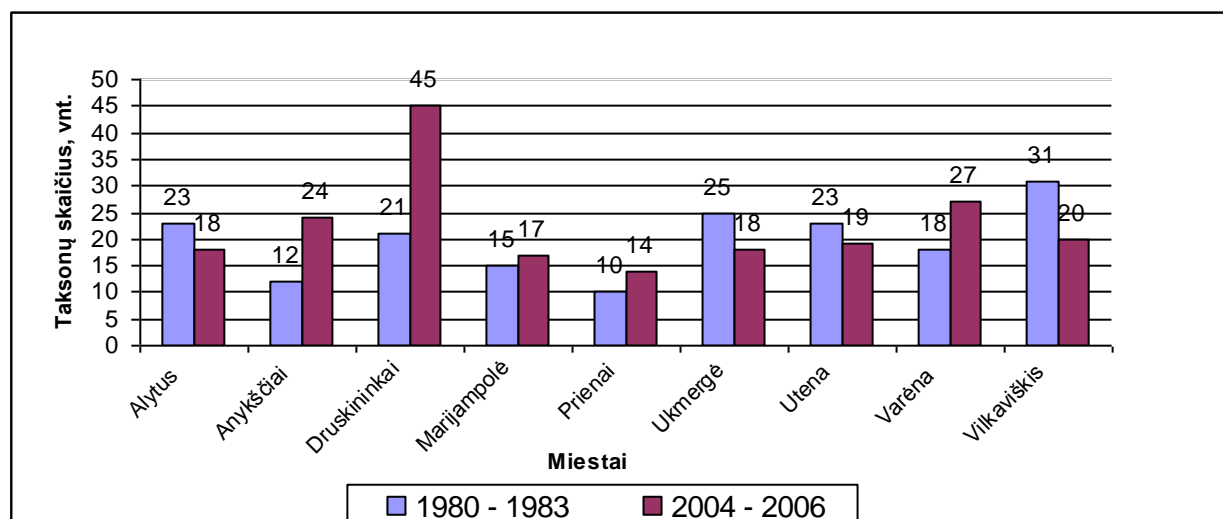


Fig. 1. The change in the number of flower taxons in Lithuanian towns

The biggest areas in the researched towns were mostly planted with: *Begonia semperflorens* Link. Et Otto, *Petunia hybrida hort.*, *Salvia splendens* Ker.-Gawl., *Tagetes patula* L., *Senecio bicolor* L., *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch., *Hylotelephicum spectabile* L., *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers., *Iris hybrida hort.*, *Iris sibirica* L., *Begonia tuberhybrida* Voss., *Impatiens walleriana* L., *Canna indica* L., *Pelargonium zonale* Ait..

New species that were started to be grown are *Argyranthemum frutescens* L., *Calibrachoa spec.*, *Gazania ringens* L., *Helichrysum petiolare* Ait., *Perilla frutescens* (L.) Britt., *Ricinus communis* L., *Sanvitalia procumbens* L., *Sutera cordata* L., *Alchemilla mollis* L., *Festuca glauca* L.. There has been an expansion in the assortment of *Hosta spec.*.

However there has been decrease in the use of representatives of *Ageratum houstonianum* Mill., *Dahlia cultorum* Simplex, *Lobularia maritima* Desv., *Zinnia elegans* Jacq., *Cerastium tomentosum* L., *Phlox paniculata* L., *Saxifraga spec.* and *Sedum spec.* genus.

These are ornamental, however slightly more difficult to grow flowers that require more care. It was observed that the flower assortment was influenced by the firms cultivating flower seedlings that are located near the towns (V.A. Žemaičių – near Druskininkai, the company of „Original Erfurt seeds” – in Anykščiai). These are the factors influencing the introduction process. The assortment of houseplants in Lithuania is partially formed and alters slightly. The houseplants from Netherlands, Poland, Germany, Scandinavian and other countries predominate in Lithuanian market. In spite of the huge supply of the flowers from foreign countries there has been an interest in nice flowering houseplants cultivated in Lithuania: cyclamens, gorgeous euphorbia, primroses, and chrysanthemums. Because of the good quality flowers cultivated in Lithuania are popular among the buyers.

In the assortment of ornamental flowers composed in 1971 19 species of nicely flowering flowers, 26 species of flowers with ornamental leaves and 23 species of succulents were described.

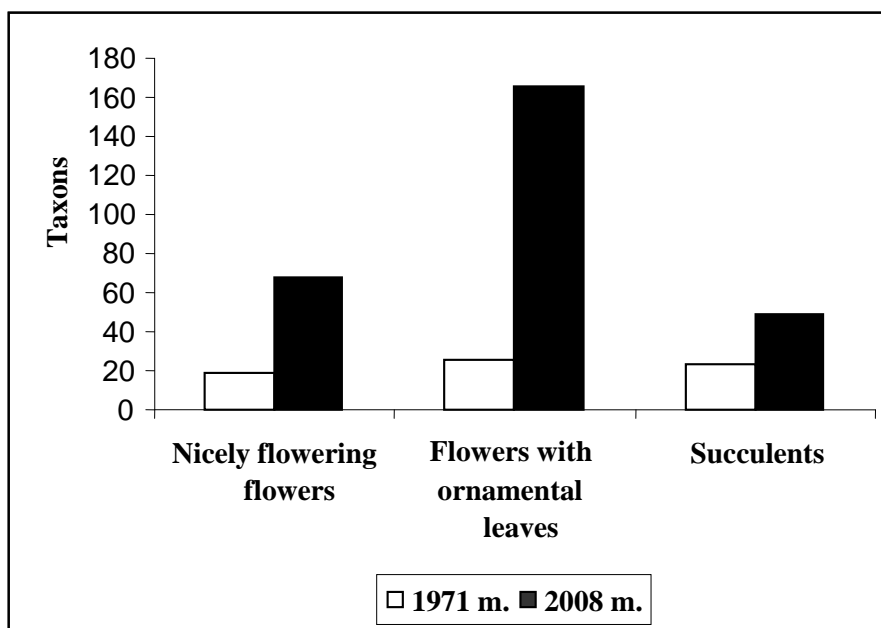


Fig. 2. The change in the number of houseplant taxa according to the groups reflecting morphological – decorative flower characteristics

After performing research in 2008 the list of houseplant assortment has been composed. The assortment contains houseplants sold by the companies selling and exporting houseplants. The assortment does not describe plant species as constantly changing taxonomic parameter. Assortment includes 283 taxa of houseplants: 68 taxa (24,02%) of nicely flowering plants, 166 taxa (58,65%) of houseplants with ornamental leaves and 49 taxa (17,31%) of succulents (Table 2). Comparing the years 1971 and 2008 it was observed that the assortment of nicely flowering plants has increased by 49 taxa, the assortment of plants with ornamental leaves by 140 taxa and the one of succulents by 26 taxa (Table 2).

Table 2.

The amount of houseplant groups according to morphological - decorative characteristics in the researched enterprises (L. Markevičienė, 2008)

Total number of taxons	Enterprises	Year of research	Nicely flowering plants		Flowers with ornamental leaves		Succulents	
			Taxons	%	Taxons	%	Taxons	%
209	„Senukų prekybos centras“ ltd.	2004 - 2005	43	20,57	124	59,33	42	20,09
296		2006 - 2007	69	23,31	167	56,41	60	20,27
117	„Tik gėlės“ltd.	2004 - 2005	20	17,09	69	58,97	28	23,93
127		2006 - 2007	25	19,68	72	56,69	30	23,62
100	„Kalmina“ ltd.	2004 - 2005	21	21,00	61	61,00	18	18,00
75	„Lygus kelias“ ltd.	2004 - 2005	12	16,00	53	70,66	10	13,33

In order to find the most popular houseplants, the volume of sales and the change in assortment the sales of houseplant were examined in the private limited company „Senukų prekybos centras“.

On the basis of the research data it is possible to assert that plant sales increase every year: in the year 2005 – 18 822 plants were sold, in the year 2006 – 22 315, and in 2007 – 22 375 plants were sold. The sales increase every year. Plants are bought not only for interiors but also for the decoration of exteriors and container planting because it is one of the possibilities for the plantation of blocks of apartments as well as heavily urbanized areas. It is considered that the demand for houseplants will increase in the future because the plants are decorative; there is wide assortment of these plants as well as the range of their application. Houseplants are used to decorate not only different premises, but many plants in summer can grow outside, in terraces and balconies, they can be used for container planting.

The container planting and the decoration of buildings with pot plants is getting more popular in Lithuania, but Lithuanian towns still lack this method of plantation. Thus, container planting is one of the possibilities for the plantation of blocks of apartments and heavily urbanized areas.

The following nicely flowering plants are best suitable for container planting: *Rhododendron indicum* L., *Chrysanthemum* L., *Fuchsia* L., *Gerbera* L., *Kalanchoe. blossfeldiana* Poelln., *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Camellia* L., *Nerium* L., *Pelargonium* L ‘Her, *Primula* L., *Impatiens* L. Flowers with ornamental leaves: *Aspidistra* Ker Gawl. , *Begonia* L., *Dracaena* Vand. Ex L., *Yucca* L., *Nolina* Michx (*sin. Beaucarnea recurvata*), *Euonymus* L., *Peperomia* Ruiz et Pav, *Sansevieria* Thunb. , *Hedera* L., *Plectranthus*. Succulent: *Agave* L. , *Aloe* L. *Echeveria* DC., *Opuntia ficus – indica* Mill., *Sedum* L. etc.

Conclusions

1. The assortment of flowers in the researched towns (Alytus, Anykščiai, Druskininkai, Marijampolė, Prienai, Ukmergė, Utena, Varėna and Vilkaviškis) during the last 20 years has increased by 28 taxons. More annual and perennial flowers that cannot be grown outside in winter are cultivated because these flowers have longer decorative period. The towns have regular parterres, accumulated in the town centers. And the free planned parterres in the parks contain perennial flowers.

The biggest number of taxons (45) was recorded in Druskininkai, their compositions are the most beautiful and they occupy the largest area.

The most popular flowers are *Begonia semperflorens* Link. Et Otto, *Petunia hybrida hort.*, *Salvia splendens* Ker.-Gawl., *Tagetes patula* L., *Senecio bicolor* L., *Bergenia crassifolia* (L.)

Fritsch., *Hylotelephicum spectabile* L., *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers., *Iris hybrida hort.*, *Iris sibirica* L., *Begonia tuberhybrida* Voss., *Impatiens walleriana* L., *Canna indica* L., *Pelargonium zonale* Ait..

2. The assortment of houseplants in the year 2008 included 283 taxons of plants: 68 nicely flowering plants, 166 – houseplants with decorative leaves and 49 taxons of succulents.

The changes in the assortment and the sales of houseplants are mostly influenced by the following factors: bio ecological characteristics of a plant, its decorative level, season and possibilities for their application. The most popular are different kinds of *Dracaena*, *Jucca*, *Ficus*, *Saintpaulia*, *Zamia*, *Nolina*, all types of *Succulentus*, *Pelargonium*, *Hedera*, *Fuchsia*. The best houseplants for container planting are the following: *Rhododendron indicum* L., *Chrysanthemum*, *Fuchsia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Nerium*, *Pelargonium*, *Primula*, *Impatiens*, *Aspidistra*, *Begonia*, *Dracaena*, *Yucca*, *Euonymus*, *Hedera*, *Plectranthus*, *Agave*, *Aloe*, *Echeveria* etc.

Bibliography

1. Jankevičienė R., Jankavičiūtė G. Botanikos vardų žodynas. Vilnius, 1998.
2. Markevičienė L. Kambarinės gėlės. K., 2006. (25)
3. Markevičienė L., Vaidelienė J. Kambarinių augalų auginimas ir komponavimas. V., 2006. (25)
4. Roth J. Pflanzen fürs zimmer. Leipzig, 1987
5. Vaidelys J. Dekoratyviųjų žolinių augalų fenologinių stebėjimų, biometrinių matavimų ir sortimento sudarymo metodika. Mastaičiai, 2005.
6. Varkulevičienė J., Sasanauskas V. Žydinčios kambarinės gėlės. V., 2005.
7. Želdynams taikomų augalų asortimentas. Vilnius, 1971.

THE RESEARCH ON THE USE OF WILD ORNAMENTAL PLANTS AND EVALUATION OF MORPHOLOGICAL AND BIOECOLOGICAL PECULIARITIES

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИКОРАСТУЩИХ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ЛИТВЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ

Иоланта Маргялене

Кафедра насаждений и агротехнологий Факультет краеустройства

Каунасский колледж

Моксло ул. 2, Мастайчай, Каунасский район, Литва, 53313

Э-почта: j.margeliene@kauko.lt

Аннотация. В статье проанализированные морфологические и биоэкологические свойства дикорастущих декоративных растений и представлен анализ возможностей их применения. Высота исследованных растений колеблется от 5 см до 101 см, преобладают листья темно-зеленой окраски и белые цветки, доминируют растения с одним и несколькими стеблями, а плоды и соплодия большей частью мало декоративные. Большинство растений цветут больше чем 51 день. Самое эффективное время цветения: июнь, июль и май, декоративность не утрачивают 2-3 месяца. Эти растения можно использовать для групповых посадок, альпийских горок и для бассейнов. Исследованные растения имеют по 1-3 возможности применения в цветниках.

Ключевые слова: морфологические свойства, продолжительность цветения, продолжительность декоративности, позиция применения.

Введение

Естественная и полустественная растительность занимают одну треть территории Литвы [9]. Многие декоративные растения отличаются разными декоративными свойствами и украшают среду нашего края. В атласе Вилкониса К.К. «Зеленый наряд Литвы» (Vilkonis K.K. Lietuvos žaliasis rūbas. Atlasas) приведены морфологические и биоэкологические свойства высших растений Литвы [10].

Желая дикорастущие декоративные растения применять в среде обитания, надо их познать. Авторы книги «Малый ботанический атлас» Саснаускасы П. и В. (Sasnauskas P. Sasnauskas V. Mažasis botanikos atlasas) дают информацию о разнообразии растений нашего края, описывают морфологические свойства растений [6].

Познать растительный мир поможет и книга Янонене С. и Шярейкене И. «Как определить растения» (Janonienė S., Šereikienė I. Kaip pažinti augalus), ведь на нашей планете около 500 000 видов растений [1].

О цветущих весной дикорастущих растениях Литвы писала Лазаускайте Ж. и охарактеризовала их морфологические и биоэкологические свойства [4]. Самое благоприятное время года для растений – лето, потому что в растениях интенсивно происходят жизненные процессы и у них наибольшее декоративное выражение.

Янкявичене Р. в издании «Летние цветущие растения» (Jankevičienė R. Vasarą žydintys augalai) пишет о декоративных и биоэкологических свойствах дикорастущих растений, цветущих летом [2]. Характеристика морфологических и биоэкологических свойств осенью цветущих дикорастущих растений предоставлена в издании Янкявичене Р. и Лазаускайте Ж. [3].

Необходимо помнить, что есть редкие и охраняемые декоративные растения, внесенные в Красную книгу Литвы [5].

По словам Вайдялене Я. и Вайдялиса Й., немало растений натуральной флоры Литвы можно использовать для украшения этнографических усадеб [7]. В усадьбах для дикорастущих декоративных растений нужно создать условия, похожие на те, в которых они произрастали, будучи в натуральной среде.

В Литве изобилие дикорастущих декоративных растений, которые можно выращивать в насаждениях. Поэтому исследования морфологических и декоративных свойств дикорастущих растений актуальны, поскольку позволяют использовать эти растения в среде, созданной человеком.

Цель исследования: произвести анализ морфологических и биоэкологических свойств дикорастущих декоративных растений и представить возможности их применения в насаждениях.

Методика исследований

Исследования дикорастущих декоративных растений проводились в 2006-2007 г.г. на территории Каунасского района. Было подобрано 55 дикорастущих декоративных растений, по 5 примеров каждого вида. Исследовались их морфологические – биоэкологические свойства (высота растения, окраска листьев, окраска цветков, форма куста, декоративность плодов и соплодий, продолжительность цветения, продолжительность декоративности) и выражение декоративности (позиции и возможности применения). Исследования проводились по методике Й. Вайдялиса «Методика составления сортимента, фенологических наблюдений и биометрических измерений декоративных травянистых растений» (Vaidelys J., *Dekoratyviųjų žolinių augalų fenologinių stebėjimų, biometrinių matavimų ir sortimento sudarymo metodika*) [8].

Анализ и результаты исследований

По собранным данным можно растения распределить по высоте (рис. 1).

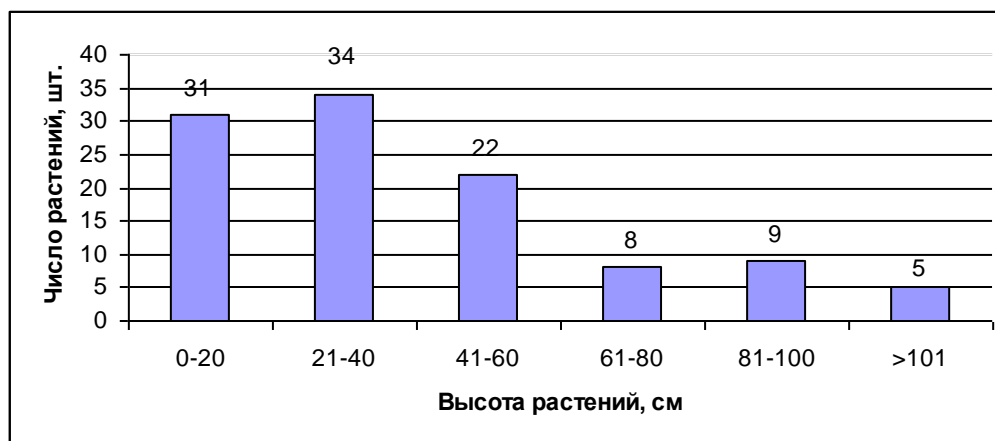


Рис. 1. Распределение по высоте дикорастущих декоративных растений

Большинство растений - 34 растения - достигают 21-40 см высоты: (*Campanula rotundifolia* L, *Consolida regalis* S. F. Gray, *Origanum vulgare* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Trollius europaeus* L. и др.). В группе от 0 до 20 см найдено 31 растение (*Antennaria dioica* Gaertn., – *Convalaria majalis* L., *Primula farinosa* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Anemone sylvestris* L., *Menyanthes trifoliata* L. и др.).

Анализ результатов исследований показал, что найдены дикорастущие декоративные растения с разной окраской листьев (рис. 2) и цветков (рис. 3).

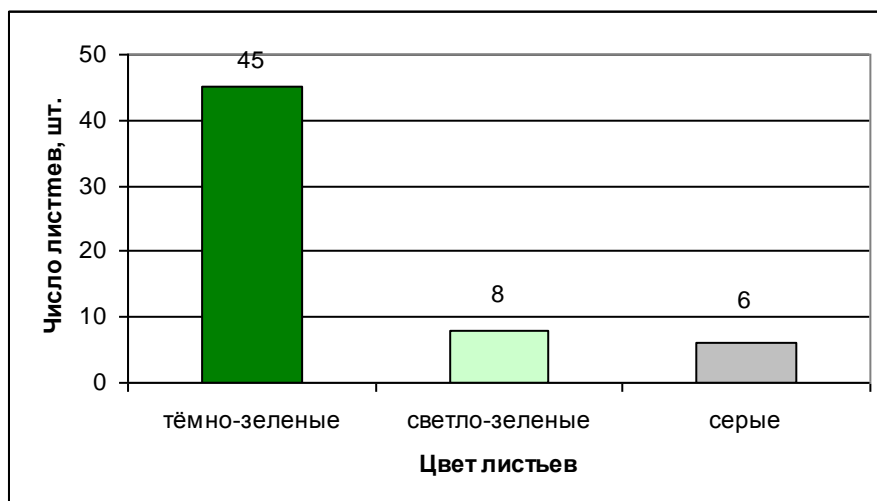


Рис. 2. Спектр окраски листьев дикорастущих декоративных растений

По данным исследования видно, что листья с тёмно-зеленой окраской имеют 45 растений, а цветные листья не наблюдались. Следовательно, в натуральной природе преобладают листья темно-зеленой окраски (*Salvia pratensis* L., *Lysimachia nummularia* L., *Helichrysum arenarium* DC, *Nymphaea candida* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. и др.).

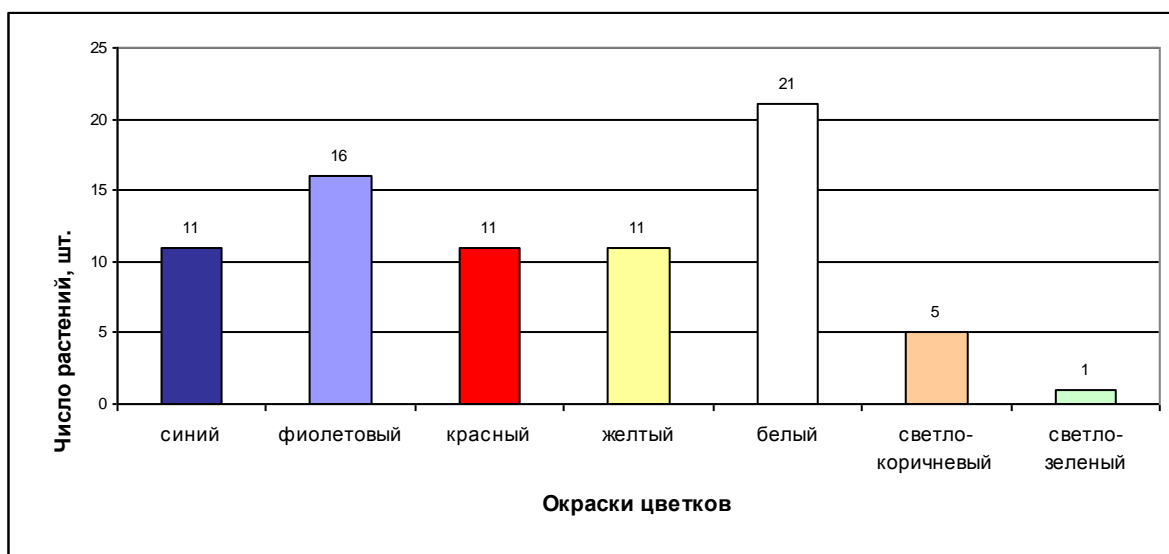


Рис.3. Распределение окраски цветков дикорастущих декоративных растений

Гамма окраски цветков разноцветная и распределяется так: белая окраска – 21 растение (*Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Gypsophila paniculata* L. и др.); фиолетовая окраска - 16 растений (*Hepatica nobilis* Mill., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Campanula rotundifolia* L., *Consolida regalis* S. F. Gray); синяя, красная и желтая – 11 растений (*Centaurea cyanus* L., *Papaver dubium* L., *Caltha palustris* L. и др.).

На рисунке 4 видны формы куста дикорастущих декоративных растений.

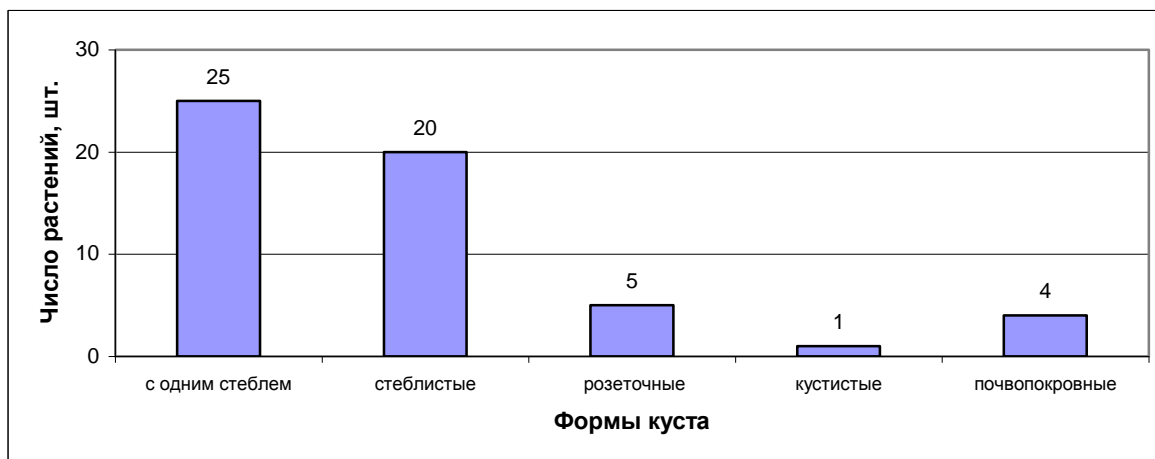


Рис. 4. Формы куста дикорастущих декоративных растений

Чаще всего наблюдаются растения с одним стеблем – 25 (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Typha angustifolia* L. и др.) и стебlistые – 20 (*Gypsophila paniculata* L., *Centaurea chanus* L., *Trollius europaeus* L. и др.) Розеточных и почвопокровных растений немного, но они необходимы для создания цветников.

При изучении растений замечено, что некоторые растения имеют разные плоды и соплодия (рис. 5).

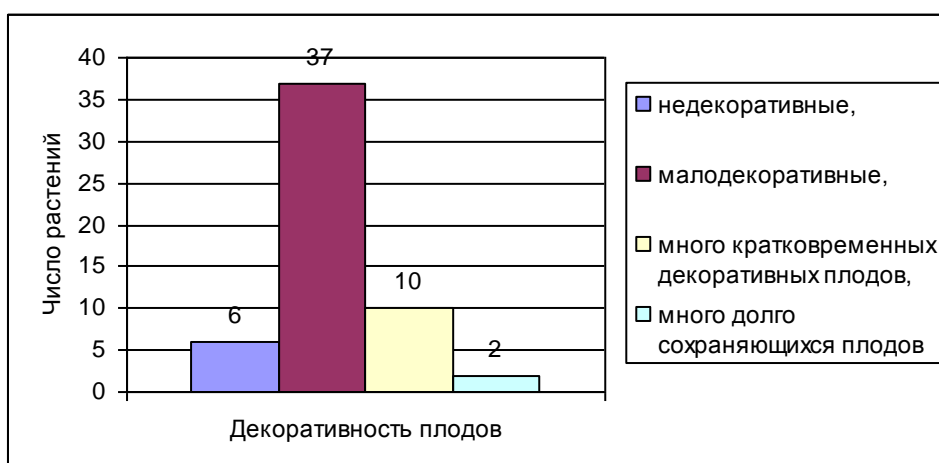


Рис. 5. Декоративность плодов и соплодий дикорастущих декоративных растений

Большинство дикорастущих декоративных растений имеют мало декоративные плоды и соплодия (37).

Исследованные декоративные растения цветут с апреля до октября. В данной диаграмме видно, что больше всего цветущих растений наблюдается в июне – 37 (*Trollius europiaeus* L., *Primula farinosa* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Leucanthemum vulgare* Lamk., *Briza media* L., *Lythrum salicaria* L. и др.).



Рис. 6. Продолжительность цветения дикорастущих декоративных растений

На рисунке 7 дана продолжительность декоративности дикорастущих декоративных растений.



Рис. 7. Продолжительность декоративности дикорастущих декоративных растений

Три месяца сохраняют декоративность 23 растения, 20 растений – 2 месяца. Сравнивая дикорастущие декоративные растения и культурные декоративные растения, можно утверждать, что продолжительность декоративности дикорастущих декоративных растений значительно меньше.

В 1-ой таблице даны возможности применения дикорастущих декоративных растений. Возможности применения исследованных дикорастущих декоративных растений даны на 8-ом рисунке.

Самая большая группа (36) имеет три возможности применения. Поэтому можно утверждать, что возможности применения дикорастущих декоративных растений на много меньше, чем возможности применения культурных декоративных растений.

Таблица 1.

Применение дикорастущих декоративных растений

№	Название растения	Для грядок	Для бордюров	Для клуб	Для партеров	Для групповых посадок	Для солитеров	В вазы	Для балконов	Для живых изгородей	Для бассейнов	Прибрежные	Для альпийских горок	Для срезки	Для горшков	На кладбище
1.	<i>Campanula rotundifolia</i> L.					x								x		
2.	<i>Consolida regalis</i> S. F. Gray					x							x			
3.	<i>Origanum vulgare</i> L.	x				x								x	x	
4.	<i>Sedum maximum</i> (L.) Hoffm.	x	x		x	x				x	x					
5.	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill	x				x		x	x		x		x		x	x
6.	<i>Trollius europaeus</i> L.	x				x						x				
7.	<i>Antennaria dioica</i> Gaertn.		x										x			x
8.	<i>Convallaria majalis</i> L.	x	x					x			x			x		x
9.	<i>Primula farinosa</i> L.					x					x					
10.	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.							x	x							
11.	<i>Asarum europaeum</i> L.										x		x			x
12.	<i>Pulmonaria obscura</i> Dum.	x	x			x		x			x		x			
13.	<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.					x		x			x		x			
14.	<i>Anemone nemorosa</i> L.					x		x			x				x	
15.	<i>Anemone sylvestris</i> L.					x		x			x		x		x	
16.	<i>Anemone ranunculoides</i> L.					x		x			x					
17.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.										x					
18.	<i>Caltha palustris</i> L.										x	x			x	
19.	<i>Primula veris</i> L.	x	x			x		x					x			x
20.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clair.					x		x			x					
21.	<i>Bellis perennis</i> L.	x	x			x		x	x					x		x
22.	<i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaert.						x					x				
23.	<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.					x										
24.	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.					x		x					x			
25.	<i>Ficaria verna</i> Huds.										x	x				
26.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl.					x					x		x			
27.	<i>Hepatica nobilis</i> Mill.		x			x		x							x	x
28.	<i>Papaver dubium</i> L.	x				x							x			
29.	<i>Jasione montana</i> L.												x			
30.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lamk.	x		x		x				x	x			x		
31.	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.			x		x	x				x					
32.	<i>Anthemis tinctoria</i> L.					x							x			
33.	<i>Thymus pulegioides</i> L.					x					x		x			x
34.	<i>Gypsophila paniculata</i> L.	x		x		x	x			x				x		
35.	<i>Dianthus deltoides</i> L.					x		x	x		x		x			x
36.	<i>Briza media</i> L.					x							x	x		
37.	<i>Nuphar lutea</i> L.											x				
38.	<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Nutt.												x			
39.	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt.		x			x										
40.	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla										x	x				
41.	<i>Oenothera biennis</i> L.	x		x		x										
42.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.											x				

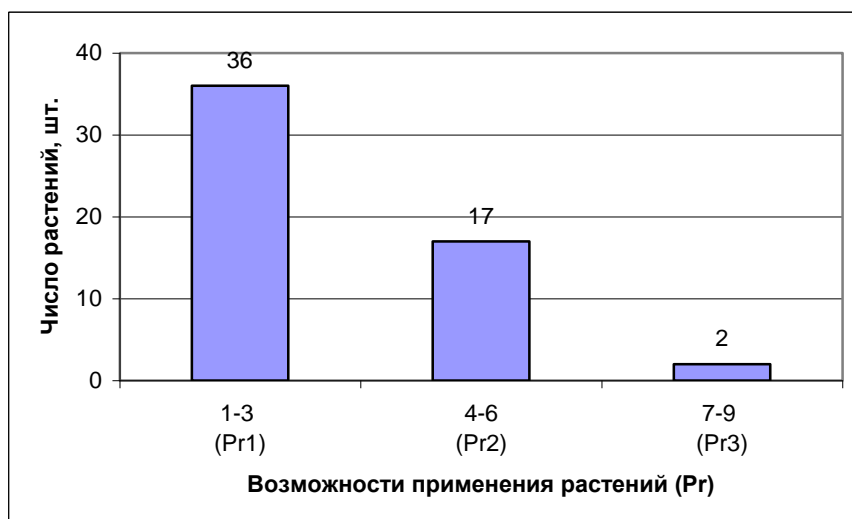


Рис. 8. Оценка позиций применения дикорастущих декоративных растений

Выводы

1. Морфологически – декоративные свойства исследованных дикорастущих декоративных растений: высота растений колеблется от 5 до 101 см; преобладают темно-зеленые листья и белые цветки; доминируют растения с одним стеблем и стеблистые; плоды и соплодия мало декоративны.
2. Биоэкологические свойства исследованных дикорастущих декоративных растений: большинство растений цветут больше чем 51 день; самое эффективное время цветения - июнь, июль и май, декоративность не утрачивают 2-3 месяца.
3. Характеристика хозяйственных свойств исследованных растений: чаще всего применяют для групповых посадок, бассейнов и альпийских горок; растения имеют по 1-3 возможности применения.

Благодарность

За перевод статьи на русский язык выражаю благодарность преподавателю русского языка Каунасского колледжа Роме Карпене.

Summary

Researched 55 wild ornamental plants in Kaunas district in 2006-2007.

Morphological characteristics: there are mostly plants over 100cm height; dark green leaves and white blossoms are dominating; fruit and collective fruit are less ornamental.

Biological characteristics: most plants blossom more than 51 day; the most effective time of blossom is May, June and July; keep their ornamental feature for 2 or 3 months.

Economic characteristics: plants have 1-3 possibilities of usage; plants usually used for swimming pools, groups and ponds.

The results of the research will help to use wild ornamental plants in homesteads.

Natural and semi natural vegetation occupies one third of the Lithuanian territory. Majority of wild plants have different decorative characteristics and enhance the environment of our country. In order to use wild ornamental plants in the living environment it is necessary to know them. One should not forget that there are rare plants that are protected and included into the Lithuanian Red book, that are also considered as ornamental plants.

A lot of natural plants of Lithuanian flora can be used for the decoration of ethnographical homesteads. In the homesteads wild ornamental plants should be provided similar conditions as they used to have in the natural environment. There are a lot of wild ornamental plants in

Lithuania that could be used in green plantations. That is why the research of morphological and decorative properties of wild ornamental plants is very important because it allows using them more effectively in the environment created by a human being.

The following paper analyses morphological and bio ecological properties of Lithuanian ornamental plants. The analysis of the possibilities for the use of these plants is presented in the article as well.

Wild ornamental plants were researched in the environment of Kaunas district in the year 2008. 55 wild ornamental plants were chosen, five examples of each variety were selected. Morphological and bio ecological properties (such as plant height, leaf colour, flower colour, plant shape, decorativeness of fruit and collective fruit, duration of flowering,) as well as expression of decorativeness (positions and possibilities for use) were researched. The research was carried out using the methodology of J. Vaidelys (2001), which is presented in the publication "The methodology of ornamental herbaceous plants phenological observations, biometric measurements and the formation of the assortment".

The height of the wild ornamental plants ranges from 5 cm to and above 101 cm, dark green leaves and white flowers prevail, single and multi stemmed plants dominate, and fruit as well as collective fruit are less decorative. Majority of plants blossom for more than 51 day. The most effective flowering time is May June and July. They remain the most decorative for 3 and 2 months. These plants could be used in groups, for pools and rock gardens. The research plants have 1 – 3 usage possibilities in parterres.

Литература

1. Janonienė S., Šereikienė I. Kaip pažinti augalus. Kaunas, 2003. 156 p.
2. Jankevičienė R. Vasarą žydintys augalai. Vilnius, 1987. 348 p.
3. Jankevičienė R., Lazdauskaitė Ž. Rudenį žydintys augalai. Vilnius, 1991. 175 p.
4. Lazdauskaitė Ž. Pavasarį žydintys augalai. Vilnius, 1985. 183 p.
5. Rašomavičius V. Lietuvos raudonoji knyga. Kaunas, 2007. 799 p.
6. Sasnauskas P. Sasnauskas V. Mažasis botanikos atlasas. Kaunas, 1997. 176 p.
7. Vaidelienė J., Vaidelys J. Darželio gėlės. Kaunas, 2001. 87 p.
8. Vaidelys J. Dekoratyviųjų žolinių augalų fenologinių stebėjimų, biometrinių matavimų ir sortimento sudarymo metodika. Mastaičiai, 2005. 82 p.
9. Vaidelys J. Žalioji sodyba. Vilnius, 2006. 157 p.
10. Vilkonis K. K. Lietuvos žaliasis rūbas. Atlasas. Kaunas. 2001. 415 p.

**EFFECT OF THE REGIONAL CLIMATE CHANGE ON RUNOFF
FROM THE LAKE ONEGO WATERSHED**
*EFFECT OF THE REGIONAL CLIMATE CHANGE ON RUNOFF FROM THE
LAKE ONEGO WATERSHED*

L.E. Nazarova

Northern Water Problems Institute, Karelia, Russia

E-mail: nazarova@nwpi.krc.karelia.ru

Abstract. *As a result of the statistical analysis of the meteorological and water balance data for Onego Lake watershed over the period 1950-2000, noticeable changes were detected. It was found that time series of annual air temperature, precipitation and evapotranspiration over 50-year period contains positive linear trends, but no change in total streamflow to the lake has so far followed. Potential changes in the regional climate and hydrological regime for the period 2000-2050 were estimated using the results of numerical modeling with the ECHAM4/OPYC3 model for two scenarios of the global climate change. The estimation of these data shows that a general tendency to increase of annual air temperature and precipitation will remain in the new climate. Mean annual precipitation will increase about 30-50 mm, mean average annual air temperature for the next 50-years period will rise from 1.6 up to 2.7-3.0 °C. Our estimation shows that for both scenarios all water balance parameters, excluding river runoff, will increase.*

Keywords: *climatic regime, regional changes, air temperature, precipitation, evapotranspiration, water balance parameters.*

Introduction

According to observation data, the global climate system has been changing since the early 20th century. Ideas about the basic mechanisms behind the changes differ – whether it is natural processes that dominate or human-induced ones. Climate data for Russian Karelia were summarized in the 1960s-1980s [2; 4; 7; 8]. Obviously, changes of the last 15-20 years remained unaccounted. And it is during this time that patterns of change appear most interesting in view of global climate warming. Close analysis of regional climatic distinctions, study of the response of natural systems to climate change through representative observations is a good way to address the challenges of climate change.

Materials and methods

Statistical analysis of the climatic regime in Lake Onego catchment area was based on 1950-2004 observation data from the Northwestern Hydrometeorology and Environmental Monitoring Authority's weather stations situated within the catchment area. Annual temperature and precipitation averages for Lake Onego catchment area were calculated using the Thiessen polygon method. Mean weighted annual runoff from three major river systems (rivers Shuja, Suna and Vodla) over the period 1946-2000 was estimated relying on hydrologic network data, and the relation of the resultant value with computed annual inflow to Lake Onego in the period 1960-1975 was found [3]. Calculations yielded multiple regression equations, which were then used to compute the series of annual inflow to Lake Onego over the period 1946-2000.

To estimate potential changes in principal characteristics of the climate in the study area, and to calculate temperature characteristics of Lake Onego and annual runoff from the catchment area we employed the results of numerical modeling using the atmosphere-ocean general circulation model ECHAM4/OPYC3 developed by the Max Planck Institute for Meteorology in Hamburg, Germany [1]. Calculations were made for two climate change scenarios. The assumption for the first one (named scenario G in the paper) is that the content of CO₂ and other greenhouse gases in the Earth's atmosphere will double between 2000 and 2100, and the

second one (GA scenario) additionally envisages a rise in the concentration of technogenic aerosols. To check agreement between observed data from weather stations and modeled data on monthly and annual precipitation and air temperature, we selected most closely located “weather station – grid node” pairs and compared instrumental and computed data. Also, annual air temperature and precipitation averages for the study area based on factual and modeled data were studied. The time period from 1960 to 1999 was chosen as the control. Analysis of measured and modeled data for some stations showed good agreement for mean monthly air temperatures, but correlation for total monthly precipitation was unsatisfactory, the difference between modeled and measured values deviating far from zero rather often. The problem of adequacy and accuracy of Karelia’s temperature and precipitation regime modeling by ECHAM-4 is considered in detail in papers by Yu. Salo [5; 6].

Results and discussion

Regional changes in surface air temperature in the study area generally reflect the positive global temperature trend over the 20th century. The overall trend of surface air temperature in Karelia on average is + 0.2°C over 100 years (1901-2000) and + 0.6°C over 50 years (1951-2000). The trend in Lake Onego catchment is + 0.9°C over 50 years. Analysis of changes in air temperature by months in 1951-2000 has shown that a positive linear trend of mean monthly temperature that would be significant at a Student’s t-test 95% confidence level occurs only in March, and amounts to 3.5 to 5.1°C over 50 years in different localities within the catchment area. Warming tendencies are observed in Karelia from January to June. In the same years, temperature changes in summer and most of autumn have different directions and low absolute values (less than 1.5°C/50 yrs.). By November, the tendency changes for cooling by 0.6-1.3°C/50 yrs. throughout Lake Onego catchment.

A manifestation of change in the temperature regime in the study area is prolongation of the ice-free period on Lake Onego. Judging by the dates of freeze-up beginning and break-up on Lake Onego in the period from 1884 to 1998, the number of days when the lake was free of the ice cover increased by the late 20th century from 217 to 225 on average. Duration of the ice-free period on Lake Onego increased because ice break-up in spring shifted by 8 days towards earlier time.

Analysis of changes in precipitation volumes in the study area over the second half of the 20th century has demonstrated that although linear trends of total monthly precipitation have different directions during a year, total annual precipitation in Lake Onego catchment area has increased over the stated period (by 45 mm/50 yrs. on average). An upward trend in precipitation volumes is observed at all stations from October through June. Trends from July through September have different directions.

Since Lake Onego is, in fact, a storage reservoir, we chose to study water supply to the lake as a climate-dependent element. To estimate the effect of climate change on streamflow from the catchment area we found the relationship between streamflow and climatic characteristics. The water budget equation for annual intervals may take the form:

$$P - R - E[P, E_o(T)] \pm W = 0 \quad (1)$$

where P is total precipitation, mm;

R – total streamflow, mm;

E – total evaporation from the catchment area;

E_o – evaporability, mm;

W – remainder term combining accumulated and unaccounted components of the annual budget, as well as estimation errors of all characteristics.

Total evaporation from river watersheds was calculated using E. Olderkop’s formula:

$$E = E_o \cdot \tanh (P/E_o) \quad (2)$$

where evaporability E_o was calculated to the formula developed for Karelia by Yu. Salo [5]:

$$E_o = 239 + 62T + 2,14T^2 \quad (3)$$

Then we found the dependence of W on catchment-averaged annual air temperature and total annual precipitation; pair-wise correlation coefficients were -0.81 and $+0.59$, respectively:

$$W = -211 + 0,38P - 46,04T \quad (4)$$

The coefficient of multiple correlations for the resultant relationship equals 0.80 , the estimation error is 5.7% . The formula gained for Lake Onego catchment can be applied to calculate the parameter W using series of annual air temperature and total annual precipitation.

Fig. 1 shows the values of total inflow to Lake Onego based on 1951-2000 observations, and estimates of total inflow to the lake based on the formulae above. It is clear from the graphs that the computed results agree well with measured values. Correlation coefficient is 0.83 , mean estimation error is 10% . The above computation scheme was then used to process model data.

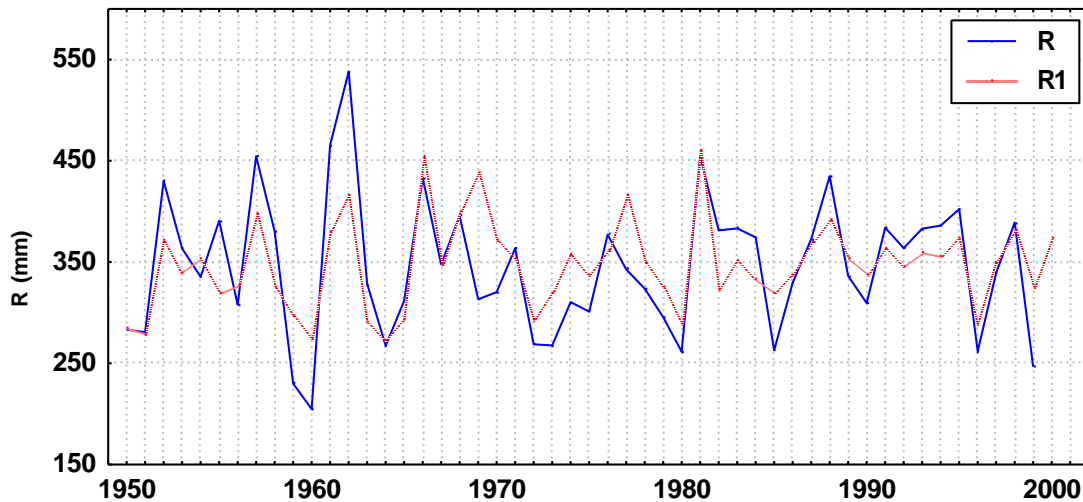


Fig. 1. Total inflow to Lake Onego: observed data from 1951-2000 (R) and calculation results of equations (1-4) (R1)

One should note that due to high among-year variability of total streamflow to Lake Onego, there are no positive or negative trends in the series of measured values of this parameter over the 50-year period of 1951-2000.

The next step was to quantify potential changes in climate characteristics in Lake Onego area and annual runoff from the catchment for the period up to 2050, if climate change scenarios (ECHAM4/ OPYC3) come true. The following conclusions were drawn from the analysis of the modeled data.

Air temperature in Lake Onego catchment may rise by $0.5 - 1.7 \text{ }^\circ\text{C}$ in the period 2001-2050. Normal annual total evaporation may increase by values of 20 mm (GA scenario) to 80 mm (G scenario). Two alternative scenarios are possible for changes in total annual precipitation. Scenario G envisages an increase in annual precipitation by 40 mm , and scenario GA predicts a decrease in precipitation by ca. 10 mm . This would result in very minor change (within measurement (calculation) accuracy limits) in the volume of inflow to Lake Onego (Tab. 1).

In addition to the “greenhouse” scenarios of the ECHAM-4 model, hypothetical scenarios of change in air temperature and precipitation (air temperature rise or fall by $1-2 \text{ }^\circ\text{C}$ at an increase or decrease in precipitation by $10-20\%$) were employed to assess the impact of climate change on streamflow to Lake Onego. The results of the calculations are shown in Fig. 2.

Table 1.

Potential changes in multiannual means of air temperature and water budget components in Lake Onego catchment area

<i>Parameter</i>	<i>Period</i>	<i>Average for the period</i>	<i>Potential changes compared with 1951-2000</i>
Air temperature, °C	1951-2000	2.3 ± 0.2*	
	2001-2050, scenario G	4.0 ± 0.3	+ 1.7
	2001-2050, scenario GA	2.8 ± 0.3	+ 0.5
Precipitation, mm	1951-2000	744 ± 25	
	2001-2050, scenario G	783 ± 17	+ 39
	2001-2050, scenario GA	735 ± 12	- 9
Total evaporation, mm	1951-2000	434 ± 13	
	2001-2050, scenario G	516 ± 17	+ 82
	2001-2050, scenario GA	453 ± 9	+ 19
Streamflow, mm	1951-2000	346 ± 14	
	2001-2050, scenario G	351 ± 7	+ 5
	2001-2050, scenario GA	335 ± 7	- 11

* - numbers after the sign «±» denote estimation error.

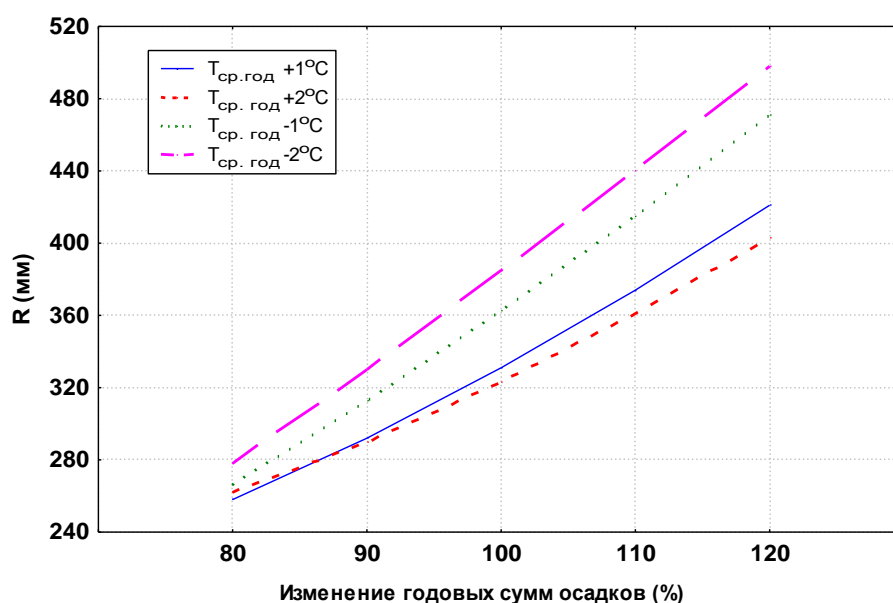


Fig. 2. Changes in inflow to the lake under different climate change scenarios

(100% - amount of precipitation in the catchment area under current conditions)

1 – if mean annual air temperature rises by 1°C; 2 – if mean annual air temperature rises by 2°C; 3 – if mean annual air temperature falls by 1°C; 4 – if mean annual air temperature falls by 2°C.

If air temperature rises by 1°C, total inflow to Lake Onego may remain the same, given that total annual precipitation increases by ca. 3%, and if warming reaches 2°C – by ca. 6%. If mean annual air temperature in the catchment falls by 1°C, streamflow to the lake would not change, given that total annual precipitation decreases by ca. 3%, and if cooling is 2 °C – by ca. 7%.

Conclusions

Having analysed the data obtained we found annual air temperature and total annual precipitation to have increased in Lake Onego catchment over the second half of the 20th century, so far without leading to changes in total streamflow to the lake. The patterns

identified in the change of major characteristics of the region's climate and the results on potential changes in the hydrological regime of Lake Onego catchment area can be taken into account when planning water management projects to ensure sustainable use and conservation of this aquatic system, which is unique in terms of potable water supply, transport, energy production and recreation.

References

1. Bengtsson L. Numerical modeling of the Earth's Climate. Publ. of Max-Planck Inst. of Meteorology, Hamburg, 1997. 94 p.
2. Filatov N.N. Climate Change in East Fennoscandia. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS, 1997. 147 p.
3. Karpechko V.A., Salo Yu.A. Water Resources // Lake Onego. Environmental Problems. Petrozavodsk, 1999. pp.15-22.
4. Romanov A.A. On the Climate of Karelia. Petrozavodsk, 1961. 139 p.
5. Salo Yu.A. Patterns in among-year variations of water budget components in Karelia. PhD thesis summary. St. Petersburg, 2003. 24 p.
6. Salo Yu.A., Nazarova L.E. Potential changes in the climate and water budget components in Karelia in 2001-2050 // Climate of Karelia: Variability and Effect on Water Bodies and Watersheds. N.N. Filatov, ed.-in-chief. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS, 2004. pp. 88-101.
7. Shver Ts.A. and L.S. Rakova, eds. Climate of Sortavala. Leningrad, 1988. 117 p.
8. Shver Ts.A., ed. Climate of Petrozavodsk. Leningrad, 1982. 212 p.

**INVAZĪVO BIEZSLAPJU DZIMTAS SUGU IZPLATĪBA DAUGAVPILS
PILSĒTAS TERITORIJĀ (LATVIJA)**
*DISTRIBUTION OF INVASIVE SPECIES (CRASSULACEAE) IN THE
DAUGAVPILS CITY (LATVIA)*

Santa Rutkovska¹, Ingūna Zeiļa²

1- Daugavpils Universitātes Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte

E-pasts: santa.rutkovska@du.lv

2- Daugavpils Universitātes Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte, ABSP „Vides zinātne”

E-pasts: inguna.zeila@inbox.lv

Abstract. *The problem of invasive plant species is becoming more popular all over the world. The peculiarities of alien plant species is also growing in Latvia every year. Invasive species are the serious problem for natural ecosystem and species protection, in traditional landscape visual conservation as well it shows noticeable economical reducing in farming. Existing flora and its structure was as appearing in approximately 10 000-15 000 years after the last examining. It is still developing, quantitative and qualitative plant changes continue to grow in flora. That has an influence on natural narrowing, distribution and species changes. In Latvia, as well in such city as Daugavpils, such questions as alien plant growing were examined only in some fragments. An alien plant growing was analyzed. The following facts are found the biggest plant concentration is noticed in dry and sunny places well near the artificial plant areas.*

Keywords: *invasive species, Crassulaceae, spatial distribution.*

Ievads

Agresīvu sugu sadursme ar vietējām sugām, sabiedrībām un ekosistēmām ir kļuvusi ļoti aktuāla pēdējo desmitgadu laikā (Lodge, 1993 a,b, Simberloff, 1996, Rabitsch, Essl, 2006), un invazīvās sugas pašlaik tiek aplūkotas kā globālo izmaiņu būtisks komponents (Vitousek et al., 1996). Tā kā invazīvo sugu līmenis vēl nav pietiekami detāli izpētīts, gaidāms, ka to ietekme var izrādīties ļoti būtiska (Mooney, 2005). Šīs sugas var radīt būtiskas izmaiņas vietējās augu sabiedrībās, ekosistēmas funkcijās un veicināt biotas homogenizāciju, kā arī ekoloģiski šauras pielāgotības sugu izzušanu. Turklāt invazīvās sugas rada zaudējumus tautsaimniecībā (Mooney, 2005).

Sākotnēji introducētās sugas ieveda, lai audzētu botāniskajos dārzos un privātajos dārzos kā eksotiskas augu sugas. Taču netika pievērsta pietiekami liela uzmanība introducēto sugu iespējamajam invazīvajam raksturam, un tas sekmēja šo sugu izplatīšanos (Essl et al., 2002). Kā piemēru var minēt to, ka spēcīga dažu augu veģetatīvā reprodukcija var izsaukt pozitīvu atgriezenisko reakciju, tāpēc daži augi ātri izplatās aiz dārzu vai kapsētu žogiem (*Aizoaceae*, *Apocynaceae*, *Crassulaceae*, *Oxalidaceae*, *Trapeolaceae*) (Money, 2005).

Pašreizējā Latvijas flora un tās struktūra ir veidojusies apmēram 10 000-15 000 gados pēc pēdējā apledošanas. Tā joprojām attīstās, turpinās kvantitatīvas un kvalitatīvas pārmaiņas augu valstī, kas izpaužas kā sugu dabiskā areāla sašaurināšanās, paplašināšanās u.c. veida pārveidošanās (Svilāns, 2003). Latvijas floras un faunas sastāvu nosaka mērenai klimata joslai raksturīgie klimatiskie faktori. Tāpat floras kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu ietekmē Latvijas fizioģeogrāfiskais novietojums un citi abiotiskie, kā arī antropogēnie faktori. Pēdējo gadu laikā floras izmaiņas ir saistītas galvenokārt ar klimata izmaiņām Piemēram, Eiropas mērenajā zonā, kurā atrodas Latvija, vērojama visai intensīva augu sugu imigrācija no dienvidu reģioniem, kam seko arī pakāpeniska augu sabiedrību pārvietošanās no dienvidiem uz ziemeļiem (Laiviņš, 1998). Otrs nozīmīgākais invazīvo augu sugu skaita pieaugums ir saistāms ar cilvēka saimniecisko darbību. Dati liecina, ka svešo augu īpatsvars Latvijas augu sugu sastāvā pieaug ar katru gadu – saskaņā ar Bioloģijas institūta Botānikas laboratorijas

speciālistu pētījumiem, jau 33% no paparžaugu un sēklaugu floras veido citzemju sugas (Gavrilova, Šulcs, 1999).

Vienotības par invazīvo sugu izraisīto evolūcijas ātruma palielināšanos un ekoloģisko ietekmi nav arī zinātnieku starpā. Liela nozīme invazīvo sugu ierobežošanā ir to ģenētikas, ekoloģijas un evolūcijas izpētei. Invazīvās sugas vieglāk izkontrolēt, lai tās neienāk teritorijā, nekā izskaust. (Allendorf, Lundquist, 2003). Pētījumi šajā jomā ir nozīmīgi arī tāpēc, ka Latvijai ir saistoša konvencija par bioloģisko daudzveidību, kurai pievienojāmies 1992.gadā Riodežaneiro, 2000.gadā pieņemtā Latvijas Bioloģiskās daudzveidības nacionālā programma, kā arī tas, ka jau vairākus gadus Latvija piedalās starptautiskajā projektā *NOBANIS* (North Atlantic and Baltic Network of Invasive Species).

Pētījuma teritorijas raksturojums

Pilsētvides nozīmīgs elements ir augājs. Augājs sevišķi labi vides stāvokli parāda vietās, kur vide ir dinamiska, notiek tās straujas izmaiņas. Šāda mainīga un stipri pārveidota vide ir arī Daugavpilī. Mežu kā mazāk pārmainītu augu sabiedrību platība ir tikai 1630,5 ha jeb 22,49% no pilsētas teritorijas. Pārējo pilsētas teritoriju aizņem nemeža biotopi.

Ziemcietība ir viens no nozīmīgākajiem introdukciju limitējošiem faktoriem (Ozols, 1959). Latvijas mērogā Daugavpilij ir raksturīgs salīdzinoši kontinentāls klimats. Viens no kontinentalitātes rādītājiem ir relatīvi liela gaisa temperatūras amplitūda. Absolūtais temperatūras maksimums +36,4°C un absolūtais temperatūras minimums -43,2°C Latvijas teritorijā novērots tieši Daugavpilī. Tādējādi ekstremālo gaisa temperatūru amplitūda šeit veido 79,6°C (Kļaviņš u.c., 2008). Tieši kritiskās temperatūras ir invazīvo sugu izplatīšanās limitējošais faktors, tādēļ šeit ir relatīvi mazāk invazīvo taksonu nekā citviet Latvijā.

Jau izsenis sava izdevīgā ģeogrāfiskā novietojuma dēļ Daugavpils ir bijusi nozīmīgs transporta, rūpniecības un izglītības centrs. Attīstoties un augot pilsētai, invazīvo augu sugu skaits parasti pieaug.

Kā nozīmīgākie antropogēnās izcelsmes faktori ir:

- augu sugu ievazāšana un izplatīšanās pa auto un dzelzceļu maģistrālēm;
- dzīvojamo ēku un ražošanas uzņēmumu būvniecība, kas sekmē nezāļu vietu rašanos, kas rosina dabīgās veģetācijas iznīkšanu;
- atsevišķu pilsētas daļu izmantošana rekreācijai (ūdenstilpju piekrastes, meži);
- mežu izciršana pagātnē pilsētas būvniecības vajadzībām;
- vietējās nozīmes ceļu ierīkošana, gravas;
- notekūdeņu piesārņošana, kas ietekmē atsevišķu ūdenstilpju kvalitāti, kā arī pieguļošo teritoriju;
- pamestu un neapsaimniekotu ražošanas ēku un teritoriju skaita pieaugums, kas īpaši novērojams pēdējo gadu laikā u.c.

Tādas lielas pilsētas teritorijā kā Daugavpils dažādi antropogēnās ietekmes faktori pārklājas vai pavada viens otru. Neskaitot jau minētos antropogēnās ietekmes faktoros, svarīga loma pilsētas floras daudzveidības palielināšanai ir arī vietējām agrofitocenozēm – sakņu dārziem, dārziem, piemājas teritorijām.

Antropogēnās ietekmes rezultātā pilsētas floras sastāvs intensīvi tiek bagātināts ar jaunām galvenokārt svešzemju augu sugām. Ievērojama šo sugu daļa turpina augt ieneses vietās vai izplatīties (pārsvarā pa dzelzceļiem, nezāļu vietām), dažkārt tās ieviešas dabīgās cenzēs. Tajā pašā laikā daudzas vietējās sugas, kas pilsētas un tās bijušās apkārtnes (mūsdienu rajonu) floras sastāvā bija sastopamas nesenā pagātnē, ir izzudušas vai turpina izzust.

Daugavpils floras pētīšana sākās 19.gs. Pirmais Daugavpils floras pētnieks bija E.Lēmans, kurš 19.gs.beigās publicēja savu darbu par Grīvas floru (upes Laucesas ietekā). Pēc tam viņš publicēja savu darbu par Latgales floru, par pamatu izmantojot Daugavpils rajona floru –

„Flora von Polnisch – Livland”. Darbā ir apkopotas ne tikai vērtīgas ziņas par vietējiem, bet arī par citzemju augiem.

19.gs.beigās Kupfers pētīja Daugavpils floru, kā arī savāca lielu herbāriju, bet publicēti dati tika minimāli. 20.gs.sākumā Mīlenbahs un Villters savāca lielu herbāriju un ziņas par šeit augošajām augu sugām.

20.gs. otrajā pusē Daugavpils floru pētīja A.Šulcs, kā arī Daugavpils Pedagoģiskā institūta pasniedzēji E.Rafaloviča un Z.Sondore. Kopš 1975.gada Daugavpils floru pētīja Latvijas Bioloģijas institūta zinātnieki. Viņi savāca lielu herbāriju krājumu un veica Daugavpils floras inventarizāciju. Balstoties uz iepriekš minētajiem materiāliem, 20.gs. 80.gadu sākumā tika sastādīts Daugavpils floras saraksts, kas liecina par tās sugu daudzveidību un specifiku (Гаврилова, Табака, 1985).

2006.gadā Daugavpils Universitātē tika izveidots Sistemātiskās bioloģijas institūts, kura darbinieki floristiskos pētījumus veic galvenokārt Austrumlatvijā, tai skaitā Daugavpils un Krāslavas rajonā. Daugavpils pilsētas florā institūta zinātnieki galvenokārt pēta savvaļas augu sugas, liela uzmanība tiek veltīta aizsargājamām sugām, ir ieceres izpētīt pilsētas invazīvo floru.

Materiāli un metodes

Lai noteiktu invazīvo biežlapju dzimtas augu telpisko izplatību, invazīvo sugu izplatības pētījumiem pilsētas teritorija tika sadalīta kvadrātos, kura katra mala dabā ir 500 m. Invazīvo augu topogrāfiskā piesaiste kartei (taisnlenķa koordinātu noteikšana) tika veikta ar GPS (satelītnavigācijas) iekārtas *THALES MobileMapper CE* palīdzību. Atrašanās vietas noteikšanas precizitāte ir $\pm 0,5$ m. Minētā iekārta ļauj veikt taisnlenķa koordinātu noteikšanu, tajā skaitā arī *LKS-92* koordinātu sistēmā.

Paraugu ņemšanas vietas tika fiksētas kā punktveida objekti, to atribūtu tabulā tika ievadīts objekta nosaukums. Vēlāk iegūtie dati tika konvertēti par **.shp* formāta failiem un no GPS iekārtas tie tika eksportēti uz datoru, kur notika to tālāka apstrāde ar ĢIS (ģeogrāfisko informācijas sistēmu) programmatūru *ArcView 9.1*.

ĢIS programmatūra *ArcMap 9.1* tika izmantota punktveida objektu (paraugošanas punktu) **.shp* failu rediģēšanai, tajos atainojamās informācijas pēcapstrādei, atribūtu tabulu veidošanai un aizpildīšanai, ģeogrāfiski saistīto vides datu vizualizācijai. ĢIS datu **.shp* failiem tika izveidoti un aizpildīti atribūtu tabulas informācijas lauki ar invazīvo augu sugu nosaukumiem un izplatības pakāpēm.

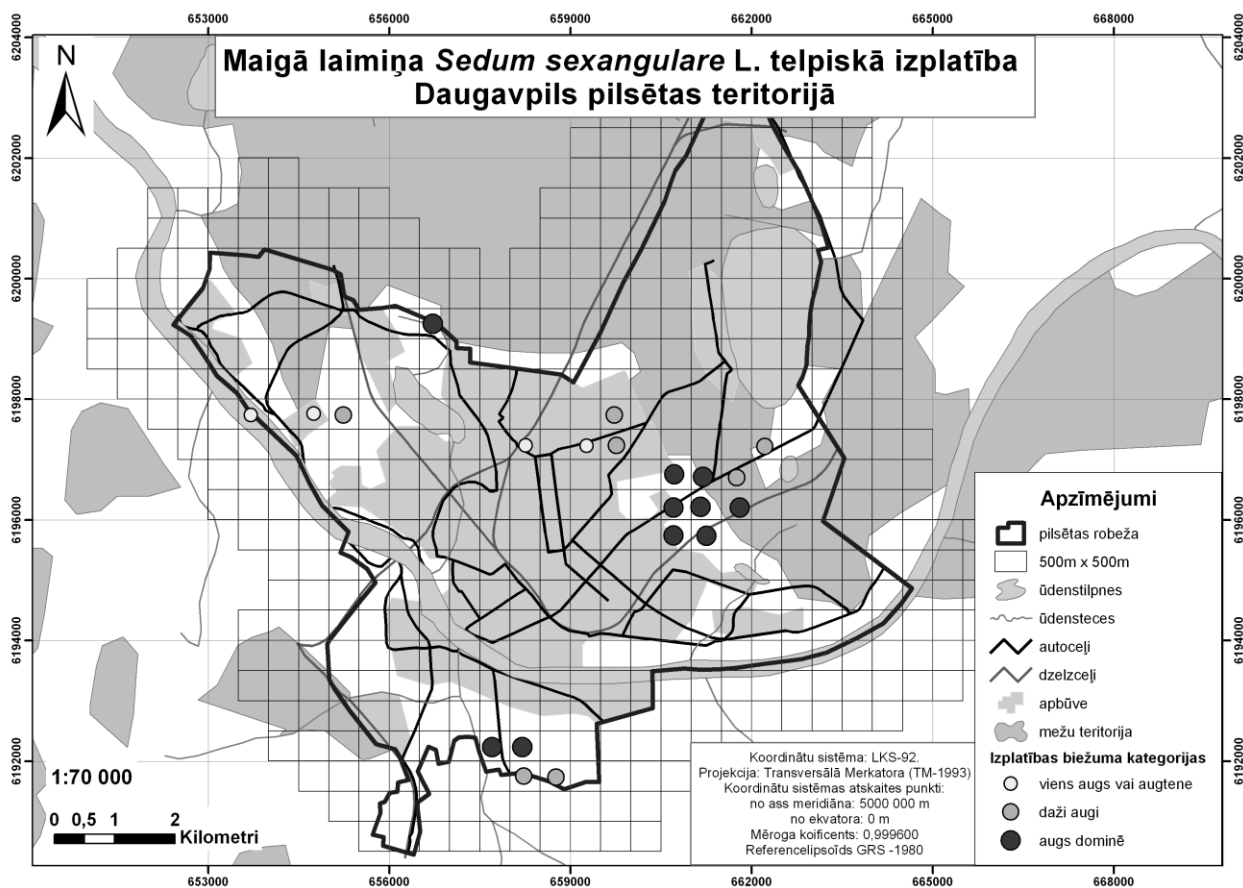
Izplatības pakāpes noteikšanai tika pielietoti šādi kritēriji: 1 – viens augs vai augtene: 2 – daži augi: 3 – augs dominē.

Pētījumi veikti 2007. un 2008.gada pavasara, vasaras un rudens mēnešos.

Rezultāti un to izvērtējums

Pētījuma gaitā Daugavpils pilsētas teritorijā tika konstatētas piecas invazīvas biežlapju dzimtas sugas: baltais laimiņš (*Sedum album* L.), maigais laimiņš (*Sedum sexangulare* L.), klinšu laimiņš (*Sedum rupestre* L.), maldu laimiņš (*Sedum spurium* M.Bieb) un atvašu saulrietenis (*Jovibarba globifera* L.).

Visbiežāk tika konstatētas maigā laimiņa (*Sedum sexangulare* L.) atradnes (skat.1.att.).



1.att. Maigā laimiņa *Sedum sexangulare* L. telpiskā izplatība Daugavpils pilsētas teritorijā

Visām pilsētas teritorijā konstatētajām biežlapju dzimtas sugām telpiskajā izplatībā ir novērojamas noteiktas likumsakarības:

- augi izvietojušies sausās, saulainās vietās, piem., dzelzceļa, autoceļu malās, īpaši daudz to ir dienvidu nogāzēs. Klimata pasiltināšanās, kas notiek pēdējos gadu desmitos, veicina šo sugu naturalizēšanos, sevišķi labvēlīgi ir īslaicīgi sausuma periodi, kas Daugavpilī un Latvijā kopumā pēdējos gados veģetācijas periodā nereti atkārtojas. Tāpēc, iespējams, nākotnē *Crassulaceae* dzimtas invazīvās sugas būs sastopamas biežāk;
- sākotnēji tie, visticamāk, ieviesti un izplatīti kā krāšņumaugi apstādījumos, īpaši akmensdārzos un kapos. Par to liecina iegūto datu telpiskā vizualizācija – visu konstatēto sugu maksimālā koncentrācija ir pilsētas kapu teritorijās. Otrā teritorijā, kur pilsētā tika konstatētas vidēji trīs no piecām sugām (*Sedum album* L., *Sedum sexangulare* L., *Sedum spurium* M.Bieb), ir ceļa malas pie atsevišķiem uzņēmumiem un privātmājām, kur sākotnēji minētie augi stādīti apstādījumos. Tā kā apstādījumi veidoti ēku dienvidu pusē, biežlapjiem šādi augšanas apstākļi ir ļoti labvēlīgi un minēto trīs sugu pārstāvji tika konstatēti lielā koncentrācijā pat vairāku desmitu metru attālumā no to sākotnējās augšanas vietas.

Diemžēl, bet *Crassulaceae* dzimtas invazīvo augu sugu izplatība Daugavpilī līdz šim faktiski nav pētīta, tāpēc iegūtos datus nav iespējams apskatīt vēsturiskā griezumā un konstatēt šo augu izplatības ātrumu un tendences.

Secinājumi

Pētījuma gaitā Daugavpils pilsētas teritorijā tika konstatētas piecas invazīvas biezlappju dzimtas sugas: baltais laimiņš (*Sedum album* L.), maigais laimiņš (*Sedum sexangulare* L.), klinšu laimiņš (*Sedum rupestre* L.), maldu laimiņš (*Sedum spurium* M.Bieb) un atvašu saulrietenis (*Jovibarba globifera* L.). Augi izvietojušies sausās, saulainās vietās, piem, dzelzceļa, autoceļu malās, īpaši to dienvidu nogāzēs.

Summary

The problem of alien plant species is becoming more popular all over the world. The peculiarities of alien plant species is also growing in Latvia every year. Invasive species are the serious problem for natural ecosystem and species protection, in traditional landscape visual conservation as well it shows noticeable economical reducing in farming. Existing flora and its structure was as appearing in approximately 10 000-15 000 years after the last examining. It is still developing, quantitative and qualitative plant changes continue to grow in flora. That has an influence on natural narrowing, distribution and species changes.

The issue of invasive species is very important for the entire territory of Latvia. The first research of invasive species in Daugavpils was carried out in the end of the 19th century by Lehmann, whereas in the rest of Latvia, research had already started from the end of the 17th century. In general, 206 invasive are known in the state. In Latvia, as well in such city as Daugavpils, such questions as alien plant growing were examined only in some fragments. An alien plant growing was analyzed. The following facts are found the biggest plant concentration is noticed in dry and sunny places well near the artificial plant areas.

Literatūra

1. Allendorf F.W., Lundquist L.L. Introduction: population biology, evolution, and control of invasive species. *Conserv.Biol*, 2003. 17:24-30
2. Essl F., Walter J., Kienh M. Non-indigenous vascular plant species in Austria. Euro-gard III – Abstracts, 2002. 21.pp
3. Gavrilova G., Šulcs V. Latvijas vaskulāro augu flora. Rīga: Latvijas Universitātes bioloģijas institūts Botānikas laboratorija, 1999. 64.lpp.
4. Kļaviņš M., Andrušaitis A. Klimata mainība un globālā sasilšana. Rīga: LU, 2008.
5. Laiviņš M. Latvijas veģetācija 1.Latvijas boreālo mežu sinantropizācija un eitrofikācija. R.: LU Bioģeogrāfijas laboratorija, 1998. 137 lpp.
6. Lodge DM. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends Ecol.Evol.* 8:133-37. 1993.
7. Lodge DM. Species invasions and deletions: community effects and responses to climate and habitat change. In *Biotic Interactions and Global Change*, 1993. pp. 367-87.
8. Money H.A. *Invasive alien species: a new synthesis.*-Washington, DC:Island Press, 2005. 368 p.
9. Ozols A. *Kokaugu introdukcija un aklimatizācija.* R.: Latvijas Valsts izdevniecība, 1959.
10. Rabitsch W., Essl F. Biological invasions in Austria: patterns and case studies. *Biological Invasions*, 2006. 8: 295-308
11. Simberloff D. Impacts of introduced species in the United States. *Consequences: Nat.Implic. Environ Change*, 1996. 2:13-22.
12. Svilāns A. Invazīvie citzemju taksoni Latvijā (diskutējamie jautājumi). *Latvijas veģetācija 7.* Rīga: LU izdevniecība, 2003. 103 lpp.
13. Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Westbrooks R. Biological invasions as global environment change. *Am.Sci.* 1996. 84:218-28.
14. Табака Л.В., Гаврилова Г.Б., Фатаре И.Я. и др. Флора и растительность Латвийской ССР: Восточно-Латвийский геоботанический район. Рига: Зинатне, 1985. 295 с.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АНОМАЛЬНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ
РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЛИМНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА
ПРИМЕРЕ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ
ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

*METHODOLOGY OF ESTIMATING OF LIMNOLOGICAL
CHARACTERISTICS SPATIAL DISTRIBUTIONS ABNORMALITY ON THE
EXAMPLE OF LAKE LADOGA SURFACE WATER TEMPERATURE FIELDS*

Лариса Тимофеева¹, Михаил Науменко²

1- Российский государственный гидрометеорологический университет,

Гидрологический факультет

98 Малоохтинский пр., Санкт-Петербург, 195196, Россия

Тел.: +(7)9213049836, e-mail: tilarisa@gmail.com

2- Институт озероведения РАН, лаборатория гидрологии

9 ул. Севастьянова, Санкт-Петербург, 196105, Россия

Тел. +7(812)3870260, факс +7(812)3887327, e-mail: naumenko@limno.org.ru

Abstract. *Use of probabilistic approach for estimating of synoptic-scale abnormality is shown. Anomalous deviations of real in situ Lake Ladoga surface temperatures from typical ones were estimated with the data obtained during 43 expeditions 1960 – 2003. These deviations were mapped and statistically analyzed. A degree of spatiotemporal abnormality of real temperature fields, its features and heterogeneous character were revealed. The scales of thermal inhomogeneity are obtained from computation of two-dimensional spatial autocorrelation functions within the random function network. Ways of analysis of characteristics of anomalies fields' correlation ellipses are given. Applicability of the methodology and the results is suggested.*

Keywords: *spatiotemporal variability, anomalies fields, autocorrelation function, anisotropy*

Введение

В крупных глубоких пресноводных озёрах термогидродинамические процессы различных пространственно-временных масштабов определяют реальное распределение лимнических характеристик, изменяя их среднее сезонное распределение. Структура таких случайных полей изучается в рамках вероятностного подхода, основанного на рассмотрении особенностей не отдельных мгновенных полей, а некоторых осредненных свойств статистической совокупности реализаций поля [1]. Масштаб осреднения зависит от масштаба изучаемого явления и цели исследования. Для решения ряда прикладных и научных задач, в частности, для оценки влияния синоптической и мезомасштабной изменчивости на процессы обмена количеством движения, массой и теплом на границе раздела вода-воздух, недостаточно знать средние значения, необходимо охарактеризовать отклонения реальных полей от средних, называемые аномалиями. Исследование реальных полей лимнических характеристик подразумевает разделение их на две части. Первая часть может быть восстановлена на основе имеющейся информации, а вторая часть представляет собой разность между восстановленной и реальной частями поля – аномалию. Для получения первой компоненты поля – среднего значения исследуемой характеристики, часто используют процедуру пространственно-временного осреднения. В настоящей работе, на примере полей температуры поверхности ($T_{\text{пов}}$) Ладожского озера, показано, как на основе имеющихся аналитических зависимостей и по данным выборок независимых реализаций случайного поля можно оценивать аномальность полей лимнических характеристик.

Для этого необходимо последовательно решить следующие задачи:

1. Рассчитать средние распределения исследуемой характеристики (в нашем случае это температура поверхности $T_{\text{пов}}$ Ладожского озера).
2. Построить реальные распределения $T_{\text{пов}}$, задав масштабы пространственного и временного осреднения.
3. Рассчитать и построить поля аномалий.
4. Оценить значимость различий между статистическими характеристиками реальных и средних полей.
5. Статистически проанализировать поля аномалий.
6. В рамках теории корреляционных функций оценить степень связности полей аномалий.

Данная нумерация соответствует порядку изложения в тексте.

Материалы и методы

Каждая реализация поля $T_{\text{пов}}$ представляет собой совокупность измерений температуры поверхности, произведенных на акватории озера за период от 3 до 6 суток (синоптический период), будем называть ее термической съёмкой. Температуру в конкретной точке T_{τ} конкретной термической съёмки, выполненной в течение нескольких суток τ , можно выразить в виде суммы детерминированной и случайной составляющей:

$$T_{\tau} = T_{0\tau} + \Delta T_{\tau}, \quad (1)$$

где $T_{0\tau}$ представляет собой детерминированную компоненту, которую мы вычисляем аналитически и называем типичным значением температуры поверхности для выбранной даты. ΔT_{τ} – случайное отклонение реальной наблюдаемой температуры T_{τ} от типичной. Вычислив T_{τ} и $T_{0\tau}$, найдем отклонение ΔT_{τ} . При фиксированном временном периоде поле отклонений ΔT_{τ} будем называть полем аномалий $T_{\text{пов}}$.

1. Ладожское озеро, крупнейшее в Европе, систематически изучается с 1956 г. и к настоящему времени в Институте Озероведения АН России в виде базы данных организовано более 250 тысяч измерений температуры воды и сопутствующей гидрометеорологической информации. Столь высокая степень гидрологической изученности и информационной обеспеченности позволяет получить типичные и реальные поля $T_{\text{пов}}$ на конкретные даты и решить поставленные выше задачи. Для этого необходимо применять методы, позволяющие избежать влияния нерегулярного распределения наблюдений во времени и пространстве на осреднение $T_{\text{пов}}$. В Институте был разработан такой метод вычисления и построения типичных полей $T_{\text{пов}}$ воды на любую дату для периода открытой воды [2, 3]. Для этого поверхность озера была разделена равномерной сеткой на 235 квадратов, со стороной примерно равной 10 км. Сезонный ход температуры поверхности в каждом квадрате был аппроксимирован аналитической зависимостью, представляющей собой комбинацию двух функций, описывающих временной ход $T_{\text{пов}}$ в течение различных гидрологических сезонов [3]. Для ее построения было привлечено более 25 тысяч данных натуральных измерений за период с 1897 г. по 2006 г. Пространственные распределения $T_{0\tau}$ на конкретные даты получены интерполированием вычисленных значений в узлы равномерной сетки с шагом 5 км. Число расчетных узлов сетки составило 713. Построенные таким образом распределения [2] называем типичными (Рис.1а), поскольку получены они не в результате осреднения, а с использованием вышеупомянутой зависимости.

2.–3. Для построения реальных пространственных распределений T_{τ} из электронной базы термических данных были выбраны 43 судовые съёмки, выполненные за период открытой воды с 1960 г. по 2003 г. и имеющие достаточное для компьютерной обработки число точек измерений, распределенных относительно равномерно по

акватории. Для более корректного интерполирования в прибрежной зоне строился полином $T = f(x, y, z)$, связывающий температуру с координатами и глубиной места, и вычислялись ее значения на нулевой изобате. Обработка натуральных данных по методике, аналогичной методике построения типичных полей $T_{\text{пов}}$ на конкретные даты, позволила получить реальные распределения $T_{\text{пов}}$ (Рис.1б).

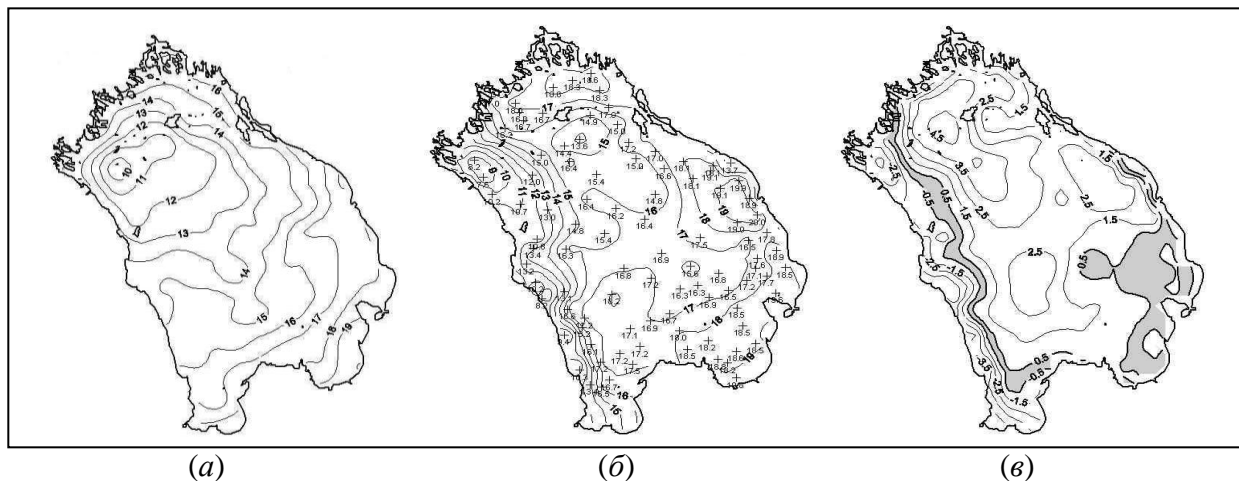


Рис.1. Распределения: (а) типичной температуры поверхности воды на 25 июля, (б) реальной температуры поверхности воды на 25 июля 1984 г., (в) аномалий на 25 июля 1984 г. Знаком + обозначены термические станции. Заштрихованная область - район типичного распределения температуры поверхности воды.

Сравнивая поля T_{τ} и $T_{0\tau}$ (Рис.1а, б) за определенную дату, получаем поля отклонений ΔT_{τ} на эту дату (Рис.1в). ΔT_{τ} , превышающие $|0,5|^\circ\text{C}$, назовем аномальными. Отклонения ΔT_{τ} картировались для всех 43 съёмок.

Результаты и обсуждение

4. В первую очередь оценивалась значимость различий между реальными и типичными полями $T_{\text{пов}}$ по критериям Стьюдента и Фишера [4]. Сравнение средних величин температуры реальных и типичных полей при 1% уровне значимости показало значимость разностей для 38 из 43 съёмок. Оценка расхождений между дисперсиями рассматриваемых пар выполнялась сравнением с критическим значением параметра Фишера ($F_{\text{крит}}=1$). Все $F > F_{\text{крит}}$. Следовательно, имеющиеся различия не случайны, а выборки не принадлежат одной совокупности.

5. Последующий анализ позволил оценить характер пространственно-временной аномальности реальных полей $T_{\text{пов}}$, определить величины аномалий $T_{\text{пов}}$ и площадей ими занимаемых [5]. Для каждого месяца были получены значения площадей зон с отклонениями $T_{\text{пов}}$ в пределах $|5,5|^\circ\text{C}$. Преобладает интервал отклонений $\Delta T_{\tau} + 0,5^\circ\text{C} \dots + 1,5^\circ\text{C}$. В целом положительные аномалии превалируют над отрицательными (Рис.2а). Наиболее аномально распределение $T_{\text{пов}}$ в прибрежном мелководном районе, обладающем минимальной тепловой инерцией. Это зона трансформации воздушных и водных масс, где наблюдаются бризы и сгонно-нагонные явления, сопровождающиеся апвеллингами и даунвеллингами. Здесь аномалии достигают $|8,0|^\circ\text{C}$. Над значительными глубинами центральной Ладоги, наиболее теплоинертной, в период гидрологической весны отклонения не превышают $|1,0|^\circ\text{C}$. После разрушения термобара аномальность глубоководного района увеличивается.

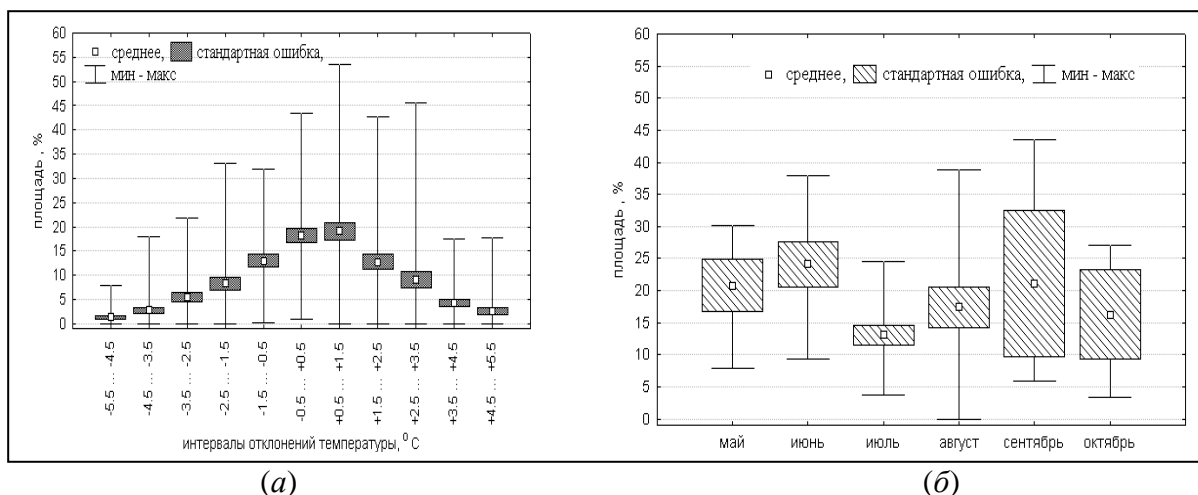


Рис.2. Статистические характеристики распределения:

(а) отклонений реальных температур поверхности воды от их типичных значений,
 (б) площадей с типичными средними температурами поверхности воды по
 месяцам

На Рис.2б представлено распределение площадей не аномальных участков поверхности озера. Площадь зон с типичной температурой до 44%. В среднем $T_{\text{пов}}$ 20% акватории соответствует типичной. Реальные поля чаще соответствуют типичным в июне и августе (в среднем не аномальные зоны занимают 24% и 20% акватории). Июль - самый аномальный месяц, только 13% поверхности в среднем не аномально (Рис.2б). Выявленная неоднородность пространственно-временной изменчивости полей $T_{\text{пов}}$ озера обусловлена особенностями его гидрологического режима и процессами на границе воздух-вода.

6. Корреляционный анализ позволяет охарактеризовать пространственную связность случайных полей. Для всех полей аномалий были рассчитаны автокорреляционные функции и построены эллипсы корреляции. Их формы, размеры и ориентация весьма разнообразны (Рис.3 а). Статистически анализировались следующие параметры по значению коэффициента корреляции $K=0,5$: большая и малая ось, эксцентриситет (отношение большой оси к малой) и ориентация эллипса – отклонение большой оси эллипса от направления З – В по часовой стрелке (Рис.3 а). Эксцентриситет служит мерой анизотропии рассматриваемого поля, и при равенстве осей эллипса равен 1, что соответствует изотропии поля. Ориентация эллипсов может нести информацию о преобладающих факторах генерации полей аномалий и о соотношении между ними. Так, эллипсы наиболее вытянуты в направлении С – Ю в августе в период развитой термической стратификации и максимальной мощности эпилимниона. В мае и октябре, при горизонтальной однородности $T_{\text{пов}}$, ориентация эллипсов близка к 40° . В периоды неустойчивости температурных полей, после разрушения термобара и в сентябре, когда увеличивается воздействие ветра, она приближается к 50° . Синхронность изменения ориентации эллипсов типичных полей $T_{\text{пов}}$ и полей аномалий (Рис.3 б) может указывать на соотношение между силами, формирующими эти поля.

Так, синхронный ход ориентации эллипсов в течение определенного периода может свидетельствовать о том, что их формирование в этот период обусловлено одними и теми же факторами, и наоборот.

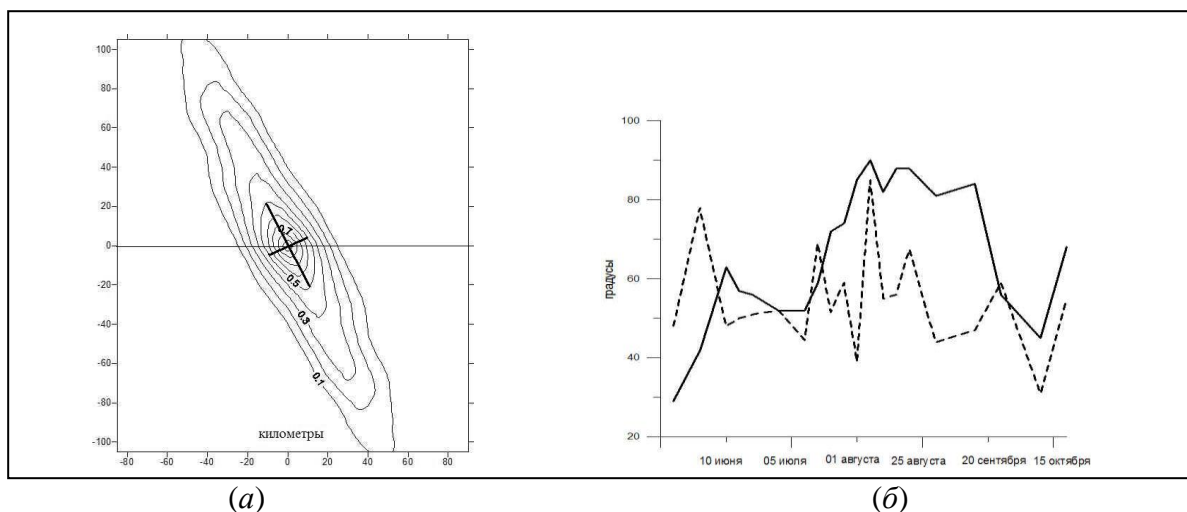


Рис.3. (а) Пример двумерной пространственной автокорреляционной функции поля аномалий.(б) Ориентация эллипсов корреляции: — типичных полей, - - - полей аномалий

На Рис.4 представлены результаты статистической обработки больших и малых осей эллипсов корреляции полей аномалий. В среднем они изотропны в радиусе около 2,5 км ($K=0,9$). Изотропность существенно упрощает описание случайного поля и является необходимым условием при решении ряда задач гидрофизики и гидродинамики.

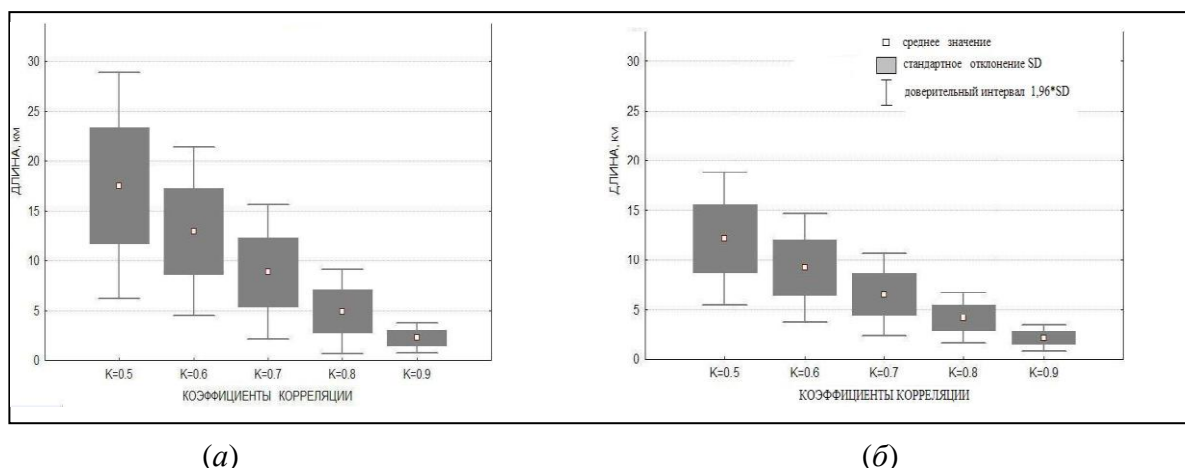


Рис.4. Статистические характеристики больших (а) и малых (б) осей пространственных автокорреляционных функций полей аномалий

Рис.5 показывает временной ход меры анизотропии эллипсов корреляции для разных степеней однородности полей. Поля аномалий более изотропны в октябре, когда значительная часть акватории гомотермична. Длительный период стабильного уровня анизотропии в конце лета и начале осени, очевидно, объясняется преобладанием ветрового воздействия над другими генерирующими факторами. Степень анизотропии полей аномалий существенно зависит от сезонного хода температуры воды.

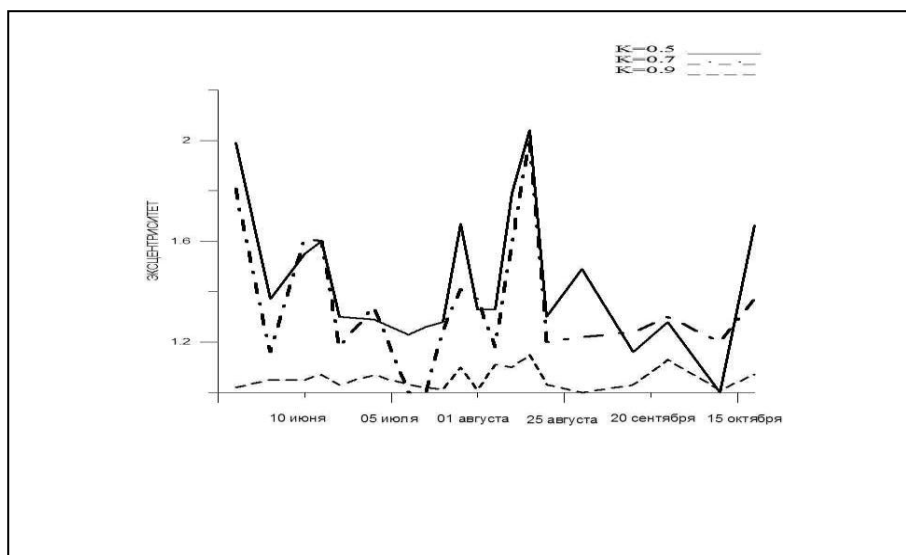


Рис.5. Временной ход эксцентриситетов эллипсов корреляции полей аномалий

Выводы

Таким образом, применение вероятностного подхода и теории случайных функций позволяет количественно оценить степень пространственно-временной аномальности полей лимнических характеристик выбранного масштаба и выявить основные факторы, обуславливающие закономерности рассматриваемого явления. Исследование показало, что аномальность температурных полей и ее изменчивость тесно связаны с закономерностями гидротермического режима Ладожского озера и его особенностями. Полученные характеристики анизотропии и изменчивости следует учитывать при моделировании термического режима озера, сглаживании и экстраполяции параметров при экологическом моделировании и прогнозировании, определении составляющих теплового баланса, оптимизации расположения сети наблюдений. Недоучёт неоднородности температурных полей может привести к ошибочной трактовке количественных и качественных параметров термического режима. Принимая во внимание условие согласованности гидрофизических полей, выводы, полученные на основании анализа поля температуры, могут быть распространены и на другие поля. Выполнение этого условия не зависит от применяемого в исследовании подхода, а определяется объективными факторами, заключенными в самой природе процессов, протекающих в крупных водоемах [6].

Авторы полагают, что предложенная методика может с успехом применяться для оценки аномальности полей различных элементов режима природных объектов, степень изученности которых достаточно велика.

Summary

Real random fields of limnological characteristics are greatly variable due to different scales processes influence. Their typical distributions can be obtained from averaging. However, for a number of tasks knowing typical values is not enough and deviations real fields from typical ones, called anomalies fields, are in need. These fields structure and their variability can be studied within probabilistic approach and random functions theory, which allow estimating the mean value of a characteristic and its correlation function. For this it is necessary:

1. To estimate typical fields of a characteristic (surface water temperature (T_s)).
2. To estimate real fields at certain scale of averaging.
3. To estimate and map anomalies fields.
4. To test significance of differences between real and typical fields.

5. To analyze anomalies values and their spatiotemporal variability statistically.
6. To estimate the range of anisotropy and correlation of anomalies fields.

In the paper on the example of Lake Ladoga T_s fields solution of each of the tasks above is presented on the base of the analytic function describing the typical seasonal temperature changing and the data obtained in situ. The temperature in a defined point of the surface in a certain time of a period τ T_τ can be considered as a sum of the determinate and random components:

$$T_\tau = T_{0\tau} + \Delta T_\tau, \quad (1)$$

where $T_{0\tau}$ characterizes the typical value for the date chosen and the component ΔT_τ is a random deviation of a measured real temperature from the typical one. Having estimated T_τ and $T_{0\tau}$ quantitatively, it is possible to calculate ΔT_τ .

1. Ladoga has been studied by specialists of Russian Academy of Sciences Institute of Limnology since 1956 and its data base contains more than 250 000 measured T values and corresponding information. Here the method was worked out to estimate synoptic abnormality and to avoid influence of spatiotemporal irregularity of measurements distribution over the lake on T averaging. According to it the lake surface was divided with a regular grid into 235 squares with sides 10 km. T_s for each square was approximated with an analytic dependence, a combination of two functions, describing water T temporal change during different hydrological seasons. Typical T_s fields for the certain dates (TTFs) were created with interpolating the obtained data in the mesh points (with the step of the regular grid 5 km).

2 – 3. For creating T_τ spatial distributions thermal vessel surveys, carried out in 3-6 days (synoptic period), were chosen from the data base. The number of measurements of each survey is quite enough for computation and they are distributed relatively regularly throughout the surface. For more precious interpolation in the coastal zone the values of shore-line T_s were estimated by multi-polynomial regression method. The further thermal-data processing was carried out by the technique that was analogous to the method, used for creating Ladoga typical T_s fields for certain dates. As a result real T_s fields (RTFs) and TTFs were created and then ΔT_τ fields were estimated. Let us call deviations ΔT_τ which are higher than $|0,5|^\circ\text{C}$ anomalous. For all the 43 cases considered ΔT_τ values were plotted and anomalies maps were statistically analyzed.

4. In the early stage the analysis of the ΔT_τ maps was aimed to estimating significance of differences between RTFs and TTFs mean characteristics. For this Student and Fisher criteria were used. Student-criteria shows that at significance level 1% differences between RTFs and TTFs mean temperatures are significant for 38 out of 43 cases. Differences between RTFs and TTFs variances were estimated by comparison with the crucial Fisher-criteria parameter value ($F_{cr}=1$). For all the 43 cases $F > F_{cr}$. Thus differences between the fields' statistical characteristics are considered to be significant and not random.

5. The further analysis allowed characterizing Ladoga spatiotemporal abnormality, to determine temperature anomalies values and areas they cover. For each month values of areas with ΔT_τ up to $|5,5|^\circ\text{C}$ were calculated. The interval of $\Delta T_\tau + 0.5 \dots + 1.5^\circ\text{C}$ is predominant. On the whole, positive anomalies prevail. The most anomalous RTFs are observed in July, when T_s does not reach its year highest values yet. The analysis has shown that the most anomalous SWT distributions are typical for the shallower coastal zone, where thermal inertia is not significant and water and air masses transform and take place breezes and high tide phenomena accompanied by down- and upwellings. Here ΔT_τ can exceed 5°C . Within quite deep central Ladoga, which is the most thermal inert, during hydrological spring ΔT_τ values are below $|1,0|^\circ\text{C}$. This is caused by the thermal bar existence, which prevents water masses, separated by it, from interacting. However, after destruction of the thermal bar abnormality of this zone increases. Areas of regions where SWT corresponds to the climatic rate vary from 1% to 44%. On average they cover 20% of the lake. RTFs more often correspond to TTFs in

June and August (when typical T covers 24 and 20% of the surface respectively). July is the most anomalous month, only 13% of the lake is not anomalous on average. Such significant abnormality of RTFs in July is caused by unsteady character of hydrological processes while their changing from spring type to summer one after the thermal bar destruction. Joint analysis of synoptic-scale abnormality of 43 T_s fields has not allowed revealing a zone where T fields are always typical. However, there is a zone situated in the north-west Ladoga where they are rarely anomalous. To sum up, the heterogeneous character of Ladoga RTFs abnormality is caused both weather conditions and morphometrical features.

6. For estimating the rate of anomalies fields' anisotropy their autocorrelation functions were calculated and correlation ellipses were mapped. At the correlation level 0,5 the following ellipses parameters were statistically analyzed: major and minor axes, orientation (the angle between the major axis and west-east direction) and ratio major axes to minor ones, called eccentricity and being a measure of anisotropy rate. As a result an average radius 2,5 km within which anomalies fields are isotropic was estimated ($K=0,9$). Orientation of typical fields' ellipses varies according to hydrological seasons change. Anomalies fields and typical fields ellipses can be oriented both synchronized and a synchronized. It depends on the relation between main forces of these distributions generating which vary between seasons. The patterns of Ladoga spatiotemporal abnormality and its anisotropy, revealed by this study, needs taking into consideration while ecological and thermal regime forecasting and modeling, extrapolation of characteristics values and rationalization in situ measurements. Due to hydro-physical fields coordination patterns of thermal fields can be applied to different components distributions. The methodology presented is recommended for estimating spatiotemporal abnormality of various characteristics fields of natural objects, which typical conditions and features are studied to the right degree.

Литература

1. Казакевич, Д.И. Основы теории случайных функций и ее применение в гидрометеорологии. Гидрометеоздат, Ленинград, 1977.
2. Ладожское озеро. Атлас. Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, 2002. с.70 -72.
3. Науменко, М.А., Каретников, С.Г. Морфометрия и особенности гидрологического режима Ладожского озера. В кн.: Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее. Под ред. чл.-корр. В.А. Румянцева и д. б. н. В.Г. Дробковой. Наука, Санкт-Петербург, 2002. с.16 - 49.
4. Колкот Э. Проверка значимости. Статистика, Москва, 1978.
5. Тимофеева, Л.А., Науменко М.А. Средние и аномальные распределения полей температуры поверхности воды Ладожского озера в период открытой воды. В сб.: Материалы Международной научно-практической конференции "География, природные ресурсы и туристическо-рекреационный потенциал Балтийского региона". Великий Новгород, 11-13 октября 2007. с.23 - 28.
6. Бышев В.И. Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. Наука, Москва, 2003.

ECOLOGICAL EVALUATION OF ZOOPLANKTON GROUPS IN LAKE GERANIMOVAS-ILZAS AND LAKE GARAIS *ZOOPLANKTONA GRUPU EKOLOĢISKĀIS NOVĒRTĒJUMS GERANIMOVAS-ILZAS UN GARAJĀ EZERĀ*

Aija Brakovska, Renāte Škute

Institute of Ecology, Daugavpils University
13 Vienibas St., Daugavpils, LV 5401, Latvia
E-mail: aija.brakovska@inbox.lv

Abstract. *Lake Garais is the second deepest lake in Latvia. Its maximum depth is 56.0 meters, but its average depth is 16.5 meters. Lake Geranimovas-Ilzas is the fifth deepest lake in Latvia. Its maximum depth is 46.0 meters, but its average depth is 9.8 meters [13]. During the research of Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais three zooplankton groups have been found, i.e. Rotatoria, Cladocera and Copepoda. Having analysed the quality composition of species the authors have concluded that the pollution level of these lakes is low, because there are such oligosoprobic zooplankton species as Keratella cochlearis, Keratella quadrata, Filinia longiseta, that die from lack of oxygen in few hours.*

Key words: *Lake Geranimovas-Ilzas, Lake Garais, Sorensen index, Renkonen index, physical and chemical parameters.*

Introduction

Lakes are natural bodies of water that occupy inland basins. They are widely distributed terrain feature in Latvia. There are approximately 40% of all Latvian lakes on Latgale Hills [4]. Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais are also located on Latgale Hills and they are in the top ten deepest lakes of Latvia [13].

Lake Geranimovas-Ilzas is located on Feimanu hilltop at 150.3 m above sea level, in Kastulini self-governing territory in Kraslava District. Its area is 3.28 sq.km and its length is 8.1 km (ZR-A). Average depth of the lake is 9.8 m, while its maximum depth is 46.0 meters [3]. Lake Geranimova-Ilzas is the fifth deepest lake in Latvia [13]. It is in the transition stage between the mesotrophic and eutrophic lake classes [3].

Lake Garais is located at subglacial trench on the edge of Latgale Hills at 130.2 m above sea level, between Indra and Piedruja in Kraslava District. Its area is 71.2 and its length is 3.4 km (DR-ZA), while its largest width is 0.3 km. Average depth of the lake is 16.5 m, while its maximum depth is 56.0 meters [2]. Lake Garais is the second deepest lake in Latvia [13]. Lake Garais is a meso-eutrophic lake, it is deep along its shores and it is not overgrown. (~5% of its area) [2].

Lakes are continuously developing and changing all the time from its origin and up to nowadays. Any lake has kept its original form, content, because as soon as its basin has been filled with water they both start their interaction.

All organisms living in lakes are also in the interaction with each other and with their environment. They play particular roles in the circulation of substances and energies. Besides these organisms interact with environmental factors in their own unique ways depending on their distinctive biological characteristics that help them to resist the changes in these environmental factors. Zooplankton plays an essential role in the transformation of substances and energy in bodies of water. Zooplankton is a very convenient object for the assessment of biocenosis diversity, because it is represented not only with different taxonomic groups, but it is also represented at different trophic levels.

Materials and methods

For the ecological assessment of Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais zooplankton samples were collected on July 12 and 13, August 1 and 31 in 2007. The sampling in Lake Geranimovas-Ilzas was carried out on three different localities that have different depth; however the sampling in Lake Garais was carried out on four different localities that also have different depth. The authors of the research performed the following studies on the lakes:

- determined the zooplankton species composition in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais;
- determined physical and chemical parameters of Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais;
- conducted statistical and graphical computing of the results received during the field studies using the software Microsoft® Excel 2000.

Hydrometric measurements for the topographic map were performed with a GPS (satellite navigation) device - GPS Scout Master®. The precision of the site (location) in the Acute Locate regime is ± 2 meters. The BioSonics DT-X Digital Echosounder System was used for the measurement of the depth and the bottom relief of Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais. The sonde HYDROLAB “Minisonde 4 Multiprobe” was used to measure water temperature, pH, conductivity, dissolved substances, dissolved oxygen, dissolved oxygen percent saturation, chlorophyll- α , turbidity, oxidation-reduction potential per one imagined line. During the study the Minisonde was lowered to the bottom of the water bodies. When the physical and chemical parameters became stabilize on the Minisonde display, they were saved to the HYDROLAB memory. Then the Minisonde was moved to one meter up. The activities were repeated until the Minisonde reached the water surface. The final measurements were taken at depths of one meter and half a meter.

The collection of zooplankton samples and their quantitative and qualitative analysis was performed using the APHA standard methods procedure for the analysis water and wastewater.

Apshtein and Gedi plankton nets were used for collecting the samples. Using the Apshtein plankton net (85 μm meshes) the zooplankton samples were taken from 0.5 – 1 meter depth and 100 l of water were filtered. The column of water was filtered through the Gedi plankton net. For our research we used the zooplankton samples which we collected on Lake Geranimovas-Ilzas from the following depths:

- Locality No 1 – 9 m – the volume of filtered water is 100l;
- Locality No 2 – 44 m – the volume of filtered water is 940l and 100l;
- Locality No 3 – 19.5 m – the volume of filtered water is 416l and 100l.

At the localities No 2 and No 3 we also determined physical and chemical parameters of the water.

The zooplankton samples of Lake Garais were collected from the following depths:

- Locality No 1 – 18 m - the volume of filtered water is 100l;
- Locality No 2 – 47 m - the volume of filtered water is 1004l and 100l;
- Locality No 3 – 36 m - the volume of filtered water is 769l and 100l;
- Locality No 4 – 6.6 m - the volume of filtered water is 100l.

At the localities No 2 and No 3 we also determined physical and chemical parameters of the water.

Zooplankton samples are usually stored in 0.33l bottles. The collected samples are fixed with 37-40% formaldehyde solution. One part of formaldehyde solution is added to nine parts of samples. As a result the sample is preserved with 4% formalin.

Then 2 ml of samples, which have been carefully mixed, are taken from the bottle with a Hensen-Stempel pipette and then analysed in a counting chamber, i.e. Bogorov's counting

chamber. The samples are studied in the light microscope Ampival (Carl Zeiss Jena) with a magnification of 16x10 (160). Each sample is studied three times. Having studied the samples in the light microscope the zooplankton organisms are calculated and identified as species or families. We used the following zooplankton key-books [5;6;7;8;10;12].

The following formula was used to calculate the number of organisms in a sample:

$$N = (a \times b \times 1000) / (c \times d), \quad (1)$$

where a – is a calculated number of organisms (average);

b – is a volume of concentrated sample;

c – is a sample volume;

d – is a volume of filtered water;

N – is a number of organisms per 1m³.

The similarity of the qualitative composition of the zooplankton was verified using the Sorensen coefficient.

$$S_s = \frac{2a}{2a+b=c}, \quad (2)$$

where S_s – is a Sorensen Similarity Coefficient;

a – is a number of species in the sample A and sample B (the frequency of occurrence);

b – is a number of species which are present in the sample B, but are absent in the sample A;

c – is a number of species which are present in the sample A, but are absent in the sample B.

This coefficient is a very important indicator of the species composition similarity.

The similarity of the zooplankton quantitative composition was verified using the percentage similarity Renkonen index.

$$P = \sum \text{minimum} (p_{1i}, p_{2i}), \quad (3)$$

where P – Percentage ratio between the samples 1 and 2;

p_{1i} – the percentage number of species in the sample 1;

p_{2i} – the percentage number of species in the sample 2.

The software Microsoft® Excel 2000 was used to calculate the number of organisms and to analyse physical and chemical parameters.

Results and discussion

During the research on Lake Geranimovas-IIzas and Lake Garais 3 zooplankton groups were identified, i.e. *Rotatoria*, *Cladocera* and *Copepoda* (see Tables 1, 2). The highest species diversity was registered in *Rotatoria* group, followed by *Cladocera* and *Copepoda* groups. A considerable number of young cyclopes were registered in the *Copepoda* group in both lakes, i.e. *Copepodite cyclopid* and *Nauplii*. The determined total number of the zooplankton species in each lake is 30 species (see Tables 1, 2). In Lake Geranimovas-IIzas *Rotatoria* were the most dominant group consisting of 17 species, followed by *Cladocera* with 11 species and *Copepoda* with 2 species. Similar situation is in Lake Garais, where *Rotatoria* group had 16 species, *Cladocera* group – 12 species and *Copepoda* group – 2 species. *Polyarthra vulgaris*, *Polyarthra major*, *Keratella cochlearis* and *Pompholux sulcata* were dominant species in the *Rotatoria* group in all localities of the sampling on both lakes, i.e. on Lake Geranimovas-IIzas and Lake Garais. In its turn, *Daphnia cucullata* and *Diaphanosoma brachyurum* were dominant species in the *Cladocera* group, but *Cyclops sp.* and *Eudiaptomus gracilis* in the *Copepoda* group. The species number in the samples varied depending on the locality of sampling and the volume of filtered water. The largest species diversity was observed in the samples which were collected by Gedi plankton net, because these samples were collected from the bigger depth and accordingly the biggest volume of water was filtered through this net.

Table 1.

Zooplankton community composition of Lake Geranimovas-Ilzas

Species (taxon)	Occurrence of species (taxa) in sampling place			
	Nr 1 (9m)	Nr 2 (44m)	Nr 3 (19,5m)	Common species
Rotatoria				
Trichocerca capucina	+	+	+	+
Ascomorpha ecaudis	+	+	+	+
Polyarthra major	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris	+	+	+	+
Asplancha priodonta	+	+	+	+
Keratella cochlearis	+	+	+	+
Keratella quadrata	+	+	+	+
Kellicotia longispina	+	+	+	+
Conochilus unicornis		+	+	
Pompholux sulcata	+	+	+	+
Filinia longiseta	+	+	+	+
Trichocerca tigris	+	+	+	+
Conochilus hippocrepis	+	+	+	+
Testudinella truncata	+	+	+	+
Ascomorpha minima		+		
Ascomorpha saltans	+	+	+	+
Lecane sp.	+			
Cladocera				
Diaphanosoma brachyurum	+	+	+	+
Daphnia cucullata	+	+	+	+
Daphnia longispina		+	+	
Bosmina longirostris	+	+	+	+
Bosmina coregoni	+	+	+	+
Chydorus sphaericus		+	+	
Bosmina crassicornis	+	+	+	+
Bosmina longispina	+	+	+	+
Ceriodaphnia affinis	+	+	+	+
Bosmina reflexa		+		
Daphnia cristata		+		
Copepoda				
Cyclops sp.	+	+	+	+
Copepodite	+	+	+	+
Nauplii	+	+	+	+
Eudiaptomus gracilis	+	+	+	+
Sum:	24	28	26	23

Having analysed the qualitative composition of the zooplankton species it may be concluded that the level of pollution in these lakes is low, because there are such oligosaprobic species in these lakes as, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta*, that die out from lack of oxygen in few hours. Having compared the results of research with the literature sources [1]., it may be concluded that the qualitative composition of the zooplankton species in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais is similar to the composition of the zooplankton in other Latvian eutrophic lakes.

Table 2.

Zooplankton community composition of Lake Garais

<i>Species (taxon)</i>	<i>Occurrence of species (taxa) in sampling place</i>				
	<i>Nr 1 (18m)</i>	<i>Nr 2 (47m)</i>	<i>Nr 3 (36m)</i>	<i>Nr 4 (6,6m)</i>	<i>Common species</i>
Rotatoria					
Trichocerca capucina	+	+	+	+	+
Trichocerca tigris	+	+	+	+	+
Ascomorpha ecaudis	+	+	+	+	+
Ascomorpha saltans	+	+	+	+	+
Polyarthra major	+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris	+	+	+	+	+
Asplancha priodonta	+	+	+	+	+
Keratella cochlearis	+	+	+	+	+
Keratella quadrata	+	+	+	+	+
Kellicotia longispina	+	+	+	+	+
Testudinella truncata	+	+	+	+	+
Pompholux sulcata	+	+	+	+	+
Filinia longiseta	+	+	+	+	+
Lecane luna		+		+	
Conochilus hippocerpis	+	+	+	+	+
Synchaeta tremula				+	
Cladocera					
Diaphanosoma brachyurum	+	+	+	+	+
Daphnia cucullata	+	+	+	+	+
Ceriodaphnia affinis	+	+	+	+	+
Bosmina longirostris		+	+	+	
Bosmina longispina	+	+	+	+	+
Bosmina coregoni	+	+	+	+	+
Ceriodaphnia reticulata	+		+		
Chydorus sphaericus			+		
Kurzia latissima			+		
Bosmina crassicornis	+	+	+	+	+
Daphnia longispina	+	+	+		
Alona affinis		+			
Copepoda					
Cyclops sp.	+	+	+	+	+
Copepodite	+	+	+	+	+
Nauplii	+	+	+	+	+
Eudiaptomus gracilis	+	+	+	+	+
Sum:	26	28	29	27	24

Having studied the zooplankton quality indices (Sorensen index) (see Tables 3, 4) we have found that they are a bit different in these two lakes. The similarity of the localities of sampling in Lake Garais is between 0.89 and 0.94, it proves that they are very similar.

The locality 1 and the locality 3 show the greatest similarity – 0.94, as well as the locality 2 and locality 4 (see Table 3). The localities of sampling in Lake Geranimovas-Ilzas are also similar, where the similarity between the localities of sampling is between 0.87 and 0.94. The greatest similarity is between the locality No 2 and the locality No 3 -0.94 (see Table 4).

Table 3.

<i>Sampling place</i>	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>	<i>Nr 3</i>	<i>Nr 4</i>
<i>Nr 1</i>				
<i>Nr 2</i>	0,92			
<i>Nr 3</i>	0,94	0,89		
<i>Nr 4</i>	0,90	0,94	0,90	

Table 4.

<i>Sampling place</i>	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>	<i>Nr 3</i>
<i>Nr 1</i>			
<i>Nr 2</i>	0,87		
<i>Nr 3</i>	0,92	0,94	

Having studied the quantitative comparison indices (Renkonen index) (see Tables 5, 6) we have found that the similarity between the localities of sampling in lake Garais is between 8% and 72% (see Table 5). The greatest similarity is between the locality No 1 and the locality No 4 – 72%, the locality No 2 and the locality No 4 – 27%, while the lowest similarity is between the locality 2 the locality 3 – 8%. However, the Renkonen indices of similarity between the localities of sampling are low, i.e. it is between 10% and 22% (see Table 6). The greatest similarity is between the locality No 2 and the locality No 3 – 22%.

Table 5.

<i>Sampling place</i>	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>	<i>Nr 3</i>	<i>Nr 4</i>
<i>Nr 1</i>				
<i>Nr 2</i>	26			
<i>Nr 3</i>	11	8		
<i>Nr 4</i>	72	27	10	

Table 6.

<i>Sampling place</i>	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>	<i>Nr 3</i>
<i>Nr 1</i>			
<i>Nr 2</i>	11		
<i>Nr 3</i>	10	22	

Having studied and analysed physical and chemical parameters of these lakes we can say that they have not essentially changed for months when the research was conducted. For example, on the 13 July 2007 the temperature of water in Lake Geranimovas-Ilzas (locality No 2) ranged from 21.17 °C at 0.5m depth to 5.74 °C at 41m depth (see Figure 1). In its turn, on the 13 July 2007 the temperature of water in Lake Garais (locality No 2) ranged from 18.99 °C at 0.5m depth to 4.79 °C at 46m depth (see Figure 2). It can be concluded that water temperature tends to decrease with depth. The characteristic stratification of these lakes is in the metalimnion, i.e. at 4-9 m depth. The concentration of dissolved oxygen mg/l decreases with depth. The concentration of dissolved oxygen in Lake Geranimovas-Ilzas is between 8.71 mg/l at 0.5 m depth and 6.55 mg/l at 41 m depth (see Figure 2). The concentration of

dissolved oxygen in Lake Garais is between 8.02 mg/l at 0.5 m depth and 3.51 mg/l at 46 m depth (see Figure 1). The highest concentration of dissolved oxygen in Lake Geranimovas-Ilzas is at 7 m depth, but the highest concentration of dissolved oxygen in Lake Garais is at 4 m depth. Then the concentration decreases. The concentration of dissolved oxygen mg/l in water is connected with biological and chemical processes. For example, high concentration of dissolved oxygen in upper water layers may be a result of the plants photosynthesis when oxygen is evolved or it may be washed away from the atmosphere with waves.

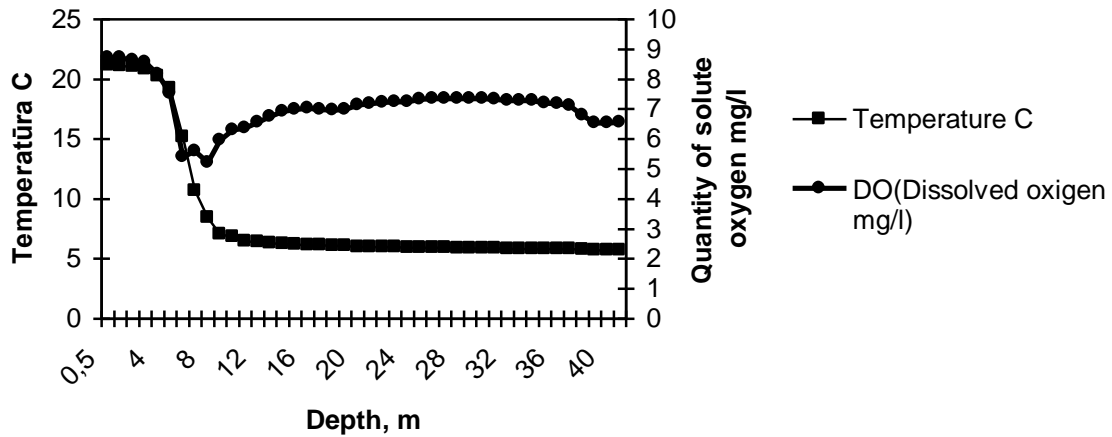


Fig.1. Comparison of physically chemical parameters of water in Lake Geranimovas-Ilzas on 13th July, 2007

The concentration of dissolved substances g/l in lake Geranimovas-Ilzas ranges from 0.194 g/l to 0.208 g/l, but in Lake Garais – 0.21 g/l.

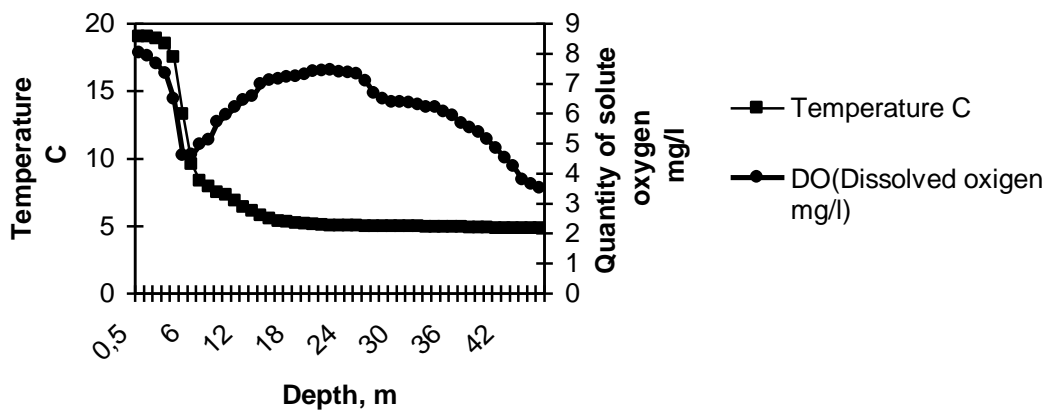


Fig.2. Comparison of physically chemical parameters of water in Lake Garais on 12th July, 2007

The other localities of sampling shared very similar physical and chemical parameters.

Conclusions

Based on the data received in the research, the following conclusions can be made:

1. Three zooplankton groups, i.e. *Rotatoria*, *Cladocera* and *Copepoda* groups were identified in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais. The total amount of the zooplankton species in both lakes is 30.

2. The level of pollution in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais is low, because there are oligosaprobic species in these lakes.
3. The qualitative zooplankton analysis (Sorensen index) showed that the similarity between the samples from Lake Geranimovas-Ilzas is within 0.87-0.84, while the similarity between the samples from Lake Garais is within 0.89-0.94.
4. The quantitative zooplankton analysis (Renkonen index) showed that the similarity between the samples from Lake Geranimovas-Ilzas is within 10%-22%, while the similarity between the samples from Lake Garais is within 8%-72%.
5. The physical and chemical parameters of Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais have not been essentially changed for months. Water temperature decreases with depth, and the concentration of dissolved oxygen decreases with depth.

References

1. Cimdiņš P. Limnoekoloģija. Rīga, Mācību grāmata. 2001. 159 lpp.
2. Eipurs I. Garais ezers. Latvijas daba, 2.sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija. 1995. 89 lpp.
3. Eipurs I. Geranimovas-Ilzas ezers. Latvijas daba, 2.sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija. 1995. 106 lpp.
4. Glazačeva L. Latvijas ezeri un ūdenskrātuves. Jelgava, 2004. 218 lpp.
5. Introduction to the copepoda. Backhuys Publishers, Leiden, 2001. 344 p.
6. Krauter D., Streble H. Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers Ein Bestimmungsbuch. Kosmos. 1988. 429 p.
7. Scourfield D.J., Harding J.P. A key to the British Freshwater Cladocera. Freshwater Biological Association Scientific Publication No.5. 1994. 61 p.
8. Sloka N. Latvijas PSR dzīvnieku noteicējs. Latvijas kladoceru fauna un noteicējs. Rīga: LVU, 1981. 146 lpp.
9. Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Kong. Danish Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen) 1948. 5:1-34 p.
10. Pontin R.M. A key to the freshwater planctonic and semi-planctonic *Rotifera* of the British Isles. Freshwater Biological Association Scientific Publication No.38. 1978. 178 p.
11. Renkonen O. Statisch-okologische Untersuchungen uber die terrestiche kaferwelt der finnischen bruchmoore. Ann. Zool. Soc. Bot. Fenn. Vanamo, 1938. 6:1-231 p.
12. Кутикова Л. А. Каловратки фауны СССР. Ленинград: Наука, 1970. 74 с.
13. www.vdc2.vdc.lv

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАРЕЛИИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ (на примере территории Заонежья)

RECREATION POTENTIAL AND WATER-BASED RECREATION RESOURCES IN KARELIA (example of the Zaonezhje area)

Вера Бусарова

Институт Водных Проблем Севера КарНЦ РАН
пр. Александра Невского, 50, г. Петрозаводск, 185030, Россия
ph: +7 (814-2) 57-63-81, fax: +7 (814-2) 57-84-64, e-mail: arhi9@onego.ru

Abstract: *In Republic of Karelia tourism accepted to be one of priority orientations in program on socio-economic development of region. This paper observes recreation potential of Republic Karelia. More emphasis is put on to Zaonezhje as an area with rich history and unique natural complexes. We developed a water route around islands of northern part of Onego Lake. It can become a good alternative tourist product and will be able to reduce recreation load on another popular destinations. This route can be used in school educational program also.*

Keywords: *ecotourism, tourist-recreational potential, tourist rout, Zaonezhje.*

Введение

Туризм является одной из крупнейших, высокодоходных и наиболее динамично развивающихся в настоящее время отраслей мировой экономики, занимая второе место по объемам продаж после машиностроения.

Вот несколько цифр: на сферу туризма приходится до 11% мирового ВВП, 7% мировых инвестиций, каждое 16-е рабочее место, 11% мировых потребительских расходов, 5% всех налоговых поступлений. По оценкам Всемирной Туристской Организации туризм в ближайшее время будет развиваться очень быстро и динамично и к 2020 году станет отраслью № 1 по многим показателям.

Но туризм – не просто увлечение или мода. Это жизненная потребность большинства людей. В разные времена и эпохи примерно одно и то же привлекало их в туризме: романтика путешествий, а значит, бегство от обыденного, возможность неформального общения. Благодаря все новым переменам, туризм делает жизнь интересней, наполняет ее неожиданными открытиями в природе и обществе [5].

Слово "Туризм" произошло от французского слова "tourisme", производного от "tour" – прогулка, это путешествие с целью отдыха, иначе говоря, отдых вне дома [3].

В Федеральном законе об основах туристской деятельности в РФ сформулировано наиболее емкое понятие «туризма» – это временные выезды граждан с постоянного места жительства в оздоровительных, познавательных, профессионально-деловых, спортивных, религиозных и иных целях без занятия оплачиваемой деятельностью в месте временного пребывания [6].

Туризм основан на целевом и разумном использовании туристских ресурсов. Под туристскими ресурсами понимаются природные, исторические и социально-культурные объекты, включающие объекты туристского показа, а также иные объекты, способные удовлетворять духовные и интеллектуальные потребности туристов, содействовать восстановлению и развитию физических сил [6]. Другими словами, туристские ресурсы – это совокупность природных и искусственно созданных человеком объектов, пригодных для создания туристского продукта.

Принимая во внимание то, что туристские ресурсы рассматриваются в качестве одного из главных факторов развития туризма в регионе и исходного базиса для планирования

производства туристского продукта, сосредоточим свое внимание на их более подробном рассмотрении.

Материалы и методы

Территория Карелии неоднородна по количеству и качеству ресурсов, которые могут быть вовлечены в туристскую деятельность. Данное обстоятельство определяет актуальность зонирования территории, проведения работ по пространственному планированию и определение территорий, наиболее перспективных с точки зрения развития туризма. В Генеральной схеме развития объектов и инфраструктуры туризма в Республике Карелия, разработанной ФГУП НИПИ Урбанистики совместно с Институтом экономики Карельского научного центра РАН по заказу Министерства экономического развития Республики Карелия, обосновано создание 12 туристских зон (4 – опорных зон и 8 – второстепенных зон): Пяозерская, Приполярная, Калевальская, Кемско-Беломорская, Муезерская, Сегежская, Суоярвская, Центральная, Пудожская, Приладожская, Олонецкая и Шелтозерская (Рис.1) [2].

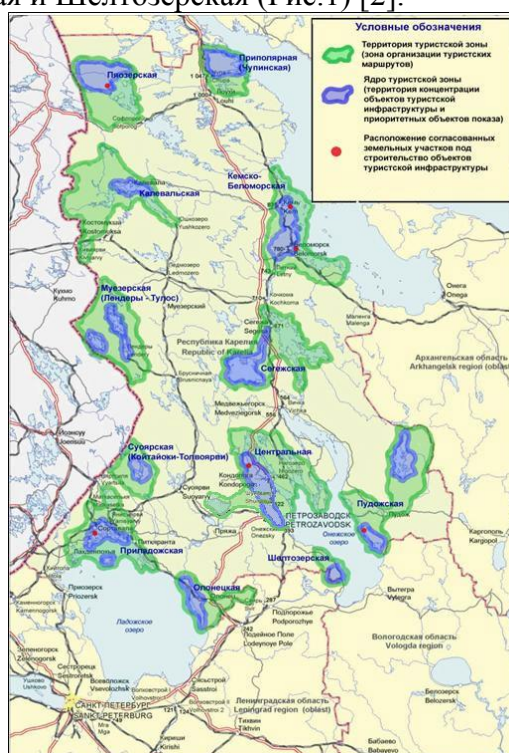


Рис.1. Схема размещения туристских зон на территории Карелии

В границах Центральной зоны находится территория Заонежья, которая рассматривается в качестве одной из перспективных туристских зон.

В комплексе рекреационных ресурсов Заонежья особое место занимают культурно-исторические ресурсы, представляющие собой наследие прошлых эпох – это большое количество архитектурных и исторических памятников, расположенных на территории туристской зоны (526 памятников, в т.ч. 245 памятников архитектуры, 43 памятника истории, 54 исторических поселения). Памятники народного деревянного зодчества острова Кижы широко известны не только в России, но и за ее пределами. Деревянные церкви и колокольня Кижского погоста включены в список Всемирного Наследия ЮНЕСКО [4].

Образуемые культурно-историческими объектами пространства в значительной мере определяют локализацию рекреационных потоков и направления экскурсионных маршрутов.

Перспективным для данного района является курортно-оздоровительное направление туризма. Заонежский полуостров богат наличием выходов на поверхность минеральных вод: источники «Царицын ключ», «Три Ивана», «Соляная яма». В оздоровительных целях могут использоваться водоочищающие свойства шунгитов, распространенных на территории Заонежья.

Событийный туризм позволяет совместить путешествие в Карелию с посещением различных спортивных и культурных мероприятий: выставок, концертов, ярмарок. Соревнования традиционных лодок-кижанок «Кижская регата», "Кижский фестиваль детства" - всероссийский детский музейный праздник на острове, можно посетить также проходящую недалеко Шуньгскую ярмарку.

Территория Кижского архипелага является особоохраняемой, поэтому нельзя обойти стороной *экологический туризм* – это туризм, целью которого служит экологическое просвещение, сохранение и восстановление природы. На Заонежском полуострове в районе Кижского архипелага возможна организация маршрутов, проходящих по нетронутой природе, где можно в полной мере насладиться красотой этого края и узнать много нового и интересного об особенностях природы Карелии. Согласно результатам оценки потенциала экологического туризма в туристских районах Республики Карелия (метод интегральной экспертной оценки по наличию различных видов существующих и перспективных ООПТ), Центральная туристская зона обладает самым высоким показателем – 142 (средний показатель по туристским зонам - 42,3) [2]. С июля 2006 года на территории острова Кижский наряду с традиционными экскурсиями стали проводиться экологические маршруты. Во время маршрута можно увидеть следы плейстоценового оледенения, местообитание многих видов птиц — болото Мошгуба, разнотравные луга острова Кижский, экземпляры реликтовых видов растений, познакомиться с историей формирования земной поверхности Заонежья и историей возникновения и развития острова Кижский [1].

Остров Кижский с каждым годом посещает все большее и большее количество туристов. Так, например, в 2006 г. о. Кижский посетило 177 тыс. человек, кол-во туристов продолжает расти. Соответственно, если общий туристский поток на территорию зоны оценивается на уровне 450 тыс. человек/год, то этот объект посещает более 1/3 туристского потока. Важно учесть, что основной пик туристического сезона приходится на период с середины мая по середину сентября, к тому же в рекреационной деятельности задействована только южная часть острова, на которой находится Кижский погост. Существует серьезное противоречие в том, что такой небольшой по площади район должен принимать аномально большое количество людей. Люди, пребывая здесь короткое время, ведут, как правило, очень активный образ жизни, что во многом противоречит задаче поддержания района в экологически приемлемом состоянии.

Результаты и обсуждение

Если мы хотим продолжать развивать туризм в данном районе, то, учитывая допустимую рекреационную нагрузку и динамику туристских посещений, можно утверждать, что увеличение мощности туристского потока в ближайшие годы только за счет этих объектов туристского показа представляется невозможным.

Дальнейшее развитие туризма и привлечение туристских потоков на территорию зоны потребует вовлечения других туристско-рекреационных ресурсов в процесс разработки туристских продуктов.

Перспективным видится водный маршрут вокруг острова Кижский и по живописным окрестностям — близлежащим островам.

Один из вариантов такой экскурсии мы разработали и хотим представить ее виртуальный вариант (Рис.2).

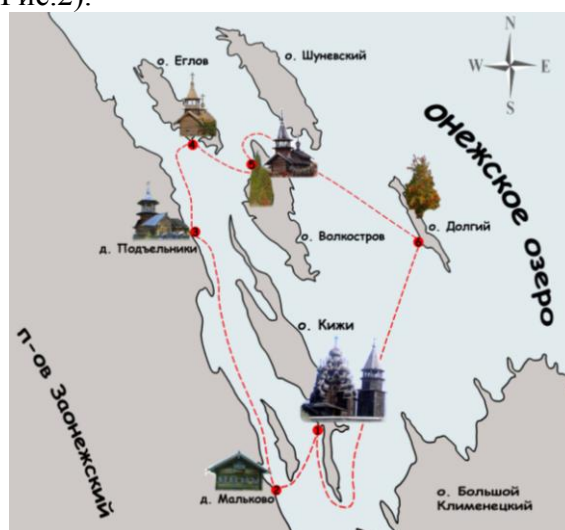


Рис.2. Схема маршрута по островам Кижского архипелага «Заонежские просторы»

1. Пункт отправления – пристань острова Кижы.
2. Остановка в д. Мальково, рассказ о хозяйственном освоении района, просмотр ровниц и заборов, каменной гати, проложенной через болото.

Интересным вариантом может стать разработка маршрутов, отражающих стадии восстановления геокмплексов, испытавших сельскохозяйственное воздействие. Геокмплексы островов иллюстрируют стадию деградации культурного ландшафта (суходольные луга), стадию восстановления (зарастающие мелколиственными породами деревьев и кустарников луга), и стадию восстановленных коренных хвойных лесов (смешанные хвойно-мелколиственные леса). Вышеперечисленным стадиям характерно наличие каменных гряд – ровниц, которые являются одними из ярких историко-культурных объектов.

3. д. Подъельники, экскурсия к часовне *Параскевы Пятницы и Варлаама Хутынского*
4. д. Еглово на острове Еглов, осмотр часовни *Богородицы всех скорбящих радостей*, прогулка среди можжевельниковых насаждений, беседа о традиционном использовании можжевельника
5. д. Насоновщина на Волкострове, экскурсия к часовне *Петра и Павла*, обед на острове
6. Остров Долгий, прогулка по рябиновому лесу, беседа о традиционном использовании рябины
7. Возвращение к пристани острова Кижы

Общая протяженность маршрута – 20 км.

Время экскурсии – 5 часов (может изменяться в зависимости от погодных условий).

Размер группы зависит от вместимости транспортного судна.

Экскурсия рассчитана на старших школьников (как внеклассное мероприятие краеведческой направленности), студентов (в рамках курса по краеведческим дисциплинам) а также жителей и гостей Карелии, интересующихся историей нашего края.

Это достаточно информативный маршрут, во время прогулки на теплоходе, не сходя на берег, можно познакомиться с уникальными часовнями, расположенными не на острове Кижы, а вокруг него и создающими своеобразное обрамление Кижского ансамбля. Время постройки часовен — XVIII–XIX века. Маршрут экскурсии позволяет

полюбоваться видами архитектурного ансамбля Кижского погоста, почувствовать неразрывное единство природы и архитектуры.

Пока экскурсионный маршрут существует только в виртуальном варианте. Для его реализации потребуются существенные вложения на покупку/аренду и регистрацию транспортных средств, постройку причалов и оборудование стоянок.

Заключение

Территория Карелии обладает высоким рекреационным потенциалом, причем, перспективными являются не внутренние районы, а береговые зоны различных водных объектов, обладающие более высокими показателями пейзажного разнообразия. В связи с этим, особую ценность приобретают многочисленные острова, находящиеся в заливах крупных озер. Острова расположены на небольшом расстоянии от материка, до них можно легко добраться как на моторных, так и на безмоторных судах. Многочисленные историко-культурные и природные объекты, в том числе и уникальные, позволяют разрабатывать на островах не только обзорные познавательные, но и специализированные экскурсии – геологические, ботанические, орнитологические. При планировании мероприятий, связанных с рекреационно-туристической деятельностью необходимо создавать экологически сбалансированную стратегию рекреационного природопользования. Это возможно только при комплексном изучении геосистем. Получив данные о современном состоянии территории, можно делать прогнозы ее дальнейшего развития, перспективы хозяйственного использования.

Summary

The Zaonezhje area has high recreational potential. It should be noticed that coastal zones are more promising for recreational development than internal areas, because of higher indicators of a landscape variety. Numerous historical, cultural and natural objects including unique, allow developing on islands not only traditional common-informative, but also specialised excursions – geological, botanical, ornithological, etc. At planning of the actions connected with recreational activity it is necessary to create ecologically balanced strategy of recreational wildlife management. It is possible only at complex studying of geosystems. Having obtained data about a modern condition of territory, it is possible to planning its further development and practical use.

References

1. Бусарова В.П. Экологическая тропа на острове Киж. // Сборник трудов молодых ученых первого международного экологического конгресса (третьей международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ 2007», 20-23 сентября 2007 г. Тольятти: ТГУ, 2007. Т. 1. с. 71-75.
2. Генеральная схема размещения объектов и инфраструктуры туризма в Республике Карелия в развитие Схемы территориального планирования Республики Карелия. СПб, 2007 / Режим доступа: <http://gov.karelia.ru/Power/Ministry/Development/Tourism/Plan/>
3. Современный словарь иностранных слов. М.: "Русский язык", 1992. 740 с.
4. Сокровища человечества. Памятники истории, культуры и природные заповедники под охраной ЮНЕСКО / авт. Текста Т. Фезер. М., БММ АО, 1997.
5. Усыскин Г.С. Очерки истории российского туризма. СПб.: «Издательский дом Герда», 2007. 208 с.
6. Федеральный закон №132-ФЗ "Об основах туристской деятельности в Российской Федерации" от 4 октября 1996 г., гл.1, ст.1

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО КАЧЕСТВА ВОД *AUTOMATIC WATER OBJECTS CLASSIFICATION AND NATURAL WATER QUALITY ASSESSMENT*

Mikhail Zobkov

Nothern water problems institute, Karelian research center
50 Aleksandra Nevskogo St. Petrozavodsk, Karelia, Russia
Ph: 8 (8142) 576541, e-mail:duet@onego.ru

Abstract. *Assessment of water quality and classification of water object plays significant role in an environmental and ecology study. Water quality evaluation by hydrochemical parameters is fairly difficult and required a long period of time. Automatic expert system was created to solve this problem. Automatization of objects classification and quality assessment for humus zone based on Karelian water bodies research data are presented in this study. Automation algorithms of the surface water geochemical classification based on the principal chemical transactions was obtained during research. Classification based on implicit scaling data by classification parameter. Alkalinity, pH, huminity, Fe_{com} and total phosphorous were chosen as the main classification parameters. For classification by alkalinity were used alkalinity and pH, for huminity classification were used coefficient of huminity – $Hum = \sqrt{Color \cdot COD_{Mn}}$ and Fe_{com} for trophic state were used huminity class and total phosphorous concentration. The water objects distribution by huminity, alkalinity and trophic state was obtained and basic geochemical classes were picked out. Natural water quality was assessed as combination of geochemical classes. Results of research presented as maps and trends of geochemical classes and natural water quality distribution over the area of Republic of Karelia.*

Keywords: *automatic data processing, alkalinity, huminity, trophic state, water quality assessment, water objects classification.*

Введение

В настоящее время в связи с загрязнением окружающей среды всё большую актуальность приобретает вопрос оценки качества природной воды и возможности её применения для конкретных видов водопользования, а также выявления антропогенного влияния на водные объекты. Однако, в связи с тем, что эта оценка проводится по нескольким десяткам химических параметров, данный анализ представляет собой достаточно трудоёмкий и длительный процесс.

Материалы и методы

Для этих целей автором была разработана автоматизированная система обработки гидрохимической информации и оценки состояния водных объектов (рис.1). Информационная система обработки гидрохимической информации состоит из программы управления, написанной на языке программирования Delphi и базы данных в формате Paradox, разбитой на несколько взаимосвязанных таблиц. Первая таблица исходных данных включает в себя общую информацию о месте отбора пробы: название объекта, номер станции, географические координаты, горизонт, номер пробы, дата отбора. Вторая группа таблиц содержит гидрологическую информацию об изучаемых объектах. Третья – необходимые для расчетов справочные данные. В четвертой группе таблиц хранятся результаты вычислений. Все таблицы сводятся в общую базу данных программой управления посредством SQL-запросов и индексных полей. Результаты анализа могут быть представлены в печатном виде или экспортированы в другие системы для дальнейшей обработки.

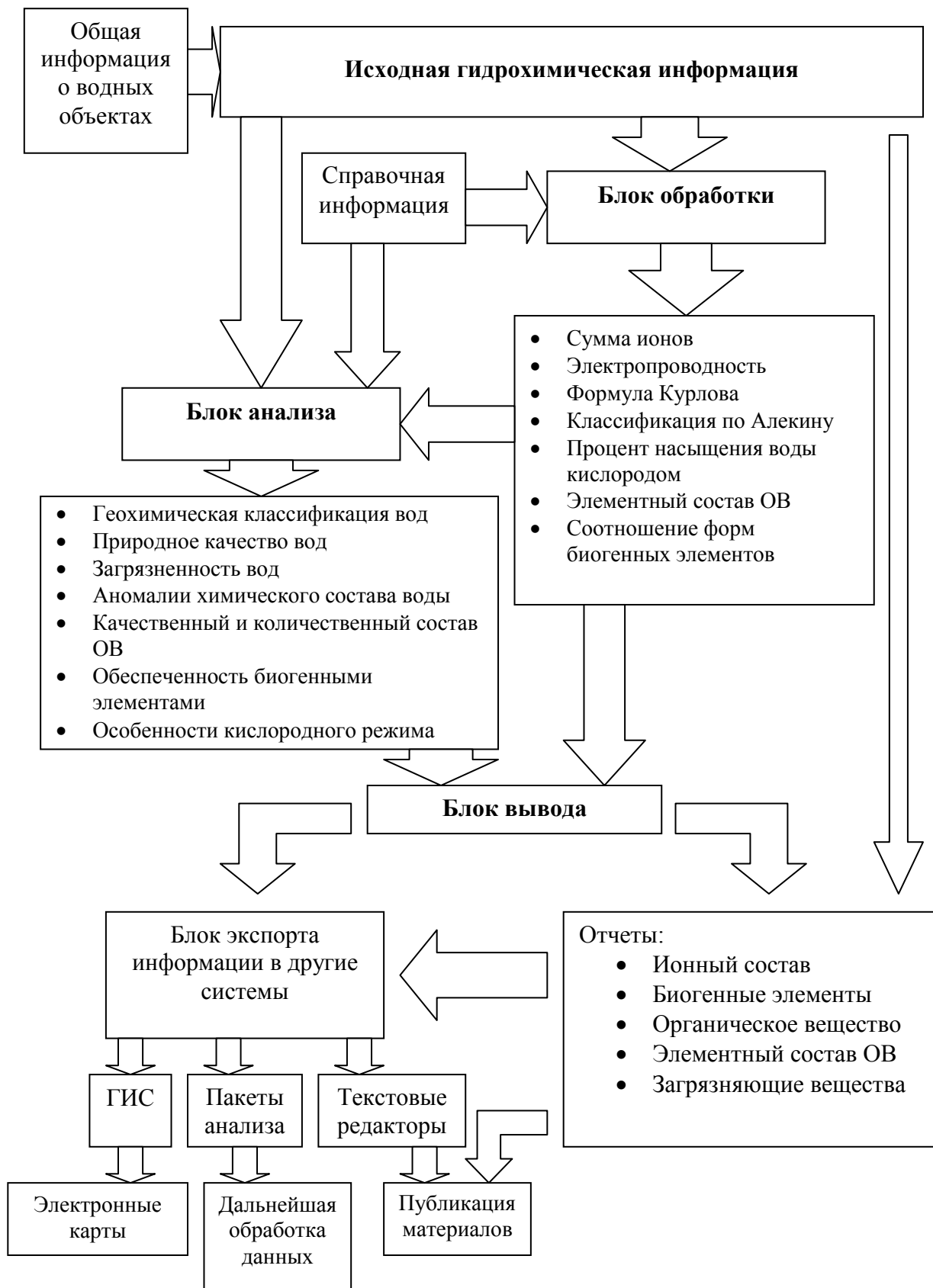


Рис. 1. Схема информационных потоков в системе обработки и анализа гидрохимической информации

При наличии географической привязки к координатной сетке или посредством уникальных кадастровых номеров по результатам анализа с использованием ГИС могут быть построены тематические карты распределения различных показателей.

Система применяется для решения как классических задач гидрохимии, (расчета суммы ионов, электропроводности, формулы Курлова, классификация вод по Алекину, определение степени насыщения воды кислородом) так, и для более сложных исследовательских задач: оценки загрязненности и качества вод, их геохимической классификации, а также выявления природы органического вещества [4].

Обычно классификация водных объектов проводится разбиением общего массива данных на области с однородными параметрами. Однако, в связи с тем, что изменения таких параметров по одному показателю являются непрерывными, все диапазоны оказываются размытыми и устанавливаются переходные области. Нами предложен новый способ классификации объектов по двум связанным параметрам, при этом переходные области между ними должны быть согласованы. Таким образом, в двухмерном пространстве координат этих параметров образуются четкие области, каждая из которых соответствует классу вод. Этот подход позволяет однозначно классифицировать каждый водный объект, не прибегая к четкому разграничению по каждому из параметров.

Основные положения геохимической классификации вод были сформулированы и изложены Лозовиком П.А. [2], которые были использованы для разработки автоматизированной системы классификации и оценки качества водных объектов [6].

Расчеты основных гидрохимических параметров достаточно просты и описаны в соответствующей литературе, поэтому более подробно остановимся на методе геохимической классификации вод.

Результаты и обсуждение

При классификации водных объектов по щелочности, гумусности и уровню трофии использованы методы нечеткого шкалирования с применением лингвистических переменных [1]. Значения лингвистических переменных во всех случаях задаются с помощью функциональных зависимостей.

Классификация водных объектов по щелочности основывается на эмпирической зависимости рН воды от её щелочности (рис.2), которая имеет четко выраженный экспоненциальный характер. Средние значения для оценки класса щелочности рассчитывались с использованием этой зависимости, полученной по более чем 800 водным объектам Карельского гидрографического района с учётом теоретически обоснованного разбиения шкалы рН с шагом 0,6:

$$Alk = 2 \cdot 10^{-6} e^{2.34 \cdot pH} \quad (1)$$

В результате выделено 7 классов вод по уровню щелочности: безщелочностные кислые, низкощелочностные кислые, слабощелочностные кислые слабокислые, слабощелочностные слабокислые, среднешелочностные слабокислые нейтральные, среднешелочностные нейтральные слабощелочные, высокощелочностные слабощелочные.

При классификации водных объектов по гумусности использовался как показатель гумусности $Hum = \sqrt{ЦВ \cdot ПО}$ так и содержание общего железа (рис.3). Согласно исследованиям поверхностных вод Карелии [5], установлено, что большее содержание железа соответствует большей гумусности вод. С учетом этого были установлены уравнения для шкалы лингвистических переменных (2а).

$$Hum_n^{\min} = 2.32 \cdot e^{0.834n} \quad n = Hum_{Class} : 1..5 \quad (2a)$$

$$Hum_n^{\max} = 2.95 \cdot e^{0.844n} \quad n = Hum_{Class} : 1..5$$

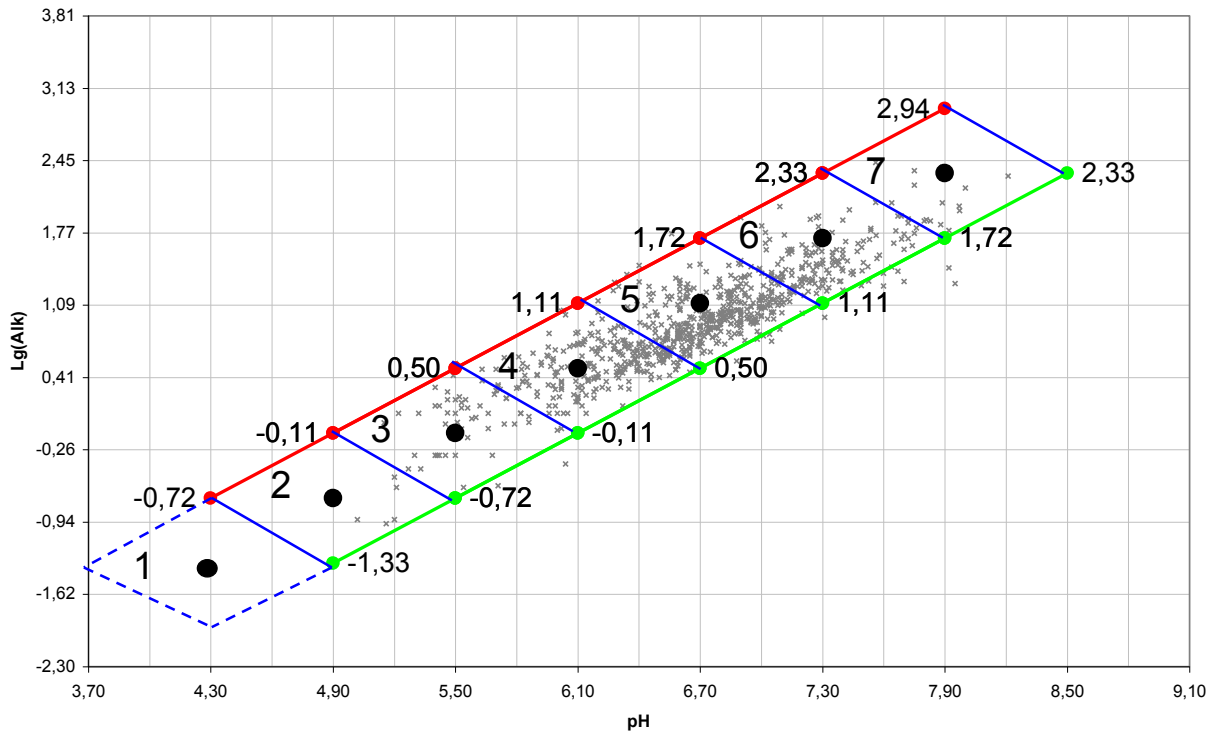


Рис. 2. Классификация водных объектов по рН и щелочности

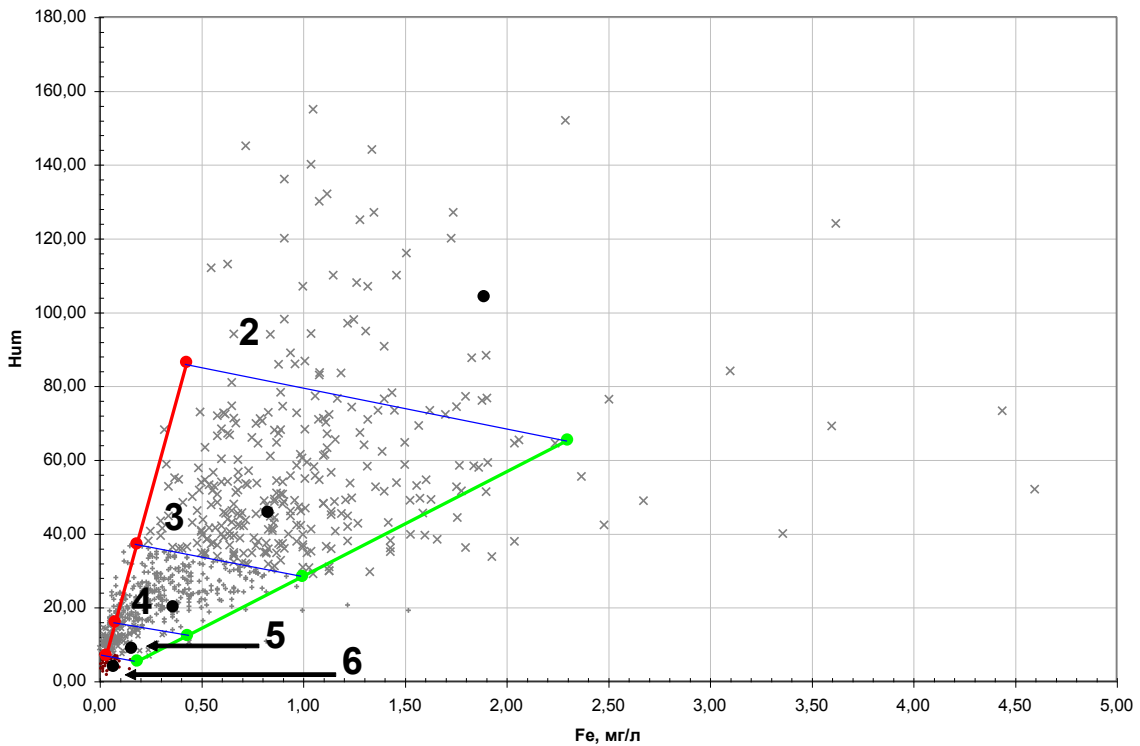


Рис. 3. Классификация водных объектов по гумусности и содержанию железа

Содержание железа рассчитывалось с использованием уравнений краевых прямых (2б):

$$\begin{aligned} [Fe_{общ}]_n^{\min} &= \frac{Hum_n^{\min}}{28,32} \quad n = Hum_{Class} : 1..5 \\ [Fe_{общ}]_n^{\max} &= \frac{Hum_n^{\max}}{200,70} \quad n = Hum_{Class} : 1..5 \end{aligned} \quad (26)$$

Прямые, проведенные между полученными точками, разбивают пространство координат $Hum - Fe_{общ}$ на 5 интервалов, которые соответствуют значениям лингвистической переменной «гумусность». В результате выделены следующие пять классов вод: полигумусные, мезополигумусные, мезогумусные, олигогумусные, ультраолигогумусные которым присваивается соответствующий порядковый номер. Классификация водных объектов по уровню трофии производится с использованием нечеткого шкалирования класса гумусности и концентрации общего фосфора (рис.4).

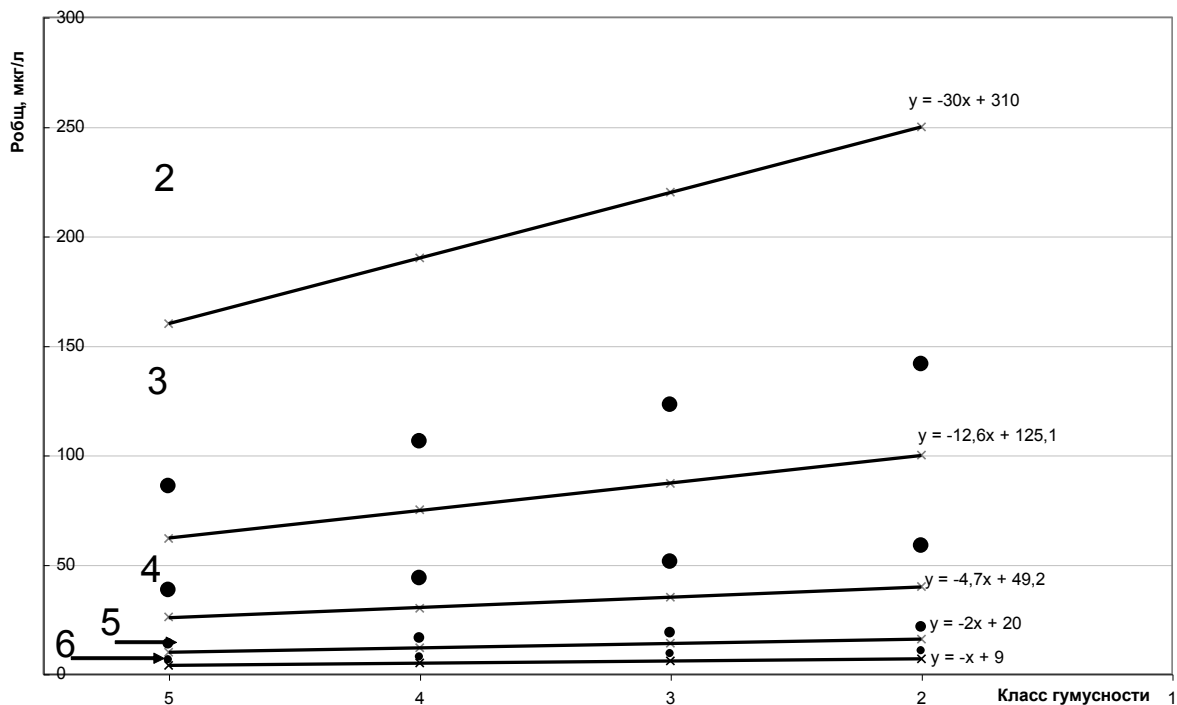


Рис. 4. Классификация водных объектов по уровню трофии

Как и в предыдущих случаях, классы водных объектов определяются посредством построения координатной плоскости по классифицируемым параметрам. В данном случае координатная ось класса гумусности является дискретной, а пятый и шестой классы гумусности рассматриваются как один в связи с незначительной разницей в трофии олиго- и ультраолигогумусных объектов [6]. Поэтому на координатной оси класса гумусности имеется только четыре дискретных значения, в то время как ось общего фосфора является непрерывной.

Получены следующие формулы для шкалирования лингвистической переменной «трофность» (3):

$$\begin{aligned}
Hum_{Class} = 5,6 \quad P_m^{общ} &= 1,473 \cdot e^{0,916m}, \quad m = 1..6 \\
Hum_{Class} = 4 \quad P_m^{общ} &= 1,123 \cdot e^{0,938m}, \quad m = 1..6 \\
Hum_{Class} = 3 \quad P_m^{общ} &= 0,999 \cdot e^{0,938m}, \quad m = 1..6 \\
Hum_{Class} = 2 \quad P_m^{общ} &= 0,766 \cdot e^{0,959m}, \quad m = 1..6
\end{aligned}
\tag{3}$$

В результате пространство переменных $P_{общ}$ – класс гумусности разбивается на 6 интервалов, соответствующих следующим значениям лингвистической переменной «трофность» в порядке увеличения номера класса по мере уменьшения содержания железа общего и фосфора общего: гипертрофные, высокоэвтрофные, эвтрофные, мезотрофные, олиготрофные, ультраолиготрофные.

Оценка природного качества вод проводится путем геометрического усреднения баллов качества геохимического класса вод. При этом порядковый номер класса соответствует баллам качества вод, что в определенной степени согласуется с пригодностью воды для питьевого водоснабжения и рыбохозяйственных целей. Соответствующие каждому классу баллы качества: 1- безщелочностные кислые, гипертрофные; 2- низкощелочностные кислые, полигумусные, высокоэвтрофные; 3- слабощелочностные кислые слабокислые, мезополигумусные, евтрофные; 4- слабощелочностные слабокислые, мезогумусные, мезотрофные; 5- среднещелочностные слабокислые нейтральные, олигогумусные, олиготрофные; 6- среднещелочностные нейтральные слабощелочные, ультраолигогумусные, ультраолиготрофные; 7- высокощелочностные слабощелочные. В итоге были выделены пять основных классов качества: 6-7 отличное, 5-6 высокое, 4-5 хорошее, 3-4 удовлетворительное, 2-3 низкое.

Обработка информации по 650 объектам Карельского гидрографического района [3,5,6], показала, что по уровню щелочности наиболее распространенным является класс среднещелочностных слабокислых нейтральных вод. Всего было выявлено 283 объектов этого класса, из них 194 водоема и 89 водотоков. По гумусности вод среди водотоков Республики наиболее широко представлены воды мезополигумусного класса (86 объектов). Среди водоемов наиболее распространен мезогумусный класс, к нему отнесено 246 водных объектов, среди них 190 водоемов. По уровню трофии наиболее представительным является мезотрофный класс вод, к нему отнесено 179 водоемов и 73 водотока. В целом, природное качество большинства водных объектов Республики Карелии средствами экспертной информационной системы оценивается как высокое и хорошее, результаты оценки качества вод представлены на рис. 5.

Полученные результаты согласуются с экспертными оценками [2] полученными по тому же массиву данных.

Заключение

На основании предложенной классификации разработана автоматизированная информационная система оценки качества водных объектов, результаты работы которой согласуются с экспертными оценками, что позволяет использовать описанный метод для решения широкого спектра практических задач в области управления ресурсами и экологии поверхностных вод гумидной зоны.

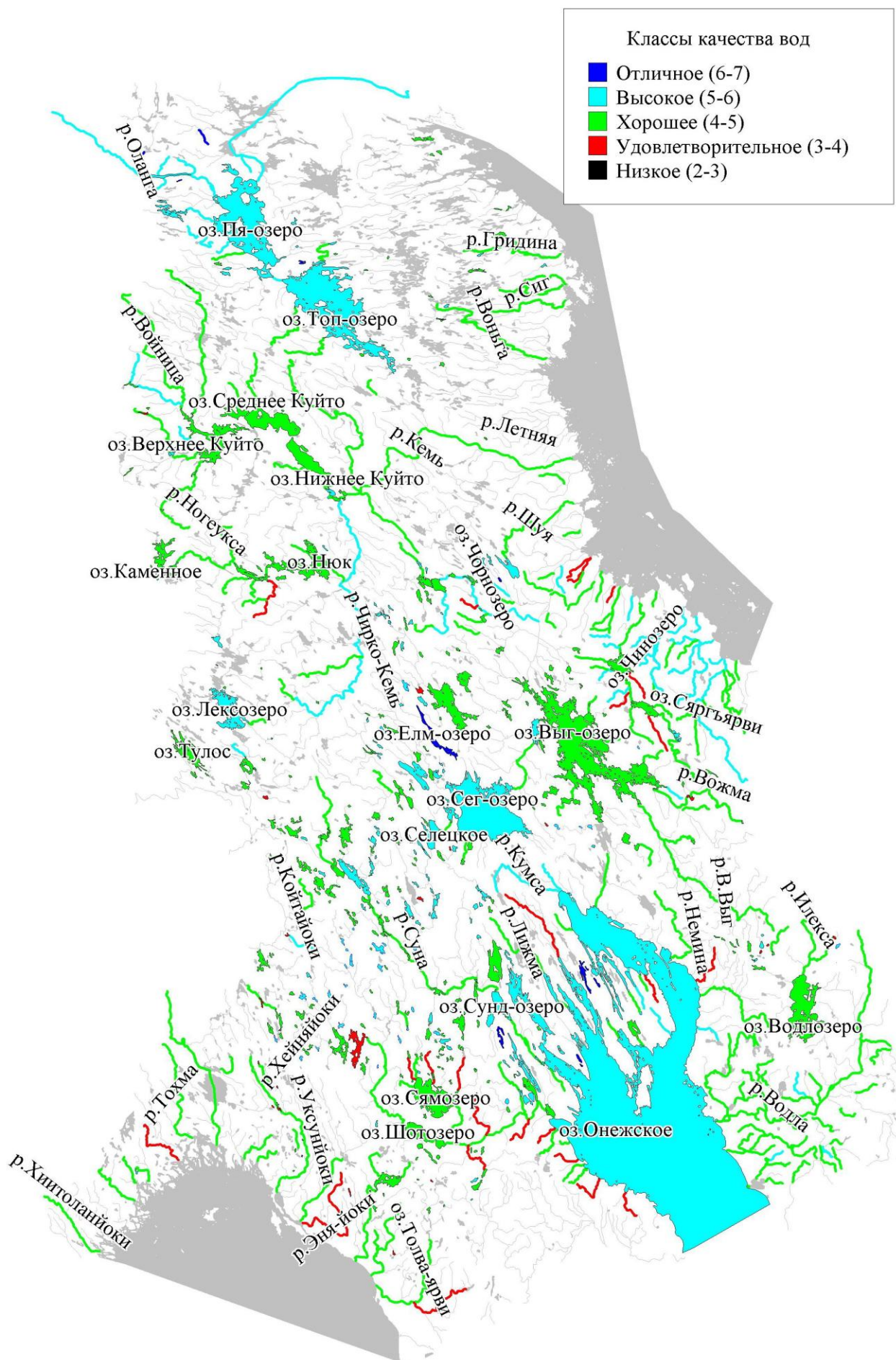


Рис. 5. Карта качества поверхностных вод Карелии

Summary

Assessment of water quality and classification of water object plays significant role in an environmental and ecology study. Water quality evaluation by hydrochemical parameters is fairly difficult and required a long period of time. Automatic expert system was created to solve this problem. Automatization of objects classification and quality assessment for humus zone based on Karelian water bodies research data are presented in this study. Automation algorithms of the surface water geochemical classification based on the principal chemical transactions was obtained during research. Classification based on implicit scaling data by classification parameter. Alkalinity, pH, huminity, Fe_{com} and total phosphorous were chosen as the main classification parameters. For classification by alkalinity were used alkalinity and pH, for huminity classification were used coefficient of huminity – $Hum = \sqrt{Color \cdot permanganate_oxidation}$ and Fe_{com} , for tropic state were used huminity class and total phosphorous concentration. The water objects distribution by huminity, alkalinity and tropic state was obtained and basic geochemical classes were picked out. Natural water quality was assessed as combination of geochemical classes. Results of research presented as maps and trends of geochemical classes and natural water quality distribution over the area of Republic of Karelia.

Список литературы

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». М.:СИНТЕГ, 1998. 376 с.
2. Лозовик П.А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук. Москва, 2006. 60 с.
3. Лозовик П.А., Басов М.И., Зобков М.Б. Поверхностные воды Заонежского полуострова. Химический состав воды. // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. с. 35-47.
4. Лозовик П.А., Морозов А.К., Зобков М.Б., Т.А. Духовичева М.Б., Осипова Л.А. Аллохтонное и автохтонное органическое вещество в поверхностных водах Карелии // Водные ресурсы, 2007. Т. 34, №2. с. 225-237.
5. Лозовик П.А., Рыжаков А.В., Сабылина А.В., Мартынова Н.Н., Белкина Н.А., Калмыков М.В., Платонов А.В., Потапова И.Ю., Зобков М.Б. Исследование процессов формирования химического состава поверхностных вод Карелии // В сб. «Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований». Материалы юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС. Петрозаводск, 19–21 сентября 2006 г. с. 249-272.
6. Лозовик П.А., Шкиперова О.Ф., Зобков М.Б., Платонов А.В. Геохимические особенности поверхностных вод Карелии и их классификация по химическим показателям. // Труды Карельского научного центра РАН Вып. 9, Петрозаводск, 2006. с. 130-143

TRANSFORMATION OF THE WATER QUALITY IN THE ŚLUPIA RIVER (POLAND)

SLUPIJAS UPES (POLIJA) ŪDENS KVALITĀTES IZMAIŅAS

Anna Jarosiewicz

Pomeranian Academy in Słupsk, Institute of Biology and Environment Protection

76-200 Słupsk, Arciszewskiego 22b St. Poland

E-mail: jarosiewicz@poczta.onet.pl

Abstract. *The objective of this paper was to present the water quality changes of the one of Polish rivers - Ślupia River, located in the Pomeranian Region. The Ślupia River receives pollutants derived from non-point and point sources of pollution. This is due to the agricultural and forested character of the river's basin and the location of the towns of Słupsk and Ustka on the river. The elaboration covers the period from 1988 to 2007 and is based on hydrological data, completed as a part of surface water monitoring programme run by the Inspectorate for Environment Protection and the Institute of Meteorology and Water Management. The changes of physicochemical properties of Ślupia River i.e. phosphorus and nitrogen concentrations, BOD₅, and amounts of heavy metals were studied. Presented data, showed that the Ślupia River has responded to a major nutrient loading reduction. The current concentration of nitrogen and phosphorus form in river allows qualifying the water to first quality class.*

Keywords: *flowing water quality, river, biogens, heavy metals.*

Introduction

The water quality in rivers and streams is strongly associated with the anthropopression intensity and is an important indicator of the human activity. No matter whether it concerns agriculture, animal breeding, industry or human subsistence, this activity always affects water quality. The improving of water parameters, observed in the recent years in European states is a consequence of many environmental, economic and political factors. In Poland, the reduction of nutrient inputs has been thus caused primary by the crisis in the agriculture i.e. by the large decrease in mineral fertilizer use (by nearly 2/3) and by the decrease in livestock levels. Moreover, after 1989 the significant increase of investment in nature conservation was noted, especially in wastewater and sewage management causing reduction in point source discharges.

The aim of this study was to present long-term changes in the quality of the water in the Ślupia River against the background of the changes in the wastewater and sewage management and in the intensity of fertilization in this region of Poland.

Materials and methods

The Ślupia River (Fig. 1) is one of the largest Polish coastal rivers. The total length of the river is 138.6 km. The surface area of the river's basin is 1623.0 km², of which almost half the land is covered by arable fields (47.8%), 43.4% by forests and 6.6% by meadows and pastures. The surface waters cover about 2% of the river's basin [1]. The river's source is found near Sierakowska Huta, in the north-west part of the Kaszubski Lake District. The river flows to the north-west to the Baltic Sea, and in the Ustka town introduces water directly to the sea. It is supplied with water by a number of several rivers and streams, of which the longest one – the Skotawa – is 44.6 km long.

The average flow of the Ślupia amounts about 14.5 m³/d [2], and it is characterised by low range of flow variability [3], differences between winter and summer half-years not exceed 25% [2].

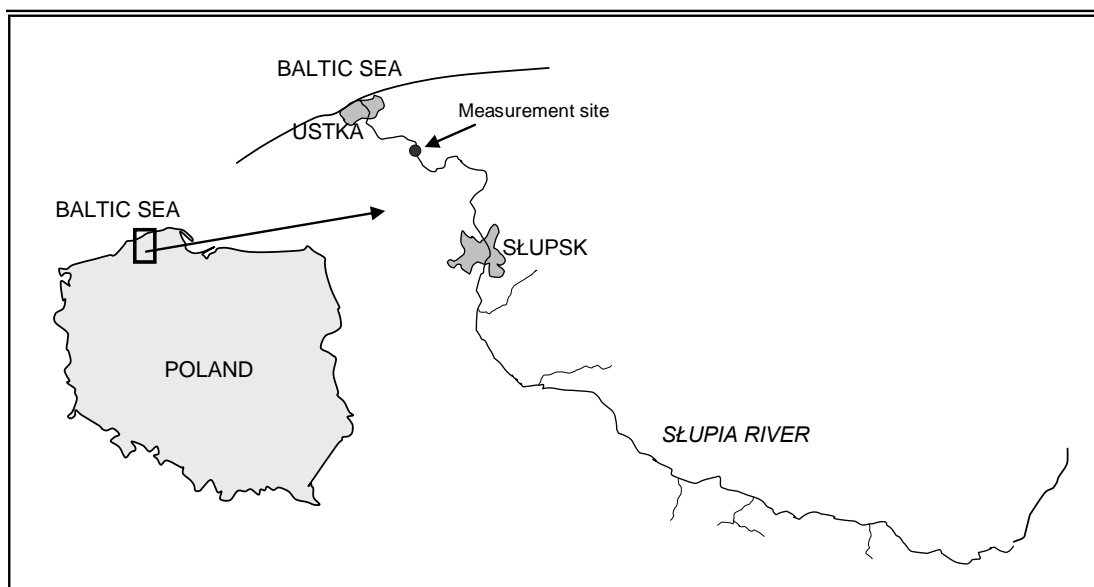


Fig.1. Location of the Słupia River

The Słupia River receives pollutants derived from non-point and point sources of pollution. This is due to the agricultural and forested character of the river's basin and the location of the towns of Słupsk and Ustka on the river. The primary sources of pollution are [4-6]:

- the mechanical and biological wastewater treatment plant in Słupsk (22700 m³/d);
- the mechanical and biological wastewater treatment plant in Ustka (6250 m³/d);
- the mechanical and biological wastewater treatment plant in Sulęczyño (134 m³/d);
- the streams and rivers flowing into the Słupia, which carries waters affected by agriculture and waste from the fish farm and some amounts of municipal waste;
- villages lying in the river's basin, which do not have proper wastewater and sewage management;
- runoffs from fields and fish-farms.

In the study, the data for selected parameters (nitrogen and phosphorus forms, heavy metals, BOD₅) for last 20 years were utilised. Measurements of above parameters concentration were performed as a part of the water monitoring programme by the Institute of Meteorology and Water Management and Provincial Inspectorate of Environment Protection in Słupsk. The monitoring assays were performed at one station - Charnowo (Fig. 1), located about 11 km from the river outlet and covered about 98.5% of the river's basin surface area. The range of measurements and analytical procedures were established according to the then binding executive regulations of the Water Law. The measurement programmes were performed every year, with the frequency of 4 - 26 measurements per year.

Results and Discussion

1. Changes in the anthropopression intensity in the Słupia River catchment

According to Bogdanowicz (2004) [3] the catchment area of the Słupia River is classified as the area with "middle anthropopression level". In this classification into account were taken: (i) the intensity of agriculture production (arable land and fertilizer consumption); (ii) point source of pollution (scale and localization of the biggest wastewater treatment plants) and (iii) pollution level of river's water.

Agriculture is markedly abundant in the Słupia River catchment, and therefore the changes in the agriculture production level influences on the amount of non-point pollution transported to river.

During the last 20 years, especially at the turn of the 80s and 90s, substantial transformations in all Polish agriculture took place. After 1989 market economy was introduced so prices of mineral fertilizers were liberated, state subsidies were lifted and costs of raw materials for production of fertilizers increased due to the transfer to dollar prices. This meant that mineral fertilizers as products available on the market became expensive, and their consumption readily declined. Collected data [7] indicate, that in the Słupia River catchment area the mineral fertilizer consumption dropped after 1989 from 245 kg per ha of net NPK to 45,5 kg per ha of net NPK in 1991. Currently, the consumption of fertilizers is about two times higher but still over two times lower than before 1990. Moreover the gradual liquidation of state farms diminished the total area of farmland. Quite a large percentage of fields which had been cultivated by state farms were left fallow, and that meant that the share of uncultivated farmland increased. Also, the type of land use was gradually changing. Some of the arable land was forested (about 0.5 thous. ha/year).

Animal rearing in Słupia River region is concentrated on cattle for meat and milk and on pig breeding [2]. And also in this agriculture field, intensive changes after 1989 were observed. Liquidation of a lot of breeding centres – above all industrial farms of cattle breeding – caused significant decrease of animals.

The Słupia River catchment has not a rural character, and the point source of pollutant is above all associated with a communal wastewater. The region is characterised by small density of population – 58 persons/km² [8]. And there are only three communities with more than 10 thous. inhabitants. The Słupsk City is the regional centre with approximately 100 thous. inhabitants. In Słupsk, wastewaters from 100% of inhabitants are cleaned on wastewater treatment plant, which yearly take 8.29 hm³ communal wastewater. The percent of purification was 98%. The pollution load from wastewater treatment plant, introduced into Słupia River amounts 40 t/year of BZT₅; 90 t/year of N_{total}; and 6 t/year of P_{total} [4]. With relation to 90s the total pollution load decreased about over 75% in the case of phosphorus and about 70% of nitrogen.

2. Changes in the water quality

Changes in annual mean concentrations of biogenic substances in the Słupia River, during the last 19 years studied are illustrated in Figures 2 – 4. The long-term development in ammonia nitrogen concentrations (Fig2.) changed markedly in the period 1988-2007. Until 1990, the concentrations varied the 3rd water quality class (according to 5-class Polish categorisation) (Tab.1.) and in the 1st class after 1993.

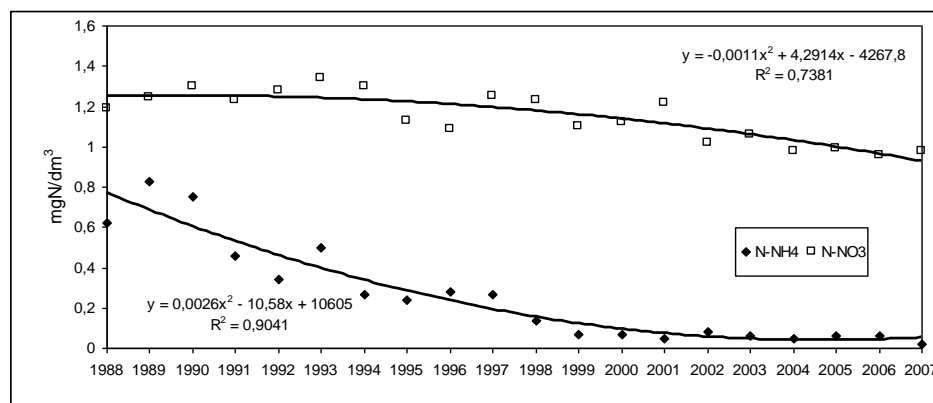


Fig.2. Changes of ammonia and nitrate nitrogen concentration (mgN/dm³) in Słupia River in years 1988-2007

In the case of nitrate nitrogen, the changes were less dynamic, and just after 1998 the decrease of N-NO₃ was observed. Moreover, the level of N-NO₃ classified the water between 2nd and 1st quality class and after 2002 in 1st quality class.

Table 1.

Limit values for water quality of chosen physicochemical parameters

Parameter	Unit	I class	II class	III class	IV class	V class
BOD ₅	mgO ₂ /dm ³	2	3	6	12	>12
COD _{Cr}	mgO ₂ /dm ³	10	20	30	60	>60
Ammonia nitrogen	mgN/dm ³	0.39	0.77	1.55	4.0	>4.0
Nitrate nitrogen	mgN/dm ³	1.13	3.38	5.64	11.29	>11.29
Total nitrogen	mgN/dm ³	2.5	5	10	20	>20
Phosphates	mgP/dm ³	0.06	0.13	0.23	0.33	>0.33
Total phosphorus	mgP/dm ³	0.2	0.4	0.7	1.0	>1.0
Phenols	mg/dm ³	0.001	0.005	0.01	0.05	>0.05
Chromium	mgCr/dm ³	0.05	0.05	0.05	0.1	>0.1
Cadmium	mgCd/dm ³	0.0005	0.001	0.001	0.005	>0.005
Mercury	mgHg/dm ³	0.0005	0.001	0.001	0.005	>0.005
Lead	mgPb/dm ³	0.01	0.01	0.02	0.05	>0.05
Zinc	mgZn/dm ³	0.3	0.5	1.0	2.0	>2.0

The concentration of total nitrogen in the Słupia River (Fig.3.) decreased two times during the last 19 years from 4.34 mgN/dm³ to 2.02 mgN/dm³. The most intensive drop was observed in 90s.

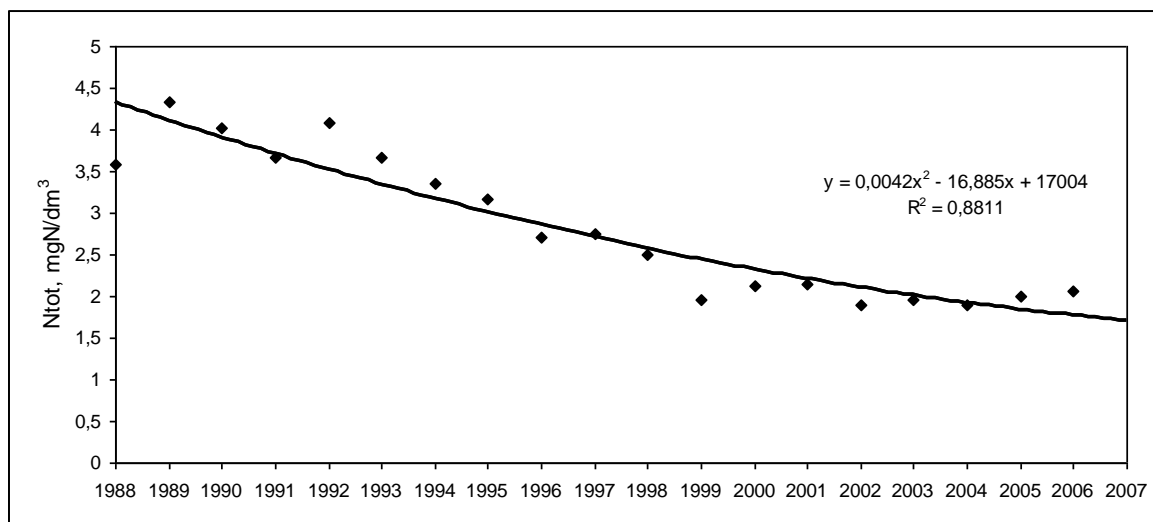


Fig.3. Changes of total nitrogen concentration (mgN/dm³) in Słupia River in years 1988-2007

Until 1990 the concentrations of mineral and total phosphorus were increasing (Fig.4). The level of P-mineral increased up to 0.3 mgP/dm³ (4th quality class), and P-tot up to 0.58 mgP/dm³ (3rd quality class). The analyses completed in the following years (1991-2007) showed that the quality of the river water improved considerably in terms of the content of inorganic and total phosphorus. The mean annually concentration of P-PO₄ in 2006 dropped to the level of 0.06 mg/dm³ (1st quality class). Total phosphorus concentration decreased to 0.12 mgP/dm³ from 2002 (1st quality class).

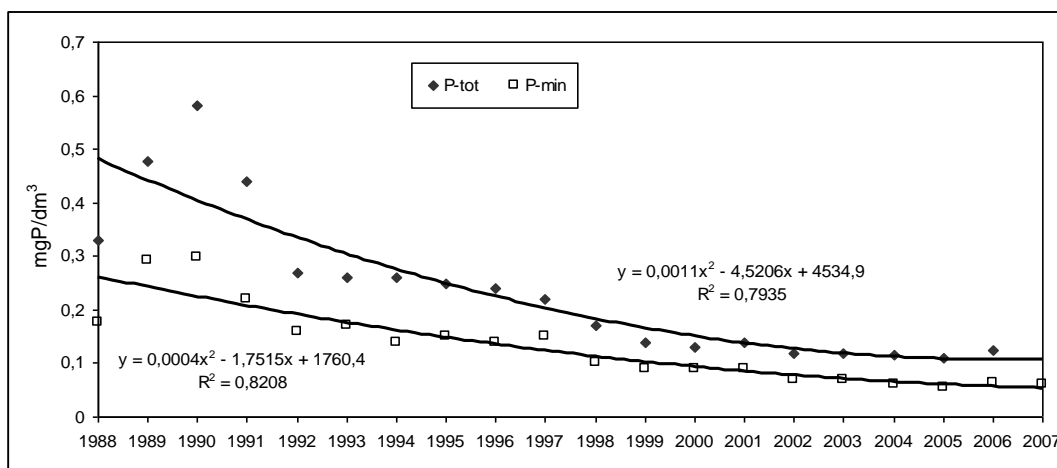


Fig.4. Changes of mineral and total phosphorus concentration (mgN/dm³) in Slupia River in years 1988-2007

The amount of organic substances is indicated by BOD₅. As can be seen in Fig. 5 BOD₅, in the long-term development, fluctuated in its mean annual values between 5.3 mgO₂/dm³ in 1988 and 2.4 mgO₂/dm³ in 2007. Until 1998 the BOD₅ value varied within the 3rd purity class and in the 2nd class after 1998.

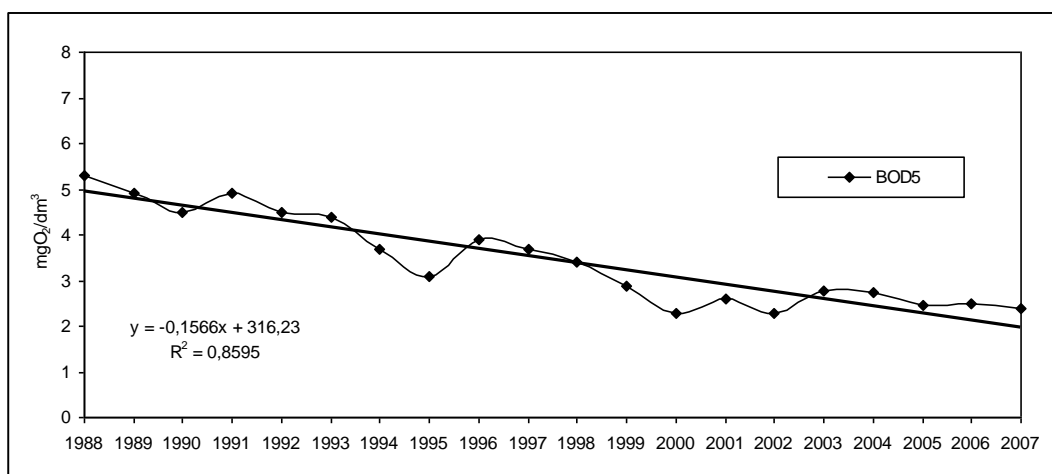


Fig.5. Changes of BOD₅ (mgO₂/dm³) in Slupia River in years 1988-2007

Concentrations of heavy metals was presented as a sum of Hg, Pb, Zn, Cu, Cd and Cr concentration (Fig.6.). Zinc constituted about 65%, lead about 17%, and consecutively Cu – 9%, Cr – 6,5%, Hg – 1,5%, Cd – 1%. Measurements performed in years 1988 – 2007 indicate, that amounts of heavy metals fluctuated markedly. Three main stages can be distinguished during those 19 years: from 1989 to 1996, after 1996 to 2002, and from 2002 to 2007. In the first stage the concentration of heavy metals significant decreased from about 0.07 mg/dm³ to below 0.01 mg/dm³. After 1996 the increase of metal concentration to about 0.035 was observed, and after 2002 successive decrease to 0.018 mg/dm³ in 2007.

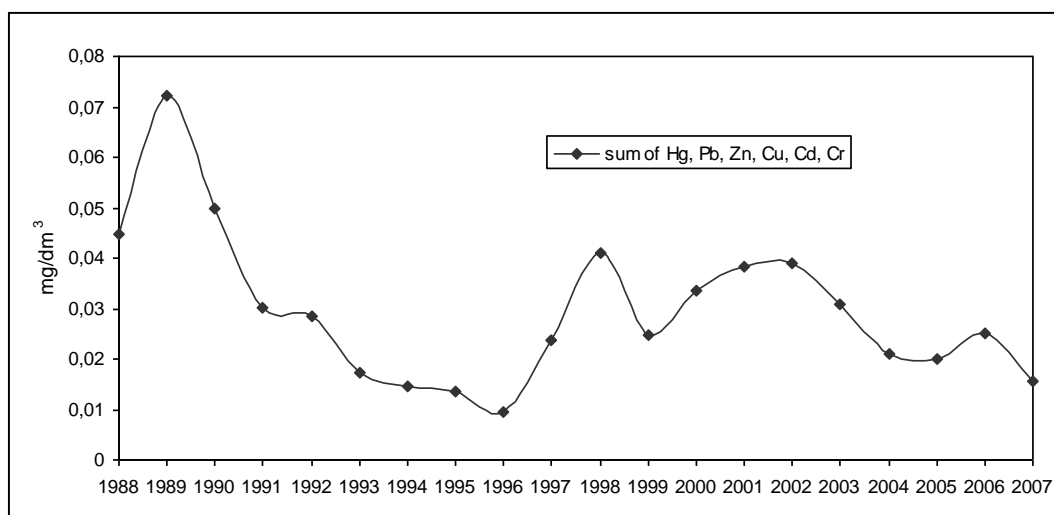


Fig.6. Changes of heavy metals concentration (mg/dm³) in Słupia River in years 1988-2007

The long-term changes of different parameters concentration indicate a significant improvement of Słupia River quality. The concentration changes of respective parameters were different and associated with different reason. The drop, observed in the case of ammonia nitrogen (Fig.2) was caused by a decrease in the intensity of animal production after 1989, and by changes in farmland cultivation i.e. especially by reduction of ammonia fertilizer (water solution of NH₄OH), and better farm management control. The long-term changes of nitrate nitrogen concentration were different. After 1989 no substantial decrease occurred although the rapid and significant reduction of nitrate fertilizer dosage. Lack of the nitrate nitrogen reaction to the fertilizer reduction can be connected with a small participation (several %) of fertilizer – NO₃ in total amount of N-NO₃ transported with groundwater to the river. According to the *Polish map of spatial-varied of nitrate nitrogen concentration in groundwater*, the Słupia River catchment is characterized by N-NO₃ concentration about 15-20mg/dm³ [9]. Most of nitrate nitrogen come from mineralization of organic matter (organic fertilizer, after-harvest scraps). The second potential source of NO₃ are a soil reserves released via erosion [10; 11].

Higher phosphorus concentrations in rivers usually are detected near the larger agglomeration. Therefore the main source of phosphorus are point pollution sources. The participation of point pollutions in Poland in phosphorus supply amounted about 60% [9]. The drop in P-concentration (mineral and total) (Fig. 4) after 1990 was caused by increasing investment in wastewater and sewage management and, as a consequence, construction or modernisation of a municipal wastewater treatment plant. Moreover, the lifestyle of the local population was changed i.e. the increase of phosphate-free washing agents was observed.

The long-term changes of heavy metals concentration were very dynamic (Fig.6.). The decrease after 1989 was probably associated with the better wastewater situations and, with the decrease of fertilizer dosage, especially phosphates fertilizer (material used in the production of P-fertilizer includes some amount heavy metals) [12]. The explanation for the heavy metals concentration increase after 1996 is difficult, but probably associated with the ability of heavy metals to bioaccumulation and sediment-accumulation [13].

Conclusions

Presented data, showed that the Słupia River has responded to a major nutrient loading reduction. The current concentration of nitrogen and phosphorus form in river allows qualifying the water to first quality class. Knowing, that the water ecosystems are strictly

connected with the catchment area and all changes in the land use change the water quality, very important becomes the correct land management to achieve a good ecological quality in water bodies in 2015.

Bibliography

1. Purity state of running waters of the Słupia catchment area based on measurements performed in 2003. Provincial Inspectorate of Environmental Protection, Office in Słupsk
2. Lipczyński W. Surface water, pp. 35-59. In: Lipczyński W. (ed.) Natural resources of the Słupia and Łupawa river basins, Gravipol, Słupsk, 2002.
3. Bogdanowicz R. Hydrological factors influencing transport of selected nitrogen and phosphorus compounds from the Odra River, the Vistula River and Polish coastal rivers to the Baltic Sea, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 2004.
4. Report on the state of the environment in the Province of Pomerania in 2005. Provincial Inspectorate of Environmental Protection in Gdańsk, Gdańsk, 2006.
5. Report on the state of the environment in the Province of Pomerania in 2002. Provincial Inspectorate of Environmental Protection in Gdańsk, Gdańsk, 2003.
6. Lipczyński W. Water management of the Słupia and Łupawa river basins, Gravipol, Słupsk, 2005.
7. Statistical yearbook 1989-1995, Słupskie Voivodship, Statistical Office in Słupsk, Koszalin, 1989., 1991., 1995. www.stat.gov.pl
8. Ilnicki P. The Polish agriculture and environment protection, WAR, Poznań 2005.
9. Worrall F., Burt T. P. Inter-annual controls on nitrate export from an agricultural catchment – how much land-use change is safe?, *Journal of Hydrology*, 243, 2001. pp. 228-241
10. Oenema O., Roest C. W. J. Nitrogen and phosphorus losses from agriculture into surface waters; the effects of policies and measures in the Netherlands, *Wat. Sci. Tech.*, 37, 1998. pp. 19-30.
11. Gorlach E., Mazur T. *Agriculture Chemistry*, PWN, Warszawa, 2001.
12. Wrembel H.Z. Civilization effects of mercury in the Baltic Sea, *Słupskie Prace Matematyczno-Przyrodnicze*, 12a, 1999. pp. 67-99.

DAŽĀDU FIZIKĀLI ĶĪMISKO APSTRĀDES METOŽU IETEKME UZ MIKROORGANISMU VAIROŠANOS ŪDENĪ

INFLUENCE OF VARIOUS PHYSICAL-CHEMICAL TREATMENT METHODS ON MICROBIAL GROWTH IN WATER

Madars Reimanis¹, Jurijs Ozoliņš¹, Juris Mālers¹, Vizma Nikolajeva²

1- Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas katedra

Āzenes 14/24, LV 1048, Rīga, Latvija; tālr.: 371 67089211

E-pasts: madars.r@inbox.lv; juris_oz@inbox.lv; juris_malers@ktf.rtu.lv

2- Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, Mikroorganismu kultūru kolekcija
Kronvalda bulvāris 4, Rīga, LV 1586; tālrunis: 371 67034868

E-pasts: vizma.nikolajeva@lu.lv

Abstract. *Use of the TiO_{2n-1} electrode for water electrolysis process promotes the destruction of organic matter as shown by the changes in permanganate index different values of electrolysed and non electrolysed solution.*

Using the TiO_{2n-1} electrode in the electrolysis process with the presence of chlorine and bromine ions can create a lasting disinfectant effect that was demonstrated by the sharp decrease in the number of bacterial colony forming units in electrolysed solutions.

Using the TiO_{2n-1} electrode in the electrolysis process with the presence of iodine ions can create a bacteriostatic effect which was maintained for at least 10 days in electrolysed solutions

Keywords: *electrolysis, disinfection, titanium oxide, microorganisms.*

Ievads

Jebkurā ūdens sistēmā attīstās mikroorganismi, kuri palielina organisko vielu daudzumu ūdenī un uz ūdensvadu sistēmas materiālu virsmas veido bioplēves [1]. Bioplēvju attīstība ūdens padeves sistēmās var izraisīt ūdens krāsas, smaržas un garšas izmaiņas, cauruļu materiāla koroziju, siltumvadītspējas samazināšanos, ūdens padeves sistēmas aizaugšanu.

Eksistē dažādas ūdens apstrādes metodes mikroorganismu apkarošanai. Plaši pētīta ir ūdens ozonēšana vai apstrāde ar UV starojumu, taču maz ir zināms par mikroorganismu attīstību pēc ūdens elektroķīmiskās apstrādes, kura tiek uzskatīta par efektīvu un videi draudzīgu metodi [2; 3].

Elektrolīzes procesā radušies oksidanti ($O\cdot$, $OH\cdot$, $HClO$, ClO^- , H_2O_2 , O_3 , MnO_2^- , S_2O_8), kas noārda ūdenī esošās organiskās vielas un iznīcina mikroorganismus, darbojas antimikrobiāli un kavē mikroorganismu tālāku vairošanos.

Elektrolīzes procesa efektivitāti ietekmē pielietoto elektrodu veids. Viens no elektroda efektivitātes rādītājiem ir spēja izdalīt ievērojamos daudzumos dezinficējošus savienojumus (piem., $O\cdot$, $OH\cdot$, $HClO$, ClO^-) no atšķaidītiem šķīdumiem. Plaši tiek izmantoti elektrodi, kas satur Pt, PbO_2 , Ti/SnO_2 ar Sb_2O_5 piejaukumu, IrO_2 , Pt-Ir, RuO_2 , MnO_2 , Ti/dimants ar bora piejaukumu, kā arī grafiņa elektrodi [4].

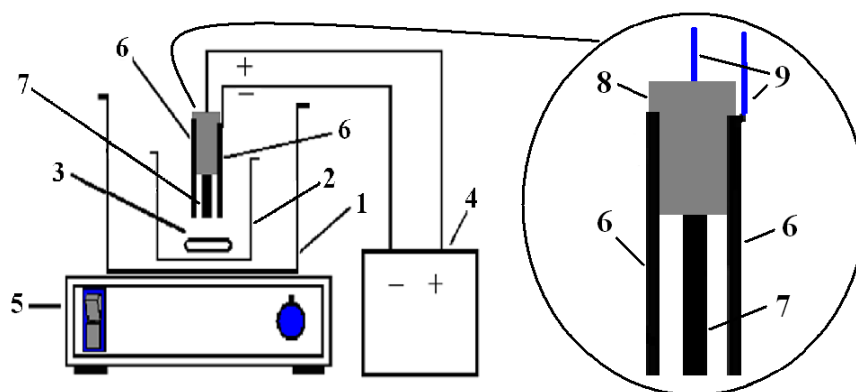
Par ļoti perspektīviem uzskata elektrodus, kas satur nestehiometrisku titāna oksīdu ar kopējo formulu Ti_nO_{2n-1} , kur n ir skaitlis no 4 līdz 10. Mainoties titāna un skābekļa attiecībai, kā arī izgatavošanas apstākļiem, būtiski mainās arī materiāla īpašības un tā pielietojums. Ti_nO_{2n-1} ir liela izturība pret koroziju, kura ir lielāka nekā tīram titānam un titāna dioksīdam (rutils, anatāzs), mazs absorbcijas koeficients un laba mehāniskā izturība. Ti_nO_{2n-1} atšķirībā no anatāza un rutila, kuri darbojas kā izolējošie materiāli, uzrāda pusvadītāja un pat pusmetāliskas īpašības.

Tai pašā laikā titāna oksīdu saturošu keramikas elektrodu darbības mehānisms un atsevišķu tehnoloģisko parametru ietekme uz elektrolīzes procesa efektivitāti nav pilnībā noskaidrota.

Darba mērķis bija noskaidrot, kā mainās kopējais izdalītā halogēna daudzums elektrolīzes procesa laikā un mikroorganismu vairošanās intensitāte pēc ūdens šķīduma elektrolīzes atkarībā no tajā izšķīdušajām vielām (anjoniem) un to koncentrācijas. Elektrolīzei tika izmantots Ti_nO_{2n-1} saturošs keramikas anods, kurš sintezēts Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centrā [5].

Materiāli un metodes

Pētījumu veikšanai tika izveidota elektrolīzes šūna, kas sastāv no Ti_nO_{2n-1} saturoša keramikas anoda ar laukumu $12,1 \text{ cm}^2$ un katoda, kas izgatavots no nerūsējošā tērauda, ar kopējo virsmas laukumu 18 cm^2 (skat. 1.att.). Katods izveidots no divām vienādām plāksnītēm, kuras novietotas paralēli abās pusēs anodam 5 mm attālumā no tā. Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma.



1.att. Elektrolīzes iekārta un elektrolīzes šūna

1– termostats, 2– elektrolīzes šūna, 3– magnēts, 4– līdzstrāvas avots ar kontrolējamu spriegumu un strāvas stiprumu, 5– magnētiskais maisītājs, 6– katods, 7– anods, 8– epoksīda sveķi, 9– elektrības vadi

Organisko vielu daudzums ūdenī un to izmaiņas elektrolīzes procesā tika vērtētas ar permanganāta indeksu (I_{Mn}), $\text{mg O}_2/\text{L}$. I_{Mn} noteikšana tika veikta pēc standarta metodes [6]. Izdalītā halogēna daudzumu analizējamā ūdenī noteica, izmantojot spektrometru *Jenway 6300* ar kolorimetrisko metodi [7] un ar titrēšanas metodi atbilstoši standartam [8].

Mikroorganismu attīstības intensitātes izmaiņas noteica pēc baktēriju kolonijas veidojošo vienību skaita (KVV). KVV vienību daudzumu ūdenī noteica, izmantojot R2A barotni (LAB M, Lielbritānija) un inkubējot $20 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūrā 10 dienas [9].

Lai novērtētu elektrolīzes procesā izdalītā halogēna daudzumu, tika pagatavoti dažādas koncentrācijas jonu (Cl^- , Br^- , I^-) šķīdumi, nepārsniedzot maksimālo koncentrāciju 250 mg/L . Šāda maksimālā koncentrācija tika izvēlēta, lai nepārsniegtu dzeramajā ūdenī maksimāli pieļaujamo hlora jonu koncentrāciju [10].

Lai novērtētu elektrolīzes procesa dezinficējošo efektu un tā ietekmi uz mikroorganismu vairošanās intensitāti ūdenī, tika izveidota modeļsistēma (barotne), kurā radīti apstākļi mikroorganismu attīstībai. Vispirms tika pagatavots koncentrēts barības vielu šķīdums destilētā ūdenī ar sastāvu: $4,55 \text{ g/L (NH}_4)_2\text{SO}_4$; $0,2 \text{ g/L KH}_2\text{PO}_4$; $0,1 \text{ g/L MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $0,1 \text{ g/L CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $0,1 \text{ g/L NaCl}$; $2,27 \text{ g/L CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ [11]. Modeļsistēmu ieguva, koncentrātu atšķaidot attiecībā 1:40 ar destilētu ūdeni un pievienojot 1 mmol/L dažādus kālija sāļus ar atšķirīgiem anjoniem (KCl , KBr , KJ , K_2SO_4).

Rezultāti un to izvērtējums

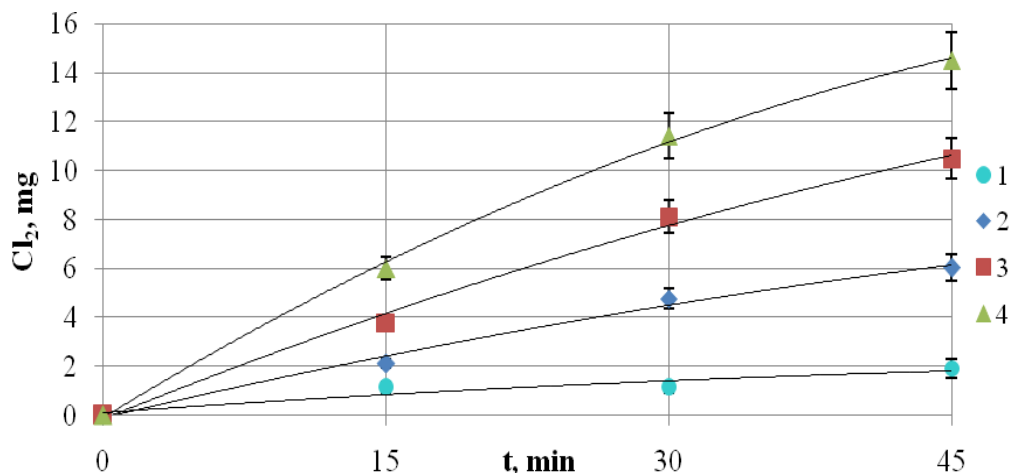
Ir zināms, ka halogēni (hlors, broms, jods) un to savienojumi ir ūdeni dezinficējošas vielas, kas var sadalīt organiskās vielas un kavēt mikroorganismu attīstību [12; 13]. Halogēni un to savienojumi var veidoties elektrolīzes procesā no šķīdumiem, kuri satur halogēnu jonus (skat. 1.vienādojumu).



kur Hal – halogēns.

Elektrolīzes procesā no ūdenī esošajiem hlora joniem (10-250 mg/L hlora joni praktiski vienmēr atrodas centralizētas ūdens apgādes sistēmas ūdenī) veidojas hlors un hlora savienojumi, kuri ir spēcīgi oksidētāji ar dezinficējošām īpašībām. No broma elektrolīzes procesā var veidoties bromāti, kas nav pieļaujami dzeramajā ūdenī vairāk par 10 µg/L [10]. Taču tehnoloģiskos ūdeņos elektroķīmiski ģenerēts broms varētu darboties aktīvāk par hloru – dezinficējot ūdeni un kavējot tālāku mikroorganismu attīstību.

Pievienojot ūdenim dažādas koncentrācijas halogēna jonus (Cl^- , Br^- , J^-) un elektrolizējot iegūto šķīdumu pie procesa parametriem ($j = 8,3 \text{ mA/cm}^2$, $\text{pH } 7 \pm 0,2$, $t^\circ = 25^\circ\text{C}$), intensīvi maisot, tika noteikts izdalītā halogēna daudzums, hlora jonu gadījumā skat. 2.att.

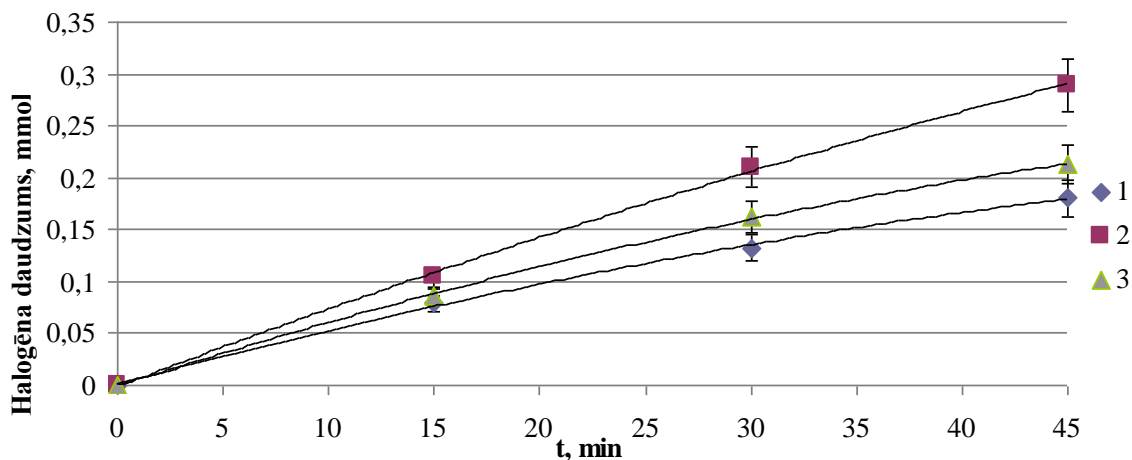


2.att. Izdalītā kopējā hlora daudzuma izmaiņas atkarībā no elektrolīzes laika pie dažādām sākotnējā hlora jonu koncentrācijām

1 – 17,72 mg/L; 2 – 35,45 mg/L; 3 – 100 mg/L; 4 – 250 mg/L. Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma

Elektrolizējot ūdens šķīdumus ar dažādu sākotnējo hlora jonu koncentrāciju, tika konstatēts, ka izdalītā hlora daudzums palielinās, palielinoties elektrolīzes laikam un hlora jonu koncentrācijai šķīdumā.

Lai noskaidrotu dažādu halogēnu jonu ietekmi uz elektrolīzes procesu, tika elektrolizēti dažādu halogēnu jonus saturoši šķīdumi ar sākotnējo koncentrāciju 1 mmol/L pie tādiem pašiem procesa parametriem (skat. 3.att.).



3.att. Izdalītā kopējā halogēna daudzuma izmaiņas atkarībā no elektrolīzes laika dažādu halogēnu jonus saturošiem šķīdumiem

1 – Cl^- ; 2 – Br^- ; 3 – I^- . Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma ar halogēnu jonu sākotnējo koncentrāciju 1 mmol/L

Kā redzams 3.attēlā, izdalītā halogēna daudzums pieaug, palielinoties elektrolīzes laikam. Izmantojot vienādojumus (2) un (3) [14], tika noteikts izdalītā halogēna daudzums no teorētiski iespējamā pēc strāvas atkarībā no elektrolīzes procesa laika, dažādu halogēnu jonus saturošiem šķīdumiem ar sākotnējo koncentrāciju 1 mmol/L (skat. 4.att.).

$$W\% = \frac{m}{m_t} * 100\% , \quad (2)$$

kur W% – noteikta izdalīta halogēna daudzums no teorētiski iespējamā pēc izmantotās strāvas elektrolīzes procesa laikā;

m – elektrolīzes procesā izdalītā halogēna daudzums;

m_t – teorētiski iespējamais halogēna daudzums pēc strāvas.

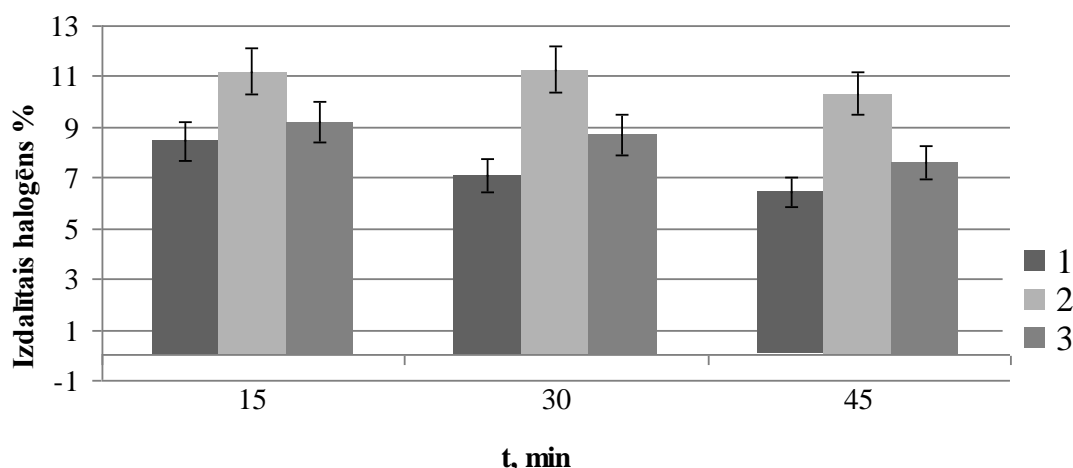
$$m_t = I * t / n * F, \quad (3)$$

kur I – strāvas stiprums, A;

t – laiks, s;

n – jona lādiņš;

F – Faradeja konstante, 96485 C/mol.

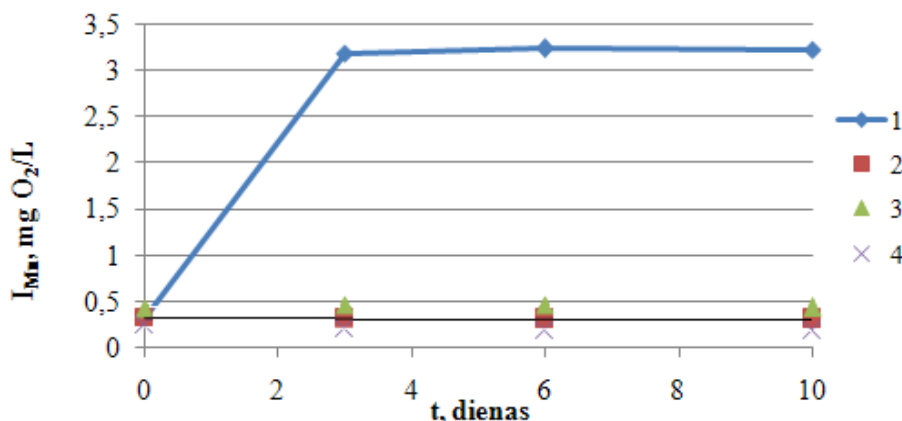


4.att. Izdalītā kopējā halogēna daudzums % no teorētiskā (pēc strāvas) atkarībā no elektrolīzes laika dažādu halogēnu jonus saturošiem šķīdumiem

1 – Cl⁻; 2 – Br⁻; 3 – I⁻. Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma ar halogēnu jonu sākotnējo koncentrāciju 1 mmol/L

Kā redzam 4.attēlā, izdalītā halogēna daudzums no teorētiski iespējamā pēc strāvas atkarībā no elektrolīzes procesa laika ir no 8 līdz 12% un nedaudz samazinās, pieaugot laikam. Visvairāk no šķīdumā esošajiem halogēna joniem izdalās broms salīdzinājumā ar citiem halogēniem.

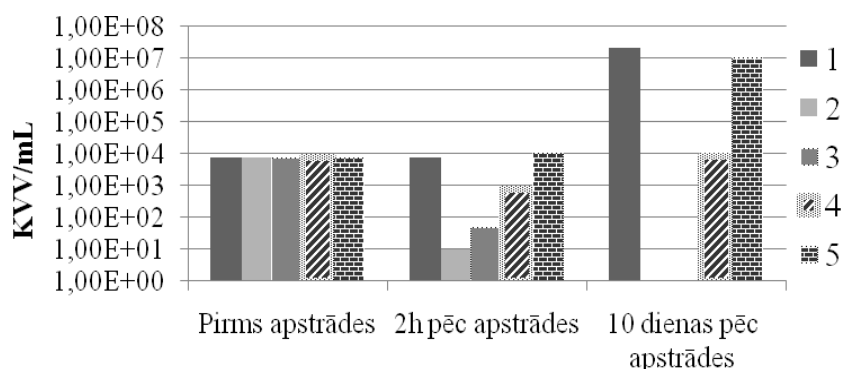
Darbā [15] tika konstatēta sakarība starp I_{Mn} izmaiņām un mikroorganismu attīstību modeļsistēmas šķīdumos. I_{Mn} palielināšanās varētu netieši norādīt uz mikroorganismu biomasas un/vai mikroorganismu sintezēto organisko vielu koncentrācijas pieaugumu. Lai noteiktu elektrolīzes iespējamo dezinficējošo iedarbību, modeļsistēmas šķīdumus, kas satur Cl⁻, Br⁻, I⁻, elektrolizēja pie pastāvīgiem procesa parametriem ($j = 8,3 \text{ mA/cm}^2$, pH $7 \pm 0,2$, $t^\circ = 25^\circ\text{C}$, $t = 15 \text{ min}$). Iespējamo strāvas ietekmi uz mikroorganismu vairošanos novērtēja, pievienojot modeļsistēmai sulfāta jonus (SO_4^{2-}), kas palielina šķīduma elektrovadītspēju un ir stabili elektrolīzes procesā. Pēc tam tika uzņemtas I_{Mn} izmaiņas laikā visiem šķīdumiem (skat. 5.att.).



5.att. Permanganāta indeksa izmaiņas atkarībā no izturēšanas laika elektrolizētiem un neelektrolizētiem šķīdumiem

1 – neelektrolizēts; 2 – elektrolizēts hlora jonus saturošs; 3 – elektrolizēts bromu jonus saturošs; 4 – elektrolizēts sulfāta jonu saturošs šķīdums. Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma ar jonu sākotnējo koncentrāciju 1 mmol/L

Kā redzams 5.attēlā, izturot elektrolizētos šķīdumus līdz 10 dienām, permanganāta indekss praktiski nepieaug, salīdzinot ar neelektrolizētajiem modeļsistēmas šķīdumiem. Tai pašā laikā jāatzīmē, ka I_{Mn} vērtības tikai daļēji raksturo iespējamo mikroorganismu daudzumu sistēmā. Mikroorganismu atīstības izmaiņas tika novērtētas pēc baktēriju KVV skaita mL (skat. 6.att.).



6.att. Mikroorganismu KVV/mL atkarībā no izturēšanas laika elektrolizētajiem šķīdumiem un neelektrolizētiem šķīdumiem

1 – neelektrolizēts; 2 – elektrolizēts hlora jonus saturošs; 3 – elektrolizēts bromu jonus saturošs; 4 – elektrolizēts joda jonu saturošs; 5 – elektrolizēts sulfāta jonu saturošs šķīdums. Elektrolīzi veic 0,5 L šķīduma ar jonu sākotnējo koncentrāciju 1mmol/L

Šķīdumos, kas saturēja Cl^- un Br^- jonus, 10 diennaktis pēc elektrolīzes baktēriju KVV nav konstatētas, kas liecina par dezinficējošu efektu. Sulfātu jonu ietekme uz baktēriju KVV skaitu pēc šķīduma elektrolīzes praktiski nav novērojama. Šķīdumam, kurš saturēja joda jonus, pēc elektrolīzes ir bakteriostatiska iedarbība, kura saglabājās vismaz 10 dienas.

Secinājumi

1. Ti_nO_{2n-1} saturošo keramikas elektrodu izmantošana ūdens elektrolīzes procesā izsauc organisko vielu noārdīšanos, uz ko norāda permanganāta indeksa I_{Mn} atšķirīgās vērtības elektrolizētiem un neelektrolizētiem šķīdumiem.
2. Hlora un bromu jonu klātbūtnē Ti_nO_{2n-1} saturošās keramikas elektrodu elektrolīzes laikā var veicināt paliekoša dezinficējošā efekta rašanos, par ko liecina krasi baktēriju kolonijas veidojošo vienību skaita samazināšanās elektrolizētos šķīdumos.

3. Joda jonu klātbūtnē Ti_nO_{2n-1} saturošās keramikas elektrodi elektrolīzes laikā var veicināt bakteriostatisko iedarbību, kura elektrolizētos šķīdumos saglabājas vismaz 10 dienas.

Summary

The lifetime and effectiveness of a water system might deteriorate if the quantity of microorganisms and organic matter increases. Electrochemical treatment methods are considered an effective way to decrease such pollutants. Oxidants created by the electrolysis process destroy the organic matter in the water, decrease the microbiological pollution and can act as disinfectants to prevent further propagation of microorganisms.

Specially synthesized Ti_nO_{2n-1} containing ceramic electrode was used as an anode. The quantity of organic matter in the water was given as permanganate index (I_{Mn}), mg O_2/L . I_{Mn} was performed by standard methods [6].

Distributed halogen volume in the water was determined according to the standard colorimetric method [7] and titrated according to standard [8].

Development of microorganisms was determined by counting bacterial colony forming units according to method [9].

To assess the extracted amount of halogen on the electrolysis process different concentrations of ions (Cl^- , Br^- , I^-) solutions up to a maximum concentration of 250 mg / L were prepared. This maximum concentration was chosen in order not to exceed the maximum admissible concentration of chlorine and sulphate ions in drinking water [10].

To assess the effect of electrolysis process disinfectant effect on microbial growth intensity in the water a model system (medium) was made, which create the conditions for microbial growth.

In the electrolysis process with the parameters ($j = 8.3 \text{ mA/cm}^2$, $pH 7 \pm 0.2$, $t^\circ = 25^\circ C$) of water solutions with different initial chlorine ion concentration was found that the extracted amount of chlorine increases with electrolysis time and with chlorine ion concentration in solution.

To determine the effects of electrolysis process on the different halogen ions-containing solutions with an initial concentration of 1 mmol/L electrolysis at the same process parameters was carried out.

The extracted amount of halogen is growing increasing with electrolysis time.

Using equations 2 and 3 [14] theoretically possible amount of halogen by current used in electrolysis process was estimated.

Theoretically possible extracted the amount of halogen in the electrolysis process from current is approximately 8 to 12% and slightly decreasing with time. Compared with other halogens the most released from used halogen ions solutions is bromine.

In [15] the relationship between the I_{Mn} and the changes of microbial multiplication in model solutions was found. I_{Mn} increases could indirectly indicate the microbial biomass increases.

To determine the electrolysis influence of disinfection, model system solutions containing Cl^- , Br^- , I^- was electrolysed at permanent process parameter ($j - 8.3 \text{ mA/cm}^2$, $pH 7 \pm 0.2$, $t^\circ = 25^\circ C$, $t = 15 \text{ min}$). The possible impact of the current on the microorganism reproduction was determined by addition of sulphate ions (SO_4^{2-}) to model system solutions.

Permanganate index values of electrolysed solution up to 10 days, practically does not increase compared to non-electrolysed solution. In solutions containing Cl^- and Br^- ions after electrolysis and aged up to 10 days bacterial colony forming units have not been identified. Sulphate ion effect on the number of bacterial colony forming units in electrolysis process was practically not observed.

Use of the Ti_nO_{2n-1} electrode for water electrolysis process promotes the destruction of organic matter as shown by the changes in permanganate index different values of electrolysed and non-electrolysed solution.

Using the Ti_nO_{2n-1} electrode in the electrolysis process with the presence of chlorine and bromine ions can create a lasting disinfectant effect that was demonstrated by the sharp decrease in the number of bacterial colony forming units in electrolysed solutions.

Using the Ti_nO_{2n-1} electrode in the electrolysis process with the presence of iodine ions can create a bacteriostatic effect which was maintained for at least 10 days in electrolysed solutions.

Literatūras saraksts

1. Kapellos G.E., Alexiou T.S., Payatakes A.C. Hierarchical simulator of biofilm growth and dynamics in granular porous materiāls. *Advances in Water Resources*, 2007. 30, 1648-1667.p.
2. Feng C., Suzuki K., Zhao S., Sugiura N., Shimada S., Maekawa T. Water disinfection by electrochemical treatment. *Bioresource Technology*, 2004. 94, 21-25.p.
3. Watts R.J., Wyeth M.S., Finn D.D., Teel A.L. Optimization of $Ti/SnO_2-Sb_2O_5$ anode preparation for electrochemical oxidation of organic contaminants in water and wastewater. *J.Appl. Electrochem.*, 2008. 38, 31-37.p.
4. Chen X., Gao F., Chen G. Comparison of Ti/BDD and $Ti/SnO_2-Sb_2O_5$ electrodes for pollutant oxidation. *J.Appl. Electrochem.*, 2005. 35, 185-191.p.
5. Pavlova A., Berzina-Cimdina L., Locs J., Loca D., Bossert J. Preparation and characterisation of dense TiO_2 ceramics. *Advances in Science and Technology*, 2008. 54, 261-264.p.
6. LVS EN ISO 8467:2000 L/A, „Ūdens kvalitāte - permanganāta indeksa noteikšana”.
7. ISO 7393/2-1985(E). Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine. Part 2: Colorimetric method using N,N-diethyl-1,4-phenylenediamine, for routine control purposes.
8. Kopējais hlors: standarts LVS EN ISO 7393-3:2000 „Ūdens kvalitāte. Brīvā un kopējā hlora noteikšana. 3.daļa: Jodometriskās titrēšanas metode kopējā hlora noteikšanai.”
9. Reasoner D.J., Geldrich E.E. A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1985. 49, 1-7.p.
10. 2003.gada 29.aprīļa MK noteikumi Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”.
11. Lehtola M.I., Miettinen I.T., Vartiainen T., Martikainen P.J. A new sensitive bioassay for determination of microbially available phosphorus in water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1999. 65, 2032-2034.p.
12. Ascenzi J.M. Handbook of disinfectants and antiseptics. CRC Press, 1996. 300 pp.
13. Koski T.A., Stuart L.S., Ortenzio L.F. Comparison of chlorine, bromine, and iodine as disinfectants for swimming pool water. *Appl. Environ. Microbiol.* 1966. 14(2), 276-279.p.
14. Scott K. Electrochemical processes for clean technology. The Royal Society of Chemistry, 1995. 307 pp.
15. Reimanis M., Ozoliņš J., Mālers J. Ūdens bioloģiskā piesārņojuma samazināšana, pielietojot elektrolīzes procesā TiO_x saturošus keramikas elektrodus. RTU zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2008. 18, 90.-96.lpp.

GLOBAL WARMING AND CONSTRUCTION ASPECTS

GLOBĀLĀ SASILŠANA UN TĀS STRUKTURĀLIE ASPEKTI

Ghada Bassioni

Chemistry Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo, Egypt
Phone: +(20)0101832728, e-mail: gbassioni@yahoo.com

Abstract. *The manufacture of cements with several main constituents is of particular importance with regard to reducing climatically relevant CO₂ emissions in the cement industry. This ecological aspect is not the only argument in favor of Portland composite cements. They are also viable alternatives to Portland cement from the technical point of view. Substitution of ordinary Portland cement (CEM I) by Portland composite cements (CEM II) and (CEM III), which clearly possess different chemical and mineralogical compositions, results in changes of their reaction behavior with additives like superplasticizers. A common admixture to CEM I in that sense is limestone (industrial CaCO₃). Its interaction with polycarboxylates is ignored and its inertness is taken for granted. This study provides a systematic approach in order to better understand the interaction of these polymeric superplasticizers with CaCO₃ by adsorption and zeta potential measurements. The results give some fundamental understanding in how far the cement industry can reduce the production of cement clinker by replacing it with limestone as admixture and consequently the CO₂-emission is reduced, which is of high political and environmental interest.*

Keywords: *Green construction – Limestone – CO₂ emission.*

Introduction

Background

During the cement clinker burning process climatically relevant gases are emitted. CO₂ accounts for the main share of these gases. Other climatically relevant gases, such as dinitrogen monoxide (N₂O) or methane (CH₄), are emitted in very small quantities [1] (Table 1).

Table 1.

Threshold values for mandatory reporting on 19 of the 37 air pollutants covered by the European Pollutant Emission Register

(sector-specific list for the industrial plants of the cement industry [1])

Pollutant	Threshold value kg/year
Carbon monoxide (CO)	500,000
Carbon dioxide (CO ₂)	100,000,000
Non-methane volatile organic compounds (NMVOC)	100,000
Nitrogen oxides (NO _x)	100,000
Sulphur dioxide (SO ₂)	150,000
Fine dust	50,000
Others	15,000

CO₂ emissions are both raw material-related and energy-related. The raw material-related emissions account for about 60% of total CO₂ emissions. Energy-related emissions are generated both directly through fuel combustion and indirectly through the use of electrical power. In the year 1995, the cement industry of major European countries committed itself to make its contribution to global warming prevention by up to 20%. Table 2 lists the updated proportions of CO₂ emissions accordingly [2].

The limited ability to reduce CO₂ emissions in ordinary Portland cement along with increasing governmental regulations on emissions necessitates the development of alternative cement binders. Substitution of ordinary Portland cement (CEM I) by Portland composite cements (CEM II) and (CEM III), would lower the CO₂ emission by simply limiting the need of cement manufacturing. Admixtures, which possess different chemical and mineralogical

compositions, but which still give a similar hardness like pure CEM I are used in applications like construction materials.

Table 2.

CO₂ emissions by the cement industry [2]

Specific CO ₂ emissions [t _{CO2} /t _{cement}]				
Year	Thermal energy related (1)	Electrical energy related	Raw material related	Total
2002	0.168	0.069	0.413	0.650
2003	0.156	0.067	0.401	0.624
2004	0.155	0.068	0.428	0.651
2005	0.132	0.068	0.406	0.606
2006	0.123	0.067	0.383	0.573

(1) Only regular fuels

Table 3 shows the development of domestic scales classified by cement type [3]. It has been reported that when limestone is present in Portland cement, the rate and degree of hydration change, as does the composition of the hydrated cement paste. The literature findings are not always in close agreement but the general conclusion is that limestone participates to a certain extent in chemical reactions during hydration, not being only inert filler [4].

Table 3.

Domestic scales classified by cement types [4]

Cement type [t]	Group	2002	2003	2004	2005	2006
Portland cement	CEM I	12,816	14,173	13,728	13,226	11,189
Portland-slag cement		4,404	3,719	3,296	3,701	5,170
Portland-pozzolana cement		110	92	54	34	32
Portland-fly ash cement	CEM II	0	4	0	5	0
Portland-burnt shale cement		306	283	300	346	400
Portland-limestone cement		2,668	3,331	3,472	3,532	3,546
Portland-composite cement		0	0	45	437	1,480
Blastfurnace cement	CEM III	2,603	2,772	2,438	3,621	4,764
Other cements		246	283	259	193	263
Total		23,153	24,657	23,545	25,095	26,843

In the last century, the cement-liquefying effect of a construction-chemical additive was discovered by means of lignosulfonates. Better water retrenchments are attainable with superplasticizers. These are divided into three groups: polycondensates, polycarboxylates and small molecules. The best effect is obtained by superplasticizers of polycarboxylate-type [5]. When formulating modern durable concretes, the cement-superplasticizer compatibility becomes a source of major concern. Modification of solid-liquid interface properties and improvement of the dispersion process to avoid particle aggregation require the use of anionic polyelectrolytes. These can adsorb onto the mineral surface and act as dispersing and stabilizing agents even under unfavorable conditions [6]. Excessive adsorption of a polymer may make the use of the polymer uneconomic for application. Therefore it is important to study the adsorption behavior of a polymer before it is finally used in the field.

Generally, a certain amount of anionic superplasticizers should be adsorbed on the surface of the cement grain or its hydrated phases in order to obtain a dispersing effect. The impact of these superplasticizers can be understood considering that polycarboxylates possess many –COO⁻ groups and therefore a high negative charge density. The grain surface will be also negatively charged, once these superplasticizers adsorb. Due to the repulsion forces between equal charges, a good dispersing effect is obtained and reagglomeration is avoided. Interaction between superplasticizers and ecocement has been studied by Sakai et al. [7]. The

authors found that ecocement consumes more superplasticizer amount than ordinary Portland cement.

Therefore fundamental interactions between a commercially available polymeric 1st – generation type superplasticizer and four different types of cement are studied here. Cements with different alite-, belite-, C₃A- and C₄AF-contents are used. The superplasticizer used in this study is characterized by determining its molecular weight and polymeric radius, as well as by estimating the anionic charge density in water and in the cement filtrate of four CEM I cements. The obtained results are compared with the interaction of that superplasticizer with limestone (industrial CaCO₃), since it resembles a common admixture to CEM I cements.

Application data of the cement-superplasticizer and limestone-superplasticizer combinations (mini-slump test) are a helpful tool to understand the surface chemistry of the superplasticizer with the binders under investigation (zeta potentials and superplasticizer adsorption).

The results of Huang et al. [8] followed the conclusion that at pH 8-11 Ca²⁺ and CO₃²⁻ are the dominating sites on the calcite surface and that H⁺ and OH⁻ play a less important role. They further concluded that the strongly adsorbed calcium ion on the calcium carbonate surface is the dominating surface site and acts as a Lewis acid site. It is obvious that the dissolution of calcium carbonate is of great importance for its surface charge and colloidal properties as well as for its interaction with polymers. Adsorption of anionic polyelectrolytes is physical in nature. Therefore, the amount adsorbed is proportional to the size of the polymer molecule [9].

CaCO₃ bears a positive surface charge ranging from 20-40 mV at pH = 9 according to the particle size of the meal [10] which is very similar in its surface properties to phases of hydrated cement, particularly ettringite.

Fig. 1 shows a schematic demonstration of a hydrated cement grain. During the process of hydration, positively charged ettringite is formed upon which the anionic superplasticizers are adsorbed.

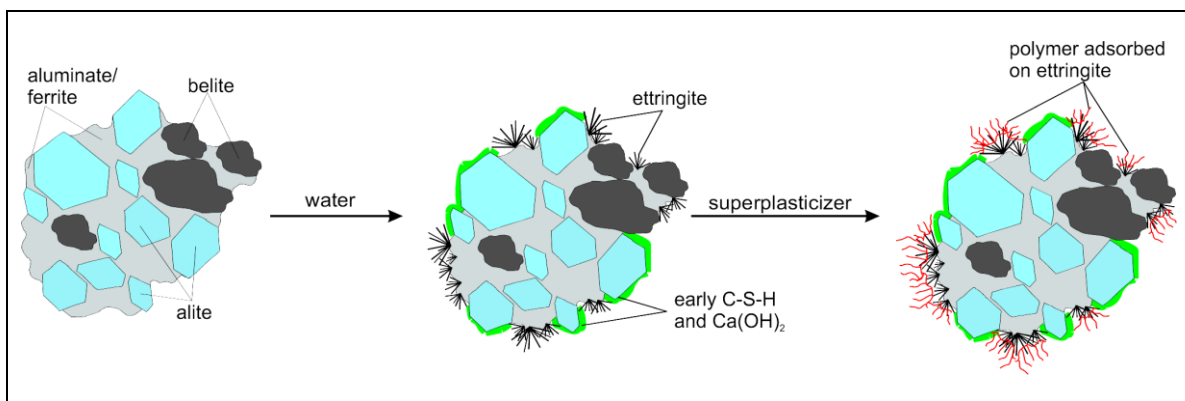


Fig. 1. Schematic demonstration of polymer distribution on the surfaces of a hydrated cement grain

Table 4 shows typical zeta potentials of the hydrated phases of cement and selected CEM I cement [11]. The presence of an anionic superplasticizer alters the surface potential of the cement and limestone particles. To quantify this change, zeta potential measurements provide good information.

A systematic approach in order to better understand the interaction of a polymeric superplasticizer with cement and CaCO₃ by adsorption and zeta potential measurements is shown here.

Zeta-Potential of the hydrated phases of cement and selected CEM I-cements

Hydrated phase	Zeta potential [mV]
Ettringite	+ 4,15
Monosulfate	+ 2,84
Syngenite	+ 0,49
Limestone (calcite)	+ 40,0
CEM I 32.5 R	+ 0,78
CEM 42.5 R	+ 0,45
API Class G-cement	+ 0,31

Cement vs. Limestone

After many years of discussion, in 2004, the ASTM C150 standard specification for portland cement was modified to allow the incorporation of up to a 5 % mass fraction of limestone in ordinary portland cements [12]. An extensive survey of the literature conducted by the Portland Cement Association concluded that "in general, the use of up to 5 % limestone does not affect the performance of portland cement [13]". Even higher contents of ground limestone could potentially be utilized in lower water-to-cement ratio (< 0.45) systems, where a substantial fraction of the cement clinker particles remains unhydrated, effectively acting as a rather expensive filler material [14-16].

While these and much higher levels of limestone filler substitution have been employed in Europe and elsewhere for many years, changing the ASTM standard has been a slow process. Having computational tools to assist in better understanding the influence of limestone additions on cement hydration and microstructure development should facilitate the acceptance of these more economical and ecologically blended materials. The influence of limestone substitutions on hydration rates is seen to be a strong function of water-to-solids ratio, as a 20 % limestone substitution substantially modifies the effective water-to-cement ratio of the blended mixture [17].

Numerous researchers have noted an acceleration of the hydration of cement due to the addition of fine limestone or other fine particles [17- 20]. Apparently, the surfaces of the individual filler particles provide sites for the nucleation cement hydration products such as the calcium silicate hydrate gel (C-S-H) that is the dominant hydration product in most hydrated Portland cements. Modeling the influence of limestone filler on cement hydration has been studied by Bentz [17]. It was concluded that limestone substitutions are projected to be particularly advantageous in lower w/b (< 0.4) mortars and concretes. In these systems, up to 20% of the cement could potentially be substituted by limestone to economize on the usage of Portland cement clinker and to reduce the energy and the deleterious emissions associated with its production.

Materials and methods

The experiments are performed with aqueous suspensions of the different cements CEM I (A-D). Their medium particle size D_{50} is determined by using laser granulometry (Cilas 1064; Co. Cilas). The densities of these cements are established by a helium pycnometer.

The polycarboxylate used is an industrial product and is used without further purification. The solid content of the polymeric solution is established by using an IR-balance. The characterization of the polymer is made by GPC, coupled with a refractive index and light scattering detector. This equipment permits calculation of molecular weights and radii of the polymers. Moreover polymer solutions with a concentration of 10 mg / mL (with respect to the polymeric solid content) are prepared. The solvent used is a 0.1 mol/L NaNO_3 solution; pH = 12.0; adjusted with NaOH). The column material (Co. Waters) used contained three columns consecutively connected (Ultrahydrogel 120, Ultrahydrogel 250, Ultrahydrogel 500).

They cover a separation area of 5,000 – 400,000 Dalton. The sample is injected with a syringe containing a forwarded spaced filter (0.2 μm) in a 2-mL-GPC-sample holder, out of which the GPC-apparatus injects 100 μL into the system. Therefore the polymeric solution needed for one run is 1.0 mg. The evaluation is carried out with the GPC-Software Astra 4,908 (Co. Wyatt Technologies). To calculate the averaged molecular weights, a 3rd order fit is used.

The anionic charge of the superplasticizer under investigation is measured by means of the particle charge detector PCD 03 pH (Co. Müttek). A 100 mL standard solution of polymeric concentration of 200 mg/L is used. The filtrates of binder pastes with a water-to-binder (w/b) -value necessary to produce a flow value of 18 ± 0.5 cm (mini-slump test) is used as a solvent for the polymer to measure the anionic charge in the pore solution. The charge density is determined by means of a titration experiment with the polymer poly-dadmac (0.001 N), a cationic polyelectrolyte.

Adsorption measurements are carried out at RT by determining the organic carbon content via High TOC II analyzer (Elementar) of the centrifugate (20 min at 8500 rpm) previously produced from the cement pastes with polymeric admixtures.

The zeta potentials of the cement pastes with different amounts of polymer are measured using Model DT-1200 electro-acoustic spectrometer (Dispersion Technology, Inc.). The following mixing procedure is used to prepare the binder pastes: the binder is added to water (according to the w/b-value necessary to produce a flow value of 18 ± 0.5 cm) within 1 min. This paste is let sit for one more minute. Then, the mixture is vigorously stirred for 2 min in a casserole by using a spoon. The filtrate is taken for the measurement of the ionic background of the binder paste that is subtracted from the zeta potential values of the binder pastes containing the polycarboxylate.

Results and Discussion

Characterization of the four types of cement and limestone

The analysis of the four types of cement and limestone is performed by using the Bogue analysis- method. The results are listed in (Table 5).

Table 5.

Bogue analysis of the cements CEM I (A-D) and limestone

Binder type/ Composition	CEM I (A)	CEM I (B)	CEM I (C)	CEM I (D)	Limestone (calcite)
Alite	67.3	60.1	69.8	61.0	-
Belite	10.9	22.4	6.9	22.0	-
C ₃ A (cub.)	5.7	2.3	1.3	0.4	-
C ₃ A (orth.)	5.6	0.0	4.6	1.1	-
Na ₂ O	0.27	0.21	0.18	0.27	-
SiO ₂	-	-	-	-	0.5
K ₂ O	0.67	0.63	0.72	1.27	-
C ₄ AF	1.7	12.2	6.8	14.0	-
Al ₂ O ₃	4.47	3.55	3.63	4.15	0.2
Fe ₂ O ₃	1.2	4.56	2.38	2.46	0.2
CaSO ₄ *2H ₂ O	0.1	2.5	0.1	1.1	-
CaSO ₄	2.5	0.0	2.4	0.0	-
CaO free	0.3	0.2	1.1	0.3	-
CaCO ₃	3.4	-	4.0	4.1	98.5
MgO	-	-	-	-	0.6
Water-to-binder-ratio	0.60	0.46	0.47	0.6	0.41

It can be seen that CEM I (C) possesses the highest alite content, which is a measure of early hardness. The highest belite content is found in CEM I (B), which is responsible for its late hardness. CEM I (A) has the highest C₃A content and gives rise to its fast and early hydration and reacts significantly with undesirable sulfates. The ferrite phase is responsible for the weak hardness and the slow hydration of cements of which CEM I (B) shows the highest content.

Higher positive surface potentials are expected in cases where sulfates are present due to the enhanced formation of ettringite. Limestone "Schäfer Precal 18" (Schaefer Kalk GmbH & Co K G, Diez, Germany) is used for all experiments due to its high purity of CaCO₃. The density (g/cm³) and the average particle size D₅₀ (μm) of the four cements and limestone are listed in Table 6.

Table 6.

The density (g/cm³) and the average particle size D₅₀ (μm) of the cements CEM I (A-D) and limestone

Binder type	Density [g/cm ³]	Average particle size D ₅₀ [μm]
CEM I (A)	3.12	7.5
CEM I (B)	3.14	11.28
CEM I (C)	3.14	17.49
CEM I (D)	3.14	8.81
Limestone (calcite)	0.274	9.71

Characterization of the superplasticizer under investigation

The characterization of the commercially available superplasticizer solution starts with determining its solid content, its pH-value and its molecular weight and radii determined by GPC analysis. The solid content [%] of the polymeric solution is 38.70 and its pH-value is found to be 7.97. The GPC- analysis of the 1st generation superplasticizer under investigation is resembled in Table 7.

Table 7.

GPC-Analysis of the superplasticizer under investigation

Property	Value
Molecular weight [g/mol] Mn	28.050
Molecular weight [g/mol] Mw	70.180
Poly-dispersity [Mw/Mn]	2.5
R.M.S. Radius (Rg) [nm] Rgn	8.7
R.M.S. Radius (Rg) [nm] Rgw	10.1
R.M.S. Radius (Rg) [nm] Rgz	12.6
QELS Hydro dynamic Radius moment [nm] Rhn	6.4
QELS Hydro dynamic Radius moment [nm] Rhw	7.0
QELS Hydro dynamic Radius moment [nm] Rhz	8.8
QELS Hydro dynamic Radius moment [nm] Rh(avg)	6.6

In order to understand the adsorption behavior of the superplasticizers, determination of the anionic charge density is necessary [21]. The cement pastes possess high pH- values, typically 12-13. This medium accounts for the presence of polycarboxylate containing superplasticizers in the form of anionic polymers. Interaction with the positively charged binder surface takes place. Superplasticizers with a more negative charge density are attracted to a higher extent to the positively charged surface. Therefore, molecules with a higher anionic charge density show higher adsorption rates. The results of the specific anionic charge density measurements are found in Fig. 2. As expected, the polycarboxylate show in salt free water as well as in the pore water of the four cements and limestone very high anionic charge densities.

Generally, the anionic charge density of the polymers depends on the pH-value, the ionic strength and the ions present in solution (e.g. Ca²⁺; SO₄²⁻). The polycarboxylate under investigation shows a high anionic charge density in deionized (salt free) water which decreases in pore water of the four cements and limestone significantly. A reasonable explanation is the complexation of the carboxylate groups with the Ca²⁺ ions, a fact found with α-allyl-ω-methoxy polyethylene glycol maleic anhydride copolymer based polycarboxylate [22].

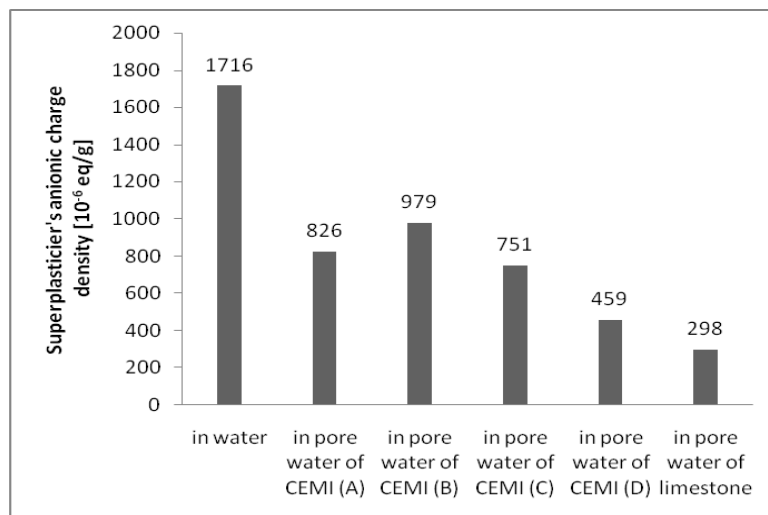


Fig. 2. Anionic charge densities [10^{-6} eq/g] of the superplasticizer in water and in the pore water of the four cements and limestone

Adsorption and zeta potential measurements

The superplasticizers dosage (with respect to binder) is estimated according to that necessary to produce a flow value of 26 ± 0.5 cm (mini-slump test). The blank value is a binder paste with a w/b-value at which the flow value is 18 ± 0.5 cm. By adding the superplasticizer, the dosage is adjusted such that a flow value of 26 ± 0.5 cm is obtained. The water content in the polymeric solutions is considered.

The total organic carbon (TOC) content in the pore solution without superplasticizer is estimated as background. Then the superplasticizer dosages necessary to obtain a flow value of 26 ± 0.5 cm are examined by adsorption measurements determining the TOC-content in the filtrate of non-adsorbed superplasticizer. Subtraction from starting dosages leads to the amount adsorbed. The results are shown in Fig. 3.

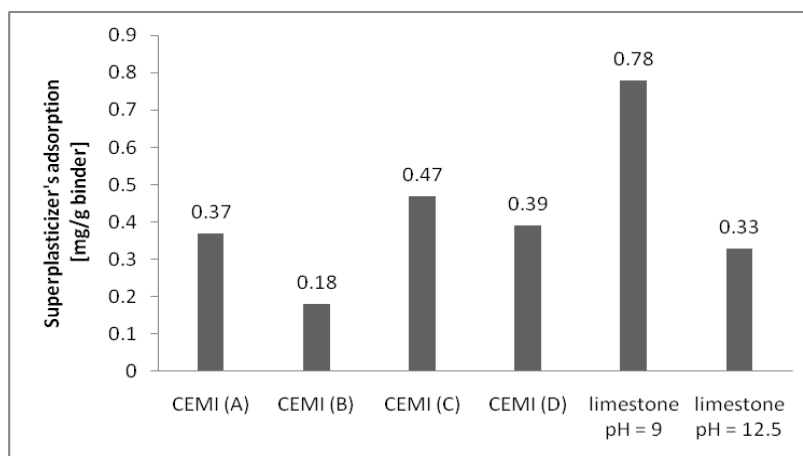


Fig. 3. Superplasticizer adsorption [mg/g binder] on cement and limestone at a dosage necessary for a flow value of 26 ± 0.5 cm

As expected, the C_3A -poor cement CEM I (B) adsorbed the least amount of superplasticizers, while CEM I(C) and CEM I (D) adsorbed the most. These results are consistent with the finding about dependence of adsorbed amount on the formation of ettringite [23]. In accordance with this, the high contents of sulfate and free CaO of CEM I (C) resulted in a high consumption of superplasticizers although it has a moderate C_3A -content.

The results show that the C₃A-content has a very strong influence on the adsorption of superplasticizers: the lower it is, the less the adsorption of the superplasticizers. The dependence of the adsorption on C₃A/C₄AF-content is also observed. High C₃A/C₄AF contents result in higher adsorption.

Regarding the adsorbed amount of superplasticizers, the adsorption behaviors of CEM I (D) and limestone are very similar. Consequently, this polycarboxylate is good for precast concrete, because they show a high starting liquefaction of cement pastes with low dosages. The adsorption behavior is affected by the anionic charge of the polymer in water and in the pore solutions of the four cements and limestone: The higher the anionic charge, the better the adsorption [21].

The zeta potentials are determined first without then with superplasticizer (Table 8) according to the dosages necessary to obtain a flow value of 26 ± 0.5 cm. The zeta potentials of the pure cements depend also on their C₃A-content (see blank value in Table 8). Cements with higher C₃A- and sulfate contents can form higher amounts of ettringite during the hydration process which shows a stronger positive zeta potential [24]. CEM I (C) has the least negative zeta potential of -1.9 mV. Apparently, this cement builds more ettringite due to its very high sulfate content than the CEM I (A), which is richer in the C₃A-content. This effect is even more intensified due to the fact, that CEM I (C) possesses the biggest particle size. In the contrary to that, CEM I (B) shows a very negative zeta potential, because it can form less ettringite. Besides it has a higher content of silicates that produce a negative surface charge.

Table 8.

Zeta potential [mV] of cement and limestone with and without the superplasticizer at a dosage necessary for a flow value of 26 ± 0.5 cm

Binder type	Zetapotential [mV] Blank value	Zetapotential [mV] with superplasticizer
CEM I (A)	-2.6	-3.3
CEM I (B)	-8.3	-4.3
CEM I (C)	-1.9	1.5
CEM I (D)	-2.8	0.7
Limestone at pH = 9	+40	-32
Limestone at pH = 12.5	-15	-25

The zeta potential of limestone in deionized water is +40 mV. Upon superplasticizers addition, this potential decreases to -32 mV, which lies in good accord to the adsorption onto its surface. Adjusting the pH value of CaCO₃ with NaOH solution, the zeta potential becomes -15 mV. Addition of the superplasticizers further decreases the zeta potential to -25 mV. The zeta potential of the different cement types is dependent on the C₃A-content. Cements of higher C₃A-contents develop a higher content of ettringite during hydration, which results in a more positive zeta potential.

Conclusion

The interaction of the superplasticizer with four different types of cement and limestone is studied. Characterization of the 1st generation type polycarboxylate under investigation showed that it possesses a very high molecular weight. On the basis of low C₃A-content it is observed that CEM I (B) show the best liquefying effect. The two cements CEM I (C) and CEM I (D) need higher dosages of superplasticizers to obtain the same result due to their high content of sulfate and free CaO. Limestone shows an evident similarity to the properties of CEM I (D) and is therefore the most compatible candidate when it comes to cement substitution by CaCO₃ in application. Combining limestone with the other types of cement would afford optimization of superplasticizer dosage first in order to obtain the desired characteristics of the cement-limestone mixture.

The results give an insight in how far the cement production (and consequently the CO₂ - emission) can be minimized by using economical admixtures or fillers like limestone which give good workability and compatibility to common cement types, a fact of high environmental value.

Acknowledgement

I wish to thank the HWP II program “Chancengleichheit für Frauen in Forschung und Lehre” for financial support.

References

1. Guidance document for EPER implementation. European Commission Directorate - General for Environment, 2000.
2. Environmental Data of the Cement Industry. Verein Deutscher Zementwerke, e.V., Düsseldorf, 2006.
3. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, e.V., Berlin, 2007.
4. Gabrovšek R., Vuk T., Kaučič V. Evaluation of the hydration of portland cement containing various carbonates by means of thermal analysis. *Acta Chim Slov* 2006. 53:159-65.
5. Plank J., Stephan D., Hirsch Ch. *Construction Chemistry: Chemical Engineering Processes and Products*. Wiley-VCH, Weinheim, 2004. p. 1-167.
6. Prince W., Edwards-Lajnef M., Aïtcin P.C. Interaction between ettringite and a polynaphthalene sulfonate superplasticizer in a cementitious paste. *Cem Conc Res* 2002. 32:79-85.
7. Sakai E., Nozaki T., Atarashi D., Daimon M. Interaction between superplasticizers and ecocement. CANMET International Conference on Superplasticizers and other Chemical Admixtures in Concrete, 2006. p. 227-37.
8. Backfolk K., Lagerge S., Rosenholm J.B., Eklund D. Aspects on the Interaction between Sodium Carboxymethylcellulose and Calcium Carbonate and the Relationship to Specific Site Adsorption. *J Colloid Interface Sci*, 2002. 248:5-12.
9. Abraham T. Effects of divalent salt on adsorption kinetics of a hydrophobically modified polyelectrolyte at the neutral surface-aqueous solution interface. *Polymer*, 2002. 43:849-55.
10. Plank J., Bassioni G. Adsorption of carboxylate anions on a CaCO₃ surface. *Z Naturfor B*, 2007. 62b:1277-84.
11. Plank J., Bassioni G., Dai Z., Keller H., Sachsenhauser B., Zouaoui N. News about the interactions of cement and superplasticizers. *ibausil Tagungsband*, 2006. 16:579-98.
12. ASTM Annual Book of Standards, Vol. 04.01 Cement; Lime; Gypsum, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2004.
13. Hawkins P., Tennis P., Detwiler R. The use of limestone in Portland cement: A state-of-the-art review. EB227, Portland Cement Association, Skokie, IL; 2003. p. 44.
14. Bonavetti V., Donza H., Menendez G., Cabrera O., Irassar E.F. Limestone filler cement in low w/c concrete: a rational use of energy. *Cem Concr Res*, 2003. 33:865-71.
15. Bentz D.P., Conway J.T. Computer modeling of the replacement of "coarse" cement particles by inert fillers in low w/c ratio concretes. Hydration and strength. *Cem Concr Res*. 2001. 31(3):503-6.
16. Bentz D.P. Replacement of "coarse" cement particles by inert fillers in low w/c ratio concretes. *Cem Concr Res* 2005. 35(1):185-8.
17. Bentz D.P. Modeling the influence of limestone filler on cement hydration using CEMHYD3D. *J Cem Concr Comp*, 2006. 28(2):124-9.
18. Gutteridge W.A., Dalziel J.A. Filler cement: The effect of the secondary component on the hydration of portland cement: Part I; A fine non-hydraulic filler. *Cem Concr Res*, 1990. 20:778-82.
19. Beedle S.S., Groves G.W., Rodger S.A. The effect of fine pozzolanic and other particles on the hydration of tricalcium silicate (C3S). *Adv Cem Res*, 1989. 2(5):3-8.
20. Moosberg-Bustnes H., Lotta L., Forssberg E. Fine particulate metallurgical by-products' influence on cement hydration and strength development: An initial study. *Scan J Metal*, 2004. 33:15-21.
21. Plank J., Winter Ch. Adsorption of superplasticizers on cement in presence retarders. *GdCh-Monographie*, 2003. 27:55-64.
22. Sachsenhauser B. Diploma thesis. Technische Universität München; Germany, 2005.
23. Plank J., Hirsch Ch., Winter Ch., Chatziagorastou P. News about the effect of polycarboxylates-based solvent. *ibausil Tagungsband*, 2003. 15:1393-408.
24. Plank J., Hirsch Ch. Superplasticizer adsorption on synthetic ettringite. Seventh CANMET/ACI Conference on Superplasticizers in Concrete. Berlin, Germany, 2003. SP-217(ACI):283-98.

DAUGAVAS (ZAPADNAJAS DVINAS) ZOOPLANKTONS POSMĀ NO SUROŽAS (BALTKRIEVIJA) LĪDZ DUNAVAI (LATVIJA) THE DAUGAVA (ZAPADNAJA DVINA) ZOOPLANKTON FROM SUROZHA (BELARUS) TO DUNAVA (LATVIA)

Rasma Deksne^{1,2}, Artūrs Škute², Renāte Škute²

1- Rezekne higher education institution Latgales research institution of longterm development
Atbrīvošanas aleja 76, Rezekne, Latvia, e-mail: rasma.deksne@ru.lv

2- Daugavpils University, Vienības 13, Daugavpils, Latvia, e-mail: Arturs.Skute@du.lv

Abstract. *The research has been done on qualitative and quantitative composition of zooplankton in the Daugava between Suroza and Dunava. The investigation was carried out in July – August 2008. The collection of samples was done using the net with 65µ mesh. For analysing the abundance of zooplankton method APHA 10200 was applied. Samples from 21 places were analysed assembling from the right side, left side and midchannel of the river. Species Rotatoria, Cladocera and Copepoda were found and zooplankton communities and diversity of species in the Daugava left side, right side and midchannel were compared taking into account the factors affecting them.*

Keywords: *Daugava, zooplankton, pollution, Rotatoria, Cladocera, Copepods.*

Ievads

Daugava (baltkrievu: *Заходняя Дзвіна*) ir Latvijas lielākā upe, kas iztek no Valdaja augstienes Krievijā, tek cauri Krievijai, Baltkrievijai un Latvijai, līdz ietek Rīgas jūras līcī, Baltijas jūrā. Daugavas garums ir 1005 km, no tiem 352 km Latvijā [4].

Upes zooplanktons ir ūdenstilpņu primārās produkcijas patērētājs un viens no ūdenstilpnes produktivitātes rādītājiem, jo kalpo par barību daudzām zivīm, tā organismi ir bioindikatori, ar kuru palīdzību nosaka ūdens kvalitāti. Precīza un bieža planktona daudzuma noteikšana ir priekšnosacījums precīziem produktivitātes aprēķiniem upēs un citās ūdenskrātuvēs. Zooplanktona kvalitatīvā un kvantitatīvā skaita svārstības ļauj secināt par apkārtējās vides faktoru izmaiņām un to ietekmi uz dzīvajiem organismiem. Arī Eiropas Savienības Ūdens struktūrdirektīva par galvenajiem ūdeņu kvalitātes rādītājiem noteic bioloģiskos, nevis tradicionālos ķīmiskos parametrus

Materiāli un metodes

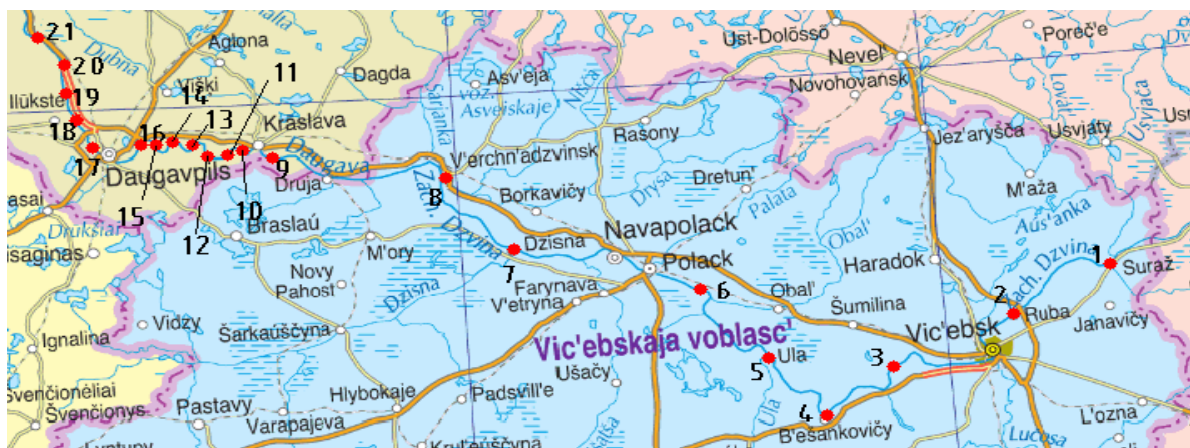
Zooplanktona paraugu ievākšana notika 2008.gada 23.-24.jūlijā un 1.- 2.augustā upes posmā no Surožas (Baltkrievija) līdz Dunavai (Latvija) (1.att.). Upes posmā tika izvēlēta 21 vieta un ievākti paraugi Daugavas labajā, kreisajā krastā un upes vidū, kopā 59 paraugi. Tika veikta zooplanktona kvalitatīvā un kvantitatīvā sastāva analīze pēc APHA 10200 metodes.

Rezultāti un diskusija

Zooplanktona kvantitatīvā sadale pētītajā Daugavas upes posmā ir ļoti nevienmērīga, organismu kopskaits Daugavā svārstījās no 417 līdz 253000 org./m³, maksimālo daudzumu sasniedzot pie Silupes pietekas Daugavā. Jāatzīmē arī, ka visā pētītajā upes posmā zooplanktona daudzuma svārstības upes vidū ir vienmērīgas, taču kreisajā un labajā krastā tās ir daudz ievērojamākas. Šādas svārstības nosaka upes hidroloģisko, hidrometeoroloģisko faktoru summa, sevišķi liela nozīme ir ūdens termiskajam režīmam un ūdens līmeņa svārstībām upē, svarīga loma ir arī upes aizauguma un piesārņojuma pakāpei.

Lēni plūstošie posmi tiek raksturoti ar vidējo zooplanktona organismu skaitu no 5000 līdz 60000 org./100l ūdens, posmos ar ātru straumes plūdumu zooplanktona daudzums samazinās

līdz 1000 org./100l. Posmos ar lielu straumes ātrumu un ūdens caurplūdumu vairāk par 1000m³ piesārņojuma ietekme uz zooplanktonu nav novērojama [1].



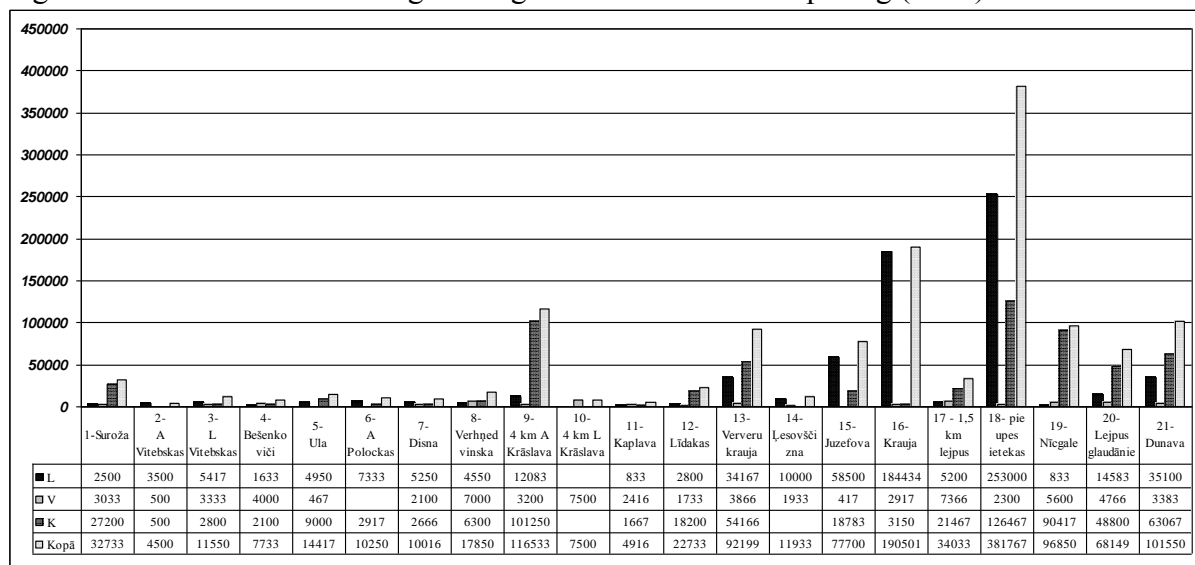
1.att. Zooplanktona paraugu ievākšanas vietas Daugavā

- 1- Suroža; 2- augšpus Vitebskas; 3- lejpus Vitebskas; 4- Bešenkoviči, 5- Ula; 6- augšpus Polockas; 7- Disna; 8- Verhņedvinska, 9- 4 km augšpus Krāslavas; 10- 4 km lejpus Krāslavas; 11- Kaplava; 12- Līdakas; 13- Ververu krauja; 14- Lešovščizna; 15- Juzefova; 16- Krauja; 17- 1,5 km lejpus Daugavpils attīrīšanas iekārtām; 18- pie Silupes ietekas; 19- Nīcgale; 20- lejpus Glaudāniem; 21- Dunava

Zooplanktona daudzums posmā no Surožas līdz Verhņedvinskai (Baltkrievijas teritorija) upes kreisajā, labajā krastā un upes vidū ir vienmērīgs, zooplanktona organismu skaits svārstās no 467 līdz 27200 org./m³ (2.att.). Šim posmam raksturīgi dažādi biotopi, šajā rajonā ir daudz krāču, kur straumes ātrums pieaug līdz 2 m/sec. un vairāk, pēc hidroloģiskajiem rādītājiem šis posms ir nelabvēlīgs, lai vairotos un attīstītos hidrobionti [5].

Daugavas upes posms Latvijas teritorijā kopumā raksturojas ar šauru, bet labi attīstītu piekrastes zonu, kas bagāta ar makrofītiem, kas nodrošina labvēlīgus apstākļus zooplanktona attīstībai. Zooplanktona daudzuma svārstības pētītajā Daugavas posmā bija krasi izteiktas (2.att.). Piemēram, upes posmā ~15 km augšpus Daugavpils (Lešovščizna) un ~20 km lejpus Daugavpils (pie Silupes ietekas), kur upe ir samērā sekla 2-3 m, maz aizaugusi makrofītiem, straumes ātrums neliels, pēc hidrometeoroloģijas datiem 0,1-0,2 m/sec, zooplanktona organismu skaits svārstās no 417 org./m³ upes vidū Juzefovā līdz 253 000 org./m³ pie Silupes ietekas. Upes labajā krastā 1,5 km lejpus Daugavpils attīrīšanas iekārtām zooplanktona organismu skaits strauji samazinās no 184 434 līdz 5200 eks/m³, arī sugu sastāvs kļūst nabadzīgs. Tas varētu būt izskaidrojams ar to, ka upes labajā krastā, kur ieplūst Daugavpils pilsētas neattīrītie vai nepilnīgi attīrītie notekūdeņi, izveidojas toksiska zona zooplanktona organismu pamatsastāvam, līdz ar to samazinās arī ūdens bioloģiskās pašattīrīšanās spējas. Apmēram 10 km lejpus Daugavpils pie Silupes ietekas Daugavā zooplanktona organismu kopskaits krasi palielinās gan labajā, gan kreisajā krastā, kopā līdz 381 767 org./m³, pieaug arī sugu dažādība. Zooplanktona organismu skaita palielināšanos un sugu daudzveidības pieaugumu var izskaidrot, pirmkārt, ar upes pašattīrīšanās procesiem, otrkārt, šajā posmā notekūdeņu atšķaidījuma pakāpe ir pietiekami liela, treškārt, šeit ir bagātīgi attīstīties baktērioplanktons – ļoti laba barības bāze zooplanktona attīstībai. Arī pēc 1979.-1980.gadā veiktajiem pētījumiem upes posmā lejpus Daugavpils attīrīšanas iekārtām novērots palielināts organismu daudzums un samazinājums sugu daudzveidībā [1]. 1961.-1969.gada pētījumos atzīmēts, ka 7-10 km lejpus Daugavpils zooplanktona organismiem ir visumā labvēlīga notekūdeņu atšķaidījuma zona [3]. Vispārinot var secināt, ka Daugavpils notekūdeņi piesārņo Daugavas upi samērā garā posmā un upes labajā pusē rada sevišķi netīru joslu, kur notekūdeņi uz dominējošajām zooplanktona sugām iedarbojas toksiski.

Daugavas posmā no Ververu kraujas līdz Dunavai, pateicoties salīdzinoši bagātajām makrofītu audzēm, kas aizsargā no straumes, un bagātai barības bāzei atsevišķās upes vietās, sugu sastāvs ir visai daudzveidīgs un organismu daudzums arī pieaug (2.att.).



2.att. Zooplanktona organismu skaita (org./m³) svārstības Daugavas posmā no Surožas līdz Dunavai

Pētot zooplanktona kvalitatīvo sastāvu upes posmā no Surožas līdz Dunavai, kopumā noteiktas 61 zooplanktona suga: 31 suga no *Rotatoria*, 24 sugas no *Cladocera* un 6 sugas no *Copepoda* kārtām.

Rotatoria visbiežāk sastopamās sugas bija *Brachionus quadridentatus*, *Euchlanis dilatata* un *Rotifers sp.* *Rotatoria* sugu daudzveidība ir raksturīga tekošu ūdeņu kvalitatīvajam sastāvam, ūdens temperatūrai un upes straumei.

Brachionus quadridentatus ūdens krātuvēs sastopama starp makrofītiem, pelagiālē. Attīstības maksimumu sasniedz jūlijā un augustā, optimālā temperatūra nevar būt zemāka par 19,5-20°C. Suga plaši izplatīta visās Daugavas vietās, jo tai raksturīga spēja pielāgoties straumes ātrumiem [2].

Euchlanis dilatata apdzīvo piekrastes zonas, fitofili – planktoniska suga līdz 600 μm gara. Pētījumā noteikta arī vairākos paraugos upes vidū. 2008.gada pētījumā ir vadošā zooplanktona suga Daugavā. Sastopama saldūdeņos tikai vasaras mēnešos. Optimālā temperatūra 18,5-20°C. Oligosaprobs organisms [2].

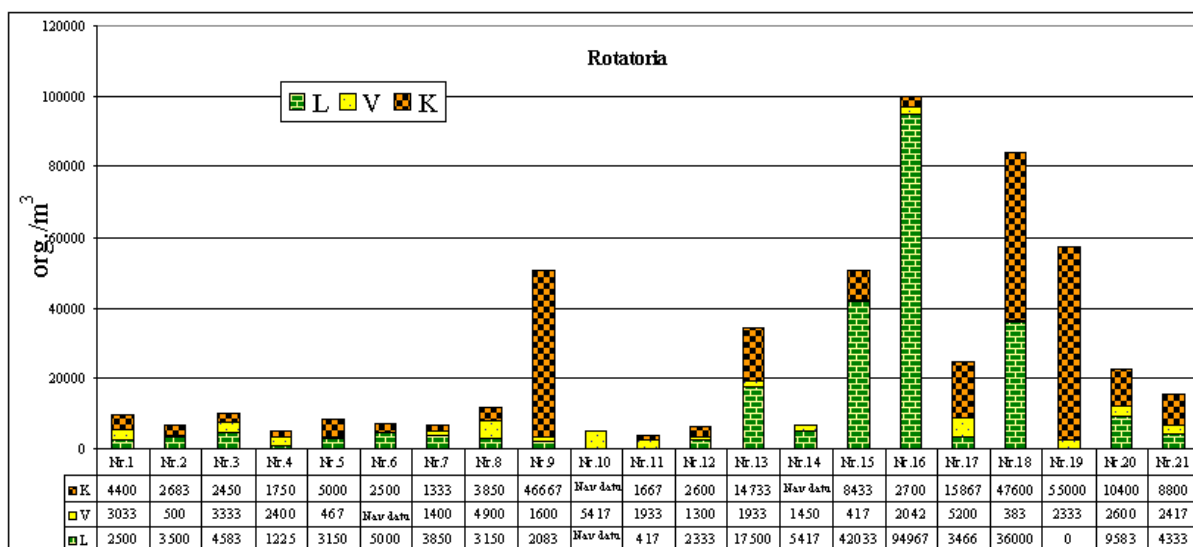
No *Cladocera* visbiežāk sastopamās sugas bija *Chydorus ovalis*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia reticulata*, Latvijas teritorijā arī *Syda crystalina*.

Copepoda kārtā visbiežāk bija pārstāvēta ar *Nauplii*, *Cyclops sp.* un *Copepodite*.

Zooplanktona sugu sastāvu būtiski ietekmē Daugavas krāces. Salīdzinot sugu sastāvu augšpus un lejpus krācēm, var konstatēt, ka lejpus krācēm ievērojami samazinās tipisku planktona sugu skaits *Rotatoria* un *Cladocera* grupās un pieaug fakultatīvo planktona sugu skaits. Autohtonu planktona sugu attīstību būtiski ietekmē upes gultnes forma, straumes ātrums un līči upes krastos. Allohtonās sugas parasti tiek ieskalotas upē no palieņu ezeriem pavasara vai rudens palos. Pie tām pieder *Euchlanis dilatata*, *Chydorus sphaericus* u.c.

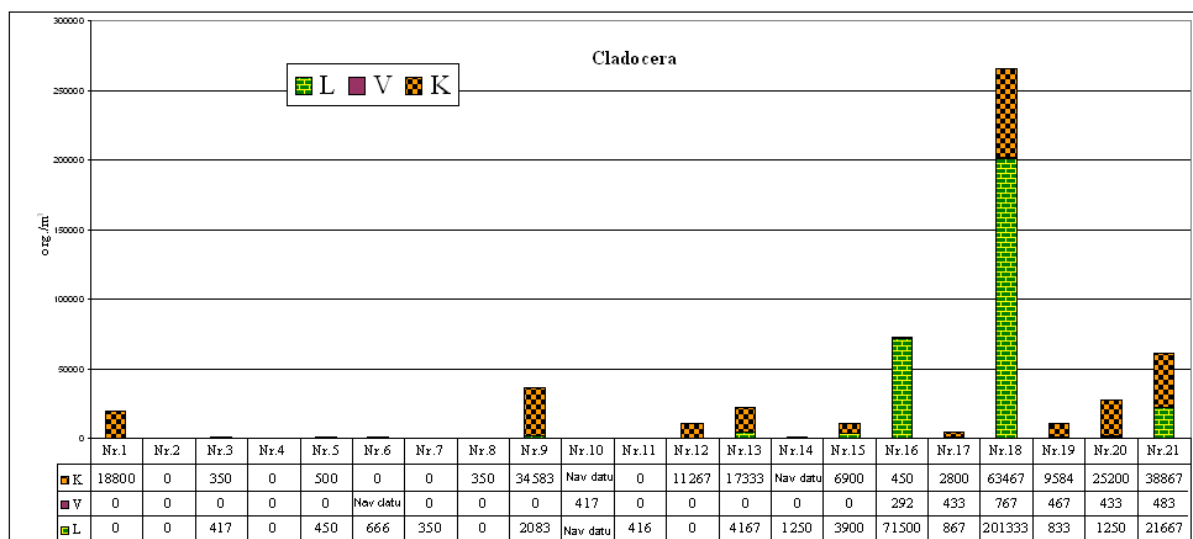
Kopumā *Rotatoria* daudzums pētītajā Daugavas posmā ir nevienmērīgs. Maksimālo vērtību tas sasniedz 16.paraugu ņemšanas vietā – Kraujā.

Rotatoria sugu daudzums posmā no Surožas līdz Verhņedvinskai (Baltkrievijas teritorija) ir salīdzinoši zems, sadalījums vienmērīgs. Daugavas posmā no Krāslavas līdz Dunavai vērojamas *Rotatoria* daudzuma krasas svārstības. Upes vidū svārstības ir mazāk izteiktas, upes krastos izmaiņas ir ievērojamas (3.att.).



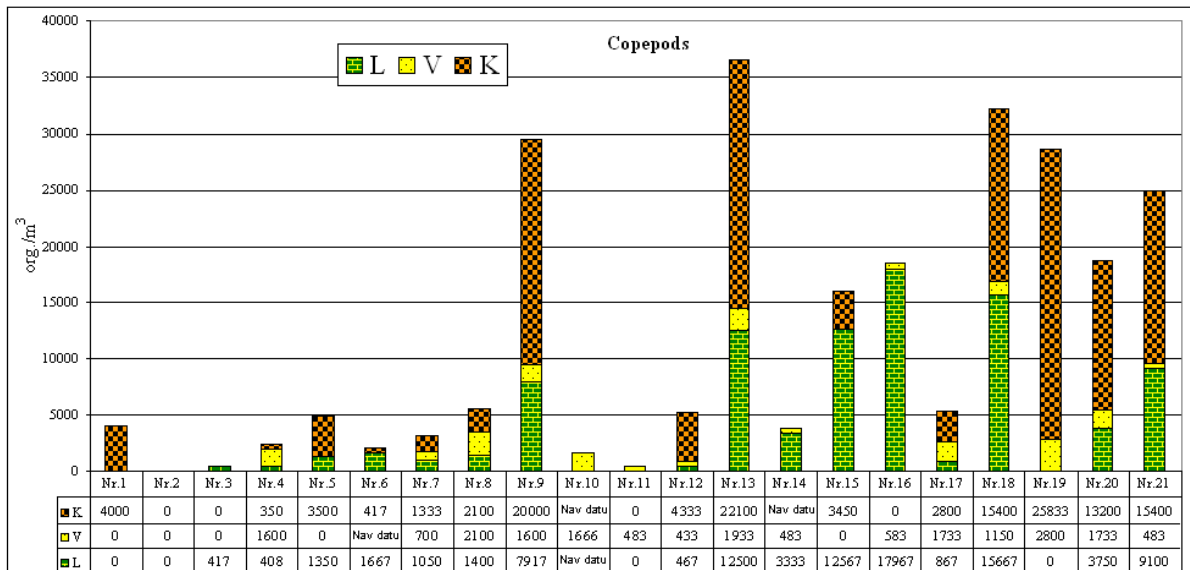
3.att. *Rotatoria* organismu daudzums (org./m³) Daugavas posmā no Surožas līdz Dunavai

Ir vērojams *Cladocera* iztrūkums abos Daugavas krastos un upes vidū augšpus Vitebskas, Bešenkovičos, Disnā, Verhņedvinskā un Kaplavā. *Cladocera* daudzuma svārstības pārsvarā ir vērojamas tikai upes krastos, bet vidū šie organismi ir maz sastopami. *Cladocera* maksimālais daudzums ir vērojams 18.paraugu ņemšanas vietā – pie Silupes ietekas (4.att.).



4.att. *Cladocera* organismu daudzums (org./m³) Daugavas posmā no Surožas līdz Dunavai

Copepoda iztrūkums augšpus Vitebskas ir vērojams Daugavas abos krastos un upes vidū. Zems šo organismu daudzums ir lejpus Vitebskas un Kaplavā. Kopumā *Copepoda* daudzums upes vidū ir vienmērīgs, lielākas svārstības ir vērojamas labajā un kreisajā krastā. *Copepoda* vislielākais daudzums ir pie Ververu kraujas. Vēl salīdzinoši augsts tas ir 18.paraugu ņemšanas vietā (pie upes ietekas), 9.paraugu ņemšanas vietā (4 km augšpus Krāslavas), 19.paraugu ņemšanas vietā (lejpus Gludāniem) un 21.paraugu ņemšanas vietā (Dunava) (5.att.).



5.att. *Copepoda* organismu daudzums (org./m³) Daugavas posmā no Surožas līdz Dunavai

Zooplanktona grupu analīze rāda, ka vasaras periodā upes krastos kvantitatīvi vadošās organismu grupas ir *Rotatoria* un *Cladocera*. Daugavas vidū planktonā kvantitatīvi vadošā organismu grupa ir *Rotatoria*. Kopumā augustā kvantitatīvi zooplanktons vienlīdz labi pārstāvēts ar *Rotatoria* un *Cladocera* organismu grupām, kuras arī ieņem vadošo lomu Daugavas zooplanktonā. Vērtējot zooplanktonu pēc biomasas, pārliecinoši dominējošā organismu grupa gan krastos, gan upes vidū ir *Cladocera*.

Kopumā *Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera* kārtu organismu kvalitatīvais un kvantitatīvais sadalījums Daugavas šķērsprofilā sakarā ar galvenās straumes noliecēm, dziļumu, gultnes, aizauguma un piesārņojuma pakāpes īpatnībām ir ļoti nevienmērīgs.

Secinājumi

1. Zooplanktona kvantitatīvā sadale pētītajā Daugavas upes posmā ir ļoti nevienmērīga. Šādas svārstības nosaka upes hidroloģisko, hidrometeoroloģisko faktoru sinerģisms, sevišķi liela nozīme ir ūdens termiskajam režīmam un ūdens līmeņa svārstībām upē, svarīga loma ir arī upes aizauguma un piesārņojuma pakāpei.
2. Daugavpils notekūdeņi piesārņo Daugavas upi samērā garā posmā un upes labajā pusē rada sevišķi netīru joslu, kur notekūdeņi uz dominējošajām zooplanktona sugām iedarbojas toksiski.
3. Kopumā kvantitatīvi vadošo lomu Daugavas zooplanktonā vasaras periodā ieņem *Rotatoria* un *Cladocera* organismu grupas.
4. Vērtējot Daugavas zooplanktonu pēc biomasas, vasaras periodā pārliecinoši dominējošā organismu kārtā ir *Cladocera*.
5. *Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera* kārtu organismu kvalitatīvais un kvantitatīvais sadalījums Daugavas šķērsprofilā sakarā ar galvenās straumes noliecēm, dziļumu, gultnes, aizauguma un piesārņojuma pakāpes īpatnībām ir ļoti nevienmērīgs.

Summary

The quantitative distribution of zooplankton in the investigated span of the Daugava river was very irregular, the total quantity of organisms vacillated from 417 till 253000 org./m³. In the whole investigated span of the river the oscillation of zooplankton's quantity in the middle of the river was equable, though on the left and right banks of the river it was much more considerable. These oscillations are defined by the total number of hydrological,

hydrometeorological factors, particularly big role play thermal conditions of water and the oscillation of the water level in the river, and also an important role plays the extent of outgrowth and pollution of the river.

The division of zooplankton's quantity from Surozha till Verhnedvinsk (the territory of Belarus) on the banks and in the middle of the river was equable. This river span is described with some biotopes, there are a lot of rapids in which the speed of the stream is up to 2m/sec. and even more, according to hydrological showings this river span is unfavorable for reproduction and development of biotopes.

The Daugava's river span in the territory of Latvia is described with narrow but well-developed littoral zone, which is teeming with macrofits that secure the favourable conditions for the development of zooplankton. The oscillation of zooplankton's quantity in the investigated span of the Daugava River was very considerable. On the right bank of the river 1,5 km below the purification plant of the city of Daugavpils the quantity of zooplankton's organisms is decreasing very much, as well as the composition of species is becoming poor, consequently on the right bank of the river where the sewage from the city of Daugavpils flows in, the toxic zone for basic zooplankton's organisms has been formed. Approximately 10 km below the city of Daugavpils at the mouth of the Silupe the total amount of zooplankton's organisms in the Daugava river is increasing on the both banks, the variety of species is also increasing, that could be explained, firstly, with the processes of river's self-purification, secondly, in this river's span the dilution of the sewage is quite big, thirdly, in this area bacterioplankton has been richly developed – a good food base for zooplankton.

Investigating the quantitative total number of zooplankton it has been stated 61 taxons of zooplankton – 31 taxons of *Rotatoria*, 24 taxons of *Cladocera* and 6 taxons of *Copepoda*.

The most commonly spread taxons of Rotatoria were *Brachionus quadridentatus*, *Euchlanis dilatata* and *Rotifers sp.*

From *Cladocera* the most commonly spread taxons were *Chydorus ovalis*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia reticulata*, in the territory of Latvia also *Syda crystalina*.

Copepoda has been mainly represented by *Nauplii*, *Cyclops sp.* and *Copepodite*.

The analysis of the zooplankton's group shows that in summer on the banks of the river the main groups of organisms are *Rotatoria* and *Cladocera*. In the middle of the Daugava river the main quantitative group of organisms is *Rotatoria*. Estimating zooplankton according to its biomass, the main group of organisms both on the banks and in the middle of the river is *Cladocera*.

Literatūra

1. Hydrobiological Research in the Baltic Countries. Part I. Rivers and Lakes. Vilnius, 1999.
2. Kadakovska E. Daugavas zooplanktons posmā no Krāslavas līdz Daugavpilij. Daugavpils: Daugavpils Universitāte, 2007.
3. Škute R., Laganovska R. Daugavas zooplanktons Daugavpils rajonā. Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Vēstis, Nr.4. 1969.
4. <http://lv.wikipedia.org/wiki/Daugava>
5. Шкуте Р.Я. Районирование реки Даугавы по зоопланктону. Экологические и биологические исследование водных животных. Даугавпилсский педагогический институт. Рига: Звайгзне, 1976. 43.-53.c.



**VIDES IZGLĪTĪBA UN
ILGTSPĒJĪGĀ ATTĪSTĪBA**

***ENVIRONMENTAL
EDUCATION AND
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT***

**INTRODUCING SUSTAINABLE DEVELOPMENT PHILOSOPHY
INTO ENGINEERING EDUCATION**
*ILGTSPĒJĪGĀS ATTĪSTĪBAS FILOZOFIJAS INTEGRĀCIJA EKOLOĢISKĀJĀ
IZGLĪTĪBĀ*

Euphym G. Vyshkin

Samara State University of Architecture and Civil Engineering
194 Molodogvardeyskaya ul., Samara, 443001, Russian Federation
Ph: +(7)8462421498, fax: +(7)8462423700, e-mail: euphym@gmail.com

Abstract. *The paper presents an effort to single out the basic issues of sustainability that could make it applicable for the relevant changes in engineering education. The universities are regarded as change agents and key actors in charge of promoting and achieving sustainable future because of their ability to promote importance of sustainable development (SD) through their scholarly work and public service.*

Keywords: *sustainability challenges, engineering curriculum, transdisciplinary approach.*

We should confess that societies have so often chosen unsustainable paths of resource depletion and consumption. As a result nowadays they are faced with enormous environmental and societal challenges. To face those challenges, the mankind has to find more sustainable ways of living. Though we have at our disposal a number of definitions of what sustainability is, the majority of them include the time dimension, and that in a way means that sustainability encompasses an inherent goal of being able to persist, sustain, and endure [1].

It can be considered that the sustainability problems that humanity is addressing at the present moment should be related to three types of changes and challenges: those in environment change; in society; and in technology, because they result from those changes and challenges and in the last century the rates those changes achieve in all these three types have been rapidly multiplied [2].

The first documented efforts to identify goals for education that address environmental and sustainability challenges can be found in the late 1970s, when the intergovernmental conference on environmental education took place in Tbilisi, Georgia, in 1977. The Tbilisi declaration addresses education at all levels, even outside the formal school system. The declaration is seen as the first attempt to formulate LOs (learning outcomes) of this kind. At that time, the concept of SD (sustainable development) had only begun to develop and efforts in education to reach a more holistic view were normally discussed in terms of environmental education. Still, societal and economic aspects were emphasized as well as the interconnectedness between the different dimensions. The insight into the educational challenges indicated by the text in the Tbilisi declaration is remarkable and it is discomfoting to notice how slowly progress has been made in education. Still, few educational efforts have managed to properly address these goals that were formulated already.

One of the outcomes of the 1992 United Nations conference in Rio de Janeiro was Agenda 21, a collection of measures to achieve SD, which is generally rested on three basic concepts – ecology, economy, and society, and economic growth is believed to be achieved by limiting negative impact on environment and increasing positive impact on social issues. As part of the effort towards sustainability, the United Nations General Assembly recommended adopting the idea of the Decade of Education for Sustainable Development (DESD), which began on January 1, 2005 [3]. United Nations established the Decade of Education for Sustainable Development (DESD) (2005-2015) to promote integration of sustainability into courses and curricular worldwide or the goal of the decade is “to integrate

the principles, values, and practices of sustainable development into all aspects of education and learning” [1].

Zadorsky [3] outlined the key elements of ESD (education for sustainable development as the following:

- The integration of sustainable development into the education systems at all levels.
- Assistance to the development of education as a basis of a sustainable society.
- Strengthening of the international cooperation for the development of innovative policies, programs and practices (p. 64).

Institutions of higher education are critically important places of knowledge production, knowledge perpetuation, and knowledge dissemination. Higher education plays an enormously important role not only in formal schooling, i.e., teaching specialized subjects and assisting in developing skills necessary to learn these subjects, but also in moving beyond these purely professional areas and educating future leaders and professionals about the world we are living and about the pressing issues in the external environment affecting our lives. As such, critically evaluating and transforming existing higher educational curriculum to have it address current environmental problems should become one of the key priorities for higher education institutions that are striving not just to “school” their students but to educate them about core environmental concerns and help them become responsible citizens of the world. To facilitate the Regional Centre for Expertise on Education for Sustainable Development (RCE Samara) was established in Samara and it was acknowledged by the United Nations University. The case study of the Institute of Ecology and Engineering Systems (IEES) at Samara State University of Architecture and Civil Engineering (SSUACE), which is one of the founding partners of RCE Samara could be a good example for the topic discussed. Through a detailed description of the ecological curriculum developed and taught at IEES, the historical background of how this curriculum was developed and introduced into SSAUCE educational process, as well as the prospects for further development of ecological education at this institution are treated as a rationale for “ecologizing” campuses, particularly of those engineering institutions

As society faces unprecedented and increasingly urgent challenges associated with accelerating environmental change, resource scarcity, increasing inequality and injustice, as well as rapid technological change, new opportunities for higher education are emerging. With regard to a societal transition toward sustainability, the primary role of institutions of higher education can be viewed in two ways: universities can be perceived as an institution that needs to be changed or universities can be perceived as a potential change agent [1].

Surely, by many, universities are viewed as change agent and key actors in charge of promoting and achieving sustainable future because of their ability to promote importance of sustainable development (SD) through their scholarly work and public service. Universities can serve as role models for others in the community as sustainable organizations and provide graduates who are trained and acquired necessary skills to become responsible citizens [4]

B.J. Machen, President of the University of Florida, saying “I graduate 15,000 students a year. If I could turn out half of them with sensitivity to sustainability and turn them loose on the world, that’s a hell of a contribution”. In sync with President Machen, Chalkley (2006) commented “...Higher Education’s most valuable contribution to sustainability lies in providing large numbers of graduates with the knowledge, skills and values that enable business, government and society as a whole to progress towards more sustainable ways of living and working” (as cited in [5]).

Many different perspectives and expectations on the role, value and potential of the university in society translate into many different perceptions of opportunities for the university as a change agent in a transition toward sustainability, who outlined four categories or perceptions on how higher education may contribute to building a sustainable future. “First, higher

education can model sustainable practices for society; this view is based on the premise that sustainable behavior should start with oneself and by promoting sustainable practices in the campus environment, learning related to how society can maximize sustainable behavior is accomplished. Second, higher education teaches students the skills of integration, synthesis, and systems-thinking and how to cope with complex problems that are required to confront sustainability challenges. Third, higher education can conduct use-inspired, real-world problem-based research that is targeted to addressing the urgent sustainability challenges facing society. And lastly higher education can promote and enhance engagement between individuals and institutions both within and outside higher education to resituate universities as transdisciplinary agents, highly integrated with and interwoven into other societal institutions [1].

On the other hand, institutions are also the places that need to get changed themselves. There are different ways in which the university can demonstrate its commitment to sustainable development: by “greening” campuses, by introducing special courses on sustainability, and by engaging in various collaborative research projects [4].

There are internal (culture and structure of a university) and external barriers (no demand from the society for a different crop of graduates) that may prevent the university from becoming a sustainable institution. Drivers for change may also be internal and external. Internal drivers are the visionary leadership or financial incentives and external drivers may be pressure from peer institutions or financial bonuses from industries and organizations willing to support sustainability efforts.

Let us address the issue of sustainability in engineering curriculum. Universities, throughout history, have always held a critical place in society for advancing science. Given the current urgent societal challenges associated with environmental degradation and human health, the university role of advancing science in very practical and applicable ways is growing. This is particularly true about engineering universities, where science is indeed created and then shared with humanity. “As pedagogy, environmental sustainability is concerned with transforming students’ patterns of thinking so that humanity can live meaningfully and harmoniously in the natural world” [6, p. 114].

“The Tbilisi and DESD initiatives address educational efforts in society as a whole, but there are also many initiatives that target higher education, sometimes directed towards specific professions. One example is the Declaration of Barcelona that was formulated during the Engineering Education for Sustainable Development conference in 2004, specifically dealing with higher education for engineers (the Barcelona Declaration). For the last 15 years, a set of concerned businesses have addressed sustainability issues that have become relevant for their future in what is known as the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD - www.wbcsd.org). The Council is particularly expressing a concern for providing future professionals with adequate learning for their future professional decision making and has been laying a strong foundation to foster sustainable development learning.

The example of DESD initiatives is the example of how sustainability should be generally addressed in the society. In the Declaration of Barcelona it is stated that today's engineers must be able to work in multidisciplinary teams and that social sciences and humanities should be incorporated in teaching for engineers; at this point it is relevant to quote J.D. Bernal's point of view regarding the latter "In the great creative periods of science the artists and the scientists worked very closely together and were in many cases the same people (Leonardo da Vinci could serve as one of the best examples). The result of this separation [i.e. science and art] has been the most incredible mutual ignorance. [1].

Changes need to be made in the way engineering education is conceived and delivered, so that graduating engineers can become proponents for the implementation of sustainable practices in their organisations [7]. The Declaration of Barcelona wants engineers to help redirect

society and want to train engineers who are motivated to participate and who are able to take responsible decisions

References

1. Svanström M, Lozano-García F. J., Rowe D. Learning outcomes for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(3), pp. 339.-351. Retrieved October 22, 2008, from Education Module database.
2. Stephens J.C., Hernandez M.E., Román M, Graham A.C., Scholz.R. W. Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(3), pp. 317.-338. Retrieved October 22, 2008, from Education Module database.
3. Zadorsky W.M. Education for sustainable development: integration of sustainable development into engineering education in Ukraine. *Clean Techn Environ Policy*, 8. pp. 64.-68.
4. Ferrer-Balas D., Adachi J., Banas S., Davidson C.I., Hoshikoshi A., Mishra A., Motodoa Y., Onga M. and Ostwald M. An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 9 (3), 2008. pp. 295.-316.
5. Shephard, K. Higher education for sustainability: Seeking affective learning outcomes. *Higher Education for Sustainability*. 9(1), 2008. pp. 87.-98.
6. Van Kannel-Ray N. Guiding Principles and Emerging Dialogue for Environmentally Sustainable Education. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 2006. pp. 113.-123.
7. Segalàs J., Ferrer-Balas D., Mulder K. Pedagogical strategies for learning sustainability by engineering students. *Proceedings. EESD*, 2008.

**INFORMĀTIKAS PRIEKŠMETU SAISTĪBA AR APGŪSTAMO
SPECIALITĀTI LATVIJĀ UN PASAULĒ**
*INFORMATICS SUBJECTS' CONNECTION WITH TEACHABLE SPECIALTY
IN LATVIA AND WORLD*

Gustavs Elers¹, Ināra Kantāne², Māris Vītiņš², Oskars Rasnačs³, Solvita Kostjukova⁴

1- Rīgas Pedagoģijas un izglītības vadības augstskola; e-pasts: elers@inbox.lv

2- Latvijas Universitāte; e-pasts: inara@lanet.lv; maris.vitins@dati.lv

3- Rīgas Stradiņa universitāte; e-pasts: rz15r01@inbox.lv

4- Latvijas Kultūras koledža; e-pasts: solvita.kostjukova@gmail.com

Abstract. *The question is solved in the article what to evaluate connection with specialty of the subjects of informatics. The course descriptions are given in the internet. The authors offer variant what evaluate course descriptions by 3 score system. The lecturers' produced materials show more demonstrative connection with specialty. The authors show what we need regard evaluating and offer evaluation methodic by 5 score system. The criterions are offered what to evaluate if methodic works right. The viewpoint based with research between students.*

Keywords: *informatics, pedagogy, specialty, University.*

Ievads

Jebkurā augstākā mācību iestādē tiek apgūti informātikas priekšmeti. Par informātikas priekšmetu autori uzskata jebkuru priekšmetu, kurš pilnībā vai daļēji tiek apgūts datorklasē. Tajos sniegtās zināšanas, prasmes un iemaņas nepieciešamas praktiski jebkurā citā mācību priekšmetā, lai:

- meklējot informāciju, gatavotos kārtējiem pārbaudījumiem;
- noformētu studiju darbus;
- veiktu pētījumu datu apstrādi;
- citi lietojumi.

Informātikas priekšmetos gūtās zināšanas, prasmes un iemaņas nepieciešamas profesionālajā darbībā, kur iemaņas rekomendē Profesiju klasifikatora standarti. Mūsdienās datori tiek lietoti jebkurā nozarē, tāpēc zināšanas, prasmes un iemaņas ir nozīmīga profesionālās pieredzes daļa. Pētījuma mērķis ir radīt studiju modeļa variantu, kur būtu maksimāla saistība ar specialitāti.

Dažiem autoriem svarīgi radīt šādu studiju modeli tieši darbā veselības aprūpes studentiem. Taču, pēc autoru domām, to var veikt jebkurā specialitātē.

Lai šādu studiju modeli radītu, pirmais, kas nepieciešams, novērtēt saistību ar specialitāti. Literatūrā un Internet tīklā par izstrādātajām metodikām saistības ar specialitāti novērtēšanai nav minēts. Tāpēc nepieciešams izstrādāt informātikas priekšmetu saistības ar specialitāti novērtēšanas metodiku, pamatojoties uz profesiju standartiem, augstskolu mācību plāniem un citu informāciju.

Saistības ar specialitāti izvērtēšanā pastāv vairākas problēmas. Pastāv jautājumi, kas ir ļoti svarīgi specialitātē, un tādi, kuri mazāk svarīgi, taču nepieciešams tos apgūt. Šie jautājumi var tikt iestrādāti informātikas priekšmetu uzdevumos. Tāpat jebkura specialitāte saistīta ar informācijas tehnoloģiju lietojumiem dažās citās nozarēs. Kā to visu ņemt vērā vērtējumos?

Internet tīklā pieejami raksti par informātikas saistību ar dažādām specialitātēm, kā arī kursu apraksti [1; 2] un mācību spēku sastādītie materiāli [3]. Lai saistītu informātikas priekšmetus ar specialitāti, Latvijā un pasaulē jau paveikts daudz, taču pastāv iespējas to vēl vairāk uzlabot. Šajā sakarā nepieciešams kvantitatīvi izmērīt informātikas priekšmetu saistības ar specialitāti ciešumu.

Dokuments, kas parāda informātikas priekšmeta saistību ar apgūstamo specialitāti, ir kursa apraksts. Tajos parasti neparādās detalizēta informācija par kursā apgūstamo mācību vielu, tāpēc nav iespējams precīzi novērtēt šo saistību. Tomēr kursa apraksti sniedz nedaudz informācijas par tēmu nosaukumiem, un pēc tiem var saskatīt arī ar specialitāti saistītās tēmas. Autori piedāvā variantu, kā saistību ar specialitāti varētu novērtēt rangu skalā.

Saistību ar specialitāti uzskatāmāk parāda mācību spēku izstrādātie materiāli. Autori mēģinājuši šo saistību vērtēt rangu skalā, taču, kā zināms, rangu skalas novērtējumi nav ļoti precīzi. Pēc autoru domām, labāk būtu vērtēt intervālu skalā. Piemēram, vērtēt tā, lai būtu iespējams atbildēt uz jautājumu, cik % dotajā informātikas priekšmeta uzdevumā pastāv saistība ar specialitāti? Vai var vērtēt tā, lai būtu iespējams salīdzināt divus uzdevumus, kurā vairāk saistība ar specialitāti, kurā mazāk.

Ja metodika izstrādāta, tad – kā novērtēt, vai tā darbojas adekvāti? Autori rakstā piedāvā viedokli šajā jautājumā. Viedoklis pamatots ar nelielu pētījumu studentu vidū.

Materiāli un metodes

Autori ieviesa kursa aprakstu saistības ar specialitāti novērtēšanai rangu skalu 3 ballu sistēmā. Izmantojot šo skalu, tika izvērtētas informātikas priekšmetu kursa apraksti vairākās Latvijas augstskolās. Informātikas priekšmetiem bija ļoti dažādi nosaukumi – Biometrija, Varbūtību teorija un matemātiskā statistika, Informātika u. c.

Autori apsekoja 214 studentus no vairākām Latvijas augstskolām. Viņiem tika dots uzdevums novērtēt pēc viņu ieskatiem saistību ar specialitāti 5 ballu sistēmā informātikas priekšmetā, kuru viņi apguva.

Lai novērtētu, vai informātikas priekšmetu saistība ar specialitāti ietekmē zināšanu vērtējumu, triju mācību gadu laikā (2006./07., 2007./08., 2008./09.) tika apsekoti 848 studenti vairākās Latvijas augstskolās. Pārbaudījumi tika sadalīti kategorijās: 1 – visstingrākais pārbaudījuma veids – datorizēts tests ar laika kontroli, 2 – informātikas uzdevumu izpilde dažādās datorprogrammās (*Word, Excel, PowerPoint, Access, SPSS* u.tml.) ar laika kontroli, 3 – līdz eksāmenam studentam jāsaņem darba materiāls (teksts, datu bāze u.tml.), iespēju robežās saistot ar specialitāti, un eksāmenā jāizpilda dažādi pārveidojumi, tātad šie pārbaudījumi ir ar daļēju laika kontroli, 4 – vispirms jāatrisina mācību spēka dotie uzdevumi un pēc tam studentam jāastāda līdzīgi, tos atrisinot nodarbību laikā un arī ārpus datorklases, tātad šie pārbaudījumi ir bez laika kontroles. Tātad, samazinoties pārbaudījuma kodētajam apzīmējumam, tas kļūst stingrāks.

Autori vērtēja arī informātikas priekšmetu treniņuzdevumu un pārbaudījumu uzdevumu saistību ar specialitāti pēc viņu izstrādātas skalas, kurus mācību procesā izmantoja minētie 848 studenti.

Tātad dati tika iegūti:

- 1) analizējot Latvijas augstskolu informātikas priekšmetu kursu aprakstu satura saistību ar specialitāti pēc autoru izstrādātas skalas 3 ballu sistēmā;
- 2) analizējot informātikas priekšmetu treniņuzdevumu un pārbaudījumu uzdevumu saistību ar specialitāti Latvijas augstskolās pēc autoru izstrādātas skalas 5 ballu sistēmā;
- 3) dodot studentiem, kas apguva informātikas priekšmetu treniņuzdevumus un pārbaudījumu uzdevumus, novērtēt pēc viņu ieskatiem saistību ar specialitāti 5 ballu sistēmā. Tika vērtēti treniņuzdevumi un pārbaudījumu uzdevumu atsevišķi;
- 4) aptaujājot studentus, tika iegūti informātikas priekšmetu un mācību spēka izstrādāto materiālu vērtējumi 5 ballu skalā, nosakot, vai tie ir interesanti, saprotami un kvalitatīvi.

Datu matemātiskajai apstrādei tika lietotas šādas metodes:

- aprēķināta aprakstošā statistika – centrālās tendences rādītāji kursu apraksta novērtējumiem;

- Vilksona tests un atbilstošā aprakstošā statistika, lai noskaidrotu, vai studentu un autoru informātikas priekšmetu uzdevumu vērtējumi statistiski ticami atšķiras;
- Spirmena rangu korelācija, lai pārbaudītu, vai starp studentu un autoru vērtējumiem pastāv sakarība un vai saistība ar specialitāti uzlabo attieksmi pret informātikas priekšmetiem – vai priekšmeti šķiet interesantāki, noderīgāki, augstāk tiek vērtēti mācību spēku izstrādātie materiāli.

Rezultāti un to izvērtējums

Pētot profesiju standartus [4] un Eiropas datorprasmes sertifikāta prasības [5], autori konstatēja, ka jebkura specialitāte saistīta ar:

- dažām ekonomikas nozarēm, piemēram, ar uzņēmējdarbību [6];
- dažām psiholoģijas nozarēm, piemēram, saskarsmes psiholoģiju (darbs ar klientiem);
- dažām tiesību nozarēm (katrā nozarē pastāv noteikti likumi, tiesību normas) [7; 8; 9];
- ar matemātisko statistiku (katrā nozarē nepieciešama zinātnisko pētījumu datu apstrāde);
- ar pedagoģiju – jebkurā nozarē nepieciešams apmācīt jaunos un paaugstināt kvalifikāciju jau esošajiem darbiniekiem [10].

Vērtēšanā tas tika ņemts vērā. Kursa apraksta izvērtēšanā autori ieviesa īpašu skalu.

Ar skaitli 1 apzīmēt, ja maz saskatāma saistība. Ja kursa aprakstā uzskaitīti dažādu datorprogrammu rīki vai metodes, bet tikai daži vārdi parāda saistību ar specialitāti. Piemēram, ja ir šāda veida nosaukumi: *teksta formatēšana MS Word vidē, grafiku zīmēšana MS Excel vidē* u.tml. Teksti, kas raksturo saistību ar specialitāti, ir īsi un vispārīgi, piemēram, *MS Word* lietojumi specialitātē vai *SPSS* lietojumi specialitātē.

Ar skaitli 2 apzīmēt, ja saskatāma vidēja saistība. Ja kursa aprakstā uzskaitīti dažādu datorprogrammu rīki vai metodes kā skaitlim 1, taču parādās arī specialitātes temati, piemēram, veselības aprūpē *dzīvesveida rādītāji atkarībā no sirds un asinsvadu slimību rādītājiem*.

Ar skaitli 3 apzīmēt, ja saskatāma cieša saistība. Tas, pēc autoru domām, ir topošajam speciālistam labvēlīgākais variants. Ja kursa apraksta centrā ir specialitāšu temati un datorprogrammu rīki vai metodes ir tikai pakārtotas tiem. Tāda veida nosaukumi kā skaitlim 1 neparādās vispār, vai tie ir ļoti maz. Kursa aprakstā ir galvenokārt specialitāšu temati, piemēram, veselības aprūpē *holesterīna līmenis atkarībā no ķermeņa masas indeksa* u.tml.

Tika apsekoti 97 kursu apraksti un konstatēts fakts, ka centrālās tendences rādītāji tuvi vai sakrīt ar minimālo vērtību ($M=1,4$, $Me=1$, $Mo=1$). Trešā kvartile vienāda ar 2, starpkvartīļu amplitūda 1. Tas parāda, ka vairākums vērtību ir 1. Tātad vēl iespējams daudz darīt, lai informātikas priekšmetus saistītu ar specialitāti. Taču ir arī strādāts par šiem jautājumiem. Dažos Latvijas augstskolu kursu aprakstos saistība ar specialitāti parādās jau kursa nosaukumā, piemēram, Ekonomikas informātika, Medicīniskā informātika u.tml.

Arī pasaulē svarīga ir informātikas priekšmetu saistība ar specialitāti. Dažiem autoriem, tā kā viņi strādā ar veselības aprūpes studentiem, īpaši svarīgi bija izpētīt veselības aprūpes un informātikas saistību. Par to ir ļoti daudz Internet avotu, tātad šis jautājums ir aktuāls pasaulē [11; 12; 13; 14].

Autori vērtēja informātikas priekšmetu treniņuzdevumu un pārbaudījumu uzdevumu saistību ar specialitāti pēc šādas skalas:

- 1 balle – darba materiāls informātikas priekšmetu uzdevumos vispār nav saistīts ar specialitāti;
- 2 balles – pastāv netieša saistība ar specialitāti – visas nozares, t.sk. ekonomika, psiholoģija utt., kas nav tieši saistītas ar profesionālo darbu, taču svarīgas, bet tā nav pamatota (piemēram, dati vai teksts ir kā nejausi sacerēti, vienīgi tajos atrodami atbilstoši termini);

- 3 balles – pastāv tieša saistība ar specialitāti, taču tā nav pamatota.
- 4 balles – pastāv netieša pamatota (atsauces uz literatūras vai Internet avotiem, studentu eksperimentālais darba rezultātu izmantošana u.tml.) saistība ar specialitāti;
- 5 balles – pastāv tieša pamatota (atsauces uz literatūras vai Internet avotiem, studentu eksperimentālais darba rezultātu izmantošana u.tml.) saistība ar specialitāti.

Studenti arī vērtēja 5 ballu sistēmā, par autoru izstrādāto shēmu nezinot. Starp autoru un studentu gandrīz visiem vērtējumiem pastāv statistiski ticama atšķirība (Vilkoksona tests, $p < 0,05$), izņemot *MS Word* and *SPSS* treniņuzdevumus. Tika aprēķināta atbilstošā aprakstošā statistika treniņuzdevumiem (sk. 1.tab.). Kolonnas, kur pastāv statistiski ticama atšķirība, dotas treknrakstā.

1.tabula

Studentu un autoru vērtējumu par saistību ar specialitāti treniņuzdevumiem salīdzinājums

	<i>MS Word</i>	<i>MS Excel</i>	<i>MS PowerPoint</i>	<i>MS Access</i>	<i>SPSS</i>
n autoru un studentu vērtējumu salīdzinājumam	78	144	78	85	65
Studenta vērtējums zemāks par autoru vērtējumu	26,9%	3,5%	26,9%	20,0%	50,8%
Studenta vērtējums augstāks par autoru vērtējumu	25,6%	84,0%	47,4%	47,1%	40,0%
Studenta vērtējums sakrīt ar autoru vērtējumu	47,4%	12,5%	25,6%	32,9%	9,2%
Studentu vērtējumu aprakstošā statistika					
n	152	163	151	139	104
Mediāna	5	5	4	3	4
Moda	5	5	5	3	5
Minimums	1	1	1	1	1
Maksimums	5	5	5	5	5
Autoru vērtējuma aprakstošā statistika					
n	80	146	80	87	69
Mediāna	4	2	4	2	4
Moda	4	2	4	2	4
Minimums	4	1	1	2	4
Maksimums	5	5	5	5	5
p	0,166	0,000	0,010	0,000	0,178

Tāpat arī tika aprēķināta aprakstošā statistika pārbaudījumu uzdevumiem (sk. 2.tab.).

**Studentu un autoru vērtējumu par saistību ar specialitāti pārbaudījumu uzdevumiem
salīdzinājums**

	<i>MS Word</i>	<i>MS Excel</i>	<i>MS PowerPoint</i>	<i>MS Access</i>	<i>SPSS</i>
n autoru un studentu vērtējumu salīdzinājumam	28	28	28	27	16
Studenta vērtējums zemāks par autoru vērtējumu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Studenta vērtējums augstāks par autoru vērtējumu	92,9%	89,3%	92,9%	85,2%	100,0%
Studenta vērtējums sakrīt ar autoru vērtējumu	7,1%	10,7%	7,1%	14,8%	0,0%
Studentu vērtējumu aprakstošā statistika					
n	28	28	28	27	41
Mediāna	4	4	3,5	3	4
Moda	4	4	5	4	5
Minimums	1	1	1	1	1
Maksimums	5	5	5	5	5
Autoru vērtējuma aprakstošā statistika					
n	81	111	71	59	41
Mediāna	1	1	1	1	1
Moda	1	1	1	1	1
Minimums	1	1	1	1	1
Maksimums	5	5	5	5	5
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Pēc autoru uzskatiem, pirmais kritērijs, ka metodika informātikas priekšmetu saistības ar specialitāti novērtēšanai darbojas adekvāti, ja pastāv vienādas tendences starp studentu un nozaru ekspertu vērtējumiem. Eksperti vēl pagaidām nav apsekoti. Ja autori dod viszemākos vērtējumus, tad arī studentu vērtējumiem vajadzētu būt viszemākajiem. Tie var būt atšķirīgi, taču viszemākie. Šai sakarībai vajadzētu izpildīties arī vidējiem un augstiem vērtējumiem. Viena no iespējamajām metodēm – Spirmena rangu korelācija. Tika pētītas datorprogrammas, ar kurām vairākums studentu informātikas priekšmetos strādā – *MS Word*, *Excel*, *PowerPoint*, *Access*, *SPSS*. Pavisam tika apsekoti 214 studenti, taču informātikas priekšmeti gan nosaukumu, gan satura ziņā ir ļoti dažādi. Visi studenti informātikas priekšmetos neapguva visas 5 minētās datorprogrammas, tāpēc, aprēķinot korelāciju, respondentu skaits n ir atšķirīgs. Starp autora un studentu vērtējumiem dažām datorprogrammām pastāv korelācija. *MS Word* treniņuzdevumiem pastāv pozitīva un statistiski ticama korelācija starp studentu un autora treniņuzdevumu vērtējumiem ($r_s=0,470$, $p<0,001$, $n=78$), kā arī starp studentu treniņuzdevumu un autora pārbaudījumu uzdevumu vērtējumiem ($r_s=0,628$, $p<0,001$, $n=79$). *MS PowerPoint* pastāv pozitīva un statistiski ticama korelācija starp studentu treniņuzdevumu un autora pārbaudījumu uzdevumu vērtējumiem ($r_s=0,244$, $p<0,044$, $n=69$). *MS Access* treniņuzdevumiem pastāv pozitīva un statistiski ticama korelācija starp studentu un autora

treniņuzdevumu vērtējumiem ($r_s=0,344$, $p=0,001$, $n=85$). Programmās *MS Excel* un *SPSS* nav statistiski ticama korelācija ($p>0,05$). Tātad kritērijs izpildās daļēji.

Izpētot sakarības starp saistību ar specialitāti un zināšanu vērtējumiem, tikai iegūts, ka sakarība pastāv tikai starp pārbaudījuma par *MS Access* saistību ar specialitāti un vidējo vērtējumu studentu plūsmā ($r_s=0,808$, $p=0,028$, $n=7$) un pārbaudījuma par statistikas datorprogrammām saistību ar specialitāti un vidējo vērtējumu studentu plūsmā ($r_s=0,779$, $p=0,013$, $n=9$). Šajos gadījumos n ir studentu plūsmu skaits, kuras apguvušas tieši šīs datorprogrammas. Tātad, jo pārbaudījumu uzdevumi par *MS Access* un statistikas datorprogrammām vairāk saistīti ar specialitāti, jo augstāki studentu zināšanu vērtējumi. Tās ir datorprogrammas, ar kurām studenti parasti pirmoreiz saskaras tikai augstskolā. Pārējos gadījumos starp *MS Word*, *Excel*, *PowerPoint* treniņuzdevumu un pārbaudījumu uzdevumu, *MS Access* un statistikas datorprogrammu treniņuzdevumu saistību ar specialitāti un studentu zināšanu vērtējumiem sakarības nepastāv.

Sakarība pastāv arī starp pārbaudījumu stingrību un vidējiem vērtējumiem studentu plūsmās ($r_s=0,594$, $p=0,001$, $n=26$). Izpildot datorizētus testus ar laika kontroli (kodētais apzīmējums 1), vidējie vērtējumi studentu plūsmās ir viszemākie. Taču, izpildot uzdevumus bez laika kontroles (kodētais apzīmējums 4), vidējie vērtējumi studentu plūsmās ir visaugstākie.

Tātad studentu zināšanu, prasmju un iemaņu vērtējumi ir atkarīgi no pārbaudījuma stingrības. Tikai 2 situācijās (*MS Access* un statistikas datorprogrammu pārbaudījumu uzdevumi) no 10 (*MS Word*, *Excel*, *PowerPoint*, *Access* un statistikas datorprogrammu treniņuzdevumi un pārbaudījumu uzdevumi) vidējie vērtējumi atkarīgi no saistības ar specialitāti.

Pēc autoru uzskatiem, otrais kritērijs, ka metodika informātikas priekšmetu saistības ar specialitāti novērtēšanai darbojas adekvāti, ja, pieaugot vērtējumiem, pieaug attieksmes rādītāji – attieksme pret informātikas priekšmetu uzlabojas. Par attieksmi pret informātikas priekšmetu tika aptaujāti 68 no 214 studentiem. Tiem studentiem, kuri tika aptaujāti par attieksmi, autoru vērtējumi par saistību ar specialitāti bija konstanti. Tāpēc starp autoru vērtējumiem un attieksmi korelāciju nevarēja aprēķināt. Taču studentu vērtējumi bija atšķirīgi, tāpēc viņiem varēja aprēķināt Spirmena rangu korelāciju. Pieaugot studentu vērtējumiem saistībai ar specialitāti visām 5 minētajām datorprogrammām treniņuzdevumiem, attiecīgais informātikas priekšmets studentiem šķiet interesantāks ($r_s>0$, $p<0,05$), saprotamāks ($r_s>0$, $p<0,05$), augstāk tiek vērtēti mācību spēka sagatavotie materiāli ($r_s>0$, $p<0,05$). Pētījumi starp pārbaudījumu stingrību, zināšanu vērtējumiem un attieksmes rādītājiem parāda saistību ar specialitāti, ka saistības ar specialitāti uzlabošana varētu ietekmēt ne tik daudz zināšanu vērtējumus, kā attieksmes rādītājus. Var arī veidot integrētu rādītāju starp zināšanu vērtējumiem un attieksmes rādītājiem un to izmantot sakarību pētīšanā. Tātad otrais kritērijs izpildās ar studentu dotajiem vērtējumiem.

Autori ir ideja par to, ka informātikas priekšmetu saistību ar specialitāti vērtēt attiecību skalā, taču pagaidām aprēķināšanas formulas un atbilstošie datorzinātņu lietojumi vēl nav izstrādāti, tas ir nākamais darba posms.

Katrā specialitātē ir savu raksturīgo vārdu krājums. Liela daļa no tiem ir termini, kurus nespeciālisti reti lieto ikdienas valodā. Taču starp raksturīgajiem vārdiem var būt arī tādi, kurus nespeciālisti lieto ikdienas valodā, piemēram, fizioterapijas specialitātē vārdi ar sakni „rūdī” – norūdīties, norūdīšanās, norūdījies u.c. Autori piedāvā ņemt vērā šos raksturīgos vārdus. Tāpat arī svarīgi, kādas datorprogrammas un rīkus lieto absolventi pētījumu darbos un attiecīgās nozares speciālisti praktisku uzdevumu veikšanā.

Secinājumi

1. Latvijas augstskolās iespējams vēl daudz darīt, lai informātikas priekšmetus saistītu ar specialitāti.

2. Studentu zināšanu, prasmju un iemaņu vērtējumi ir atkarīgi no pārbaudījuma stingrības. Tikai 2 situācijās (*MS Access* un statistikas datorprogrammu pārbaudījumu uzdevumi) no 10 (*MS Word, Excel, PowerPoint, Access* un statistikas datorprogrammu treniņuzdevumi un pārbaudījumu uzdevumi) vidējie vērtējumi atkarīgi no saistības ar specialitāti.
3. Pirmais autoru izvirzītais kritērijs, ka metodika informātikas priekšmetu saistībai ar specialitāti novērtēšanai darbojas adekvāti, ja pastāv vienādas tendences starp studentu un uzdevumu autoru vērtējumiem.
4. Otrais autoru izvirzītais kritērijs, ka metodika informātikas priekšmetu saistības ar specialitāti novērtēšanai darbojas adekvāti, ja, pieaugot vērtējumiem, pieaug attieksmes rādītāji – attieksme pret informātikas priekšmetu uzlabojas, izpildās studentu dotajiem treniņuzdevumu vērtējumiem.
5. Turpmākajā darbā viens no uzdevumiem izstrādāt informātikas priekšmetu studiju modeli, lai saistība ar specialitāti būtu maksimāla.
6. Pēc autoru domām, pētījuma turpinājums varētu būt izstrādāt vērtēšanas metodiku attiecību skalā, ņemot vērā specialitātei raksturīgo vārdu atkārtotāšanās biežumu, rīku un metožu pielietojumu praktizējošu speciālistu vidū un citus rādītājus.

Summary

In every higher school there are taught subjects of informatics. They are very different and are named differently. The knowledge, acquirement and skills of these subjects are necessary in the all other subjects:

- searching of information with aim to prepare for usual examinations;
- for formatting of study works (papers, course papers, diploma paper and others)
- for data processing of researches;
- other usages.

Today computers are used in all branches of science. Knowledge, knowledge, acquirement and skills of informatics is an important part of professional experience.

The aim of research is to create a study model which would have maximum linking with the specialty.

In the first it is necessary to evaluate connection with specialty. In literature and internet about it is not mentioned. Because is necessary to produce methodic for connection with specialty evaluation, based on professional standards, curricula of higher schools and other information. The difficulties in connection with specialty measuring exist due to the difference of the level of knowledge, skills and abilities which are directly and indirectly connected with the specialty. These questions can be introduced in the tasks of subjects of informatics. Any specialty is linked with usages of information technologies in other branches of science:

- some branches of economics, for example, business;
- some branches of psychology, for example, communication psychology;
- some branches of law;
- mathematical statistics;
- pedagogy.

The authors offer following variant:

- 1 point – material of work in the tasks of the subjects of informatics is in general not linked with specialty.
- 2 points – indirect connection with specialty exists– all branches, including economics, psychology, etc. which are not directly linked with professional work, but important, though it is not grounded (for example, data or text are randomly composed, only appropriate terms can be found).
- 3 points – direct connection exists with specialty, but it is not grounded.

- 4 points – indirectly grounded connection with specialty exists (reference on literature sources, use of students' experimental work results, etc.).
- 5 points – directly grounded connection with specialty exists (reference on literature or internet sources, use of students' experimental work results, etc.).

The authors survey 214 students from some Latvian higher schools. The students evaluated connection with specialty by 5 score system by their viewpoint.

The articles about informatics' connection with different specialties are available in the internet. The document what shows connection with specialty is course description. However course descriptions give little information about titles of themes and according to them we can look also with specialty linking themes. The authors offer variant which connection with specialty could evaluate in ordinal scale.

- With number 1 to mark if visible little connection. If in the course description different computer programs' tools and methods are counted but only some words show connection with specialty.
- With number 2 to mark if visible middle connection. If in the course description different computer programs' tools and methods are counted similar as number 1 but also appeared themes of specialty, for example, in the health care *life style indicators in dependence from hearth and blood – vessels illness indicators*.
- With number 3 to mark if visible close connection. By author viewpoint it is best variant for nascent specialist. If in the course description center are themes of specialties and computer programs' tools and methods are only subordinate them. The titles similar as number 1 are not appear all generally or they are very little. In the course description center are mainly themes of specialty, for example, in the health care *cholesterol level in dependence from body mass index*.

97 course descriptions were evaluated by ordinal scale (M=1.4, Me=1, Mo=1). The third quartile is equal with 2, the interquartile range 1. It shows that most of values are 1.

The lecturers' produced learning materials show connection with specialty more demonstrative. The authors tried this connection to evaluate by ordinal scale but these evaluations are not precise. The authors have idea to evaluate connection with specialty by interval scale. Still temporarily calculation formulas and accordant computer science usages yet is not produced, it is next work stage.

In each specialty is own characteristic word supply. Most of them are terms which are rarely used by non – specialists' speech. Still also are words more frequently used by non – specialists. For example, in the physiotherapy specialty words with root “hard” – to harden, hardening, etc. The authors offer to regard these words. Just also important which computer programs and tools graduates are using in the research works and specialists of accordant branches in the practice.

If methodic are produced that in what kind to evaluate that it works right? The authors' viewpoint based with little research between students.

The first criteria of authors that methodic for evaluation of connection with specialty of subjects of informatics works right if equal tendencies exist between tasks' authors and students evaluations.

The second criteria of authors: if grown evaluations than grown indicators of attitude – the attitude improves to subject of informatics.

Literatūras saraksts

1. LUIS kursu reģistrs. Atrasts 24/02/2009 <http://luis.lanet.lv/pls/pub/kursi.startup?l=1>.
2. Rīgas Tehniskā universitāte: Studiju programmu katalogs. Atrasts 24/02/2009 <https://info.rtu.lv/rtupub/prg>
3. Ilmāra Dukuļa mājas lapa. Atrasts 24/02/2009 http://www2.llu.lv/tf/Ilmars_Dukulis/
4. Profesiju standarti 2002. Retrieved 24/02/2009 from <http://www.izmpic.gov.lv/PSR/psr.html>

5. European Computer Driving Licence Foundation (ECDL) 2008. Retrieved 24/02/2009 from: <http://www.ecdl.com/publisher/index.jsp>
6. Vedļa A. Uzņēmējdarbības kurss. Petrovskis&Co, 2000, p. 259-284, 456.
7. Ārstniecības likums 2008. Retrieved 24/02/2009 from www.likumi.lv/doc.php?id=44108
8. Datu aizsardzības likums 2008. Retrieved 24/02/2009 from www.likumi.lv/doc.php?id=4042
9. Pacientu tiesību likums 2005. Retrieved 24/02/2009 from <http://www.politika.lv/index.php?id=5172>
10. Latvijas Izglītības Informatizācijas Sistēma (LIIS) 2004. Atrasts 24/02/2009 <http://www.liis.lv>
11. Qi Rong Huang. Competencies for graduate curricula in health, medical and biomedical informatics: a framework. Health informatics J 2007; 13; 89.
12. Clemensen J., Larsen S. B., Kyng M., Kirkevold M. Participatory Design in Health Sciences: Using Cooperative Experimental Methods in Developing Health Services and ComputerTechnology. Qual Health Res 2007; 17; 122.
13. Bacigalupo R., Bath P., Booth A., Eaglestone B., Procter P. Studying health informatics from a distance: issues, problems and experiences. Health informatics J 2001; 7; 138.
14. Roscoe T., Lane P. An Assessment Tool for Medical Informatics Skills. Health informatics J 2004; 10; 155

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

COMPUTER VISUALIZATION IN ECOLOGICAL EDUCATION

Алексей Толстиков, Максим Потахин, Мария Богданова

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН
50, пр. А. Невского, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185030, Россия

Тел. (8142) 57-63-81, факс: (8142) 57-84-64

E-mail: tolstikov@nwpi.krc.karelia.ru, potakhin@nwpi.krc.karelia.ru, mari-mb@mail.ru

Abstract. *The idea to use computer visualization in ecological education is promoted. A fragment of the virtual ecological trip "Lake Pryazhinskoe" is demonstrated. The approach to create virtual trips is based on Web-design technologies. The virtual ecological trips will open new innovative and creative possibilities for ecological education both at the stage of their development and their application.*

Keywords: *ecological education, computer visualization, virtual ecological trip.*

Введение

Наглядность информации, ее адекватная воспринимаемость и понятность играют решающую роль в процессе образования и воспитания. Существующие формы представления материала: карты, схемы, графики, диаграммы часто обязывают преподавателя вводить дополнительные уточнения, в то время как объем информации, накапливающейся, например, в ходе исследовательских работ студентов, все возрастает. Здесь может потребоваться внедрение новых средств визуализации данных.

Материалы и методы

Компьютерная визуализация данных используется давно. Однако не будем касаться первых шагов в этой области, а рассмотрим современные тенденции, поскольку это наиболее интересно. В науке и технике можно выделить, по крайней мере, две основные причины существования компьютерной визуализации данных. Первая - это моделирование поведения сложной системы для решения поставленной задачи; вторая - проверка существующей гипотезы по готовой модели. Но для образования может стать актуальной еще одна причина. Важно продемонстрировать работу системы лицам, заинтересованным в знании о ней, но не имеющим возможности ознакомиться с объектом в реальных условиях. К таким лицам относятся, например, студенты. Экология - один из предметов, где компьютерная визуализация помогает учащимся проникнуть в суть процесса. Безусловно, в настоящее время существует множество электронных ресурсов успешно решающих эти проблемы. Однако современные технологии достигли того уровня, когда учебные материалы не нужно с большим трудом выискивать; стало возможно создавать их самостоятельно, в зависимости от задач, которые ставит перед собой преподаватель. И для этого достаточно иметь компьютер и некоторые навыки работы со специфическими программами. В своей работе для компьютерной визуализации мы используем динамические схемы, анимацию, учебно-научные фильмы и 3D-визуализацию.

Большая часть существующих компьютерных программ, которые мы используем в экологическом просвещении, создана для объемного моделирования архитектурных строений или узлов агрегатов. Однако некоторые программы (например, ГИС «Карта 2008») удачно решают вопросы 3D-моделирования природных объектов и хорошо воссоздают рельеф местности по следующей схеме (рис. 1).

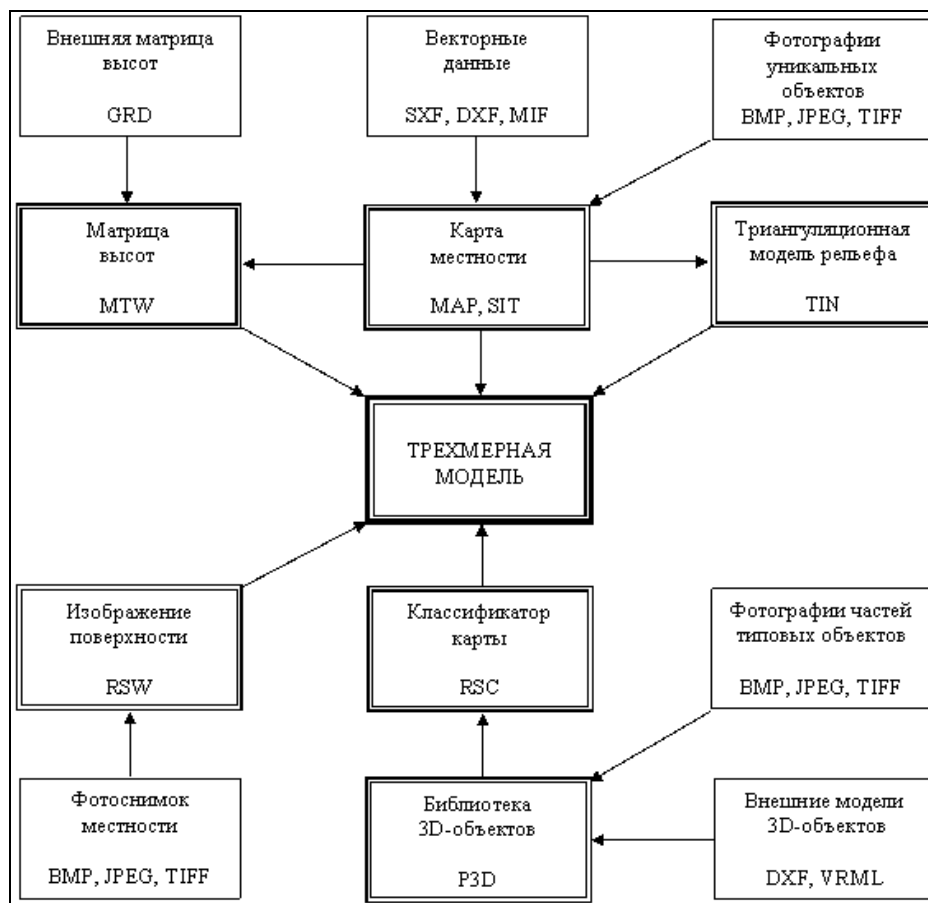


Рис. 1. Схема 3D-визуализации природного объекта
 (в нижней части каждого блока указано расширение файла)
 (из: <http://www.gisinfo.ru/3d/databuild.htm>)

Из схемы следует, что для создания трехмерной модели местности необходима векторная карта интересующей нас территории, значение высот и фотоматериалы. Трехмерные природные объекты также можно успешно реализовывать в других пакетах программ, например, в Surfer, Grass, AutoCAD.

Помимо основных причин, которые подталкивают к созданию компьютерных объемных моделей, можно выделить сопутствующие, например, необходимость объединить разрозненные данные об объекте в одной модели. Получается, что 3D-визуализация - это своего рода интерпретация данных. В этой связи, все сводится к идее управления знаниями, поскольку готовая модель позволяет принимать решения.

Результаты

В 2006 году мы использовали этот подход при разработке виртуальной экологической тропы «Пряжинское озеро» (Толстиков, Потахин, Богданова, 2007; Свидетельство..., 2007). С помощью приемов компьютерной визуализации мы попытались описать сложный природный объект: систему «озеро-водосбор» и показать типичные ландшафты побережий Пряжинского озера во все времена года. Виртуальная экологическая тропа - это своего рода электронный справочник, содержащий видео- и фотоматериалы (в данном случае по Пряжинскому озеру и его водосбору), структурированный определенным образом (рис. 2).



Рис. 2. Интерфейс виртуальной экологической тропы

Виртуальная экологическая тропа «Озеро Пряжинское» представлена в виде мультимедийного DVD диска, выполненного на двух языках: русском и английском. Первый раздел виртуальной экологической тропы содержит карту озера с интерактивными точками. Каждая такая точка запускает либо видеоролик, демонстрирующий ландшафт указанной территории, либо открывает страницу с фотоматериалами и текстовой информацией. Раздел «Виртуальная тропа» - это интерактивная фотография побережья Пряжинского озера - территории отдыха жителей поселка Пряжа. Здесь также как и в обычной экологической тропе, есть информационные щиты, только они представляют собой гиперссылку на web-страницу с пояснительной информацией. Раздел «Полезно знать» содержит материалы по морфометрии оз. Пряжинского, библиографию с некоторыми активными ссылками на источники. «Видео приложения» - это короткие видеоролики, снятые во все сезоны года на месте отдыха жителей поселка Пряжа.

В разделе «Озеро Пряжинское» представлены основные природные комплексы ландшафта территории, а также некоторые интересные объекты, например, озовые гряды, поселка Пряжа, основной приток озера - ручей Дегенс.

Помимо природных объектов отмечены историко-культурные: традиционные жилища карелов-людиков и следы современного антропогенного воздействия на водоем, включая результаты подводных исследований на мелководье северо-восточного побережья (Толстикова, Потахин, 2008).

Виртуальная тропа, в отличие от обычной экологической или учебной тропы, где время на прохождение маршрута строго регламентировано, не ограничена ни временными, ни пространственными рамками. При наличии доступа к Интернету на компьютере

пользователя можно легко расширить количество имеющихся данных с 4,7 Гб до неограниченного объема с помощью дополнительных адресов web-сайтов, размещенных на диске.

При всей своей простоте, удобстве и незначительных денежных вложениях виртуальная тропа не нарушает принципов организации и требований к созданию традиционных экологических троп, однако она не способна полностью их заменить. Поэтому виртуальная экологическая тропа может применяться как дополнение в сфере экологического образования студентов.

Другим аспектом компьютерной визуализации в нашей работе является создание учебно-научных фильмов. Видеофильмы использованы и при создании виртуальной экологической тропы «Озеро Пряжинское». В настоящее время создается фильм по работе с океанологическими приборами, где рассмотрены вопросы гидрометрии. Фильм ориентирован на студентов и аспирантов-океанологов, но может быть интересен и широкому кругу специалистов. Структура фильма организована согласно плану океанологических работ. В первой части показано устройство научно-исследовательского судна и рассказано о методах наблюдений. Во второй части - методика СТД-измерений (от англ. conductivity-temperature-depth, т.е. измерения электропроводности, температуры, глубины и на их основе - солености морской воды). Здесь же рассказывается о постановке АБС - автономных буйковых станций, показаны приборы, регистрирующие скорость и направление течений, изменение уровня моря, концентрацию кислорода. Третья часть содержит информацию по исследованию дна моря. Здесь продемонстрированы различные эхолоты и дночерпатели. Четвертая часть посвящена работе гидрохимиков с показом отбора проб батометрами различного типа и первичной обработкой материала в полевых условиях. Биологический раздел помещен в пятую часть, которая повествует в основном о работе планктологов. Шестая часть - заключительная и рассказывает о некоторых аспектах камеральной обработки данных.

Выводы

Использование приемов компьютерной визуализации является одним из направлений учебно-научного центра Института водных проблем Севера в программах по экологическому образованию. Мы надеемся, что приобретенный нами опыт может быть интересен студентам и аспирантам, поскольку демонстрируемая информация наиболее соответствует режиму реального времени.

Summary

Sometimes, demonstration and intelligibility of ecological information are playing the important role in education. The idea to use computer visualization in ecological education is promoted.

Virtual ecological trips are one of convenient forms for representing ecological information. It is sometimes problematic to create real nature trips because of natural conditions, very laborious and expensive work. The idea to create virtual ecological trips has been put forward and realized by the Educational-Science Center of the Northern Water Problems Institute. The virtual ecological trip is a visualization of a tourist route with the help of computer technologies. We applied a web-design for joining heterogeneous materials such as texts, images, audio, video files using HTML (Hyper Text Markup Language).

Given the Institute's specialized professional interest, the virtual ecological trip "Lake Pryazhinskoe" has been produced. The virtual trip gives a unique possibility to provide specific information about the water-body to those who cannot actually visit it. In contrast to a real ecological trip, a virtual trip is not limited by time frames, not limited by natural frames,

cheaper to create, more convenient for perception. The virtual ecological trips are presented in DVD format.

The virtual ecological trips can be used for educational purposes in a university because this form of ecological information visualization is easy for real-time demonstration and dissemination. We hope also that authorities will find it useful and acceptable for local sustainable development. For example, it can be used for decision-making by a city administration.

Moreover, we create and use educational-science films for students and post-graduates. At this time we produce a film about oceanology investigations.

The computer visualization is one of directs of our Educational-Science Center. And we hope that it will open new innovative and creative possibilities for ecological education both at the stage of their development and their application.

Литература

1. Толстикова А.В., Потахин М.С., Богданова М.С. Создание виртуальной экологической тропы «Пряжинское озеро» // Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 138-141.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611849 «Виртуальная экологическая тропа «Озеро Пряжинское» (VET-LP)». Авторы: Толстикова А.В., Потахин М.С., Богданова М.С. 2007.
3. Толстикова А.В., Потахин М.С. Загрязнение береговой линии северо-восточной части Пряжинского озера (Республика Карелия) // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2008. С. 450-452.

STUDENTU MĀCĪBU DARBĪBAS PAŠNOVĒRTĒŠANA IZGLĪTĪBAS KVALITĀTES NODROŠINĀŠANĀ

SELF-EVALUATION OF STUDENTS' TEACHING/LEARNING PROCESS FOR QUALITY ASSURANCE

Pēteris Vucenlīdzāns

Rēzeknes Augstskolas Pedagoģijas fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija
E-pasts: vucenlīdzans@navigator.lv

Abstract: *There are students at higher school without enough study motivation. How to educate them effectively, how to guarantee high quality of education, how to correspond to the demands of the work – force market and help them to become competitive employees? And alongside with these problems there is a mutual necessity to succeed in their mental and moral spheres development, be sure that the students get ideas about the sense of life and about their place in the society and in the university. The process of democratization of our society allows us to introduce and use humanistic approach in all what concerns the content of studies, methodology and results. The student's individual development, self – education and self – control become especially important.*

Key words: *self – evaluation, students, quality of education.*

Ievads

Iekļaujoties un attīstoties Eiropas un pasaules apriņķī, Latvijā ir nepieciešams pilnveidot izglītošanas darba kvalitāti visās izglītības pakāpēs atbilstoši sabiedrības un tautsaimniecības vajadzībām, nodrošinot studentu individuālo spēju attīstīšanu. Katram laikmetam ir savas vērtības un ideāli. Demokrātija izvirza priekšā cilvēku – atbildīgu un patstāvīgu, kas ir brīvs savā izvēlē un darbībā pamatojas uz iekšējiem motīviem.

Mainās kvalitātes jēdziena nozīme. Būtiskākās kvalitātes kategorijas ir [1]:

- kvalitāte kā ekselence (absolūtā kvalitāte) – tradicionāla akadēmiskā pieeja, kur mērķis ir būt labākajam;
- kvalitāte kā atbilstība mērķiem – jēdziens kvalitāte ietver klientu (studentu, docētāju, tehnisko darbinieku, darba devēju) vajadzības;
- kvalitāte kā pārmaiņas – uzmanība vērsta uz pašiem studentiem, kuru viedokļi un izglītības mērķi studiju laikā mainās;
- kvalitāte kā sliekšnis – noteiktu normu un kritēriju definēšana, kuras sasniegt vai pārsniegt, tiek apliecināta kvalitāte;
- Kvalitāte kā uzlabojums – akcentē nepārtraukta uzlabojuma aspektu, pedagoga spējas izmantot savu iniciatīvu un radošo brīvību maksimālas kvalitātes sasniegšanai.

Izglītības darbā svarīga virzība uz kvalitāti kā uzlabojumu.

Uz studenta zināšanām centrētā paradigma uzsvēra zināšanu transformēšanu gatavā veidā, paredzot docētāja – studenta kā subjekta – objekta attiecības. Atbilstoši šodienas ekoloģiskajai, sociāli ekonomiskajai un kultūras situācijai pasaulē izglītībai jāķļūst par personības kvalitatīvu izmaiņu procesu, kur students spēj izvēlēties pats savas attīstības mērķus, spējot novērtēt savus sasniegumus un trūkumus.

Docētāja uzdevums ir palīdzēt šos mērķus piepildīt, īpatsvaru pārvietojot no mācīšanas uz mācīšanos, rosinot pašaktualizāciju, akcentējot sevis izteikšanas, apliecināšanas, kā arī saskarsmes prasmju apguvi. To iespējams panākt, balstoties uz pašu klausītāja pieredzi un paplašinot to, respektējot patstāvību, pilnveidojot prasmi atrast informāciju un strādāt ar to [2].

Materiāli un metodes

Lai studenti varētu gūt panākumus mainīgajā pasaulē, viņiem jāprot atlasīt informāciju un izlemt, kas ir svarīgs, kas nav. Ir nepieciešams praktisku domāšanas prasmju kopums, ar kuru palīdzību var efektīvi sašķirot informāciju, atlasīt nozīmīgās idejas, izveidot kontekstu jaunām idejām un zināšanām, rast jēgu jaunām situācijām (skat. 1.tab.) [3].

1.tabula

Dažādu pieeju mācībām salīdzinājums [3]

<i>Faktu zināšanas</i>	<i>Praktiskas un konceptuālas zināšanas</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Students zina faktu kopumu ▪ Mācību procesā dominē mācīšana, nevis mācīšanās ▪ Tiek vērtēts apgūto zināšanu daudzums 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Students spēj zināšanas izmantot praktiski, radoši un kritiski dažādās problēmsituācijās ▪ Prot atlasīt to informāciju, kas svarīga, atteikties no mazsvarīgas ▪ Prot izveidot kontekstu jaunām idejām, pievienot jauno informāciju jau zināmajai ▪ Apzināta, motivēta mācīšanās ▪ Novērtē ne tikai apgūtās zināšanas, bet arī prasmi kontrolēt, apstrīdēt, pārstrādāt, pielāgot vai noraidīt informāciju, prasmi mācīties

Efektīvas mācības ir mērķtiecīgs, kultūrvēsturiski konkrēts, informatīvi bagāts, mācīšanos organizējošs, pašnovērtējoši novērtējošs studenta attīstības nodrošinājums [2]. Personību nevar audzināt, nevar mācīt, bet var rosināt, radīt nosacījumus personības jeb identitātes pašattīstībai, jo tā attīstās pēc saviem iekšējiem likumiem.

Mācīšanās mūsdienu izpratnē ir apzināta, pašregulēta darbība, kas attīstās ar pasniedzēja palīdzību, to bagātinot. Problēmas rada tas, ka studenta brīvību grūti samērot ar viņa vājo dzīves pieredzi un nespēju sevi pašregulēt [2]. Kā mācīt efektīvi, nodrošinot izglītības kvalitāti, atbilstību darba tirgus prasībām, sekmējot garīguma attīstību, dzīves jēgas izpratni, savas vietas pasaulē aptveršanu?

Viens no kvalitātes nodrošināšanas līdzekļiem un izglītošanas procesa komponentiem ir mācību sasniegumu novērtēšana un analīze, šo procesu skatot dinamiskā saistībā ar sākotnējiem rādītājiem. Vienādi novērtētu audzēkņu un skolu darba efektivitāte var ievērojami atšķirties, ja šos rezultātus vērtētu, pamatojoties uz to atšķirīgo sākotnējo līmeni [4]. Arī atkarībā no vērtēšanas mērķa un veida iegūstami dažādi kontroles rezultāti. Ja kontroli un vērtēšanu veic ārējs kontrolieris, atbildība tiek pārnesta uz ārējiem faktoriem, uz pašu kontrolētāju.

Saskaņā ar M.Aurēlija domām, viss, kas ienāk cilvēkā no ārienes, ir niecīgs un tukšs. Cilvēka būtība atkarīga ne tik daudz no ārējiem apstākļiem kā no tā, kā viņš vērtē pats sevi. Svarīga attieksme, un tās veidošana ir cilvēka paša spēkos [5]. G.Marsela mācība pauž domu par iekšējo koncentrēšanos, kas sekmē cilvēka iekšējo būtību, kā arī izvēli un atbildību. K.Jungs uzsver pašizziņas nozīmi harmoniskas dzīves meklējumos. Ir jāpievēršas cilvēka iekšējās dimensijas jautājumiem, sevis izzināšanai, savas intelektuālās, praktiskās un emocionālās darbības paškontrolei un pašvērtēšanai.

Nepieciešams pieņemt un saprast jaunu filozofiju – brīvprātīgu kvalitātes standartu pielietojuma principu [4].

Pašnovērtējums cieši saistīts ar pašcieņu, pašapziņu, pārliecību par sevi, paškontroles spējām. G.Cukermane atzīmē, ka nav iespējams iedarbināt pašattīstības mehānismu bērnam ar zemu pašcieņas, pašpieņemšanas līmeni; arī neapmierinātas vajadzības pēc mīlestības, pieņemšanas no citu puses un nedrošības izjūta apkārtējā pasaulē traucē šo procesu. Vēlēšanās būt atzītam un gūt savas darbības novērtējumu liek studentam nemitīgi kontrolēt un analizēt savu izzināšanas darbību un tās rezultātus, savu rīcību, uzvedību, savas personības īpašības, attiecības ar citiem. Paškontroles un pašanalīzes rezultātā veidojas pašnovērtējums, ko ietekmē citu vērtējums [6].

Psiholoģijas atzinumi pamato, ka jauniešu vecumposms ir periods, kad indivīds spēj raksturot sevi, veidojot savu paškonceptiju [7]. Pastiprinās interese par savas personības izpratni, apzinātās paškontroles loma mācībās. Paškontroles iemaņas palīdz pamatot pieņemtos lēmumus, koncentrēt domāšanu noteikta uzdevuma izpildei, apzināt domāšanas procesu gaitu, tos analizēt, novērtēt. Viņi spēj adekvātāk nekā pusaudži novērtēt savas personības morāli psiholoģiskās īpašības, savas stiprās un vājās puses. Jo labāk cilvēks sapratīs sevi un atradīs savas dzīves jēgu, jo vairāk uzlabosies vispārējā dzīves kvalitāte, mazināsies iespēja manipulēt ar cilvēkiem nehumānu mērķu labad [5].

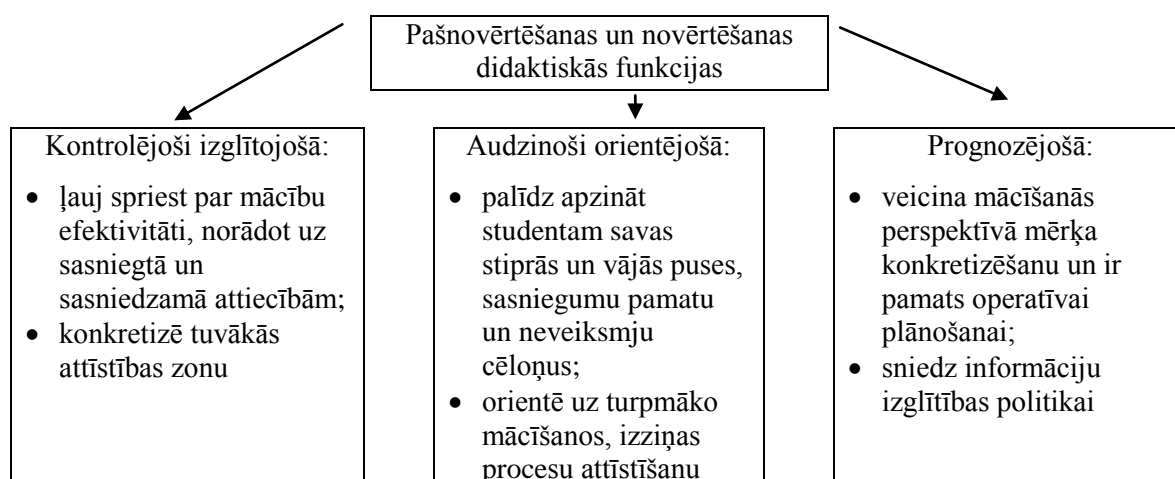
Pašnovērtēšana ir pašanalīzes rezultāts, atzinums par sevi padarītā vērtību, kur dominē intelektuālais komponents – domāšana. Pozitīvs pašnovērtējums ir paātrinātās mācību metodes stūrakmens, kurš dod iespēju sasniegt nesaspringtas uzmanības stāvokli, kas ir optimāls izziņas procesu norisei [7].

Ieviešot humāno izglītības paradidigmu, nepieciešams mainīt tradīcijas, domāšanu, studiju struktūru, vērtības. Vadlīnija ir: garīgums – pašapziņa – pašvērtība – pašrefleksija. Jāveido jauna mācību vide, kur students kļūst par aktīvu un atbildīgu dalībnieku studiju procesā (1.attēls).

Studenta personības pašattīstību veicinoša mācību procesa modeļa komponenti	1. Darbības mērķu apzināšanās, uzdevumu izpratne
	2. Sagatavošanās uzdevumu izpildei, plānošana
	3. Kritēriju noteikšana, precizēšana
	4. Konkrēta darbība – apzināta darbības procesa realizācija, spēja pašorganizēties, pašnovērtēt atbilstoši vērtēšanas kritērijiem. Refleksija – paškontrole, vai daru pareizi
	5. Uzdevuma noslēgums: pašnovērtēšana un docētāja vērtējums – līdzdarbība. Kādā līmenī izpildīts? Varbūt darbība jāatkārto?
	6. Ja uzdevums izpildīts – jauna izziņas un pašattīstības uzdevuma izvirzīšana

1.att. Studenta pašattīstību veicinoša mācību procesa komponenti

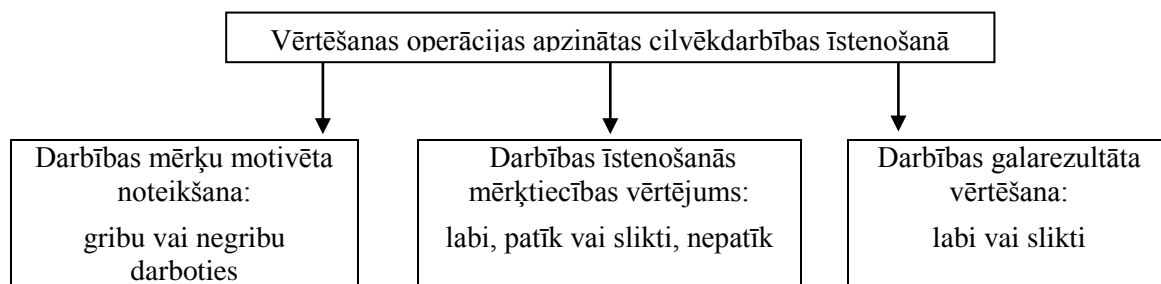
Pašnovērtēšanas pieredze iekļaujas mācīšanās prasmju struktūrā, tādēļ mācības nevar norobežoties ar tradicionālām novērtēšanas formām, un docētāja novērtēšana ir līdzeklis šīs pieredzes apgūšanai un objektīvs rādītājs pašnovērtējuma salīdzināšanai (2.attēls) [2].



2.att. Pašnovērtēšanas un novērtēšanas didaktiskās funkcijas [2]

Vērtēšana ir salīdzināšana ar kādu noteiktu paraugu vai etalonu, nosakot procesa atbilstību šim etalonam (pozitīvs vērtējums) vai neatbilstību (negatīvs novērtējums) [8]; iegūtais

rezultāts atspoguļo attieksmi pret vērtēto procesu un rosina tālākai darbības turpināšanai vai neturpināšanai (3.attēls) [9].



3.att. Vērtēšanas operācijas [9]

Pētījumi liecina (Whimbey A., 1976), ka sekmīgie studenti apgūst zināšanas savādāk nekā problēmstudenti. Lasot tekstu, problēmstudenti neapstājas, lai pārdomātu, izprastu materiālu, noskaidrotu nesaprotamo, pārlasītu vēlreiz. Viņi neapzinās, kad materiāls saprotams, kad nē. Jo lielākas iekšēji vai ārēji uzturētas grūtības students sastop mācībās, jo pastāvīgāka un individuāli konkrētāka docētāja palīdzība viņam nepieciešama. Izrādās, ka, izmantojot metakognīciju, students spēj palīdzēt arī pats sev. Rezultātus iespējams uzlabot, iemācot studentiem strukturēt apgūstamo materiālu, pašiem sekojot tā izpratnei, nepārtraukti vērtējot apgūšanas kvalitāti, nosakot, kādas korekcijas būtu nepieciešamas mācīšanās procesa uzlabošanai (2.tabula; Nelson T., Narens L., 1990).

2.tabula

Mācīšanās procesa kvalitātes vērtēšanas posmi (T.Nelson, L.Narens, 1990)

<i>Vērtēšanas izpildes laiks</i>	<i>Veicamā darbība</i>	<i>Darbības raksturojums</i>
Pirms mācību satura apguves	Novērtē vielas apguves grūtības pakāpi	Pārskata materiālu un novērtē. Noskaidro apguves jēgu, personisko nepieciešamību, nosaka jau zināmo par tēmu, apzinās savas spējas
Izziņas procesa laikā	Novērtē satura apgūšanas procesa kvalitāti	Seko, cik labi tiek saprasts materiāls vai apgūtas noteiktas prasmes. Vai var izklāstīt vielu saviem vārdiem? Vai tiek izmantotas noteiktas tehnoloģijas izziņas kvalitātes nodrošināšanai (atkārtošana, materiāla sistematizēšana, plāna veidošana, reproducēšana dažādos kontekstos u.c.) Vai ir nepieciešama skolotāja palīdzība, izskaidrošana?
Materiāla apguves noslēgumā	Materiāla apguves kvalitātes novērtējums	Vai materiāls pietiekami labi apgūts un izprasts? Vai būs iespējams to atcerēties pēc kāda laika?
Apgūtā materiāla izmantošanas brīdī	Zināšanu noturīguma vērtējums	Atsaucot atmiņā apgūto materiālu, noskaidrojiet, cik pārlicinoši to darāt?

Svarīgi apzināties satura apguves personisko nepieciešamību un atsaukt atmiņā jau zināmo par šo tēmu. Mācību izziņa balstās uz pieredzi, jaunā informācija strukturējas esošajā pieredzē, un tas veido mācīšanās galveno mehānismu [10]. Ģeneratīvais jeb radošais mācīšanās modelis kognitīvo mācīšanos uzlūko par aktīvu garīgo procesu, kurā audzēkņus jārosina piešķirt jēgu un nozīmi tam, kam tiek veltīta uzmanība, jo tikai šinī gadījumā informācija nokļūst ilgtermiņa atmiņas krātuvē [8].

Rezultāti

Veicot pētījumu Rēzeknes Augstskolas Inženieru fakultātes profesionālās maģistra studiju programmas „Vides aizsardzība” studiju kursa „Inovācijas augstskolu pedagoģijā” realizācijas

gaitā, tika teorētiski pamatota studentu darbības pašnovērtēšanas loma izglītības kvalitātes nodrošināšanā, noskaidrota studentu attieksme pret iesaistīšanu pašnovērtēšanā, viņu domas par pašnovērtēšanas ietekmi uz studiju procesa kvalitāti. Pašnovērtēšanā studenti tika iesaistīti kursa praktisko mācību nodarbībās, pirms tam apgūstot vērtēšanas kritērijus un iepazīstoties ar vērtēšanas principiem. Bija realizētas šādas pašnovērtēšanas formas:

- saturiska savas darbības vērtēšana, atzīmējot trūkumus un stiprās puses (Kas izdevās? Kas neizdevās?), norādot kļūdas un to novēršanas iespējas; savu attieksmi; secinot, ko konkrētās nodarbības laikā var uzskatīt par sekmīgi apgūtu;
- savas darbības pašnovērtēšana ar atzīmi; tika salīdzināts studenta un docētāja vērtējums, meklējot tam pamatojumu;
- citu studentu darbības vērtēšana, savstarpējā vērtēšana grupu darbā.

Pētījuma gaitā tika vērots studentu pašnovērtēšanas process praktisko mācību nodarbībās. Tika izmantotas pašnovērtējuma kartes ar vērtēšanas kritērijiem (3.tabula).

3.tabula

Studentu darbības pašnovērtēšanas kritēriji praktiskajās mācībās

<i>Kritēriji</i>	<i>Saturisks vērtējums</i>	<i>Vērtējums ar atzīmi</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Materiālu izvēle - Precizitāte - Darba paņēmieni racionalitāte, darbības plānveidīgums - Kvalitātes prasību ievērošana - Prasme kontrolēt savu darbību, novērst pieļautās kļūdas 	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - apraksta paveiktā atbilstību vērtēšanas kritērijiem; - analizē nepilnības, pieļautās kļūdas; - atzīmē savu sasniegumu dinamiku 	<p>Students novērtē savu veikumu ar atzīmi 10 ballu skalā, norādot pieļautās kļūdas un trūkumus</p>

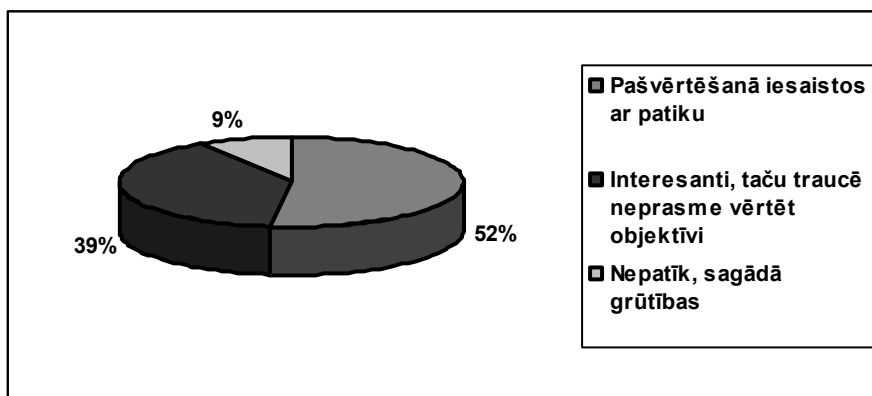
Pedagogs H.Gaudigs uzsver, ka ir būtiski panākt harmoniju starp skolotāja ieplānotajām mācību darbībām un jaunieša pašizteikšanās tendencēm: „Runa ir par brīvu, garīgu rīcību pēc paša iniciatīvas, ar paša spēkiem, pa paša izvēlētiem ceļiem uz brīvi izvēlētiem mērķiem”, par galveno uzskatot garīgi patstāvīgas, kritiski domājošas personības attīstību [10].

Lai noskaidrotu Rēzeknes Augstskolas Inženieru fakultātes profesionālās maģistra studiju programmas „Vides aizsardzība” studentu attieksmi pret iesaistīšanos pašvērtēšanā, tika organizētas pārrunas, kuru rezultāti ļāva secināt, ka 52% studentu pašvērtēšanā iesaistās labprāt, taču 39% traucējošs faktors ir pašvērtēšanas pieredzes trūkums, neprasme vērtēt objektīvi. Jāatzīmē, ka, vērtējot citus studentus, klausītāji bija nedrošāki, vērtējumu dažreiz mēdza paaugstināt.

Uz personību orientēto mācību efektivitātes kritēriji jāizstrādā, ņemot vērā ne tikai studentu iegūtās zināšanas un prasmes, bet arī viņu intelektuālo attīstību, kas veido personību.

Tāpēc mācību procesa gaitā studentus jārosina atbildēt uz šādiem jautājumiem:

- Vai es uztvēru, izpratu, iegaumēju mācību vielu?
- Vai noskaidroju nesaprasto?
- Kāds plāns būtu vislabākais šī uzdevuma risināšanai? Kā pamanīt kļūdas, ja tās radušās?
- Kā var paredzēt vai apsvērt uzdevuma iznākumu?
- Kā vislabāk pārskatīt izdarīto? Vai rezultāts ir ticams?
- Vai biju pietiekami uzmanīgs nodarbībā, vai strādāju ar pilnu atdevi?
- Vai tas, ko daru ir virzīts uz mērķa sasniegšanu?
- Ko es iemācījos? Kādus paņēmienus izmantoju?
- Kas man sagādāja grūtības un kā es tās pārvarēju?



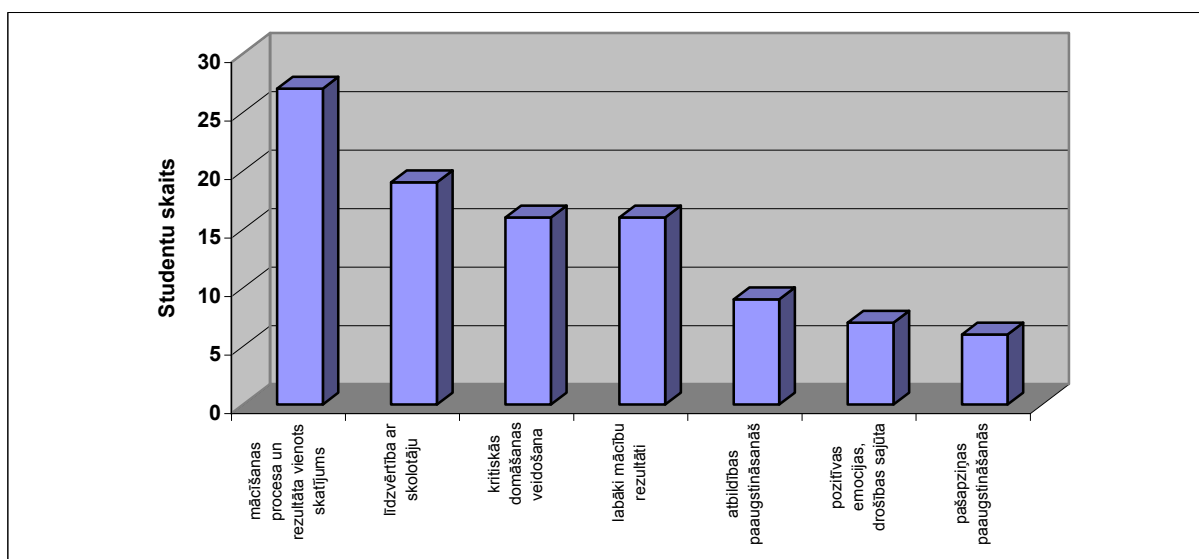
4.att. Studentu attieksme pret iesaistīšanos mācību darbības pašnovērtēšanā

Lai noskaidrotu, kādu personisko nozīmi un jēgu deva pašvērtēšanas process, tika veikta studentu aptauja (4.attēls), kuras gaitā bija nepieciešams ranžēt pēc svarīguma dotos rādītājus. Iegūtie rezultāti (5.attēls) liecina, ka par nozīmīgāko tiek uzskatīts:

- mācīšanās procesa un rezultāta vienots skatījums, jo pats students izvērtē arī darbam pievienotās pūles un gribu;
- līdzvērtība ar docētāju;
- kritiskās domāšanas prasmes attīstīšana;
- labāki mācību rezultāti, jo attīstās prasmes sistemātiski kontrolēt savu darbību, domāt, vai tā ir mērķtiecīga, optimāla mērķa sasniegšanai – veidojas iekšējās kvalitātes vadība.

Mazākā mērā tika atzīmēta:

- atbildības paaugstināšanās;
- pozitīvu emociju veidošanās, drošības izjūta;
- pašapziņas paaugstināšanās.



5.att. Pašnovērtēšanas rezultāti studentu skatījumā

Pieļaujama varbūtība, ka drošības izjūtas un pašapziņas paaugstināšanās veidošanos nelabvēlīgi ietekmē pašnovērtēšanas pieredzes trūkums.

Pētījums turpināms, lai noskaidrotu, kādi faktori ietekmē objektīva mācību darbības pašnovērtējuma veidošanos, rosinātu docētājus aktīvāk iesaistīt studentus pašnovērtēšanā.

Secinājumi

Pamatojoties, uz maģistrantu pašnovērtēšanas pieredzes veidošanu praktiskajās mācībās un tēmas teorētisko analīzi, tika secināts:

- vērtēšana jāaplūko kā docētāja un studenta līdzdarbība, kuras gaitā tiek apkopota, interpretēta, sintezēta informācija, veicot kontrolējoši izglītojošo, audzinoši orientējošo, prognozējošo funkciju;
- pašnovērtēšana ir būtiska mācību procesa sastāvdaļa, kas nodrošina pilnvērtīgu izziņas darbību un personības pašattīstību;
- studentu iesaistīšana savas darbības pašnovērtēšanā nodrošina docētāja un studenta kā subjekta – subjekta attiecības, dod iespēju novērtēt ne tikai rezultātu, bet arī procesu, attīsta studenta pašregulācijas spējas, sniedz pozitīvu pārdzīvojumu, drošības izjūtu, paaugstina atbildības izjūtu, patstāvību, ļauj realizēties apzinātam mācīšanās procesam;
- studenti atbilstoši viņu vecumposma īpatnībām spēj pašnovērtēt savu mācību darbību un tās rezultātus, tāpēc studentiem jānodod iespēja sekot izvirzīto mērķu sasniegšanai, nepieciešamības gadījumā koriģējot darbību;
- docētājiem jāizmanto daudzveidīgas metodes un paņēmieni studentu pašnovērtēšanas prasmju pilnveidošanai, veidojot izpratni par vērtēšanas kritērijiem.

Summary

Actual method to ensure qualitative results is its evolution and analyses, its dynamic tendencies. If there is an external controller involved in the process of evaluation, then the responsibility is transferred to these external factors, particularly to a controller. There is a necessity to pay attention to internal humans' dimension, taking into account new philosophy – the principle of voluntary application of quality standards.

New forms of evolution are being searched for to allow students to become active participants not just passive part of the process.

During the research students were involved and took part in:

- profound evaluation of their training process;
- took part in self – evaluation of their progress in studies by putting a mark;
- participated in the intermutual evaluation of group – mates.

Researches prove the fact that participation in intellectual, practical and emotional activities of self – evolution help students:

- improve and develop self – regulation system;
- develop critical thinking abilities;
- take responsibility for their decisions and action ;
- determine and state positive moments and drawbacks and motivate them to do their best ;
- gradually and continuously set up new objectives in self – development then sure perpetual self – improvement process.

Literatūra

1. Bērziņa I. Skolas darbības izvērtēšana. R.: Raka, 2002.
2. Žogla I. Didaktikas teorētiskie pamati. R.: Raka, 2001.
3. Kritiskās domāšanas principu sistēma mācību satura apguvē. Projekts “Lasīšana un rakstīšana kritiskās domāšanas attīstīšanai”. Rokasgrāmata I. Dž.Stīla, K.S.Meredits, Č.Templs, 1998.
4. Grīnpauks Z. Kvalitāte izglītības politikā./ Skolotājs. Nr.4, 2002. 36.-43.lpp.
5. Kūle M., Kūlis R. Filosofija. R.: Zvaigzne ABC, 1998.
6. Jurgena I. Vispārīgā pedagoģija. R.: Izglītības soļi, 2001.
7. Personības pašizjūta un identitāte. R.: LU PPI, 1998.
8. Geidžs N.L., Berliners D.C. Pedagoģiskā psiholoģija. R.: Zvaigzne ABC, 1999.
9. Broks A. Sistemoloģija mūsu dzīves un izglītības pilnveidei./ Skolotājs. Nr. 4., 2002. 44.-51.lpp.
10. Gudjons H. Pedagoģijas pamatatziņas. R.: Zvaigzne ABC, 1998.
11. Hahele R. Pašnovērtējuma prasmju izpētes metodoloģiskais pamatojums bioloģijas mācībās./ Rakstu krājums. R.: Izglītības soļi, 2002.

**IMPLEMENTATION OF APPLIED RESEARCH INTO THE STUDY
PROCESS WHEN TRAINING THE PROFESSIONALS OF
ENVIRONMENT PROTECTION**
*LIETIŠKO PĒTĪJUMU IEVIEŠANA VIDES AIZSARDZĪBAS SPECIĀLISTU
SAGATAVOŠANAS PROCESĀ*

Palmira Ciplijauskienė, Nijolė Rukštelienė

Utena College, Faculty of Business and Technologies, Ecology Department

Maironio Str. 7, Utena 28142, Lithuania; tel.: +(370)68506918

E-mail: palmira.ciplijauskiene@gmail.com; aplinka@utenos-kolegija.lt

Abstract. *The studies on the college level are directed towards practical training, thus the applied research executed in colleges may be involved into the study process as one of the research teaching methods. This research not only ensures the link between theory and practice, but also trains general abilities of the students and personal characteristics highly valued by the employers. The article analyses the experience of Ecology Department to implement the applied researches “Evaluation of Water Quality in Shaft Wells” and “Determination of Nitrogen Dioxide Concentration in the Environment Air by Applying the Method of Passive Sampling” into the subjects of Environment Protection and Environment Monitoring. It discusses the way the studies are held, in what ways the students take part in research, how they evaluate it, what problems they face.*

Keywords: *nitrogen dioxide, nitrates, wells, applied environment research, Utena College.*

Introduction

The link between theory and practice is very significant in the study processes of colleges. In order to get ready properly for professional activity, a student has regularly deal with real situations and applies the gained knowledge in practice during the study process. Applied research, being one of the most important areas of college activity might be introduced into the study process and thus create natural conditions for the implementation of theoretical knowledge into practice. Applied research educates students' general abilities and personal characteristics, such as creativity, critical thinking which are under high demand by employers. According to L. Jovaiša [3, p. 259], creativity is educated by research, as well as heuristic, problem methods.

Ecology Department sees applied environment research as the most suitable research methods and implements them into the studies of Environment Protection and Ecology. The article analyses the application of two applied researches, i.e. the evaluation of water quality in wells by identifying the concentration of nitrates and microbiological pollution, and the identification of the concentration of nitrogen dioxide in the environment air by applying the method of passive sampling. The researches point out the following stages: planning the research activity, material collection, material analysis, research description and implementation of research results into practice [3, p. 259-260]. The execution of those researchers employs the methodologies that are not complicated and understandable by students and the implementation of which is rather cheap. On the other hand, the methodologies are acknowledged and applied by scientists and practitioners. The applied research is financed by the college or project funds are employed.

The aim is to analyse the pedagogical experience of Ecology Department in the implementation of applied research into the study process.

Materials and methods

The executed research is of naturalistic character, it employed such methods as observation, discussion, document collection and analysis. The pedagogical experience of the authors is revealed with reference to the research method of one-case-study [4, p. 110-115]. The article analyses the implementation of two examples of applied scientific research into the study process. The experience was gained in the second and third years of studies of Environment Protection and Ecology study programme between December 2007 and April 2008. The research was carried out by two groups of students counting up to 22-25 students. The article analyses the experience of the authors and a lecturer Inga Jakštonienė on how the applied research related to the study programme is introduced into a subject module. The material in the article is presented in the form of a descriptive report.

Results

The implementation of the applied research “Evaluation of Water Quality in Shaft Wells” in the subject *Environment Protection of Environment Protection and Ecology* study programme at Utena College. The volume of the subject Environment Protection is 5 local credits (7,5 ECTS), where 70 hours are for theoretical teaching, 56 hours for practicals and 74 are self-study hours. The subject Environment Protection is taught to the students in their second year of studies in autumn and spring semesters. The purpose of this subject is to be able to assess the after-effect of human activity on the environment. The main topics analysed in the studies of Environment Protection subject are as follows: a man and the environment; organization of environment protection; legal grounds for environment protection; public forms of environment protection; informing the society and ecologic education; ethics of ecology; structure and protection of the biosphere; the atmosphere, its structure, composition; the sources of anthropogenic pollution; influence of local and global atmosphere pollution on the environment and a man; water in the biosphere and its resources; methodology of identification of nocuous materials in effluent; soil, its characteristics, degradation, pollution, and other topics. The aims of Environment Protection subject are to be able to analyze the documents regulating the environmental activity, be able to assess the sources of anthropogenic activity, to understand the influence of local and global atmosphere pollution on the environment and a man, be able to assess EU requirements in the area of environmental protection. [1, p. 90].

Preliminary implementation of the research was performed in 2007 when the department started applied research on the identification of water quality in shaft wells. The lecturer of the subject Environment Protection Inga Jakštonienė suggested involving the students into the research. Discussions with the students revealed that those students who had used the water from shaft wells had never been interested what the quality of the water was in their wells in regard to nitrates and microbiology. During theoretical teaching of the subject the research methodologies and the possibilities for their execution were analysed. To determine the concentration of nitrates, a spectrophotometric method was employed by using phenoldisulphonic acid [5, p. 103]. Phenoldisulphonic acid reacts to nitrates by turning into picric acid, which combines with ammonia making yellow colour ammonia picrate. The College did not have a spectrophotometer necessary to determine nitrates thus the tests were carried out by the laboratory of Joint Stock Company “Utenos vandenys”. Microbiological laboratory equipped with all the main materials and means necessary to perform microbiological research has already been established at the college so the microbiological analysis of water samples was foreseen to be carried out at the Department. After the analysis on research methodologies and the possibilities for their execution were carried out, one of the practicals of Environment Protection subject was dedicated to collect water samples. The streets where the number of shaft wells is high and where their water is used for food were

selected. Communication with the owners of the shaft wells revealed that majority of them did not even know what are the dangers of using water of bad quality, what can be the reasons for well water pollution, what are the requirements for well establishment. The students communicated with the residents very willingly. The majority of the residents were satisfied to have their water examined for free; they inquired how and when they would learn the results of the research. At the first stage, 14 samples from 14 shaft wells were collected and they underwent microbiological analysis done by Ecology Department laboratory, and the rest part of the samples was passed to the laboratory of Joint Stock Company "Utenos vandenys". The analysis of microbiological pollution of shaft wells was narrowed up to the identification of the main microbial pollution indicator - *Escherichia coli* (*E. coli*), following the Lithuanian standard LST EN 9308-1 „Water Quality. Detection and Calculation of *Escherichia Coli* and Coliform Bacteria. Part 1. Membrane Filter Method".[6]. To identify *Escherichia coli* and to determine coliform bacteria, a standard analysis was used that consists of membrane filtering of the sample under examination, membrane incubation on selective medium, calculation of typical bacteria that breaks lactose and biochemical description of *Escherichia coli*. Microbiological research is the process that requires much accurateness and patience as the execution of such research often faces the problem of the result reliability due to possible influence of side microorganisms. Due to these reasons only a small number of students could take part in the research at a time, in addition, the method was already analysed during the practicals of the module "Microbiology and sanitary" in the first year of studies. Microbiological research was carried out by two students who had been explained about the importance of the result accuracy and reliability because the results will be presented to the residents and the research will be followed by an article for the town community.

Unfortunately, due to small premises, not all the students could observe the determination of nitrate concentration performed in Joint Stock Company "Utenos vandenys". The students who took part in the research observed the way the standard and working solutions were prepared, how a calibration curve was created, how the samples were processed, how to work with spectrophotometer and how to record the received data.

All those activities – microbiological research and determination of nitrates took place after the lectures since a small part of students was involved in it. After the results of both researches were obtained, on more practical of Environment Protection subject was devoted for result processing and generalisation. Following the received data, a calibration curve was drawn on graph paper, nitrate concentration was calculated with reference to optical density measurements of water samples obtained by using photocolorimeter and compared to marginal concentration. Nitrate concentration exceeded the indicated marginal concentration of the indicator [2] in over 40% of the analysed samples, for this reason a leaflet was designed telling about the requirements for well establishment, the basic quality indicators of drinking water, possible pollution sources, as well as the negative effect of nitrates and microorganisms on human health described. The leaflet was decided to be handed to the residents during the presentation of the research results. A stand of photos was created to illustrate the processes of sample collection and analysis. The students were questioned on how they evaluated their participation in the research which they saw very positively. The report was announced on the Internet website of the College.

Observing the students being so interested in specific activity and changing positively (communicating with the residents more freely, strengthening confidence in their knowledge, etc.) it has been decided to continue the research on the college basis. In 2008 the college obtained photocolorimeter and reagents, and the concentration of nitrates was determined in the department laboratory. The description of practical assignment "Determination of Nitrate Amount in Water" was developed that helped the students to get ready. One of the subject module practicals was devoted to create a calibration curve. The students of a subgroup are

divided into smaller groups of 3-4 with a separate specific task each of them. During the practical the students prepared solutions, worked with photocolorimeter, created a calibration curve. During another practical the students worked in small groups, took samples, communicated with people. Microbiological tests were carried out immediately. Microbiological tests were carried out by two or three students and the results of the research were used for the development of the course papers or the final diploma thesis. Determination of nitrate amount in sampled water is executed during the next practical and the work is defended during the next practical. In 2008, 65 wells of Utena town residents were tested for water quality, an information leaflet was designed and distributed among the residents of the town, the report developed and uploaded in the College Internet website and local newspaper. In addition to the organised research of water quality in town wells, two students tested the quality of well water in their residential area and employed the researches and results in their final thesis.

The implementation of the applied research “Determination of Nitrogen Dioxide Concentration in the Environment Air by Applying the Method of Passive Sampling” in the subject *Environment Monitoring*.

Environment monitoring is the second subject closely related to the research of environment quality. The subject of Environment monitoring is taught to the students in their third year of studies, in autumn semester. The purpose of this subject is to provide with the fundamentals of the knowledge on environment condition, its anthropogenic changes, influence on the living nature and a man, the methods of its observation, research and assessment. The volume of the subject in local credits is 4 credits (6 ECTS), where 52 hours are for theoretical teaching, 40 hours are for practicals and 68 are self-study hours. The most important topics analysed in the framework of the subject are as follows: the structure of monitoring programmes; data analysis and interpretation; air, water and soil quality and control over its condition; monitoring of the natural ecosystems of atmosphere, water, soil, flora and fauna [1, p. 121]. Direct follow-up of this subject is the practice placement of Environment Monitoring carried out in enterprises, state parks and other locations where state or economic monitoring is being carried out. The subject carries the specific character – monitoring is a long-term observation and the subject itself is studied only for one semester. Since the studies of Environment Protection and Ecology are delivered in modules at Utena College, the studies of the subject shorten to 8 weeks. Due to this, it is not possible to perform environment monitoring under real conditions, but it is possible to execute various practical activities that are applied in real activity by environment protection professionals. Much valuable information may be collected during some or many years of observation by following a designed observation plan, performing observations applied in practice. Since the students are changing, the role of a teacher in environment monitoring performance and storage and processing of the data becomes very significant. One of the researches available is the determination of nitrogen dioxide concentration in the environment air by applying the method of passive sampling. This is a not expensive, not complicated and rather informative method applied for many years at Vytautas Magnus University and other institutions [7]. The essence of the method is that a filter saturated with triethanolamine that reacts to nitrogen dioxide is hanged on a test point, the filter is removed in 4 days and the average concentration of nitrogen dioxide is determined by using a photocolorimeter. The research has been implemented after it had been financed by Utena District Municipality Fund of Ecology Projects with 1500 Lit. The project was coordinated and the research implemented together with students by the authors of the article under the supervision of Assoc. Prof. Dr. Gediminas Kilikevičius. That way the scientific character, consistency of the research and the reliability of the data collection, storage and analysis were ensured.

The preparatory stage of the research started in June 2008 with a lecture of Assoc. Prof. Dr. Gediminas Kilikevičius “Atmosphere Pollutants, their Sources, Impact and the Methods of

Determination". The lecture was delivered to the 2nd and 3rd year students, teachers and representatives of various institutions. It was followed by the training of the teachers, as a new research methodology was introduced. Assoc. Prof. Dr. Gediminas Kilikevičius introduced the method of photocolimeter determination of nitrogen dioxide concentration by applying passive samplers. A research plan has been designed, the network for samplers display, the samplers prepared, a calibration curve created. The training was a very relevant solution as it would have been difficult to master a new method without the supervision of an experienced professional. There would always be a chance that something might have been misunderstood or misperformed.

The second stage of the research was the collecting and storage of the data about the air quality of the town. The samplers were planned to be displayed three times in July, September and October. Since July is a month free of students, the solvents were prepared, samplers hanged, removed, samplers deployed and concentration of nitrogen dioxide determined using photocolimeter by the teachers. In September, during the studies of the subject of Environment Monitoring the students were involved into the research, however at different levels: two students developed course papers and their final thesis on the topic thus they took part in all the stages of the research; the rest of the students were involved in the research during their practicals. Two practicals, 4 hours each were devoted to that. To get ready for the students in advance, a description of the practical assignment was developed. The first practical was devoted for solvent preparation and creation of a calibration curve. At the beginning of the practical the teacher introduced the students to the research being carried out, its financing, indicated the students' role in it, as well as that the results of the research will show air quality all over the town, at crossroads, the results will be announced on the Internet and in the local media. For those reasons the students were asked to work very responsibly. Theoretical background of the students on how to prepare solvents, work with a photocolimeter, draw a calibration curve on graph paper and computer was checked. The students worked in groups of 3-4, prepared different solvents and identified one point of calibration curve each. One of calibration curves is drawn on graph paper and the other – with a computer using Excel programme. The second practical was devoted for the analysis of samplers. The samplers were displayed and removed in the planned sites by the students, who had chosen to develop their course papers and final thesis on this topic. It is rather complicated to involve the whole group into this activity as there are many sampler sites that are located in the network covering the whole town territory, transportation of samplers would last for the whole day and it is difficult for the whole group move around the town. Due to that, all the students took part only in the analysis of samplers. At the beginning of the practical, the students account for their activities performed earlier, compare calibration curves designed by using different techniques, analyse how to use and read them. It may be concluded that a calibration curve drawn by using Excel programme is more accurate and all the following calculations may be done on a computer, whereas using a calibration curve created in hand, one has to do all the calculations mechanically what makes the whole process more difficult and increases mistake occurrence. During discussion, a teacher checks the students theoretical knowledge on the pollution with nitrogen dioxide, its sources and dissemination in the environment, the norms for air pollution in Lithuania. Students work in pairs and are given 3-5 samplers to analyse. Under the teacher's supervision the students deploy the samplers, perform measurements by using photocolimeter. The results are processed by using Excel programme and are recorded into the annexes of a practical assignment description. This description was designed by the author of the article Nijolė Rukštelienė and the annexes were designed with assistance of a student Edvardas Zavackas [8]. Each of the groups processes at least one result without using a computer and compares the results. The conclusions are drawn by comparing the received results to the existing norms

on pollution, as well as to the situation in other towns and cities. The information for comparison is taken from the website of the Ministry of Environment of the Republic of Lithuania. The assignment is completed by defending it at the beginning of the third practical. The student's knowledge of air pollution with nitrogen dioxide, understanding the methodology and ability to apply it, the ability to analyse the results and draw conclusions are assessed.

Two students who had chosen to develop their course papers and the final thesis related to the research topic, under the supervision of the teachers, planned the time of the research, hanged and removed the samplers, prepared solvents, collected data, gathered theoretical background and executed the research. Actions in the laboratory and the town were carried out during the lectures, practicals and after the classes. The development of course papers and the final thesis allows looking at the research in various terms. In case of the research the concentration of nitrogen dioxide was tested in the corners of the chosen net (680 m x 680 m) – 30 points in total and the received results indicate background concentration of nitrogen dioxide in the air. Based on the data collected in this net, a course paper is being developed “Structuring of Background Environment Monitoring in Lithuania” and the final diploma thesis “The Analysis of Utena Town Air Pollution with Nitrogen Dioxide”. The concentration of nitrogen dioxide may be determined not only in the intersections of the net, but also at the crossings of the busiest streets of the town and the streets of residential areas. The analysis of the pollution at these points is followed up with the development of a course paper “Town Air Monitoring” and the final diploma thesis “Analysis of Traffic Pollution in Utena Town”. One of the students is developing a scientific article on air pollution with nitrogen dioxide in Utena town to be presented for the students' scientific conference. This creates possibility to improve scientific skills.

Discussion

Two cases of the implementation of applied research into the study process discussed by the article illustrate that this might be a good balance between theory and practice. One may choose these applied environment research for the study process which suit the study programme. Transfer of the applied research into the study process is positively valued by students since participation in real activity adds to the students' research experience, strengthen their self-confidence, educates an active citizen sensitive to the problems of the living environment. Students understand that during their studies they perform significant activities, widely applied in practice, the results of which are interesting to environment protection professionals and the society. In addition to the gained professional knowledge the students improve general abilities to communicate, cooperate, listen to and hear different opinions, defend one's point of view, and apply information technologies in practice. This kind of activity improves teacher-student relations, makes them cooperate, lets them reveal new things and adjust to various situations. Unfortunately, these activities are time-consuming, and formally allocated time is too short to perform them. The situation may benefit from strict time planning and application of various forms of work, when a certain part of the research is carried out during a practical and the rest students who are interested in the topic more seriously may deepen their knowledge and develop a course paper or a final thesis. In addition, these activities require certain expenses. The solution to it would be development of project applications for various funds. Implementation of applied research into the study process improves professional, scientific and methodological competencies of the teachers. The announcement of the research results by various information means raise the status of the college, makes it more attractive for the future students.

Conclusions

1. Implementation of the applied research into the study process ensures the implementation of theory-practice link. Applied research raises the status of the college, promotes the study programmes it is executed under. On the other hand, execution of applied research demands for more time and finances from the teachers' and students' side.
2. Execution of applied research is interesting and significant to the students since it makes the mastery of theory easier, allows applying the knowledge gained in the studies of other subjects. When executing applied research, the students improve their general abilities to communicate, cooperate, analyse, present and ground one's opinion; educate positive personal characteristics: creativity, diligence, responsibility, accurateness.
3. Implementation of applied research into the study process is significant to teachers since it improves professional, scientific and methodological competencies of the teachers, improves teacher-student relations.

Bibliography

1. Aplinkosauga ir ekologija: Neuniversitetinių studijų programa. Utena: Utenos kolegija, 2003. 198 p.
2. Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai: HN 24:2003. Lietuvos higienos norma. Vilnius: Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 2003. 25 p.
3. Jovaiša L. Ugdymo mokslas ir praktika. Vilnius: Agora, 2001. 501 p.
4. Kardelis K. Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai. Kaunas: Technologija, 1997.
5. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimų metodai. 1dalis. Cheminiai analizės metodai. Vilnius: Aplinkos apsaugos ministerija, 1994. 223 p.
6. Vandens kokybė. Žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) ir koliforminių bakterijų aptikimas ir skaičiavimas. 1 dalis. Membraninio filtravimo metodas (ISO 9308-1:2000): Lietuvos standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2001. 15 p.
7. NO₂ koncentracijos nustatymas pasyvaus kaupimo metodu. Prieiga per internetą 2009-01-26: <http://gamta.vdu.lt/bakalaurai/bakalaurai.html>
8. Projekto "Azoto dioksido koncentracijos nustatymas Utenos miesto ore pasyvaus kaupimo metodu apžvalga". Prieiga per internetą 2009-01-26 <http://www.ukolegija.lt/index.php?154146999>

VIDES AIZSARDZĪBAS TEORIJA, PRAKSE UN PIEREDZE STUDIJU PROCESĀ

THEORY, PRACTICE AND EXPERIENCE OF ENVIRONMENT PROTECTION IN STUDY PROCESS

Dzintra Atstāja
Banku augstskola

Valdemāra iela 161, Rīga, LV 1013, e-pasts: dzintra.atstaja@gmail.com

Abstract. *The main accent in the article has been put on theory of environment protection. Besides there is told about BA School of Business and Finance experience in organizing and realize study courses connected with environment problems (“Environment economics”, “Environment management”, “Macroeconomics”, “Environmental management”, “Environment protection”, “Environment management, organization of civil defense and labor safety”) in different study programs, inter-subject connection, study results.*

Article’s main attention is dedicated to methods, how practical works are done, work with databases, excursions, student’s further studies (practical researches, bachelor’s work etc.) and quality of study process – theory’s connection with existing laws and regulations and sustainable development of national economy.

Author is presenting the new study aid “Environment, civil and labour safety” that is prepared for emerging businessman and other interesents.

Keywords: *education, environment protection, sustainable development.*

Ievads

Izglītība ilgtspējīgai attīstībai ir cieši saistīta ar jaunu cilvēku dzīvi un nākotni, kam būtu jābūt viņu augstākajai prioritātei. Kopš 1960.gada vides priekšmeti un vides zinību kursi ir integrēti formālajā izglītībā, Apvienoto Nāciju Organizācija noteikusi izglītības ilgtspējīgai attīstībai desmitgadi no 2005.gada līdz 2014.gadam [1, 7].

Rakstā galvenais akcents likts uz vides aizsardzības teoriju praktisko īstenošanu un pastāstīts par Banku augstskolas pieredzi, organizējot un vadot ar apkārtējās vides jautājumiem saistītos studiju kursus „Vides ekonomika”, „Vides pārvaldība”, „Makroekonomika”, „Environmental Management”, „Vides aizsardzība”, „Vides pārvaldība, civilās un darba aizsardzības organizācija” dažādās studiju programmās, starppriekšmetu saikni, studiju rezultātiem.

Rakstā galvenā uzmanība veltīta studiju kursa satura īstenošanas praktisko darbu metodēm, darbam ar datu bāzēm, mācību ekskursijām un studentu tālākajiem pētījumiem (lietišķie pētījumi, bakalaura darbi u.c.) un studiju procesa kvalitātei – teorijas saikne ar pastāvošo normatīvo aktu prasībām un tautsaimniecības ilgtspējīgo attīstību. Studiju procesā īpaša nozīme ir pedagoģiskajai meistarībai, prasmei ieinteresēt un mūsdienīgām apmācības metodēm.

Eiropas vidi vajadzētu aplūkot kontekstā ar sociālekonomiskajām aktualitātēm, piemēram, ar Lisabonas procesu un ilgtspējīgu attīstību, kam ir arī spēcīga globāla dimensija. Eiropas Savienība ir otrā lielākā ekonomiskā apvienība aiz Amerikas Savienotajām Valstīm. Tai ir plaši un daudzveidīgi resursi, kā arī vadoša loma pasaules pārvaldībā. Lisabonas sanāksmes darba kārtības ekonomiskie jautājumi bija vērsti uz to, lai nodrošinātu straujāku ekonomisko izaugsmi un radītu vairāk videi drošas darba vietas. Vides aizsardzības un ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā svarīgi atrast savstarpēji izdevīgus risinājumus, lai sasniegtu stabilus rezultātus. Šādi risinājumi ietver konkurētspēju un inovācijas, sociālo un teritoriālo saliedētību, kā arī nedaudzo dabas resursu un vērtīgo ekosistēmu aizsardzību un uzturēšanu [2, 5]. Šāda līmeņa uzdevumus studiju procesā var īstenot ar praktiskiem uzdevumiem, sniedzot pamatzināšanas, kā organizēt uzņēmuma vai iestādes racionālu darbību dinamiskā, ekonomiskā vidē, veicinot studentu vides apziņas veidošanu ar vides izglītības līdzekļu palīdzību, palielinot sabiedrības

interesi un zināšanas par vides saglabāšanas un atveseļošanas problēmām, veicinot vides izglītību. Studenti pastāvīgi izstrādā studiju darbu par vides politiku konkrētā organizācijā, dzīvesvietā un savā mājsaimniecībā, pamato datu bāzēs iegūto informāciju, iegūtās zināšanas pielietojot praktiskā darbībā, veidojot prognozes un resursu patēriņa optimizācijas plānu. Pētījumu publiski aizstāv nodarbībā, kas ir priekšnoteikums sekmīga vērtējuma saņemšanai. Raksta autore ir izstrādājusi mācību līdzekli „Vides, civilā un darba aizsardzība”, kas paredzēts topošajiem uzņēmējiem un plašākam interesentu lokam, lai ar praktiskiem darbiem nostiprinātu apgūtās zināšanas. Praktiskos darbus var veikt nodarbībās auditorijā, patstāvīgās studijās vai e-vidē atkarībā no izvēlētās studiju formas.

Studiju kursa izveides priekšnosacījumi, materiāli un metodes

Profesionālo studiju programmu kursi parasti rosina izprast aktuālās ekonomiskās attīstības likumsakarības un principus, izvirzot konkrētus kritērijus analīzei: ekonomiskos, sociālos, politiskos [3, 39], lai apgūtās teorētiskās zināšanas nostiprinātu praktiskā darbībā. Patstāvīgam darbam palīdzēs dažādi uzdevumi, jautājumi un testi, kā arī vispārinoša rakstura zināšanu kontroles jautājumi. Mācību līdzekļi nodrošina zinātniskās informācijas sākotnēju izpratni un apguvi, kā arī veido bāzi patstāvīgam darbam turpmāk, izmantojot piedāvāto pamatliteratūru un papildliteratūru [4, 3].

Studiju procesā rekomendē izmantot kvantitatīvās, kvalitatīvās, kā arī modelēšanas metodes [5, 7]. Pirms kādu metodi pielieto, jāizvērtē dažādu metožu atbilstība pētījuma raksturam un mērķim, to priekšrocības un trūkumi. Pētīšanas metodes jālieto apzināti un mērķtiecīgi, cenšoties būt precīzam, analītiskam un, kas ir ļoti svarīgi, kritiskam [6, 15]. Rezultātā studenti prot pielietot ekonomiski matemātiskās metodes un ekonomiskos instrumentus vides pārvaldībā, efektīvi vadīt un plānot organizācijas darbu, izprast uzņēmuma vai iestādes darbības kopsakarības, analizēt uzņēmuma vai iestādes darbības vides aspektus, identificēt vides problēmas un formulēt risinājumu priekšlikumus, ieviest progresīvus risinājumus un metodes, sagatavot un sniegt prezentāciju par vides problēmām organizācijā, nozarē, pagastā un valstī kopumā.

Vides aizsardzības kursi orientēti, lai studenti izvēlētos videi draudzīgākos risinājumus gan savā mājsaimniecībā, gan darba vietā. Grūtākais ir izvēlēties dažus indikatorus vai izveidot indeksu, kas varētu vislabāk atspoguļot virzību uz ilgtspējīgu attīstību. Šis ir grūts uzdevums, jo dažādo kapitāla formu raksturlielumi (indikatoru) parasti atšķiras pēc to mērvienībām. Ekonomiskie indikatori pārsvarā ir izteikti monetārās vienībās, vides indikatori – fizikālās vienībās (piemēram, izcirsto mežu platības hektāros, apdraudēto sugu skaits, piesārņojuma apjomi, bet sociālie indikatori var būt saistīti ar reālās dzīves apstākļiem (piemēram, nodarbinātības līmenis, nabadzība) vai cilvēciskajām vērtībām, ko ietekmē kultūra, morāle un reliģija. Liels indikatoru skaits (kā Latvijas Ilgtspējīgas attīstības vides indikatoru ziņojumā) ir labs tajā aspektā, ka ļauj novērtēt dažādu ilgtspējīgas attīstības politikas izvirzīto mērķu sasniegšanu [2, 14]. Savukārt tas ir slikts, ka nedod nekādu priekšstatu par kopējo situāciju, izmaksām un ekonomisko novērtējumu.

Dažas valstis (piemēram, Lielbritānija) ir izvēlējušās nelielu indikatoru grupu, kas raksturo gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās izmaiņas apkārtējā vidē un ir vieglāk uztverami. Pasaulē ir izstrādāti vairāki agregētie indeksi, kuru izstrādes mērķis – paplašināt un apkopot vides, sociālos un ekonomiskos indikatorus vienotā shēmā, kas atvieglotu novērtēt progresu ceļā uz ilgtspējīgu attīstību. Turklāt pastāv arī virkne citu indeksu, kas raksturo dažādus ilgtspējīgas attīstības segmentus vai ceļu uz ilgtspējīgu attīstību. Šādi indikatori tiek izmantoti arī nacionālo stratēģiju ieviešanas izvērtēšanai. Piem., Igaunija un Slovēnija savās nacionālajās ilgtspējīgas attīstības stratēģijās atsaucas uz „Cilvēces attīstības indeksu”, „Ekoloģisko pēdu” u.c. raksturlielumiem [2, 16].

Galvenās vides indikatoru funkcijas ir [7, 91]:

- a) nodrošināt informāciju par vides kvalitāti un izmaiņām konkrētā teritorijā (rajona, valsts, upes sateces baseina, Eiropas u.c. līmenī);
- b) nodrošināt lēmuma pieņemējus ar informāciju, kas balstās uz konkrētiem un visaptverošiem datiem;
- c) dot iespēju novērtēt vides kvalitāti un izmaiņas atbilstoši nacionāliem un starptautiskiem vides politikas mērķiem;
- d) sekmēt datu salīdzināšanu starp valstīm un reģioniem, sasaistīt vides informāciju ar izmaiņām ekonomikā un sociālajā sfērā.

Minētie priekšnoteikumi ievēroti, veidojot studiju kursu programmas „Vides ekonomika”, „Vides pārvaldība”, „Makroekonomika”, „Environmental Management”, „Vides aizsardzība”, „Vides pārvaldība, civilās un darba aizsardzības organizācija”. Praktisko darbu metodikas ekonomiskais pamatojums pierāda, ka vides aizsardzības pasākumiem jāsasniedz šādi mērķi:

- jāievēro apkārtējās vides normatīvu kvalitātes prasības,
- jāatbilst un jāievēro veselības aizsardzības prasības, ievērojot ražošanas attīstību un demogrāfiskās tendences,
- jāpanāk maksimālais ekonomiskais efekts tautsaimniecībā, uzlabojot apkārtējo vidi, saudzējot un izmantojot dabas resursus.

Īstenoto mērķu rezultāts tiek panākts, samazinot negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi un uzlabojot esošos raksturlielumus, samazinot piesārņojuma līmeni, tādā veidā uzlabojot zemes, mežu, ūdens resursu izmantošanas kvalitāti [8, 239], kas ietver:

- 1) pēc iespējas pilnīgāku visu iespējamo pozitīvo (kā arī negatīvo – ja tādas radīsies) sociāli ekonomisko seku apzināšana, īstenojot dažādus variantus vides aizsardzības pasākumiem savā māsaimniecībā un tautsaimniecības dažādās jomās – gan tuvākā, gan tālākā perspektīvā;
- 2) pēc iespējas vispusīgākas izmaksas saistībā ar alternatīvu vides aizsardzības pasākumu variantu izskatīšanu;
- 3) laika faktora ievērošanu, novērtējot (esošās un sagaidāmās) vides aizsardzības pasākumu izmaksas un rezultātus;
- 4) starpnozaru pieeju, pamatojot vides aizsardzības pasākumus, ievērojot nepieciešamo izmaksu ekonomiju apkārtējās vides stāvokļa un dabas resursu racionālāku izmantošanu valsts, rajona vai pagasta mērogā.

Kopējais sociāli ekonomiskais rezultāts paaugstinās cilvēku dzīves līmeni, kopējo tautsaimniecības izaugsmi un labklājību [3, 39]. Tālāk ir apskatīta konkrēta studiju kursa praktisko darbu secība.

Rezultāti un to izvērtējums

Organizējot studiju procesu pirmā līmeņa augstākās profesionālās izglītības uzņēmējdarbības programmās, ir svarīgi pielietot mūsdienīgas apmācības metodes. Tās motivē studentus apgūt jauno, paplašināt redzesloku un pielietot iegūtās zināšanas praksē.

Dažas no pasaules praksē par efektīvākajām atzītās metodes [3], kas integrētas arī Banku augstskolas studiju procesā:

- 1) *Creativity Techniques* – metode piemērota, lai problēmas risinājumam ģenerētu daudz labu ideju. Vislabāk ieinteresēt auditoriju ar pretstatījumiem, ļaujot improvizēt ar formulēto jautājumu;
- 2) *Debriefing Games* – metodes pamatā ir aktivitāte un analīze. Izvirzot uzdevumu, auditorijai nepieciešams strukturēt šī brīža emocijas, iespaidus un pieredzi, nosakot prioritātes, lai nonāktu pie grupu darba kopsaucēja. Iespēja salīdzināt iepriekšējo pieredzi un sagatavotību grupās, ideāla forma uzdoto tēmu pārbaudei;

- 3) *Structured Sharing* – debašu princips; metodi izmanto, ja saturs ir iepriekš zināms. Mērķis ir panākt, lai visi domā un iesaistās, svarīgi atdzīvināt auditoriju ar aktivitātēm, piemēram, vizuālo noformējumu;
- 4) *Paper-and-Games* – ideāls variants komunikatīvajiem studiju kursiem ar ātru atgriezenisko saiti. Rekomendē sadalīt studentus divās lielākās grupās (autors – kritiķis) un izvirzīt novērotājus. Lielā grupā rekomendē šo metodi izmantot kā papīra locīšanas spēli – atjaunot zināšanas, kas apgūtas nodarbībās.

Banku augstskolā profesionālajā studiju programmā „Uzņēmējdarbība” 2.studiju gadā integrēts obligātais studiju kurss „Vides pārvaldība, civilās un darba aizsardzības organizācija” (3KP), skat.1.tabulu.

1.tabula

Studiju kursa galvenās tēmas

<i>Nr.p.k.</i>	<i>Tēma</i>	<i>Metode</i>
1.	Vides terminu raksturojums, juridiskais pamatojums, ietekmes uz vidi novērtējuma vēsturisks pārskats. Vides problēmu cēloņi. Starptautiskie normatīvie akti.	Lekcija
2.	Ilgtspējīgas attīstības jēdziens un kritēriji. ES un vides politika.	Lekcija
3.	Latvijas ilgtspējīgas attīstības plāns, dabas aizsardzības pasākumi LR. Vides pārskati, Statistisko datu krājumi.	Prakt. nodarbība
4.	Vides pārvaldība (EMAS -VPS, standarti, ISO 14000, saistība ar citām vadības sistēmām).	Lekcija
5.	Ietekme uz vidi un novērtējums. Vides riski. Ietekmes uz sociālo vidi novērtējums. Ietekmes uz veselību novērtējums. Ietekmes uz sociāli ekonomisko vidi novērtējums. Normatīvo aktu prasības. Stratēģiskais ietekmes uz vidi novērtējums.	Lekcija
6.	Vides pārvaldības ieviešanas ieguvumi un izmaksas dabas resursu aizsardzības pasākumos	Prakt. nodarbība
7.	Ekonomiskās metodes vides aizsardzībā. Dabas resursu vērtēšanas pamatjautājumi. Ekonomisko metožu pielietojums, aprēķinot vides vērtības. Tiešie un netiešie paņēmieni. Materiālietilpība. Otrreizējo materiālo resursu izmantošana.	Prakt. nodarbība
8.	Ietekmes un piesārņojuma raksturojums, klasifikācija. Atbildība par videi nodarītā kaitējuma novēršanu un atļidzināšanu. Princips „piesārņotājs maksā”.	Lekcija
9.	Ietekmes uz vidi novērtējuma izpratne un nepieciešamība. Ietekmes un piesārņojuma raksturojums, novērtējuma izpratne un nepieciešamība. Faktori, kas apgrūtina piesārņojuma ietekmes uz vidi vērtēšanu. Minimālās drošības standarta pieeja.	Seminārs
10.	Ietekmes uz vidi novērtējuma raksturojums un veidi. Novērtējuma programmas. Ekonomiskie instrumenti. Metodikas, ekonomiskais novērtējums, alternatīvas, vides monitorings, ietekmes uz vidi novērtējuma audits.	Lekcija
11.	Piesārņojuma rašanās novēršana. Atkritumu apsaimniekošanas hierarhija. Iepakojuma apsaimniekošana.	Prakt. nodarbība
12.	Pilsētu un komercsabiedrību attīstības plāni, investīciju projekti. Klases kontroldarbs.	Prakt. nodarbība
13.	Piesārņojuma rašanās novēršana. Piesārņojuma problēmas identificēšana. Vides problēmu cēloņi. Atkritumu apsaimniekošanas hierarhija.	Lekcija
14.	Piesārņojuma samazināšana. Atkritumu būtība, apsaimniekošana, sabiedrības attieksme atkritumu apsaimniekošanā. Bīstamie atkritumi.	Lekcija
15.	Piesārņojuma samazināšanas un atkritumu apsaimniekošanas piemēri, iespējama mācību ekskursija uz Rīgas attīrīšanas iekārtām vai atkritumu apsaimniekošanas poligonu.	Prakt. nodarbība
16.	„Videi draudzīga” uzņēmuma veidošana. Tīrās tehnoloģijas. Sabiedrības attieksme pret vides vērtībām. Vides un ekonomikas mijiedarbība. Zaļais iepirkums. Uzņēmuma izmaksu efektivitātes modelēšana. Vides pārskatu veidošana.	Seminārs Prakt. nodarbība
17.	Vides pārvaldības sistēmas ieviešana atbilstoši ISO 14001 prasībām. VP attīstības tendences.	Lekcija
18.	Vides politika. Plāns. Vides pārvaldības dokumentācija un dokumentu vadība. Pārbaudes. Labojumi. Sertifikācija.	Prakt. nodarbība
19.	Patstāvīgo darbu prezentēšana, aizstāvēšana.	Prakt. nodarbība
20.	Vides aizsardzības jautājumu izvērtēšana finanšu pārskatu revīzijā. SRS 1010 „Vides aizsardzības jautājumu apsvērumi finanšu pārskatu revīzijā”.	Prakt. nodarbība

Pilna laika studējošajiem tiek plānotas lekcijas un praktiskie darbi. Praktisko darbu nodarbības ļauj izmantot dažādas mācību metodes, tajā skaitā: individuālos un grupu pētījumus, mācību ekskursijas, darbu ar datu bāzēm un statistisko informāciju datorklasē, mācību filmas.

Tālāk ir apskatīti dažādu studiju kursu praktisko darbu piemēri un nodarbībā sasniedzamais rezultāts, skat. 2.tabulu.

2.tabula

Dažu praktisko darbu raksturojums

Nr.	Praktiskās nodarbības darba tēma	Materiāli, metodes	Norises vieta	Sagaidāmais rezultāts
1.	Vides aizsardzība, klimata izmaiņas, ilgtspējīga attīstība	Video materiāli, filmas, piem., „11.stunda”, „Klimata pārmaiņas”, „Leiputrija”, „A-enerģija”	Auditorija vai patstāvīgais mājas darbs	Studenti izprot vides un ilgtspējīgas attīstības problēmas pasaulē un Latvijā, ir ieinteresēti iesaistīties, lai mazinātu negatīvās izmaiņas dabā
2.	Latvijas vides un ekonomikas salīdzinājums ar citām valstīm	Datu bāzes [12], Ekoloģiskās stabilitātes indekss, <i>eurostat</i>	Datorklase, Internet	Studenti izprot kritērijus, aktuālās tendences, kas ierindo Latviju pēc paveiktā vides aizsardzībā 8. vietā starp 152 valstīm, salīdzina citu valstu nozaru struktūru, ekonomiskos raksturlielumus
3.	„Terminu koks”	ES un Latvijas normatīvie akti	Auditorija, grupu darbs, ar iepriekšēju sagatavotību	Atsevišķās vides jomās tiek izzināti normatīvie akti un to prasības, vizuāli tiek noformēts grupas stenda ziņojums, publiski prezentē svarīgākās normatīvu prasības
4.	Ekoloģiskās pēdas kalkulēšana [14]	Dažādi ekonomiskie raksturlielumi, to nozīme citu valstu ekonomikā un statistiskajos krājumos	Datorklase, Internet vai patstāvīgais mājas darbs	Studenti noskaidro sava dzīvesveida ietekmi uz apkārtni, analizē pasākumus, kā šo ietekmi mazināt mikro un makro līmenī; salīdzina dažādus ilgtspējības indikatorus
5.	Dzimtās pilsētas vides izpēte – dabas un saimnieciskās darbības objekti, aizsardzība, infrastruktūra, investīcijas vides aizsardzībā, īstenotie vides projekti	Dažādas datu bāzes un informācijas avoti [10;11;13;15]	Datorklase, Internet vai patstāvīgais mājas darbs	Studenti patstāvīgi apgūst jaunas zināšanas, analizē, sistematizē un integrē iegūto informāciju, prot atšķirt būtisko no mazsvarīgā. Studenti noskaidro piesārņotās un potenciāli piesārņotās vietas, pasākumus vides slodzes mazināšanai
6.	Videi draudzīgu nozaru izvēle. Organizācijas sākotnējais vides pārskats	Mācību ekskursijas, darbs ar konkrētas organizācijas, uzņēmumu pārskatiem, atskaitēm, dokumentiem	Mācību ekskursijas, auditorija un/vai patstāvīgais mājas darbs	Studenti pārzina dokumentu aizpildīšanas, sagatavošanas un aprites sistēmu, dabas resursu nodokļa aprēķināšanu, vides pārvaldības sistēmas ieviešanu, ar mācību piemēru sastāda sākotnējo vides pārskatu konkrētai organizācijai
7.	Mājsaimniecības resursu optimizācija	Aprēķini, salīdzināšana, analīze	Auditorija, ar iepriekšēju sagatavotību vai patstāvīgais mājas darbs	Studenti sastāda konkrētu pasākumu plānu un pamato savā mājsaimniecībā iespējamo resursu patēriņa ekonomiju, aprēķina plānoto ieguldījumu atmaksāšanās laiku

2.tabulā norādīti tikai daži piemēri, kas atspoguļo studentu un mācībspēku radošo sadarbību uz rezultātu orientētā studiju procesā. Daļa no aprakstītajiem uzdevumiem tiek veikti arī studiju kursos „Vides ekonomika”, „Vides pārvaldība”, „Makroekonomika”, „Environmental Management”, „Vides aizsardzība”, jo ieguvuši studentu atsaucību un augstu novērtējumu. Lai paplašinātu studiju kursa mērķauditoriju un atvieglotu patstāvīgo studiju procesu, izveidots mācību līdzeklis ar studiju darbu aprakstiem un norādēm uz papildliteratūru un avotiem.

Katru gadu studenti izvēlas padziļināti veikt pētījumus par vides aizsardzību, piesakot lietīškos pētījumus, bakalaura un maģistra darbu tēmas gan par atkritumu apsaimniekošanu, gan vides pārvaldības sistēmas ieviešanu organizācijā, gan videi draudzīgu produktu ieviešanu, gan ekotūrisma veicināšanu. Kurša darbos tiek pētīta darba aizsardzības prasību ieviešana komercsabiedrībās un civilās aizsardzības preventīvo pasākumu plānošana, ievērojot vides aizsardzības un ilgtspējīgas attīstības pamatprincipus.

Secinājumi

Praktisko darbu metodoloģiskais un teorētiskais pamats ir Latvijas un ārvalstu ekonomikas zinātnieku un vides pētnieku darbi, speciālo pētījumu rezultāti, zinātnisko konferenču un semināru materiāli. Lielākā daļa mācību līdzekļa teorētiskajā pamatojumā izmantoto piemēru ir veidoti, iespaidojoties no Rietumvalstu ekonomistu, vides aizsardzības un tiesību speciālistu grāmatām un publikācijām, piemērojot piemērus Latvijas videi un tautsaimniecības situācijai, ievērojot saistošos likumus un citus normatīvos aktus, vides aizsardzības politiku, monitoringu, ekonomiskos instrumentus un attīstības plānus.

Īstenotās programmas pakārtots rezultāts ir dzimtās vietas izpēte un nacionāli patriotiskā audzināšana. Studiju procesā studenti izzina savu dzimto pilsētu, pagasta vēsturi un attīstību, lai sekmīgi uzsāktu uzņēmējdarbību videi draudzīgā nozarē. Studentu izvēlētais lietīško pētījumu, bakalaura darbu tēmas par vides jautājumiem apstiprina, ka studenti ir ieinteresēti vides aizsardzības pētījumos un tād ir veiksmīgi izvēlētas studiju kursa mācību metodes.

Lai iesaistītu vides pasākumos un informētu plašu sabiedrību, interesentus un institūcijas, varētu izmantot informācijas tehnoloģiju iespējas darbā ar statistikas datu bāzēm, apmācības programmām un statistisko informāciju un studijas e-vidē. Sagatavotais mācību līdzeklis veidots darba burtnīcas formātā un noderīgs gan augstskolu studentiem, gan plašākam interesentu lokam.

Summary

Education for sustainable development is closely linked to life and future of young people therefore it should be their highest priority. The main emphasis in the article is put on practical application of environmental protection theory and it covers the experience of BA School of Business and Finance in organizing and administrating the courses related to the environmental issues.

Major attention in article is paid to the methods of how to implement the course content in practice, data bases, study excursions and further researches (applied research, Bachelor thesis, etc.) and quality of study process – theory's connection with the requirements of effective laws and regulations and sustainable development of national economy.

European environment should be viewed in the context of socioeconomic topical issues, for instance, Lisbon Agenda and sustainable development which also has a strong global dimension. It is vital to find mutually advantageous solutions to ensure environmental protection and sustainable development in order to achieve lasting results. In the framework of study process tasks of such level can be carried out by virtue of practical exercises, providing the basic knowledge of rational organization of enterprise or institution in dynamic economic environment, promoting the formation of environmental awareness in students by

virtue of environmental education means, increasing society's interest and knowledge about problems of environment preservation and recovering thus fostering the environmental education. Students independently elaborate their study paper on environmental policy in a certain organization, residence and own household, substantiate the information obtained from data bases and apply gained knowledge and skills in practice by drawing up forecasts and optimization plan for resource consumption. Paper is presented to the public during the lesson and it is a prerequisite for the approved result.

Author of the article has made up a teaching aid "Environmental, civil and labor protection" intended for emerging entrepreneurs and wider public to improve mastered knowledge with practical tasks. Practical tasks can be carried out in auditorium during the lesson, during independent studies or in e-environment depending on the chosen study module.

Literatūra

1. Izglītība pārmaiņām: ilgtspējīgas attīstības mācīšanas un mācīšanās rokasgrāmata. Autoru grupa. Latviešu izdevuma redaktore: Inese Liepiņa. Upsalas Universitāte, 2008. 72 lpp.
2. Atstāja Dz. Saimnieciskās darbības radītā vides piesārņojuma ekonomiskā novērtēšana Latvijā. Rīga: RTU, 2008. 42 lpp.
3. The Case study Handbook. How to Read, Discuss, and Write Persuasively About Cases. William Ellet. Harvard Business School press, Boston, Massachusetts, 2007. p. 274.
4. Geske A., Grīnfelds A. Izglītības pētījumu metodoloģija un metodes. Tālmācība pedagoģijā. Rīga: IU Raka, 2001. 108 lpp.
5. Pētījumu metodes ekonomikā un biznesā. Mācību līdzeklis Ekonomikas un Vadības fakultāšu studentiem. Sastādīja V.Kozlinskis. Jelgava, 2005. 99 lpp.
6. Beķeris E. Palīgs mācību pētnieciskajā darbā. Rīga: RTU, 2003. 44 lpp.
7. Vides veselība. Sastādītāja M.Eglīte. Rīgas Stradiņa Universitāte, 2008. 698 lpp.
8. Perman R., Ma Y., McGilvray J., Common M. Natural Resource and Environmental Economics. Third Edition. Pearson Education Limited, London, 2003. p. 699.
9. Lasmanis A. Datu ieguves, apstrādes un analīzes metodes pedagoģijas un psiholoģijas pētījumos. 1. grāmata. Rīga: SIA "Izglītības soļi", 2002. 236 lpp.
10. Dabas aizsardzības pārvaldes mājas lapa [Elektroniskais resurss] <http://www.dap.gov.lv/>
11. Datu bāzes. Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra. [Elektroniskais resurss] <http://www.meteo.lv/public/>
12. Environmental Performance Index 2008. Yale and Columbia Universities [Elektroniskais resurss] <http://epi.yale.edu/Home>
13. Rīgas vides centra „Agenda 21” publiskie pārskati. [Elektroniskais resurss] <http://www.agenda21riga.lv/>
14. Ekoloģiskās pēdas nospieduma kalkulators. Pasaules Dabas fonda mājas lapa [Elektroniskais resurss] <http://www.pdf.lv/>
15. Valsts vides dienesta mājas lapa [Elektroniskais resurss] <http://www.vvd.gov.lv/dokumenti.pdp?sid=met>
16. Vides ministrijas mājas lapa [Elektroniskais resurss] <http://www.vidm.gov.lv/>
17. Belmane, I., Dalhammars, K. Rokasgrāmata vides pārvaldības sistēmas ieviešanai atbilstoši ISO 14001 standarta prasībām, praktiski padomi un standarta prasību skaidrojumi. KFS AB Lunda, Zviedrija, 2002. 197 lpp.

**VIDES POLITIKAS PLĀNOŠANA PILSĒTU PAŠVALDĪBĀS:
DISCIPLINĀRĀS UN INTEGRATĪVĀS PIEEJAS
KOMPLEMENTARITĀTE**
*MUNICIPAL ENVIRONMENTAL POLICY PLANNING: COMPLEMENTARITY
OF DISCIPLINARY AND INTEGRATIVE APPROACHES*

Ērika Lagzdina¹, Raimonds Ernšteins²

1- Reģionālais vides centrs Centrālajai un Austrumeiropai (REC Latvija)

Tel: +(371)26551438, e-pasts: erika.lagzdina@lu.lv

2- Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultāte, Vides pārvaldības katedra

Tel: +(371)29476620, e-pasts: raimonds.ernsteins@lu.lv

Abstract. *Environment and its integration are recognized as priorities at all governance levels, however practice reveals gaps at the local (municipal) level. Municipal environmental policy planning (EPP), implementation and monitoring is not studied sufficiently and discussed. Without understanding of disciplinary planning there are risks of qualitative integrative planning. The article discusses EPP development in Latvian municipalities during last 18 years period starting from Local Agenda 21 initiatives to integrated urban environment planning. The article summarizes EPP experience based on document studies and survey. It includes overview of EPP driving forces, content and integration analysis, institutional and public participation issues, outlines needs for further studies. Taking into account that EPP exist in less than 5 % of local governments, what is contrasting to practice elsewhere in Europe, the intention of the article is to facilitate discussion about EPP necessity and opportunities in Latvia.*

Keywords: *driving forces, integrative and disciplinary approach, municipal environmental planning, public participation, environmental policy instruments.*

Ievads

Vide un tās integrācija kā prioritāte ir atzīta visos pārvaldības līmeņos, tomēr praksē tieši vietējais (pašvaldību) līmenis ir vājākais realizācijas posms. Vides nozares politikas disciplinārā plānošana kā atbilde uz vides kvalitātes degradāciju un ierobežotajiem resursiem ir veidojusies Centrālās un Austrumeiropas valstu pašvaldību praksē, tai skaitā Latvijā, kopš 1990.gadiem, savā attīstībā mijiedarbojoties ar *Local Agenda 21* procesiem. Tomēr Latvijā pašvaldību vides politikas plānošanas (VPP) jomā nav sasniegti būtiski kvalitatīvi pavērsieni sistēmiskā līmenī, lai gan var identificēt vairākus daudzveidīgus un ģeogrāfiskajā telpā izklaidētus piemērus ar atšķirīgiem panākumiem un kontinuitāti.

Nacionālā tiesiskā regulējuma un stratēģiju trūkums un/vai nepilnības veidoja nosacījumus tam, ka VPP pieredzes veidošanās pamatā ir balstījusies uz ārējiem virzošiem spēkiem (politiskiem procesiem un finanšu instrumentiem) un uz motivētu indivīdu iniciatīvām vietējā līmenī. Virkne citu bremsējošo faktoru, kā metodiskā nodrošinājuma trūkums, institucionālās kapacitātes (struktūra, resursi) problēmas, papildināti ar vides pārvaldības centralizācijas pieeju, nav veicinājuši vietējās kapacitātes attīstību rīcībām „no apakšas”. Tā rezultātā Latvija atšķiras no daudzām ES dalībvalstīm ar vietējo vides politiku un sabiedrības aktīvas līdzdalības trūkumu vides lēmumu pieņemšanas procesos. Vietējās vides politikas ir izstrādātas mazāk nekā 5% Latvijas pašvaldību. Tās ir savstarpēji atšķirīgas un demonstrē dažādas pieejas, kā arī nepilnības vides disciplinārās plānošanas izpratnē. Jaunas perspektīvas VPP paver Eiropas savienības pilsētvides stratēģijas, kas integrētās plānošanas pieeju izvirza mūsdienu politiku veidošanas centrā. Tas prasa augstāka līmeņa zināšanas ne tikai par vides sektoru, bet arī par tā saiknēm ar citiem sektoriem. Šo jauno integratīvās plānošanas zināšanu veidošanai ir jābalstās uz disciplinārās pieejas komplementaritātes imperatīva. Šis raksts ir autores ieguldījums VPP procesu pētniecībā Latvijas pašvaldībās un kapacitātes veidošanā.

Pētījuma metodika

Pētījuma mērķis ir novērtēt pieredzi, situāciju un attīstības perspektīvas attiecībā uz Latvijas pašvaldību (pamatā pilsētu) vides politikas plānošanu 18 gadu periodā (1991-2009) kopš neatkarības atgūšanas, citu starpā vērtējot jautājumus par ietekmējošajiem spēkiem, vides pārvaldības institucionālo kapacitāti, sabiedrības līdzdalību, kā arī iezīmējot problēm-jautājumus turpmākajiem pētījumiem.

Pētījums sastāv no 2 daļām:

1) VPP procesu apkopojums un izvērtējums, kas metodiski pamatojas uz:

- multilīmeņu procesu, stratēģiju un politikas dokumentu analīzi:
 - a) starptautiskā – Rio un saistītie ilgtspējīgas attīstības procesi; *Local Agenda 21*;
 - b) reģionālā - Eiropas ilgtspējīgu pilsētu un ciemu kustība, Eiropas Savienības vides un pilsētvides stratēģijas,
 - c) nacionālā līmenī – vides politikas plāni un investīciju stratēģijas, nacionālie ziņojumi par IA īstenošanu u.c.;
- projektu vides pārvaldības jomā dokumentācijas analīzes: pašvaldību un to organizāciju projekti, Latvijas Universitātes un citu zināšanu organizāciju projekti;
- nacionālo normatīvo aktu analīzes (pašvaldību, vides aizsardzības, attīstības plānošanas);

1.tabula

Pētījuma 2.daļā analizētie pašvaldību dokumenti

Apstipr. gads	Pašvaldība	Dokumenta nosaukums	Spēkā (aktualizē)
Vides politikas dokumenti			
1992	Ventspils	Ventspils Vides politikas plāns	
1995	Ventspils	Ventspils Vides politikas plāns - 2	
2000	Jūrmala	Jūrmalas pilsētas vides aizsardzības politikas plāns	X
2000	Rīga	Rīgas vides stratēģija 2000.-2010.g.	X
2000	Gaujiena	Gaujienas pagasta Vides aizsardzības rīcības plāns	
2001	Ventspils	Ventspils vides politikas plāns 2000.-2010.g.	X (aktualizē)
2001	Liepāja	Vides rīcības programma 2002.-2010.g.	X (aktualizē)
2001	Jēkabpils RP	Jēkabpils rajona Vides aizsardzības rīcības programma	
2001	Preiļu RP	Preiļu rajona Vides veselības rīcības programma	
2002	Rīga	Rīgas vides stratēģijas rīcības programma 2002.-2010.g.	X
2003	Jelgava	Jelgavas pilsētas vides politikas plāns un rīcības programma 2003.-2007.g.	
2005	Cēsis	Cēsu vides politikas plāns 2005.-2017.g.	X
2008	Līvāni	Līvānu novada pašvaldības vides politikas un integrētās vides sadarbības deklarācija un Vides sektora attīstības vīzija un rīcības vadlīnijas 2008.-2014.g.	X
2009.	Rēzekne	Rēzeknes pilsētas vides politikas plāns 2009.-2015.g.	(apst.proc.)
Vides pārvaldības sistēmu (VPS) dokumenti			
2005	Jelgava	Jelgavas pašvaldības Vides politika (ISO:14001)	X
2007	Preiļi	Preiļu novada domes Vides politika un Vides deklarācija (EMAS)	X
Attīstības dokumenti un vides pārskati			
2006	Daugavpils	Daugavpils pilsētas teritorijas plānojuma 2006.-2018.g.	X
2007		Vides pārskats; Daugavpils pilsētas attīstības programma Mana pils Daugavpils 2008.-2014.g.	
2007	Jelgava	Jelgavas pilsētas integrētās attīstības programma 2007.-2013.	X
2007	Valmiera	Valmieras pilsētas sociāli ekonomiskās attīstības programma 2008.-2014.un Vides pārskats	X

2) konkrētu Latvijas pašvaldību VPP pieredzes apkopojums, kas metodiski pamatojas uz:

- dokumentu analīzi – pašvaldību vides politikas, VPS un attīstības plānošanas dokumenti;
- pašvaldību anketēšanas un vides speciālistu intervijām.

Pētījuma 2.posmā veiktās aptaujas nolūkā anketa tika elektroniski izsūtīta 23 pašvaldībām, adresējot to personīgi vides speciālistam, vides nodaļai vai attīstības un plānošanas nodaļai. Izvēlētās pašvaldības pārstāv visus Latvijas reģionus un ietver lielās pilsētas, mazpilsētas un pilsētas un lauku teritorijas apvienojumu – novadus. Anketas jautājumi tika strukturēti politikas plānošanas procesu raksturojošos blokos: iniciēšana, izstrāde, satura ietvars, ieviešanas instrumenti, integrācija, kapacitāte un politiskais atbalsts u.c.. Atbildes bija jāizvēlas no piedāvātā saraksta, bet bija arī atvērta tipa jautājumi. Aizpildītas anketas tika saņemtas no 13 pašvaldībām. Notika 7 intervijas ar pašvaldību speciālistiem. Rezultāti tika apkopoti un analizēti kvantitatīvi un kvalitatīvi. Šī raksta ietvaros diskusijā apskatīti tie anketas jautājumi, kas saistīti ar VPP procesa sākuma posmu (iniciēšana, iesaistīšana, plāna ietvara definēšana).

Rezultāti un diskusija

Raksta diskusiju daļa ir sadalīta nodaļās atbilstoši pētījuma posmiem. 1.nodaļa apskata VPP attīstības procesus un ietekmējošos spēkus starptautiskā, nacionālā un vietējā līmenī. 2.nodaļa apkopo pētījuma rezultātus par VPP praksi konkrētās pašvaldībās.

1. Vides politikas plānošanu ietekmējošie procesi un spēki

Pašvaldību vides politikas plānošanas prakse Eiropā, īpaši bijušajā sociālistisko valstu blokā (Centrālajā un Austrumeiropā), tai skaitā Latvijā, sāka veidoties 1990.gadu sākumā. Tā lielā mērā ir balstījusies uz trim plašiem starptautiskiem vides politikas procesiem, kas darbojās kā ārējie virzošie spēki, un starptautisko finansējumu. Tai pašā laikā gan nacionālā, gan vietējā līmenī vienlaikus pastāvēja faktori, kas gan veicināja, gan bremsēja VPP pašvaldībās. Šo spēku labilais līdzsvars atspoguļojas mainīgos VPP rezultātos Latvijā un iezīmē trīs VPP attīstības etapus.

1.1. Ilgstpējīgas attīstības iniciatīvas

1992.gadā ANO konferencē par vidi un attīstību pieņemtā Rio deklarācija un Rīcības programma 21.gadsimtam (*Agenda 21*) aicināja veicināt vietējā līmeņa IA rīcības programmu izstrādi. Prakse un projektu pieredze liecina, ka sākotnējā izpratne par IA un pašvaldībās realizētās aktivitātes pārstāv plašu spektru: vides sektora izvērtēšana un rīcības, iedzīvotāju līdzdalības procesi, sociālās un vides dimensijas integrācija u.tml. Reaģējot uz kapacitātes trūkumu kā bremsējošo faktoru, 1990.gados *Local Agenda 21* procesu metodisko nodrošinājumu sāka koordinēt starptautiskie pašvaldību sadarbības tīkli (piem., ICLEI, UBC), uzsvāru liekot uz instrumentu izstrādi vides pārvaldības sektorā. Vienlaikus notika procesu institucionalizācija - 1994.gadā tika ierosinātā Eiropas ilgtspējīgu pilsētu un ciemu kampaņa, un tās ietvaros izstrādāta brīvprātīgā vienošanās – Olborgas harta [1]. Tas ir nākamais mobilizējošais solis un virzošais spēks pašvaldību VPP veicināšanā un nepieciešamā politiskā atbalsta nodrošināšanā.

Latvijā šo laiku raksturo ārvalstu partneru ierosināti pilotprojekti IA veicināšanai pilsētu sadarbības ietvaros, starptautiskais finansējums, aktivitātes kapacitātes veidošanai, metodiku izstrāde latviešu valodā, liela motivācija un interese no vides speciālistu puses, piesardzīga līdzdalība no pašvaldību administrācijas, interese no iedzīvotājiem, nevalstisko organizāciju aktivitātes, akadēmisko institūciju mediatīvais darbs, sabiedrības līdzdalības metožu testēšana un praktiskas demonstrāciju aktivitātes [2, 3, 4]. Raksturīgi piemēri ir pilotprojekts „*Local Agenda 21* un vietējā vides pārvalde Latvijā” (1998., Latvijas Pašvaldību savienība), kura ietvaros 5 iesaistītajās pašvaldībās – Cēsīs, Jūrmalā, Rēzeknē, Talsos un Rūjienā – notika

pašvaldības administrācijas darbinieku un NVO pārstāvju apmācība, ar plašu sabiedrības līdzdalību tika identificētas svarīgākās IA jomas; Jūrmalas dalība projektā „Apziņas veidošana *Local Agenda 21* veicināšanai Baltijas jūras reģionā – SAIL” (1999.-2000., UBC). LA 21 tipa plānošanas aktivitātes ar uzsvāru uz sabiedrības līdzdalību un ārēja procesu vidutāja (universitātes kā zināšanu centra) ieguldījumu tika praktizētas arī subreģionālā līmenī. Piemērs ir *Phare* programmas finansētais projekts „Sabiedrības līdzdalība līdzsvarotas attīstības rīcības programmas izveidošanā Bārtavā” (1998.-2000., ASVPC Bārtava), kas apvienoja Liepājas rajona Bārtas upes sateces baseina 8 pašvaldības, kuras testēja uz līdzdalību balstītu IA programmas veidošanu un vietējo IA indikatoru izstrādi. Eiropas Savienības *Life* programmas finansētā demonstrāciju projekta „Līvu zaļā piekraste’ 21” (2001.-2004., Dundagas pašvaldība) ietvaros Ziemeļkurzemes pašvaldībās tika īstenotas daudzveidīgas aktivitātes, demonstrētas vides tehnoloģijas, izveidots *Agenda 21* centrs tālākai procesu koordinācijai. Šis projekts ir veiksmīgs modelis piekrastes IA veicināšanai [5].

Minētie projekti bija nozīmīgs ieguldījums LA 21 procesu un netieši arī VPP metodiskā nodrošinājuma izstrādē un apziņas veicināšanā Latvijā, tomēr projektu rezultātu ilgspēja ne visos gadījumos pierādījās praksē: iestrādnes nebija pietiekams nosacījums LA21 principu tālākai un plašākai integrācijai pašvaldību pārvaldības procesos. Kad 2002.gadā starptautiskā pētījumā [6] tiek novērtēti LA21 procesa sasniegumi Eiropā, Latvijā tiek identificētas tikai 5 pašvaldības, kurās ir šī procesa iezīmes, lai gan Nacionālais ziņojums *Rio+10* atsaucas uz 20 gadījumiem, ietverot arī procesu orientētas pašvaldības. Pozitīvi vērtējams, ka šai posmā gūtā pieredze attīstīja vietējo cilvēkresursu kapacitāti un veicināja VPP vairākās pilsētās (Jelgava, Cēsis, Jūrmala, Rīga).

1.2. Process „Vide Eiropai”

Otrs nozīmīgs virzošais spēks bija „Vide Eiropai” process, kura ietvaros kopš 1993.gada tika izstrādāti nacionālie vides politikas plāni, valstīs intensīvi veidojās jaunā vides likumdošana, izskanēja aicinājumi identiskas iniciatīvas attīstīt arī vietējā līmenī.

Pamatojoties uz pirmajā nacionālajā dokumentā – Vides aizsardzības politikas plānā Latvijai (1995.) – identificēto finanšu resursu trūkumu un vides problēmu aktualitāti, bija nepieciešams veikt pārdomātu vides pārvaldību, tai skaitā plānošanu, vietējā līmenī. Pirmās pilsētas Latvijā, kas sāka strādāt pie savas vides politikas, bija rūpnieciski attīstītās pilsētas, kur bija augsts vides piesārņojuma risks un sabiedrības spiediens (Ventspils, Daugavpils, Rēzekne). Zemā cilvēkresursu kapacitāte, pieredzes un metodiskā nodrošinājuma trūkums – galvenie identificētie šķēršļi vides pārvaldības jomā 1996.gada aptaujā, ko veica Reģionālais vides centrs (REC Latvijas birojs) ilgtermiņa projekta „Vietējās vides rīcības programmas” (1996.-2001., REC) ietvaros. 1998.gadā REC publicē pirmo rokasgrāmatu latviešu valodā „Vides aizsardzības rīcību plānošana pašvaldībās” [7], kas pamatojas uz Centrālās un Austrumeiropas VPP pieredzes un amerikāņu demokrātijas tradīcijās balstītām līdzdalības pieejām stratēģiskās plānošanas procesā. Uz šo VARP pieeju balstītajos apmācības semināros visos Latvijas reģionos iesaistījās 80 pašvaldību speciālisti; kā pilotprojekts, iesaistot Alūksnes rajona pagastu pašvaldības, interaktīvā apmācības procesa ietvaros 2000.g. tika izstrādāts Gaujienas pagasta Vides aizsardzības rīcības plāns, 2001.g. – Jēkabpils rajona VARP un Preiļu rajona Vides veselības rīcības programma. Būtiski ir atzīmēt minēto pašvaldību un Latvijas Vides aizsardzības fonda pozitīvo attieksmi un piešķirto finansējumus šāda tipa projektiem. Diemžēl arī šie virzošie spēki nebija pietiekami neatgriezeniskām VPP aktivitātēm citviet Latvijā.

1.3. Integrācija Eiropas Savienībā

Trešais nozīmīgais VPP ietekmējošais spēks ir integrācijas ES process, ko iezīmē 1998.gadā noslēgtais ES un Latvijas asociācijas līgums un kas ir saistīts ar intensīvu vides direktīvu

pārņemšanu. Jaunās prasības veicināja funkciju decentralizāciju, noteica plašāku atbildību vides jomā vietējā līmenī un prasīja lielas investīcijas atbilstības nodrošināšanai. Straujo tempu, ierobežoto cilvēkresursu un vietējās kapacitātes trūkuma dēļ šo posmu raksturo centralizēta vides un investīciju politiku ieviešana un sektorālās/ disciplinārā plānošanas pieeja (sākotnēji ūdenssaimniecības, pēc tam atkritumu u.c. jomās), atvēlot maznozīmīgu, sākotnēji pat pasīvu lomu pašvaldībām kā galvenajiem „labuma saņēmējiem”, iesaistot tās gatavos projektos un ieviešanas shēmās, nesaskaņojot prioritātes plašākā sabiedrībā. Paļaušanās uz lēmumu pieņemšanu nacionālajā līmenī neveicināja ne pašvaldību motivāciju attīstīt vides politiku, ne pilnveidot kapacitāti un meklēt resursus vietējā līmenī.

2004.gadā pēc Latvijas iestāšanās Eiropas Savienībā pastiprinājās decentralizācijas tendences, kas pozitīvi ietekmēja vides pārvaldību pašvaldībās. Tā kļuva vietēji orientēta ar plašāku diskursu sabiedrībā, kas lielā mērā bija ES vides politiku rezultāts. Tai pašā laikā integrācijas ES procesi turpina dominējošo disciplinārās pieejas praksi vides pārvaldībā, arvien vairāk saasinot konfliktus starp dažādiem pašvaldības attīstības virzieniem un tajos iesaistītajām mērķa grupām. Pieaug nevalstiskā sektora spiediens par sabiedrības tiesībām piedalīties ar vidi saistītu lēmumu pieņemšanā un līdzdalība VPP.

Būtisks pavērsiens VPP praksē un virzošais spēks ir 2006.gadā izstrādātā ES Pilsētvides tematiskā stratēģija [8], kuras uzdevums ir „ar integrētās pieejas palīdzību sniegt ieguldījumu labākas dzīves kvalitātes nodrošināšanā, īpašu uzmanību veltot pilsētu teritorijām... un sekmēt pilsoņu augstāku dzīves līmeni un sociālo labklājību, nodrošinot vidi, kurā piesārņojuma līmenis nerada draudus cilvēku veselībai un videi, un veicinot pilsētu ilgtspējīgu attīstību” un ar to saistītā ES finansējuma saņemšanas prasība pēc integrētiem pilsētu plāniem. Šis faktors ir radījis jaunu vilni pilsētu VPP 2007.-2009.gadā, kur atslēgas koncepts ir integrēta pieeja.

Pašreizējie procesi VPP pašvaldībās Latvijā ļauj prognozēt plašāku integratīvo pieeju izmantošanu, tai pašā laikā neatsakoties no disciplinārās pieejas, arvien vairāk meklējot to savstarpējo papildināmību / komplementaritāti. Tāpat prognozējams, ka integratīvā plānošana varētu sākotnēji būt lielāko pilsētu pašvaldību prerogatīva, novadu un/vai mazāk pieredzējušām pašvaldībām koncentrējoties uz disciplināru vides sektora plānošanu, kas 2009.gada administratīvas reformas kontekstā būtu svarīgs instruments pašvaldības paplašinātās teritorijas vides situācijas apzināšanai, izvērtējumam un mērķtiecīgai prioritāšu izvirzīšanai.

1.4. Normatīvais nodrošinājums kā iekšējais VPP ietekmējošais faktors

Nacionālās politikas vides sektorā un normatīvais regulējums ir uzskatāmi par iekšējiem ietekmējošiem faktoriem „no augšas” pašvaldību VPP attīstībā Latvijā. Iepriekš raksturotie ārējie procesi ietekmēja nacionālo vides politiku, kas atspoguļojas Vides aizsardzības likuma izmaiņās kopš 1991.gada, jaunos normatīvos aktos, kas tikai 1990.gadu vidū sāk iezīmēt atjaunotās Latvijas valsts pašvaldību tiesības un pienākumus.

Raksta ietvaros tiek apskatīti 2 būtiskākie ‘jumta’ likumi, kas veido VPP ietvaru pašvaldībā.

„Likums par pašvaldībām” (1994) nosaka, ka vietējā pašvaldība ir vietējā pārvalde, kas nodrošina likumos noteikto funkciju izpildi, ievērojot valsts un attiecīgās administratīvās teritorijas iedzīvotāju intereses. Likuma 15.panta ietvaros noteiktas pašvaldību autonomās funkcijas, kuru izpilde tiek finansēta no pašvaldības budžeta, to skaitā vairākas, kas tieši vai netieši ir saistītas ar vides pārvaldību: organizēt iedzīvotājiem komunālos pakalpojumus (ūdensapgāde un kanalizācija; siltumapgāde; sadzīves atkritumu apsaimniekošana; notekūdeņu savākšana, novadīšana un attīrīšana); gādāt par savas administratīvās teritorijas labiekārtošanu un sanitāro tīrību; pretplūdu pasākumi; veicināt iedzīvotāju veselīgu dzīvesveidu; ar plānojumu noteikt zemes izmantošanas un apbūves kārtību; organizēt sabiedriskā transporta pakalpojumus u.c. Likuma 12.panta tiesības teritorijas iedzīvotāju

interesēs brīvprātīgi realizēt savas iniciatīvas ikvienā jautājumā ir pamats pašvaldības VPP izstrādei.

Vides jomu regulējošais “Vides aizsardzības likums” (2006., VAL) definē vides aizsardzību kā pasākumu kopumu vides kvalitātes saglabāšanai un dabas resursu ilgtspējīgas izmantošanas nodrošināšanai, tas paredz plānošanas procedūras vides jomā un iesaistīto pušu (tai skaitā pašvaldību) kompetences. Spēkā esošais VAL atšķirībā no VAL 1991.gada versijas nesatur virkni prasību, kas precizēja pašvaldību kompetences vides jomā, tajā ir atstātas kontroles funkcijas un pašvaldību iestāžu pienākumi attiecībā uz vides informācijas sniegšanu un izplatīšanu, sabiedrības iesaistīšanu lēmumu pieņemšanā. Pazudis būtisks nosacījums, uz kuru savā darbībā atsaucās daudzi vietējie vides speciālisti – “pašvaldības organizē vides aizsardzības programmu izstrādāšanu”; izņemta ārā sadarbības komponente. Tā kā VAL ļauj pašvaldībām ieviest brīvprātīgus vides pārvaldības līdzekļus un VPP ir viens no tiem, tad likums netieši aicina pašvaldības izstrādāt VPP. Jāsecina, ka likumdošana teorētiski atbalsta vides politikas plānošanu pašvaldībā, ar to leģitimizējot arī resursu izmantošanu.

2.Vides politikas plānošanas pieredze Latvijas pašvaldībās

2.1. Vides politikas plānu esamība pašvaldībās

Pētījuma ietvaros vides politikas plānu (VPP) esamība pašvaldībās tika identificēta caur dokumentu un aptaujas rezultātu analīzi. VPP ir izstrādāti un spēkā 6 no pētījumā iekļautajām pašvaldībām: 5 pilsētās (Rīga, Liepāja, Ventspils, Jūrmala, Cēsis) un 1 novadā (Līvānu novads). VPP kā vides pārvaldības sistēmas sastāvdaļa ir apstiprināts 7 pašvaldībās (Daugavpils pilsētas dome, Preiļu novada dome un 5 pagasti).

VPP sagatavošanas stadijā ir 2 pašvaldībās: Rēzeknei 2009.gada februārī Domes komitejā konceptuāli atbalstīts “Rēzeknes pilsētas vides politikas plāns 2009.-2015.g.”; Ogrē, pateicoties Norvēģu finanšu instrumenta atbalstam, top „Vides koncepcija Ogres novadam 2009.-2019.g.”

Jelgavas pilsētas 2003.gadā apstiprinātais „Vides politikas plāns un rīcības programma 2003.-2007.g.” ir zaudējuši spēku, to aizstāj integrētas attīstības programma.

Rajonu līmeņa vides (vides veselības) plāni (Jēkabpils, Preiļu r.) ir izsmēluši savu kapacitāti. Vides politika (ietverot stratēģiskos virzienus, mērķus, rīcības, indikatorus un ieviešanas/investīciju plānus) kā integratīva plāna sastāvdaļa uz pētījuma veikšanas brīdi ir iekļauta 16 pilsētu jaunizstrādātajās integrētas attīstības programmās: Daugavpils, Jelgavas, Jēkabpils, Liepājas, Rēzeknes, Valmieras, Ventspils, Aizkraukles, Cēsu, Gulbenes, Kuldīgas, Līvānu, Madonas, Saldus, Smiltenes un Talsu. Pētījuma ietvaros tika veikts sākotnējais šo programmu izvērtējums Jelgavai, Daugavpilij un Valmierai, kas liek secināt, ka:

- a) visās programmās nozīmīga loma ir atvēlēta vides politikai, tā kā ir izvirzītas stratēģiskās prioritātes, rīcības virzieni, risināmie uzdevumi un rezultatīvie rādītāji, bet to izvērtējums ir tālāko pētījumu uzdevums;
- b) to saturs, forma, izmantotie plānošanas termini un detalizācijas pakāpe atšķiras, lai gan pastāv vienotas vadlīnijas pašvaldību integrēto attīstības programmu izstrādei [9]. Šis fakts būtiski apgrūtina to salīdzināšanas iespēju.

Vienota (integrēta) pašvaldību attīstības plāna priekšrocības uzsver aptaujātie speciālisti, jo šāda plāna politiskā virzība un finansējuma piesaiste, kā arī ieviešanas monitorings ir vienkāršāks kā vides nozares sektorāla plāna īstenošana.

2.2. Motivācija un priekšnoteikumi VPP iniciēšanai

Tā kā VPP vietējā līmenī nav tieši pieprasīta nacionālajos normatīvajos aktos, tad svarīgi ir apzināt priekšnoteikumus, kas virza vides politikas procesus pašvaldībās. Pētījums rāda, ka pašvaldību vides politikas tika veidotas kā reakcija uz aktuālām vides problēmām (Jelgava, Ventspils, Jūrmala), ne mazāk nozīmīgs faktors ir pašvaldības speciālistu iniciatīva un drosme

pārliecināt politiķus par plāna nepieciešamību. Svarīga ir arī iepriekšējo projektu un ārvalstu sadarbības partneru sniegtā pieredze. Atsevišķās pašvaldībās (Jūrmalā, Liepājā, Cēsīs) VPP ir svarīgs instruments vides nodaļas darba regulēšanai un vides pasākumu iekļaušanai budžetā. Rajonu līmenī plāni ir ļāvuši mērķtiecīgi plānot ne tikai liela mēroga vides investīcijas, bet arī aktualizēt attīstības plānus.

Vairāk nekā 70% anketēto pašvaldību speciālistu apgalvo, ka VPP pašvaldībā vajadzīgs kā atsevišķs dokuments, jo spiediens no citiem sektoriem un zināmā mērā arī nepietiekamā politiķu izpratne par vides un ilgtspējīgas attīstības jautājumiem ietekmē lēmumus, kas skar vidi. Virkne pilsētu, kurām ir spēkā integrētās attīstības programmas (Valmiera, Jelgava) uzskata, ka kvalitatīvi sagatavota integrētā programma un detālas sektorālās stratēģijas tās ietvaros ir pietiekamas vides politikas ieviešanai pašvaldībā un atsevišķs VPP nav nepieciešams. Kā atzīts anketās, VPP procesu uzsākšanai svarīgs ir pilsētas politiskās vadības (mēra, izpilddirektora) un augstākstāvošā struktūrvienības vadītāja atbalsts. Viens no iemesliem, kāpēc netiek izstrādāti VPP, ir tas, ka vide nav pašvaldības politisko prioritāšu saraksta augšgalā. Tādejādi var secināt, ka vietējā līmeņa iekšējie faktori, īpaši cilvēciskais/subjektīvais faktors, Latvijā tomēr ir noteicošie VPP.

2.3. Brīvprātīgo vides politikas instrumentu loma VPP

Vides politikas ieviešanai Latvijā kopumā vērtējama kā brīvprātīga iniciatīva, jo to nepieprasa likums. Pētījums rāda, ka pašvaldības strādā arī pie citu brīvprātīgo instrumentu, tai skaitā vides pārvaldības sistēmu (VPS), ieviešanas. Jelgavas domē 2005.gadā ir notikusi ISO:14001 sertifikācija, kas ir garants vides politikas integrēšanai lēmumu pieņemšanā. Rīgas ilgtspējīgas attīstības centrs „Agenda 21” piedalās projektā „Eiropas pilsētu pārvaldība – 25”, kura ietvaros no 2007.gada noris ISO:14001 standarta ieviešana Vides, Komunālajā un Satiksmes departamentā.

Vides pārvaldības un audita sistēmas (EMAS) ieviešana Latvijā notika 2 lielu projektu ietvaros. Metodisko pamatu procesam sagatavoja projekts „EMAS ekspertu pārskats pilsētām” (2004.-2005., LPPC). Ar projektu „Inovatīva pieeja EMAS ieviešanā jauno Eiropas Savienības dalībvalstu pašvaldībās” [10] Latvijas vides pārvaldības asociācija koordinēja EMAS ieviešanu 12 Latvijas pašvaldībās un 2007.gadā septiņas pašvaldības (Daugavpils pilsētas dome, Preiļu novada dome un 5 pagasti) saņēma EMAS reģistrācijas sertifikātus. EMAS sastāvdaļa ir sākotnējais vides audits un pašvaldības vides politikas deklarācija. Iesaistītās pašvaldības apgalvo, ka vides deklarācija ir vienkāršāka un politiķiem pieņemamāka kā visaptverošs vides politikas plāns, tai pašā laikā mazajām pašvaldībām, kur darbinieku skaits ir zem 10, arī EMAS ir par sarežģītu. Tas liek domāt par vienkāršotu VPS īstenošanu pašvaldībās ar ierobežotu kapacitāti

Cits nozīmīgs un efektīvs starptautiski instruments vides politikas plānošanai un integrācijai ir brīvprātīga vienošanās – Olborgas harta. No 593 pašvaldībām Eiropā kopumā, kas pievienojušās Olborgas hartai, Latvijā to 1994.gadā ir parakstījusi vienīgi Rīga, tādējādi uzņemoties pildīt 10 saistības, kas ietver 50 vadlīnijas IA plānošanai, ieviešanai un izvērtēšanai, lielākā daļa no kurām ir orientēta uz vides jautājumiem. 1990.gadu beigās Rīga kopā ar sadraudzības pilsētu Norčepingu (Zviedrija) īstenoja kopējo projektu, kas veicināja 2 Olborgas pamatsaistību izpildi: tika izstrādāta Rīgas vides stratēģija 2000.-2010.g. un institucionalizēti procesi, izveidojot Rīgas ilgtspējīgas attīstības centru *Agenda 21*. Centram tika uzticēts koordinēt Olborgas saistību ieviešanu. Balstoties uz Vides stratēģiju, tika izstrādāta Rīgas Vides stratēģijas rīcības programma (2002-2010). Lai gan 2005.gadā veiktais izvērtējums identificē vairākas neatbilstības Olborgas saistībām un nepieciešamību pilnveidot administrācijas un politiķu kapacitāti un izpratni par IA jautājumiem, kas ir svarīgs priekšnoteikums saistību realizācijai dzīvē [11]. Rīgas pieredze vides politikas plānošanā ir nozīmīga Latvijas un Eiropas mērogā un atsevišķi pētāma.

Brīvprātīgs VPP instruments ir pašvaldību iesaistīšanās Eiropas Vides izglītības fonda Zilo karogu programmā (kopš 1997.g.), kas Latvijā kļūst arvien populārāka ne tikai piekrastes, bet arī iekšzemes pašvaldībās kā vides aktivitāšu plānošanas instruments.

Jāsecina, ka VPP kontekstā daudzveidīgu brīvprātīgo instrumentu nozīme ir to koplementaritātē.

2.4. Partnerība un sadarbība VPP

VPP ir kopumā jauna veida dokumenti un jauna veida līdzdalības plānošanas process, kuram Eiropā pieredze tikai veidojas. Projekta Vietējās vides rīcības programmas Latvijas pašvaldībās (1997.-1998., REC) [12] ietvaros veiktās pašvaldību speciālistu anketēšanu rezultātu atkārtots izvērtējums liecina, ka vides aizsardzības jomā pašvaldības pamatā sadarbojas ar nelielu skaitu valsts iestādēm, lielākoties ar reģionālajām vides pārvaldēm un iestādēm, kas izsniedz finansējumu. 2009.gada aptaujas dati neuzrāda kvalitatīvi citu pieeju. Pašvaldību politikas dokumentu sagatavošana tiek realizēta, pamatā piesaistot ekspertus nozarē. Sadarbība ar tādām nozīmīgām mērķa grupām kā NVO, kas pārstāv iedzīvotāju dažādās intereses, un ar uzņēmējiem netiek plaši praktizēta. Tas lielā mērā ir risks sabiedrības atbalsta nodrošināšanā plānu ieviešanā. Arī jaunizstrādāto pašvaldību dokumentu darba grupās ir nepietiekams sabiedrības mērķa grupu pārstāvju īpatsvars.

Pētījuma ietvaros tika noskaidrota konsultatīvo mehānismu lomu pašvaldības politiku plānošanā: tikai 4 pašvaldības (Cēsis, Valmiera, Rēzekne, Jūrmala) identificē dažāda veida sabiedrisko konsultatīvo padomju klātbūtni savā pašvaldībā. Padomju darbs tiek atzinīgi novērtēts visās pašvaldībās. Jāsecina, ka līdzdalības demokrātija Latvijā vides sektorā joprojām ir sākuma stadijā.

2.5. Vides politikas integrācija

VPP svarīgi ir skatīt arī integrācijas kontekstā. Vides politikas integrācija attīstības un nozaru plānošanā ir Eiropas Savienības un nacionālo politiku uzstādījums. Integratīva pieeja var aizstāt/papildināt disciplināro plānošanu, ja tiek kvalitatīvi realizēta. Pilsētvides integrētu attīstības dokumentu izstrādes pieredze Latvijā tikai veidojas. Anketēšanas rezultāti rāda, tad vides jautājumi tiek integrēti dažādās pašvaldības darbības jomās, tomēr ne visās, kur tas būtu vēlams. Vides aspektu klātbūtne ir komunālā sektora politikās (ūdenssaimniecība, atkritumu saimniecība, enerģētika) un jau tradicionāli – tūrisma stratēģijās. Vides jautājumi pašvaldību līmenī netiek integrēti veselības, labklājības, izglītības un jaunatnes politikās.

Vides aspektu integrācija pēc „Ietekmes uz vidi novērtējuma” likuma (1998) un pakārtotajiem MK noteikumiem par „Kārtību, kādā veicams ietekmes uz vidi stratēģiskais novērtējums” (2004) būtu jānodrošina katrā nozīmīgā pašvaldības attīstības dokumentā, to atspoguļojot Vides pārskatā. Lai gan šim procesam ir liels potenciāls, pētījums liecina, ka process netiek pienācīgi realizēts un bieži tiek sagatavoti formāli vides pārskati, kas neatbilst savam uzdevumam; ieteiktie risinājumi nav faktiskajā informācijā un profesionālā analīzē balstīti. Par iemeslu tiek minēta pašvaldību nepietiekamā kompetence pieprasīt no izpildītāja kvalitatīvu vides pārskatu un vides politikas trūkums.

Jāsecina, ka Latvijā vēl ir nepietiekami attīstīta vides politikas disciplinārās plānošanas pieredze, lai varētu sagaidīt kvalitatīvus integrētu politiku dokumentus.

2.6. VPP saturs

VPP svarīgs ir sākotnējais uzstādījums par ietvaru, kurā šī plānošana tiks veikta, kā arī izmantotā plānošanas pieeja.

Pētījumā tika atkārtoti izvērtēta jau veiktā VPP satura analīze [13], kuru papildinot ar anketēšanas rezultātiem, var secināt:

- a) VPP tiek veidoti atšķirīgi: to pielietojuma mērķi, metodika, saturs un forma atšķiras. Tas padara VPP par grūti savietojamiem ar citiem pašvaldības plāniem, kas neveicina politiku izpratni un atbalstu;
- b) izvērtējot vides situāciju pašvaldībā, ietvars ir plašs un daudzveidīgs: tradicionālie vides sektori, pilsētvides problēmas, ekonomiskās darbības jomas, ilgtspējīgas attīstības un globālie jautājumi;
- c) VPP tiek izvirzīti mērķi, piedāvātas alternatīvas, integrēts savstarpēji papildinošs risinājumu kopums, taču tas nav sistēmiski izklāstīts plānā, bet izklaidēts pa nodaļām;
- d) vides politikas ieviešanas instrumenti netiek izmantoti daudzveidīgi, pamatā ir koncentrēšanās uz administratīviem instrumentiem un tehniska rakstura risinājumiem/investīcijām. Tiek ieteikti arī risinājumi, kas nav pašvaldības kompetencē, bet nav atrunāti sadarbības mehānismi – kā panākt to ieviešanu;
- e) vides komunikācijas (VK) kā būtiska vides politikas instrumenta, kas ietver vides informāciju, izglītību, līdzdalību un videi draudzīgas rīcības, iekļaušana VPP ir nepietiekama, nesistēmiska, nav pārdomāts instrumenta komplementaritātes potenciāls. Lielākoties VPP aprobežojas ar vides informācijas analīzi, iesaka rīcības neformālajā izglītībā un uzvedības prakses veidošanu atkritumu šķirošanā. Nav izvirzīti mērķi un piedāvāti indikatori VK monitoringam.

VPP satura tālāka studēšana un līdz ar to metodikas saskaņošana būtu nepieciešams uzdevums, lai optimizētu VPP procesu no disciplinārās perspektīvas vispirms, tādējādi radot priekšnoteikumus kvalitatīvai vides jautājumu integrācijai citos plānos.

2.7. Vides pārvaldības institucionālā kapacitāte

Vides pārvaldībai, tai skaitā VPP, nepieciešami atbilstoši institucionālie resursi. Pētījumā tika identificēts, ka dinamika vides struktūru izveidē pašvaldībās kopš 1990.gadiem ir niecīga, citur pat vērojams regress, tomēr atzinīgi jāvērtē atsevišķo vides dienestu darbība pašvaldībās (Ventspils, Liepājas, Jūrmalas, Rīgas). Vides speciālistu amata vietas ir 11 pētījumā ietvertajās pašvaldībās. Ja neņemam vērā Rīgu, kur tās mēroga dēļ Vides departamentā pirms tās likvidēšanas 2009.gada martā strādāja 113 darbinieku, tad tradicionāli pašvaldībās strādā no 1 (Cēsīs, Valmierā, Rēzeknē, Jelgavā, Kuldīgā) līdz 2-3 speciālistiem (Ventspilī, Liepājā, Daugavpilī), izņemot Jūrmalu, kur tās lielo mežu platību dēļ ir 7 darbinieki, no kuriem 3 ir tieši ar mežiem saistītajos jautājumos. Vides jautājumi pašvaldībās parasti ir integrēti attīstības un projektu nodaļu darbā, lai gan attiecīgās specifiskās atbildības jomas ir ietvertas lielākoties pašvaldību uzņēmumu (īpaši komunālo) darbībā. Vides jautājumos kompetenti ir ainavu arhitekti, komunālinženieri un plānotāji, taču neapšaubāmi vides speciālista klātbūtne veicina kvalitatīvāku vides aspektu koordināciju un integrāciju visās pašvaldības darbības jomās.

Jāsecina, ka institucionālo resursu kapacitāte Latvijas pilsētu pašvaldībās VPP ir uzskatāma par pietiekamu, ja krīzes apstākļos nenotiek tālākas reorganizācijas un saglabājās pašreizējā dažādu nozaru speciālistu kvalifikācija un starpdepartamentu interese sadarboties.

Secinājumi

Vides politikas plānošanas procesi Latvijā ir izgājuši visas tās pašas attīstības stadijas, kā citviet Eiropā, tos ietekmējuši gan ārējie, gan iekšējie spēki. Post-sociālismam raksturīgais līdzdalības demokrātijas prakses trūkums, nepietiekamā pārvaldības iestāžu kompetence un zemā vietējā kapacitāte, papildināta ar vides politikas un tai paredzēto ieviešanas līdzekļu spēcīgu centralizāciju, ir traucējusi izmantot politisko momentu 1990.gados un izveidot noturīgu, likumdošanā balstītu VPP praksi pašvaldību līmenī. Vides politikas nepieciešamība

joprojām nav pietiekami novērtēta ne nacionālā, ne vietējā līmenī, kā rezultātā VPP ir pašvaldību brīvprātīga iniciatīva, kura tiek realizēta lielā pieeju dažādībā. Integratīvās pilsētu attīstības stratēģijas iezīmē jaunu iespēju VPP, to no disciplināras pilnveidojot par integratīvu pārvaldības jomu.

Latvijā VPP joprojām nav balstīta uz sabiedrības un tās mērķa grupu plašu iesaisti, kas Eiropas praksē ir atzīta kā vides politikas plānošanas specifiskā iezīme. VPP procesus lielā mērā ietekmē politiskās intereses un arī lēmumu pieņēmēju nepietiekamā izpratne par IA kopumā. Sadarbības un komunikācijas instrumentu plašāka izmantošana vides pārvaldībā būtu nepieciešams priekšnoteikums VPP tālākai un plašākai attīstībai.

Tomēr, neskatoties uz šķēršļiem, arvien jaunas pašvaldības izrāda interesi par VPP, īpaši uzsverot to nepieciešamību jaunizveidoto administratīvo teritoriju (novadu) veiksmīgā vides pārvaldībā, tāpēc ir jāveicina diskusija akadēmiskā vidē un pieredzes apmaiņa ikdienā par VPP jautājumiem.

Pateicības

Autore izsaka pateicību pašvaldību speciālistiem, kas iesaistījās pētījumā, un īpašu pateicību savam vides pārvaldības doktorantūras apakšprogrammas studiju vadītājam prof. Raimondam Ernšteinam par metodisko atbalstu un konsultācijām raksta sagatavošanā.

Summary

The goal of this article is to summarize and analyze experience about Environmental policy planning (EPP), in Latvian municipalities during last 18 years since 1991 when Latvia regained independence, focusing discussion on initial stage of this process. EPP emerged in the post-soviet countries, Latvia included, as response to the recognized environmental degradation in 1990-ties. Since that EPP was driven by external factors- 3 international processes: sustainable development and Local Agenda 21 initiatives, Environment for Europe process, EU integration, and national legal and policy framework- as the forth internal driving force. Numerous initiatives and bilateral projects did not provided stable enough basis for EPP in Latvia to become strong, politically supported and participatory process mainly due to centralized environmental policy implementation, limited local capacity and lack of democracy traditions. As result less than 5 % of local governments have their own EPP, and this is mainly based on personal motivation and interest of municipal environmental specialists.

Only after joining EU, Latvian municipalities gained their strength supported by EU policies and financing means what resulted in attempts to improve integration of environment into development planning through different tools: SEA, EMAS, urban integrated plans. Still there are few new municipalities who initiated disciplinary EPP in the recent past. Study based on survey and documents analysis revealed that lack of uniform approach and methodologies of EPP result in diverse plans, in respect to their content, strategic approach and process. Lack of politicians understanding of SD, low priority in local political agenda in general are obstacles for EPP further development. As regards institutional capacity only 11 municipalities in Latvia have their environmental specialist position and only 4 have environmental departments, the number of specialists fluctuate between 1-3. Municipal planning processes in Latvia still lack public participation, municipalities rely on contracted experts and inputs from regional environmental agencies. Only 4 of analysed 23 municipalities utilize consultative mechanisms - public boards for environmental decision making. Environmental policy instruments are limited to administrative and financial instruments with insufficient attention to the communication tools (information, education participation and behavior change actions). EU Urban thematic strategy opened new opportunities for EPP in Latvian municipalities with stronger integration and more strategic approach, initiating change from

disciplinary to integrated planning. There are enough positive factors and interest from municipalities to develop EPP, for this reason wider discussion in public about gains and challenges of EPP is necessary, and this is one of intentions of this article - to facilitate discussion.

Literatūras saraksts

1. Charter of European Cities & Towns Towards Sustainability, Olborg, 1994.
2. Vietējā Agenda 21: Latvijas Nacionālais ziņojums „Rio+10” ANO Ilgtspējīgas attīstības konferencei Johannesburgā, Rīga, 2002. 49.-50.lpp.
3. Ernšteins R. Local Agenda 21 Process Facilitation : Environmental Communication and Self-Experience Development in Latvia, Book:Filho L.W., Ubelis.A.,Berzina D(eds.), Sustainable Development in the Baltic and Beyond, Frankfurt, Peter Lang Europaischer Verlag der Wissenschaften, 2006. pp.305-318.
4. Ernšteins R., Štelmahere D., Kudreņickis I. Vietējās ilgtspējīgas attīstības process Latvijā: komunikācijas, mediācijas un pašpiedzēdes komplementaritātes imperatīvs; rakstu krājums, 6.Starptautiskā zinātniski metodiskā konference „Cilvēks un vide”, Liepāja, 2007. 58.-71.lpp.
5. Līvu zaļā piekraste-21/ Livonian Coastal Green region- 21. Projekta noslēguma ziņojums./ Life Project Lyman’s report. Dundagas pašvaldība, 2004.
6. Second Local Agenda 21 Survey, submitted by ICLEI to Commission on SD for World Summit on Sustainable Development, 2002.
7. Kudreņickis I., Valdmanis M., Ē.Lagzdiņa et al. Vides aizsardzības rīcību plānošana pašvaldībās. REC, Rīga, 1998.
8. Komisijas paziņojums Padomei un Eiropas Parlamentam par pilsētvides tematisko stratēģiju. {SEC(2006) 16} Briselē, 11.1.2006. COM(2005) 718
9. Vadlīnijas pašvaldību integrēto attīstības programmu izstrādei, Galīgā versija apstiprināta Koordinācijas padomē 19.07.2007. RAPLM
10. Projekta LIFE03 ENV/LV/631 „Inovātīva pieeja EMAS ieviešanā jauno Eiropas Savienības dalībvalstu pašvaldībās” (2005. - 2007.) Pārskats plašai publikai (Layman’s report), Rīga, 2007.
11. Rīgas pilsētas vides un attīstības politikas vērtējums attiecībā pret Olborgas saistībām, Rīgas Dome, Rīgas vides centrs Agenda 21, Rīga: LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 2005.
12. Latvijas pašvaldību vides aizsardzības struktūru darbības novērtējums un efektivitātes paaugstināšanas iespējas. Pētījuma atskaite, REC Latvija, VIDM, Rīga, 1999.
13. Lagzdiņa Ē. Vides politikas plānošanas pieredze Latvijas pašvaldībās. Referāts LU 66.zinātniskajā konferencē Vides pārvaldības sekcijā 14.02.2008. LU ESF projekta „Doktorantu un jauno zinātnieku pētniecības darba atbalsts LU” ietvaros.

VI

**DATORZINÄTNE UN
VIDE**

***COMPUTER SCIENCE
AND ENVIRONMENT***

RETAIL TURNOVER PREDICTION USING MODULAR ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

MAZUMTIRDZNICĪBAS PIEPRASĪJUMA PROGNOZĒŠANA AR MODULĀRAJIEM NEIRONU TĪKLIEM

Aleksejs Zorins

Riga Technical University,

Faculty of Computer Science and Information Technology

1 Kalku Street, Riga LV 1658, Latvia; e-mail: Aleksejs.Zorins@ru.lv

Abstract. *The paper focuses on the retail turnover prediction with artificial neural networks. The artificial neural networks have the potential to learn complex, non-linear relationships within data. The main disadvantage is that neural networks are “black boxes”, so the user cannot explain the obtained results and relationships between data. The modular neural networks allow obtaining more appropriate results by splitting the task into subtasks, thus giving the user more information in the output. In many cases an additional advantage of modular neural network is more precise prediction results, which will be shown in the experimental part of this paper.*

Keywords: *modular neural networks, artificial neural networks, time series prediction.*

Introduction

The traditional statistical methods of forecasting (linear regressions, ARIMA, GARCH etc.) are not effective in many real-world applications [1, 2, 3]. There are two main disadvantages of these methods: it is often impossible to describe real world with only few parameters or the calculation of the model requires much processing time [1, 2]. The artificial neural networks, which are based on the model of the human brain, have the potential to learn complex, non-linear relationships within data. The main disadvantage is that neural networks are “black boxes”, so the user cannot explain the obtained results and relationships between data. The modular neural networks allow obtaining more appropriate results by splitting the task into subtasks, thus giving the user more information in the output. In many cases an additional advantage of modular neural network is more precise prediction results, which will be shown in the experimental part of this paper. The next paragraph gives the theoretical background of modular neural networks, while the last paragraph will show the problem domain, prediction results of the presented method and comparison with “single” multilayer perceptron and Kohonen self-organizing map.

Materials and methods

Before we proceed to the description of the modular neural networks, let me give short introduction of two main artificial neural network architectures and learning algorithms. The multilayer perceptron (MLP) is a collection of single processing units connected one with other by the mean of weighted links and processing information from input till output as shown in Fig.1 (the number of neurons is determined by the application).

These units are combined into layers. The first layer, also called input layer, transfers the input data (input patterns) to the rest of the network without processing. The information is processed by the hidden layers and output layer. Each processing element (neuron) has many inputs and only one output. The signal is transferred by the weighted connection link. Each weight determines the importance of the link.

The first operation of an MLP is the forward propagation. An input vector is propagated from the input to the hidden layer of neurons. The output of each neuron is multiplied by the weights of the outgoing connections and then propagated further to the inputs of the next layer neurons. The neuron has the activation (squashing) function, which produces the output

of a neuron. These calculations are repeated for all neurons of network until all outputs of output neurons are obtained.

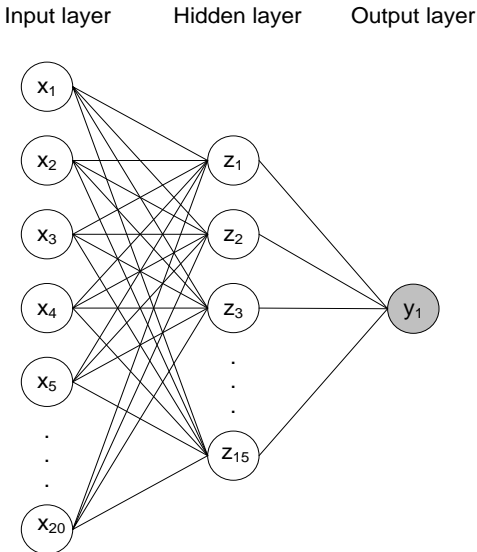


Fig.1. MLP network architecture 20-15-1

The most widely used training algorithm for MLP is error back propagation. In the beginning of the learning stage all weights of the network are initialized to small random values. The algorithm uses the input patterns, which consist of pairs of input vector and desired output (often called teacher response). These pairs are used to adjust the weights in the network to minimize the Mean Squared Error (MSE) which measures the difference between the real and desired output values obtained from all input patterns. After MSE is calculated, the backpropagation step computes the corrections to be applied to the weights [4].

Another type of artificial neural network is Kohonen self-organizing map, which models the human brain cortex functions [4]. The Kohonen self-organizing maps may be trained in unsupervised (in most cases) and in supervised manner. This type of network uses grid of neurons or a topological structure among the cluster units. There are m cluster units, arranged in a one- or two-dimensional array: the input signals are n -dimensional. Figure 2 shows architecture of a simple self-organizing network, which consists of input and Kohonen or clustering layer. The shadowed units are processing units. In the real problem domains one clustering unit for each class is not enough; therefore we should understand each Kohonen layer neurone in the Figure as a number of units (cluster of neurones).

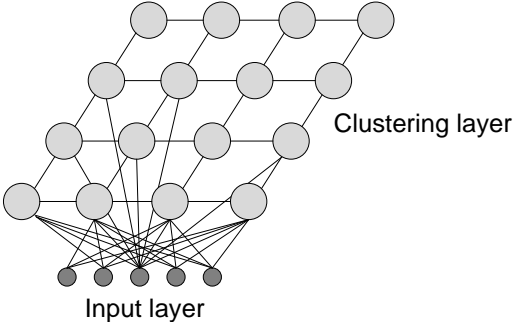


Fig.2. The architecture of the Kohonen self-organizing map

When a self-organizing network is used, an input vector is presented at each step. These vectors create the “environment” of the network. Each new input produces an adaptation of the parameters. If such modifications are correctly controlled, the network can build a kind of internal representation of the environment [5].

Consider the problem of charting an n -dimensional space using a one-dimensional chain of Kohonen units [4]. The units are all arranged in sequence and are numbered from 1 to m (see Fig. 3).

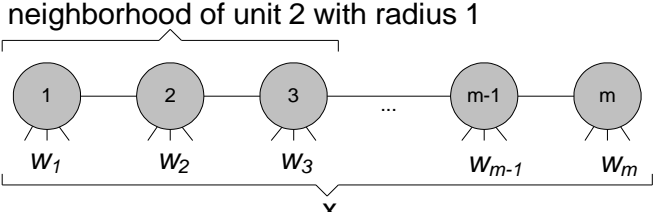


Fig.3. A one-dimensional lattice of computing units

The n -dimensional weight vectors w_1, w_2, \dots, w_m are used for the computation. The objective of the charting process is that each unit learns to specialize on different regions of input space. When an input from such a region is fed into the network, the corresponding unit should compute the maximum excitation. Kohonen’s learning algorithm is used to guarantee that this effect is achieved.

A Kohonen unit computes the Euclidian distance (the dot product metric can also be used) between an input x and its weight vector w . In the Kohonen one-dimensional network, the neighbourhood of radius 1 of a unit at the k -th position consists of the units at the positions $k-1$ and $k+1$. Units at both ends of the chain have asymmetrical neighbourhoods. Kohonen learning uses a neighbourhood function ϕ , whose value $\phi(i, k)$ represents the strength of the coupling between unit i and unit k during the training process. The complete description of Kohonen learning algorithm can be found in [4] and [7].

Theoretically, a large neural network may be trained to solve the task of any complex function approximation. The training time, however, for such function may be reasonable long, and the results of such a network cannot be totally understood and explained. Another advantage of modular approach is an improvement of generalization (ability to perform well on the test data) due to decomposition of complex function into simpler ones. The modular neural networks have been proposed to solve this problem. The main idea is a natural decomposition of a function of large complexity into simple functions and realization of each function by a separate neural network [5].

The architecture of modular neural networks is largely determined by the application. The commonly used architectures are given below [4].

Input decomposition: multiple input system may be split into subsystem in such a way that the inputs of each subsystem form a set of the inputs of the entire system (see Fig.4).

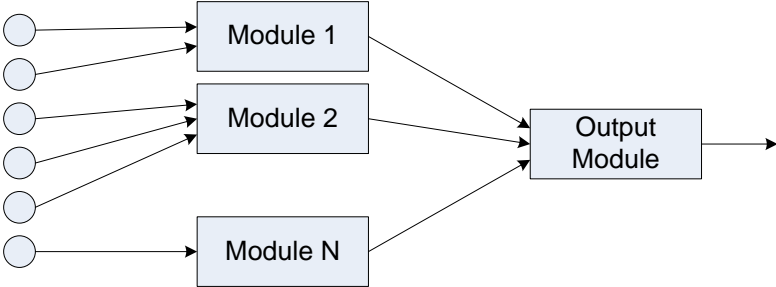


Fig.4. Decomposition of the inputs of different modules

Output decomposition: there is a possibility to divide a task into subtasks, each of which can be solved individually. An example of such architecture is given in Fig.5.

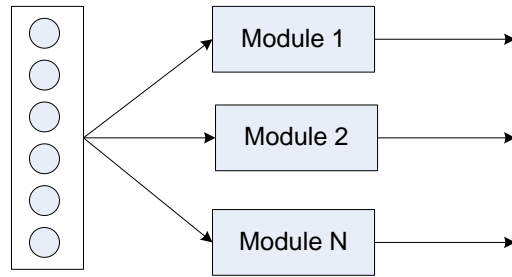


Fig.5. Decomposition of the outputs of different modules

Hierarchical decomposition: a multi-input multi-output system often can be decomposed into simple module hierarchical structure. In this case the outputs of the lower levels act as the inputs of the higher levels. Fig.6 and Fig.7 shows simple pipelining and more complicated hierarchical structure examples.

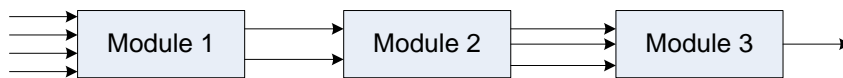


Fig.6. A pipelining architecture

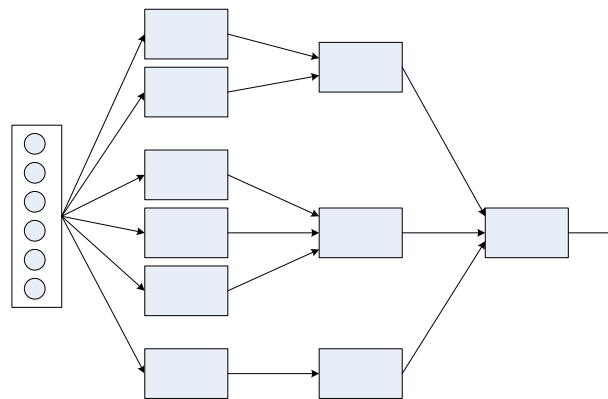


Fig.7. Complex hierarchical decomposition

The next part of the paper presents an implementation of modular neural network approach for retail turnover prediction task.

Results

The data set consists of three UK retail turnover time series (see Fig. 8, 9 and 10).

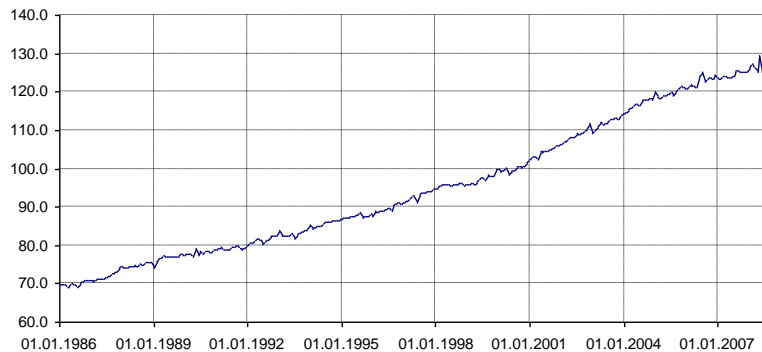


Fig. 8. Food stores turnover in the UK (Jan. 1986 – Sept. 2008)

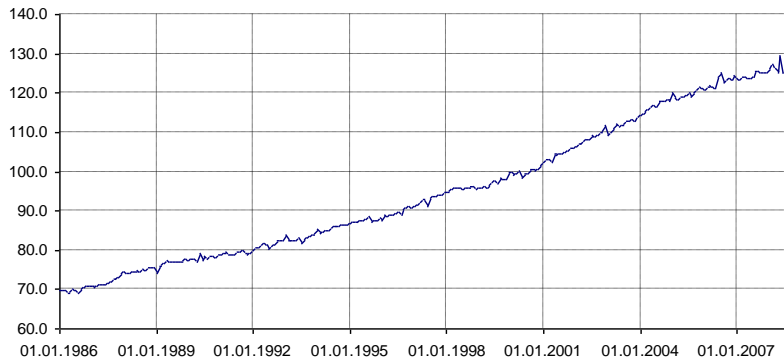


Fig. 9. Non-specialized stores turnover in the UK (Jan. 1986 – Sept. 2008)

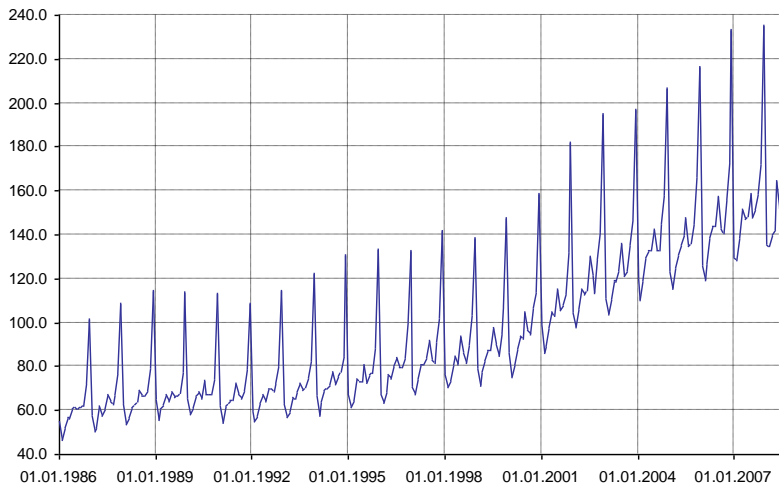


Fig. 10. Textiles turnover in the UK (Jan. 1986 – Sept. 2008)

Each data set size is 272 data points, which is big enough for experiments. The first two time series has a rising trend during almost all period, but the last time series has highly expressed seasonal component.

The main idea behind the decomposition of these data is the use of interval value prediction. Most often a person needs precise or exact values as a prediction result, however, in many cases such a prediction has quite big error and can be replaced with the interval value prediction, when we obtain value (retail turnover) change intervals. Varying the length of such intervals, one may obtain required forecasting precision. In this case we have classification problem.

The interval value prediction is based on the partitioning of time series into number of intervals, which may represent factor changes in absolute values or percentage. The simplest case allows using standard windowing method for input value preparation; however, better results are possible with time series transformation methods. See [8 and 9] for complete description.

Fig. 11 shows an example of modular neural network used in experiments.

Modular layer consists of seven individual networks (y_1, \dots, y_7), each of which is responsible for training on different class data (each class denotes value change interval, as shown in Fig.11). As a result we have modular network with seven modules, which are trained individually, but in the test phase, when we input test data (unknown for the network), all modules work together.

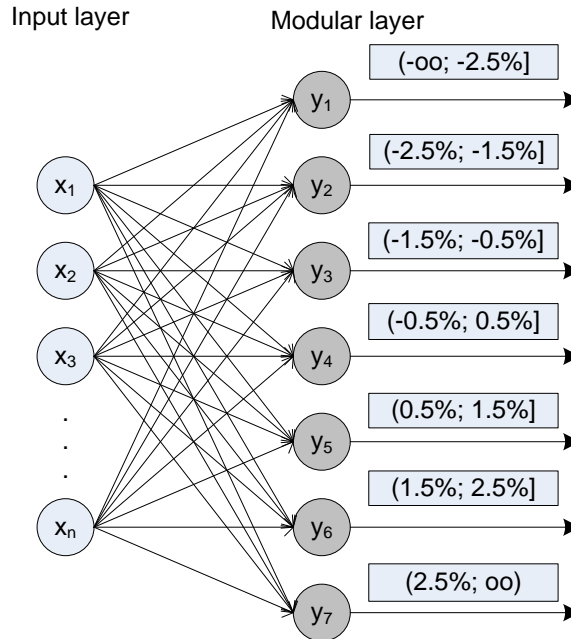


Fig. 11. Modular neural network for interval value prediction

In the input layer (x_1, \dots, x_n) we have description of the intervals (segments) of time series (see Table 1).

Table 1.

Description of neural network inputs	
Identifier label	Description
AC	Linear regression coefficient a for each approximated segment
BC	Linear regression coefficient b for each approximated segment
LS	Length of a segment (in data points)
SS	Starting point of a segment
ES	End point of a segment
CL	Class identifier

To achieve this effect we split our data set into seven subsets for each value change interval (class). For instance, all segments belonging to $(-0.5\%; 0.5\%]$ turnover change interval, will be input for module y_4 and so on. In the test phase we input the unknown data to each module and compare the outputs. The strongest signal will be the winner, allowing identifying the class, which denotes the future behavior of the time series.

Table 2 shows the experimental results for different learning algorithms. The standard Kohonen network architecture cannot be applied for supervised learning, therefore it is not included.

Table 2.

Classification results for different training algorithms		
Learning algorithm	Correctly classified cases (in percents)	
	Training set	Test set
Simple backpropagation MLP	89	72
Modular backpropagation MLP	95	91
Modular Kohonen self-organizing map	96	93

Table 2 shows average classification performance on all three data sets with 20 experiments on each time series.

Discussion

As we can see from the Table 2, the best results are obtained by modular Kohonen self-organizing map (96% of correctly classified cases in the training phase and 93% of correctly classified cases in the test phase). The average performance in the training set is quite good also for simple MLP; however, the poor results on the test set show weak generalization power of such approach. On the other side, both modular MLP and Kohonen self-organizing maps are almost equally good on the training and the test sets (the difference is only 1-2% of correctly classified cases).

Acknowledgment

The author would like to acknowledge Professor Arkady Borisov for his scientific guidance and support.

Summary

Modular neural networks allow decomposing complex problems into subtasks, which can be solved individually. As a result one may obtain better precision, less learning time and more appropriate explanation of the results. The experiments on the retail turnover data sets show good prediction performance of modular approach in comparison with single neural networks. Further research results will show another modular decomposition implementation approaches for the prediction tasks.

Bibliography

1. Baestaens D.E., Van den Bergh W.M. Tracking the Amsterdam Stock Index Using Neural Networks. *Neural Networks in Capital Markets*, Vol. 5, 1995. P. 149-161.
2. Poh H.L., Yao J., Jasics T. Neural Networks for the Analysis and Forecasting of Advertising and Promotion Impact, *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, Vol.7, 1998. P. 253-268.
3. Refenes A.N., Zapranis A., Francis G. Stock Performance Modelling Using Neural Networks, *Neural Networks*, Vol. 7. No 2. 1994. P. 357-388.
4. Rojas R. *Neural networks. A systematic approach*, Springer, Berlin, 1996.
5. Konar A. *Computational intelligence: principles, techniques and applications*. Springer-Verlag, London, 2005.
6. Palit A.K. *Computational intelligence in time series forecasting: theory and engineering applications*. – London, Springer-Verlag, 2005.
7. Fausett L. *Fundamentals of Neural Networks. Architectures, algorithms and applications*, Prentice Hall, 1994.
8. Zorin A. Data preprocessing methods for interval based neural network prediction, *Proceedings of the International Conference “Environment. Technology. Resources”*, Rezekne, Latvia, June 20-22, 2007. P. 211-219.
9. Zorin A. Forecasting with neural networks: exact and interval value prediction, *Proceedings of the International Conference “Simulation and Optimisation in Business and Industry”*, Tallinn, Estonia, May 17-20, 2006. P. 249-254.

PROJEKTU VADĪBAS PROCESU DEFINĒŠANA UN FORMALIZĒTA ATTĒLOŠANA

DEFINITION AND FORMAL REPRESENTATION OF THE PROJECT MANAGEMENT PROCESSES

Solvita Bērziša

Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte
Mežā iela 1/3 – 400b, Rīga, LV 1048, Latvija
Tel: +(371)26301110, e-pasts: berzisa@gmail.com

Abstract. *Project management information systems are used to support project management processes. The typical project management processes are defined by the project management methodologies, such as PMBOK. It is necessary to formalize representation of these processes to use them in modelling, analysis and implementation of the project management information systems. The purpose of the article is defined key processes of project management and to identify appropriate techniques and tools for their formal representation.*

In the article groups of the project management processes are listed and representation techniques such as UML, XPDL and YAWL are evaluated. The comparison of process representation techniques is shown that the most appropriate is XPDL. Guidelines for project management process definition using XPDL are formulated. These formalized processes further will be used in configuration of the project management information systems.

Keywords: *PMXML, project management processes, workflow, XMI, XPDL, YAWL.*

Ievads

Projektu vadība ir sarežģīts process, kurā būtiska nozīme ir informācijas apstrādes un apmaiņas procesiem. Projektu vadības veiksmīgai realizācijai ir pieejamas dažādas projektu vadības metodoloģijas un projektu vadības rīki. Problēmas rodas, ja projektu vadības rīks ir jāpiemēro projektu vadības metodoloģijai, kas nav saistīta ar konkrēto rīku. Sistemātiska informācijas tehnoloģiju risinājuma izmantošana ļautu uzlabot projekta plānošanas un izpildes kvalitāti un efektivitāti, bet šādas sistēmas ieviešana ir darbietilpīgs process. Lai atvieglotu šo procesu, ir nepieciešama projektu vadības informācijas sistēmu ieviešanas metodoloģija. Šādas metodoloģijas, kuras pamatā ir projektu vadības problēmapgabala formalizēta attēlošana un projektu vadības sistēmas automatizēta konfigurēšana, pamatprincipi ir definēti [1]. Viena no nozīmīgākajām šīs metodoloģijas daļām ir projektu vadības XML shēma (PMXML), kuru izmanto, lai problēmapgabala formalizēto attēlojumu no vizuāla modelēšanas rīka pārnestu uz datorizētu projektu vadības informācijas sistēmu atbilstoši modeļu vadītas izstrādes pieejas principiem. Šajā PMXML shēmā var definēt visus ar projektu vadību saistītos elementus, kurus ir iespējams iedalīt četrās grupās: vienkārši elementi (piemēram, lomas, aktivitātes un artefakti), saliktie elementi (piemēram, izmaiņu un risku vadība), metodes elementi (piemēram, iegūtu vērtību analīze) un operatīvie/ transakcijas elementi (piemēram, kalendāri un bāzlīnijas) [4].

Viens no sarežģītākajiem PMXML shēmas izveides uzdevumiem ir definēt saliktos elementus, jo tie satur dažādu projektu vadības dinamisko procesu aprakstus. Procesu definēšanai šobrīd ir izstrādātas vairākas vispārīgas darbplūsmu definēšanas tehnoloģijas un arī XML shēmas, piemēram, XPDL un YAWL. Vairs nav nepieciešams izstrādāt jaunu shēmu, lai aprakstītu projektu vadības procesu, ir tikai jānoskaidro, kura ir piemērotākā, lai to iekļautu PMXML shēmā kā apakšshēmu procesu aprakstam. Līdz ar to šī raksta pētījuma objekti ir projektu vadības procesi, to formalizēta attēlošana, izmantojot darbplūsmu tehnoloģijas, un saglabāšana XML formātā.

Šī raksta mērķis ir noteikt galveno projektu vadības procesu attēlošanu esošajām projektu vadības metodēm un izstrādāt to formalizētus attēlojumus. Lai to izdarītu, sākumā ir jānoskaidro, kādi vispār ir projektu vadības procesi un kā tos var sagrupēt. Tāpat arī ir jānoskaidro darbplūsmu modelēšanas līdzekļi, ar kuriem var modelēt procesus un saglabāt tos kādā no XML formātiem. Rezultātā, balstoties uz apkopoto informāciju, ir jānoskaidro piemērotākais XML formāts procesu aprakstīšanai PMXML shēmā un ir jāizvirza vadlīnijas projektu vadības procesu definēšanai, lai tos pēc tam varētu izmantot projektu vadības informācijas sistēmu konfigurēšanā.

Lai atbildētu uz izvirzīto mērķi un uzdevumiem, sākotnēji ir apskatīti vairāki projektu vadības standarti, lai noskaidrotu projektu vadības procesus un procesu grupas. Kā pamata standarts tiek pieņemts PMBOK (*Project Management Body of Knowledge* [5]), bet papildus informācijai ir apskatīti arī citi projektu vadības standarti, kā RUP (*Rational Unified Process* [6]), MSF (*Microsoft Solutions Framework* [7]) un PRINCE2 [8]. Paralēli ir noskaidrotas darbplūsmu modelēšanas un saglabāšanas iespējas un izveidota to klasifikācija. Izmantojot iegūto informāciju, ir izvēlēti un praktiski izmēģināti iespējamie darbplūsmu modelēšanas rīki, un novērtētas to iespējas saglabāt darbplūsmas XML formātā, raugoties no iegūto XML dokumentu tālākās izmantošanas parocīguma. Rezultātā ir noskaidrots projektu vadības procesu glabāšanai iespējami piemērotākais procesu modelēšanas rīks un procesu definēšanas XML standarts. Noslēgumā ir apkopotas vadlīnijas projektu vadības procesu definēšanai.

Projekta vadības procesi un to grupas

Projekts sastāv no daudziem procesiem, kurus vispārīgi iedala divās pamata kategorijas [5]:

- projekta vadības procesi, kas apraksta, organizē, kontrolē un noslēdz projekta darbus;
- uz produktu orientēti procesi, kas specificē un veido projekta produktu.

Projekta vadības procesus, kā tos definē PMBOK, var iedalīt grupās pēc diviem kritērijiem – pēc projektu vadības zināšanu apgabaliem un projektu vadības procesu grupām. PMBOK definē, ka ‘Projekta vadības plāns’ ir galvenais projekta vadības procesus organizējošais dokuments, kas ietver vairākus apakšplānus: satura, grafika, izmaksu, kvalitātes, procesu uzlabošanas, personāla, komunikācijas, risku un iepirkumu vadības plānu. Šis saraksts vēl ir papildināms ar izmaiņu un problēmu risināšanas plāniem. Daži no šiem plāniem ir apvienoti vienā zināšanu apgabalā, tādēļ viss projekta vadības process tiek sadalīts atbilstoši deviņiem PMBOK zināšanu apgabaliem. Kā vienu procesu var apskatīt arī visu projektu vadību kopumā [5].

Uz produktu orientēti procesi tiek noteikti atbilstoši projekta un produkta veidam. Tie tiek definēti, balstoties uz atbilstošiem standartiem vai uz uzņēmumā jau eksistējošiem procesiem. Informācijas sistēmu izstrādes apgabalā šādus procesus palīdz definēt tādi standarti kā RUP [6] un MSF [7].

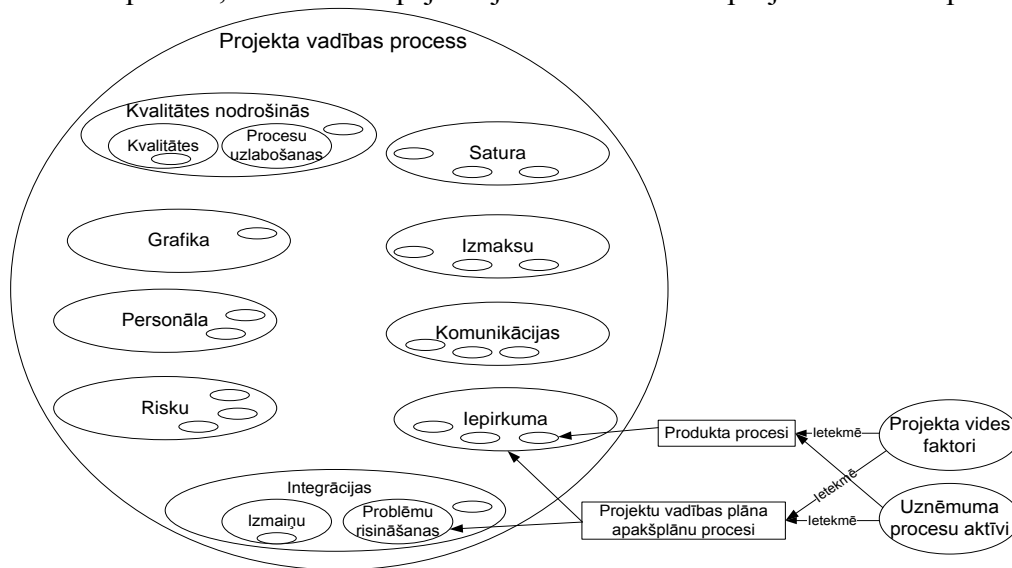
Rezultātā projekta vadības procesi nosacīti tiek iedalīti trīs līmeņos:

- I - projekta vadības process;
- II - projekta vadības plāna apakšplānu procesi;
- III - produktu un specifisku notikumu orientēti procesi.

Vispārīgs šo procesu līmeņu strukturējums un attiecības ir redzamas 1.attēlā. Projekta vadības process ir definēts, balstoties uz PMBOK aprakstītajiem procesiem, savienojot tos vienā kopumā [5]. Projekta vadības process ir noteikts, tā struktūra nedaudz var tikt manīta atkarībā no apgabaliem, kas nav saistoši konkrētajam projektam. Piemēram, projektam nav iepirkumu, līdz ar to nav arī procesu, kas saistīti ar iepirkumu plānošanu, organizēšanu un kontroli. Visi procesi, kas ir projekta vadībā, nosacīti tiek apvienoti šajā projekta vadības procesā (1.attēls).

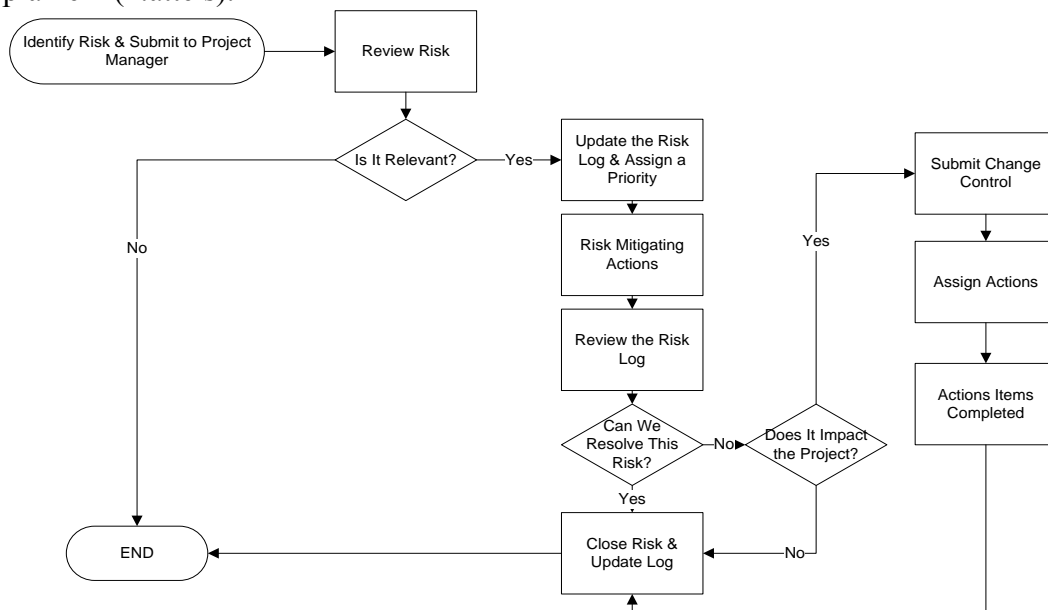
Ar projekta vadības plāna apakšplānu procesiem tiek nodrošināti dažādi projekta plānošanas, izpildes un kontroles procesi. Apakšplānu grupējums tiek noteikts pēc PMBOK, bet tas, kas kurā plānā ir jādara, tiek definēts atkarībā no projekta vides faktoriem, uzņēmuma procesu

aktīviem vai kādiem izstrādātiem standartiem. Bet šajos plānos ietilpst tikai projekta organizatoriskie procesi, un to savstarpējo mijiedarbību nosaka projekta vadības process.



1. att. Procesu iedalījums projekta vadībā

Produktu procesos tiek ietverti visi procesi, kas konkrētāz noteiktu projektu un tā rezultātu. Šie procesi tiek saistīti ar konkrētu produktu vai produkta standartu, vai projekta notikumu, piemēram, noteikta riska iestāšanās. Produktu procesi ir pakārtoti projekta vadības apakšplāniem (1.attēls).



2.att. Risku apstrādes procesa piemērs

Viens no projekta vadības procesu piemēriem ir risku apstrādes process (2.attēls), kas šajā gadījumā ietilpst projekta vadības riska apakšplāna procesos un ir definēts, par pamatu ņemot J.Charvata piedāvāto risku apstrādes procesu [9]. Šis process tiek izmantots turpmākajos piemēros.

Projekta procesu darbplūsmu attēlošanas rīki un darbplūsmu saglabāšanas iespējas

Formālā darbplūsmas definīcijā tiek teikts, ka darbplūsma aptver apstākļus, resursus un triggerus, kas ir saistīti ar specifisku procesu [10]. Reāli darbplūsma ir secīgu operāciju

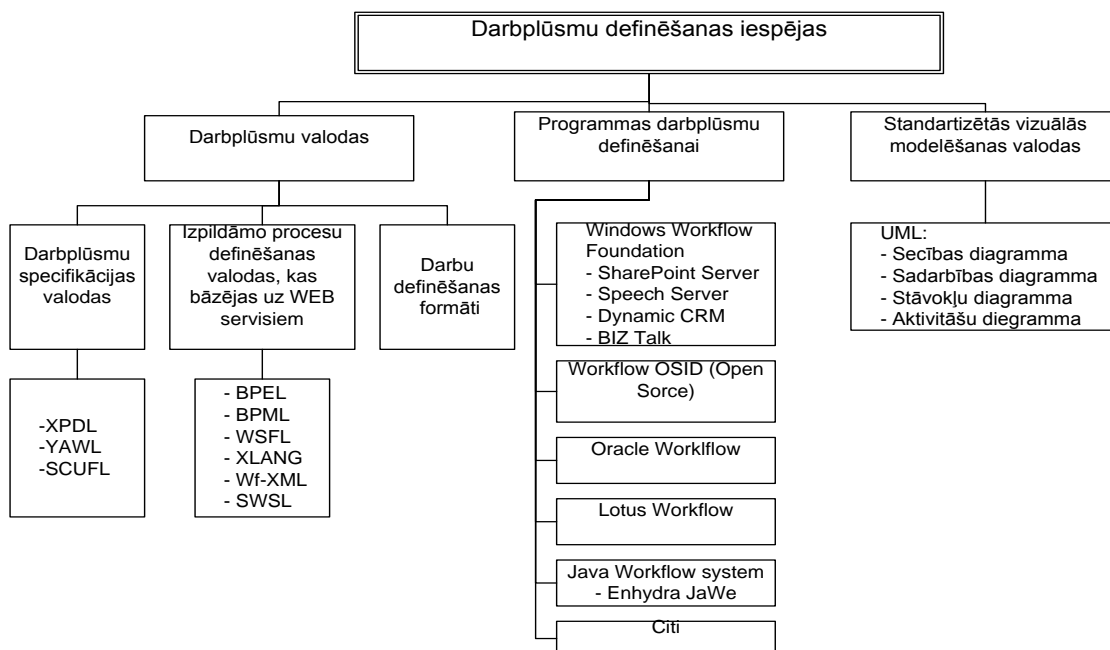
attēlojums, kas abstrakti apraksta reālus darbus [11]. Darbplūsmu sākotnējais teorētiskais pamatojums ir saistīts ar Petri tīkliem [10].

Aplūkojot darbplūsmu modelēšanas iespējas, tiek izdalītas vairākas darbplūsmu definēšanas iespēju grupas (3.attēls). Trīs galvenās grupas ir:

- 1) darbplūsmas sistēmu specializētu iekšējo modelēšanas valodu izmantošana;
- 2) specializētu darbplūsmu un biznesa procesu modelēšanas valodu izmantošana;
- 3) vispārīgu modelēšanas valodu izmantošana.

Darbplūsmas sistēmas ir paredzētas gan darbplūsmu definēšanai, gan izpildīšanai. Šādu sistēmu piemēri ir *SharePoint Server*, *Oracle Workflow*, *Lotus Workflow*, *YAWL* un citas. Šajās darbplūsmu sistēmas informācija pārsvarā tiek glabāta iekšējos darbplūsmu glabāšanas formātos. Jaunākās paaudzes sistēmas nodrošina arī eksportēšanu uz XML bāzētos formātos.

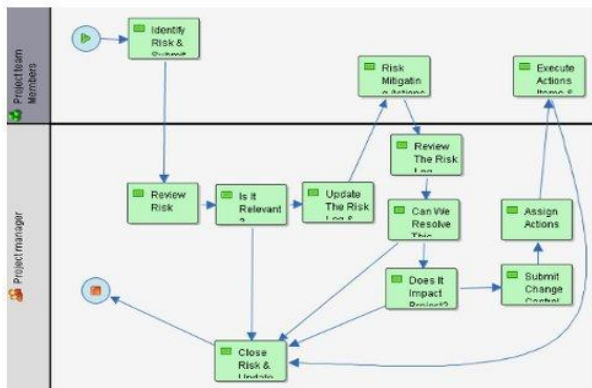
Ir pieejamas vairāku veidu specializētas darbplūsmu definēšanas valodas (3.attēls), no darbplūsmu specifiskajām valodām XML bāzētas ir, piemēram, *XPDL* un *YAWL*. Pārējām valodām bieži ir nodrošināta eksportēšana uz šiem formātiem, visbiežāk uz *XPDL*. Šajā grupā ir iekļautas arī grafiskās modelēšanas valodas, kurās ir nodrošināta XML bāzēta darbplūsmas attēlojuma ģenerēšana.



3. att. Darbplūsmu definēšanas iespējas

Vispārīgo vizuālo modelēšanas valodas izmantošana, lai definētu procesus, ir nedaudz savādāka pieeja nekā darbplūsmu modelēšana, jo tiek izmantota vispārpieņemtās dinamiskās modelēšanas diagramma. Viena no šādām modelēšanas valodām ir *UML*, no kuras procesu modelēšanai var izmantot diagrammas, kas nodrošina dinamisku sistēmas skatu, tas ir, aktivitāšu, secības, sadarbības un stāvokļu diagrammas [10]. *UML* diagrammas parasti tiek saglabātas izstrādes videi atbilstošā formātā, bet kā *UML* datu apmaiņas XML bāzēts formāts tiek izmantots *XMI*.

Rakstā, aplūkojot darbplūsmu modelēšanas rīkus, uzmanība tiek pievērsta tikai valodām, kuras ir bāzētas uz XML formāta. Visbiežāk lietotas šāda veida valodas ir *XPDL* un *XMI* [12], bet ir arī trešā iespēja – *YAWL*.



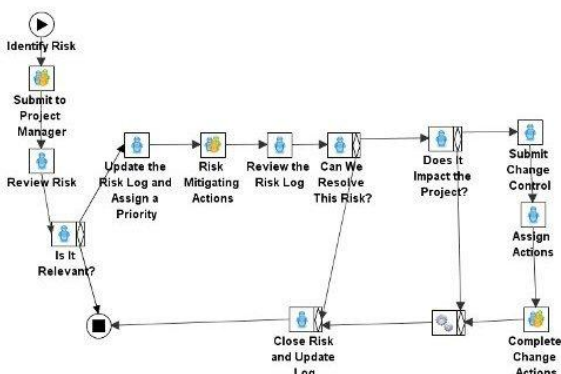
```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<Package xmlns="http://www.wfmc.org/2002/XPDL1.0" xmlns:xpd="http://www.wfmc.org/2002/XPDL1.0" >
  ...
  <Participants>
    <Participant Id="Risk_pa1" Name="Project team Members">
      <ParticipantType Type="RESOURCE_SET"/>
    </Participant>
    <Participant Id="Risk_pa2" Name="Project manager">
      <ParticipantType Type="ROLE"/>
    </Participant>
  </Participants>
  <WorkflowProcesses>
    <WorkflowProcess Id="risk-process" Name="risk-management-process">
      ...
      <Activities>
        <Activity Id="risk-process_act12" Name="Does It Impact Project?">
          <Implementation>
            <No/>
          </Implementation>
          <Performer>Risk_pa2</Performer>
          <TransitionRestrictions>
            <TransitionRestriction>
              <Split Type="XOR">
                <TransitionRef Id="risk-process_tra13"/>
                <TransitionRef Id="risk-process_tra12"/>
              </Split>
            </TransitionRestriction>
          </TransitionRestrictions>
        </Activity>
      </Activities>
      <Transitions>
        <Transition>
          <Transition From="risk-process_act12" Id="risk-process_tra12" To="risk-process_act7">
            <Condition Type="CONDITION"/>
          </Transition>
        </Transition>
      </Transitions>
    </WorkflowProcess>
  </WorkflowProcesses>
</Package>

```

4. att. Riska apstrādes procesa piemēra darbplūsmas un ģenerētās XPDL shēmas fragments

XPDL saīsinājums nozīmē XML procesu definēšanas valoda. Šo valodu ir izstrādājuši darbplūsmas vadības koalīcija (WfMC – Workflow Management Coalition) ar mērķi, lai nodrošinātu procesu definīciju apmaiņu starp dažādiem darbplūsmas produktiem [13]. XPDL tiek definēts, izmantojot XML shēmu, lai specifikētu darbplūsmu/ biznesa procesu deklarējamās daļas. Arī XPDL pašlaik ir labākais faila formāts, lai nodrošinātu informācijas apmaiņu starp BPMN (biznesa procesa darbplūsmas) modelēšanas vidēm. XPDL tiek nodrošināti daudzi no darbplūsmas šabloniem [14]. 4.attēlā ir izveidots neliels paraugs XPDL shēmai iegūšanai, kurā, izmantojot Together Workflow Editor, ir uzzīmēts process, kas redzams 2.attēlā, un ir apskatīti ģenerētās XML shēma fragmenti.



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<specificationSet xmlns="http://www.yawlfoundation.org/yawlschema" xmlns:xsi="http://www.
<specification uri="risk.yawl">
  <metaData>
    ...
  </metaData>
  <schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" />
  <decomposition id="Risk_management_process" isRootNet="true" xsi:type="NetFactsType">
    <externalInteraction>manual</externalInteraction>
    <processControlElements>
      <inputCondition id="InputCondition_1">
        <name>Identify Risk</name>
        <flowsInto>
          <nextElementRef id="Submit_to_Project_Manager_9" />
        </flowsInto>
      </inputCondition>
      ...
      <task id="Review_Risk_11">
        <name>Review Risk</name>
        <flowsInto>
          <nextElementRef id="Is_It_Relevant_36" />
        </flowsInto>
        <join code="xor" />
        <split code="and" />
      </task>
      <task id="Is_It_Relevant_36">
        <name>Is It Relevant?</name>
        <flowsInto>
          <nextElementRef id="Update_the_Risk_Log_and_Assign_a_Priority_38" />
          <predicate>true(YES)</predicate>
        </flowsInto>
        <nextElementRef id="OutputCondition_2" />
      </task>
    </processControlElements>
  </decomposition>
</specificationSet>

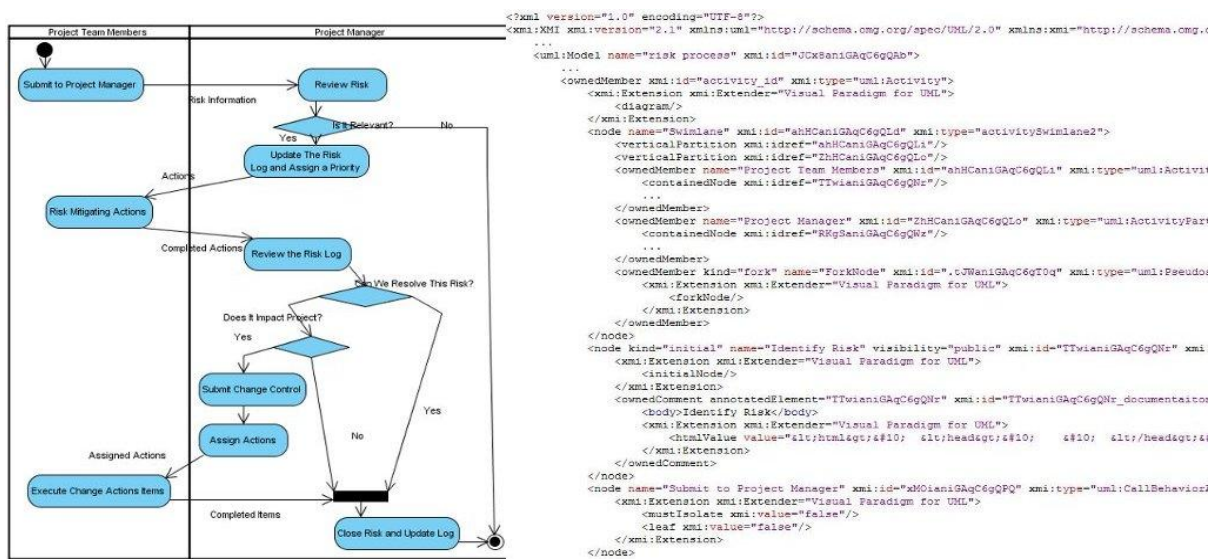
```

5. att. Riska apstrādes procesa darbplūsmas un ģenerētās YAWL shēmas fragments

YAWL (Yet Another Workflow Language) ir darbplūsmas definēšanas valoda, kas atšķirībā no XPDL balstās uz stāvokļiem bāzētiem darbplūsmas šabloniem un augsta līmeņa Petri tīkliem, tādējādi tiek nodrošinātas daudz plašākas iespējas [15]. Šī valoda ir izstrādāta Eindhovenas Tehniskajā universitātē un Kvīnslendas Tehniskajā universitātē pēc eksistējošo darbplūsmas sistēmu un valodu problēmu izanalizēšanas, lai novērstu visus to trūkumus. [15, 16]. YAWL shēmas iegūšanas demonstrēšanai 5.attēlā ir izveidots neliels piemērs, kurā, izmantojot YAWL

Editor, ir uzzīmēts process, kas redzams 2.attēlā, un ir attēloti fragmenti no iegūtās XML shēmas.

XMI (XML metadata interchange) ir formāts, kuram viena no izmantošana iespējām ir UML modeļu informācijas attēlošana XML formātā [17,18]. Viens no XMI pamatzdevumiem ir nodrošināt vieglu metadatu apmaiņu starp UML bāzētu modelēšanas rīku un programmatūras ģenerēšanas rīku, lai realizētu modeļu vadāmu izstrādi [17]. UML diagrammas tiek izstrādātas, izmantojot dažādas vizuālās UML modelēšanas programmas, kas nodrošina diagrammu saglabāšanu XMI formātā. Daži UML rīki piedāvā arī modificētas UML iespējas, piemēram, biznesa procesu diagrammu, un atļauj to eksportēt uz XMI, bet šī XMI shēma ir nedaudz modificēta aktivitāšu diagramma izstrādātāju vajadzībām. Vienkāršs piemērs XMI shēmas iegūšanai ir redzams 6.attēlā, kur, izmantojot *Visual Paradigm for UML*, ir izveidota aktivitāšu diagramma procesam, kas ir redzams 2.attēlā, un ir apskatīti fragmenti no ģenerētās XML shēmas.



6. att. Riska apstrādes procesa aktivitāšu diagramma un ģenerētais XMI shēmas fragments

Projektu vadības procesu modelēšana valodas izvēle un procesu definēšanas vadlīnijas

Lai saprastu, kuru XML bāzēto formātu labāk izmantot kā PMXML shēmas sastāvdaļu, ir izveidots priekšrocību un trūkumu apkopojums, kas ir apskatāms 1.tabulā. Apskatot šīs tabulas rezultātus, par vispiemērotāko ir jāatzīst XPDL shēma, lai aprakstītu projektu vadības procesus. Šī shēma pašlaik ir visizplatītākā, salīdzinot ar XMI, arī daudz vienkāršāka, un nodrošina visas iespējas, kas ir vajadzīgas saistībā ar PMXML. Kā piemēri var tikt minēti artefakti un izpildītāji (lomas), kas ir iekļautas arī pašā PMXML shēmā [4].

Lai XPDL formātā saglabāto projekta vadības procesu varētu pēc iespējas labāk izmantot projektu vadības informācijas sistēmu konfigurēšanā, tas tiek definēts, balstoties uz šādām vadlīnijām:

- 1) procesa izpildītāji tiek aprakstīti, izmantojot projektā definētās lomas vai resursu grupas, kas ir resursu sadalījuma diagrammā;
- 2) aktivitāšu nosaukumi tiek formulēti pēc iespējas konkrētāki, īsāki un vēlama angļu valodā, lai pēc tam tie būtu vieglāk apstrādājami konfigurēšanas procesā;
- 3) zarošanās punkti tiek definēti ar pēc iespējas precīzākiem nosacījumiem, pa kuru zaru iet un kas to nosaka, tas ir, automātiski vai ar lietotāja ar noteiktu lomu iejaukšanos;
- 4) definējot procesu, aktivitātēs tiek norādīti artefakti, lai tiktu nodrošināta procesa darbības kontrole. Artefakti jeb sasniegumi tiek definēti tā, lai tos arī varētu iekļaut kopējā projekta artefaktu sarakstā.

Darbplūsmu XML formāta iespēju salīdzinājums

	<i>Priekšrocības</i>	<i>Trūkumi</i>
XPDL	Plaši izmantots formāts, daudzas citas darbplūsmu valodas (piemēram, <i>BPMN</i>) un sistēmas nodrošina eksportēšanu uz <i>XPDL</i> Jau ir izstrādāta transformācija no <i>XMI</i> uz <i>XPDL</i> [19] Tiek definēti artefakti, asociācijas, kontroles un informācijas plūsmas, kas ir aktuālas arī projektu vadībā Tiek definētas lomas un citas resursu grupas, kas izpilda aktivitāti	<i>XPDL</i> ir ierobežotākas iespējas kontroles plūsmu definēšanā, salīdzinot ar <i>YAWL</i> un augsta līmeņa Petri tīkliem
YAWL	Plašākas iespējas nekā <i>XPDL</i> , jo tiek izmantoti darbplūsmu šabloni Tiek nodrošināta <i>BPMN</i> diagrammu transformēšana uz <i>YAWL</i> tīklu [20]	Nevar tikt norādīti izpildītāji (lomas) Nav plaši izmantojama, reāli var tikt izmantota tikai <i>YAWL</i> sistēmā
XMI	Daudz rīku, kuros tiek nodrošināta <i>UML</i> diagrammu modelēšana Ir izstrādātas pieejas, kā dažādas <i>UML</i> diagrammas pārveidot par procesu diagrammām [21]	Sarežģīta <i>XML</i> shēma un tās transformācijas Modelēšanā ir nepieciešamas zināšanas par <i>UML</i>

Secinājumi

Apskatot projektu vadības procesus un dažādas procesu modelēšanas iespējas, izmantojot darbplūsmas, rakstā ir atbildēts uz trīs jautājumiem, kas ir aktuāli *PMXML* shēmas salikto elementu definēšanā. Pirmkārt, ir noskaidrots, kādi procesi ir projektu vadībā un kā tos ir iespējams sagrupēt trīs grupās, kas ir pakārtotas viena otrai. Šīs visas procesus grupas ir sastopamas *PMXML* shēmā, tikai katra grupa shēmā tiek iekļauta citā vietā un attiecībās. Otrkārt, ir apkopotas procesu definēšanas iespējas un pieejamie procesu attēlošanas *XML* bāzētie formāti. Salīdzinot šos formātus, ir noskaidrots, ka projektu vadības procesu aprakstīšanai labāk ir piemērots *XPDL* standarts. Šī *XML* shēma arī turpmāk tiks izmantota kā *PMXML* sastāvdaļa, lai aprakstītu procesus. Treškārt, ir nodefinētas vadlīnijas, lai precīzāk aprakstītu procesus, kuri tiks izmantoti *PMXML* un vēlāk, lai konfigurētu projektu vadības informācijas sistēmu.

Turpmāk rakstā iegūtā informācija tiks izmantota, lai definētu *PMXML* shēmas saliktos elementus un izstrādātu projektu vadības informācijas sistēmas ieviešanas metodoloģijas piemērus.

Summary

One problem of implementation of project management information systems is their compliance with specific project management standards or methodologies. Systematic use of information technology solutions allows improving the situation, but it is a laborious process. In order to ease this problem, a semi-automated model driven methodology for implementation of project management information can be used. Main principles of such a methodology have been elaborated by the author in previous investigations. This methodology is based on formal representation of the project management problem domain and automated configuration of the project management system. One of the most important parts of this methodology is the project management XML schema (PMXML), which is used for transfer of the formal representation of project management methodologies from a visual modelling tool to a computerized project management information system. The PMXML schema defines all features of the project management that can be divided into four groups: simple entities (e.g., roles, activities and artefacts), composite entities (e.g., change and risk

management), methods entities (e.g., earned value analysis) and the operational/transactional entities (e.g., calendars and baseline). Definition of composite entities is challenging because they contain description of various dynamic process of project management. Several technologies are available for definition of general processes and workflows including XML based workflow modelling languages such as XPDL and YAWL. Therefore, it is not necessary to develop a new framework for describing project management processes. Though it is necessary to determine, which languages are suitable for inclusion in the scheme PMXML as a subschema for process description. This paper answers three questions that are important to definition of PMXML scheme composite entities. First, characteristics of project management processes have been explored. Breakdown and grouping of the processes necessary in order to organize these processes in PMXML scheme are provided. Second, workflow definition options, which can be used for representation of project management processes in XML format, are analyzed. Three such representations have been selected: XPDL, YAWL and XMI. In the paper, all these languages have been viewed, practically tested and compared. Consequently, it is concluded that the most suitable is the XPDL standard because it provides all necessary components what are needed to describe project management processes. Third, the paper summarizes guidelines how the process has been defined, so that it could be used for configuration of project management information systems.

Literatūra

4. Bērziša S., Grabis J. An Approach for Implementing of Project Management Information Systems. Information Systems Development: Towards a Service Provision Society, Springer-Verlag: New York (IN PRESS), 2008.
5. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) Third Edition. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, 2004. 388 p.
6. Kruchten P. The Rational Unified Process: An Introduction. Third Edition. Addison-Wesley., 2003. 336 p.
7. Turner M.S.V. Microsoft Solutions Framework Essentials: Building Successful Technology Solutions. Microsoft Press, 2006. 312 p.
8. Hedeman B., Heemst G.V. van, Fredrickz H. Project Management Based on Prince2 - Edition 2005. Van Haren Publishing, 2007. 250 p.
9. Charvat J. Project management methodologies: selecting, implementing and supporting methodologies and processes for projects. John Wiley& Sons, 2003. 260 p.
10. Aalst W.M.P. van der, Hee K. Van. Workflow Management: Models, Methods, and Systems. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2002. 368 p.
11. Workflow – Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Workflow_system (20.01.2009.)
12. Crusson T. Business Process Management Essentials. GLINTECH, 2006. [<http://www.glintech.com/downloads/BPM%20Essentials%20with%20Open%20Source.pdf>] (15.01.2009.)
13. Workflow Standard. Process Definition Interface – XML Process Definition Language, Version 2.1a. The Workflow Management Coalition, October 10, 2008.
14. Aalst W.M.P. van der. Patterns and XPDL: A Critical Evaluation of the XML Process Definition Language [<http://is.tm.tue.nl/research/patterns/download/ce-xpdl.pdf>](01.12.2008.)
15. Aalst W.M.P. van der, Aldred L., Dumas M., Hofstede A.H.M. ter. Design and implementation of the YAWL system [http://www.yawl-system.com/documents/yawl_system.pdf](11.11.2008.)
16. Arthur H. Aalst W.M.P. van der. YAWL: yet another workflow language. Information Systems 30(4), 2005. pp. 245-275 [Author version: eprints.qut.edu.au/archive/00010244/01/10244.pdf] (01.07.2008.)
17. XML Metadata Interchange – Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/XML_Metadata_Interchange [20.01.2009]
18. MOF 2.0/XMI Mapping, Version 2.1.1. Object Management Group, December 2007. [<http://www.omg.org/docs/formal/07-12-01.pdf>] (20.01.2009.)
19. Jiang P., Mair Q., Newman J. Using UML to design distributed collaborative workflows: from UML to XPDL. Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises. WET ICE 2003. Proceedings. Twelfth IEEE International Workshops on Volume, Issue, 9-11 June 2003. pp. 71-76.
20. Decker G., Dijkman R., Dumas M., Banuelos L.G. Transforming BPMN Diagrams into YAWL Nets. [<http://bpt.hpi.uni-potsdam.de/pub/Public/GeroDecker/bpmdemo2008-bpmn2yawl.pdf>] (10.01.2009.)
21. Lassen K.B., Dongen B.F. van, Aalst W.M.P. van der. Translating Message Sequence Charts to other Process Languages using Process Mining. [<http://is.tm.tue.nl/staff/wvdaalst/publications/p379.pdf>] (24.01.2009.)

THE EVALUATION OF ENTERPRISE APPLICATION INTEGRATION APPROACHES TO RESOLVE POSTAL PARCEL DELIVERY TRANSPORT ROUTING PROBLEMS

LIETOJUMPROGRAMMATŪRAS INTEGRĀCIJAS RISINĀJUMU NOVĒRTĒJUMS PASTA PĀRVADĀJUMU TRANSPORTA PLĀNOŠANAS PROBLĒMU RISINĀŠANĀ

Mārtiņš Bonders

Institute of Information Technology, Riga Technical University,
1 Kalku Street, Riga, LV 1658, Latvia

Ph: +(371)6872638, fax: +(371)659408, e-mail: martins@iti.rtu.lv

Abstract. *Information Technologies (IT) create interconnected application software. Nowadays, one of the vital problems is the enterprise application software integration. Systems of the transport routing become more complicated, because in order to efficiently solve transport routing and planning problems, it is necessary to get more and more information. Enterprise application methods and technologies allow to create effective transport routing system. To structure integration solutions, can be used different options and solutions, as well as platform of integration, but vital problem is the choice of the most suitable integration approach. The aim of this paper is to evaluate several accessible integration solutions. Integration options are identified and classified according to integration approach and technologies used in this paper. In practical assessment of integration technologies, post parcel delivery and routing process is used as an example, for which it is necessary to create effective GPS/GIS/ERP integration solution. For this problem, several alternative solutions have been developed. They have been evaluated according to their high-speed, easily of development and modification, as well as other parameters.*

Keywords: *Integration, transport planning, parcel delivery.*

Introduction

The paper investigates application integration for postal services. The problem of postal application integration is very complicated. One sub-topic of this problem is how to manage postal pick-up and delivery operations effectively and to route delivery vehicles to pick-up or deliver parcels. At first, we must take a look on integration, what it does and what we can get from it.

An enterprise typically has many of applications that are custom built, acquired from a third party, part of a legacy systems or a combination. The applications operate in multiple tiers of different operating system platforms [1]. There are many ways, how we can define application integration. One of these is: Application integration is the secure and orchestrated sharing of processes and/or data between applications within the enterprise.

In general, we can highlight the following integration types: loose versus full integration, horizontal versus vertical integration, intra-enterprise versus inter-enterprise integration, system versus application versus business integration [4].

Using loose integration two systems are loosely integrated if they can merely exchange information with one another with no guarantee that they will interpret this information that same way, they are just connected and coexist in a larger system. Using full integration, systems are fully integrated and specificities of any one of these systems are only known to the system itself and not by the other one, the two systems both contribute to a common task and share the same definition of each concept they exchange. Horizontal integration concerns physical and logical integration of business processes from product demand to product shipment, but vertical integration concerns integration between the various management levels of the enterprise. Integration of the business processes internal to a give enterprise mean intra-enterprise integration, but integration of business processes of a give enterprise

with business processes of other enterprises, mean inter-enterprise integration. Physical system integration essentially concerns systems communication, interconnection and data exchange by means of computer networks and communications protocols [4].

In the postal pick-up and delivery problem, most likely we can use something of intra-enterprise, inter-enterprise, system and application integration. In general, to realize this complex integration architecture and connect together main integration point, we can use services.

If we look on integration from another side, we can see different approaches. Application integration concerns interoperability shared data by various applications. Finally business integration concerns integration at the enterprise level – business process coordination.

Integration problems arise from different perspectives: integration of markets, integration between several development and manufacturing sites, integration between suppliers and manufacturers, integration of design and manufacturing and integration of multi-vendor hardware and software components. [4] From these perspectives comes out deeper purposes usage as data integration, process integration, vendor integration and common facade.

Most enterprise integration projects generally fall into one of these project categories: enterprise application integration (EAI), business-to-business integration (B2Bi), Web integration, information portals, data replication, shared business functions, service-oriented architecture, and distributed business processes [1,2].

Application integration can be broadly categorized into three types: manual application integration, semi-automated application integration, fully automated application integration.

Manual application integration includes higher labor costs that scale badly and subject to human errors, but required little change from existing low-technology environment. Semi-automated includes higher technology costs to implement and subject to design-times and run-time errors, but requires lower labor costs scales better and give faster processing. Fully automated application integration includes highest technology costs to implement integration and subject to design errors. This type of integration includes lowest labor costs, does not have subject to human errors at run time and lose human decision making on business processes, but faster processing [3]. A postal service main control service must be a fully automated application integration service; the human part is only pick-up/delivery data registering. All other services must be fully automated, especially vehicle routing service.

Nowadays, we can implement application integration in a wide variety of ways. Common choices include miscellaneous services, ETL (Extract, Transform and Load), communications message protocols, program calls, direct data access, file transfer and only sometimes human involvement. Application integration can occur at many different levels; the most popular are presentation level, business process levels, data levels and communication level [3].

As we can see, integration seems to be very complicated process; therefore we must exactly know what we must integrate. If we look at the postal problem, we must know, how the pick-up requests are received, recorded, delivered to the next point – sequence, route and time planning. How the routing part can get the information from GIS system, how the data are sent to routing algorithm, how the information are represented on the map and how the planned information is delivered to the postal cars and how we can manage pick-up and delivery process on-line.

The next section introduces specific issues of parcel delivery services and potentially best integration solutions to resolve this specifically problem more effective. The following sections will describe the integration requirement, most important steps, will give some integration solution examples and comparison chart. Some conclusions are pointed out at the results section.

Materials and methods

To manage postal pick-up and delivery operations more effectively, geographical information system (GIS), global positioning system (GPS), postal information system and wireless communications technologies must be successfully integrated. The goal of the effective parcel delivery service is proper transport logistics and flexible routing algorithm. This area is a typical example of a highly complex and time-critical business environment. This part of logistic problem is usually known as the vehicle routing problem (VRP) [8]. The main problem is to minimize the cost expressed as a combination of distance, time and /or money. As example, emergency fleet management is an example where the service time becomes a major challenge. Real-Time Decision Tools for the VRP must combine GPS information, GIS technology, on-line electronic data interchange, Web servers and efficient optimization algorithms in order to cope with parcels delivery needs. Very important requirement for this real-time decision system is possibility of decision tools to react in real-time [5]. The actual situation is shown in Figure 1.

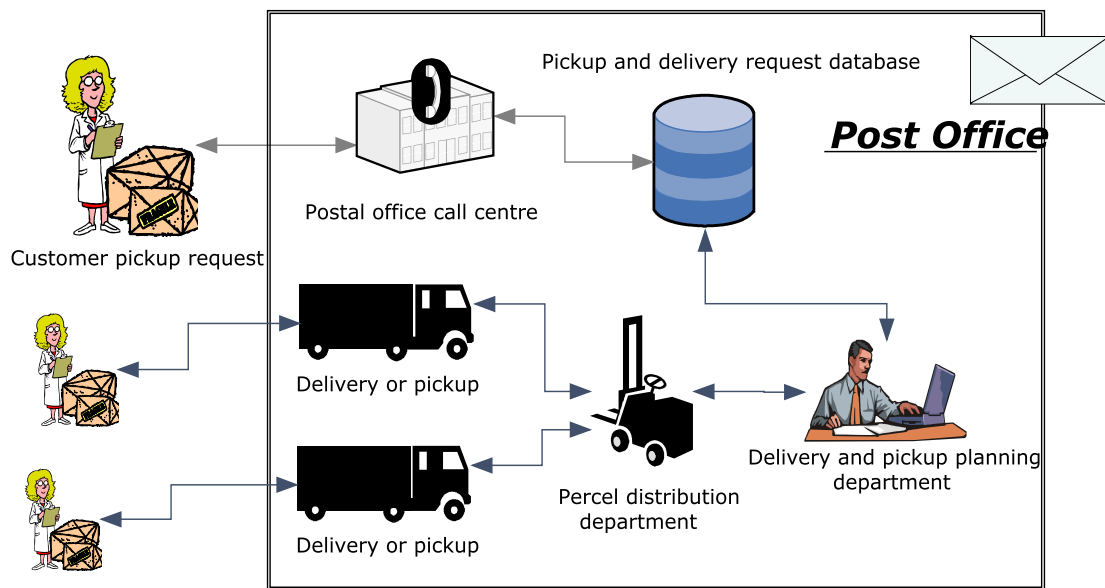


Fig. 1. The real situation of parcel management

As it can be observed, the actual situation has several shortcomings. Parcel delivery and pickup is planned by human working at the delivery and pickup planning department. This is time-consuming process. We cannot see where the postal delivery and pickup machines actually are, therefore in the case of exceptions, changing the routing is difficult.

For maximum performance we need intelligent monitoring and control system. When customer requests pick-up to the call center, the pick-up request information goes to the monitoring center server through the post office server, then this server performs address correction and sequence planning automatically. The main function of this intelligent monitoring system are routing and trace of vehicle, verification of pick-up and delivery results, verification of pick-up and delivery location, navigation, information upload from PDA about pick-up/delivery results and etc. This intelligent monitoring system consists of three main subsystems: pick-up/delivery sequence planning system, pick-up/delivery monitoring system, and PDA execution system. All these system parts communicate using unique services. The main problem is to create pick-up and delivery sequence and time schedule with the several input/output parameters and constraints. The objectives of the problem are to minimize the total duration times and travel times of all routes, make pick-up/delivery process more flexible. As an example, input used in this system is local post

office, pick-up/delivery request, time windows and time/distance by GIS. Output is pick-up and delivery sequence and time schedule. As constraints we must use time window, postman working time, post office revisit during post delivery, priority between customers, therefore communication between the system parts must be well organized and clear [6]. We must use separate services, that answering about unique data flow. This intelligent system model is depicted in Fig. 2.

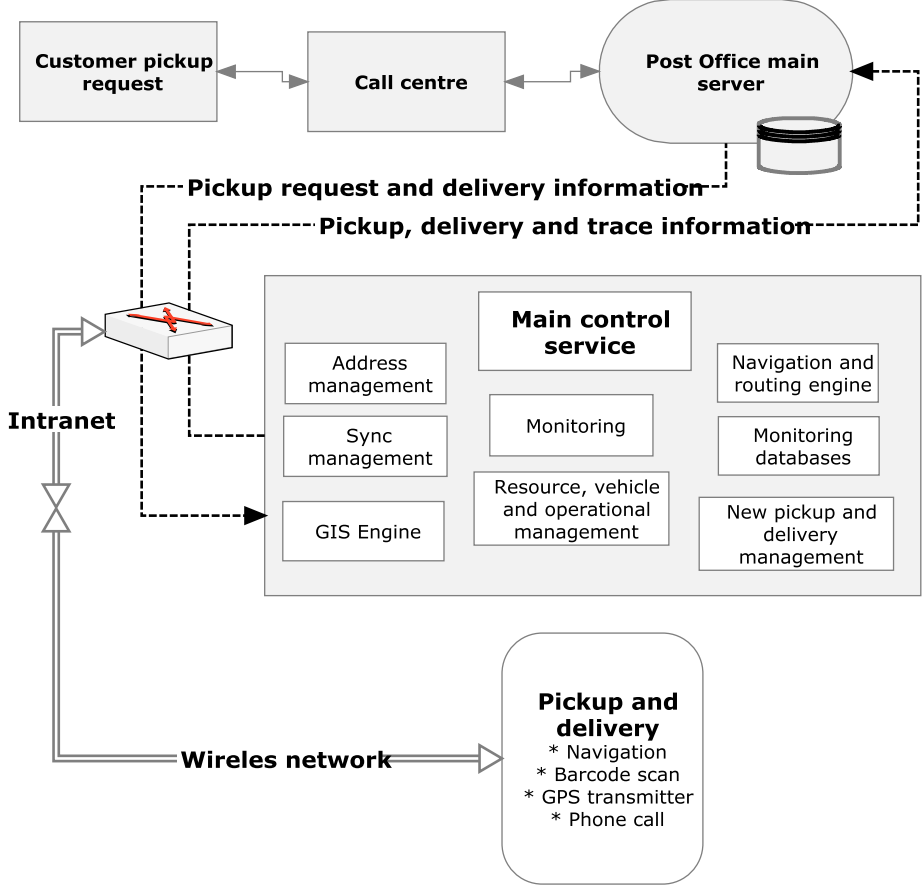


Fig. 2. Intelligent post control system

To realize described intelligent system model, we can categorize available and suitable integration approaches into three types. These types are included in Table 1.

Service integration is the best way to create a flexible route planning module. It is more easily to integrate all needed components and if we need, we can change these components and all integration schemes more flexible than using data or process integration.

Results

However, generally integration will be based on service integration, but in some cases it will be needed to use process integration. As we can see in Table 2, well know service function correspond to relevant standards and when we formalize what service function we will need, according to relevant standards we can find best way of integration. Almost all integration approach has standards what they use. For example, Microsoft BizTalk is a business process management (BPM) server and it uses adapters to communicate with different software systems. BizTalk uses such standards as WSDL, BPEL, SOAP, as we can see, if we must use and integrate our implementation using process services and enterprise service bus, one of the tools that we can to apply is Microsoft BizTalk [7].

Table 1.

Main integration standards for routing engine

Type	Definition	Advantage	Disadvantage
Service integration	Process of combining different software using services provided by this possibly distributed software packages. As example – web services, executable business processes, UDDI.	Integration can be realized using various services and application can be located at several servers and places. Standardized business process language BPEL can be used.	Service integration technology approach is a relatively new technology; data accessibility depends on many factors – network speed, hardware productivity and application speed.
Data integration	Process of combining data residing at different sources and providing the user with a unified view of these data. As example - XML, schema integration, data bases integration.	Relatively easy integration technology, can be used various data schemas	Problems with real-time data processing, data types
Process integration	Process of combining different software using access to processes through specific connectors. As example - unique components, COM, J2EE.	Can be integrated all process as one	Not all application provide specific connectors for accessing data

Table 2.

Service functions and their relevant standards

Service function	Relevant standards
Enterprise service bus	JMS, J2EE, SOAP, XSLT, WSDL, UDDI
Development tools	Eclipse, J2EE, J2SE, J2ME, XML, UML, Java Server Faces, SWT, XMI, WS BPEL, SQLJ, JDBC, XSLT, WSDL, UDDI
Business performance management tools	W3 Common Log Format, WS DM initiatives, CEI/CBE
Interaction services	J2EE, WSEP, VoiceXML
Process services	J2EE, BPEL4WS, WSDL, UDDI
Information services	XQuery, SQL, JDBC/ODBC
Partner services	FTP, sFTP, HTTP, HTTP/S, RosettaNet, SMTP, JMS, SOAP/HTTP, WMQ, cXML, EDI
Business application services	J2EE
Application and information assets	J2C, JMS, IIOP, JDBC, IMS, CICS

One of the main problems for successful vehicle routing is effective navigation engine. Using service integration approach, an example of navigation engine was implemented. This engine usually is connected to GIS, maps, routing algorithm and customer data engines. To connect these parts, we can use some of the business process management tools, as example Microsoft BizTalk, to transmit data through the services, are used the Extensible Markup Language (XML). To develop this integration and create navigation engine service, are used Business Process Execution Language. At all, under this service, we must integrate customer pick-up or

delivery request with GIS, then send this data to routing algorithm and at the end send routing information to the map (Fig. 3).

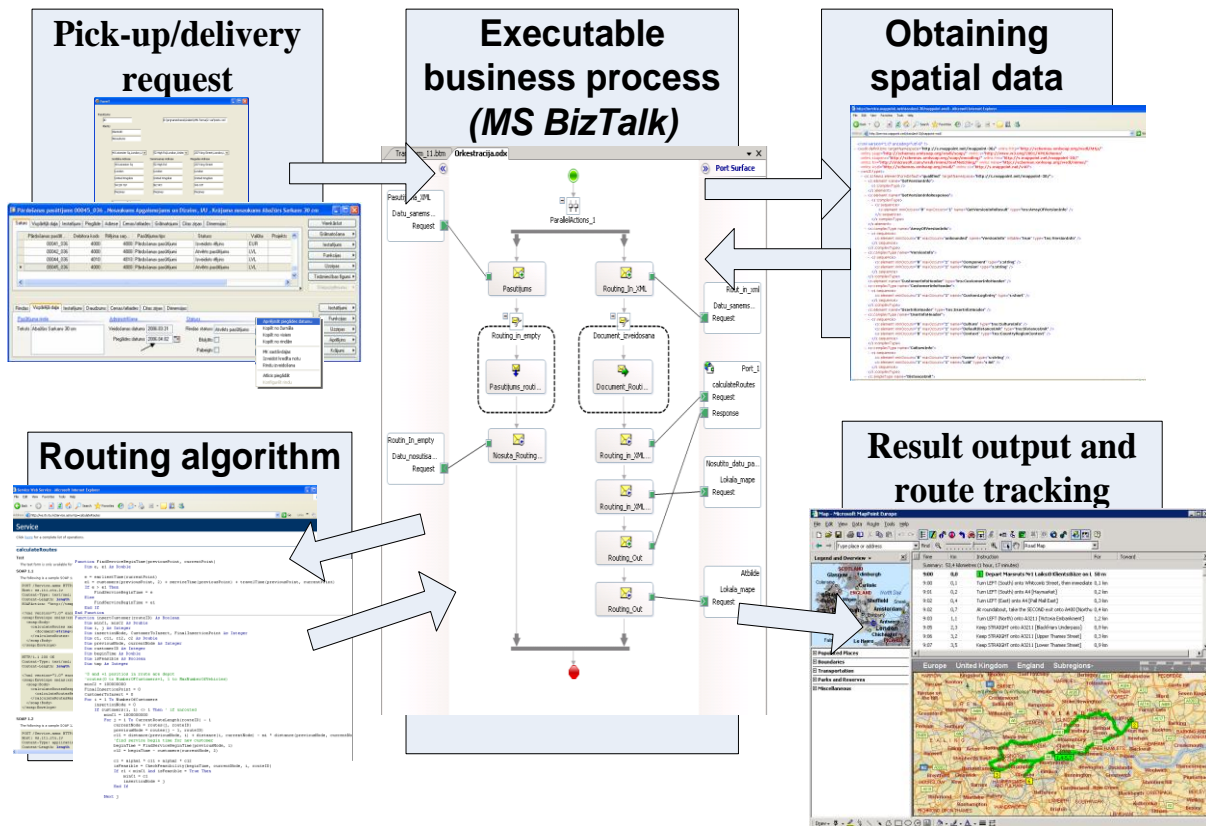


Fig. 3. Example of routing service integration

The received information is stored using auto-generated Eclipse or a Microsoft Axapta form. Then using Microsoft BizTalk BPEL, according to the received data, process obtains spatial data – location, distance etc. This information through business process service is sent to the routing algorithm to calculate best delivery of pick-up sequence and create route information. After that, business process communicates with map service, transfer rout information and display result using MapPoint service. This is only one part from main control service, but very important and from this result depends if the system will be usable, fast, effective and proper.

Results and discussion

In this paper, it was attempted to find the best way to integrate different applications used to solve the routing problem at a postal-service provider. Various integration technologies and approaches have been discussed. Effective control of postal pick-up and delivery is very complex process. Therefore, it is difficult to choose the only one best way how to integrate all system components. The goal of effective system is proper rout and pick-up/delivery planning. Effective planning can help save time, work, optimize employment, and monitor car usage. The main conclusion is that the service-oriented integration is the best suited integration approach because of usage of external data sources providing addresses of customers and spatial data. It also allows for easy integration of routing algorithms developed by third parties. That allows the postal service to avoid from maintaining extensive spatial data databases and to utilize the state-of-art routing algorithms. However, the process-oriented integration might yield better performance of the integrated solution.

Further research will show the possibilities of service integration for addressing real-time routing in the case of emergency situation and handling of exceptions.

Acknowledgment

This study was funded by Riga Technical University, Latvia. The author would like to acknowledge Dr.sc.ing. Janis Grabis for his assistance in this paper creation.

Bibliography

1. Hohpe G., Woolf B. Enterprise integration patterns. Design, Building and deploying messaging solutions. Boston, 2008. p. 1-10.
2. Lam W., Shankararaman V. Enterprise architecture and integration methods, implementation, and technologies. New York, 2007. p. 9-22.
3. Microsoft. Guidelines for Application Integration, patterns and practices. USA, 2003. p. 1-15.
4. Vernadat F.B. Enterprise modeling and integration principles and applications. UK, 1996. p. 9-25.
5. Piera M.A., Guasch A. A Technological platform for designing real-times decision tools in transportation logistics, International Mediterranean Modeling Multiconference, Spain, 2006. p. 111-116.
6. Jung H. et al., Integration of GIS, GPS, and optimization technologies for the effective control of parcel delivery service, Computer & Industrial Engineering, Special issue: Computational intelligence and information technology applications to industrial engineering selected papers from the 33rd ICC&IE, 2006. p. 154-162.
7. Mueller J. Special Edition Using SOAP, Que Publishing, 2001. p. 356 -390.
8. Abraham A., Grosan C., Pedrycz W. Engineering Evolutionary Intelligent Systems, Springer, 2008. p. 379-400.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В ТЕОРИИ ГРУБЫХ МНОЖЕСТВ

KNOWLEDGE REPRESENTING FEATURES IN ROUGH SETS THEORY

Олег Ужга-Ребров

Rēzeknes Augstskola, Atbrīvošanas aleja, 90, Rēzekne, LV 4600, Latvija
tālr. +(373)29472205, e-pasts: rebrovs@tvnet.lv

***Abstract.** Knowledge discovering and representing in information systems has evolved into an important area of research because of theoretical challenges and practical representing unknown knowledge in data. Rough set theory is a mathematical formalism for representing uncertainty that can be considered a special extension of the set theory. In this paper is analyzed knowledge representing problem and attribute signification's problem, based on rough sets approach.*

***Keywords:** information systems, knowledge representation, rough sets, significance of attributes.*

Введение

В настоящее время является общепризнанным, что все глобальные задачи обработки неопределенной информации могут быть разделены на три больших класса:

- обращение с неполными знаниями;
- комбинирование противоречивых частей информации;
- использование грубых (необработанных) массивов данных.

Для решения задач первого класса предложено большое число действенных методов. К их числу относятся различные экстраполяционные и интерполяционные методы, экспертное оценивание, интервальное оценивание, и другие. Наиболее известными подходами к решению задач второго класса являются теория Демпстера-Шейфера [2], различные её модификации, включая теорию Дезера-Смарандаке [3], и правила перераспределения конфликтов Дезера-Смарандаке. Теория грубых множеств предусмотрена для решения задач третьего класса. Автором теории является польский учёный З. Павлак. В систематическом виде основы теории изложены в [1]. Методы, предложенные в рамках этой теории, позволяют обрабатывать большие массивы неупорядоченных данных и на основе результатов такой обработки получать новые знания.

В настоящей статье даются краткие концептуальные основы теории грубых множеств, рассматриваются проблемы представления знаний в информационных системах на основе грубых множеств. Более подробно рассматривается задача оценивания значимости отдельных атрибутов в информационной системе и предлагается модификация существующего подхода к решению этой задачи.

1. Концептуальные основы теории грубых множеств

База знаний определяется как $K = (U, R)$, где U – универсум элементов, R – отношение эквивалентности, на основе которого могут быть выделены классы эквивалентности (категории) элементов U , которые обозначаются через $IND(R)$. В каждую категорию включаются элементы, которые обладают одинаковыми значениями классификационных признаков (атрибутов). Внутри каждой категории элементы считаются неразличимыми.

Пусть элементы универсума классифицированы по категориям на основе отношения эквивалентности R . Если мы возьмем целевое множество элементов $X \in U$, то относительно классификации $IND(R)$ могут быть рассмотрены следующие ситуации:

1. Множество X является объединением некоторых категорий из $IND(R)$. В этом случае множество X называется *R-точным*.

2. Множество X не может быть выражено как объединение некоторых категорий $IND(R)$. В этом случае множество X называется *R-неточным* или *R-грубым*.

R-нижней аппроксимацией грубого множества X называется подмножество таких его элементов, которые могут быть классифицированы как принадлежащие X на основе классификации $IND(R)$:

$$\underline{R}X = \cup\{Y \in IND(R) : Y \subseteq X\}. \quad (1)$$

R-верхней аппроксимацией грубого множества X называется подмножество таких его элементов, которые возможно принадлежат X :

$$\bar{R}X = \cup\{Y \in IND(R) : Y \cap X \neq \emptyset\}. \quad (2)$$

R-нижнюю аппроксимацию целевого множества X называют *R-положительной областью* X :

$$POS_R(X) = \underline{R}X. \quad (3)$$

Отрицательной областью X называется подмножество элементов универсума, которые с определённой принадлежностью не принадлежат X :

$$NEG_R(X) = U - \bar{R}X. \quad (4)$$

Граничной областью X называется подмножество его элементов, которые принадлежат *R-верхней* аппроксимации, но не принадлежат *R-нижней* аппроксимации:

$$BN_R(X) = \bar{R}X - \underline{R}X. \quad (5)$$

Рассмотрим простой пример, иллюстрирующий выше введенные понятия.

Пример 1. Имеется база знаний $K = (U, R)$, $U = \{x_1, x_2, \dots, x_{10}\}$ – универсум элементов, R – отношение эквивалентности, на основе которого выделены следующие классы эквивалентности (категории) на U :

$$U / IND(R) = \{\{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_4\}, \{x_5\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_9\}\}.$$

Заданы целевые множества $X_1 = \{x_1, x_2, x_4, x_5\}$, $X_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$. Необходимо определить аппроксимации, отрицательные и граничные области для этих множеств.

Решение.

$$\underline{R}X_1 = \{x_1, x_2, x_4, x_5\}, \bar{R}X_1 = \emptyset, NEG_R(X_1) = \{x_3, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}, BN_R(X_1) = \emptyset.$$

$$\underline{R}X_2 = \{x_1, x_2, x_4\}, \bar{R}X_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_7, x_{10}\}, NEG_R(X_2) = \{x_5, x_6, x_8, x_9\}, BN_R(X_2) = \{x_3, x_7, x_{10}\}.$$

Философия грубых множеств такова, что выделение релевантных категорий элементов на универсуме, характеристика целевых множеств и операции над этими множествами производятся только и только на основе существующих знаний. Эти знания включают в себя значения атрибутов и отношение (отношения) эквивалентности, на основе которого (которых) выделяются категории элементов. В практических приложениях грубых множеств часто возникает вопрос: нужны ли все существующие знания, чтобы решить поставленную задачу, или для этого достаточно только часть этих знаний?

Под *сокращением* знаний будем понимать процесс выделения той существенной части существующих знаний, которая достаточно для определения всех релевантных концепций. Результат такого процесса также будем называть *сокращением* знаний.

Введём следующие понятия и определения. Пусть \mathbf{R} – множество отношений эквивалентности на заданном универсуме U и $R \in \mathbf{R}$. Отношение R является *несущественным* в \mathbf{R} , если $IND(\mathbf{R}) = IND(\mathbf{R} - \{R\})$, в противном случае отношение R является *необходимым* в \mathbf{R} . Множество отношений \mathbf{R} называется *независимым*, если каждое отношение $R \in \mathbf{R}$ является необходимым в \mathbf{R} , в противном случае множество отношений \mathbf{R} называется *зависимым*.

Пусть Q и P – множество отношений эквивалентности на U . $Q \subseteq P$ называется *сокращением* P , если Q независимо и $IND(Q) = IND(P)$.

Ядро знаний (*ядро* множества отношений эквивалентности) определяется как

$$CORE(P) = \bigcap RED(P), \quad (6)$$

где $RED(P)$ – семейство всех сокращений P .

Расширим данные понятия и определения на два произвольных множества отношений эквивалентности на U .

Назовём $POS_P(Q)$ *P-положительной областью* Q . Содержательно это понятие интерпретируется как множество категорий отношения Q , которые могут быть корректно определены на основе множества отношений эквивалентности P . Отношение $R \in P$ является *Q-несущественным* в P , если

$$POS_{IND(P)}(IND(Q)) = POS_{IND(P-\{R\})}IND(Q), \quad (7)$$

в противном случае отношение R является *Q-необходимым* в P .

Если каждое отношение $R \in P$ *Q-необходимо*, то P является *Q-независимым относительно Q*.

Множество отношений $S \in P$ называется *Q-сокращением* P , если и только если S является *Q-независимым* подмножеством P и $POS_S(Q) = POS_P(Q)$.

Множество всех *Q-необходимых* элементарных отношений в P называется *Q-ядром* P :

$$CORE_Q(P) = \bigcap RED_Q(P), \quad (8)$$

где $RED_Q(P)$ множество всех *Q-сокращений* P .

Все концептуальные основы грубых множеств, рассмотренные в настоящем разделе, основаны на понятиях отношений эквивалентности (или множествах таких отношений). Если мы имеем массив исходных данных, гораздо более удобным представляется отказаться от отношений эквивалентности и непосредственно оперировать множествами значений атрибутов. В последующем разделе рассматриваются теоретические основы такого подхода и анализируются проблемы классификации элементов.

2. Проблемы представления знаний на основе грубых множеств

Корректное представление существующих знаний играет очень важную роль в различных областях науки, особенно в многочисленных направлениях искусственного интеллекта. Существует много методов представления знаний. Каждый метод служит для отражения существенных аспектов релевантных знаний. В настоящей работе рассматривается подход к представлению знаний на основе теории грубых множеств. Этот подход основан на главной концепции теории, которая заключается в том, что знания отражаются в разделении (классификации) элементов универсума. Такое разделение может пониматься, как семантика представления знаний. Однако, для того, чтобы успешно выявить семантику знаний, эти знания должны быть представлены в подходящей синтаксической форме. Такой формой является таблица данных, строки которой соответствуют элементам (объектам), а столбцы – признакам (атрибутам) этих элементов. В ячейке на пересечении i -й строки и j -го столбца отображается значение j -го атрибута для i -го элемента. В практических приложениях теории грубых множеств такие таблицы принято называть *информационными системами (ИС)*. Релевантные исходные данные в ИС могут быть получены различными путями. Их источниками могут быть измерения, наблюдения, субъективные оценки экспертов. В настоящей работе источники исходных данных остаются за рамками рассмотрения.

Введём формальные определения. *Информационная система* – это пара $S = (U, A)$, где U – конечное множество (универсум) элементов, A – множество

атрибутов. Каждый атрибут $a \in A$ может быть отображён функцией $a : U \rightarrow V_a$, где V_a – множество значений a , называемое *областью a* .

С каждым подмножеством атрибутов $B \subseteq A$ может быть связано бинарное отношение $IND(B)$, называемое *отношением неразличимости*:

$$IND(B) = \{(x, y) \in U^2 : \forall a \in B, a(x) = a(y)\}. \quad (9)$$

Очевидно, что отношение $IND(B)$ является отношением эквивалентности и

$$IND(B) = \bigcap_{a \in B} IND(a). \quad (10)$$

Отсюда следует, что между понятием базы знаний и соответствующей информационной системы существует соответствие один-к-одному. Все концептуальные основы теории грубых множеств, сформулированные в предыдущем разделе на основе отношений (множеств отношений) эквивалентности, могут быть сформулированы на основе атрибутов (множеств атрибутов).

Рассмотрим простой пример, иллюстрирующий понятия информационной системы и представления знаний.

Пример 2. В таблице 1 представлена условная информационная система.

Таблица 1.

**Представление условной информационной системы
Значения атрибутов**

Элементы	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
x_1	1	2	0	1	1
x_2	1	2	0	1	1
x_3	2	0	0	1	0
x_4	0	0	1	2	1
x_5	2	1	0	2	1
x_6	0	0	1	2	2
x_7	2	0	0	1	0
x_8	0	1	2	2	1
x_9	2	1	0	2	2
x_{10}	2	0	0	1	0

Необходимо произвести разделение элементов универсума по подмножествам атрибутов $\{a_1\}$, $\{a_1, a_2\}$, $\{a_1, a_2, a_3\}$, $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$, $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$.

Решение.

$$U / IND\{a_1\} = \{\{x_4, x_6, x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_5, x_7, x_9, x_{10}\}\};$$

$$U / IND\{a_1, a_2\} = \{\{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\}\};$$

$$U / IND\{a_1, a_2, a_3\} = \{\{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\}\};$$

$$U / IND\{a_1, a_2, a_3, a_4\} = \{\{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\}\};$$

$$U / IND\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\} = \{\{x_4\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5\}, \{x_9\}\}.$$

Получены одинаковые разделения элементов на основе подмножеств атрибутов $\{a_1, a_2\}$, $\{a_1, a_2, a_3\}$, $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Поэтому подмножества атрибутов $\{a_1, a_2, a_3\}$, $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ являются излишними. Достаточно произвести разделение универсума на основе подмножества атрибутов $\{a_1, a_2\}$. Однако это заключение имеет силу только для данного конкретного примера и ни в коем случае не может служить поводом для обобщений.

Пусть мы имеем два подмножества атрибутов $B, C \subseteq A$, и на основе этих подмножеств произведено разделение элементов универсума. По аналогии с классификациями элементов на основе множеств отношений эквивалентности, рассмотренными в

предыдущем разделе, нас может интересовать связь между этими разделениями. Мы можем выделить положительную область разделения C на основе разделения B : $POS_B(C)$. Содержательно эта область содержит те элементы разделения C , которые могут быть корректно классифицированы, используя разделение на основе подмножества B . Тогда степень зависимости между двумя разделениями З. Павлак [1] предложил оценивать по выражению

$$\gamma_B(C) = \frac{cardPOS_B(C)}{cardU}, \quad (11)$$

где $card$ означает кардинальность соответствующего множества элементов.

Существенным аспектом представления знаний, содержащихся в информационной системе, является оценка значимости или весов атрибутов для разделений элементов универсума. Такие веса, как правило, назначаются на основе субъективных суждений экспертов-специалистов. Но философия грубых множеств заключается в том, что могут быть использованы только существующие знания, представленные в информационной системе. Поэтому З. Павлак [1] предложил следующую идею оценивания значимости атрибутов. Пусть имеются два разделения элементов универсума, выполненные на основе двух подмножеств атрибутов $B, C \subset A$. Степень зависимости $\gamma_B(C)$ между этими разделениями может быть оценена по выражению (11). Теперь предположим, что из подмножества B удален один атрибут или некоторое подмножество атрибутов B' и произведено разделение элементов на основе подмножества атрибутов $B - B'$. По выражению (11) может быть оценена степень зависимости $\gamma_{B-B'}(C)$. Тогда в качестве оценки значимости подмножества атрибутов B' принимается разность

$$\gamma_B(C) - \gamma_{B-B'}(C). \quad (12)$$

Содержательно эта разность интерпретируется как степень изменения положительной области $POS_B(C)$ при переходе от подмножества атрибутов B к подмножеству $B - B'$.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий методику оценки значимости атрибутов.

Пример 3. Примем за основу информационную систему, представленную в таблице 1. Необходимо:

1. Оценить важность атрибутов из подмножества $C = \{a_1, a_2, a_3\}$ для разделения элементов универсума по подмножеству атрибутов $D = \{a_4, a_5\}$.
2. Оценить важность атрибутов из подмножества $D = \{a_4, a_5\}$ для разделения элементов универсума по подмножеству атрибутов $C = \{a_1, a_2, a_3\}$.

Решение.

$$1. U / IND(D) = \{ \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_1, x_2\}, \{x_4, x_5, x_8\}, \{x_6, x_9\} \};$$

$$U / IND(C) = \{ \{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\} \};$$

$$POS_C(D) = \{x_1, x_2, x_3, x_7, x_{10}\};$$

$$\gamma_C(D) = \frac{cardPOS_C(D)}{cardU} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$U / IND(C - \{a_1\}) = \{ \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_4, x_6\}, \{x_5, x_9\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\} \};$$

$$POS_{(C-\{a_1\})}(D) = \{x_1, x_2, x_3, x_7, x_{10}\};$$

$$\gamma_{(C-\{a_1\})}(D) = \frac{cardPOS_{(C-\{a_1\})}(D)}{cardU} = \frac{5}{10} = 0,5; \quad \gamma_C(D) - \gamma_{(C-\{a_1\})}(D) = 0,5 - 0,5 = 0.$$

$$U / IND(C - \{a_2\}) = \{ \{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_5, x_7, x_9, x_{10}\} \};$$

$$POS_{(C-\{a_2\})}(D) = \{x_1, x_2\};$$

$$\gamma_{(C-\{a_2\})}(D) = \frac{\text{card}POS_{(C-\{a_2\})}(D)}{\text{card}U} = \frac{2}{10} = 0,2; \quad \gamma_C(D) - \gamma_{(C-\{a_2\})}(D) = 0,5 - 0,2 = 0,3.$$

$$U / IND(C - \{a_3\}) = \{\{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\}\};$$

$$POS_{(C-\{a_3\})}(D) = \{x_1, x_2, x_3, x_7, x_{10}\};$$

$$\gamma_{(C-\{a_3\})}(D) = \frac{\text{card}POS_{(C-\{a_3\})}(D)}{\text{card}U} = \frac{5}{10} = 0,5; \quad \gamma_C(D) - \gamma_{(C-\{a_3\})}(D) = 0,5 - 0,5 = 0.$$

Таким образом, наиболее важным для рассматриваемого разделения является атрибут a_2 .

$$2. POS_D(C) = \{x_1, x_2, x_3, x_7, x_{10}\};$$

$$\gamma_D(C) = \frac{\text{card}POS_D(C)}{\text{card}U} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$U / IND(D - \{a_5\}) = \{\{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_1, x_2, x_4, x_5, x_8\}, \{x_6, x_9\}\};$$

$$POS_{(D-\{a_5\})}(C) = \{x_3, x_7, x_{10}\};$$

$$\gamma_{(D-\{a_5\})}(C) = \frac{\text{card}(D-\{a_5\})(C)}{\text{card}U} = \frac{3}{10} = 0,3; \quad \gamma_D(C) - \gamma_{(D-\{a_5\})}(C) = 0,5 - 0,3 = 0,2.$$

$$U / IND(D - \{a_6\}) = \{\{x_1, x_2, x_3, x_7, x_{10}\}\}, \{x_4, x_5, x_6, x_8, x_9\}\};$$

$$POS_{(D-\{a_6\})}(C) = \emptyset;$$

$$\gamma_{(D-\{a_6\})}(C) = \frac{\text{card}(D-\{a_6\})(C)}{\text{card}U} = \frac{0}{10} = 0; \quad \gamma_D(C) - \gamma_{(D-\{a_6\})}(C) = 0,5 - 0 = 0,5.$$

Отсюда следует, что оба атрибута, a_5 a_6 , являются важными для разделения элементов универсума по подмножеству атрибутов $C = \{a_1, a_2, a_3\}$ на основе разделения по подмножеству атрибутов $D = \{a_5, a_6\}$. При этом, атрибут a_6 является наиболее важным. По своей сути оценка степени важности атрибутов, предложенная З.Павлаком, характеризует результаты одного разделения элементов относительно другого разделения. Рассмотрим несколько иную ситуацию. Предположим, что произведено разделение элементов универсума по всему множеству атрибутов и нам необходимо оценить важность отдельных атрибутов в таком разделении. Формально мы не можем использовать для этой цели оценку (12), поскольку у нас нет опорного разделения, относительно которого могут быть рассчитаны релевантные степени зависимости. Чтобы преодолеть этот недостаток, предлагается следующий подход. Предположим, что произведено разделение элементов универсума по всему множеству атрибутов A . Теперь предположим, что мы производим разделение элементов по множеству атрибутов $B = A$. Естественно, что мы получим точно такое же разделение элементов. Чисто формально можно рассчитать оценку $\gamma_B(A)$, которая будет равна 1. Затем, последовательно удаляя из множества B отдельные атрибуты, могут быть рассчитаны любые интересующие нас оценки степеней зависимости. Чтобы продемонстрировать предлагаемую методику, рассмотрим пример.

Пример 4. Примем за основу исходные данные примера 2. Необходимо оценить значимость всех отдельных атрибутов для разделения элементов универсума по всему заданному множеству атрибутов.

Решение. Очевидно, что

$$U / IND(B) = U / INF(D) = \{\{x_4\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5\}, \{x_9\}\} \text{ и } \gamma_B(A) = 1.$$

$$U / IND(B - \{a_1\}) = \{\{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_4\}, \{x_6\}, \{x_5\}, \{x_8\}, \{x_9\}, \{x_1, x_2\}\};$$

$$U / IND(B - \{a_1\}) = U / IND(A), POS_{(B-\{a_1\})}(A) = U;$$

$$\gamma_{(B-\{a_1\})}(A) = 1; \quad \gamma_B(A) - \gamma_{(B-\{a_1\})}(A) = 1 - 1 = 0.$$

$$\begin{aligned}
U / IND(B - \{a_2\}) &= \{\{x_4\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5\}, \{x_9\}\}; \\
U / IND(B - \{a_2\}) &= U / IND(A), POS_{(B - \{a_2\})}(A) = U; \\
\gamma_{(B - \{a_2\})}(A) &= 1; \quad \gamma_B(A) - \gamma_{(B - \{a_2\})}(A) = 1 - 1 = 0. \\
U / IND(B - \{a_3\}) &= \{\{x_4\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5\}, \{x_9\}\}; \\
U / IND(B - \{a_3\}) &= U / IND(A), POS_{(B - \{a_3\})}(A) = U; \\
\gamma_{(B - \{a_3\})}(A) &= 1; \quad \gamma_B(A) - \gamma_{(B - \{a_3\})}(A) = 1 - 1 = 0. \\
U / IND(B - \{a_4\}) &= \{\{x_4\}, \{x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5\}, \{x_9\}\}; \\
U / IND(B - \{a_4\}) &= U / IND(A), POS_{(B - \{a_4\})}(A) = U; \\
\gamma_{(B - \{a_4\})}(A) &= 1; \quad \gamma_B(A) - \gamma_{(B - \{a_4\})}(A) = 1 - 1 = 0. \\
U / IND(B - \{a_5\}) &= \{\{x_4, x_6\}, \{x_8\}, \{x_1, x_2\}, \{x_3, x_7, x_{10}\}, \{x_5, x_9\}\}; \\
POS_{(B - \{a_5\})}(A) &= \{x_1, x_2, x_3, x_7, x_8, x_{10}\}; \\
\gamma_{(B - \{a_5\})}(B) &= \frac{cardPOS_{(B - \{a_5\})}(A)}{cardU} = \frac{6}{10} = 0,6; \quad \gamma_B(A) - \gamma_{(B - \{a_5\})}(A) = 1 - 0,6 = 0,4.
\end{aligned}$$

Отсюда имеем, что наиболее важным для разделения заданного универсума элементов по всему множеству атрибутов является атрибут a_5 .

Выводы

1. Теория грубых множеств обеспечивает действенные методы обработки больших массивов неупорядоченных исходных данных.
2. Все методы теории грубых множеств основываются исключительно на использовании существующих знаний, представленных в базе знаний.
3. Все операции, выполняемые в базе знаний на основе отношений эквивалентности, могут быть выполнены в информационной системе на основе разделений элементов по множествам релевантных атрибутов.
4. Важность конкретного атрибута для разделения элементов универсума не является абсолютным понятием. Она определяется только содержанием конкретной задачи.
5. Оценку важности атрибутов можно выполнить только на основе анализа релевантных разделений элементов.
6. Методика, предложенная в настоящей статье, позволяет выполнить оценку важности отдельных атрибутов (или любых подмножеств таких атрибутов) для разделения элементов универсума по всему множеству релевантных атрибутов.

Summary

In this paper is analyzed knowledge representing problem and attribute signification's problem, based on rough sets approach. Knowledge discovering and representing in information systems has evolved into an important area of research because of theoretical challenges and practical representing unknown knowledge in data. Rough set theory is a mathematical formalism for representing uncertainty that can be considered a special extension of the set theory.

This paper permit make following conclusions:

7. Rough sets theory provides effective methods for treatment with chaotic initial data.
8. All rough sets theory's methods are based exceptionally on knowledge in knowledge base.
9. All operations implementing in knowledge base on the base of equivalence relations can be implemented in information system on the base of elements' partitioning. This partitioning is implemented on the base of attribute sets.

10. Specific attribute significance is not absolute notion. Attributes' significance makes sense only in concrete problem.
11. Attributes' significance can be evaluated only on the base relevant elements' partitioning.
12. The method proposed in this paper allow evaluate separate attribute's significance (or any this attribute subsets) for elements' partitioning on the base of all relevant attribute.

Литература

1. Pawlak Z. Rough sets. Theoretical Aspects of Reasoning about Data. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 1991. 229 p.
2. Shafer G. A mathematical theory of evidence. Princeton University Press, 1976. 297 p.
3. Smarandache F. & Dezert J. (Editors). Advances and Applications of DSMT for Information Fusion. Volume 1, American Research Press, Rehobolth, 2004.
4. Tripathy H.K., Tripaty B.K., and Das P.K. An Intelligent Approach of Rough Set in Knowledge Discovery Databases. International Journal of Computer Science and Engineering, 2008. pp. 89-93.

DAUDZVALODU E-VIETNES KONCEPCIJA OPERACIONĀLO IT RISKU PĒTĪŠANAI

MULTILANGUAGE WEBSITE CONCEPT FOR OPERATIONAL IT RISK RESEARCH

Andrejs Romānovs, Arnis Lektauers, Jurijs Merkurjevs, Ruslans Klimovs

Rīgas Tehniskās universitātes Imitācijas un modelēšanas katedra

Kaļķu iela 1, Rīga, 1658, Latvija

Tālr.: +(371)67089514, fakss: +(372)67089513, e-pasts: rew@itl.rtu.lv

Abstract. *The paper presents an approach of researches effective organization in sphere of operational IT risk governance. For this purpose, the application of digital multilanguage research area is advised, which can simplify discussion processes for users/researchers from different countries. The concept of multilanguage website is developed based on performed analysis of following modern IT application trends of website development: Web 2.0., social networks, blogs, wiki, etc. Then, practical solutions of advised concept realization are discussed. The presented concept is developed within the project, which is devoted to the research of operational IT risk governance in monetary and financial institutions. Still, the advised concept can be easily adapted for other research areas.*

Keywords: *operational IT risks governance, Web 2.0., social networking, wiki, collective intelligence.*

Ievads

Mūsdienu apstākļi arvien vairāk ietekmē uzņēmējdarbības procesus organizācijās ar sarežģītām IT struktūrām. Bieži vien risku pārvaldības efektivitāte tiek atzīta par vienu no svarīgākajiem uzņēmējdarbības veiksmes spējas nosacījumiem. Savukārt Latvijas monetārajās un finanšu iestādēs operacionālo IT risku vadība aizņem atsevišķu risku pārvaldības jomu, kas pašlaik nav nodrošināta pilnā mērā ar nepieciešamajām vadības metodēm.

Dotais raksts ir Latvijas monetāro un finanšu institūciju operacionālo IT risku pārvaldības pētījuma turpinājums, kura mērķis ir piedāvāt rekomendācijas minēto risku efektīvai vadībai. Pētījuma ietvaros operacionālie IT riski ir definēti kā operacionālo risku atsevišķa apakšgrupa. Ir jāatzīmē, ka pašlaik pasaules regulējošo iestāžu prasībās un rekomendācijās nav noteiktas prasības operacionālo risku vadībā izmantojamajām informācijas tehnoloģijām. Līdz ar to pētījuma pamatā ir izskatīti operacionālo risku vadības un IT pārvaldības principi, kas ir atzīti gan ārzemēs, gan Latvijā.

Operacionālo IT risku pārvaldības pētījumu sfēra ir šauri specializēta un maz formalizēta. Tas rada nepieciešamību turpināt izmantojamās terminoloģijas un metožu precizēšanu un uzlabošanu. Rakstā ir piedāvāta daudzvalodu e-vietnes izstrādāšanas koncepcija, kas varētu būt efektīvi izmantota kā specializēta vide turpmāko pētījumu realizācijai ar vairāku valstu speciālistu līdzdalību. Ir paredzēts, kā piedāvātās koncepcijas realizācija palīdzēs nopietni pilnveidot iepriekš izstrādāto metodiku operacionālo risku pārvaldībai. Tāpat daudzvalodu e-vietnes koncepcija var būt veiksmīgi pielietota citās pētījumu sfērās, kā arī apmācības nolūkiem.

Operacionālo IT risku pārvaldības pētījumu rezumējums

Iestāšanās Eiropas Savienībā ir devusi impulsu straujai Latvijas Republikas ekonomikas attīstībai. Tāpat pēdējos gados stipri ir palielinājies Latvijas finanšu un monetāro institūciju tirgus, kas radījis nepieciešamību ātri pilnveidot IT struktūras. Pētījuma gaitā ir konstatētas vairākas problēmas, kas ir saistītas ar IT sistēmas vadību un pielietošanu (1.tabula).

Ņemot vērā minētās problēmas, kā arī faktu, ka ievērojami ir palielinājies finanšu operāciju apjoms, monetārajās un finanšu institūcijās ir paplašinājies arī operacionālo risku skaits, kas ir

cieši saistīts ar IT sistēmu bojājumu problēmām. It sevišķi šī problēma kļūst aktuāla ekonomisko grūtību apstākļos.

Vispārīgos gadījumos izdala četras galvenās operacionālu risku rašanās iemeslu grupas [7]:

- cilvēku neadekvātas darbības;
- pielietotās sistēmas bojājumi;
- uzņēmējdarbības iekšējo procesu organizācijas un izpildes kļūdas;
- ārpus organizācijas bīstamie faktori.

1.tabula

Tipiskās IT problēmas monetārajās un finanšu institūcijās

<i>Problēmas joma</i>	<i>Apraksts</i>
Klientu serviss	Klientu apkalpošanas servisa pazemināšanās saistībā ar biežiem pieejas pārtraukumiem IT sistēmās
IT speciālistu kvalifikācija	Nepietiekams kvalificētu IT speciālistu daudzums, kas varētu operēt ar IT riskiem augstākajā līmenī
IT sistēmas pilnveidošana	Nepieciešamība pēc esošo IT sistēmu programnodrošinājuma un tehniskā nodrošinājuma pilnveidošanas
IT sistēmas lietotāju kvalifikācija	Nepieciešamība paaugstināt IT sistēmas lietotāju kvalifikāciju IT nozarē
IT uzraudzības sistēma	Nepieciešamība paaugstināt IT sistēmas darbības uzraudzības kvalitāti
IT speciālistu un sistēmas lietotāju mijiedarbība	Nepieciešamība paaugstināt mijiedarbības kvalitāti starp IT speciālistiem un citiem darbiniekiem
Finanšu zaudējumu novērtēšanas sistēma	Nepieciešamība pēc finanšu zaudējumu, kas varētu rasties IT sistēmu pārraušanu dēļ, adekvātas novērtēšanas sistēmas
IT sistēmas stratēģiskā attīstība	Nepieciešamība pēc IT sistēmas attīstības stratēģiskā plāna, kas būtu bāzēts uz kopējā organizācijas attīstības plāna
IT aizsardzība	Nepieciešamība paaugstināt IT sistēmas aizsardzības līmeni
IT sistēmas atjaunošanas plāns	IT sistēmas atjaunošanas plāna nepieciešamība pēc potenciālām pārraušanām

Var atzīmēt [5], kā visas četras operacionālo risku rašanās iemeslu grupas ietekmē 1.tabulā minētās problēmas. Tomēr pašlaik monetārajās un finanšu institūcijās izmantotajās risku vadības politikās ir veltīta krietni mazāka uzmanība operacionāliem riskiem, kas ir tieši saistīti ar IT sistēmu neadekvātu pārvaldību.

Mūsu pētījumu ietvaros ir piedāvāts izdalīt operacionālos IT riskus par operacionālo risku atsevišķu apakšgrupu, par kuru pārvaldības aspektu pamatiem tiek ņemtas vairākas prasības un rekomendācijas gan IT pārvaldības, gan operacionālo risku vadības nozarēs. Rezultātā iepriekšējā pētījuma gaitā ir izveidota operacionālo IT risku pārvaldības koncepcija, uz kuru pamatojoties, ir veikta attiecīgas metodikas izstrādāšana.

Tāpat ir jāievēro, kā informācijas tehnoloģijas attīstība noved pie pētnieciskas vides kvalitatīvām izmaiņām. *Internet* tīkls šodien pats kļūst par resursu, kas ļauj risināt jaunus pētnieciskus uzdevumus un realizēt eksperimentālu darbību. Līdz ar to ir konstatēta nepieciešamība pēc specializētas pētnieciskās vides izveidošanas, kas varētu palīdzēt pētniekiem efektīvi pilnveidot savas esošās operacionālo IT risku pārvaldības zināšanas ar aktīvas informācijas apmaiņas palīdzību starp vairāku valstu speciālistiem. Rakstā ir piedāvāta daudzvalodu e-vietnes izstrādāšanas koncepcija, kurā tiek realizēts starptautiskās operacionālo IT risku pārvaldes tehnikas pētīšanas turpinājums.

Mūsdienu IT izmantošanas tendences e-vietņu izstrādāšanā

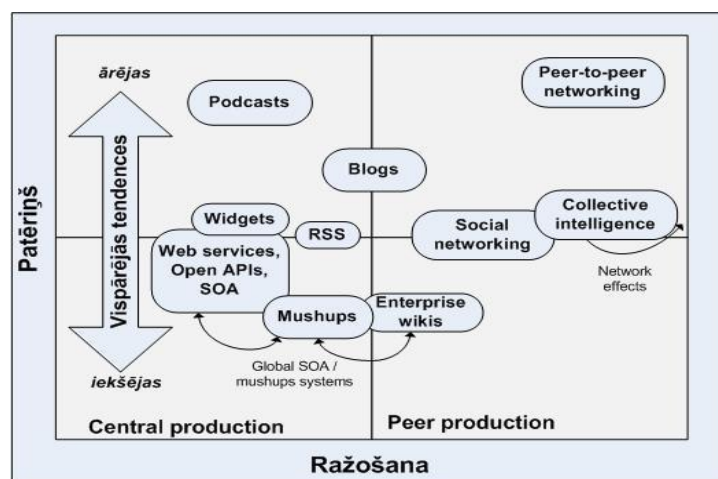
Analizējot mūsdienu pētījumus, var izcelt vairākus tos ietekmējošus faktorus, galvenie no kuriem, pēc mūsu domām, ir intensīvi pieaugošais informācijas apjoms atbilstoši

uzņēmējdarbības attīstībai un *Web 2.0* tehnoloģijas masveida ieviešana. Pirmais izraisa izmaiņas specialitātes zināšanās saskaņā ar informācijas apjoma intensīvu pieaugumu, kas noved pie galvenās prasības pētnieciskai videi — ātrai dažādu valodu zināšanu pārraidei starp pētniekiem no dažādiem ģeogrāfiskajiem reģioniem. Otrais faktors ļauj palielināt globālā tīmekļa lietotāju radošo potenciālu, nodrošināt drošu informācijas resursu kopīgu izmantošanu, sadarbību un funkcionālās iespējas.

Pēc Tima Orejlja [8] definējuma, *Web 2.0* ir sistēma un projektēšanas tehnoloģija, kuras tīklu mijiedarbība uzskaites ceļā top jo labāka, jo vairāk cilvēku tos lieto. *Web 2.0* galvenā īpatnība ir lietotāju piesaistīšana ar zināšanām jeb mājaslapas satura aizpildīšanas un daudzkārtējas pārbaudes princips. Savā bāzes variantā *Web 2.0* nozīmē, ka katrs cilvēks var ļoti vienkārši radīt un izplatīt zināšanas (*content*) globālajā tīmeklī. Tas iekļauj rakstīšanu tīmekļa žurnālos, video satura pārraides caur *Youtube*, bilžu izvietošanu uz *Flickr*, palīdzēt satura veidošanu *viki*, kā *Wikipedia*, kā arī *Myspace* tipa sociālu tīklu izveidošana. Tas ir, atšķirībā no *Web 1.0*, kas apkalpo vertikālās „Uzņēmums - Cilvēks” informācijas un uzņēmējdarbības prasības, *Web 2.0* tehnoloģijai ir raksturīga horizontāla attiecību attīstība, sociālie kontakti un attiecības.

Atslēgas komponenti *Web 2.0* ir vienkārši izmantojami rīki un kopīga jeb sociāla mijiedarbība ar gaidāmajiem rezultātiem. Viens no *Web 2.0* pašiem interesantākajiem rezultātiem ir tas, ko dažreiz sauc par kolektīvo intelektu (*Collective Intelligence*), kad informācijas ietekmes potenciāls starp tīmekļa lietotājiem aug ļoti ātri. Ļoti svarīgi, ka šis rādītājs palielinās, palielinoties cilvēku skaitam, kuri aktīvi kontaktē viens ar otru globālajā tīklā, kas nodrošina cilvēkiem savstarpēju informācijas meklēšanas un apmaiņas iespēju.

Web 2.0 tehnoloģijas ieviešana tāpat veicina tehnisku pilnveidošanu tīmeklī, kļūstot par globālu datorplatformu un piedāvājot programmnodrošinājumu kā pakalpojumus (*services*). Tuvākajā laikā nozīmīga programmatūras daļa tiks piegādāta globālajā tīmeklī pakalpojumu veidā, un tās pašas lietotnes var tikt izmantotas kā citu lietotņu komponenti.



1.att. *Web 2.0* vispārējās tendences uzņēmējdarbībā

Makinsija [3], Forestera [10] un citi pētījumi par *Web 2.0* tehnoloģijas izmantošanu uzņēmējdarbībā un pētījumos liecina par to, ka pēdējos gados vairākos uzņēmumos un organizācijās ātri veidojas plaša, aktīva interese par kolektīva intelekta fenomenu, kas izsauc arī investīciju apjoma palielināšanos *Web 2.0* tehnoloģijā. Tomēr mūsdienās intereses pieaugums par *viki* un personālajiem tīmekļa žurnāliem ir plašāk jūtams nekā interese par lietotnēm, kas ir akcentētās uz kolektīvo intelektu. Ir atzīmēts (sk. 1.att.), ka efektīvai jaunu risinājumu un zināšanu radīšanai ir jāizmanto lietotāju datu ievades iespēju agregācija,

kopējās darbības metodikas, jaunas ražošanas un izplatīšanas stratēģijas, kā arī jaunas informācijas vākšanas un apstrādes tehnoloģijas (*viki*, tīmekļa žurnāli, *widgets*, *mashups* utt.).

Daudzvalodu e-vietnes koncepcija operacionālo IT risku pētīšanai

Pētījuma rezultātā ir formalizētas galvenās konceptuālās prasības izstrādājamajai IT risku pārvaldības digitālai pētnieciskai videi jeb e-vietnei, izmantojot mūsdienīgās tehnoloģijas un paņēmienus. Sistēmai ir jānodrošina šādu galveno funkciju veikšana:

- iespēja vākt un apkopot IT risku pārvaldības zināšanas;
- iespēja ģenerēt saturu un būt pieejamai lietotājiem ar dažādām saskarsmes valodām;
- iespēja klasificēt zināšanas un izveidot kopsakarības starp pētāmajiem jēdzieniem;
- esošo zināšanu apkopošana, sintēze un jaunu zināšanu izveidošana.

I Iespēja vākt un apkopot IT risku pārvaldības zināšanas

Pētot mūsdienu informācijas tehnoloģijas, tiek piedāvāts nodrošināt zināšanu vākšanu un apkopojumu sistēmā uz sociālās tīklošanas paradigmas *viki* bāzes. *Viki* ir tīmekļa vietne, kuras struktūru un saturu veido lietotāji, kuriem ir pieeja šai vietnei. Kaut gan *viki* jēdzienam nav precīzas definīcijas [2, 9], galvenā ideja ir tā, ka *viki* ir kolektīva tīmekļa vietne, kurā daudzi dalībnieki var izveidot vai rediģēt noteikta satura tīmekļa lapas, izmantojot tīmekļa pārlūkprogrammatūru. Par *viki* sauc arī programmatūru, kas ļauj izveidot un pilnveidot šāda veida tīmekļa vietnes. *Viki* tehnoloģija, kuras pamatā ir grafs, kura mezgli ir atzīmēti ar atslēgvārdiem (terminiem) un ar tiem asociētiem šķirklīem, ir piemērota personālās zināšanu bāzes izveidošanai un pilnveidošanai un var tikt integrēta ar citiem *viki*, piemēram, ar *Wikipedia* vai citām vārdnīcām un enciklopēdijām. Mūsdienās *viki* izmanto uzņēmējdarbībā iekšējo tīklu (*intranet*) un zināšanu pārvaldības sistēmu (*Knowledge Management systems*) izveidošanai.

II Iespēja ģenerēt saturu un būt pieejamai lietotājiem ar dažādām saskarsmes valodām

Šī sistēmas funkcija tiek realizēta uz mašīntulkošanas sistēmas bāzes. Mašīntulkošana ir datoru lingvistikas apakšnozare, kas pēta datortehnoloģiju izmantošanas iespējas teksta vai runas tulkošanai no vienas dabiskās valodas citās. Vienkāršākajā variantā mašīntulkošana veic vienkāršu vienas dabiskās valodas vārdu substitūciju ar citas valodas vārdiem. Korpusa lingvistikas (*Corpus Linguistics*) metožu izmantošana sniedz sarežģītākas tulkošanas iespējas, ļaujot labāk apstrādāt lingvistikas tipoloģijas, frāžu atpazīšanas un idiomu tulkošanas atšķirības, kā arī anomālijas.

Tulkošanas process ir iedalāms divos vispārējos posmos:

- 1) izejas teksta nozīmes dekodēšana;
- 2) nozīmes pārkodēšana mērķa valodā.

Eksistē vairākas mašīntulkošanas tehnoloģijas:

1. Likumu balstītā tulkošana – uz lingvistikas likumiem balstīta metode, ar kuru vārdi tiek tulkoti lingvistiski – katram tulkojamajam vārdam tiek atrasts piemērotākais tulkojums mērķa valodā. Likumu balstītās tulkošanas paveidi:
 - pārnese balstītā mašīntulkošana – visizplatītākā mašīntulkošanas metode, balstoties uz interlingvas (starptautiska palīgvaloda; abstrakta, konkrētas valodas neatkarīgs satura atspoguļojums) ideju un izmantojot lingvistikas likumus, kas definē atbilstību starp izejas un mērķa valodas struktūrām;
 - interlingvāla tulkošana – klasiska tulkošanas metode, kura sākotnējo tekstu transformē interlingvā, bet mērķa tulkojums tiek veidots no interlingvas;
 - vārdnīcas balstītā tulkošana – tulkošana, izmantojot vārdnīcas.
2. Statistiskā tulkošana – tulkošana ar statistiskām metodēm, balstoties uz divvalodu teksta krājumu.

3. Piemēru balstītā tulkošana – tulkošana, balstoties uz analogijām, un ir uzskatāma par mašīnprogrammētības lietojumu balstītās spriešanas paņēmieni.

III Iespēja klasificēt zināšanas un izveidot kopsakarības starp pētāmajiem jēdzieniem

Mūsdienu zināšanu pārvaldības zinātne piedāvā vairākas tehnoloģijas zināšanu klasificēšanai un kopsakarību izveidošanai starp jēdzieniem. Izstrādājamajā sistēmā šī funkcija tiek nodrošināta uz kolaboratorijas un sociālo tīklu tehnoloģiju bāzes.

Termins „kolaboratorija” (*collaboratory = collaboration + laboratory*) apzīmē kopīgu zinātnisku infrastruktūru, kas satur kopīgi izstrādājamās un izmantojamās datu bāzes, telekonferences un sakaru līdzekļus, piekļūšanas līdzekļus pie apvienotajiem tīklu resursiem globālu zinātnisku pētījumu un eksperimentu kopīgai veikšanai [6]. Kolaboratorijai ir jāatbalsta četras galvenās iespējas: datu un informācijas kopīga izmantošana, programmnodrošinājuma kopīga izmantošana, attālinātā instrumentārija pārvaldīšana un komunikācija ar attālinātiem kolēģiem.

Ar sociālo tīklu parasti tiek saprasta sociāla struktūra, kuras mezglus sastāda organizācijas vai atsevišķi cilvēki, bet sakari starp tiem apzīmē uzstādītās mijiedarbības (uzņēmējdarbības, ģimenes, draudzības utt.). *Internet* tehnoloģiju izmantošana piedāvā neierobežotas iespējas digitālu sociālo tīklu radīšanai — tīmeklī ir viegli atrast cilvēkus ar līdzīgiem uzskatiem, interaktīvā iepazīšanās un saskarsme arī notiek vieglāk. Šie faktori ir izsaukuši lielo sociālo tīklu skaita rašanos un attīstību. Turklāt tehnoloģijas, ar kuru palīdzību top sociālie tīkli (tīmekļa forumi, žurnāli, *wiki*, u.c.) ir viegli uzstādāmi un izmantojami, un patlaban katrs, kuram ir tāda vēlēšanās, var organizēt savu tīklu.

IV Esošo zināšanu apkopošana, sintēze un jaunu zināšanu izveidošana

Zināšanu apkopošana sistēmā tiek veikta, balstoties uz apspriešanos tīmekļa žurnālos un forumos.

Mūsdienu tīmekļa žurnāla jeb emuāra (*weblog, blog*) tehnoloģijas panti ir klasiska tēžu jēdziena analogija. Tās ir personu vai organizāciju tīmekļa vietnes, kurās tiek vākta informācija par noteiktu tematu vai tematu kopu, to regulāri atjauninot. Informāciju tīmekļa žurnālos var rakstīt pats vietnes īpašnieks, to var pārrakstīt no citām vietnēm, informāciju var piegādāt arī citi tīmekļa žurnālu lietotāji, veidojot komentārus un diskutējot par attiecīgajiem tematiem. Turklāt ir iespējama automātiska šablona radīšana tēzēm, kas ir publicējamās emuāros, uz informācijas bāzes no *wiki* lapaspusēm un ar tiem asociētām personālajām piezīmēm. Tīmekļa žurnāli var tikt integrēti ar citām tīmekļa žurnālu sistēmām. Tīmekļa žurnālos tāpat var būt ierakstīta pētījumu gaita, esošo eksperimentu rezultāti, jaunas sintezētas domas.

Vēl viens svarīgs, bet jau pietiekami sen izmantots asinhronās komunikācijas mehānisms ir forums. Forums parasti ir saistīts ar mājaslapu, personu, tīmekļa žurnālu u.tml. un ļauj lietotājam lasīt un apspriest saturu, tādējādi nodrošinot divpusējus sakarus starp lietotājiem.

Apkopojot iepriekš teikto, var secināt par izveidojamās sistēmas atklātību, ar ko mēs saprotam tādu sistēmu, kurai piemīt spēja sadarboties ar apkārtējo vidi – cilvēku, informācijas avotu, citām sistēmām, kā arī paplašināties.

Ņemot vērā izstrādājamās sistēmas funkcijas un raksturu, var izvirzīt attiecīgas prasības programmnodrošinājumam, uz kura bāzes ir veicama IT risku daudzvalodu pārvaldības sistēmas izstrāde.

Galvenās no tām ir šādas:

- internacionalizācija (*internationalization*) – maksimāla lietotāju skaita nodrošināšana dažādās saskarsmes valodās ar informācijas apmaiņas iespēju, lai varētu apkopot esošās un izveidot jaunas zināšanas;

- sadarbības spēja (*interoperability*) – vairāku aparatūras un programmatūras platformu iespēja sadarboties sava starpā;
- lietotāju mobilitāte (*users mobility*), kad piekļuve sistēmai tiek nodrošināta no vairākām, tai skaitā arī no mobilajām, ierīcēm (mobilajiem tālruņiem, viedtālruņiem u.c.);
- atvērto standartu (*open standards*) un atvērtā programmnodrošinājuma (*open software*) izmantošana, kas ļauj ne tikai nodrošināt sistēmas sadarbības spēju, bet arī kardināli samazināt komercstandartu un komercprogrammatūras izmantošanas izmaksas.

IT risku daudzvalodu pārvaldības e-vietnes tehniskās realizācijas projektrisinājumi

Darbā piedāvātās koncepcijas praktiskās aprobācijas mērķis ir izstrādāt daudzvalodu sociālās tīklošanas vietni ar pielietojumu IT risku zināšanu pārvaldībai. Par praktiskās aprobācijas pamatu ir izvēlēta sociālās tīklošanas paradigma *viki*, kas ir vienkāršas, asinhronas, tīmekļa balstītas hiperteksta kopīgas autorēšanas sistēmas.

Daudzas populāras *viki* sistēmas ir internacionalizētas, lai uzturētu daudzvalodu atbalstu. Piemēram, daudzas *viki* vietnes ir iespējams nokonfigurēt tā, lai mijiedarbība starp vietni un tās lietotājiem notiktu noteiktā valodā. Taču fakts, ka *viki* sistēma ir internacionalizēta, tomēr nenozīmē, ka tā ir labi piemērota daudzvalodu saturam. Lielākais vairums sociālās tīklošanas vietņu (pat tās, kuras ir internacionalizētas) katrā laika momentā spēj uzturēt tikai vienu vietnes valodu un nevar labi darboties situācijās, kad ir nepieciešams vienu un to pašu saturu vienlaicīgi publicēt vairākās valodās. Šeit gan eksistē vairāki izņēmumi, piemēram, *MediaWiki*, *TWiki* [4] un *XWiki*, kuras piedāvā saturu vairākās valodās. Taču šīs nav īsti daudzvalodu sistēmas, jo tās nepiedāvā vienu un to pašu saturu dažādās valodās. Patiesībā tās ir paralēlu kopienu kolekcijas, kas veido saturu par līdzīga satura tēmām dažādās valodās ar nelielu sinerģiju starp valodām – tā ir paralēlā autorēšanas pieeja [1]. Kaut gan paralēlai autorēšanas pieejai ir divas priekšrocības – nav nepieciešami speciāli daudzvalodu rīki un saturs katrā valodā ir viegli adaptējams noteiktām lingvistiskām un nacionālajām īpatnībām, tomēr joprojām pastāv problēma, ka nav pilnvērtīgu daudzvalodu sociālās tīklošanas sistēmu ar identisku saturu to uzturētajās valodās.

Pamatojoties uz tradicionālo sociālo tīklošanas sistēmu daudzvalodu atbalsta problēmām, šajā darbā tiek piedāvāta jauna zināšanu daudzvalodu pārvaldības sistēmas koncepcija, kurā ir uzlabotas daudzvalodu atbalsta iespējas, līdztekus tradicionālajai internacionalizētajai tīmekļa vietnei, izmantojot integrētus mašintulkošanas rīkus.

2.attēlā ir parādīta piedāvātās daudzvalodu sistēmas arhitektūra, kas ir balstīta uz trim vispārējiem darbības uzdevumiem:

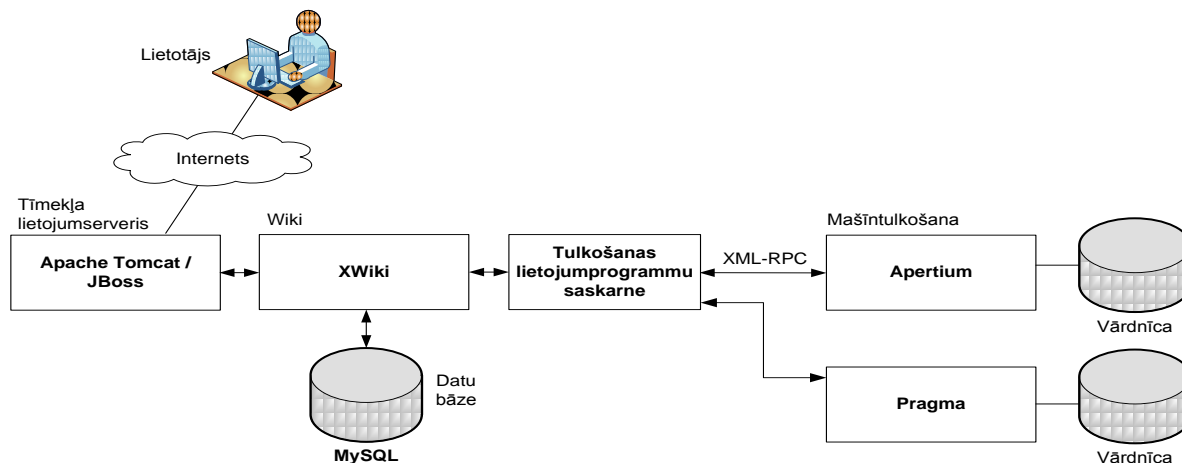
- 1) informācijas pieejamība dažādās valodās;
- 2) satura autorēšana dažādās valodās;
- 3) dažādu tulkošanas rīku un veidu uzturēšana:
 - mašintulkošana;
 - manuāla tulkošana un mašintulkotā satura rediģēšana.

Tīmekļa vietnes pamata funkcionalitātes nodrošināšanai ir izvēlēta atklātā pirmkoda LGPL licencēta sistēma *XWiki*. Tā ir progresīva ar *Java* programmēšanas valodu izstrādāta programmatūra, kas iekļauj vairākas profesionālas funkcijas: lietotāju tiesību pārvaldi (pēc *viki*, apgabala, lappuses, lietojuma grupas un tamlīdzīgi), satura eksportu PDF dokumentu formātā, pilna teksta meklēšanu, versiju kontroli, spraudņus, lietotāja lietojumprogrammatūras saskarni (API) un programmēšanas iespējas. *XWiki* projekti piedāvā gan platformu sadarbības lietojumprogrammu izstrādei, izmantojot *viki* paradigmu, gan produktus, kas izstrādāti uz *XWiki* platformas bāzes.

Mašintulkošanas uzdevumu izpildei ir pieejami gan atklātā pirmkoda, gan komerciālie rīki, piemēram, *Apertium*, *Pragma*. Atklātā pirmkoda mašintulkošanas rīks *Apertium* izmanto „seklās pārnese” (*Shallow-Transfer*) mašintulkošanas pieeju, veicot pakāpenisku ieejas

teksta apstrādi vairākos etapos: deformatēšana, morfoloģiskā analīze, vārdšķiru neviennozīmības novēršana, seklā strukturālā pārnese, leksiskā pārnese, morfoloģiskā ģenerēšana, reformatēšana.

XWiki sasaistei ar mašintulkošanas programmatūru ir nepieciešams papildus modulis – tulkošanas lietojumprogrammu saskarne (TLS), kas nodrošina divpusēju informācijas apmaiņu ar tulkošanas programmām. XWiki caur TLS nodod tulkojamo saturu mašintulkošanas programmatūrai, un pārtulkotais saturs caur TLS tiek nodots atpakaļ XWiki sistēmā. Tālāk lietotāju ziņā ir mašintulkotā satura rediģēšana un pilnveidošana.



2.att. Sistēmas arhitektūra

Secinājumi

Nepieciešamība pēc efektīvu pētījumu operacionālo IT risku pārvaldības jomā nodrošināšanas norādīja uz specializētās pētnieciskās vides vajadzību, kurā pētnieki ar dažādām saskarsmes valodām varēs vienoti pilnveidot esošās operacionālo IT risku pārvaldības tehnikas un izveidot jaunas zināšanas.

Pētījuma ietvaros tika izpētītas mūsdienu IT izmantošanas tendences e-vietņu izstrādāšanā, apskatītas un izanalizētas vairākas informācijas tehnoloģijas, kas var nodrošināt pētniekus ar iespējām vākt, apkopot un izveidot jaunas zināšanas daudzvalodu saskarsmes vidē. Uz šo pētījumu bāzes tiek izstrādāta daudzvalodu e-vietnes koncepcija operacionālo IT risku pētīšanai, kā arī piedāvāti koncepcijas praktiskās realizācijas projektu risinājumi. Piedāvāta koncepcija ir pietiekami elastīga, lai būtu izmantojama arī citās pētnieciskās sfērās, kā arī pielietojama apmācības nolūkiem.

Daudzvalodu e-vietnes koncepcijas operacionālo IT risku pētīšanai praktiskā realizācija, balstoties uz izstrādāto koncepciju, ir turpmāko pētījumu uzdevums.

Summary

The Latvian Republic integration into the European Union and corresponding economic growth determines the rapid extension of monetary and financial system. Due to the increased intensity of performed financial operations, monetary and financial institutions became very vulnerable to operational risks. In many cases, the high level of operational risks is conditioned by IT system failures. The conducted analysis indicates inadequate management of risks in the IT field. The paper presents an approach of researches effective organization in sphere of operational IT risk governance in monetary and financial institutions.

When analysing applications of IT for operational IT risk research purposes, it is possible to select a number of influencing facts. In authors' opinion, the most important of them are the increased amount of information related to the permanent development of technologies and entrepreneurial activity, and the mass introduction in research of technologies on the basis of

the Internet, including Web 2.0 technologies. The first factor causes changes in knowledge of the specialisation, and determines the main requirements of the environment for research, the rapid transmission of knowledge and abilities of the researchers from different geographical regions. The second factor allows an increase of the creative potential of researchers, provides joint creation and use of information resources and collaboration and expansion of functional possibilities for researches. For this purpose, the application of digital multilanguage research area is advised, which can simplify discussion processes for users/researchers from different countries. The concept of multilanguage website is developed based on performed analysis of following modern IT application trends of website development: Web 2.0., social networks, blogs, wiki, etc. The key components of the mentioned technologies are easy-to-use instruments and general or social relationship systems having the expected results. One of the most interesting results is the phenomenon which is often named 'Collective Intelligence', describing the situation when the potential influence of information between the users of World Wide Web grows very quickly.

As a practical result of research, the main conceptual requirements were formalised for the developed environment of e-research of operational IT risk governance in monetary and financial institutions. For developed operational IT risk research e-environment the following basic functionality is defined:

- permanent development of research materials, with the possibility of their modernisation by different researchers with different native languages;
- generalisation of existing knowledge and the creation of new knowledge – researchers create materials themselves and communicate with other researchers through technologies, enabling the distributed creation of materials and division of responsibility in the process of forming and the use of resources;
- applications in the process of research large sections of the aggregated information sources which includes in itself all possible formats of files and methods of their transmission;
- studying of materials takes place at any time and at any place: all information sources can be used not only by computers but also by mobile telephones, MP3 players etc.

The presented concept is developed within the project, which is devoted to the research of operational IT risk governance in monetary and financial institutions. Still, the advised concept can be easily adapted for other research areas.

Izmantotās literatūras saraksts

1. Désilets A., Gonzalez L., Paquet S., Stojanovic M. Translation the Wiki Way. Proceedings of the 2006 International symposium on Wikis, Odense, Denmark, 2006.
2. Eberbash A., Glaser M., Heigl R. Wiki-Tools: Kooperation im Web, Springer-Verlag: Berlin, 2005.
3. How businesses are using Web 2.0: A McKinsey Global Survey. The McKinsey Quarterly, 2007.
4. Hüttenegger G. Open Source Knowledge Management. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2006.
5. Klimov R., Reznik A., Solovjova I., Slihte J. The Development of the Operational IT Risk Management Concept, Scientific Proceedings of Riga Technical University, Vol.5, 2008.
6. Kouzes R.T., Myers J.D., Wulf W.A. Collaboratories: Doing Science on the Internet. IEEE Computer, August, 1996.
7. Moosa I. Operational Risk Management. Antony Rowe Ltd., 2007.
8. O'Reilly T. What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. O'Reilly Media, Inc., 2005.
9. West A.J., West M.L. Using Wikis for Online Collaboration: The Power of the Read-Write Web. Jossey-Bass, A Wiley Imprint, 2009.
10. Young G.O. For Technology Product Management & Marketing Professionals. Forrester, 2007.

EVOLUTIONARY ALGORITHMS AT CHOICE: FROM GA TO GP

EVOLŪCIJAS ALGORITMI PĒC IZVĒLES: NO GA UZ GP

Peter Grabusts

Rezekne Higher Educational Institution
Atbrivoshanas al. 90, Rezekne LV 4600, Latvia
Phone: +(371)4623798, e-mail: peter@ru.lv

Abstract. Nowadays the possibilities of evolutionary algorithms are widely used in many optimization and classification tasks. Evolutionary algorithms are stochastic search methods that try to emulate Darwin's principle of natural evolution. There are (at least) four paradigms in the world of evolutionary algorithms: evolutionary programming, evolution strategies, genetic algorithms and genetic programming. This paper analyzes present-day approaches of genetic algorithms and genetic programming and examines the possibilities of genetic programming that will be used in further research. The paper presents implementation examples that show the working principles of evolutionary algorithms.

Keywords: evolutionary algorithms, genetic algorithm, genetic programming.

Evolutionary algorithms: an introduction

Evolutionary algorithms (EA) are population-based meta-heuristic optimization algorithms that use biology-inspired mechanisms like mutation, crossover, natural selection, and survival of the fittest in order to refine a set of solution candidates iteratively [1].

All EA have three features in common:

1. They use a *population* of potential solutions to the problem that is to be solved.
2. They rate the quality of these solutions with an objective function, and base the *selection* of surviving solutions on this quality measure.
3. They have a *reproduction* stage in which new solutions are constructed inheriting traits from current solutions.

Three basic mechanisms drive natural evolution: *reproduction*, *mutation* and *selection*. These mechanisms act on the chromosomes containing the genetic information of the individual (the genotype), rather than on the individual (the phenotype). Reproduction is the process in which new individuals are introduced into population. During reproduction, recombination or crossover occurs, transmitting to the offspring chromosomes that are common of both parent's genetic information. Mutation introduces small changes into the inherited chromosomes. Selection is a process guided by the Darwinian principle of survival of the fittest. The fittest individuals are those who are best adapted to their environment, and who thus survive and reproduce.

In EA the term *chromosome* typically refers to a candidate solution to a problem, often encoded as a bit string. The "genes" are either single bits or short blocks of adjacent bits that encode a particular element of the candidate solution (e.g., in the context of multi-parameter function optimization the bits encoding a particular parameter might be considered to be a gene). An allele in a bit string is either 0 or 1; for larger alphabets more alleles are possible at each locus. Crossover typically consists of exchanging genetic material between two single chromosome parents. Mutation consists of flipping the bit at a randomly chosen locus (or, for larger alphabets, replacing the symbol at a randomly chosen locus with a randomly chosen new symbol) [2].

In that way EA are search methods that take their inspiration from natural selection and survival of the fittest in the biological world. EAs differ from more traditional optimization techniques in the way that they involve a search from a "population" of solutions, not from a single point. Each iteration of an EA involves a competitive selection that weeds out poor solutions. The solutions with high "fitness" are "recombined" with other solutions by

swapping parts of a solution with another. Solutions are also "mutated" by making a small change to a single element of the solution. Recombination and mutation are used to generate new solutions that are biased towards regions of the space for which good solutions have already been seen.

The basic cycle of EA is shown in Figure 1 [3].

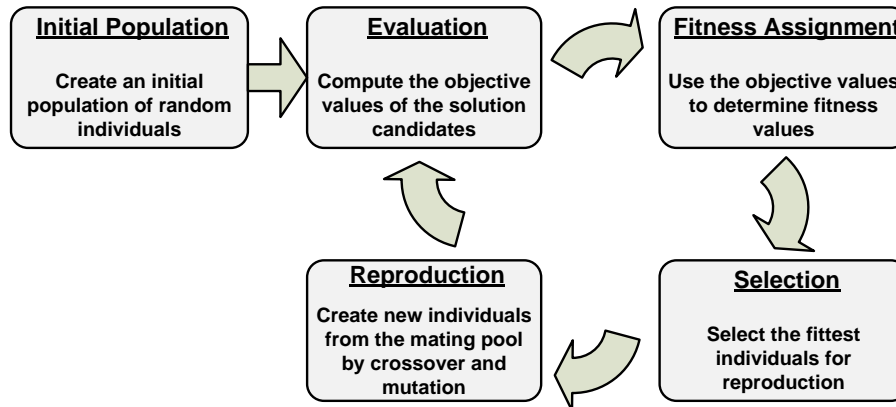


Fig. 1. The basic cycle of EA

There are several different types of EA [1]. These include:

- evolutionary programming (EP), which focus on optimizing continuous functions without recombination;
- evolutionary strategies (ES), which focus on optimizing continuous functions with recombination;
- genetic algorithms (GA), which focus on optimizing general combinatorial problems;
- genetic programming (GP), which evolves programs.

Genetic algorithms overview

GA is a subclass of evolutionary algorithms where the elements of the search space are binary strings or arrays of other elementary types. GA is an optimization and search technique based on the principles of genetics and natural selection. GA allows a population composed of many individuals to evolve under specified selection rules to a state that maximizes the “fitness” (i.e., minimizes the cost function) [1; 2; 6; 7]. The standard GA is as follows:

```

{ % Generate random population of chromosomes
  Initialize population;
  % Evaluate the fitness of each chromosome in the population
  Evaluate population; [Fitness]
  % Create, accept, and test a new population:
  while Termination_Criteria_Not_Satisfied
  { % Select according to fitness
    Select parents for reproduction; [Selection]
    % With a crossover probability perform crossover or copy parents
    Perform crossover; [Crossover]
    % With a mutation probability mutate offspring at each position in chromosome
    Perform mutation; [Mutation]
    Accept new generation;
    Evaluate population; [Fitness]
  }
}
  
```

The simple GA begins by defining the optimization variables, the cost function and the cost. It ends like other optimization algorithms by testing for convergence (see Figure 2) [5].

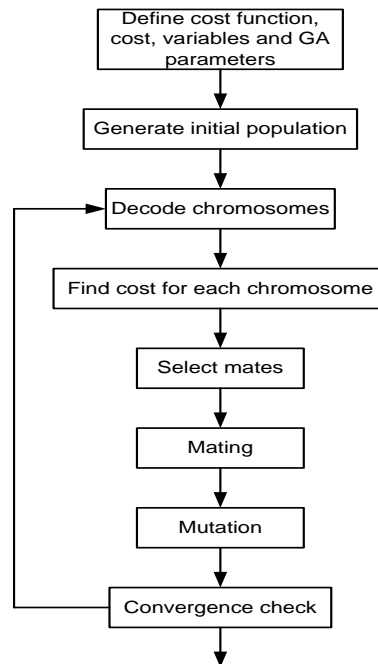


Fig. 2. Flowchart of GA

There are four main differences that separate GA from traditional search and optimization procedures:

1. GA uses an encoding of the parameters - not the parameters themselves;
2. GA searches from a population of search points - not a single point;
3. GA uses only the objective function to test solution quality - not other additional knowledge;
4. GA use probabilistic transition rules - not deterministic rules.

For practical purposes GA activity is implemented in the following way [6]. According to flowchart in Figure 3, the GA begins by defining a chromosome or an array of variable values to be optimized. Chromosome is written as an N_{var} element row vector – $chromosome=[p_1,p_2,...p_N]$. Each chromosome has a cost found by evaluating the cost function f at $p_1,p_2,...p_N$: $cost=f(chromosome)=f(p_1,p_2,...p_N)$. The initial population has N_{pop} chromosomes and is an $N_{pop} \times N_{bits}$ matrix filled with random ones and zeros. The GA works with the binary encodings, but the cost function requires continuous variables. Whenever the cost function is evaluated, the chromosome must first be decoded.

Next, the variables are passed to the cost function for evaluation. The N_{pop} costs and associated chromosomes are ranked from lowest cost to highest cost. Then, only the best are selected to continue, while the rest are deleted. The selection rate X_{rate} is the fraction of N_{pop} that survives for the next step of mating. The number of chromosomes that are kept in each generation is $N_{keep}=X_{rate}N_{pop}$. Natural selection occurs within each iteration of the algorithm.

Two chromosomes are selected from the mating pool of N_{keep} chromosomes to produce two new offspring. Pairing takes place in the mating population until $N_{pop}-N_{keep}$ offspring are born to replace the discarded chromosomes.

Mating is the creation of one or more offspring from the parents selected in the pairing process. The most common form of mating involves two parents that produce two offspring (see Figure 3) [6].

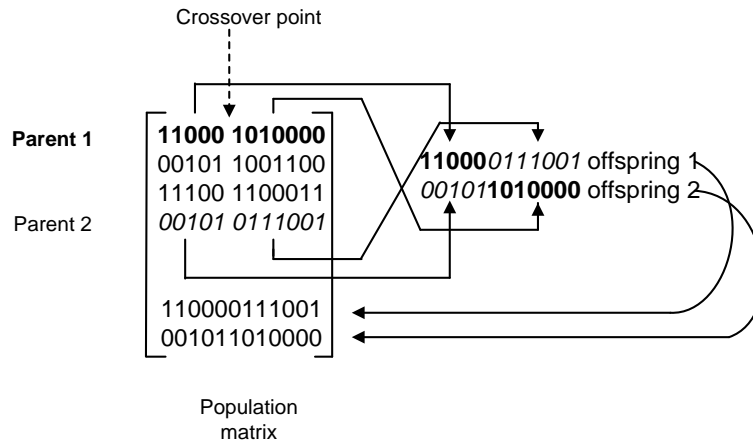


Fig. 3. The creation of offspring

Random mutations alter a certain percentage of the bits from the list of chromosomes. Mutation can introduce characteristics not in the original population. A single point mutation changes a 1 to a 0, and conversely. Mutation points are randomly selected from the $N_{pop} \times N_{bits}$ total number of bits in the population matrix. Increasing the number of mutations tends to distract the algorithm from converging on a best solution.

After the mutations take place, the costs associated with the offspring and mutated chromosomes are calculated. The number of generations that evolve depends on whether an acceptable solution is reached or a set number of iterations is exceeded. After a while, all the chromosomes and associated costs would become the same if it were not for mutations. At this point the algorithm should be stopped [6].

To illustrate the work of GA the following function has been selected $f(x)=x^2*\sin(x)$ with minimum: $f(-8.0962)=-63.635$ for $-10 \leq x \leq 10$ (see Fig. 4). Best cost=-63.635 and best solution=-8.0962.

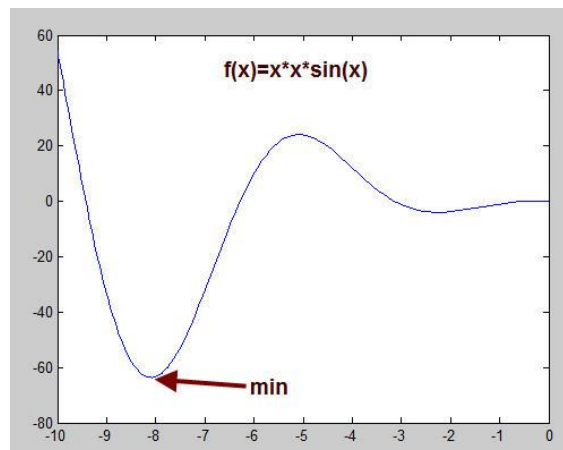


Fig. 4. Test function $f(x)=x^2*\sin(x)$

The goal of the experiment was to find the minimum of the function with the help of GA. The influence of three parameters on the quality of optimization has been investigated:

1. population size;
2. mutation rate;
3. number of bits in parameters.

In the first experiment the initial parameters have been as follows: mutation rate=0.15 and number of bits=8. In all occasions the number of iterations was 100. Results are shown in Figure 5.

The population size has been changed within the boundaries from 2 up to 128. Image a) in Figure 5 shows that the minimum of the function has been reached in cases when the population size is 8, 10, 12, 14, 16. The vertical line shows the optimal population size=8, the value of which has been used further on. It has been established, that the further increase of population size does not especially affect the quality of optimization. Image b) in Figure 5 shows the cost changes in the process of iterations at optimal population size=8.

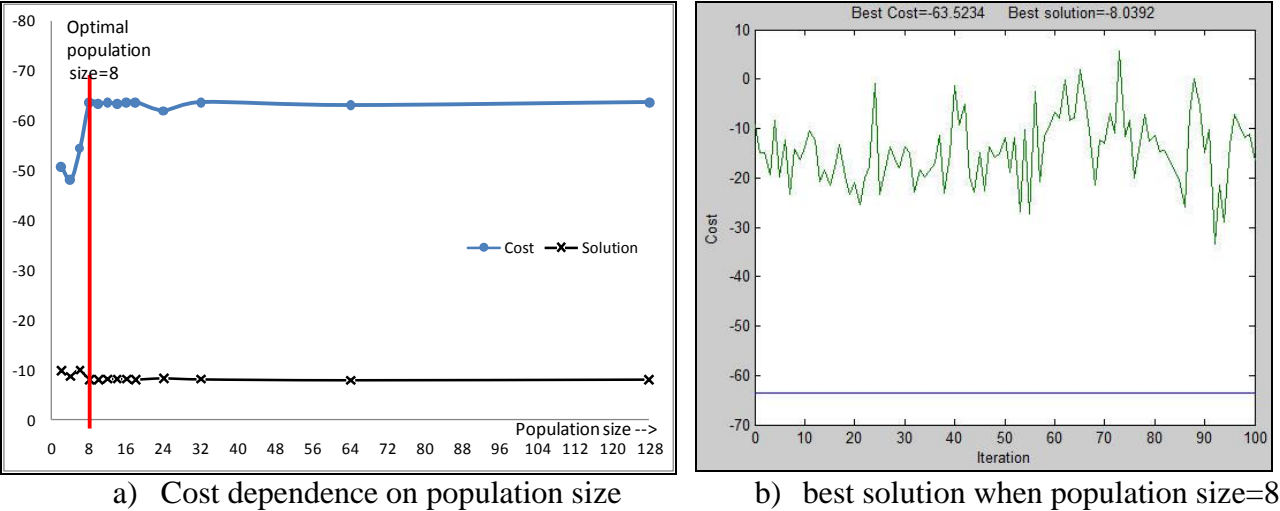


Fig. 5. Optimization dependence on parameter *population size*

In the second experiment the initial parameters have been the following: population size=8 and number of bits=8. Results are shown in Figure 6.

The mutation rate has been changed within the boundaries from 0.05 till 1.5. Image a) in Figure 6 shows that the minimum of the function has been reached in cases, when the mutation rate is from 0.15 till 0.5. The vertical line shows the optimal mutation rate=0.15. It has been established that the further increase of mutation rate does not make it possible to reach the optimal result. Image b) in Figure 6 shows the cost changes in the process of iterations at the mutation rate=0.15.

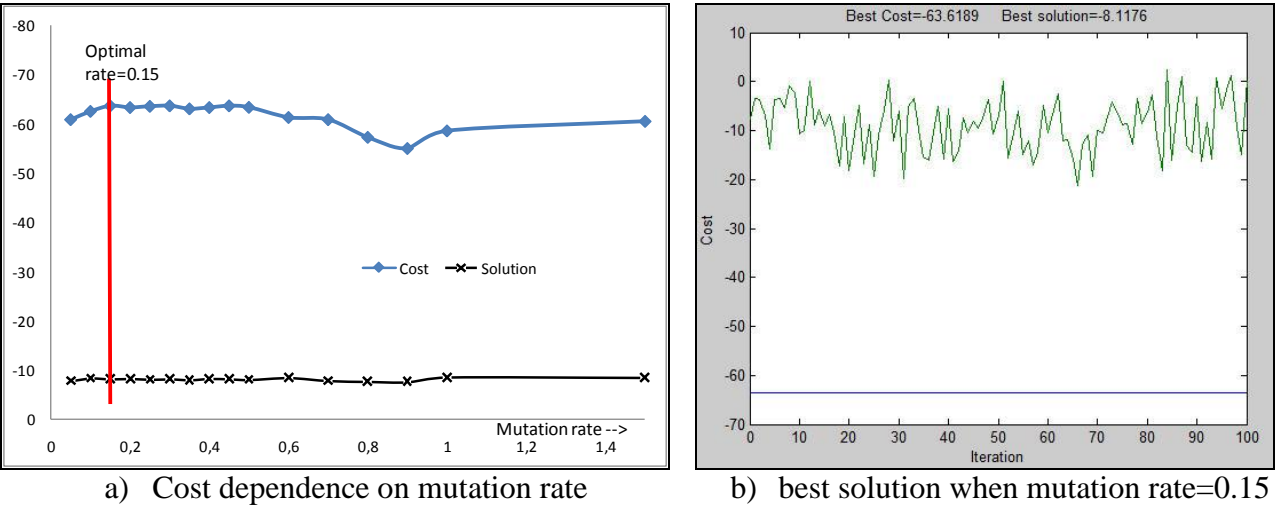
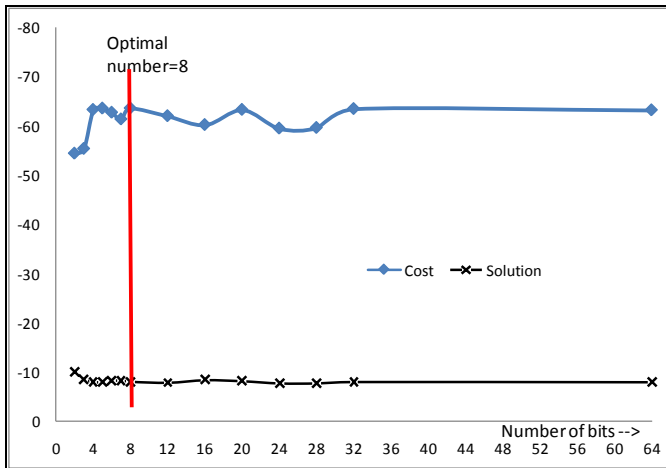
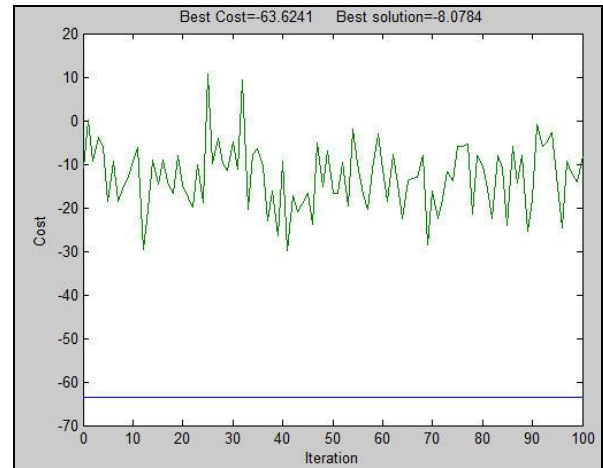


Fig. 6. Optimization dependence on parameter *mutation rate*

In the third experiment the initial parameters have been as follows: population size=8 and mutation rate=0.15. Results are shown in Figure 7.



a) Cost dependence on the number of bits



b) best solution when number of bits=8

Fig. 7. Optimization dependence on parameter number of bits

The number of bits has been changed within the boundaries from 2 till 64. It can be seen from image a) (Figure 7) that the minimum of the function has been reached at the number of bits=8. Acceptable results have been reached also when the number of bits is 20, 32 and 64. The vertical line shows the optimal number of bits in parameters=8. Image b) in Figure 7 shows the cost changes in the process of iterations at the optimal number of bits=8.

The experiment demonstrates GA usefulness in solving different optimization exercises.

The significance of genetic programming

The term *Genetic Programming* has two possible meanings. First, it is used to subsume all evolutionary algorithms that have tree data structures as genotypes. Second, it can also be defined as the set of all evolutionary algorithms that breed programs, algorithms and similar constructs [8].

The GP approach can be described as $f = f_i + e_i$, where each individual f_i is a function composed recursively from the set $F = \{f_1, \dots, f_{N_f}\}$ of N_f elementary functions and from the set $T = \{t_1, \dots, t_{N_t}\}$ of N_t terminals (e_i - random error term). Terminals can be arithmetic (+, *, /), mathematical (sin, cos), Boolean (and, or, not), conditional (if-then-else), looping (for, repeat). Terminals are operations that take no arguments but return a value (variables or constant values). Beside the variable x , terminals can be random or user defined constants. The fitness of each individual should be a continuous function of the corresponding scalar error.

The main difference between GA and GP is the representation of the solution. GA creates a string of numbers that represent the solution. GP creates computer programs in the scheme computer languages as the solution and individuals are represented as trees.

GP consists of the following four steps:

- 1) Generate an initial population of random compositions of the functions and terminals of the problem (computer programs).
- 2) Execute each program in the population and assign it a fitness value according to how well it solves the problem.
- 3) Create a new population of computer programs (copy the best existing programs, create new computer programs by mutation, create new computer programs by crossover).
- 4) The best computer program that appeared in any generation, the best-so-far solution, is designated as the result of genetic programming [8].

GP also uses reproduction, crossover, mutation and differs from other EA in the implementation of the operators of crossover and mutation.

In the case of GP search space (phenotypes) is the set of formulas and trees are the natural representation of formulas (genotypes). An example of tree-based representation is shown in Figure 8.

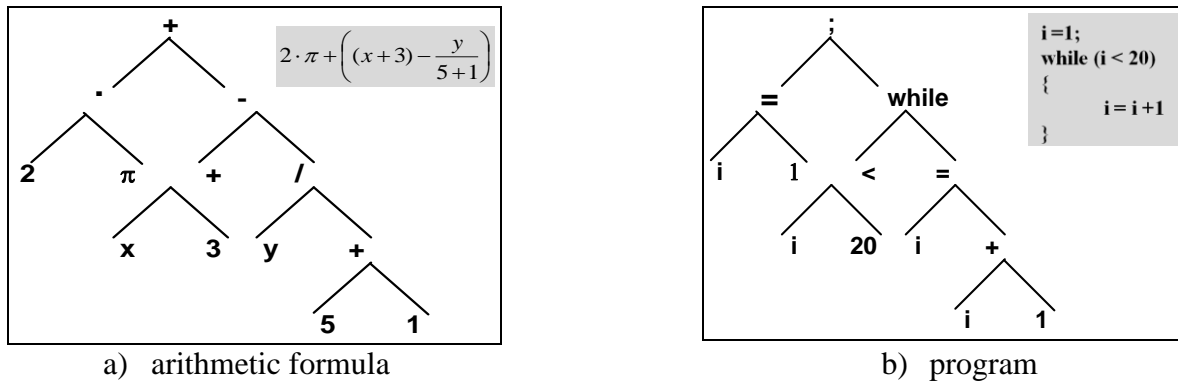


Fig. 8. An example of tree-based representation

A typical application of GP is a symbolic regression. Symbolic regression is the procedure of inducing a symbolic equation, function, or program that fits given numerical data. A GP system performing symbolic regression takes a number of numerical input/output relations, called fitness cases, and produces a function or program that is consistent with these fitness cases [9]. As an illustration the following example has been given.

GP symbolic regression method allows reconstructing of the mathematical function based on the given set of points. In this context, regression is a process in the course of which the reconstruction of the function according to a definite data set takes place. In the method of symbolic regression nor the initial coefficients of the function are known, nor the expression under search is known. One accepts that there are generated expression trees and calculates fitness (see Fig. 9).

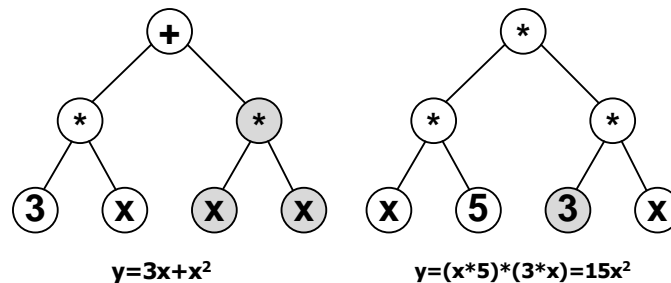


Fig. 9. Acquired pair of expressions

Afterwards, from the acquired expressions one chooses sub-trees randomly and thus new trees are obtained (see Fig. 10).

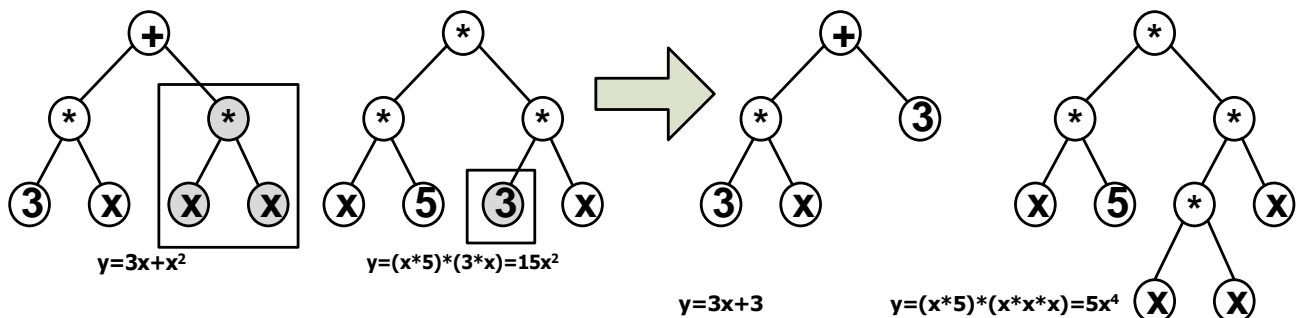


Fig. 10. Acquired new trees

On accepting that the fitness of a new tree is the best for the expression $y=3x+3$, random subtree is chosen to mutate (see Fig. 11).

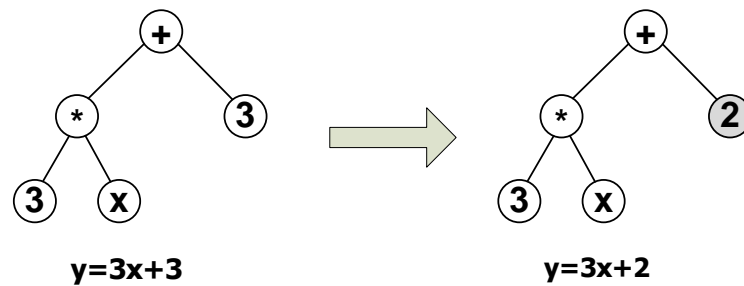


Fig. 11. Actual data generated using formula $y=3x+2+\epsilon$

Thus, the solution has been obtained with the best fitness. Other child tree has a worse fitness. Such methodology is widely applied in constructing of GP trees and is used to solve practical tasks, which will be further investigated in future work.

Conclusions and future work

EA are viewed as a global optimization method although convergence to a global optimum is only guaranteed in a weak probabilistic sense:

- GP are well suited for problems that require the determination of a function that can be simply expressed in a functional form;
- ES and EP are well suited for optimizing continuous functions;
- GA are well suited for optimizing combinatorial problems.

The main advantage of GP is that it performs a global search for a model, contrary to the local greedy search of most traditional machine learning algorithms. Methodology investigated in the paper will be used in further scientific research that will deal with the solutions by using genetic programming.

References

1. Weise T. Global Optimization Algorithms - Theory and Application, 2008. URL: <http://www.it-weise.de/index.html> - Visit date January 2009.
2. Mitchell M. An introduction to Genetic Algorithms. A Bradford Book The MIT Press, 1999.
3. Introduction on Evolutionary Algorithms. URL: <http://neo.lcc.uma.es/optcomm/introea.html> - Visit date January 2009.
4. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. Univ. of Michigan Press: Ann Arbor. Reprinted in 1992 by MIT Press, Cambridge MA.
5. A Field Guide to Genetic Programming. URL: <http://www.gp-field-guide.org.uk/> - Visit date January 2009.
6. Haupt R.L., Haupt S.E. Practical Genetic Algorithms. John Wiley & Sons, 2004.
7. Karr C., Freeman L.M. Industrial Applications of Genetic Algorithms. International Series on Computational Intelligence: CRC Press, 1999.
8. Koza J.R. Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge: MIT Press, 1992.
9. Banzhaf W., Nordin P., Keller R.E. and Francone F.D. Genetic Programming- An Introduction. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

SYSTEM DYNAMICS USE IN BLOGOSPHERE DEVELOPMENT SIMULATION

SISTĒMU DINAMIKAS PIELIETOŠANA BLOGOSFĒRAS ATTĪSTĪBAS MODELĒŠANĀ

Girts Dreija, Egils Ginters

Vidzeme University of Applied Sciences, Sociotechnical Systems Engineering Institute
4 Cesu Stret, Valmiera, LV 4200, Latvia

Ph: +(372)29266909, fax: +(372)67970126, e-mail: egils.ginters@va.lv

Abstract. *Today the Latvian blogosphere is a community of almost 200 000 blogs. Blogs have become an important part of news agencies and web portals because they deliver information to the reader faster than traditional media. To forecast the computational resources and necessary funding for community development, it is necessary to design an evolutionary model based on the data collected and give an insight into its evolution ways.*

Keywords: *blogosphere, simulation, STELLA, system dynamics.*

Introduction

The mineral wealth of Estonia – oil shale - is located in a densely populated and The creator of the first blog is believed to be Justin Hall, who created his first public web diary Links.net in 1994 while studying at Swarthmore college in Pennsylvania, USA [1]. On December 23rd 1997 Jorn Barger decided to create RobotWisdom.com for the purpose of publishing links to other websites and adding commenting on them. He called his site a “Weblog”. This term was soon used by other online publishers until in 1999 Peter Merholz transformed Bargers “Weblog” into “We blog”. For the sake of shortness, soon all online journals were referred to as blogs.

The simplest way to determine if a website can also be referred to as a blog, is to check it for some of common indicators. A website can be referred to as a blog if it has appropriate characteristics. Firstly, a blog is a type of website that is usually arranged in chronological order from the most recent entry at the top of the main page to the older entries towards the bottom [2]. Secondly, the content must be unfiltered. As soon as the authors’ opinion gets censored or edited, it is not a blog [3]. Furthermore, every blog has the possibility to leave comments, publishes links to other resources and contains content written in an informal manner [4].

Since 2002 Technorati has indexed more than 133 million blogs worldwide. They are currently tracking 112, 8 million blogs in 81 languages from 66 countries on six continents. The authors are unbelievably active and, according to Technorati, 175 000 blogs are created each day. Many blogs are updated each day which reflects as 1.6 million new entries each day. That is 18 new publications every second [5].

The Latvian blog community or blogosphere has been evolving rapidly since its beginnings. In the beginning of 2008 8% or 151 000 of the Latvian population between the ages of 15 and 74 were reading or writing blogs. Most blog readers or creators are pupils, students or managers between the ages of 15 and 39 [6].

The Latvian blogosphere is constantly evolving but there is lack of research that analyzes its current situation and the determinative factors. There is no information about the blogospheres further evolution, its affect on traditional media and the place of blogs in information exchange processes. Therefore the aim of this article is to propose an evolution model of the Latvian blogosphere based on empirical data which would empower Internet service providers to forecast necessary computing resources and funding.

Sustainability and development of the Latvian blogosphere

The Latvian blog community, according to various sources in the blogosphere, began its existence in 2000 with the technology blog pods.lv, then under a different domain. Although at first the blogs publications resembled an online magazine, as once a month a compilation of several entries was made available, pods.lv can be considered a wholesome parent of the Latvian blogging culture.

Several new sites (see Table 1), that merit their popularity not only from successful self-advertising but quality content and individuality as well, have been created since the emergence of the first Latvian blog.

Table 1.

The 10 most popular Latvian blogs (at the end of 2008) according to the Latvian RSS top (<http://www.onkulis.com/rss-tops/>) and Feedburner.com data

<i>Blog name</i>	<i>RSS readers</i>
Catonmat.net	3072
Laacz.lv	1267
Journal.lv	884
Pods.lv	855
Krizdabz.lv	769
Onkulis.com	667
Arturs.jaffa.lv	574
Nemirst.lv	545
Zloj.com	420
Archija.info	408

By the end of 2008 there were approximately 500 self-hosted blog platform blogs, as well as 200 000 blog service blogs in Latvia. Furthermore, several corporate and expert blogs, as well as RSS feed aggregators, which republish content from various blogs, have been developed.

One of the first Latvian corporate blogs was set up in November 2007 for Amigo, a trademark of Zetcom Ltd [7]. This blog serves company employees as a platform to interact with their clients and publish information in an informal manner. Latvian telecommunications company Lattelecom, as well as the editorial staff of the news portal Delfi have created their corporate blogs to give insight into the undertaking from an employee's point of view.

Expert blogs began their upswing early in 2008 when nearly every news portal and mass media agency created specific blogs for professionals in their respective fields. One worth mentioning is Nozare.lv created by Latvian news agency LETA. At the time of writing Nozare.lv consists of 25 professional blogs that share opinions and knowledge on everything from agriculture to technology. The two most popular Nozare.lv bloggers are telecommunications and IT journalist Juris Kaža and internet and mass media blogger Uldis Zariņš [8]. Latvia's largest newspapers Diena and Dienas bizness have established their own expert blog sections as well.

Three news aggregators have consolidated their niche in Latvia – Tribine.lv, Lasi.lv and Nekur.lv. Tribine.lv and Lasi.lv are considered civic journalism portals as all news are added by the readers themselves. Only a few trusted news sources are republished automatically. Readers have the opportunity to rate, comment and view the original source of every news entry.

A couple bigger and smaller blog service providers, which tempt potential bloggers with free and paid services, have introduced themselves in recent years.

The evolutional model

Observation, as a data collection method, was used for collecting blog service data. In these cases the total number of blogs, as well as the amount of active blogs, entries and comments was determined. Information that is available on the blog service providers' website, for example, statistics on klab.lv, also counts as observation data.

Respondents were surveyed electronically with a questionnaire hosted on Visidati.lv. Links to the survey were published on Orb.lv and the news aggregator Lasi.lv. The survey consisted of 23 questions and was publicly available from October 21st to November 8th 2008. During this time it was filled in by 146 respondents of which 108 were male and 38 female between the ages of 14 and 52.

Finally, the data tables involving five data sets which describe most popular blog service providers in Latvia were created:

- Blog count – shows the number of hosted blogs per blog service provider;
- Active blogs – shows the number of active blogs per blog service provider. The term “active” refers to blogs that have updated content at least once in the last 30 days;
- Entries – the total count of blog entries per blog service provider;
- Deleted blogs – the total count of deleted blogs per blog service;
- Comments - the total count of blog entry comments per blog service provider.

The sixth data set consisted of blog emergence per month data is gained from the conducted survey.

To collect the initial data for the simulation model, the data were analyzed for compliance to statistical distributions by utilizing the Kolmogorov – Smirnov test. Some typical distributions like Poisson and lognormal were tested. The assumption, that the calculated data is statistically valid for use in the simulation model and corresponds to a normal distribution, was put forward as the zero hypothesis.

The analyzed data would complies with the normal distribution and the zero hypothesis can not been dismissed, because all Asymp. Sig. (2 – tailed) values are > 0.05, which means that the average values of every data set are statistically valid and can be used in model development (see Table 2). Of course, it is understandable that number of series (only 7) is not enough for good statistical solution and Z-value in Kolmogorov-Smirnov test is higher than critical if alpha=0.05, but for justification the tendencies of the development the results would be good enough. Testing of the rest distributions given worse results.

Table 2.

Blogs data set verification by Kolmogorov-Smirnov test

		Blogs per day	Entries per day	Comments per day	Deleted per day
N		7	7	7	7
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	30,0314	33,3429	55,2129	,2543
	Std. Deviation	70,71362	26,31072	54,71461	,39841
Most Extreme Differences	Absolute	,474	,281	,206	,302
	Positive	,474	,281	,206	,302
	Negative	-,339	-,232	-,206	-,262
Kolmogorov-Smirnov Z		1,253	,742	,546	,798
Asymp. Sig. (2-tailed)		,087	,640	,927	,548

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

The designing of the evolutionary model of the Latvian blogosphere was performed in the STELLA modeling environment [9]. The model consists of 32 elements of which subdivide into 5 flows, 5 stocks, 8 converters and 14 connectors (see Fig. 1).

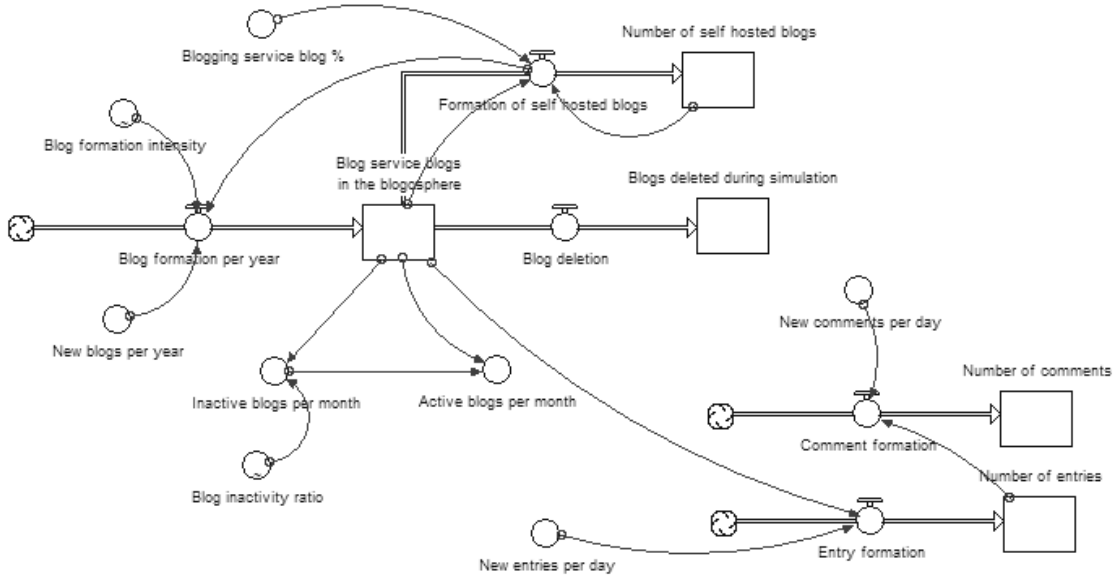


Fig. 1. The Latvian Blogosphere model in the STELLA system dynamics environment

The model was verified by using a checking calculation. A full modeling cycle of 12 months was chosen and calculations were carried out for all five stocks. The results of simulation show that the number of comments will increase in proportion to the number of blog entries (see Fig. 2).

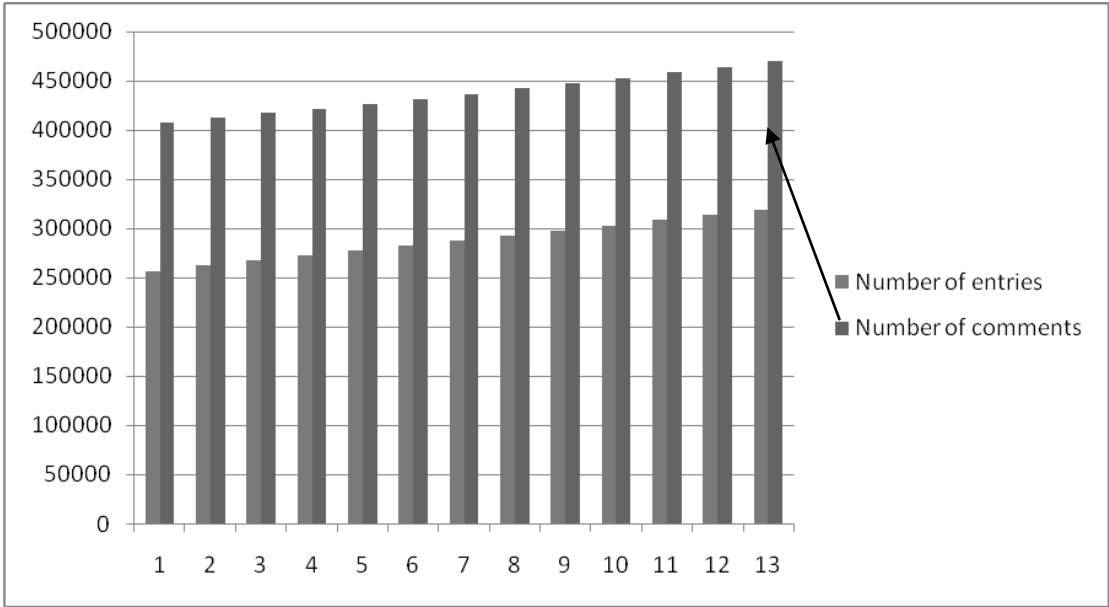


Fig. 2. Prognosis for blog entry and comment number growth

Faster increase in the amount of blog entries and comments can be seen at the beginning and end of the year which is self-evident due to the similar growth tendencies of blogs. Stagnation of entry and comment numbers will not be observed as active blogs will continue to generate content that readers will comment. Additionally, the amount of blog entries will increase due

to newly created inactive blogs. This is because most blog service providers automatically create a test entry in a newly created blog to show the user how published information will look to a reader. However, most users delete or personalize this test post when they start to actively use the blog, so it would be wrong to declare that every created blog creates one useless entry. Serious fluctuations in the growth of blog entries and comments could only be caused by massive deletion of inactive blogs, though such a scenario is incredible.

In 2008, in order to gain more readers, the tendency to republish self-hosted blog content in blog service appeared. It is to be expected that this tendency will continue in the next year and that even more bloggers will distribute their content this way. This republished content will add to the growing number of blog entries and also spawn more reader comments.

Conclusions

The evolutional model of the Latvian blogosphere in STELLA environment is the first blog coherence and progress process simulation tool in Latvia. It is designed to be an instrument for analysis of tendencies in blogs development. It enables to investigate and manage typical processes (blog formation, disappearance, proportion of active and inactive blogs) on the Latvian blogosphere.

Simulation results confirm statements made by Latvian bloggers and field experts that in 2008 Latvian blog community has reached its height and during the next 12 months a slowdown of blogospheres growth is predictable. Blog entry and comment numbers will continue to rise, however new content will be generated slower and the amount of new entries will be smaller than in previous years.

Due to this slowdown of progress, it is foreseeable that the number of readers and RSS subscribers will consolidate rather than increase. Even though many people will discover the blogosphere as a new information source, it is unlikely that blog reader numbers will double as it was at the end of 2007. New bloggers will maintain their place in the community and be responsible for a large part of newly generated content.

References

1. Harmanci R. Time to get a life -- pioneer blogger Justin Hall bows out at 31, 2005, <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?file=/c/a/2005/02/20/MNGBKBEJO01.DTL>, 30.09.2008.
2. Rowse D. Understanding the Blog Lifecycle To Prevent Common Downfalls. 2008, <http://www.problogger.net/archives/2008/05/19/understanding-the-blog-lifecycle-to-prevent-common-downfalls/>, 26.10.2008.
3. Calcanis J. Just what is a blog, anyway (Working Definitions)? 2005, <http://www.ojr.org/ojr/stories/050929/>, 21.10.2008.
4. Conniff M. Just what is a blog, anyway? 2005, <http://www.ojr.org/ojr/stories/050929/>, 21.10.2008.
5. Technorati. State of the blogosphere. 2008, <http://technorati.com/blogging/state-of-the-blogosphere/>, 22.10.2008.
6. Briča L. 8 % Latvijas iedzīvotāju pēdējo 7 dienu laikā ir lasījuši vai rakstījuši blogus. 2008, <http://www.tns.lv/?lang=lv&fullarticle=true&category=showuid&id=2798>, 22.10.2008.
7. Alberts.lv. Amigo blogs - viens no pirmajiem korporatīvajiem blogiem Latvijā. 2007, <http://www.alberts.lv/?name=actuality&mid=23560>, 26.11.2008.
8. Nozare.lv. Par Mums. 2008, <http://www.nozare.lv/info/parmums/>, 27.11.2008.
9. Iseesystems. Why Stella? 2008, <http://www.iseesystems.com/software/education/StellaSoftware.aspx>, 06.11.2008.

RĒZEKNES AUGSTSKOLAS INFORMĀCIJAS SISTĒMAS SERVISORIENTĒTĀS ARHITEKTŪRAS RISINĀJUMS REZEKNES AUGSTSKOLA INFORMATION SYSTEM SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE SOLUTION

Mihails Kijaško

Rēzeknes Augstskola

Atbrīvošanas alejā 115, Rēzeknē, tālr.+37126625775; e-mail: Mihails.Kijasko@ru.lv

Abstract. *The goal of this work is to analyze information about main principles of creating information systems using service oriented architecture and create RA integrated information system conceptual model. The proposed system model was developed based on service oriented architecture, with additional description of main principles. Final part contains RA information system service oriented architecture conceptual model with development principles. Using knowledge gathered from analyzes and examinations performed in this work, author gives proposals for integrated information system architecture development principles.*

Keywords: *Service oriented architecture, information system, Software requirements specification*

Ievads

Darba ietvaros tika izanalizēti informācijas sistēmu servisorientētās arhitektūras (SOA) izveidošanas galvenie principi un izstrādāts RA vienotās informācijas sistēmas konceptuālais modelis.

Darbā lielākais ieguldījums ir veiktie secinājumi un izstrādātās rekomendācijas. Balstoties uz SOA arhitektūras pamatprincipiem un pašreizējo informācijas sistēmu veicamajām funkcijām, tika noteikti svarīgākie arhitektūras servisi, kā arī atklāta to nozīme funkciju veikšanā.

Darba izstrādāšanas gaitā tika iegūtas ne vien teorētiskas zināšanas par SOA arhitektūras veidošanas principiem un metodoloģiju, bet arī papildinātas autora informācijas analīzes un modelēšanas prasmes.

1. Pētījuma objekti un metodes

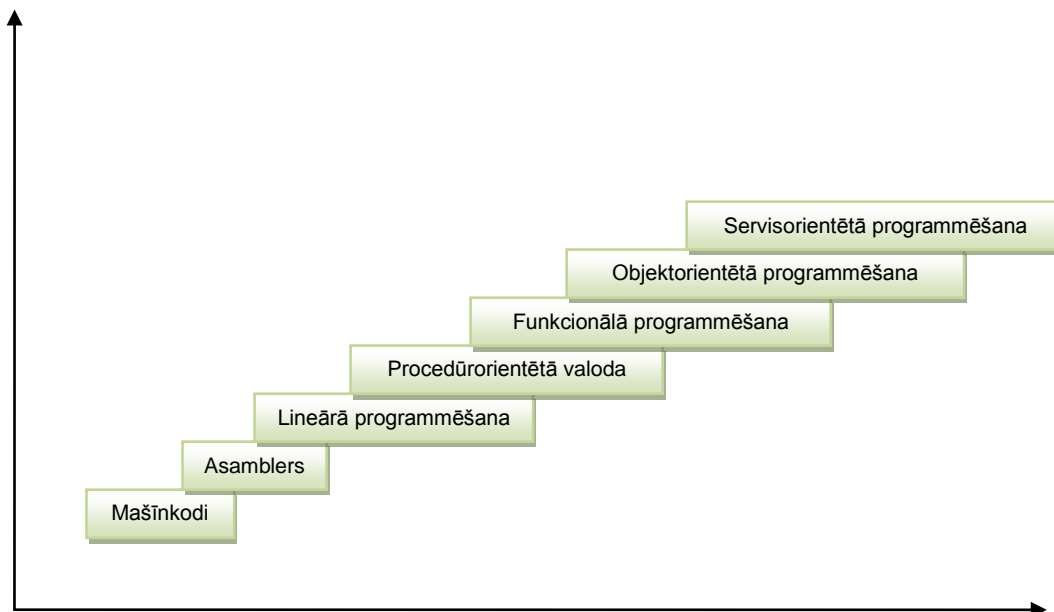
Galvenais iemesls, kāpēc autors izvēlējās tieši SOA arhitektūru, ir tas, ka atšķirībā no klientservisa arhitektūras šeit tiek integrēti biznesa procesi, nevis dati, kas ievērojami paaugstina sistēmas efektivitāti.

SOA – tā ir koncepcija, zināmā mērā ideāls modelis atšķirībā no klientservisa modeļa, kurš vai nu ir, vai nav. Tāpēc, veidojot sistēmu, var ievērot SOA principus, bet pilnībā sasniegt mērķi būtībā nav iespējams. SOA galvenā ideja ir sadalīto biznesa sistēmu komponentu modelis, kas izmanto gatavus, iespējams, dažādu ražotāju produktus, kas automātiski paredz platformneatkarīgu pieeju un atvērto standartu izmantošanu. Šobrīd SOA pamata tehnoloģija ir *Web Services*, kas, protams, nav vienīgais SOA arhitektūras realizācijas variants. Kā arī nepareizi tiks uzskatīts, ka SOA un *Web Services* ir viens un tas pats.

SOA paradīšanai bija vairāki priekšnosacījumi: SQL datubāzu, tīkla protokolu, web servisu, biznesa procesu aprakstīšanas standartu izstrāde.

SOA – ir ne tikai modelis, bet arī ir IT sistēmas realizācijas princips ar orientēšanos uz biznesa procesiem. Ideālā gadījumā SOA ir biznesa procesu kopums, kas nodrošina uzņēmuma darbību, balstoties uz IT komponentiem. Šajā gadījumā otrais tehnoloģiskais komponents ir biznesa procesu vadības (BPM - *Business process management*) līdzekļi.

Apkopojot iepriekšteikto, ir skaidrs, ka SOA projekta realizēšanai ir nepieciešami divi nosacījumi – atbilstoša IT infrastruktūra un pasūtītāja gatavība no darba organizācijas viedokļa.



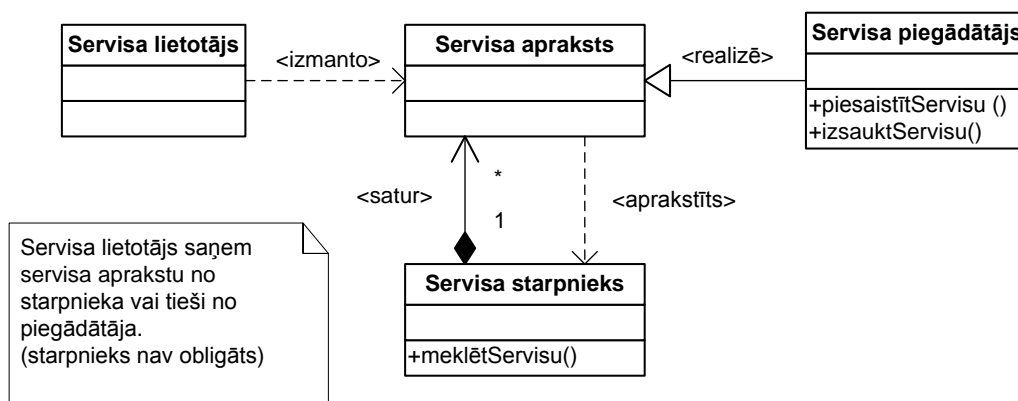
1.att. Programmēšanas evolūcija

SOA arhitektūra nav nekāds jauns risinājums, bet tomēr šo tehnoloģiju ļoti vāji piedāvā sistēmu integratori – jo tiem nav izdevīgi piegādāt sistēmu, kura ir platformneatkarīga un kuras atsevišķus komponentus var vienkārši aizvietot. Savukārt tieši programmproduktu izstrādātāji intensīvi cenšas reklamēt un popularizēt SOA. Turklāt integratori, saprotot, ka visa atbildība par sistēmas, kas sastāv no dažādu ražotāju komponentiem, korektu darbību gulstas uz viņu pleciem, nevēlas piedāvāt SOA klientiem.

1.1. SOA konceptuālais modelis

Koncepcijas pamatā ir arhitektūras stils, kas definē mijiedarbības modeli starp trim pusēm: servisa lietotāju, piegādātāju un starpnieku. Servisa piegādātājs publicē servisu un nodrošina servisa darbību. Lietotājs, lai atrastu un izmantotu nepieciešamo servisu, var griezties pie servisa repozitorija vai arī caur universālo resursa identifikatoru (URI - *uniform resource identifier*) uzreiz izmantot nepieciešamo servisu.

Metamodelis, kas atspoguļo šīs saites, ir dots 2.attēlā.



2.att. SOA arhitektūras stila meta modelis

1.2. Arhitektūras stils un principi

SOA arhitektūras stilu veido parametru un rekomendāciju kopums, kas definē vāji atkarīgu biznesorientēto servisu veidošanas principus. Šie servisi, pateicoties sadalījumam, nodrošina

sistēmas elastīgumu un neierobežotu modificēšanas brīvību, kas ļauj reaģēt uz manīgajām biznesa prasībām.

SOA arhitektūra ir uzņēmuma līmeņa arhitektūra, kas nodrošina resursu apvienošanu pēc pieprasījuma. Arhitektūra nodrošina resursu pieejamību visiem uzņēmuma dalībniekiem, izmantojot servisu grupēšanas pieeju. Servisu grupas var veidot kā saliktas aplikācijas, kuras savukārt var inicializēt, izmantojot standarta protokolus (HTTP, SOAP).

Serviss ir programmatūras resurss, ko iespējams atrast un identificēt un kuram ir ārējais apraksts. Ārējais apraksts ir pieejams lietotājiem servisu meklēšanai, sasaistei un izsaukšanai. Servisa piegādātājs nodrošina gan servisa aprakstu, gan servisa apkalpošanas kvalitātes prasības. Servisu vadībai jānotiek, izmantojot politikas, un tādējādi nodrošinātu dinamisku servisu rekonfigurāciju.

Biznesa procesu izmaiņu adaptācijas ātrumu nodrošina IT sistēma uz SOA pamata. Šīs sistēmas ir ļoti elastīgas, pateicoties saskarnes, realizācijas un protokolu piesaistes sadalījumam, kas savukārt ļauj samazināt sistēmas izmaiņu ieviešanas izmaksas.

Serviss ir iespējams izmantot atkārtoti starp iekšējām biznesa vienībām vai arī starp sadalītiem biznesa partneriem.

1.3. SOA modelēšanas principi

Lai būtu iespējams pāriet uz SOA arhitektūru, ir jāņem vērā vairāki jautumi, kuri nav saistīti ar servisu modelēšanu. Tie ir:

- Vai uzņēmums ir gatavs pāriet uz SOA arhitektūru?
- Vai esošā arhitektūra apmierina jūsu prasības?
- Vai SOA ir piemērota arhitektūra jūsu uzņēmumam?
- Kā tiek plānota pāreja uz SOA arhitektūru?
- Vai eksistējošās sistēmas komponentiem arī jāpāriet uz SOA?
- Kā ir plānots vadīt servissus?
- Kāds drošības līmenis ir nepieciešams?

1.4. SOA komponenti

Galvenos SOA arhitektūras komponentus vislabāk aprakstīt ar korporācijas IBM produktu piemēru. IBM ir viens no aktīvākajiem SOA atbalstītājiem un līderis šajā jomā. Kompānija uzskata visu savu programmatūru kā SOA platformu ar pamatu *WebSphere*, papildinātu ar citu zīmolu produktiem (*Tivoli*, *Lotus*, *Rational*, *DB2*). Kopumā SOA infrastruktūra no IBM ietver programmatūru, kas nodrošina pilnu integrāciju visā programmatūras izstrādes ciklā: modelēšana, kodēšana, ieviešana, vadība.

Modelēšanai IBM piedāvā *WebSphere Business Modeler* — līdzekli, ar kura palīdzību speciālisti var modelēt un projektēt procesu struktūru. Papildus ir iespējams izmantot *Rational Software Architect*.

Kodēšanai IBM piedāvā *WebSphere Integration Developer* - aplikāciju izstrādes līdzeklis uz *Eclipse* bāzes, kas ļauj būvēt un ieviest biznesa procesus.

Ar *Integration Developer* palīdzību var izstrādāt kompozitaplikācijas, uzskatot esošos IT resursus, kā servissus, kurus var saistīt savā starpā biznesa procesos. Kā papildus līdzekli var arī izmantot arī *Rational Application Developer*.

Sistēmas ieviešanai tiek izmantots *WebSphere Enterprise Service Bus (ESB)*, kas veido elastīgu komunikāciju infrastruktūru aplikāciju un servisu mijiedarbībai un integrācijai.

ESB uzdevumi:

- ziņojumu pārsūtīšana starp servisiem;
- transporta protokolu konvertēšana starp ziņojuma avotu un servisiem;
- ziņojumu formāta konvertēšana starp ziņojuma avotu un servisiem;
- dažādu biznesa notikumu vadība.

Vadībai ir domāts produkts *WebSphere Business Monitor*, kas ļauj kontrolēt procesu gaitu un galvenos radītājus.

IBM piedāvā arī speciālus produktus testēšanai: *IBM Rational Tester for SOA Quality* (funkcionālo iespēju testēšana) un *IBM Rational Performance Tester Extension for SOA Quality* (veiktspējas testēšana). Šie produkti automatizē darbības un savietojamības testēšanu, pārbaudot sistēmas izturību pie liela lietotāju daudzuma un nosakot maksimālo veiktspēju, kā arī ļauj noteikt funkcionālās problēmas daudzservisu vidē.

Vēl viens IBM produkts *Tivoli Composite Application Manager* ļauj nepārtraukti kontrolēt servisu gatavību, veiktspēju un saturu, veicot regulāras pārbaudes un gatavojot atskaites.

2. Rezultāti un to izvērtējums

2.1. Konceptuālais modelis

SOA ieviešanas mērķis ir izveidot servisu, kuri realizētu biznesa procesiem nepieciešamo funkcionalitāti. Tas tiek darīts, izmantojot biznesa procesu arhitektūru un biznesa procesu analīzes rezultātus. Konceptuālais modelis attēlo sistēmas arhitektūras uzbūves principus.

SOA izveidē ir nepieciešama šādu augstskolas darbības arhitektūras sastāvdaļu izmantošana:

- 1) biznesa apgabali, t.i., augstskolas darbības sfēras, piemēram, studentu imatrikulācija/eksmatrikulācija, studentu maksājumu uzskaitē;
- 2) biznesa procesi – darbības soļu secība, lai sasniegtu kādu biznesa apgabalam nepieciešamo rezultātu, piemēram, studenta kartītes izveide;
- 3) biznesa aktivitātes – atsevišķi darbības soļi, piemēram, studenta datu ievade vai eksports no reflektantu reģistra;
- 4) biznesa objekti – materiāli vai nemateriāli biznesa pasaules objekti, piemēram, studenta dati, rīkojuma dokumenti.

SOA servisu klasifikācija un steka šablons ir dots 3.attēlā.

Veidojot arhitektūras modeli, ir svarīgi atcerēties, ka:

- 1) katrs augšējā slāņa serviss var izmantot apakšējā slāņa servisu, bet ne otrādi;
- 2) bāzes slāņa datu centriskie servisi viens otru nevar izmantot.

Pareizai SOA slāņu skaita izvēlei ir liela nozīme. Ja to ir maz, tad var rasties problēmas ar atkārtotu servisu izmantošanu, ja to ir daudz – grūtības var sagādāt sistēmas ātrdarbība.

2.2. Studenta eksmatrikulācijas uzdevuma servisu arhitektūra

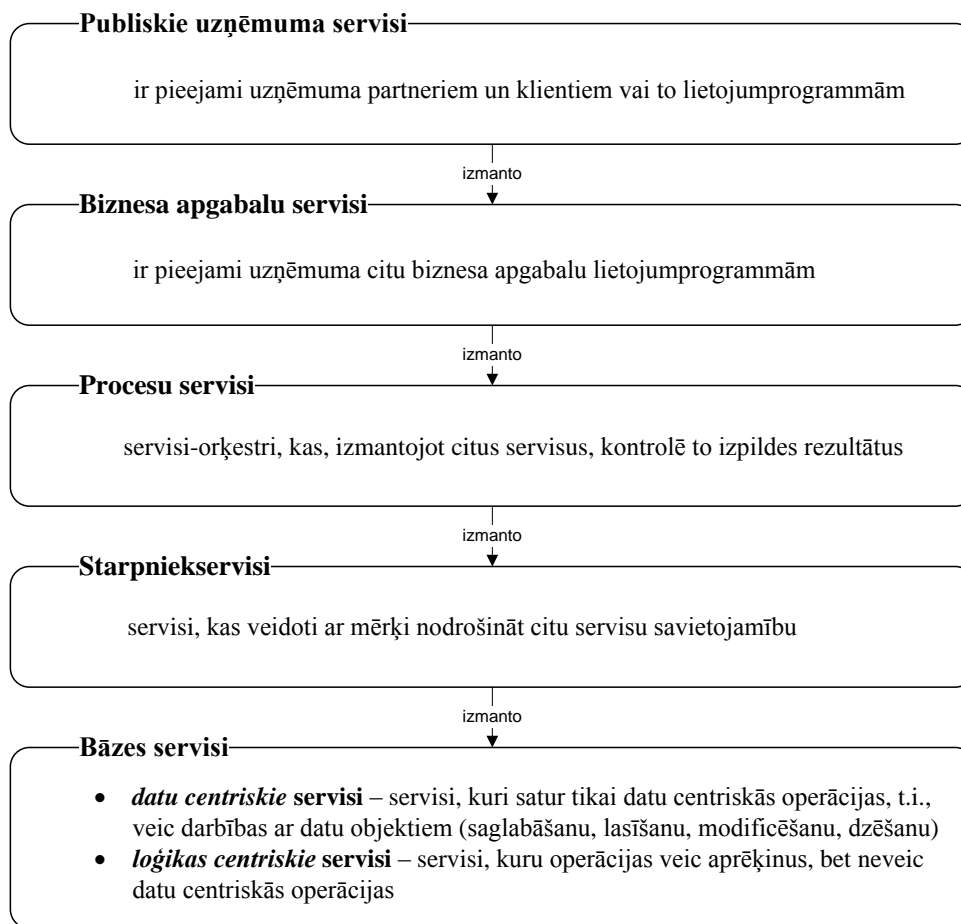
Šajā apakšnodalā ir aprakstīts lietojuma gadījuma „Studenta eksmatrikulācija” servisorientētās analīzes process, un analīzes rezultātā izveidots modelis, kas var kalpot kā paraugs citu lietojuma gadījumu projektēšanai.

Saskaņā ar SOA izveides tehnoloģiju servisu analīzi var veidot, izmantojot vienu no šādiem paņēmieniem:

- 1) ‘no apakšas’ – analizējot biznesa procesu analīzes rezultātā iegūtās aktivitātes, definējot tām atbilstošās servisu operācijas un integrējot tās servisu komponentos;
- 2) ‘no augšas’ – analizējot uzņēmuma vispārīgākās funkcijas, sadalot tās zemāka līmeņa funkcijās un biznesa procesos.

Pamatojoties uz RA studiju procesa nodrošinājuma darbības veiktās analīzes rezultātiem, tika izveidots lietojuma piemērs, balstoties uz paņēmieni „no augšas” un veicot šādus soļus:

- 1) biznesa servisa definēšana (skat. 1.tabulu);
- 2) procesu servisu noteikšana (skat. 2.tabulu);
- 3) nepieciešamo aplikāciju un atbilstošu saskarņu izvēle (skat. 3.tabulu);
- 4) servisu savstarpējās izmantošanas saikņu konstatēšana (skat. 4.attēlu).



3.att. SOA arhitektūras servisu steka šablons

1.tabula

Biznesa apgabala servisi

Nosaukums	Apraksts
Studenta eksmatrikulācijas procedūras serviss	Šajā servisā ir integrētas visas darbības, kuras tiek inicializētas, veicot RA studenta eksmatrikulācijas procedūru: <ul style="list-style-type: none"> • studenta iespējamo saistību pārbaude: ar bibliotēkām, kopmītnēm, personāldaļu, fakultāti; • eksmatrikulācijas rīkojuma izveide; • diploma pielikumu vai atzīmju izraksta sagatavošana; • studenta datu arhivēšana visās sistēmās.

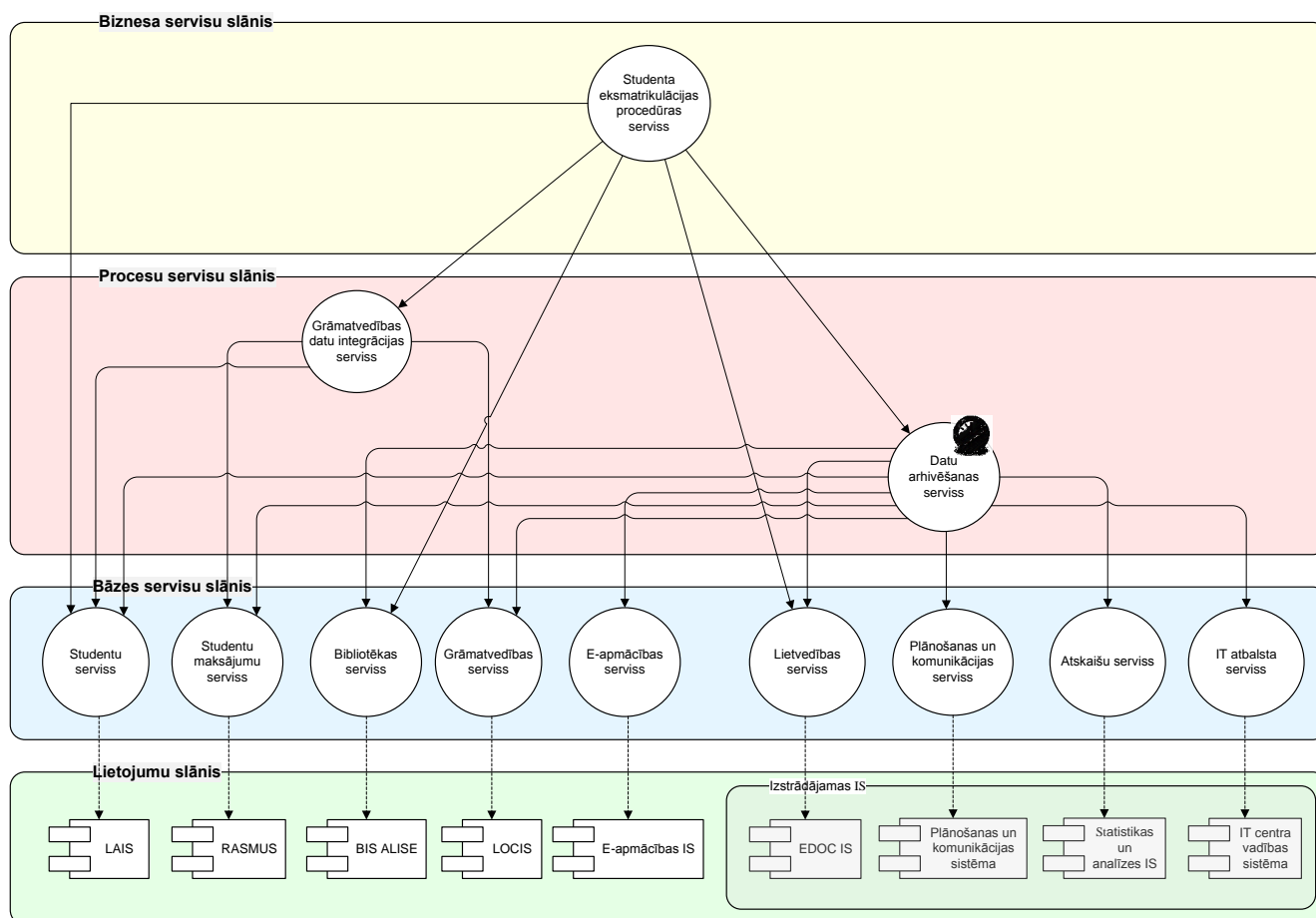
2.tabula

Procesu servisi

Nosaukums	Apraksts
Grāmatvedības datu integrācijas serviss	Servisa uzdevums ir iegūt aktuālāko informāciju par studenta finansiālajām saistībām, izmantojot bāzes servisi „Studentu serviss”, „Studentu maksājumu serviss” un „Grāmatvedības serviss”.
Datu arhivēšanas serviss	Datu arhivēšanas serviss veic eksmatrikulēta studenta datu pārvietošanu no visām RA sistēmām uz datu noliktavu.

Bāzes servisi

Nosaukums	Apraksts
Studentu serviss	Veic datu ievades un modifikācijas operācijas ar bāzes aplikācijām.
Studentu maksājumu serviss	
Bibliotēkas serviss	
Grāmatvedības serviss	
E-apmācības serviss	
Lietvedības serviss	
Plānošanas un komunikācijas serviss	
Atskaišu serviss	
IT atbalsta serviss	



4.att. Lietojuma gadījuma „Studenta eksmatkulācija” arhitektūra un servisi

Secinājumi

Darba izpildes gaitā sasniegti šādi rezultāti:

- izanalizētas RA darbības plūsmas;
- izpētīti informācijas sistēmu lietošanas gadījumi;
- izanalizētas SOA arhitektūras iespējas un izmantošanas iespējas RA IS darbā;
- izstrādāts RA vienotās informācijas sistēmas konceptuālais modelis.

Summary

Working in the course was achieved the following result:

- analyzed RA activity stream;
- researched the information system use cases;
- analysis of SOA architectural options and the possible use in RA IS;
- developed the single RA information system conceptual model.

VII

MEHATRONIKA UN VIDE

***MECHATRONICS AND
ENVIRONMENT***

SKAITLISKĀS MODELĒŠANAS PAKEŠU SALĪDZINĀJUMS LINEĀRĀS PLĪŠANAS MEHĀNIKAS UZDEVUMA GADĪJUMĀ NUMERICAL MODELLING SOFTWARE COMPARISON IN CASE OF LINEAR FRACTURE MECHANICS

Inga Vanaga, Andris Siliņš, Normunds Jēkabsons

Ventspils Inženierpētniecības centrs, Inženieru 101a, Ventspils, LV 3601

E-pasts: inga.vanaga@venta.lv, mob. tālr.: 26021571;

andris.silins@venta.lv; normunds.jekabsons@venta.lv

Abstract: The paper deals with the accordance's comparison of resources and results of several commercial and solid mechanics numerical modelling software. One of the most common fracture mechanics example is Compact Tension Specimen (CTS) which is used in this paper for testing and comparing the results of commercial solid mechanics numerical modelling software (for instance SolidWorks module CosmosWorks, Unigraphics NX technical analysis module, etc.) using nontrivial examinations to their possibility margins. Standard Griffith (A.A.Griffith) model of energy balance is used in linear models which explores the mesh size influence to the precision of results. Achieved results have been compared mutually and with the examples found in the literature.

Keywords: compact tension specimen, computer aided engineering, finite element analysis, plane strain fracture toughness, strain intensity factor.

Ievads

Pasaulē šobrīd eksistē ļoti daudzas CAD (*Computer Aided Design* – datorizētā projektēšana) programmu paketes, kas satur iebūvētos galīgo elementu analīzes (FEA – *Finite Element Analysis*) moduļus. Aplūkotie FEA moduļi ļauj virtuālajā vidē veikt nepieciešamos izstrādājamo konstrukciju mehāniskos testus, tādejādi samazinot gan jauna produkta izstrādes laiku, gan arī kopējās izstrādes izmaksas. Turklāt šādu digitālo modeļu pielietošana atbrīvo arī no dārgu reālu prototipu izveides vairāku konkurējošu dizaina koncepciju gadījumā.

Publikācijas mērķis ir novērtēt mūsu rīcībā esošo programmatūru, tās precizitāti un rezultātu atkārtojamību. Šī mērķa sasniegšanai tika modelēta klasisko kompaktās stiepes paraugu (CTS – *Compact Tension Specimen*) [3] plīšana tiem pielikta monotoni augoša slogojuma rezultātā. Pētījums tika veikts, izmantojot divas CAD/CAE programmu paketes: 1) *Dassault Systemes SolidWorks Premium FEA (Finite Element Analysis)* modulis *CosmosWorks 2007* un 2) *Siemens PLM Software Unigraphics NX6.0 FEA* modulis *Nastran Advanced Simulation*.

Rezultātu kvantitatīvais tests tika veikts, salīdzinot modelētos pārvietojumus fiksētos parauga punktos, kā arī aprēķinu gaitā iegūtos sprieguma intensitātes faktoros (*stress intensity factor*) lineāri elastīgas plīšanas mehānikas koncepta ietvaros.

Materiāli un metodes

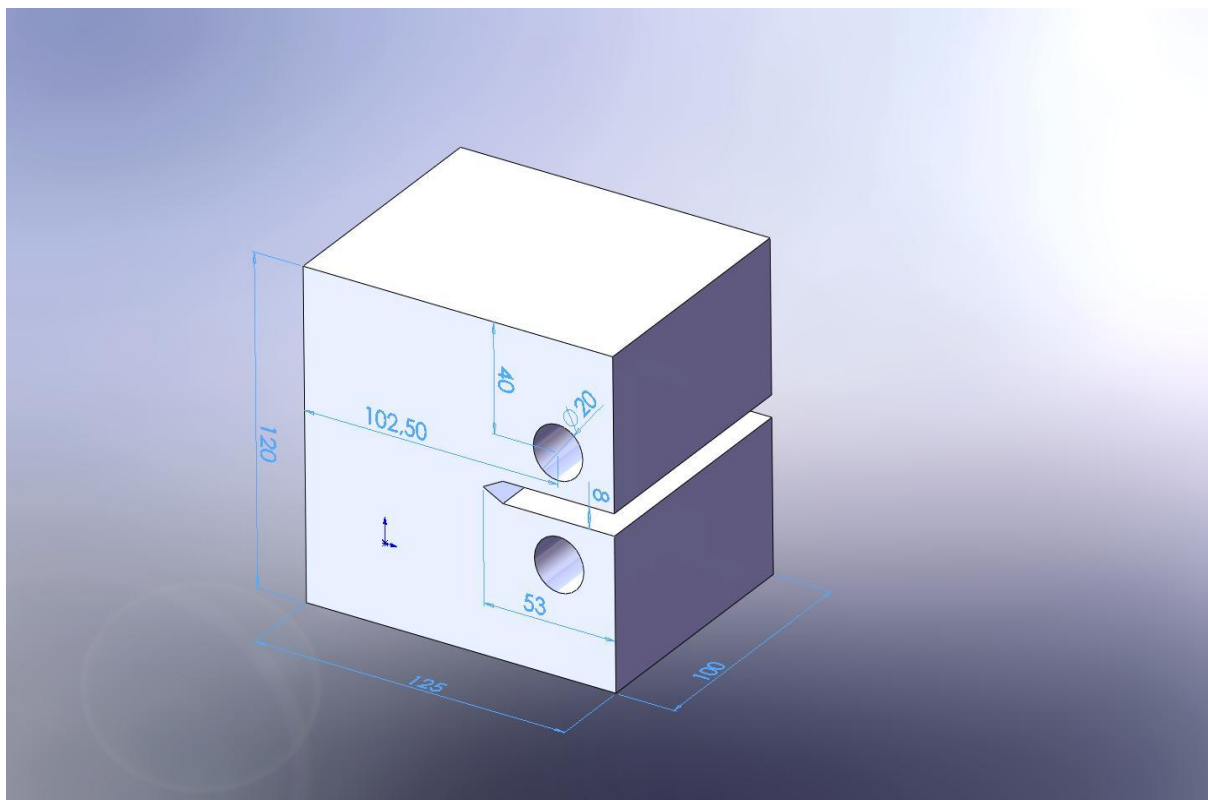
Darbā tika izvēlēta ASTM standartam [2] atbilstoša CTS ģeometrija, kas dota 1.attēlā.

Par materiālu tika izvēlēts tipisks plastisks velvējams tērauds (*ductile iron*) ar raksturīgajiem parametriem, kas apkopoti 1.tabulā.

1.tabula

Izmantojamā materiāla mehāniskās īpašības

<i>Parametrs</i>	<i>Vērtība</i>
Junga modulis	120 GPa
Puasona koeficients	0,31
Bīdes modulis (<i>shear modulus</i>)	$7,7 \times 10^{10}$ N/m ²
Stiepes izturība (<i>tensile strength</i>)	862 MPa
Plūstamības robeža (<i>yield strength</i>)	552 MPa



1.att. Modelētā CTS ģeometriskie izmēri

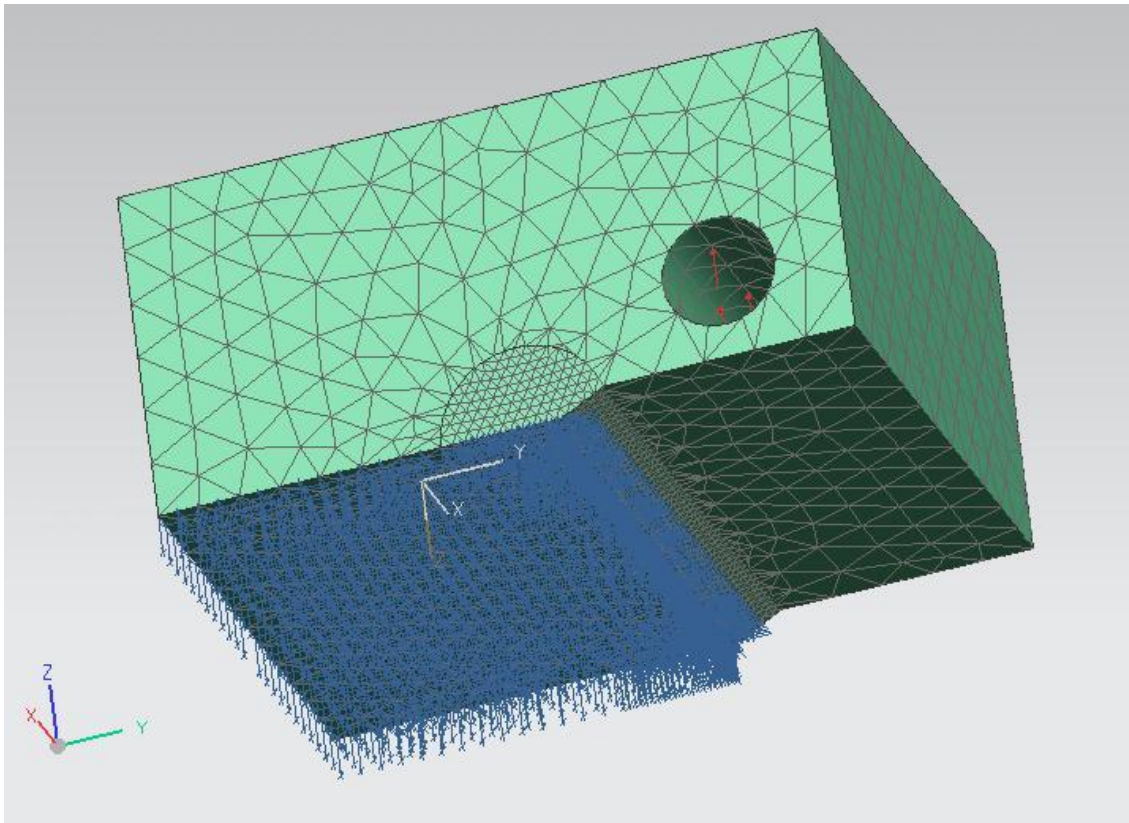
Neraugoties uz galīgas plūstamības robežas esamību, tabulā šī vērtība netika tiešā veidā izmantota FEA aprēķinu gaitā, t.i., aprēķinos tika lietots lineāri elastīgs materiāla modelis.

Darbā iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar *Internet* vietnē [1] atrodamu K_I kalkulatoru, kurš izveidots pēc neatkarīgi iegūtu FEA aprēķinu interpolācijas.

Lai atrastu K_I , skaitliskajos aprēķinos tika lietota virtuālo plaisu aizvēršanas tehnika (*crack closure technique*), kas lineāri elastīgas plīšanas mehānikas tuvinājumā var tikt reducēta uz diviem parauga sloojumiem ar dažādiem plaisas garumiem. Katrā no sloojumiem paraugam pieliktā slodze (100kN – pirmajā sloojumā) tika vienmērīgi sadalīta uz urbumu iekšējās virsmas. Balstoties uz detaļas simetriju, FEA tika veikta tikai vienai pusei no detaļas tilpuma, izvēloties par simetrijas plakni potenciālas plaisas izplatīšanos plakni. Nekontrolētas skaitļošanas apgabala translācijas novēršanai tika nofiksēts simetrijas plaknes un parauga aizmugurējās skaldnes šķēluma līnijas viduspunkts.

Ņemot vērā gaidāmo neviendabīgo mehānisko spriegumu sadalījumu detaļā, tika izveidots neviendabīgs un neregulārs galīgo elementu režģis (*finite element mesh*). To detaļas tilpumu, kas neatrodas tiešā plaisas gala tuvumā sadalīšanai tika lietots rupjāks režģis ar tipisko elementa skaldnes garumu 10,1 mm. Savukārt paaugstinātu mehānisko spriegumu apgabalā netālu no plaisas gala tika lietots daudz smalkāks režģis ar tipisko elementu skaldnes izmēru 2 mm. *CosmosWorks* aprēķini tika veikti, sadalot apgabalu ar pirmās kārtas tetraedrāliem elementiem, savukārt *Nastran* – ar otrās kārtas tetraedrāliem elementiem [4; 5]. Autoriem neizdevās veikt tālāku režģa sasmalcināšanu *SolidWorks* paketē, tāpēc papildus aprēķini uz smalkāka režģa veikti netika.

Katrā paketē tika veikti 2 skaitliski aprēķini – ar 1 un 2 mm garām plaisām. Ņemot vērā apstākli, ka modelim tika uzlikts simetrijas nosacījums pret plaisas plakni, nolasītie pārvietojumu (*displacement*) rezultāti tika reizināti ar 2.



2.att. Skaitliskā modeļa galīgo elementu režģis, pieliktā spēka vieta un virziens (sarkanās bultiņas), kā arī simetrijas nosacījums (zilās bultiņas)

Rezultāti un to izvērtējums

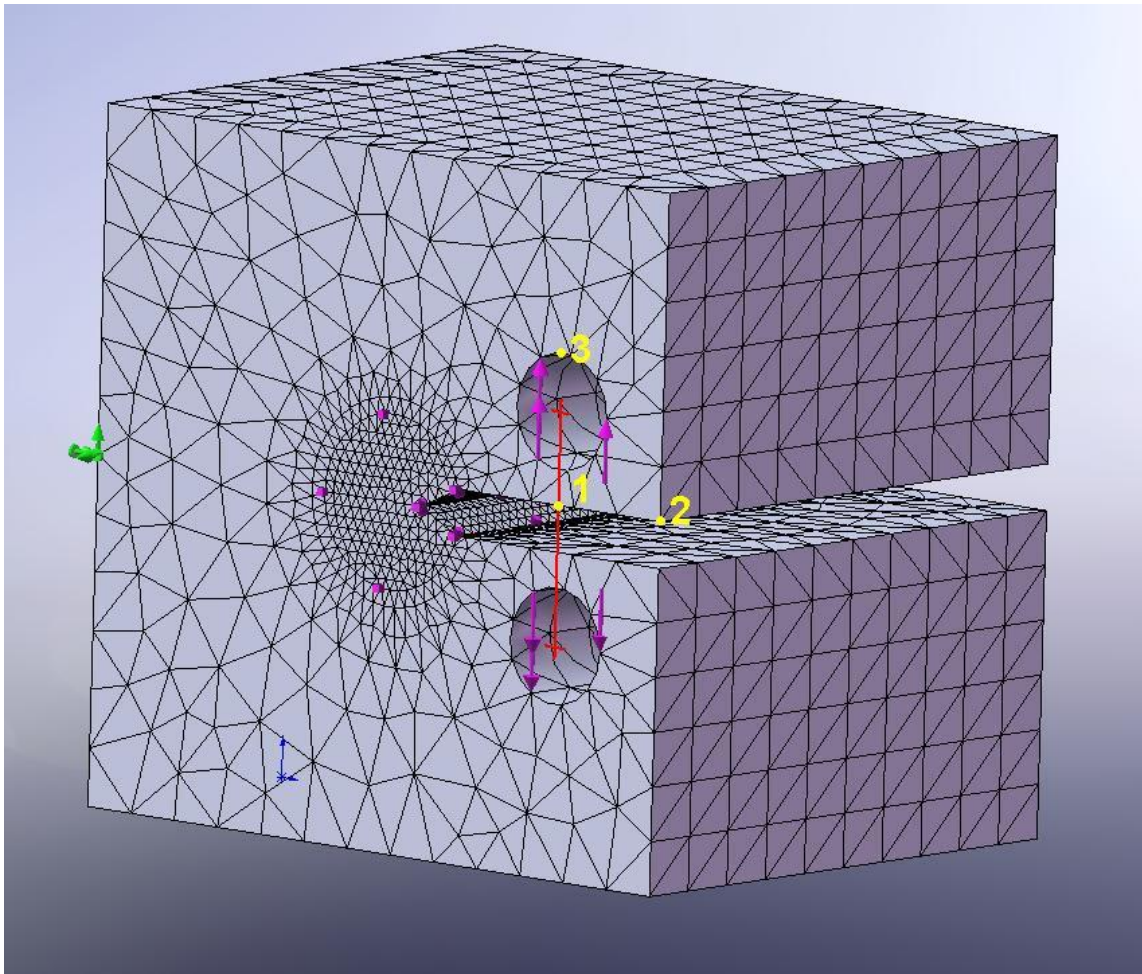
Detalās pārvietojuma rezultāti tika nolasīti kopā trijos punktos: divos izgriezuma plaknē starp slodzes pielikšanas urbumiem un uz urbuma iekšējās virsmas, kā tas parādīts 3.attēlā. Aprēķinos tika iegūtas 3 pārvietojuma rezultātu grupas – ar kalkulatora, *CosmosWorks* un *Nastran* palīdzību. Katrā grupā ir rezultāti ar 1 un 2 mm noguruma plaisu, kas apkopoti 2.tabulā.

2.tabula

Pārvietojuma rezultāti, mm

	Noguruma plaisas lielums	Pārvietojuma nolasīšanas vieta (sk.3.att.)		
		1	2	3
Kalkulators	1 mm	0,112	0,194	-
	2 mm	0,117	0,201	-
SolidWorks	1 mm	0,14088	0,18150	0,11256
	2 mm	0,14634	0,18860	0,11776
Unigraphics NX	1 mm	0,14030	0,18094	0,10684
	2 mm	0,14576	0,18790	0,11172

Kā redzams no 2.tabulas, ar CTS kalkulatora palīdzību iegūtie pārvietojumi būtiski atšķiras no FEA rezultātiem, kamēr, savstarpēji salīdzinot SolidWorks un NX rezultātus, tie atšķiras mazāk. Autori iegūtās atšķirības FEA un kalkulatora dotajos rezultātos skaidro ar iespējamajām kalkulatora interpolācijas kļūdām, kā arī iespējamajiem atšķirīgajiem robežnosacījumiem slodzes pielikšanai uz urbumu iekšējām virsmām.



3.att. Pārvietojuma rezultātu nolasišanas punkti

1 – uz lielās plaisas uz slodzes līnijas; 2 – uz lielās plaisas gala punkta; 3 – pie urbuma uz slodzes līnijas

Lineāri elastīgas plīšanas mehānikas t.s. “*plane stress*” apakšgadījumā sprieguma intensitātes faktors K_I [3] var tikt izteikts kā

$$K_I = \sqrt{EG}, \quad (1)$$

kur E – Junga modulis;

G – atbrīvotā plaisas enerģija uz vienības laukumu (*plain strain energy release rate*).

Pēc definīcijas G tiek aprēķināts šādi [3]:

$$G = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{S}, \quad (2)$$

kur ε_1 – parauga elastīgā enerģija pie plaisas garuma 1 mm un slogojuma 100kN;

ε_2 – parauga elastīgā enerģija ar plaisas garumu 2 mm pie iepriekšējā slogojumā iegūtā urbuma pārvietojuma.

Pēdējā enerģija tika iegūta, netieši pārrēķinot no modeļa ar 100kN pieliktu slodzi un 2mm garu plaisu. Lielums S izteiksmē (2) ir noguruma plaisas laukuma pieaugums, plaisas garumam pieaugot no 1mm līdz 2mm. Savukārt modeļa elastīgo enerģiju aprēķina pēc formulas:

$$\varepsilon = \frac{FU}{2}, \quad (3)$$

kur F – pieliktais spēks;

U – pārvietojums urbumā.

Ar kalkulatoru iegūtais sprieguma intensitātes faktors bija $17,6 \text{ MPa/m}^{0,5}$. Pēc *SolidWorks* programmatūras iegūtajiem pārvietojuma rezultātiem $K_I = 17,23 \text{ MPa/m}^{0,5}$, bet pēc *Unigraphics NX* programmatūras iegūtajiem pārvietojuma rezultātiem $K_I = 16,73 \text{ MPa/m}^{0,5}$. Ja salīdzina kalkulatora aprēķināto K_I ar FEA aprēķināto K_I , tad *SolidWorks* gadījumā tie atšķiras tikai par 2%, bet no *Unigraphics NX* rezultātiem aprēķinātais K_I atšķiras par 5%. ASTM standarts [2] dod šādu nosacījumu lineāra plīšanas mehānisma pielietošanai CTS testam:

$$B, a, (W-a) > 2,5 (K_{IC} / \sigma_y)^2, \quad (4)$$

kur B – apskatītā modeļa biezums (dotajā gadījumā 100 mm);

a – attālums no noguruma plaisas galapunkta līdz slodzes līnijai (dotajā gadījumā 31,5 un 32,5 mm atkarībā no noguruma plaisas garuma),

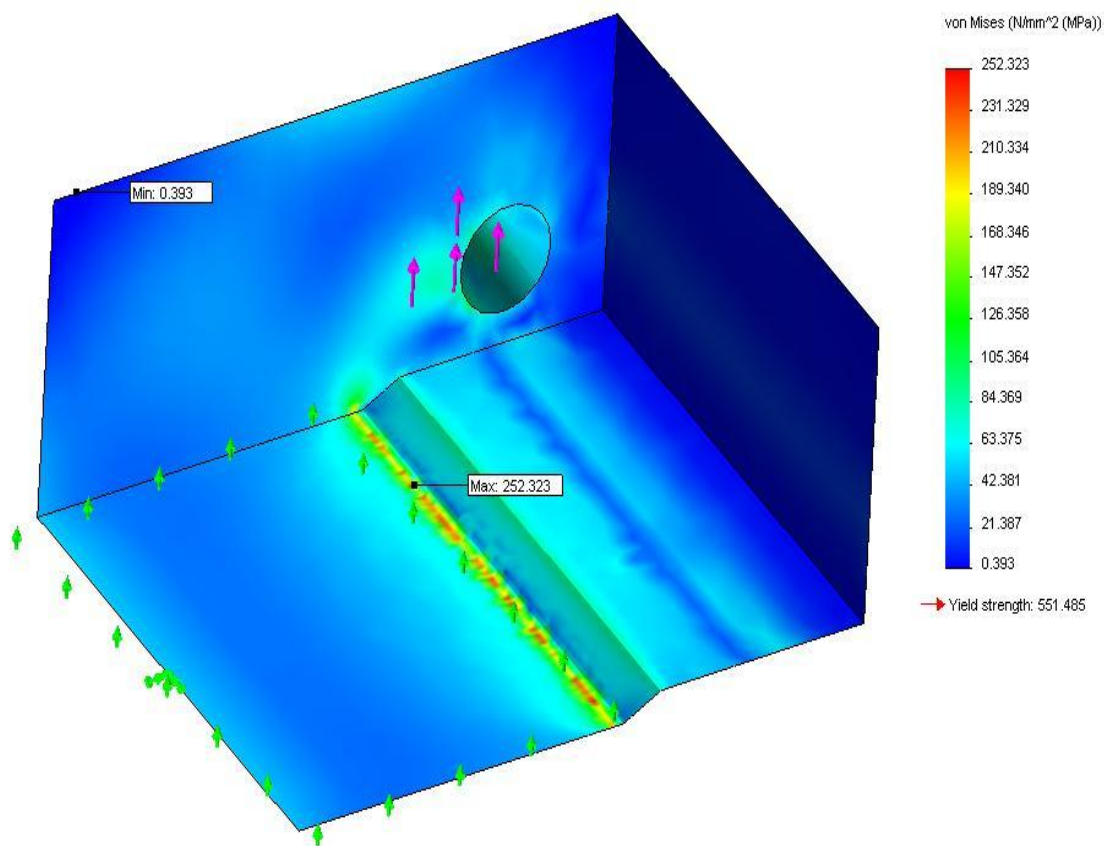
W – attālums no modeļa aizmugures sienušas līdz urbuma centram (102,5 mm);

K_{IC} – kritiskā sprieguma intensitātes faktors;

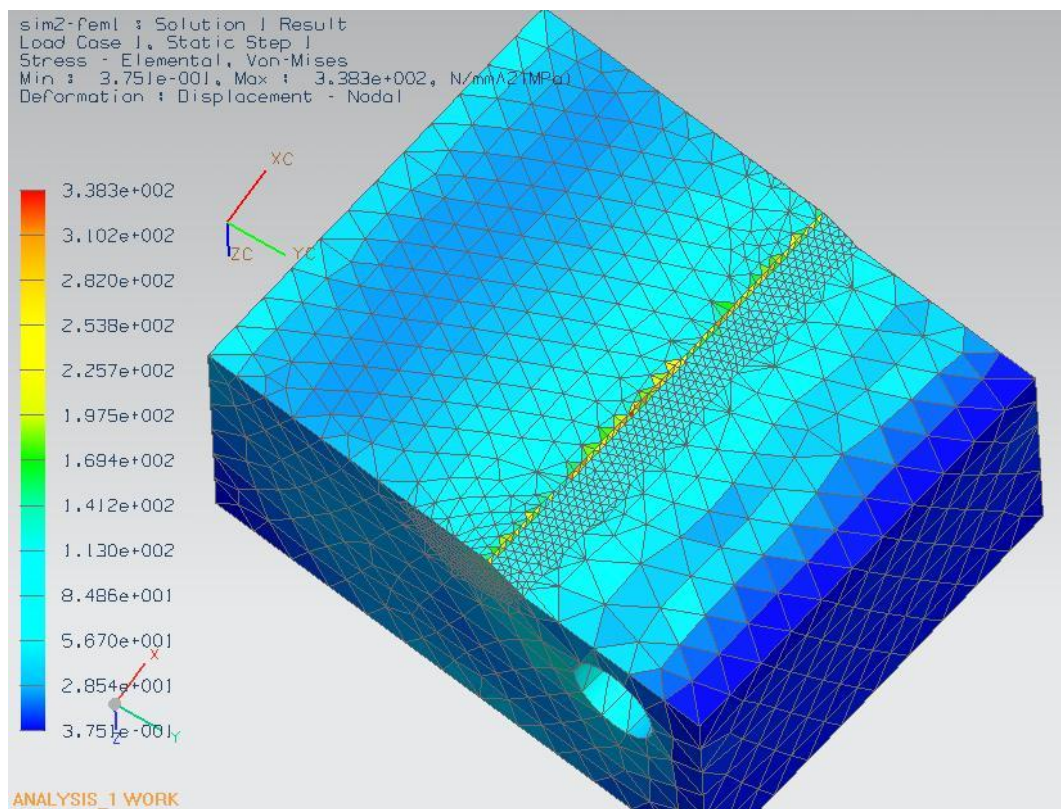
σ_y – maksimālais spriegums apskatāmajā modelī.

No izteiksmes (4) izriet, ka aplūkoto lineāri elastīgo plīšanas mehāniskas modeli dotajai CTS paraugu ģeometrijai var pielietot tēraudu markām, kuru $K_{IC} \leq 100 \text{ MPa/m}^{1/2}$.

4. un 5.attēlā iespējams redzēt un salīdzināt pakešu dotos *von Mises* ekvivalento sprieguma rezultātus. *CosmosWorks* maksimālo spriegumu uzrāda 252 MPa, bet *Nastran* – 338 MPa atbilstoši dažādām atrisinājuma aproksimācijas kārtām galīgajos elementos.



4.att. Von Mises spriegumu sadalījums, iegūts ar *SolidWorks CosmosWorks* palīdzību



5.att. Von Mises sprieguma sadalījums, iegūts ar *Unigraphics NX Nastran* palīdzību (skats no apakšas)

Secinājumi

Aprēķinu rezultāti rāda labu K_I samērību ($\geq 5\%$) visos apskatītajos gadījumos. Turklāt abu FEA moduļu rezultāti savstarpēji atšķiras mazāk nekā par 3%, neskatoties uz dažādu lietoto galīgo elementu tipu. Jāpiemin, ka maksimālie spriegumi dažādu elementu tipu dēļ atšķirās par aptuveni 30%.

Pēc autora domām, no abām izmantotajām CAE programmām aprēķinu veikšanai ērtākais bija *Unigraphics NX Nastran* papildinājums. Taču katrai no programmām bija arī savas negatīvās puses. *SolidWorks* papildinājums *CosmosWorks* bija lietotājam saprotamāks no sarežģītības viedokļa, taču tas bieži „traucēja lietotājam” ar neizprotamiem paziņojumiem, ka nespēj pildīt lietotāja norādīto uzdevumu un bija visai „kaprīzs” uz aprēķinu nosacījumu veidošanu. Piemēram, *CosmosWorks* programmatūrā visproblemātiskākā bija galīgo elementu režģa izveide – kā tika minēts, nebija iespējams uzlikt režģi smalkāku par 2 mm ap plaisas reģionu. Savukārt *Nastran* programmatūra spēja izveidot šo režģi pat ar 0,02 mm smalkiem elementiem un praktiski vienmēr veidoja režģi. Taču *Nastran* programmatūras mīnuss, pēc autoru domām, ir tā sarežģītība, piemēram, viena simulācija sastāv no vairākiem failiem: paša modeļa, režģa un materiāla īpašību un simulācijas fails. Konkrētas darbības bija iespējams veikt, tikai strādājot ar noteiktu failu, tāpēc visu laiku ir jāpārslēdzas starp šiem failiem, kas nav ērti.

Conclusions

Results of the calculations shows a pretty well conformity of K_I ($\geq 5\%$) at all examined occasions. Besides, difference of results for both FEA models despite using different finite element type is less than 3%. To mention is that because of usage of different finite element type the max tension differ for about 30%.

Choosing the best of both used CAE software, according to author's thoughts, more convenient for calculations were Unigraphics NX Nastran software. However, both of the software programs had some disadvantages as well. SolidWorks extension CosmosWorks was more understandable from the complexity point of view but it bothered the user with several incomprehensible messages quite often saying it is impossible to complete the user given assignments. It was also pretty "capricious" with its conditions for calculations. In CosmosWorks software the most challenging step was to create a finite element grid – it was not possible to create a grid finer than 2 mm around the region of fracture. On the other hand, Nastran software was able to create a grid with a fineness of 0.02 mm and there were no problems making grid in every attempt. The disadvantage of this software is its complexity, for instance, one simulation consists of several files: model file, grid and material characteristics file and simulation file. It is necessary to switch between the files all the time because specific actions can only be done with particular file.

Literatūra

1. Compact Tension Test Specimen calculator, free web tool at address http://emat.eng.hmc.edu/fracture/compact_tension/compact_tension.html
2. ASTM E399-08 Standard Test Method for Linear-Elastic Plane-Strain Fracture Toughness K_{IC} of Metallic Materials, developed by Subcommittee: E08.07, American Society for Testing and Materials, 1998.
3. Anderson T.L. Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications. CRC, 2nd edition December 16, 1994.
4. NX 6 Documentation, Siemens PLM Software, 2009.
5. CosmosWorks Help Topics, Dassault Systemes, 2007.

ДИНАМИКА ГРАВИТАЦИОННОГО УДАРНОГО ПИТАТЕЛЯ GRAVITY – OPERATED IMPACT FEEDER DYNAMICS

С.Полукошко¹, О.Кононова², С. Соколова²

1- Вентспилсская Высшая Школа, Инженерно-Исследовательский Центр

2- Рижский Технический университет, Институт Механики

E-mail: pol.svet@inbox.lv

Abstract. *This paper deals with the dynamics of rigid body that collide with a rigid surface; such motion with impact of bodies takes place in the gravity operated impact feeders. Feeders are mechanisms of the single- piece feeding for the forced moving of the oriented workpieces. In this work the vertical gravity-impact feeder for moving of the prismatic or plane details is presented. The parts move on inclined guiding plates, free fall and collide with the down plates, the impact phenomena may be used both for decreasing of velocity and for the orientation of the tracking workpieces (lateral reversing). System of equations of plane motion of detail, including stages of sliding on the slope guideway, free flight, impact and motion to the next guideway, are written down. System of equations is solved numerically with help of MathCAD program.*

Key words: *forced moving, motion of bodies with impact, dry friction, unilateral constrain.*

Введение

Широко распространённым видом технологического транспорта являются различного вида транспортёры, спуски, бункеры, питатели (фидеры). Питатели – это различного вида загрузочно - разгрузочные устройства, которые служат для подачи детали в ориентированном положении на конвейер или к обрабатывающему оборудованию [7; 8; 9].

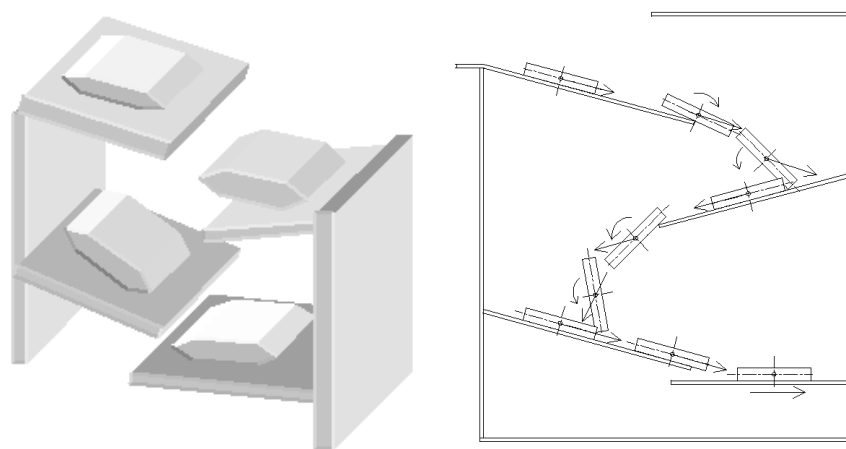


Рис.1. Модель гравитационного питателя и схема движения детали

В данной работе рассмотрен вертикальный механический питатель с гравитационным способом транспортирования; устройства такого типа служат для транспортирования лёгких изделий с небольшой скоростью скольжения (Рис.1). Явление удара в питателях может использоваться как для снижения скорости транспортируемых деталей, так и для их ориентации – поворота противоположной стороной. Питатель представляет собой вертикальный лоток с прикрепляемыми к стенкам пластинами, угол наклона к горизонту которых можно регулировать. Деталь начинает движение по поверхности пластины, когда угол наклона пластины к горизонту становится больше угла трения. Для правильного ориентирования детали в пластине устраивается направляющий паз, поэтому движение детали по пластине будет плоским. Деталь скользит по наклонной пластине, свободно падает на нижерасположенную пластину, при ударе с которой может менять положение, переворачиваясь обратной стороной. Количество пластин

зависит от высоты, на которую необходимо передать детали, наклон пластин и расстояние между ними зависит от допускаемой скорости движения деталей и от необходимости поворачивать деталь. Схема движения плоского сечения детали по направляющим показана на рисунке 1.

1. Расчётные модели

Деталь рассматривается как абсолютно твёрдое тело, движение которого прерывается соударениями с неподвижной абсолютно твёрдой поверхностью. Такие задачи относятся к разделу механики, изучающему динамику систем с неударяющими связями [2; 3; 5; 6]. Наиболее актуальным здесь является моделирование и анализ явления удара [1; 3; 4]. Удар тела моделируется как удар абсолютно твёрдого тела, для решения используется классическая теория удара в сочетании с гипотезой Раусса, учитывающей трение при ударе по закону Кулона. Для получения параметров удара составляются общие уравнения динамики, при этом время удара разделяется на две фазы – в конце первой фазы нормальная скорость точки контакта тела равна нулю, это даёт дополнительное уравнение связи для определения неизвестных. Для описания процесса удара используется ударный импульс, полные импульсы нормальной реакции в первой и второй фазах связаны соотношением $S_{IIN} = RS_{IN}$, полные импульсы сил трения при скольжении равны $S_{IF} = -fS_I$, $S_{IIF} = -fS_{II}$. Как показано в рис. При плоском ударе тела о неподвижную преграду в зависимости от начальных условий удара и инерционных свойств тела могут существовать семь качественно различных случаев удара: 1) полное скольжение тела в одном направлении, порождаемое доударным движением тела; 2) тоже, порождаемое доударным расположением тела; 3) нескольжение в точке контакта; 4) полное скольжение сначала в одном, а затем в противоположном направлении с реверсом во второй фазе удара; 5) тоже, с реверсом в первой фазе удара; 6) прекращение скольжения во второй фазе удара; 7) тоже, в первой фазе удара. Вторым и третьим случаи удара появляются тогда, когда точка касания имеет только нормальную к поверхности удара скорость, что в данном случае движения детали исключено. Удар считается абсолютно неупругим, т.е. коэффициент $R = 0$, поэтому четвёртый и шестой случаи удара также не рассматриваются.

2. Уравнения динамики

При движении тела по направляющим пластинам фидера различаются 5 этапов:

- 1) скольжение по наклонной плоскости - поступательное движение;
- 2) плоское движение – скольжение с поворотом при наличии неударяющей связи;
- 3) свободное движение тела а поле силы тяжести;
- 4) столкновение с наклонной плоскостью;
- 5) плоское движение – скольжение с вращением до соударения с плоскостью.

Особенностью записи уравнений динамики и определения параметров движения в данной задаче является использование для каждого вида движения своей системы координат, составление формул преобразования координат и значений проекций скоростей из одной системы в другую. Конечные значения параметров на каждом этапе являются начальными в новой системе координат для следующего этапа движения.

1) Поступательное движение - скольжение по наклонной плоскости (рис.2).

Координата – ось x , уравнение движения на первом этапе при безотрывном движении:

$$\ddot{x}_c = g(\sin(\alpha) - f\cos(\alpha)),$$

скорость и время движения: $v = \sqrt{2gL(\sin(\alpha) - f\cos(\alpha))}$, $T = \sqrt{\frac{2L}{g(\sin(\alpha) - f\cos(\alpha))}}$.

где α – угол наклона плоскости к горизонту, c – центр масс тела, f – коэффициент трения (покоя и скольжения предусматриваются одинаковыми).

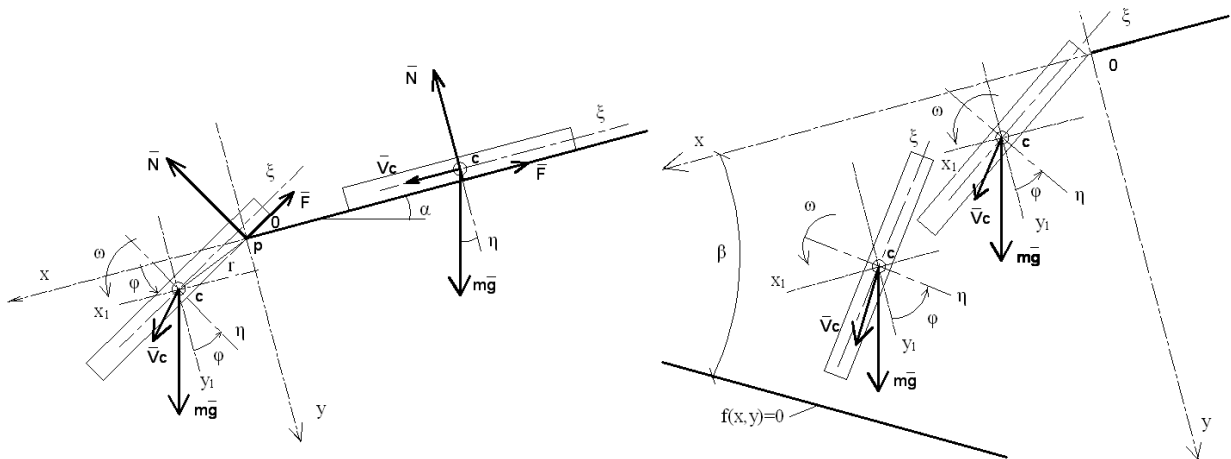


Рис. 2. Первый и второй этапы движения

Рис. 3. Третий этап движения тела

2) **Плоское движение - скольжение с поворотом вокруг точки P** до отделения от связи (рис.2). Связь в точке контакта P детали и пластины неудерживающая, сила реакции в точке касания подчиняется условиям закона сухого трения, т.е. закону

Кулона:
$$F = -fN \frac{v_p}{|v_p|} \text{ при } v_p \neq 0, \quad |F| \leq fN \text{ при } v_p = 0, \quad N \geq 0,$$

N - нормальная сила реакции, F – касательная сила реакции.

Системы координат (рис.2): xoy - неподвижная прямоугольная система координат, начало координат - край плиты, x_1cy_1 - проходящая через центр масс декартова система координат, параллельная xoy , $\xi\eta$ - прямоугольная система координат, жёстко связанная с телом, полярные координаты: r – радиус-вектор, из точки P в c , и φ – угол собственного поворота тела, $r = r(t)$, $\varphi = \varphi(t)$, $x = r \cos(\varphi)$, $y = r \sin(\varphi)$.

Уравнения движения:

$$\begin{cases} r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} = -\frac{N}{m} + g \cos(\alpha + \varphi) \\ \ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 = -\frac{F}{m} + g \sin(\alpha + \varphi) \\ J\ddot{\varphi} = Nr \end{cases}$$

Угловая скорость и угловое ускорение тела:

$$\dot{\varphi} = \omega, \quad \ddot{\varphi} = \varepsilon,$$

радиальная и тангенциальная скорости центра масс:

Начальные условия второго этапа:

$$\omega_1 0 = 0, \quad v_1 0 = v_1 r = v, \quad r_1 0 = 0, \quad \varphi_1 0 = 0, \quad N_1 0 = mg \cos(\alpha),$$

конечные параметры второго этапа: ω_1 , φ_1 , r_1 , \dot{r}_1 .

Конец этапа – равенство нулю нормальной реакции или равенство координаты центра масс расстоянию от центра масс до края детали: $r_1 = a/2$ или $N_1 \leq 0$.

Начальные условия третьего этапа:

$$x_{c0} = r_1 \cos[(\varphi_1)], \quad y_{c0} = r_1 \sin(\varphi_1), \quad \omega_0 = \omega_1$$

$$\dot{x}_0 = \dot{r}_1 \cos[(\varphi_1)] - r_1 \dot{\varphi} \sin(\varphi_1) \quad \text{и} \quad \dot{y}_0 = \dot{r}_1 \sin(\varphi_1) + r_1 \dot{\varphi} \cos(\varphi_1)$$

3) Свободное движение тела в поле силы тяжести (рис. 3) используются декартовы координаты xoy :

$$\begin{cases} \ddot{x}_c = g \sin(\alpha) \\ \ddot{y}_c = g \cos(\alpha) \\ J\ddot{\varphi} = 0 \end{cases}$$

Уравнение нижней пластины в координатах xoy :

$$f(x, y) = 0, \quad \text{или как уравнение прямой в отрезках: } \frac{x}{d} + \frac{y}{b} = 1$$

где d и b – отрезки, отсекаемые линией нижней пластины по осям x и y .

Координаты точки столкновения K :

$$x_K = x_c + \frac{a}{2} \cos(\varphi), \quad y_K = y_c + \frac{a}{2} \sin(\varphi)$$

Определение точки соударения и момента удара - выполнение условия односторонней связи:

$$\frac{x_K}{d} + \frac{y_K}{b} \geq 1,$$

Нормальная и касательная к плоскости скорости точки контакта в момент начала удара:

$$\begin{aligned} \dot{x}_K &= \dot{x}_c - \omega_1 \frac{a}{2} \sin(\varphi), & \dot{y}_K &= \dot{y}_c + \omega_1 \frac{a}{2} \cos(\varphi), & \omega_1 &= \omega_0 \\ v_{Kn} &= \dot{x}_K \sin(\beta) + \dot{y}_K \cos(\beta) & v_{Kt} &= -\dot{x}_K \cos(\beta) + \dot{y}_K \sin(\beta) \\ v_{Kn} &= \dot{x}_c \sin(\beta) + \dot{y}_c \cos(\beta) + \omega_1 \frac{a}{2} \cos(\varphi + \beta) \end{aligned}$$

4) Удар тела о неподвижную поверхность нижней пластины (рис. 4), координаты - нормаль и касательная к пластине, начало координат – в точке соударения K : $nK\tau$, координаты тела за время удара не меняются, послеударные скорости определяются из общих уравнений динамики для удара [1].

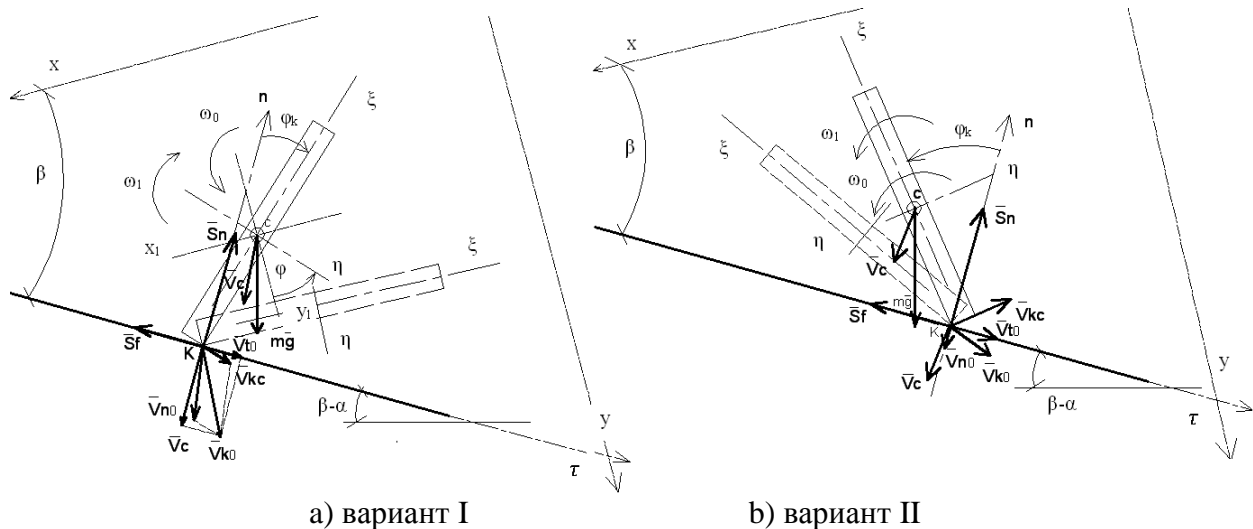


Рис.4. Четвёртый и пятый этапы – удар о плоскость и послеударное движение

Угол между направлением оси ξ пластины скорости и нормалью к площадке

$$\varphi_K = \beta + \varphi - \frac{\pi}{2}$$

угол между направлением предударной скорости и нормалью к площадке

$$\theta = \arctan\left(\frac{v_{kt}}{v_{kn}}\right).$$

5) Послеударное движение (рис. 4) - плоское движение со скольжением по плоскости без отрыва при условии абсолютно неупругого удара. Движение тела после удара

описывается дифференциальными уравнениями в проекции на оси τ и n , с начальными условиями, полученными на предыдущем этапе расчёта – угловая скорость, скорость центра масс и динамическая реакция в точке удара.

3. Численные примеры

Ниже приводится пример численного решения данной задачи для транспортировки детали со следующими данными: масса $m=0,3$ кг, длина $0,1$ м, момент инерции относительно оси, проходящей через центр масс $J_c = 2,5 \cdot 10^{-4}$ кгм², по двум направляющим пластинам (рис.2 и 3). Рассмотрено два варианта движения детали – подача с одной пластины на другую без переворачивания детали и подача с реверсом, для этого применяются разные способы расположения пластин: 1) в первом варианте приняты следующие параметры: угол наклона направляющих пластин $\alpha=15^\circ$, $\beta = 30^\circ$, уравнение поверхности нижней пластины в осях xu , проходящих через край первой пластины:

$$\frac{x}{0.347} + \frac{y}{0.2} = 1$$

2) во втором варианте углы наклона верхней и нижней направляющих пластин различны $\alpha=10^\circ$, $\beta = 35^\circ$, уравнение поверхности нижней пластины в осях xu

$$\frac{x}{0.428} + \frac{y}{0.3} = 1$$

Коэффициент трения скольжения и покоя принят одинаковым и равным $f=0,15$, коэффициент восстановления нормальной реакции в точке удара принят равным $R=0$.

Движение детали начинается с безотрывного скольжения по верхней пластине, расчёт выполнен в программе MathCAD, результаты расчёта приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, в первом случае угловая скорость меняет знак после удара, скорость точки тела, соприкасающейся с поверхностью, также меняет знак, после удара тело ложится на пластину той же стороной; во втором случае скорости знака не меняют, после удара тело ложится на пластину обратной стороной. Графики для первого варианта зависимости параметров движения от времени приведены на рис. 5-7.

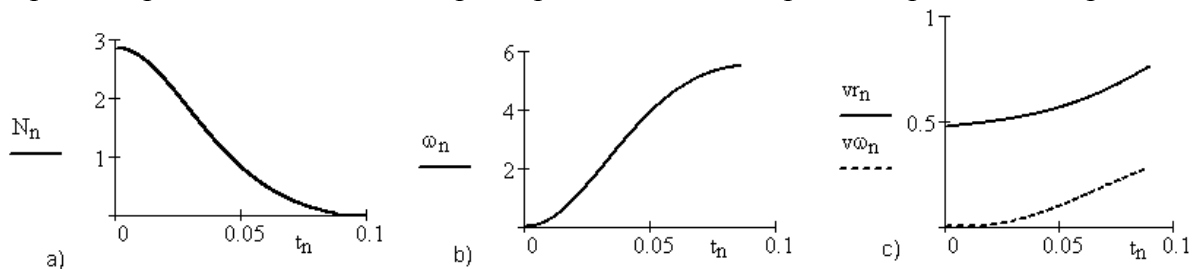


Рис.5. Движение тела на втором этапе. Графики зависимости а) нормальной реакции опорной точки $N=N(t)$, б) угловой скорости $\omega = \omega(t)$, в) скоростей радиальной $v_{cr} = v_{cr}(t)$ и тангенциальной $v_{c\omega} = v_{c\omega}(t)$ центра масс

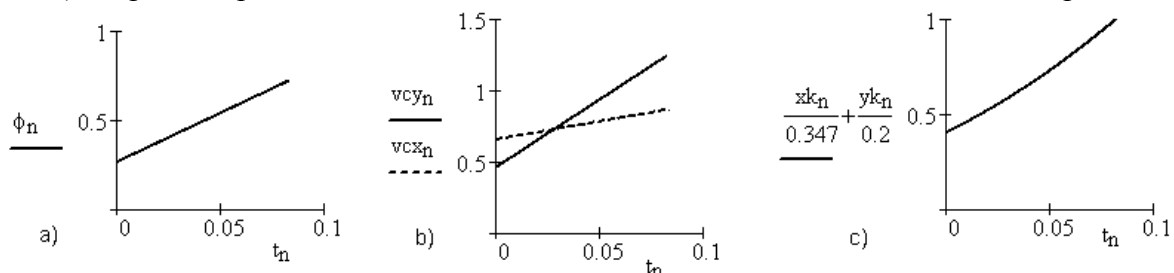


Рис. 6. Движение тела на третьем этапе. Графики зависимости: а) угла поворота от времени $\varphi = \varphi(t)$, б) скорости центра масс от времени $v_{xc} = v_{xc}(t)$, $v_{yc} = v_{yc}(t)$, в) функции ограничения от времени $x_k/0.347 + y_k/0.3 \leq 1$

Таблица 1.

Параметры движения тела по направляющим пластинам питателя

№	Этап движения Параметр движения	Ед. изм		Вариант 1	Вариант 2
				$\alpha=15, \beta=30$	$\alpha=10, \beta=35$
Первый этап – скольжение					
1	Время скольжения	<i>c</i>	<i>t</i>	0,423	0,887
2	Скорость в конце первого этапа	<i>м/с</i>	v_0	0,473	0,226
Второй этап – плоское движение до освобождения от связи					
3	Начальные координаты центра масс	<i>м/с</i>	r_0	0	0
		<i>м/с</i>	φ_0	0	0
4	Начальная скорость центра масс	<i>м/с</i>	v_{r0}	0,473	0,226
		<i>м/с</i>	$v_{\varphi 0}$	0	0
5	Начальная угловая скорость	c^{-1}	ω_0	0	0
6	Время движения	<i>c</i>	<i>t</i>	0,879	1,169
7	Конечные координаты центра масс	<i>м</i>	<i>r</i>	0,5	0,35
		<i>рад</i>	φ	0,265 (15,18°)	0,439(45,15°)
8	Конечная скорость центра масс	<i>м/с</i>	v_{r1}	0,746	0,527
		<i>м/с</i>	$v_{\varphi 1}$	0,271	0,269
9	Конечная угловая скорость	c^{-1}	ω_1	5,490	7,637
Третий этап – свободное плоское движение					
10	Начальные координаты центра масс	<i>м</i>	x_{c0}	0,049	0,032
		<i>м</i>	y_{c0}	0,012	0,015
11	Начальная скорость центра масс	<i>м/с</i>	v_{xc0}	0,653	0,363
		<i>м/с</i>	v_{yc0}	0,461	0,467
12	Угловая скорость $\omega_0 = \omega_1$	c^{-1}	ω_0	5,490	7,637
13	Время движения	<i>c</i>	<i>t</i>	0,821	1,417
14	Координаты центра масс в конце этапа	<i>м</i>	x_{c1}	0,111	0,101
		<i>м</i>	y_{c1}	0,082	0,178
15	Угол поворота в конце этапа	<i>рад</i>	φ_1	0,716(41,02°)	1,521(87,15°)
16	Скорость центра масс в конце этапа (начале удара)	<i>м/с</i>	v_{cx1}	0,862	0,605
		<i>м/с</i>	v_{cy1}	1,239	1,837
Четвёртый этап – столкновение с наклонной плоскостью - удар					
17	Угол между телом и нормалью к поверхности пластины	<i>рад</i>	φ_k	-0,331(18,97°)	0,561(32,14°)
18	Координаты центра масс в начале удара	<i>м</i>	τ_{c0}	0,016	-0,027
		<i>м</i>	n_{c0}	0,047	0,042
19	Скорость центра масс в начале удара	<i>м/с</i>	v_{ct0}	-0,127	0,558
		<i>м/с</i>	v_{cn0}	-1,504	-1,852
20	Начальная скорость точки тела, соударяющейся с поверхностью	<i>м/с</i>	v_{kt0}	0,133	0,881
		<i>м/с</i>	v_{kn0}	-1,593	-1,649
21	Тип удара			5	1
22	Скорость центра масс в конце удара	<i>м/с</i>	v_{ct1}	0,043	0,408
		<i>м/с</i>		-0,188	-0,851
23	Угловая скорость в конце удара	c^{-1}	ω_1	-11,722	31,972
24	Конечная скорость точки удара	<i>м/с</i>	v_{kt0}	-0,508	0,408
		<i>м/с</i>		0	0
Пятый этап – плоское движение до столкновения с плоскостью					
25	Время движения	<i>c</i>	<i>t</i>	0,868	0,031
26	Конечная угловая скорость	c^{-1}	ω_1	-18,837	34,50
27	Конечная скорость центра масс	<i>м/с</i>	v_{ct1}	0,284	0,527
		<i>м/с</i>		-0,876	-1,072

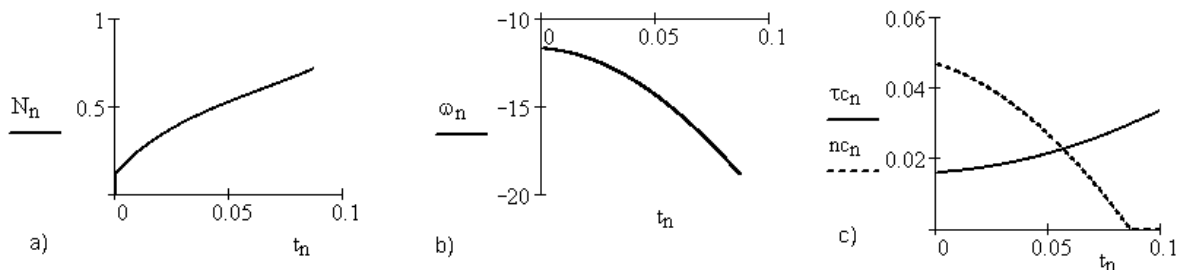


Рис. 7. Движение тела на пятом этапе. Графики зависимости: а) нормальной реакции $N=N(t)$, б) угловой скорости $\omega = \omega(t)$, в) координат центра масс $\tau_c = \tau_c(t)$, $n_c = n_c(t)$

Выводы

В данной работе изучается динамика движения абсолютно твёрдого тела при наличии его соударений с твёрдой поверхностью. Такое движение имеет место в питателях ударно- гравитационного типа. Явление удара в питателях может использоваться как для снижения скорости транспортируемых деталей, так и для их реверса. Представлен питатель для вертикального перемещения небольших деталей призматической формы. Деталь скользит по наклонной пластине, свободно падает на нижерасположенную пластину, после столкновения с которой может менять положение, переворачиваясь обратной стороной. Количество пластин зависит от высоты, на которую необходимо передать детали, наклон пластин и расстояние между ними зависит от допускаемой скорости движения деталей и от необходимости поворачивать деталь. Для плоской модели записаны уравнения динамики для каждого вида движения с использованием отдельной системы координат, составлены формулы преобразования координат. Конечные значения параметров на каждом этапе движения являются начальными в новой системе координат для следующего этапа. Установлены условия реверса детали в результате её столкновения с наклонной плоскостью: для того, чтобы деталь перевернулась, необходимо, чтобы угловая скорость после удара не поменяла знак и, кроме того, была достаточна, чтобы тело вращалось в нужном направлении. При наклоне пластины слева направо вниз, положительной начальной скорости вращения и положительном начальном угле между нормалью к пластине и деталью (большем, чем угол наклона пластины к горизонту) скорость вращения после удара остаётся положительной и неупругий удар будет с полным скольжением в одну сторону (направо вниз); отрицательный начальный угол между нормалью к пластине и деталью приводит к перемене направления вращения, при этом абсолютно неупругий удар будет с полным скольжением и переменной его направления. Данные численные решения уравнений движения с помощью программы MathCAD.

Summary

This paper deals with the dynamics of rigid body that collide with a rigid surface; such motion with impact of bodies takes place in the gravity operated impact feeders. Feeders are mechanisms of the single - piece feeding for the forced moving of the oriented workpieces. The impact phenomena may be used both for decreasing of velocity and for the orientation of the tracking workpieces (lateral reversing). For the vertical translocation of small workpieces of prismatic form a feeder, in which workpieces are moved under gravity on inclined guide plates, is presented in this work. Workpiece slides on inclined plates, freely falls on the below located plate, during impact workpiece can change the position, inverting the back. The number of plates depends on a height on which it is necessary to pass details; slope of plates and distance between them depend on the permissible speed of details motion and necessity to

overturn a detail. All stages of plane detail motion are considered: 1) translation motion (sliding on a surface), 2) plane motion (sliding with a rotation) without separation from constraint, 3) free motion in gravity field, 4) impact (collision with rigid plate), 5) plane motion after an impact till the contact with a plate. Dynamics equations are written down for every type of motion; the features of formulae arrangement and motion parameters definition are the using of proper coordinate system for every type of motion, development of formulas for coordinates conversion and velocity projections transform from one coordinate system into another. Finite values of parameters on each stage are the initial ones for the next stage of motion in new coordinate system. The conditions of inverting of detail as a result of its collision with rigid plate are found. In order to a body turned over it is necessary, that angular speed did not change a direction after impact and, in addition, was sufficient for a body rotation in necessary direction. At inclination of plate from left to right downward, positive initial angular velocity and positive initial angle between surface normal and detail - greater, than inclination angle of plate to horizon - angular velocity after impact remains positive and perfectly inelastic impact will be with complete sliding in one side (to the right downward); a negative initial angle between surface normal and detail results in a veer rotation, here perfectly inelastic impact will be with the complete sliding and changing of sliding direction. The numeral examples of workpeace motion are given, equations of motion are solved with help of MATHCAD program.

Литература

1. Виба Я.А. Оптимизация и синтез виброударных машин. Рига: Зинатне, 1988. 253 с.
2. Дерябин М.В., Козлов В.В. К теории систем с односторонними связями, ПММ, т.59, вып. 4., 1995. стр. 531-539.
3. Иванов А.П. Динамика систем с механическими соударениями. М.: Международная программа образования, 1997. 336 с.
4. Лапшин В.В. Плоский удар тела о шероховатую поверхность. http://www.keldysh.ru/papers/2001/prep10/prep2001_10.html
5. Маркеев А.П. Динамика твёрдого тела при наличии его соударений с твёрдой поверхностью. Нелинейная динамика, 2008, т.4, № 1, с. 1-38.
6. Розенблат Г.М. О безотрывных движениях твёрдого тела по плоскости. Доклады РАН, 2007, т.416, № 5, с.622-624.
7. Akella S., Huang W., Lynch K. and Mason M. Parts feeding on a conveyor with a one joint robot. *Algorithmica*, 26(3): 313–344, 2000.
8. Berretty R.P., Goldberg K., Cheung L., Overmars M.H., Smith G., van der Stappen A. Frank. Trap Design for Vibratory Bowl Feeders. <http://ford.ieor.berkeley.edu/~goldberg/pubs/pdf/trap.pdf>.
9. Moll M., Erdmann M.A., Fearing R., Goldberg. Orienting Micro-Scale Parts with Squeeze and Roll Primitives. <http://www.ieor.berkeley.edu/~goldberg/pubs/moll-micromanip.pdf>.

RIGIDITY OF RUBBER-METAL ELEMENTS WITH THIN LAYERS AT COMPRESSION

*ELASTOMĒRA AMORTIZATORA STINGUMA APRĒĶINS, NĒMOT VĒRĀ TĀ
STARPSLĀŅA DEFORMĀCIJU*

Vladimirs Gonca, Jurijs Svabs, Romans Kobrinecs

Rigas Technical University, Institute of Mechanics

Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia; phone: +371 7089317, Fax: +371 7089748

E-mail: Vladimirs.gonca@rtu.lv; fregl@inbox.lv

Abstract: *There is described a method of generation the rigid feature "Force – Settlement" for thin-layer rubber-metal compensating elements, which consist of several rubber and non-elastomeric layers, operating when being pressed, taking into account the low compressibility of rubber layers and deformation of support non-elastomeric layers. Variational method of theory of elasticity for compressible materials is used. It is recommended to use the acquired analytic dependencies when analysing the element and designing multi-layer compensating elements, as well as when determining the value of Poisson coefficient for rubber-like materials.*

Keywords: *rubber, shock-absorber, rigidity, weak compressibility.*

Introduction

The multi-layer thin-layer rubber-metal shock-absorbing elements are widely used in various fields of mechanical and civil engineering ($\rho = a/h \gg 10$, a – is a typical geometrical dimension in the design project; h – is a width of rubber layer), and have lots of structural advantages, in particular, they ensure greater rigidity under axial compression and lower rigidity under shift and spinning. In such constructions very thin metal layers are used as supporting intermediate layers, to which rubber layers are attached by vulcanization.

The calculations of rigid dependencies (of the type "Force - Settlement") for such thin-layer metal elements being pressed and by using already classic solutions [1 – 4], showed that there is inherent difference between the calculated values and the experimental data, when layers of works [5, 6] have certain geometrical dimensions. At the same time, the closer Poisson coefficient is to 0.5 and the thinner are rubber and supporting layers in compensating elements, the greater is the divergence. The result of experimental researches [5, 6] of such elements being compressed is that the rigid feature of multi-layer compensating elements is considerably influenced by: low compressibility of rubber material, especially, when Poisson coefficient of rubber changes within $0,480 \div 0,499$; deformation of supporting layers being sufficiently thin.

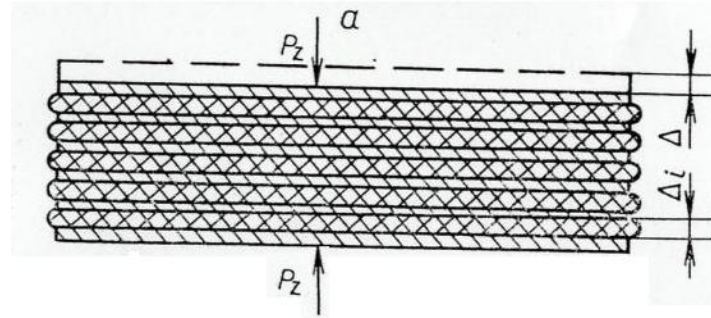
To ensure safe performance and when designing thin-layer rubber-metal compensating devices, it is necessary to obtain analytical dependence for rigid feature "Force - Settlement" of such kind of elements. It is only possible with the correct design model, which will let us take into account and estimate all the geometrical parameters and physical and mechanical features of materials of the considered elements.

In this work is proposed one of the design models for analytical calculation of rigid feature of multi-layer compensating elements being compressed, which lets take into account the low compressibility of material of rubber layers and deformation of non-elastomeric supporting layers.

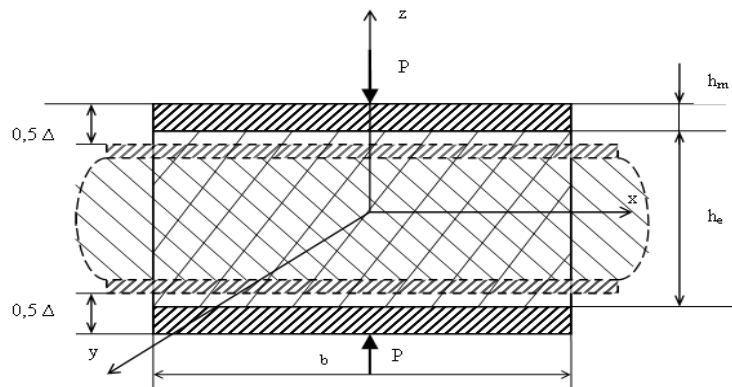
Materials and methods

The method of obtaining analytical dependence "Force - Settlement" of multi-layer compensating element under axial compression is considered. Only small deformations are

considered. Application of the proposed method is shown by the example of designing multi-layer shock-absorber, which consists of thin flat rectangular elements. The geometrical design model is shown in Figure 1 (a) and (b).



(a)



(b)

Fig.1. Model of calculation: (a) - the shock absorber; (b) - nth - layer of shock absorber

Proposed method is using the variational method, which is based on the principle of minimal potential energy [1, 8] for low compressible material. The potential energy of the studied element in case of small deformations is written this way:

$$J = \sum_{l=1}^{l=n} G \int_V \left[(\varepsilon_{xx}^2 + \varepsilon_{yy}^2 + \varepsilon_{zz}^2 + 2(\varepsilon_{xz}^2 + \varepsilon_{yz}^2 + \varepsilon_{xy}^2)) + \frac{3\mu}{1+\mu} S(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz}) - \frac{9\mu(1-2\mu)}{4(1+\mu)^2} S^2 \right] \bullet dV - P\Delta \quad (1)$$

- where: G – modulus of rigidity for each layer;
- μ – Poisson coefficient of material of each rubber layer;
- P – longitudinal force of compression;
- Δ – settlement of the entire element;
- s – hydrostatic pressure function in each layer;
- u, v, w – displacements of randomly chosen point in each layer of the layer, respectively, in directions x, y, z ;
- V – volume of each layer.

The summing up is carried out for all rubber and non-elastomeric layers of a multi-layer element.

Deformations ε_{ij} in each layer are found using formula:

$$\varepsilon_{xx} = \frac{du}{dx}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{dv}{dy}; \quad \varepsilon_{zz} = \frac{dw}{dz};$$

$$\varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} \right); \varepsilon_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} \right); \varepsilon_{zx} = \frac{1}{2} \left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx} \right); \quad (2)$$

The potential energy for the entire element is calculated by summing up formula (1) for all rubber and non-elastomeric layers. Physical and mechanical features of the material layers and geometrical parameters of layers have such indexes: e – for rubber layers; m – for non-elastomeric layers.

In order to use functional (1) when choosing functions of displacements $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$, $w(x, y, z)$ and functions of hydrostatic pressure $s(x, y, z)$, it is enough to fulfill geometrical boundary conditions and the conditions of coupling rubber and non-elastomeric layers for displacement functions. For simplicity let us suppose all the layers have same dimensions in the design (a and b), all the rubber layers have width h_e , and the non-elastomeric layers have width h_m . For the considered problem the necessary geometrical conditions are:

$$\begin{aligned} w_e(x, y, 0.5h_e) = -0.5\Delta; \quad w_e(x, y, -0.5h_e) = 0.5\Delta \\ u_e(x, y, \pm 0.5h_e) = u_m(x, y, \pm 0.5h_e); \quad v_e(x, y, \pm 0.5h_e) = v_m(x, y, \pm 0.5h_e) \end{aligned} \quad (3)$$

When writing displacement functions analytically let us suppose that: for rubber layers the hypothesis of plane sections is true; for non-elastomeric layers the condition of homogeneous deformation is fulfilled. In this case, taking into account the geometrical conditions (3), the desired displacement functions can be chosen in the form for:

- rubber layers:

$$\begin{aligned} u_e = C_1 x (z^2 - h_e^2/4) + K_1 x, \quad v_e = C_2 y (z^2 - h_e^2/4) + K_2 y, \\ w_e = -C_3 (z^3/3 - zh_e^2/4)/h_e^3 - C_4 z, \quad s_e = C_5 (z^2 - h_e^2/4), \end{aligned}$$

- non-elastomeric layers:

$$u_m = K_1 x, \quad v_m = K_2 y, \quad w_m = s_m = 0, \quad (4)$$

where: $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, K_1, K_2$ – are unknown constants, which can be found using the settlement of the element Δ from the minimum condition of full potential energy of deformation (1) of the entire element:

$$\frac{\partial J(C_1, C_2, C_3, C_4, K_1, K_2)}{\partial (C_1, C_2, C_3, C_4, K_1, K_2)} = 0 \quad (5)$$

Δ – the desired unknown settlement of the element, which, by using equations (3) – (5), can be found from the equation:

$$\Delta = -C_3 h_e^3/6 + C_4 h_e \quad (6)$$

From algebraic equation system (5) and (6) for the considered element the desired dependence "Force – Settlement" can be written as:

$$\Delta = \frac{P h_e n}{2.5 G_e a b} \frac{1 + 1.25 \frac{B_1 B_2}{\chi(B_1 + B_2)}}{1 + \frac{B_1 B_2}{B_1 + B_2 + \frac{1 - 2\mu}{\mu} B_1 B_2}} \quad (7)$$

where:

$$\begin{aligned} B_1 = 1 + \frac{5\alpha^2}{12}; \quad B_2 = 1 + \frac{5\beta^2}{12} \\ \alpha = \frac{a}{h_e}, \quad \beta = \frac{b}{h_e}, \quad \chi = \frac{G_m h_m}{G_e h_e} \end{aligned} \quad (8)$$

a, b, h_e, h_m – are geometrical parameters of flat rectangular rubber and non-elastomeric layers; G_e, G_m – modulus of rigidity of material, respectively, of rubber and non-elastomeric layers; n – number of rubber layers in the packet.

If rubber and non-elastomeric layers have different dimensions, which let us ignore the low compressibility of rubber layers and flexibility ($h_e < h_m$, $G_e \ll G_m$, t.i. parameter $\chi \rightarrow \infty$) of non-elastomeric layers, then from formula (7) we obtain dependence for element settlement:

$$\Delta_0 = \frac{Ph n}{2,5 G ab} \frac{1}{1 + \frac{\alpha^2 \beta^2}{\alpha^2 + \beta^2}}, \quad (9)$$

which coincide with the dependence "Force - Settlement", obtained in work [1] without taking into account the compressibility of rubber and deformation of non-elastomeric layers.

Results

From formula (7) it follows that neglect of deformation of non-elastomeric layers when determining settlement of the element may lead to significant quantitative errors. As an example let us consider the element of such geometry:

$$a = b = 8 \text{ cm}, h_e = 0,2 \text{ cm}, G_e = 10 \text{ kg/cm}^2, h_m = 0,02 \text{ cm}, G_m = 2,8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2,$$

From (7) for the desired settlement Δ of the element and taking into account deformation of non-elastomeric layers we obtain the expression:

$$\Delta = \left[1 + 1,25 \frac{B_1 B_2}{\chi(B_1 + B_2)} \right] \Delta^* = 1,298 \Delta^* \quad (10)$$

where:

Δ^* - is the settlement of the element (see (11)) only taking into account low compressibility of rubber layer and neglecting deformation of non-elastomeric layers. It is obtained in [1; 8] and is the particular case of formula (7).

The numerical values are quite well described by formula (10) for the experimental results of work [6]. In the considered example neglect of deformation of non-elastomeric layers leads to underrating the value of element settlement approximately per 30%.

If the geometry of thin-layer element is such that it is possible to neglect only flexibility of non-elastomeric layers, then from formula (7) for settlement of element follows the dependence:

$$\Delta^* = \frac{Ph n}{2,5 G ab} \frac{1}{1 + \frac{B_1 B_2}{B_1 + B_2 + \frac{1-2\mu}{\mu} B_1 B_2}} \quad (11)$$

it can be recommended, using the results of experiment under axial compression for multi-layer element, with quite rigid non-elastomeric layers, to obtain Poisson coefficient of rubber material. This problem for low compressible material formulated in [5] requires complicated experimental technique, and application of formula (11) lets us use quite simple experimental investigations.

Conclusion

A method proposed for determination of rigidity dependence "Force - Settlement" for multi-layer shock-absorbing elements being under pressure, and it lets take into account low compressibility of material of rubber layers and deformation of non-elastomeric layers. The considered method is quite simple in use for thin-layer elements of any configuration. The proposed method makes more thorough analysis of ready elements and lets us make decisions on optimal design of thin-layer shock-absorbing elements more effectively.

References

1. Лавендел Э.Э. Расчеты резинотехнических изделий. М., 1976. 230 с.
2. Дымников С.И., Лавендел Э.Э., Павловскис А.М., Сниегс М.И. Прикладные методы расчета изделий из высокоэластичных материалов. Рига: Зинатне, 1980.
3. Dymnikov S.I., Lavendelis E.E. Diagram's of calculations of compression of rubber shock absorber of large course. Scientific Proceedings of IUTAM/IFTOMM Symposium "Elastomers'99", Dnepropetrovsk, Ukraine, 1999. p.37.
4. Dymnikov S.I., Lavendelis E.E. Calculations of rigidity of rubber elastic elements of arched and conical rubber-metal shock absorbers. Scientific Proceedings of Riga Technical University. Series 6: Transport and Engineering, vol.7 (Mechanics), Riga, 2002. pp.164-169.
5. Лейканд Н.А., Лавендел Э.Э., Горелик Б.М. и др. Экспериментальное исследование констант упругости резин 2959 и 51-1673. В кн.: Всес.науч.-техн. конференция по методике расчета изделий из высокоэластичных материалов. Рига, 1980. с. 142-143.
6. Гусятинская Н.С. Применение тонкослойных резиноталлических элементов в станках и других машинах. М., 1978. 80 с.
7. Euler M., Beigholdt H.A. Ermittlung von Kriechfunktionen fur das viskoelastische Materialverhalten von Holf im Zugversuch / LACER No.4, Universitat Leipzig, 1999. p.319-334.
8. Гонца В.Ф. Влияние слабой сжимаемости на решение задач теории упругости для несжимаемого материала. «Вопросы динамики и прочности». Рига, 1970. вып. 20, с. 185-189.

DESCRIPTIVE MODEL OF SLIDING FRICTION PROCESSES

SLĪDES BERZES PROCESU APRAKSTOŠS MODELIS

Andris Martinovs¹, Vladimir Gonca²

1- Rezekne Higher Education Institution

Atbrivosanas aleja 90, Rezekne, LV 4600, Latvia

Phone:+371 28325519; fax:+371 4625167; e-mail: andris.martinovs@ru.lv

2- Riga Technical University, Institute of Mechanics

Ezermalas Str. 6 - 305, Riga, LV 1014, Latvia

Phone: +371 7089317; fax: +371 7089748; e-mail: Vladimirs.Gonca@rtu.lv

Abstract: Paper analyses the sliding friction coefficient of rubber on concrete, timber and ceramic tile surfaces depending on the weight of the sliding object and contact surface area. It has been established that increase in the weight of the object makes sliding friction coefficient to grow. In the case of increase in size of contact area, sliding friction coefficient between rubber and concrete also increases, but it decreases between rubber- timber and rubber- tile. The mathematical model for description of sliding friction process has been developed which can be used to determine optimal surface area and a pattern as well as optimal weight of the sliding object in order to provide sufficient sliding friction. Model has five independent constants. It includes the contact surface area, the weight and the velocity of the sliding object, sliding friction coefficient, temperature and time.

Key words: friction, mathematical model, rubber.

Introduction

In the design of means of conveyance, tyres, wheelchairs etc. sliding has to be eliminated. In order to provide good contact with main surface, materials with high sliding friction coefficient have to be chosen as well as optimal pattern and size of elements which provide grip on surface. These problems are analysed by many authors in their works, for example [1-7]. The objective of the paper is to develop the mathematical model describing sliding friction processes in order to optimize friction affecting parameters.

Materials and methods

In order to develop mathematical model, the initial experimental research has been performed. Rectangular plates of organic glass with size 44×42×3 mm are used as a sample. 2 mm thick rectangular rubber is glued to the bottom of the plate and a weight is put on top the plate. In the case of small contact areas instead of the layer of rubber 2 mm thick rubber strips are glued to the corners of the plate. The sample is steadily pulled on horizontal surface at a velocity 5±1 mm/s and force of friction is measured. Sliding friction coefficient is calculated:

$$\mu = \frac{F}{P}, \quad (1)$$

where F – force of friction; P – total weight of weights and the sample. Each sample with the same loading is subjected to 10 measurements on the different locations on concrete, timber and tile surfaces. Materials used: 1) rubber: natural rubber NR- 55,46 %, filler K354- 27,73 %, vulcanisation temperature- 160 °C, vulcanisation time- 9 minutes, producer - Baltijas gumijas fabrika; 2) concrete; 3) timber plank, dry, planed; 4) ceramic tile.

Experimental results

Sliding friction coefficient depending on pressure loading P on the sliding object for different contact surfaces S between rubber and concrete is shown in Figure 1, between rubber and timber is shown in Figure 2 and between rubber and ceramic tile is shown in Figure 3. There

are μ median values, accidental error intervals, approximate function graphs, their mathematical expressions and values of coefficient of determination R^2 shown in Figures.

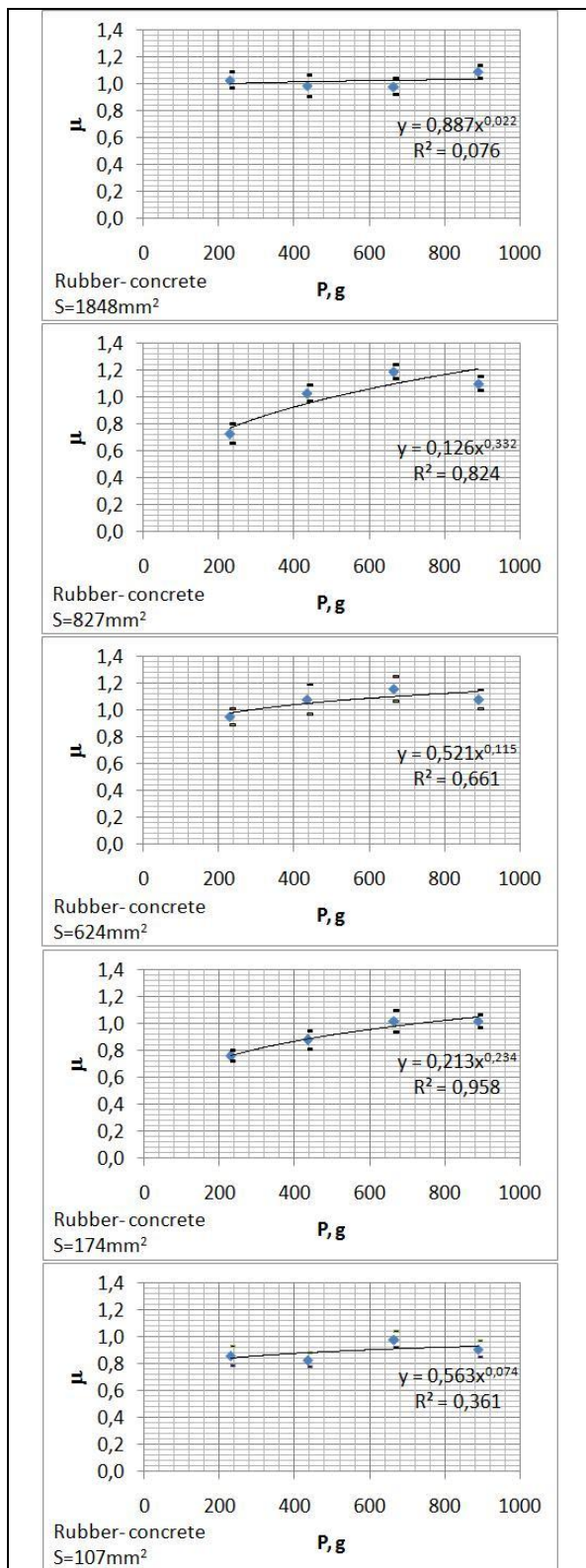


Fig.1. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and concrete on weight for different contact surface areas

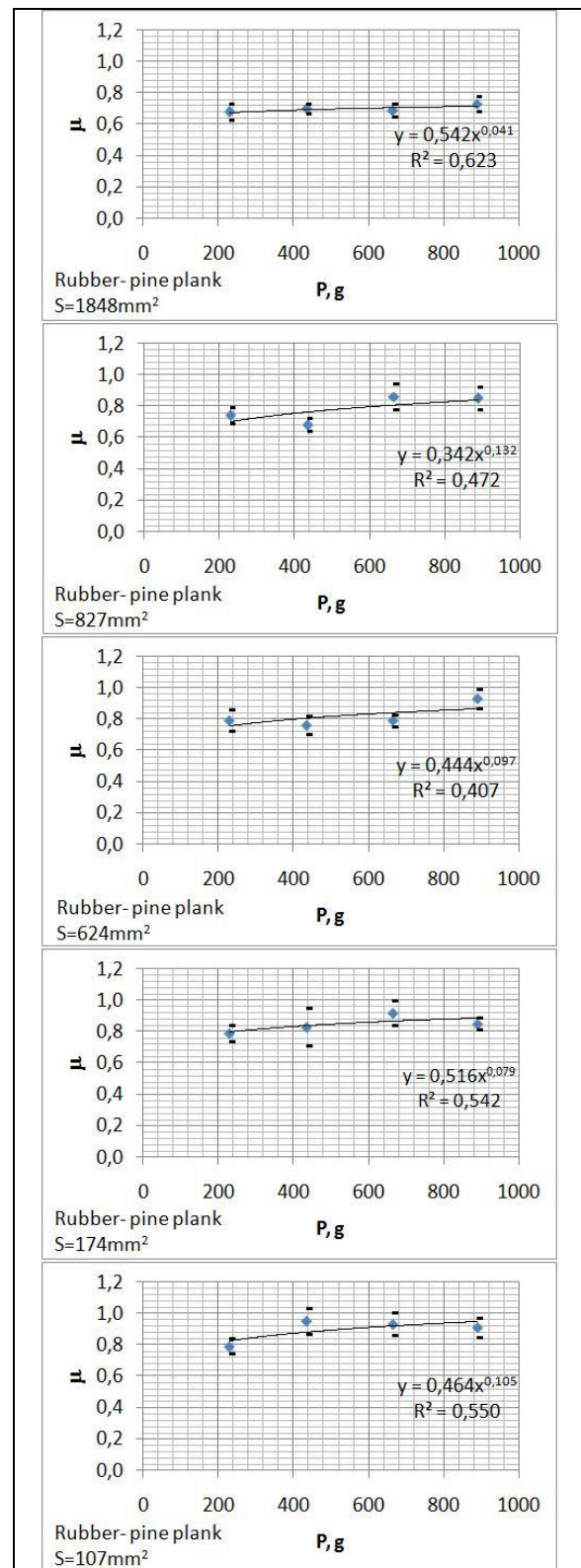


Fig.2. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and pine plank on weight for different contact surface areas

Examples of the dependence of sliding friction coefficient between rubber and concrete, rubber and timber, rubber and ceramic tile on contact surface areas are shown in Fig. 4 – 6.

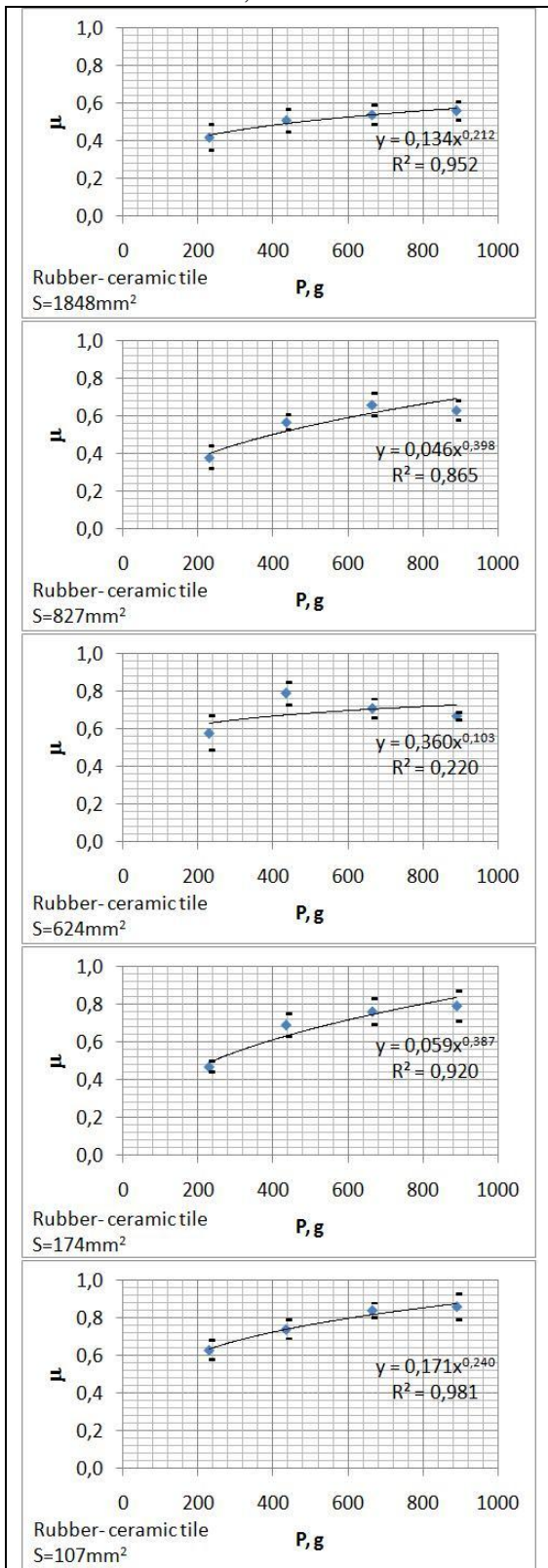


Fig.3. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and ceramic tile on weight for different contact surface areas

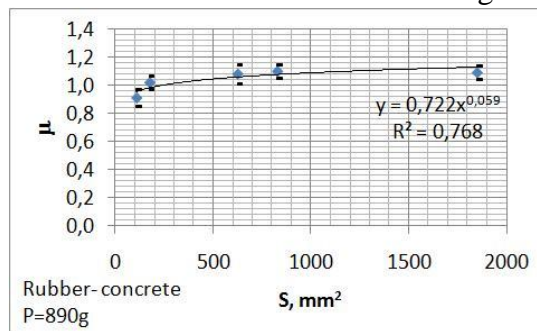


Fig.4. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and concrete on contact surface area

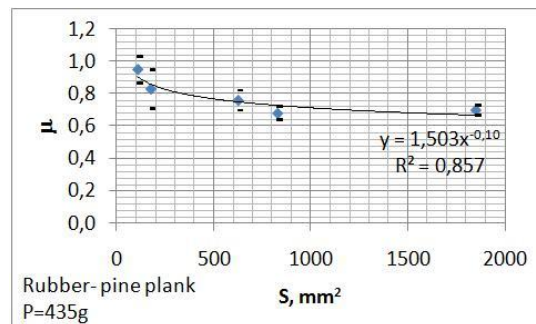


Fig.5. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and pine plank on contact surface area

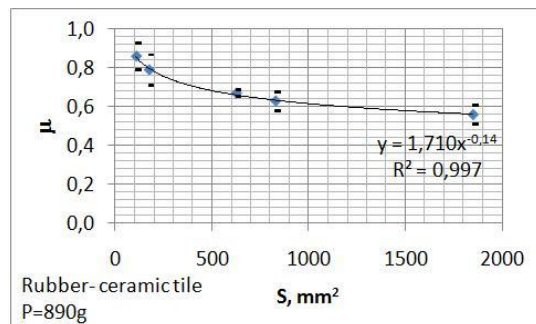


Fig.6. Dependence of sliding friction coefficient between rubber and ceramic tile on contact surface area

In the experiments used rubber structure is shown in Figure 7 (got on Scanning Electron Microscope EVO MA15 in Tallinn University of Technology).

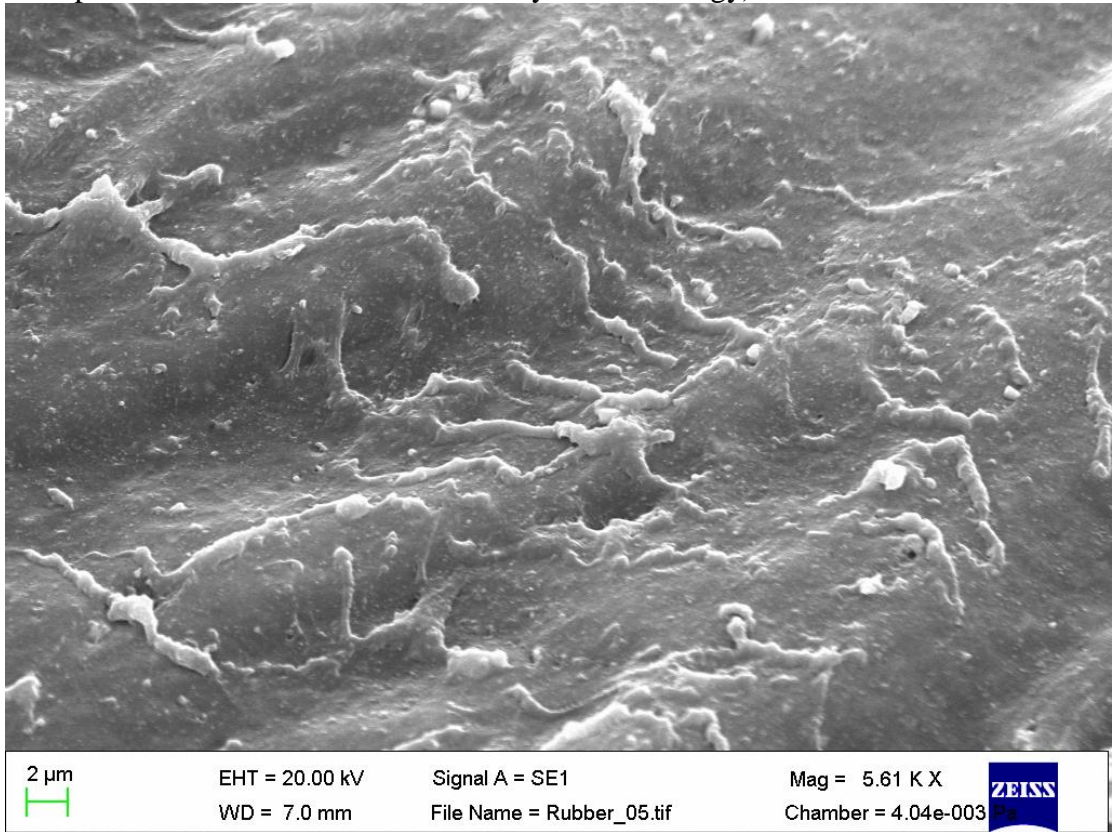


Fig.7. Structure of rubber which used in the experiments

Mathematical model

Sliding friction force F is directed on contact area opposite the motion of the sliding object; this force is created by chemical bonds between both objects (see Fig. 8). Friction force

$$F = \mu \cdot P, \tag{2}$$

where μ - sliding friction coefficient, P - the weight of the top object. If P increases, contact surface is distorted, its area becomes larger, more bonds are formed between atoms of both objects and mutual sliding of both objects becomes more difficult. Consequently, if P increases, friction force has to grow.

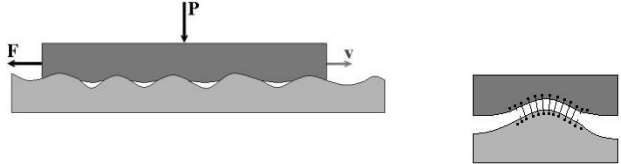


Fig.8. Interdependent positioning of sliding surfaces and bonds between their atoms

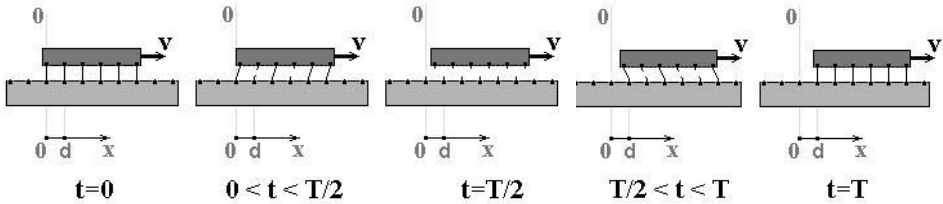


Fig.9. Rupture and formation of the bonds during process of sliding friction

Let's replace curved surface of both objects in contact with flat surface (see Fig. 9). Let's assume that: 1) the top object moves on the surface of the bottom object with constant velocity v ; 2) atoms of both objects create cubic lattice with lattice constant d ; 3) all bonds between both objects have the same energy values Q ; 4) at time $t=0$, the top object coordinate $x=0$, bonds are not distorted, total number of bonds is N . Moving the top object, bonds are stretched and ruptured. When displacement x reaches value $d/2$ all bonds are ruptured. (see Fig. 9, moment in time $T/2$). Next follows the formation of new bonds which try to contract and pull the top object forward. At the moment in time $t=T$ (T - period) bonds are not distorted, the top object has moved for distance d in relation to the bottom object.

The performed experiments show that increase in the weight of the object causes sliding friction coefficient to grow. Increasing displacement value x of the top object (see Fig. 9), bonds are stretched further and the instantaneous value of friction force F grows. Considering the above, let's assume that friction forces

$$F = A \cdot P^n \cdot x^m, \quad (3)$$

where A , n , m - constants; $m \geq 1$; if $m=1$, then bonds are only subjected to elastic distortion, when $F \sim x$; $n \geq 1$; if $n=1$, then sliding friction coefficient is constant value, not dependent on P . It derives from equations (2) and (3) that the instantaneous value of sliding friction constant

$$\mu_* = A \cdot P^{n-1} \cdot x^m. \quad (4)$$

The graph, showing changes in the values of this parameter depending on the top object displacement x , is given in Figure 10.

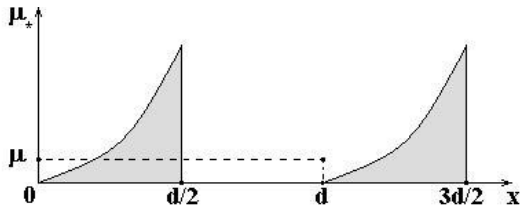


Fig.10. Instantaneous sliding friction coefficient depending on coordinate x ; μ - median sliding friction coefficient

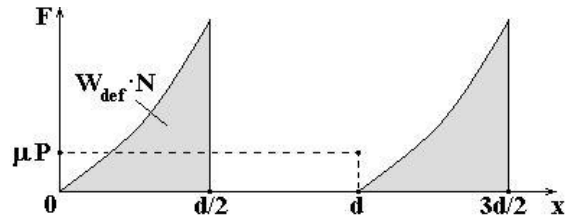


Fig.11. Sliding friction force depending on coordinate x ; $\mu \cdot P$ - median sliding friction force

Median value μ of sliding friction coefficient and instantaneous values μ_* are linked

$$\mu \cdot d = \int_0^{d/2} \mu_* \cdot dx. \quad (5)$$

By putting equation (4) in this expression and doing integration, one has

$$\mu = \frac{A \cdot P^{n-1} \cdot d^m}{(m+1) \cdot 2^{m+1}}. \quad (6)$$

If sliding friction coefficient median values μ_1 and μ_2 at two different loadings P_1 and P_2 are known, constant n can be found from equation above:

$$n = 1 + \log_{\frac{P_1}{P_2}} \frac{\mu_1}{\mu_2}. \quad (7)$$

To determine the number of bonds N at the initial moment $t=0$, let's use conditions: 1) if $P=0$, then $N=0$; both objects are not in contact, there are no bonds between them; 2) if $P \rightarrow \infty$, then $N \rightarrow S/d^2$, where S – area of bottom surface of the top object, d^2 – area taken by one atom on the surface, the top object is pressed to the surface of bearing with such force that all its

bottom surface atoms form bonds with atoms of the surface of bearing. These conditions are expressed in function

$$N = \frac{S}{d^2} \cdot (1 - e^{-C \cdot P}), \quad (8)$$

where C- constant.

Potential deformation energy delivered to one bond W_{def} is equal to total deformation energy of bonds divided by number of bonds N. Total deformation energy of the bonds is equal to work done by friction force. Therefore, considering equation (3),

$$W_{def} = \frac{\int_0^x F \cdot dx}{N} = \frac{\int_0^x A \cdot P^n \cdot x^m \cdot dx}{N} = \frac{A \cdot P^n \cdot x^{m+1}}{N \cdot (m+1)}. \quad (9)$$

Time period T: 1) the top object displacement $x=d$; 2) considering expression (9), the work of friction force (see Figure 11):

$$\mu \cdot P \cdot d = \frac{A \cdot P^n \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^{m+1}}{(m+1)}. \quad (10)$$

The displacement of the top object in a case of steady movement:

$$x = v \cdot t. \quad (11)$$

It derives from equations (8) – (11) that potential deformation energy delivered to one bond

$$W_{def} = \frac{\mu \cdot P \cdot (2 \cdot v \cdot t)^{m+1}}{S \cdot (1 - e^{-C \cdot P}) \cdot d^{m-2}}. \quad (12)$$

Energy of the thermal motion, delivered to one bond:

$$W_{silt} = k \cdot T_a, \quad (13)$$

where k- Boltzmann constant, T_a - absolute temperature. Changes in number of bonds within time interval dt [8]:

$$dN = -N(t) \cdot Z \cdot f \cdot e^{-\frac{Q}{W_{silt} + W_{def}}} \cdot dt, \quad (14)$$

where $N(t)$ – number of bonds at the moment in time t ; $Z=6$ – coordination number of cubic lattice; $f=1 \cdot 10^{13}$ Hz – oscillation frequency of atomic thermal motion; Q - bond energy; exponent describes probability of appearance of energetic fluctuation that would be sufficient for bond rupture. Considering potential deformation energy delivered to one bond and expressions of thermal motion energy (12) and (13), changes in number of bonds can be expressed:

$$dN = -N(t) \cdot Z \cdot f \cdot e^{-\frac{Q}{k \cdot T_a + \frac{\mu \cdot P \cdot (2 \cdot v \cdot t)^{m+1}}{S \cdot (1 - e^{-C \cdot P}) \cdot d^{m-2}}}} \cdot dt. \quad (15)$$

Initial and final conditions for the solution of differential equation (15):

$$\text{if } t=0, \text{ then } N(0) = \frac{S}{d^2} \cdot (1 - e^{-C \cdot P}); \quad (16)$$

$$\text{if } t=T/2, \text{ then } N(T/2)=0. \quad (17)$$

Consequently, the mathematical model describing friction processes is created. It has five constants C, d, n, m, Q. The model includes contact surface area S, the weight of the top object P as well as velocity of movement v, sliding friction coefficient μ , temperature T_a and time t.

Examples of use of the model

The model can be used to find optimal contact surface area S with given P and known μ . With equation (15) with different values for S velocity of the top object v is calculated. Optimal S

value is one which matches the minimal velocity v (it means that the greatest friction is achieved).

It is possible to find optimal pressure force P with given area S and known relation $\mu=\mu(P)$. With equation (15) with different values for P velocity of the top object v is calculated. It derives from (15) that the greatest sliding friction ($v \rightarrow 0$) will be reached if $P \rightarrow \infty$. Infinite force can not be considered optimal. Therefore force P , at which velocity preset limit, e.g. 0.1mm/s, is reached, can be considered optimal.

The model can be used to optimise a pattern of tyre tread. In this case 1) contact surface has to be divided in small elements ΔS ; 2) mechanical tension field for each ΔS has to be calculated, e.g. with multiphysics modeling software Comsol; 3) median pressure force P on each element has to be calculated; 4) with equation (15) sliding velocity v for each element ΔS is found. As all area elements ΔS are connected and do not mutually move, it can be assumed that sliding will start when element with least velocity will exceed critical velocity value, e.g. 0.1 mm/s. Tyre tread has optimal pattern in case when minimal velocity values v are obtained.

Conclusion

The dependence of sliding friction coefficient on pressure force for contact surfaces areas between rubber and concrete, timber as well as ceramic tile is investigated.

The mathematical model, describing sliding friction process that allows searching for the optimal values of contact areas and weight, as well as searching for the optimal pattern of contact surface in order to provide the maximum sliding friction, is developed.

References

1. Lindner M., Kroger, M., Popp K., Blume H. Experimental and Analytical Investigation of Rubber Friction. Hannover, Germany, 2002.
2. Persson B.N.J. Sliding Friction-Physical principles and Applications. Springer, Berlin, 1998.
3. Persson B.N.J., Volokitin A.I. Rubber friction on smooth surfaces. Eur.Phys.J. E 21, 2006.
4. Williams J. Engineering Tribology. New York: Cambridge University Press, 2005.
5. Kaneko D., Oshikawa M., Yamaguchi T., Gong J.P., Doi M. Friction Coefficient between Rubber and Solid Substrate- Effect of Rubber Thickness. Journal of the Physical Society of Japan. Vol. 76 No. 4, 2007.
6. Borch J., Wilson J.C. Effect of microroughness on rubber friction. Journal of Polymer Science, Vol.17, Issue 12, 2003.
7. Persson B.N.J. Rubber friction: role of the flash temperature. Journal of Physics, Vol. 18, Issue 32, 2006.
8. Martinovs A., Gonca V. Method of forecasting of mechanical properties and durations of service life of details from rubber // In: Proc. of the 5th International DAAAM Baltic Conference, 2006, Tallinn, Estonia.

BACKWARD WHIRL OF UNBALANCED SHAFT AT ELASTICALLY CONSTRAINED JOURNAL BEARINGS AND FLOATING SEALS DUE TO MECHANICAL CONTACT

*NELĪDZSVAROTĀS VĀRPSTAS ATGRIEZENISKĀ PRECESIJA ELASTĪGI
NOSTIPRINĀTAJOS SLĪDOŠAJOS GULTŅOS UN PELDOŠAJOS
SABLĪVĒJUMOS MEHĀNISKĀ KONTAKTA REZULTĀTĀ*

Ludmila Banakh, Andrey Nikiforov

Mechanical Engineering Research Institute of Russian Academy of Sciences

4, M.Kharitonjevsky Lane, Moscow, 101990, Russia

Ph: +(7916)5226513, fax: +(7499)1353047, e-mail: n.andre@mail.ru

Abstract. *The paper deals with the known phenomenon which takes place at rotor-stator contact. It is backward precession (whirl) of unbalanced shaft inside rigidly constrained sleeves (journal bearings) in the range below its critical speed. The purpose of this theoretical work is to research dynamic behavior of unbalanced shaft at the elastically constrained sleeves and above-resonant range.*

Keywords: *Contact rotation, dynamics and stability of high-speed rotor systems.*

Introduction

The mechanical contact or rub between unbalanced shaft and journal bearing can produce two qualitatively various dynamic features [1; 2].

Firstly, there is "lunar motion of shaft" at the condition of plentiful liquid lubrication. In this case the shaft rubs against the bearing by the same party, where the unbalance is located, while its points whirl in a direct direction (in the rotation direction) with the angular velocity which equals rotational frequency ω .

Secondly, there is dynamic regime "backward whirl of shaft" in the ideal or sliding form at the conditions of poor or viscous lubrication. Ideal form arises at comparably low rotational frequency and then the shaft rolls on an internal surface of the journal bearing without sliding. In this case its center whirls on a circle of radius δ in direction opposite to rotation with constant angular velocity $\omega R/\delta$, where R is shaft radius, δ is radial clearance, and anyone eccentric point of shaft describes the hypocycloids with number of loops which not depends on ω and equals R/δ i.e. the number of shaft precessions per its one revolution. For example, look at a result of one experiment where rotational frequency $\omega=300\text{rpm}$, shaft radius $R=6\text{mm}$ and radial clearance $\delta=0.25\text{mm}$ (Fig.1, photo 1). It shows the hypocycloid with number of loops $R/\delta=24$. The shaft can roll and with sliding then its whirl velocity becomes smaller than $\omega R/\delta$ and depends on ωt . For example, the same experimental system at rotational frequency $\omega=600\text{rpm}$ has produced the hypocycloid with number of loops 7 (Fig.1, photo 2).

Field experience shows the regime "backward whirl of shaft" is most adverse for work. It conducts to fast heating and wear of journal bearing. Besides, the transition to such regime is accompanied by significant reduction of rpm (revolutions of shaft per minute), and restoration of former rotational frequency demands an expense of additional power. Reduction of revolutions number is connected to the arising resistance moment directed against the engine moment that approximately is determined by a ratio:

$$I d\omega/dt = fNR, \quad (1)$$

where I – the total inertia moment of shaft and engine;

N – normal pressure of shaft upon bearing.

At regime "lunar motion of shaft" also there is a wear of journal bearing but not such intensive as at regime "backward whirl of shaft".

It is necessary to notice the given dynamic features correspond to unbalanced shaft whirling inside the rigidly constrained journal bearings in the range below its critical speed. Furthermore, at least according to author's data, there is no the direct knowledge for shaft whirl in case of elastically constrained journal bearings [3] or floating sealing rings [4]. It is unexpected as these elements for a long time are used correspondingly as supports and seals in the high-speed rotor systems (for example in the turbines).

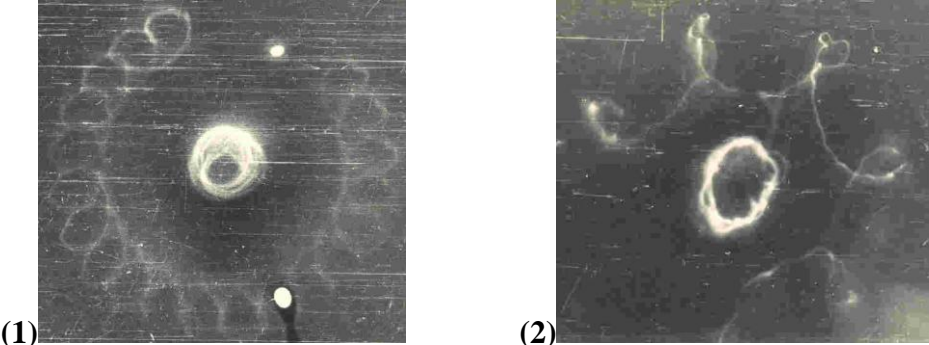


Fig. 1. Possible trajectories of eccentric point of shaft depending on R/δ и ω

Elastically constrained journal bearings allow providing the small amplitudes of shaft oscillations and the low forces between shaft and bearings at the passage of critical speeds. Also they allow suppressing the shaft self-oscillations caused by properties of a lubricant layer.

Floating sealing rings are placed in the special frame niches stipulated in those places where it is necessary to seal the working fluids on constructive reasons. Very small annular clearances (as a rule less than 0.25mm) formed between shaft and rings provide an effect of the extremely limited leakage of liquid or gas. Leakage around of rings 1 is prevented by pressing of their face surfaces to the frame (Fig.2) due to a difference of pressure $P_1 > P_2$ and the axial springs 3 entered in case of small working pressure. The pins 4 not limiting radial mobility of rings (Fig.2, a) are usually used in order to the friction surface 2 worked without relative rotation.

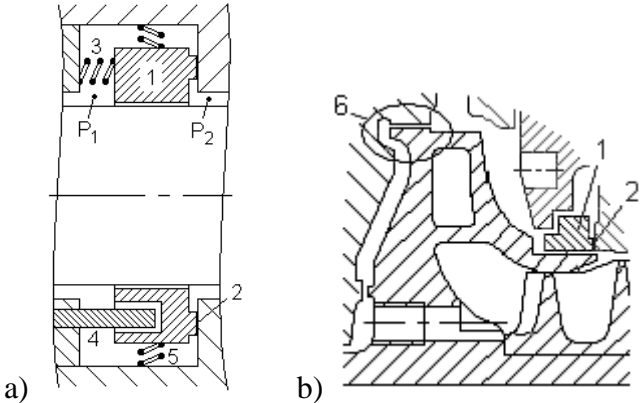


Fig. 2. Floating sealing ring 1 of shaft (a) and impeller (b)

Advantage of floating sealing ring in comparison with static seal 6 (Fig.2, b) or rigidly constrained sleeve consists in the next. Ring is self-aligning in radial direction during work concerning the shaft surface tracing all its motions. It allows creating a smaller annular clearance for reduction of leakage and it allows sealing a vibrating shaft.

Fundamental work principle of floating ring is a performance of the self-centering. It is a condition when the maximal hydro(gas)dynamic force in annular clearance exceeds both the friction force on contact surface and the elastic force of radial springs 5 in some designs.

However if this condition is not performed the ring can easily change the position under action of shaft impulses. Such rings rank between floating rings and static seals.

Simulation of researched system

Taking into account the denoted problem, the technical and dynamic features for application of elastically constrained journal bearings and floating sealing rings, the following system was considered (Fig.3). It is a vertical rotor by the mass m with unbalanced disk located in the middle of rigid shaft. It is supported by two identical gapless bearings positioned symmetrically, each of which has rigidity $k/2$ and equivalent coefficient of damping $d/2$. Besides the shaft is supported by two identical sleeves constrained elastically, each of which has radial clearance δ , mass $m_0/2$, the suspension bracket by rigidity $k_0/2$ and equivalent coefficient of damping $d_0/2$.

Let's notice the value d_0 allows taking into account not only the viscous friction of sleeves induced by an environment but also - the dry friction of sleeves on the frame (in case of sealing rings). It is possible to put $d_0=4F_{fr}/(\pi\Omega A)$, where F_{fr} is friction force between rubbing surfaces, Ω is frequency of sleeve precession and A is amplitude of sleeve precession.

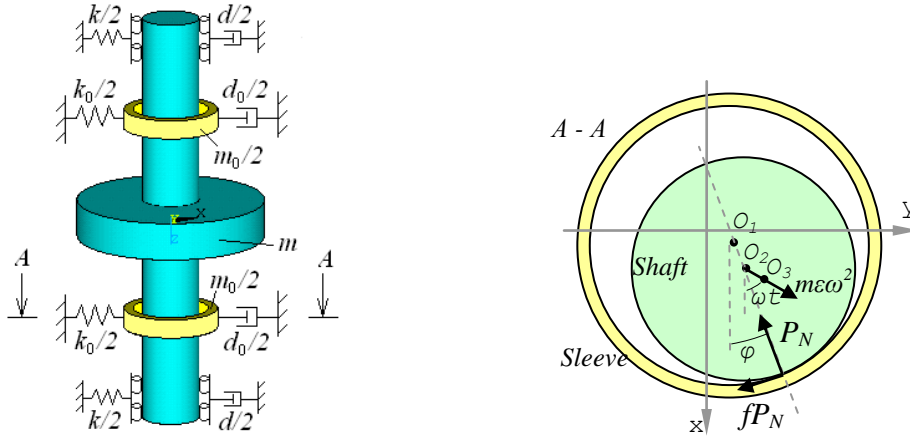


Fig. 3. Calculated model of researched system

The motion equations of accepted system were written down in the Cartesian coordinates and at a few assumptions. Fluid reactions in the sleeve clearance is ignoring because they is small in comparison with external forces ($k_0x_1, k_0y_1, d_0x_1, d_0y_1$). Shaft speed ω is a constant due to the powerful engine. Disk motion is flat. Motion of the sleeves centers is identical due to the symmetry. Let the next be in this system: x_1, y_1 are coordinates for the centre of sleeve O_1 (for top sleeve and for lower sleeve), x_2, y_2 are coordinates for the centre of shaft O_2 , x_3, y_3 are coordinates for the mass centre of shaft O_3 , ϵ is rotor eccentricity ($\epsilon=O_2O_3$), φ is angle for the line of the centers (is angle between a relative displacement $e=O_1O_2$ and an axis x).

Let's express contact reaction of sleeves and shaft as components P_N and fP_N , and also let's take into account that $x_3=x_2+\epsilon\cos\omega t$ and $y_3=y_2+\epsilon\sin\omega t$. In view of the accepted assumptions the differential motion equations of system are defined as follows:

$$\begin{cases} m_0\ddot{x}_1 + d_0\dot{x}_1 + k_0x_1 - (P_N \cos \varphi - fP_N \sin \varphi) = 0, \\ m_0\ddot{y}_1 + d_0\dot{y}_1 + k_0y_1 - (P_N \sin \varphi + fP_N \cos \varphi) = 0, \\ m\ddot{x}_2 + d\dot{x}_2 + kx_2 + (P_N \cos \varphi - fP_N \sin \varphi) = m\epsilon\omega^2 \cos \omega t, \\ m\ddot{y}_2 + d\dot{y}_2 + ky_2 + (P_N \sin \varphi + fP_N \cos \varphi) = m\epsilon\omega^2 \sin \omega t. \end{cases} \quad (2)$$

The first two equations of system (1) describe oscillations of the sleeve under action of elastic forces k_0x_1, k_0y_1 , damping forces d_0x_1, d_0y_1 and forces of contact reaction P_N and fP_N , directed opposite represented forces in Fig.3. The second two equations are close to considered in [5];

6] and they describe motion of shaft under action of centrifugal forces $m\epsilon\omega^2\cos\omega t$, $m\epsilon\omega^2\sin\omega t$, forces of contact reaction P_N , fP_N , elastic forces kx_2 , ky_2 and forces of external damping $d\dot{x}_2$, $d\dot{y}_2$.

If the purpose of the dynamic analysis is not reception of quantitative results and only it is required the revealing of qualitative laws, the problem of contact motion both shaft and bearings/seals can be studied loosely (in the different hypotheses) concerning reaction P_N . Only it is necessary to notice, any such reaction should go to zero at the contact absence ($e < \delta$) and it should grow with increase e , by other words for any function P_N a condition should be satisfied: $P_N = 0$ for $e < \delta$, $dP_N/de > 0$ for $e > \delta$. Besides, it is assumed the second derivative d^2P_N/de^2 is continuous for $e > \delta$.

These requirements may be satisfied by the normal nonlinear Hertz's reaction $P_N = be^{3/2}$, where b is coefficient dependent on curvature of bodies surfaces at the contact domain and b depends on elastic properties of a material, e is an approaching between the centers of contacted bodies which has negligible deformations in comparison with their local deformations [7]. Accepting on analogy with [6] that the relative displacement of shaft and sleeve e is value of their local deformations e , the definition for P_N can be expressed by following equation:

$$P_N = \begin{cases} 0, & (e < \delta), \\ k_c e^{3/2}, & (e > \delta). \end{cases} \quad (3)$$

In order to the equations (1) and (2) formed the closed loop system it is necessary to express relative displacement e and angle φ through the coordinates of sleeve x_1 , y_1 and the coordinates of shaft x_2 , y_2 . Fig.3 allows defining $x_2 - x_1 = e\cos\varphi$ and $y_2 - y_1 = e\sin\varphi$ and consequently:

$$e = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (4)$$

$$\cos\varphi = \frac{x_2 - x_1}{e}, \quad \sin\varphi = \frac{y_2 - y_1}{e}.$$

Integration of the equations (2-4) in the closed loop form is connected to the big mathematical difficulties and it is possible only with the help of a computer. Numerical calculations via Runge-Kutta method at the system parameters $m=1.5\text{kg}$, $\epsilon=10\mu\text{m}$, $k=1500\text{N/m}$, $d=d_0=10\text{Ns/m}$, $m_0=0.2m$, contact stiffness $k_c=15000\text{N/m}$ and at the changing of friction coefficient f , rotational frequency ω , radial clearance δ and rigidity k_0 were done.

Results and conclusions

1. At the extreme case $f=1$ and it was expected a priori, the regime "backward whirl of shaft" on an internal surface of the sleeve in the ideal form is obtained. Under the critical speed ($\omega < \omega_0 = \sqrt{k/m}$) the mass centre or any another eccentric point of shaft whirls in the rotation direction, making characteristic hypocycloids with finite number of loops $n=n(\delta, \omega, k_0)$ due to superposition of two circular motions at angular velocities ω and $-\Omega=n\omega$, while the central point of shaft whirls opposite to rotation on the circular orbit at frequency Ω .

However over the critical speed ($\omega > \omega_0$) there is a revolution in metaphorical and in literal sense due to the self-centering phenomenon of shaft. The mass centre of shaft receives the backward whirl at frequency $\Omega=\omega/n$, while the geometrical centre of shaft has direct hypocycloid whirl formed by motions at angular velocities ω and $-\omega/n$. Particularly, it is visible on displacements of points O_2 and O_3 from their initial states, on the display of oscillations along one axis and on the frequency spectrum (Fig.4). The displacements of point O_1 and its trajectories 1 allow to draw a conclusion the contact motion generates backward whirl of the sleeve centre at angular velocity $\Omega=n\omega$, when rotational frequency is below critical speed of shaft, or $\Omega=\omega/n$, when $\omega > \omega_0$ (Fig.4).

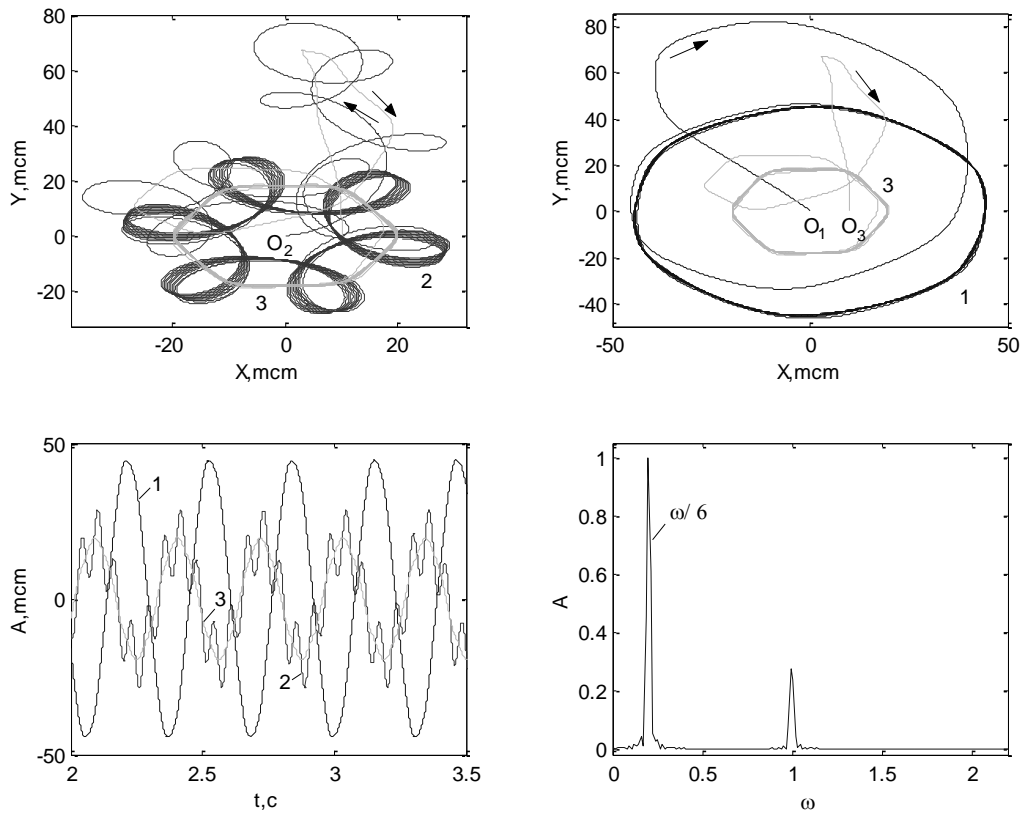


Fig. 4. Displacements of centres of sleeve 1 and shaft 2 and mass centre of shaft 3, frequency spectrum for motion of centre 2 at $f=1$, $\omega=1000\text{rpm}$, $\delta=55\mu\text{m}$, $k_0=0$

2. At the other extreme case $f=0$ there is a usual at the unbalance, direct, synchronous whirl of shaft or any its points all over the range ω . At the same time the sleeve performs a reciprocal motion at frequency ω due to periodic contacts between its diametric-opposite points and shaft.
3. For the middle values f there is a slip to a greater or lesser extent. A battle of tendencies in dynamics of shaft and sleeve appears.

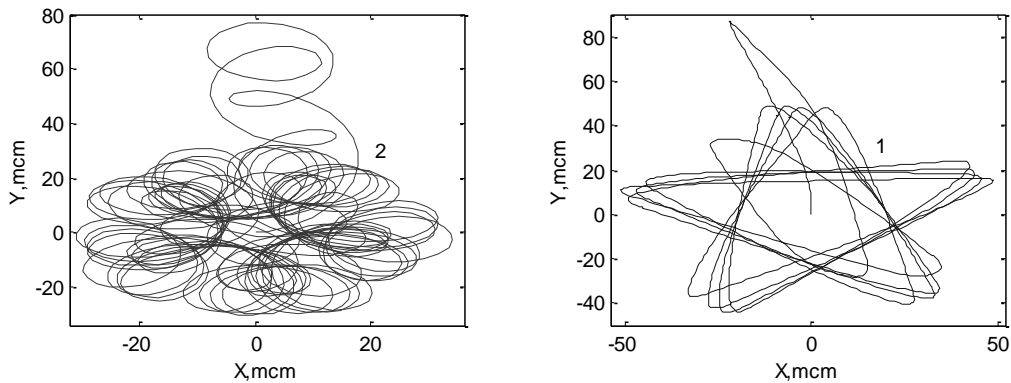


Fig. 5. Motions of sleeve 1 and shaft 2 centres at $f=0.35$, $\omega=1000\text{rpm}$, $\delta=55\mu\text{m}$, $k_0=0$

If $f < 0.35$ the tendency No2 gains the upper hand, as consequence the shaft centre reproduces direct circular motion at angular speed ω , and the sleeve centre describes n -pointed stars at the same frequency (Fig.5) and it is close to results [8]. If $f > 0.35$ the tendency No1 prevails,

as a result the backward whirl of centers of shaft and sleeve at the angular velocities unequaled ω takes place.

4. If radial clearance δ is less than the defined critical value $\delta_{cr}=\delta_{cr}(\omega)$ the hypocycloid whirl of shaft inside of sleeves does not arise, their lunar (direct synchronous) whirl is occurred (Fig.6).

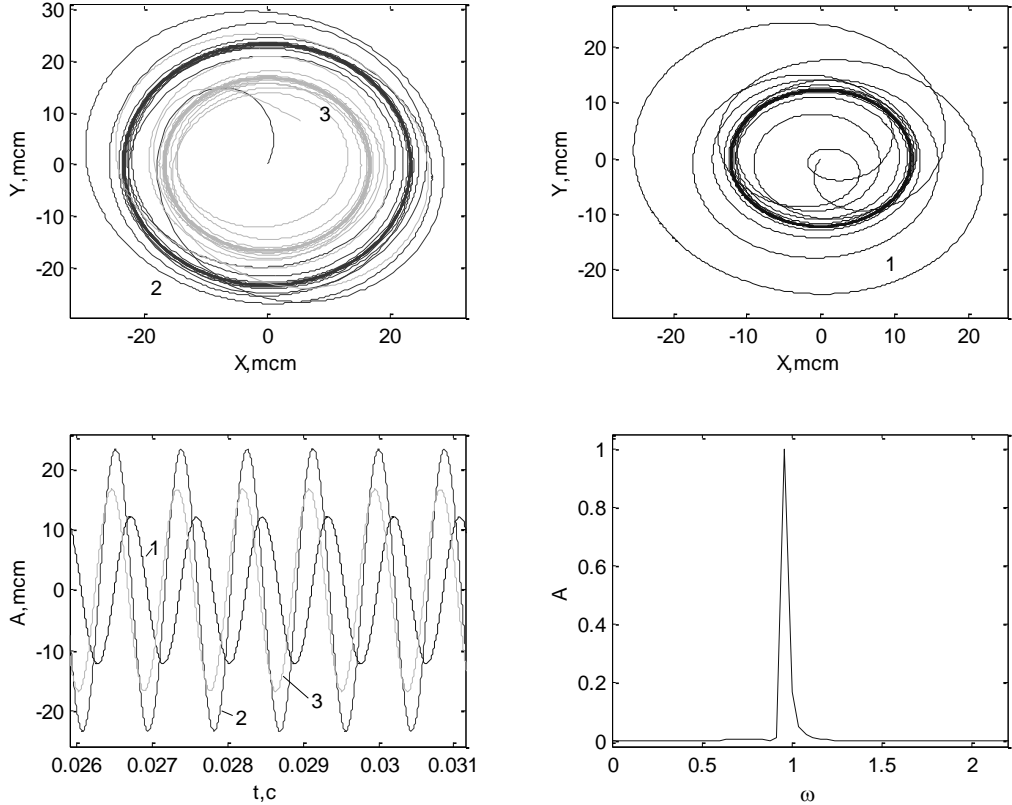
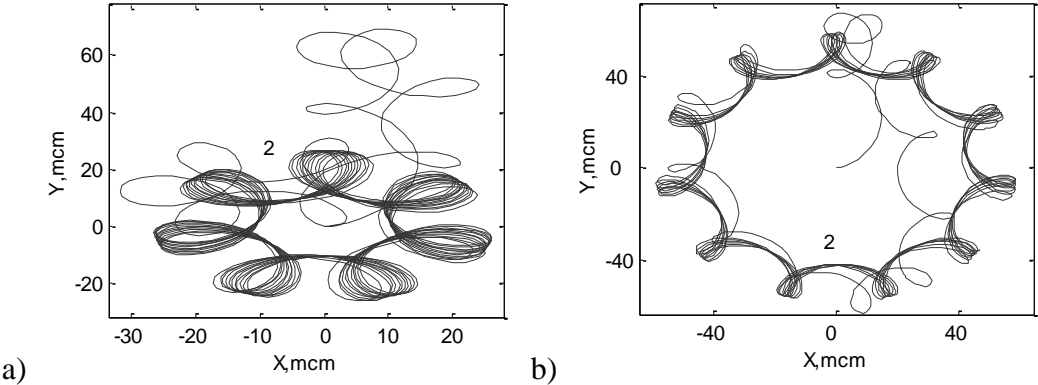


Fig. 6. Motions of researched system at $f=0.35$, $\omega=1000\text{rpm}$, $\delta=30\mu\text{m}$, $k_0=0$

5. As against a frequencies range of below critical speed, in the above resonance domain the number of loops n grows at the increase ω (Fig.7, a). Besides, the number n grows at the increase k_0 (Fig.7, b).



**Fig. 7. Motions of shaft centre a) at $f=1$, $\omega=1200\text{rpm}$, $\delta=55\mu\text{m}$, $k_0=0$
b) at $f=1$, $\omega=1200\text{rpm}$, $\delta=55\mu\text{m}$, $k_0=10^3\text{N/m}$**

Summary

Dynamics of unbalanced shaft in case of elastically constrained journal bearings and seals at the contact was researched. Dynamic analysis of that system for pre-resonant and above-

resonant speeds of rotation was fulfilled. Now a few interesting dynamic features for similar systems are known. Further scientific inquiry will be devoted to the contact dynamics between unbalanced shaft and free-rotating sleeves.

Bibliography

1. Banakh L. Some phenomena arising at the rotation of shaft on journal bearings // M.: Mashinovedenie, 1965. No1, p. 5-12.
2. Bartha A.R.: Dry Friction Induced Backward Whirl: Theory and Experiments, Fifth International IFToMM Conference on Rotor Dynamics, Darmstadt, Germany, 1998. p.755-767.
3. Keljzon A.S., Tsimansky Yu.P., Yakovlev V.I. Dynamics of rotors on elastically constrained bearings. M.: Nauka, 1982. 280 p.
4. Martsinkovsky V.A. Clearance seals of rotor machines. M.: Mashinostroenie, 1980. 200 p.
5. Edwards S., Lees A.W. and Friswell M.I. The Influence of Torsion on Rotor/Stator Contact in Rotating Machinery, Journal of Sound and Vibration, 1999. p. 767-778.
6. Braut S., Zigulic R., Skoblar A., Stimac G., Butkovic M., Jokic M. Dynamic Analysis of the Rotor-Stator Contact due to Blade Loss. Proc. 12th IFToMM World Congress, Besançon (France), 2007.
7. Biderman V.L. Calculation on impulsive loads. Handbook of engineering worker. M.: MASHGIZ, 1962. Vol. No3, p. 430-442.
8. Banakh L., Nikiforov A., Panovko G. Vibroimpact Motion of Rotor taking into account Friction at the Contact. Proc. 6th EUROMECH Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2008), Saint Petersburg (Russia), 2008., online at <http://lib.physcon.ru/?item=1605>

USE OF “CATERPILLAR” – SSA METHOD FOR ANALYSIS AND FORECASTING OF INDUSTRIAL AND ECONOMIC INDICATORS

“CATERPILLAR” – SSA METODEDES PIELIETOŠANA INDUSTRIĀLU UN EKONOMISKU RĀDĪTĀJU ANALĪZEI UN PROGNOZEI

Svetlana Polukoshko, Janis Hofmanis

Engineering Research Center of Ventspils University College
101 Inzenieru St, Ventspils, LV 3601, Latvia, e-mail: pol.svet@inbox.lv

Abstract. *This paper deals with the Caterpillar»-SSA method, a novel and powerful model-free method of time series analysis and forecasting. Alongside with signal processing this method is successfully used to study the time series in many various areas: in meteorology, hydrology, sociology, economics, traffic analysis, wherever the trend or periodic behavior can present. Examples of application of the Caterpillar”-SSA technique for analysis of one-dimensional time series in Latvian economics are presented in this work. We solve the task of analysis and forecasting of following time series: agricultural crop yield, milk production and purchase, number of road traffic accidents and number of registered road vehicles, electricity consumption. The application of Caterpillar»-SSA approach in geotechnical investigation for processing of data of the static penetration test of soils are offered. This method combines the advantage of many other methods, in particular, Fourier analysis and regressive analysis. At the same time it is noted for simplicity and clearness.*

Keywords: *time series, Singular Spectrum Analysis, sequential algorithm, singular value decomposition, forecast.*

Introduction

“Caterpillar” method is new powerful method of time series analysis and forecasting, which was independently developed in Russia and also in UK and USA (under the name of SSA - Singular Spectrum Analysis) [3; 4; 5; 6]. The “Caterpillar”- SSA is a model-free technique of time series analysis. It combines advantages of other methods, such as Fourier and regression analyses, with simplicity of visual control aids. The “Caterpillar”-SSA approach is used to study the time series in many various spheres wherever the trend or periodic behavior can present, for instance, in meteorology, climatology, hydrology, geophysics, medicine, biology, sociology [2; 5; 13; 16; 9]. SSA technique can be applied for various time series arising in industry and economics. A lot of problems can be solved by means of “Caterpillar”-SSA technique: finding trends of different resolution, smoothing, extraction of the seasonality components, simultaneous extraction of cycles with small and large period, extraction of periodicities with varying amplitudes, finding structure in short time series, detection of structural changes, continuation of the time series [5; 6; 16; 1]. A modification of singular spectrum analysis for time series with missing data is developed and successfully tested. This method also can be used to low pass filter incomplete time series [14; 8]. A method is extensively developing, the variants of the 'Caterpillar'-SSA method for analysis of multidimensional time series (MSSA), SSA detection of structural changes are elaborated [7; 5; 11; 14; 15]. The “Caterpillar”-SSA method is useful tool when short and long, one-dimensional and multidimensional, stationary and nonstationary, almost deterministic and noisy time series are to be analyzed.

Mathematical background

The basic version of method consists in transformation of one-dimensional series into multi-dimensional by one-parameter translation procedure, research of the got multidimensional trajectory by means of principal components analysis (Singular Value Decomposition) and reconstruction of the series in accordance with the chosen principal components. Thus, the result of application of method is expansion of the time series into sum of simple components:

slow trends, seasonal and other periodic or oscillating components, and also components of noises. The got decomposition can serve as basis of correct forecasting, both series and its components. The Decomposition is followed by the Reconstruction, which allows to reconstruct the time series component on the base of chosen eigentriple numbers.

“Caterpillar” - SSA as a method of analysis performs four steps.

At the first step (called the embedding step) a one-dimensional series $F = (f_1, \dots, f_n)$ is transferred to the L - dimensional series $X_i = (f_i, \dots, f_{i+L-1})^T$, $i = 1, \dots, K$, where $K = N - L + 1$ and L is called by window length. This delay procedure gives the first name to the whole technique. Very important parameter of the embedding step is the window length L . It should be big enough but not greater than a half of series length. Vectors X_i form columns of the trajectory matrix: $\mathbf{X} = [X_1: \dots: X_K]$.

The second step, SVD step, is the singular value decomposition of the trajectory matrix into a sum of rank-one bi-orthogonal elementary matrices and gives the second name of the technique: $\mathbf{X} = \mathbf{X}_1 + \dots + \mathbf{X}_L$.

Elementary matrix \mathbf{X}_i is determined by the equality $\mathbf{X}_i = s_i U_i V_i^T$, where s_i (i -th singular value) is the square root of the i -th eigenvalue of the matrix $\mathbf{X}\mathbf{X}^T$; U_i and V_i stand for left and right singular vectors of the trajectory matrix. It is assumed that eigenvalues s_i^2 are arranged in the decreasing order of their magnitude. The collection (s_i, U_i, V_i) is called the i -th eigentriple of the matrix \mathbf{X} .

The first two steps together are considered as the decomposition stage of ‘Caterpillar’-SSA.

The next two steps form the reconstruction stage. The grouping step corresponds to splitting the elementary matrices into several groups and summing the matrices within each group. The result of the step is a representation of the trajectory matrix as a sum of several resultant matrices: $\mathbf{X} = \mathbf{Y}_1 + \dots + \mathbf{Y}_m$.

The last step (diagonal averaging) transfers each resultant matrix into a time series, which is an additive component of the initial series F . If y_{ij} stands for an element of a matrix \mathbf{Y} , then the k -th term of the resulting series is obtained by averaging of y_{ij} over all i, j such that $i + j = k - 1$. Diagonal averaging is a linear operation and maps the trajectory matrix of the initial series into the initial series itself. In this way we obtain a decomposition of the initial series into several additive components. The result is the expansion of series into simple components $F = F_1 + \dots, F_m$. For a properly made ‘Caterpillar’-SSA expansion, a component F_i in this equation may be identified as a trend of the original series F , an oscillatory series (for example, seasonality) or noise.

There are two parameters in “Caterpillar” - SSA: the first is an integer L , the window length, and the second parameter is structural: it is the way of grouping of elementary matrices (or grouping of the eigentriples. since each matrix component of the SVD is completely determined by the corresponding eigentriple). The problem of selection of ‘Caterpillar’-SSA parameters is thoroughly discussed (from theoretical and practical viewpoints) in [4], [6].

As for the way of grouping, it is useful to mention that under the proper choice of window length L singular vectors in a sense ‘repeat’ the behavior of the corresponding time series components. In particular, trend of the series corresponds to slowly varying singular vectors. Harmonic component produces a pair of left (and right) harmonic singular vectors with the same frequency, etc.

The main principles for identification of eigentriples corresponding to the time series component of interest are as follows: 1) to extract the trend or to smooth the time series, slowly changing eigenfunctions are chosen; 2) to extract oscillations, oscillating eigenfunctions are chosen; 3) to extract periodic (harmonic) components with period greater than 2 a pair of eigentriples with the same period should be found and chosen; 4) to approximate the time series the leading eigentriples are chosen.

Examples of applications of SSA technique for analysis of time series in Latvian economy and agriculture

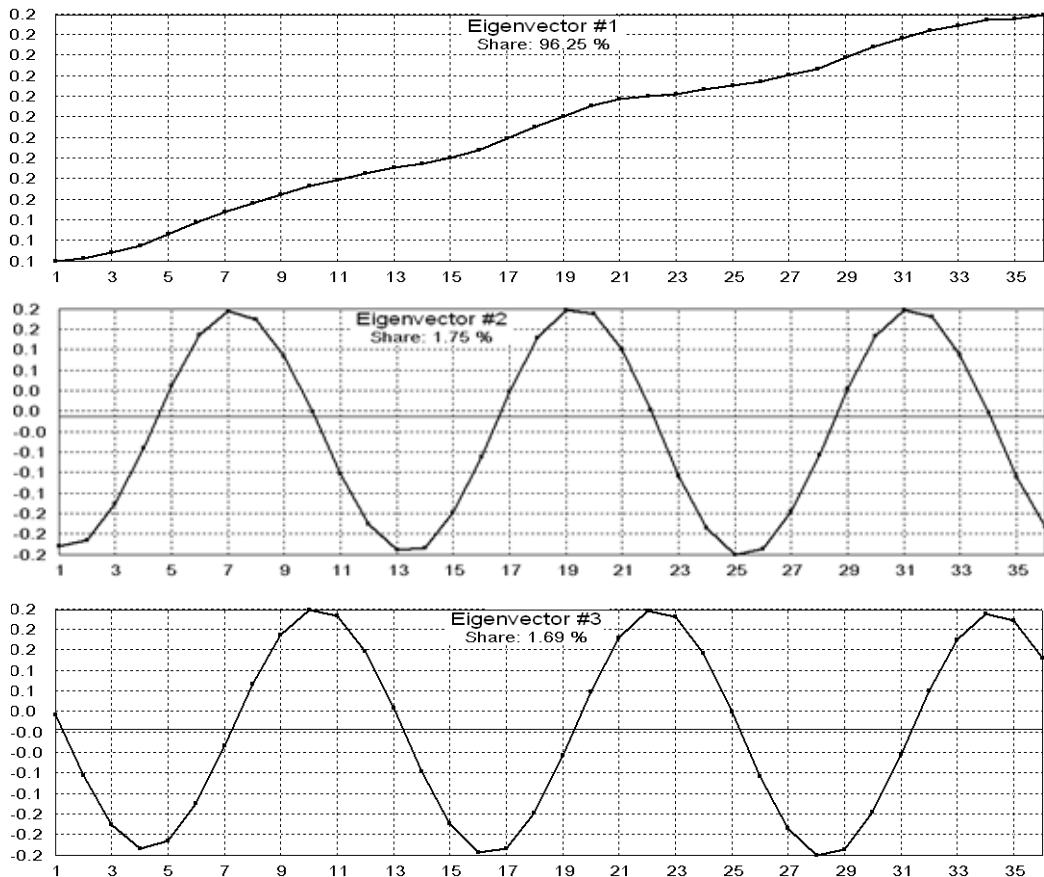
We used Caterpillar'-SSA method to analysis and forecast of industry indicators, available in Latvian statistical databases [7]. The algorithm was applied to diferent data sets and extensively studied; available time series were processed in the interactive mode. Alongside with CatMV 1.1 software, created in Department of Mathematics of St. Petersburg University for analysis of time series which may contain missing values, we realized the SSA forecasting algorithm for class of series govern by the LRF (linear recurrent formulae) on MATLAB program and used it in our work. Some examples are presented below.

In Fig. 1 the results of analysis of milk production and purchase in Latvia are given, the data covers the time from 2002 till 2008 years. Monthly time series of 84 month length was analysed and forecasting was executed for 12 months.

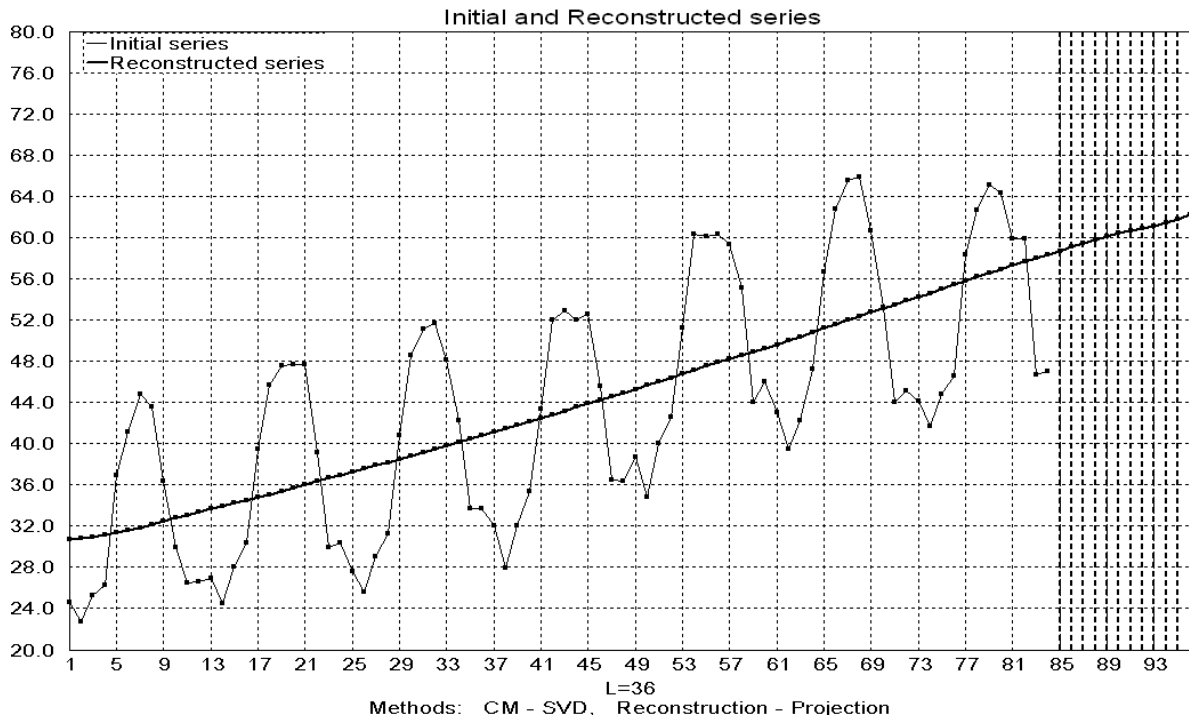
In Fig. 2 the analysis of electricity consumption in Latvia is presented, time series of 36 months length was analysed and prognosis was executed on 12 months.

Analysis and forecast of agricultural crop productivity was made for winter and spring cereals. The Initial time series length was taken of 51 years (from 1957 till 2007) and forecasting was executed for 3 years. In Fig. 3 the analysis of winter cereals crops yield (100 kg per ha) is presented, in Fig.4 - spring cereals crops yield. Length of window $L=11$, series are reconstructed with 3 eigentriples.

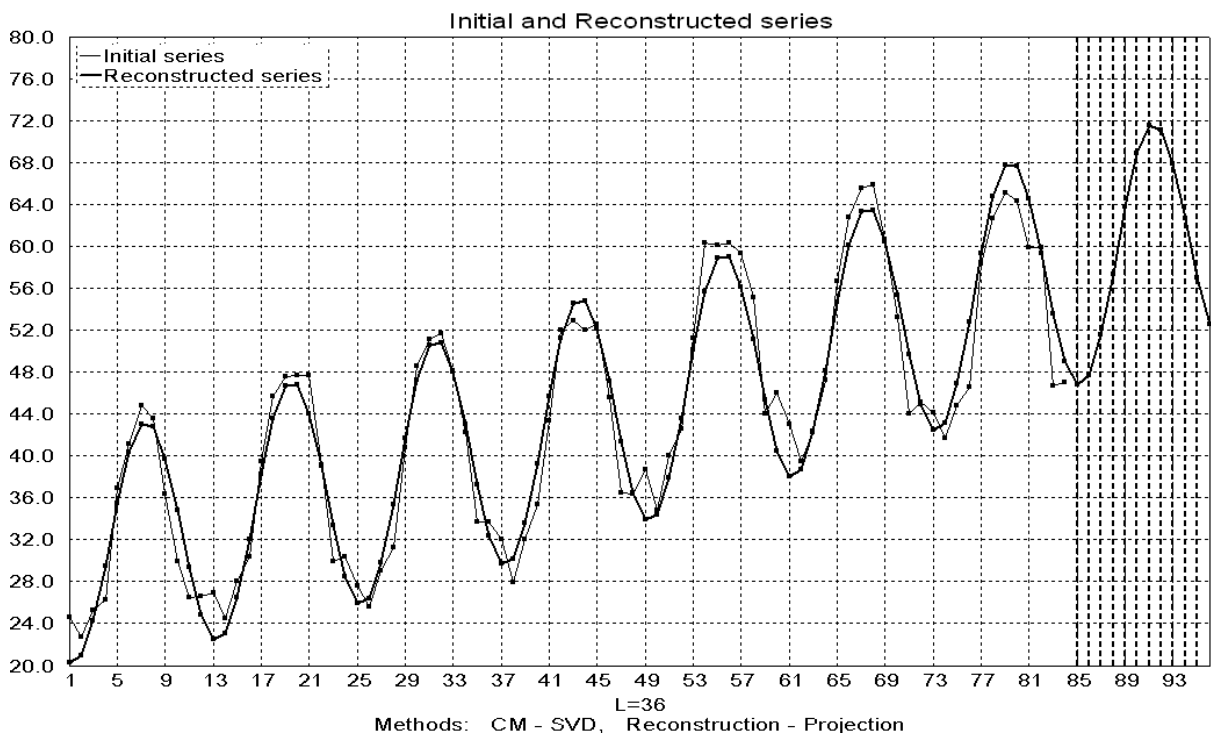
In Fig. 5 and 6 the results of number of road traffic accidents and number of registered road vehicles (lorries, passenger cars, buses and motorcycles) analysis are presented, time series length is 27 quarters, forecasting period length is 1 year (4 quarters). It is obviously that number of road accidents does not depend of number of registered vehicles.



a) the first three eigenvectors

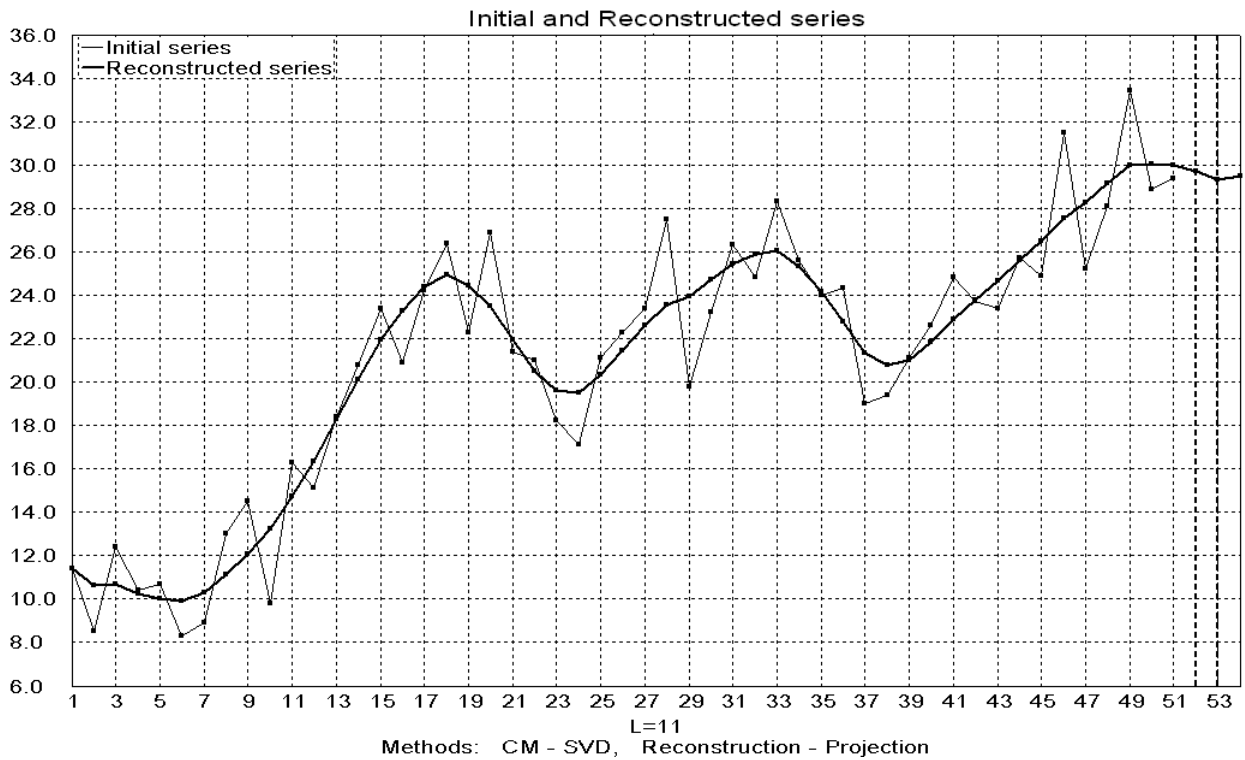


b) initial series and its trend



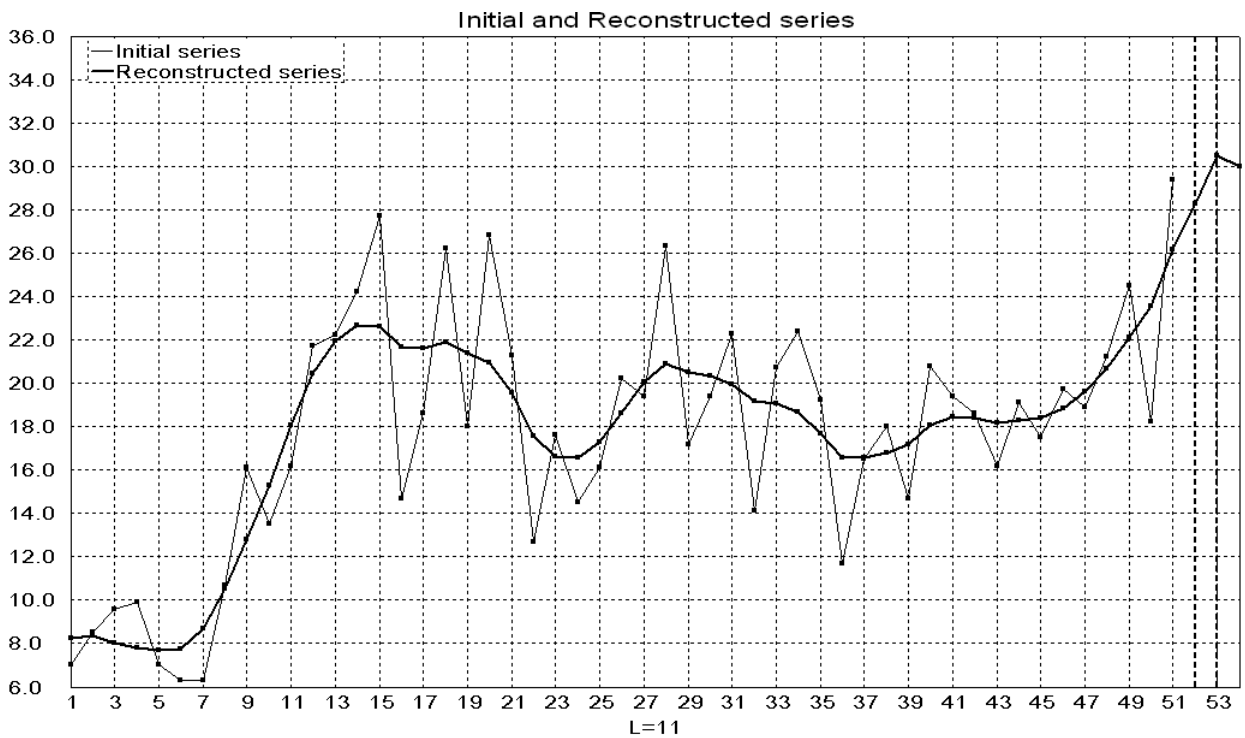
c) initial and reconstructed (with three eigentiles) time series and forecasting for 12 months

Fig.1. Milk production and purchase - thousand of tones per month, from 2002 year



initial and reconstructed (with three eigentrials) time series and forecasting on 4 years

Fig.2. Yield of winter cereals crops - hundreds kilograms per hectare, from 1957 till 2007 year



initial and reconstructed (with three eigentrials) time series and forecasting on four years

Fig.3. Yield of spring cereals crops - hundreds kilograms per hectare, from 1957 till 2007 year

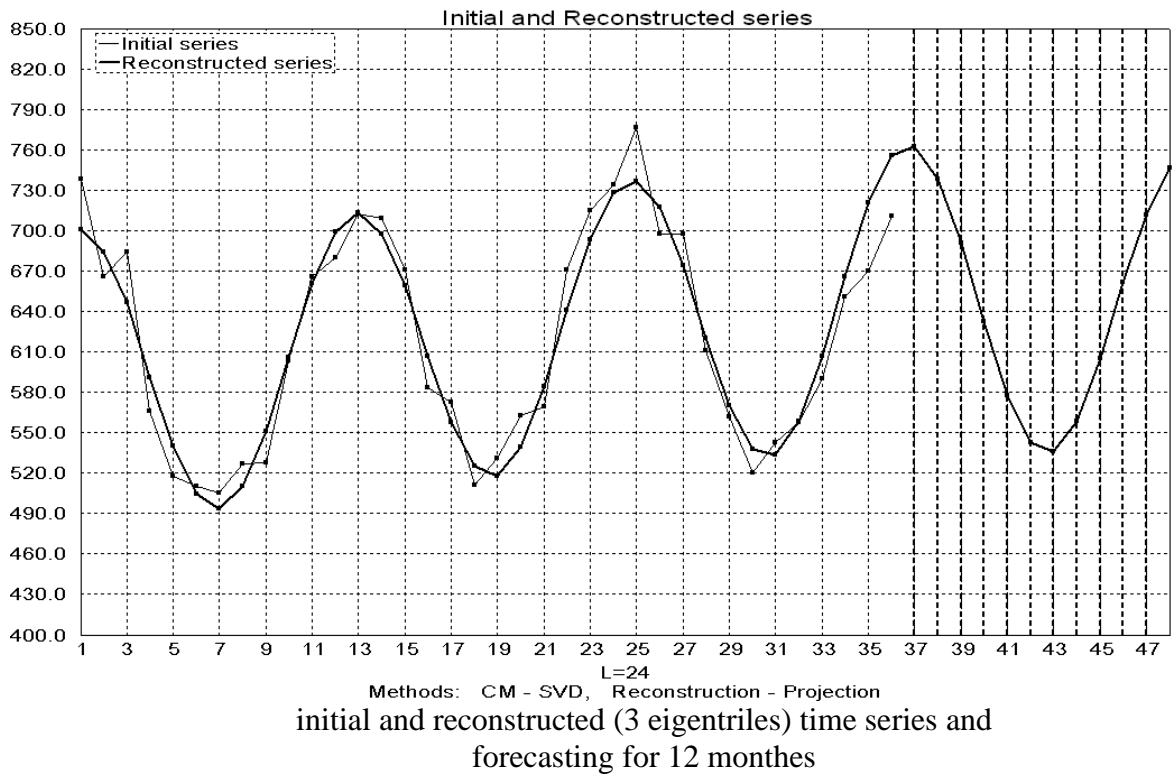


Fig. 4. Electricity consumption - mln. kWh per month, from year 2006

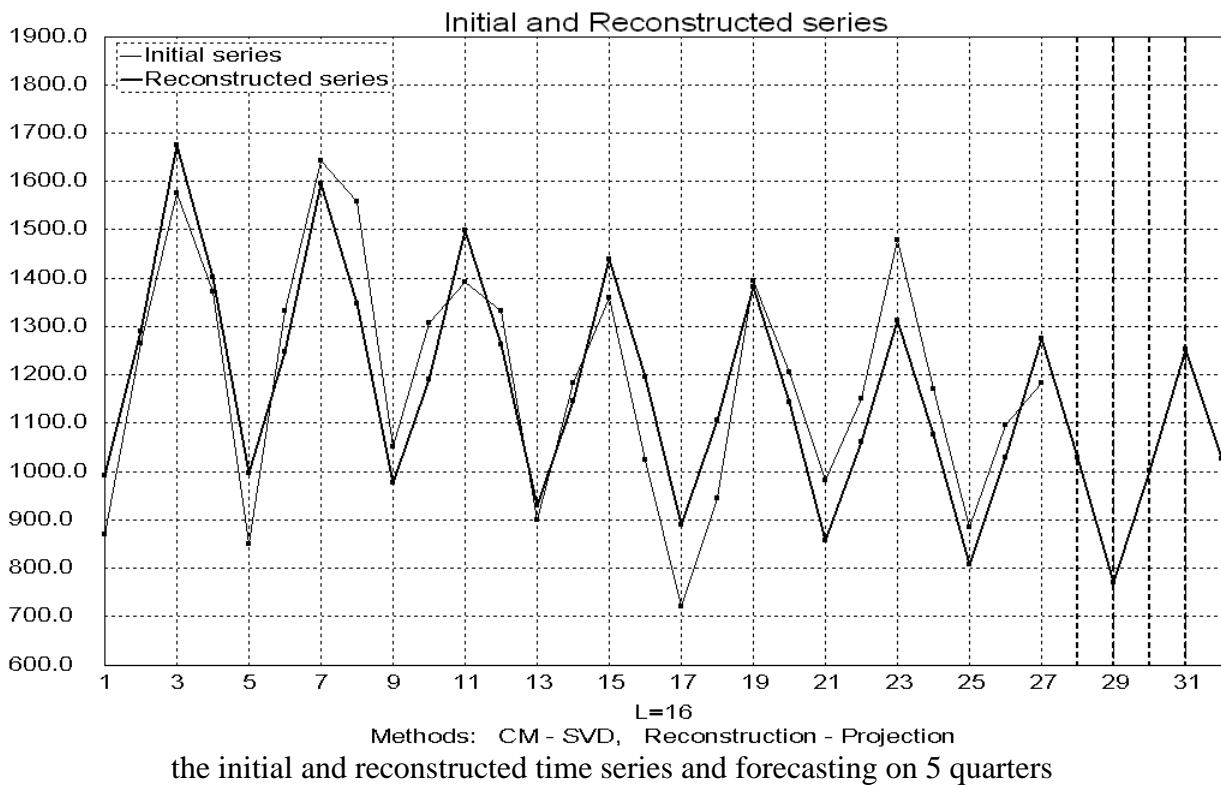


Fig. 5. Road traffic accidents - number per quarter, from 1.01. 2002

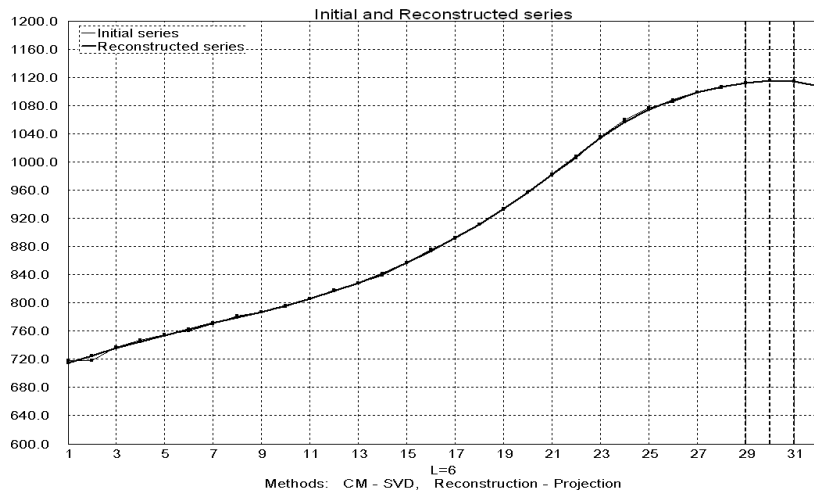


Fig. 6. Registered road vehicles - number per quarter, from 1.01. 2002

Example of using of «Caterpillar»-SSA method in geotechnical investigations

Geotechnical investigation is executed to determine the ground physical and mechanical characteristics. One of the methods of soils investigation is the static penetration test which is used for the determination of the boundary lines between the soil layers of different soil conditions, constitution, heterogeneity, and also as an indirect method for estimation of the ground physical and mechanical characteristics. We proposed to use «Caterpillar»-SSA approach to the processing of results of static probing and dividing the ground into engineer-geological elements. The results of the static penetration test are recorded by the field computer point resistance q_c (MPa) of penetration into the soil of standard metal cone. Indicated value are written down through equal intervals a depth (from 2 till 20 cm), the depth of penetration may reach 30 m. In such series there is generally no periodic components and its processing with «Caterpillar»-SSA method, in which trend and random component is selected, simplifies finding of identical layers. Point resistance to standard cone penetration depending on the depth and the results of its SSA processing are given in Fig.7, where the time series component reconstructed from the leading eigentriple and the initial time series, $L=10$.

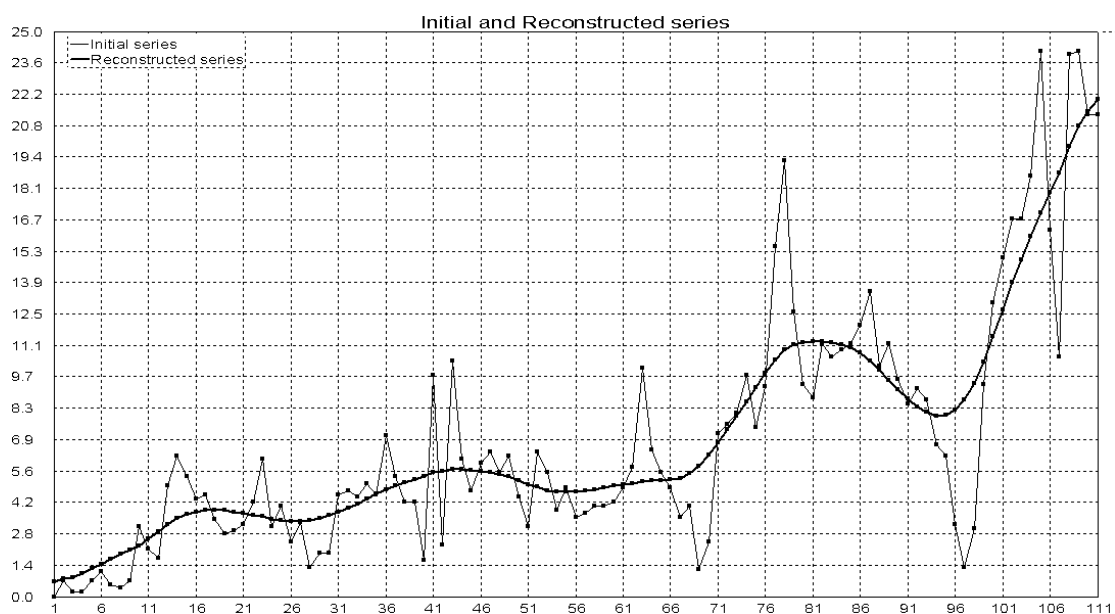


Fig. 7. Point resistance to standard cone penetration q_c (MPa) depending on depth (m)

Conclusion

Several example of application of the Caterpillar"-SSA technique for analysis of one-dimensional time series in Latvian economics are presented in this work. We solve the task of analysis and forecasting of following time series: milk production and purchase, electricity consumption, yield of winter and spring cereals crops, number of road traffic accidents and number of registered road vehicles.

The results allow improving quality of prediction of industrial and agricultural indicators characterizing complex non-stationary process, to increase the efficiency of strategic decisions making in the conditions of existing economic situation, to minimize the losses of capital.

In geotechnical investigation the using of SSA method make easier the solution of the problem of division of soil column on geotechnical units.

Future investigation is to create the MATLAB program for analysis of multidimensional time series and for solving the forecasting problem with the confidence limits.

References

1. Alexandrov Th., Golyandina N. Automatic extraction and forecast of time series cyclic components within the framework of SSA. In: Proceedings of the 5th St.Petersburg Workshop on Simulation, June 26-July 2, 2005, St. Petersburg State University, St. Petersburg, pp. 45-50.
2. Antoniou V.V. et al. Principal Component Analysis of Network Traffic: the "Caterpillar" - SSA Approach, VIII Int. Workshop on "Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research", ACAT' 2002, 24-28 June 2002, Moscow, Russia, Book of abstracts, p. 176.
3. Cadzow J.A. Signal Enhancement - A Composite Property Mapping Algorithm. IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1988. V. 36, pp. 49-62.
4. Danilov D., Zhigljavsky A. eds. Principal Components of Time Series: "Caterpillar" Method. St. Petersburg University, 1997. <http://www.gistatgroup.com/gus/>
5. Ghil M. et al.: Climatic time series analysis: Reviews of Geophysics, 40, 1 / Month 2002 pages 1-1-1-41
6. Golyandina N., Nekrutkin V., Zhigljavsky A. Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques. London: Chapman and Hall, 2001.
7. Golyandina N., Usevich K., Florinsky I. Filtering of Digital Terrain Models by two-dimensional Singular Spectrum Analysis. International Journal of Ecology & Development, 2007. Vol. 8, No. F07, P.81-94.
8. Golyandina N.E., Nekrutkin V.V., and Stepanov D.V. Variants of the "Caterpillar"-SSA method for analysis of multidimensional time series. <http://www.gistatgroup.com/cat/>
9. Golyandina N., Osipov E. The "Caterpillar"- SSA method for analysis of time series with missing values Journal of Statistical Planning and Inference, Volume 137, Issue 8, 1 August 2007. pp. 2642-2653.
10. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis. Springer-Verlag, 1986.
11. Keppenne C., Lall U. Complex singular spectrum analysis and multivariate adaptive regression splines applied to forecasting the southern oscillation // Exp.Long-Lead Forcst. Bull. 1996. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/predictions/experimental/bulletin/Mar96/article13.html>
12. LR Centrālā statistiskās pārvalde. Datubāzes. <http://www.csb.gov.lv>
13. Preizendorfer R.W. Principal Component Analysis in Meteorology and Oceanography. Elsevier, 1988.
14. Schoellhamer D.H. Singular spectrum analysis for time series with missing data. Geophysical Research Letters, V. 28, no. 16, 2001. pp. 3187-3190.
15. Stepanov D., Golyandina N. SSA-based approaches to analysis and forecast of multidimensional time series. In: Proceedings of the 5th St.Petersburg Workshop on Simulation, June 26-July 2, 2005, St. Petersburg State University, St. Petersburg, pp. 293-298.
16. Vautard R., Yiou P., Ghil M. Singular Spectrum Analysis: A Toolkit for Short, Noisy Chaotic Signals, Physica D. 1992. V. 58, pp. 95-126.

**A+B → A REAKCIJAS KINĒTIKAS MODELĒŠANA DAĻIŅAS LIELA
BRĪVĀ CEĻA GARUMA GADĪJUMĀ**
*MODELLING OF AN A+B → A REACTION KINETICS IN CASE OF
PARTICLES BIG FREE MEAN PATH*

Gatis Gaigals, Juris Roberts Kalniņš

Ventspils Augstskola

Inženieru 101, Ventspils, e-pasts: gatisg@dundaga.lv; simts@latnet.lv

Abstract. *The aim of the work is to develop model and program for particle simulations working on laws of particle diffusion in expansion mode and, using approach of MonteCarlo, allows analyzing regularity in two-dimensional A+B → A reactions in case of B particle large mean free path, providing visualization of results and handy further processing of results, using data export ability.*

In the work are examined regularities in A+B → A reactions, special issues of these reactions, found approximate formula to determine velocity of reaction on centre of absorption surface using simulated data, developed program and made a lot of simulations of different reaction environments. Examined specific features of processed data and ways to enhance credibility and precision of results, also performed filtration of processed data to decrease specific of MonteCarlo method. Found out, that in comparison with nowadays personal computers, there is need for higher performance computing power to process simulation of particle interaction in acceptable timing.

Keywords: *A+B → A reactions, absorption surface, MonteCarlo method, particle diffusion.*

Ievads

Brīvi klīstošu daļiņu B absorbēšanās uz stacionāriem absorbcijas centriem A raksturīga veselai virknei fizikālu procesu [1;2;3;4]. Šāda tipa reakcijas sauc par A+B → A reakcijām. No praktiskā viedokļa ir interesanti aplūkot reakcijas uz virsmas. Darbā [5] ir norādīts, ka iespējama šo reakciju analīze un modelēšana divu dimensiju gadījumā, pieņemot, ka A ir cilindriskas formas. Divdimensiju sistēmu īpatnības ir akcentētas darbā [6]. Lielu B daļiņu brīvā ceļa gadījumā daļiņu reakcijas ātruma noteikšanai ir iegūtas dažādas teorētiskās formulas, izmantojot dažādus tuvinājumus [7;8].

Darba mērķis ir izveidot datorprogrammu A+B → A reakciju simulēšanai divu dimensiju telpā, noteikt izveidotā modeļa atbilstību teorētiskajam uzvedības modelim daļiņu difūzās izplatīšanās gadījumā un noteikt reakcijas ātruma uz absorbcijas centra atkarību no daļiņu brīvā noskrējiena garuma un daļiņu ģenerēšanas ātruma kinētiskajā izplatīšanās režīmā.

Reakcijas ātrums uz absorbcijas centra

Apskatīsim reakcijas ātruma noteikšanai nepieciešamo formulu izvedumu. Daļiņu B koncentrācijas atkarību no attāluma no atsevišķa absorbcijas centra A ekvivalentās šūnas gadījumā plāknē apraksta difūzijas vienādojums:

$$D \frac{1}{r} \frac{d}{dr} r \frac{dC}{dr} + \lambda = \frac{dC}{dt}, \quad (1)$$

kur

$C = C(r, t)$ - daļiņu koncentrācija laukuma vienībā;

r - attālums no absorbcijas centra;

t - laiks;

D - difūzijas koeficients;

λ - daļiņu ģenerēšanas ātrums.

Stacionārā gadījumā $\frac{dC}{dt} = 0$, un problēma reducējas uz vienādojuma

$$\frac{d^2C}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dC}{dr} = -\frac{\lambda}{D} \quad (2)$$

atrisināšanu pie nosacījumiem:

$$\left. \frac{dC}{dr} \right|_{r=r_0} = \kappa_0 C(r_0), \quad (3)$$

$$\left. \frac{dC}{dr} \right|_{r=R} = 0, \quad (4)$$

kur κ_0 - reakcijas ātrums uz absorbcijas centra;

$C(r_0)$ - daļiņu koncentrācija uz absorbcijas centra;

R - ekvivalentās šūnas rādiuss.

Var pierādīt, ka (2)-(4) atrisinājums ir

$$C(r) = \frac{\lambda R^2}{2D} \left(\frac{1}{\kappa_0 r_0} + \frac{r_0^2}{2R^2} - \ln r_0 \right) + \frac{\lambda R^2}{2D} \ln r - \frac{\lambda r^2}{4D} = \frac{\lambda R^2}{2D} \left(\frac{1}{\kappa_0 r_0} + \frac{r_0^2}{2R^2} + \ln \frac{r}{r_0} \right) - \frac{\lambda r^2}{4D}. \quad (5)$$

Kinētikas vienādojums B daļiņu vidējai koncentrācijai $N(t)$:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \lambda - k_{ef} n_A N(t), \quad (6)$$

kur k_{ef} - efektīvais reakcijas ātrums;

n_A - absorbējošo centru koncentrācija pa visu paraugu.

Stacionārā gadījumā iegūstam no (6)

$$k_{ef} = \frac{\lambda}{n_A N(\infty)}, \quad (7)$$

kur $N(\infty)$ ir [6]:

$$N(\infty) = n_A \int_{r_0}^R C(r) 2\pi r dr. \quad (8)$$

Pie $r_0 \ll R$ no (5),(6) un (7) iegūstam

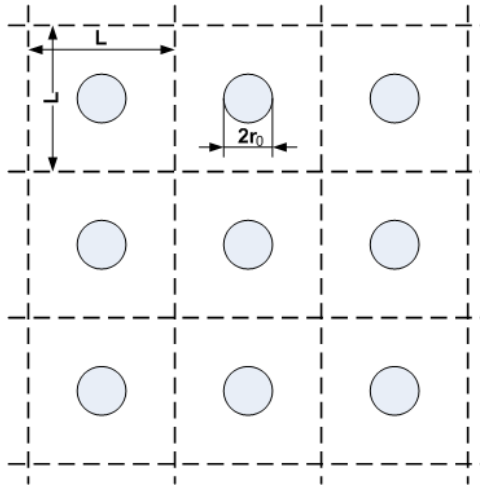
$$k_{ef} = \frac{2\pi D}{\ln \frac{R}{r_0} - \frac{3}{4} + \frac{1}{\kappa_0 r_0}} \quad (9)$$

un

$$k_0 = \frac{1}{r_0} \left(\frac{\pi d^2}{2k_{ef}} + \frac{3}{4} - \ln \frac{R}{r_0} \right)^{-1}. \quad (10)$$

Modeļa izveide

Literatūrā [5;4;7;8] norādīts uz grūtībām, ar kādām jāsastopas, modelējot reakcijas brīvu dažādu izmēru vai formu ieslēgumu gadījumā. Divdimensiju gadījumā modelēšanu veic t.s. kvadrātiskajā režģī, kad katrs absorbcijas centrs tiek ievietots noteikta izmēra kvadrātā ar malas garumu L . Vienu šādu kvadrātu sauc par šūnu. Vairākas šūnas kopā veido regulāru šūnu režģi (skat. 1.attēlu). Visu absorbcijas centru izmēri ir vienādi - parasti tie ir riņķveida ar uzdotu rādiusu r_0 .



1.att. Kvadrātisku šūnu režģis

Tā kā visas šūnas ir identiskas, nav nepieciešams modelēt šūnu kompleksu, bet pietiek modelēt vienu šūnu, kuras absorbcijas centru novieto XOY koordinātu sistēmas sākumpunktā. Ja B daļiņas klejojošas kustības dēļ pamet modelējamo šūnu, tad vienlīdz iespējama ir varbūtība, ka kāda cita daļiņa šūnā ienāks, tātad uz šūnas malām tiek definēts robežnosacījums

$$\nabla C|_{(x,y) \in \Phi} = 0, \quad (11)$$

kur Φ - šūnas robežlīnija.

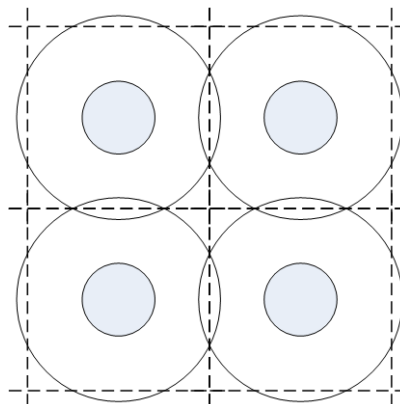
Šūnas laukums ir $S = L^2$, un absorbcijas centru koncentrācija $n_A = \frac{1}{L^2}$, t.i., katrā šūnā ir tikai viens absorbcijas centrs.

Ja vienā šūnā katrā iterācijā (nosacītais laiks $\tau = 1$) tiek ģenerētas Λ daļiņas B , tad daļiņu B ģenerācijas ātrums $\lambda = \frac{\Lambda}{L^2}$.

Ekvivalenta riņķa gadījumā (skat. 2.attēlu) $S = \pi R^2 = L^2$, no kurienes

$$R = \frac{L}{\sqrt{\pi}}. \quad (12)$$

Atzīmēsim, ka absorbcijas centru aptverošais riņķis iziet ārpus iepriekš apskatītā kvadrāta malām un „iespiežas” cita režģa vai ekvivalentā riņķa laukumā, veidojot pārklājumus.

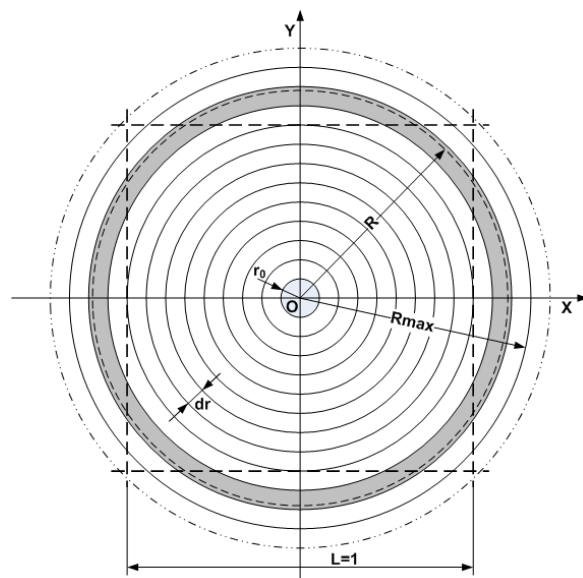


2.att. Riņķveida šūnu pārklāšanās un nenoklātie laukumi

Datorsimulācijas modelis realizēts, izmantojot 3.attēlā redzamo šūnas veidošanas variantu: modeļa kvadrātiskās šūnas izmēri ir 1×1 vienība ($L = 1$); ekvivalentā riņķa rādiuss (skat. (12))

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}}; \quad (13)$$

Šūna novietota XOY koordinātu sistēmas tā, ka absorbcijas centrs ir koordinātu sākumpunktā O.



3.att. Vienības kvadrāts ar ekvivalento diskrēto riņķi (iekrāsots)

Lai aprēķinātu diskrēto $C(r)$ sadalījumu, kvadrātā velk aploces ik pa $dr = r_0$, kas kopumā veido n diskrētus riņķus $n = \text{int}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{L}{r_0}\right)$, kur $\text{int}(x)$ – veselā daļa no x . Katram diskrētajam riņķim tiek noteikts kārtas numurs $i = \text{int}\left(\frac{r}{r_0}\right) + 1$, kur r reprezentē attālumus no koordinātu sākumpunkta visām daļiņām, kas tiks pieskaitītas i -tajā diskrētajā riņķī. Tā kā $C\#$ masīvu numerācija sākas no 0, tad masīvā diskrētā riņķa datu indekss ir par vienu mazāks, bet izvadē tas attēlots pareizi.

Eksperimentu datus figurē lielums - ieslēguma diametrs $d_0 = 2r_0$.

Tā kā iepriekš pieņēmām, ka $\frac{r_0}{R} \ll 1$, tad r_0 nedrīkst izvēlēties pārāk lielus. Lai, izvēloties maksimālo r_0 , aptuveni stādītos priekšā, kāda būs attiecība $\frac{r_0}{R}$ un kā tā ietekmēs simulācijas rezultātu, var pieņemt, ka $\frac{R}{r_0} \approx \frac{L}{d_0}$.

Modeļa diskrētos riņķus raksturo to ārējais diametrs. Diskrēto riņķi, kura iekšpusē atrodas ekvivalentā riņķa līnija, saucim par ekvivalento diskrēto riņķi (izdrukās un rezultātos - vienkārši ekvivalentais riņķis) – skat. 3.attēlu. Modelis ļauj saskaitīt visas daļiņas līdz pat attālumam $R_{\max} = r_0 \text{int}\left(\frac{1}{r_0 \sqrt{2}}\right) = r_0 n$ (pie pieņēmuma modelī, ka $L = 1$). 1.tabulā apkopotas

dažas r_0 , $\frac{R}{r_0}$, n un R_{\max} vērtības atkarībā no d_0 .

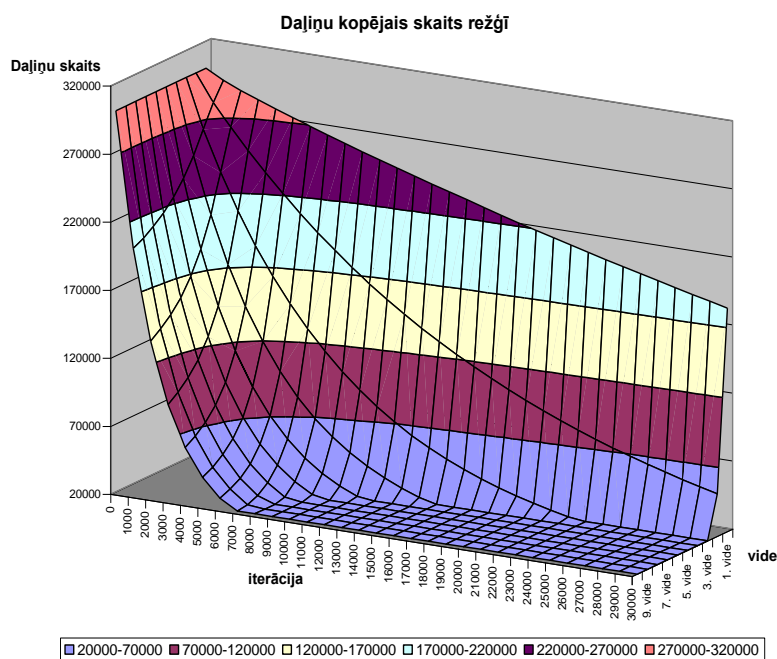
$r_0, \frac{R}{r_0}, n$ un R_{\max} vērtības pie dažām diskrētām d_0 vērtībām, pie $L = 1$

d_0	r_0	$\frac{L}{d_0}$	$\frac{R}{r_0}$	n	R_{\max}
0,01	0,005	100	112,8	141	0,705
0,02	0,01	50	56,4	70	0,7
0,025	0,0125	40	45,1	56	0,7
0,04	0,02	25	28,2	35	0,7
0,05	0,025	20	22,6	28	0,7

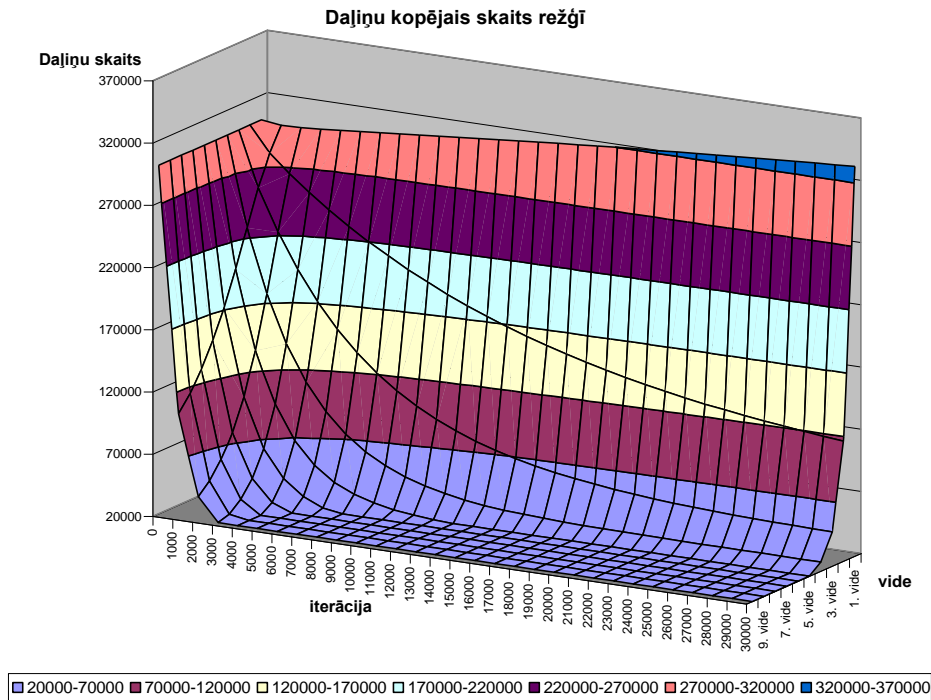
Realizētajā programmā, lai palielinātu vienā eksperimentā iegūto datu daudzumu un dotu iespēju eksperimentētājam jau eksperimenta veikšanas gaitā pieņemt lēmumu par risināmā eksperimenta lietderību (atkarībā no sākotnējiem datiem un jau daļēji gūto rezultātu), vienlaicīgi tiek veikti aprēķini vairākās atšķirīgās vai vienādās šūnās, kas nav saistītas viena ar otru, bet kurām visām ir vienādi vides un daļiņu raksturlielumi, izņemot daļiņas brīvā noskrējiena garumu, kas katrai videi var būt savs.

Rezultāti un to izvērtējums

Raksta ierobežotā apjoma dēļ modelēšanas tiks prezentēta tikai daļa rezultātu. Izveidotais modelis fizikālos procesus modelē kvalitatīvi pareizi: daļiņu absorbcijas ātruma atkarība no daļiņu brīvā ceļa garuma modelēta korekti (skat. 4. un 5.attēlu, 2.tabulu), absorbcijas ātruma atkarība no ieslēguma diametra modelēta korekti (lielāka absorbcijas cetra gadījumā daļiņas absorbējas ātrāk), daļiņu skaita izmaiņu atkarība no daļiņu ģenerēšanas ātruma modelēta korekti (ja $\lambda = 0$, daļiņu skaits laikā samazinās, kamēr tiek sasniegts stāvoklis, kad šūnā daļiņu vairs nav; ja $\lambda > 0$, daļiņu skaits laikā var gan samazināties, gan palielināties atkarībā no daļiņu brīvā ceļa garuma un absorbcijas centra diametra: jo lielāks λ , jo pie lielākiem l un d_0 tiks sasniegts stāvoklis, kad daļiņu skaits laikā samazinās).



4.att. Daļiņu skaita režģī atkarība no iterācijas un daļiņu brīvā ceļa garuma vidē
($\Lambda = 0, L/d_0 = 40, l_1 = 0,005, l_0 = 0,05$)



5.att. Daļiņu skaita režģī atkarība no iterācijas un daļiņu brīvā ceļa garuma vidē
 $(\Lambda = 8, L/d_0 = 20, l_1 = 0,005, l_{10} = 0,05)$

2.tabula

Daļiņu skaita režģī atkarība no iterācijas
 $(\Lambda = 8, L/d_0 = 20, l = 0,005)$

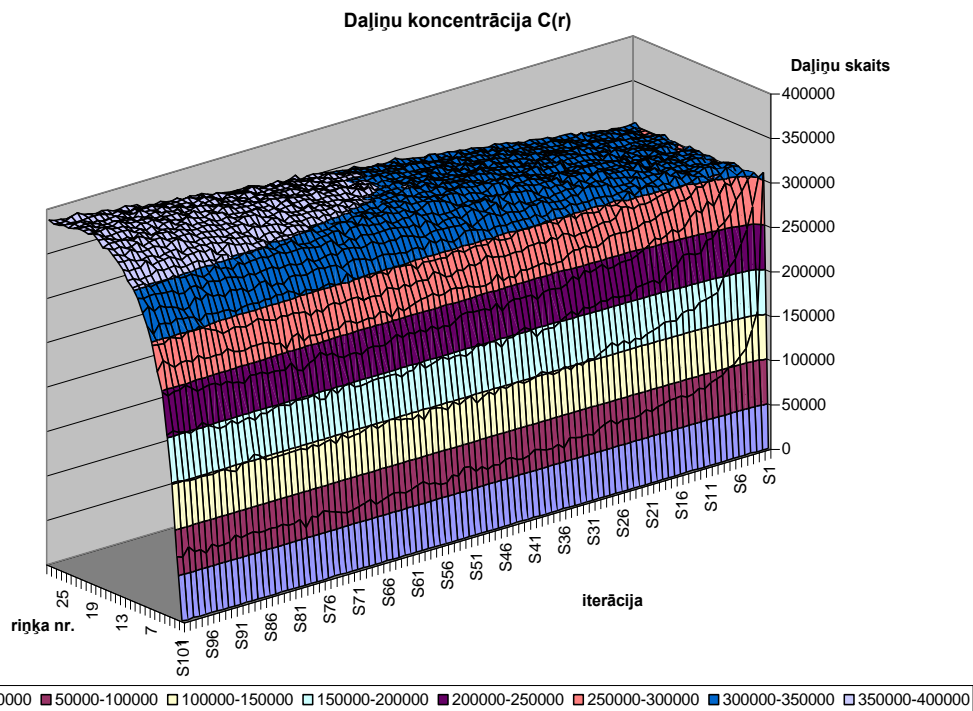
Iterācija	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
1. vide	300000	297834	298463	299604	300830	302184	303609	305141

5.attēlā un 2.tabulā redzams (videi „1” ar $l = 0,005$) efekts, kad sākotnēji daļiņu skaits samazinās, bet vēlāk pieaug – pārejas procesa dinamikas modelēšana netika izvirzīta kā pašmērķis, bet, kā redzams, konkrētā modeļa realizācija ietver arī to, tātad var secināt, ka modelis pēc kvantitatīvas pārbaudes nestacionārajā režīmā būtu izmantojams arī $A+B \rightarrow A$ reakciju pārejas procesu modelēšanai.

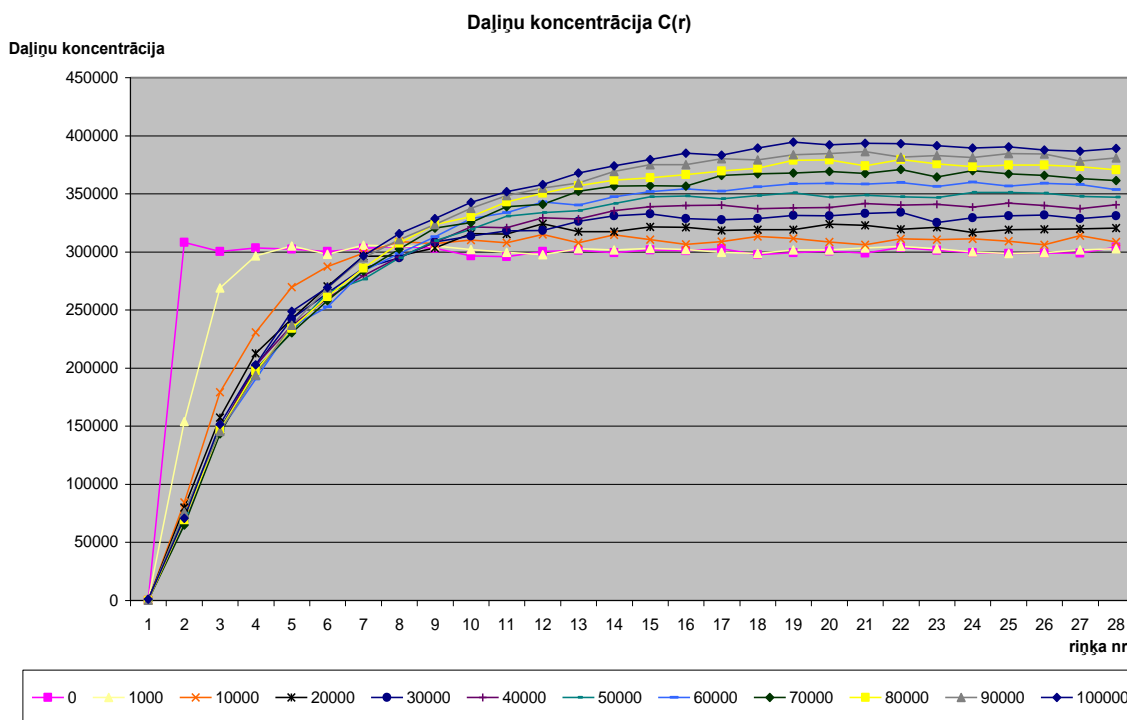
Difūzijas režīma pārbaude līdz galam netika veikta datorthenikas problēmu dēļ (ierobežota ātrdarbība, atmiņa, datortehnikas pārkaršana utt.), jo Montekarlo metodes dēļ netika iegūti pietiekami daudz datu, lai pārliecinātos par difūzā režīma korektu realizāciju, jo metodes „trokšņainība” mazam (10-25) apskatīto gadījumu skaitam nedod gludu virsmu, pēc kuras pārliecināties par difūzā gadījuma vienādojuma izpildi (skat. 6.-8.attēlu). Tika veikti mēģinājumi datus filtrēt ar dažādiem filtriem, piemēram, ar šādu filtru (5x5 elements):

$$F(s,t) = \frac{1}{10,47} \sum_{m=-2}^2 \sum_{n=-2}^2 \cos \frac{\pi m}{5} \cos \frac{\pi n}{5} f(s+m, t+n), \quad (14)$$

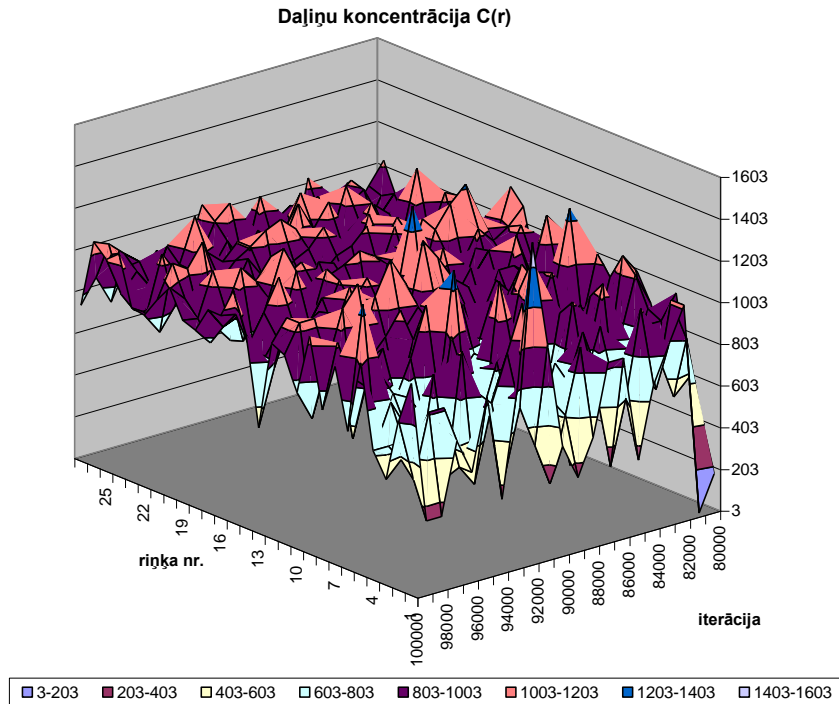
(64) matricas trīsdimensiju attēls dots 9.attēlā. Kā redzams, attēlā joprojām novērojama trokšņu komponente, tikai zemo frekvenču apgabalā, bet arī tas neļauj pārliecināties par difūzā režīma realizācijas pareizību.



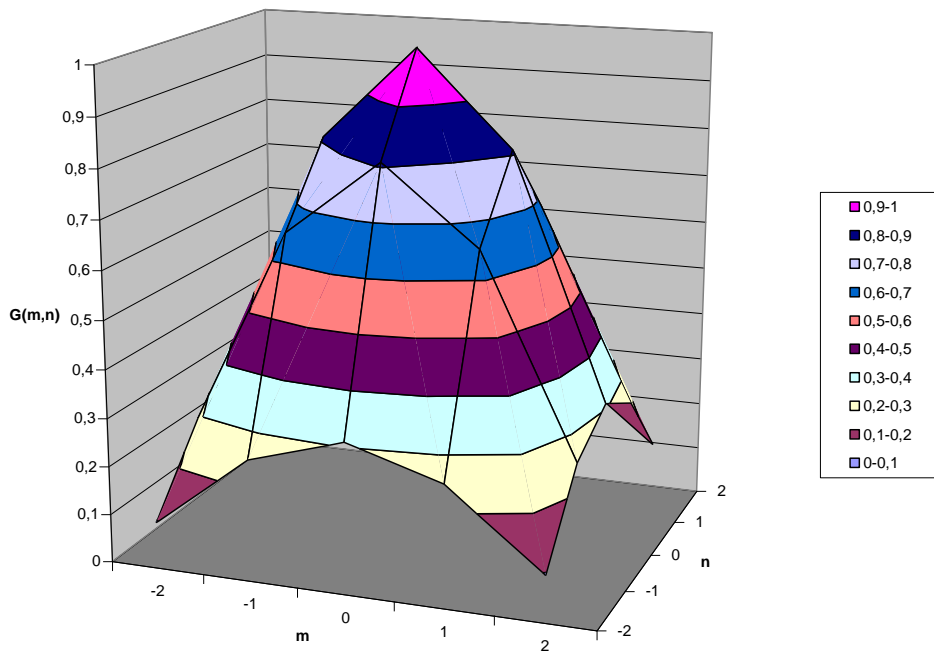
6.att. Daļiņu koncentrācijas atkarība no iterācijas un diskrētā riņķa numura ($\Lambda = 1, L/d_0 = 20, l = 0,001$)



7.att. Daļiņu koncentrācijas atkarība no iterācijas un diskrētā riņķa numura (daļēji dati) ($\Lambda = 1, L/d_0 = 20, l = 0,001$)



8.att. Daļiņu koncentrācijas atkarība no iterācijas un diskretā riņķa numura ($\Lambda = 1$, $L/d_0 = 20$, $l = 0,05$, iterācijas 80 000-100 000)



9.att. Filtrēšanas matricas trīsdimensiju attēls

Lai iegūtu reakcijas ātruma uz absorbcijas centra virsmas k_0 atkarību no daļiņu brīvā noskrējiena garuma, jāizmanto tāda simulācija, kurā pēc iespējas vairāk vidēs iestāties stacionārais režīms un kurā vienlaicīgi ir visaugstākais daļiņu kopskaits. Iegūtie rezultāti apkopoti 3.tabulā. $K(r \leq R)$ aprēķināts kā vidējais aritmētiskais pēdējām 11 iterācijām, lai novērstu eksperimenta datu dispersijas ietekmi.

Reakcijas ātrums uz absorbcijas centra virsmas atkarībā no brīvā noskrējiena garuma
($\Lambda = 4$, $L/d_0 = 20$)

l	$K(r \leq R)$	k_0
0,01	46629	32,58
0,02	12829	28,33
0,04	4351	18,78

Tātad, palielinoties daļiņas brīvā noskrējiena garumam, reakcijas ātrums uz absorbcijas centra virsmas samazinās.

Lai iegūtu reakcijas ātruma uz absorbcijas centra virsmas k_0 atkarību no daļiņu ģenerēšanas ātruma, jāveic vairākas simulācijas un jāizvēlas vides tā, lai $l = \text{const}$ un lai visās datnēs būtu iestājies stacionārais režīms pie pēc iespējas lielāka daļiņu skaita, ko panāk, izmantojot pēc iespējas mazāku l . Aprēķinātās $K(r \leq R)$ un k_0 dažādiem Λ uzdotas 4.tabulā. $K(r \leq R)$ aprēķināts kā vidējais aritmētiskais pēdējām 11 iterācijām, lai novērstu eksperimenta datu dispersijas ietekmi.

Reakcijas ātrums uz absorbcijas centra virsmas atkarībā no daļiņu ģenerēšanas ātruma
($l = 0,01$, $L/d_0 = 20$)

Λ	$K(r \leq R)$	k_0
1	11762	32,15
2	23303	32,61
4	46629	32,58
8	92886	32,79

Tā kā reakcijas ātrums uz absorbcijas centra virsmas mainās maz un nesinhroni ar daļiņu ģenerēšanas ātrumu, var secināt, ka abas vērtības savā starpā nav korelētas vai korelētas tā, ka korelāciju pārspēj eksperimenta vides radītie trokšņi, tātad eksperimenti būtu jāturpina.

Secinājumi

Darba rezultātā izveidota programma, kur katra daļiņa definēta kā objekts, kas ļauj elastīgi definēt mijiedarbības likumus, daļiņu un vides parametrus, taču stipri samazina programmas veiktspēju. Veikta virkne simulāciju, kā rezultātā iegūta, analizēta un apgūta informācija par procesiem $A+B \rightarrow A$ reakcijās. Programma stacionāro režīmu modelē kvalitatīvi pareizi. Programmu iespējams izmantot arī pārejas procesu modelēšanai. Programma var tikt izmantota gan difūzā, gan kinētiskā daļiņu izplatīšanās režīma modelēšanai. Kinētiskajā režīmā būtiskas kļūdas varētu rasties no ļoti lieliem daļiņu brīvā ceļa garumiem, ja tie pārsniegtu modelējamās šūnas izmērus un vienas pārvietošanās laikā daļiņa spētu pārvarēt attālumu, kas vairākkārt lielāks par modelējamo šūnu. Kvantitatīvai difūzā režīma modelēšanas pareizības noteikšanai atbilstoši telpiskās statistikas pieņēmumiem (ap simts viena tipa eksperimenti sērijā) būtu nepieciešams tīrais mašīnlaiks, sākot no gada līdz aptuveni trim, datora operatīvās atmiņas apjoms būtu jāpalielina līdz dažiem desmitiem Gb, lai esošajā modelī nodrošinātu visu difūzajā izplatīšanās režīmā iesaistīto daļiņu apstrādi. Izstrādāto modeli iespējams ērti papildināt daļiņu mijiedarbību pētīšanai. Iespējama algoritma modifikācija, kad modelis daļiņas neglabā, kas paātrina ātrdarbību, bet zūd iespēja modelēt pašu daļiņu mijiedarbību.

Atrasts, ka reakcijas ātrums uz absorbcijas centra virsmas lielu brīvā ceļa garuma gadījumā varētu būt apgriezti proporcionāls daļiņu brīvā ceļa garumam. Hipotēzes apstiprināšanai būtu nepieciešams atsevišķs statistiska rakstura pētījums. Atrasts, ka reakcijas ātrums uz

absorbcijas centra virsmas lielu brīvā ceļa garumā varētu nebūt atkarīgs no daļiņu ģenerēšanas ātruma. Hipotēzes apstiprināšanai nepieciešami turpmāki pētījumi.

Būtu nepieciešams papildināt programmu ar daļiņu sākotnējā sadalījuma vienmērīguma kvalitātes analīzi, lai slikta gadījumu skaitļa ģenerators gadījumā netiktu rēķināti vieni un tie paši uzdevumi, kas Montekarlo metodes gadījumā dotu nekorektus (nobīdītus) rezultātus. Uz programmas bāzes varētu izveidot universālu gāzu un šķidrums plūsmu mijiedarbību aprēķinu programmatūru, ja būtu iespējams definēt to kustību nosakošos likumus daļiņu līmenī.

Nepieciešams papildināt programmu ar automatizējamu eksperimentu sēriju datu saglabāšanu, apstrādi un filtrāciju, kas automatizētu un paātrinātu rezultātu apstrādi. Nepieciešams papildināt programmu ar trīsdimensiju un viendimensijas telpu procesu modelēšanu.

Ir iespēja izveidoto modeli izmantot turpmākajos pētījumos, kā arī veidot specializētus modeļus citu daļiņu mijiedarbības problēmu risināšanai ($A+B=0$ problēmas, atomāro un lielmolekulāro savienojumu sintēzes problēmu risināšana u.tml.).

Izmantotā literatūra

1. Агранович В.М., Галанин М. Д. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах. Москва, 1978. с 383.
2. Антонов-Романовский В.В. Введение в кинетику фотолуминесценции кристаллофосфоров. Москва, 1966. с 324.
3. Овчинников А.А., Тимешев С.Ф., Белый А.А. Кинетика диффузионно-контролируемых химических процессов. Москва, 1986. с 320.
4. Waite T.R. Theoretical treatment of the kinetics of diffusion-limited reactions. Phys. rev., 1957. Vol. 107, N 5, p. 463-470.
5. Ham F.S. Theory of diffusion-limited precipitation. J. Phys. Chem. Solids, 1958. Vol. 6., pp. 335-351.
6. Калнинь Ю.Х., Хилькевич С.С. Эффективный коэффициент диффузии и скорости реакции в двумерной задаче. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis, 1986. Nr.6. 13-20 lpp.
7. Калнинь Ю.Х. Кинетика процессов рекомбинации в твердых телах (учет пространственной корреляции). Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра физ.-мат. наук, Саласпилс, 1983. 38 с.
8. Калнинь Ю.Х., Маклецов А.А. Поглощение частиц стационарными стоками при произвольных длинах свободного пробега. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis, 1988. Nr.4. 6.-18.lpp.

**QUASIANALYTICAL ESTIMATES OF INDUCTANCE USING
SUBCONDUCTOR METHODS**
*INDUKTIVITĀTES KVAZIANALĪTISKS APRĒĶINS AR SUBVADĪTĀJU
METODI*

J. Timmerberg¹, P. Beckmann¹, S. Mylvaganam²

1- UAS OOW, 26389 Wilhelmshaven, Germany, Department of Electrical Engineering

E-mail: paul.beckmann@fh-oow.de; jt@fh-oow.de

2- Telemark University College

3901 Porsgrunn, Norway, Department Technology / Engineering

E-mail: Saba.Mylvaganam@hit.no

Abstract: *Subconductor methods or partial wire methods yield reliable results for conductor parameters such as inductance, capacitance, conductance and resistance and can be used to estimate these parameters for conductor configurations involving complex geometries which cannot be handled using analytical methods. The values of inductances obtained using partial wire method are critically compared with values obtained using analytical methods.*

Keywords: *Frequency-dependent inductance values, transmission line, subconductor method, partial wire technique, power systems, skin effect.*

Introduction

The inductance is a parameter of electrical and electronic components dependent on geometry and material characteristics. The analysis of electrical and electronic circuits is dependent on the values of circuit parameters such as inductance, capacitance and resistance. As the current density at 50 Hz in conductors with radius greater than 1 cm, is very much different from that of a DC current density, due to skin and proximity effects, the inductance is frequency dependent. In this presentation, only the skin effect is taken into consideration in the evaluation of inductances.

Very often the estimation of inductance is complicated, especially for conductors with complex geometries. Generally the length of such cables is very much greater than the dimensions of the cross section and hence the problem can be viewed as two dimensional.

The skin effect is very often a complicated problem that can be solved analytically only for very few cases involving conductors with simpler geometries. The most commonly presented examples found in many text books are infinitely wide flat sheets and long straight cylindrical lines. The former case leads to the concept of the depth of penetration while the latter involves Bessel functions in its analytical closed-form solutions. While the cylindrical conductor model is practically applicable to cases like electric power transmission lines, it cannot be used to estimate the impedances of conductors with complicated cross sections (e.g., segment conductors, bus-bar, etc.) under the influence of skin effect.

The inductance can be estimated with Finite Element Methods (FEM) fairly straight forward. Such programs are easy to handle, mostly they use a friendly Graphical User Interface (GUI). They are leading to results which are very illustrative, colourful and which help to interpret the results physically with the help of good tables and field plots.

For a practising engineer with access to measurement facilities, such an estimation of cable parameters involving FEM methods can be very useful as the values obtained can be used to optimise the design and production of cables. When the method is established and verified for given geometries using measurements and quasianalytical methods, the process can lead to reliable estimates, which can effectively be used in design and production stages.

Such approximate methods have been discussed by many authors, such as Ametani and Fuse [2]. The method is essentially a quasianalytical method for estimating inductance,

resistance/conductance and capacitance. Very often such estimates are sufficiently accurate for a practising engineer.

1. The subconductor method

A. Basics

An alternative to solve the skin effect problem with FEM is a network model based on coupled-inductance theories [4] in which the conductor cross section is divided into m subconductors. The current density in each (thin) subconductor will be constant. The current direction of the subconductor is the direction of the current density.

By assuming uniform current distribution for each partial wire, we obtain m magnetically coupled R-L circuits parallel. Therefore, the actual current distribution over the conductor cross section is approximated by the currents flowing in the R-L branches. As long as m is sufficiently large, accurate results can be obtained. This method has been widely used for finding impedances of cables.

The coupled-inductance model is basically a circuit-oriented model which, though not as powerful as the FEM, is familiar to all electrical engineers and easy to code with a high level computer language.

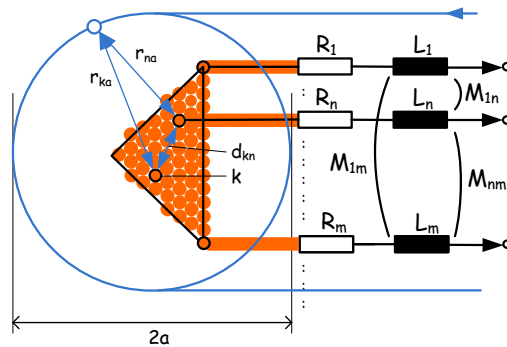


Fig. 1. Solid triangle conductor with sub conductors and return conductor

To begin with, the resistance and inductance of a conductor is estimated for non-uniform current density. The bulk conductor is considered as a collection of m cylindrical subconductors each with resistance R_n and self-inductance L_n with mutual inductances M_{nk} to all the other conductors. Such a network is excited with a voltage U_0 . Using the distribution of the total current I_0 in all the partial wires, the current density \mathcal{E}_0 and the impedance Z_0 can be estimated.

A return conductor of radius a is included in the network thus guaranteeing zero as the total sum of current in the system. As such the return conductor has no influence on the magnetic field and hence no effect on the calculation of inductance values.

B. Determination of Network Parameters

The resistance of one conductor is

$$R_i = m \frac{l}{\kappa A_0} \quad (1)$$

with conductivity κ and cross-sectional area $A_0 = \pi r_0^2$ for each subconductor.

In the estimation of the inductance values, three conductors are taken into account as shown in Figure 2: conductor n , conductor k and the return conductor of radius a . The inductance values can be estimated using [3, chapter 5.23, 6.5] through the calculation of the magnetic fields.

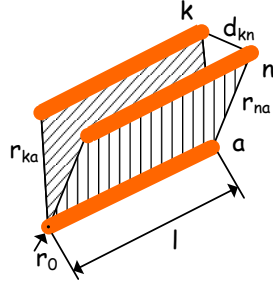


Fig. 2. For the calculation of self and mutual inductances using three sample conductors n, k and a

L_n is the self inductance of the conductor loop n, a with the length l , resulting from the n -th and the corresponding return conductor a surrounded. M_{kn} is the mutual inductance of the loops with the conductors n, a and k, a .

$$L_n = \frac{\mu l}{\pi} \ln \frac{r_{na}}{r_0} \quad (2)$$

$$M_{kn} = \frac{\mu l}{2\pi} \ln \frac{r_{ka} r_{na}}{r_{kn} r_0} \quad (3)$$

The network consisting of these partial wires are then connected to a voltage source as depicted in Figure 3.

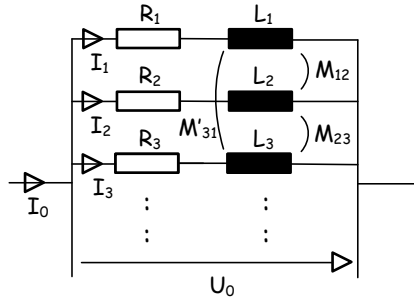


Fig. 3. Ladder network of a transmission line involving discrete components

C. Determination of individual currents in each of the conductors in the subconductor bundle

The equivalent circuit shown in Figure 3 is described by the system of equations, given by (4):

$$U_n = (R_n + j\omega L_n)I_n + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^m M_{nk} I_k \quad (4)$$

With $n=1 \dots m$, U_n the applied voltage on conductor n , resistance and inductance of conductor n being R_n and L_n , and the mutual inductances between conductor n and k being $M_{nk} = M_{kn}$, with $k, n=1, 2, \dots, m$.

For each conductor, an equation of the form given in (4) will be used and the whole set of equations can be written as a matrix equation as given in (5).

$$\underline{U} = \underline{R} \underline{I} + j\omega \underline{M}_0 \underline{I} = \underline{Z} \underline{I} \quad (5)$$

The alphabets with underscore indicate the different matrices as indicated below:

$$\underline{U} = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \end{pmatrix} \text{ representing the voltages}$$

$$\underline{R} = \begin{pmatrix} R_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ddots \end{pmatrix} \text{ representing the resistances of individual conductors}$$

$$\underline{M}_0 = \begin{pmatrix} L_1 & M_{12} & M_{13} & \dots \\ M_{21} & L_2 & M_{23} & \dots \\ M_{31} & M_{32} & L_3 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \text{ representing the different self-inductances (diagonal elements) and mutual inductances.}$$

Then the currents can be expressed as

$$\underline{I} = \underline{Z}^{-1} \underline{U} \quad (6)$$

The total current density will be the sum of the individual currents obtained from (6).

2. Verification for a cylindrical bulk conductor

For the purposes of verification, a bulk conductor with current $I(t) = \hat{I} \cos \omega t$ is selected. Figure 4 shows how the sub-conductors are selected for the given bulk conductor.

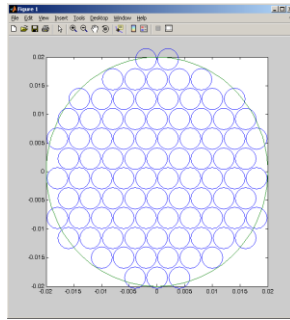


Fig. 4. Bulk conductor seen as a bunch of wires

As mentioned before the return conductor is a pipe of radius a .

The system will be studied using equations (4) and (5) for estimating the currents.

The inductance is the sum of self- and external inductances $L = L_o + L_r$. The external inductance is dependent on the magnetic flux in the surrounding medium of air and hence independent of frequency but dependent on the radius of the conductor. The self-inductance does not depend on the radius of the conductor but on frequency.

The self-inductance is given by analytical equations as given in [1, chapter 8.8.1.2]. Due to the existing rotational symmetry is the value for self-inductance not dependent on angle.

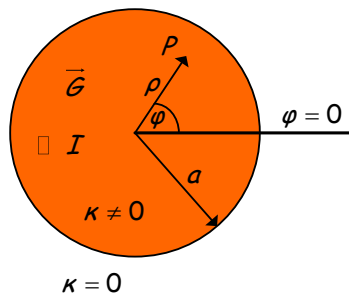


Fig. 5. Bulk conductor with AC current $I(t)$

The current density is given by [1, chapter 8.8.1.2].

$$\mathcal{G}(\rho) = \frac{1}{2} \frac{aaI_0(a\rho)}{I_1(aa)} \mathcal{G}_0 \text{ with } \mathcal{G}_0 = \frac{\hat{I}}{\pi a^2}; \quad \sigma = j\omega\kappa\mu \quad (7)$$

Using the current density, the impedance now can be evaluated as given in (8).

$$Z_0 = R_0 + j\omega L_0$$

$$= \frac{l}{\pi \kappa a^2} (1+j) \frac{a}{\delta} \frac{I_0 [(1+j)a/\delta]}{2I_1 [(1+j)a/\delta]} \quad \text{with } \delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \kappa \mu}} \quad (8)$$

Figure 6 shows the estimated values using equivalent subconductor bundles and compares these with the values obtained using analytical methods. The analytical methods using close form expressions and the sub-conductor method gives results which tally fairly well with each other as can be seen for values plotted for R_{subc} & R_{ana} and ωL_{subc} & ωL_{ana} (subconductor & analytical).

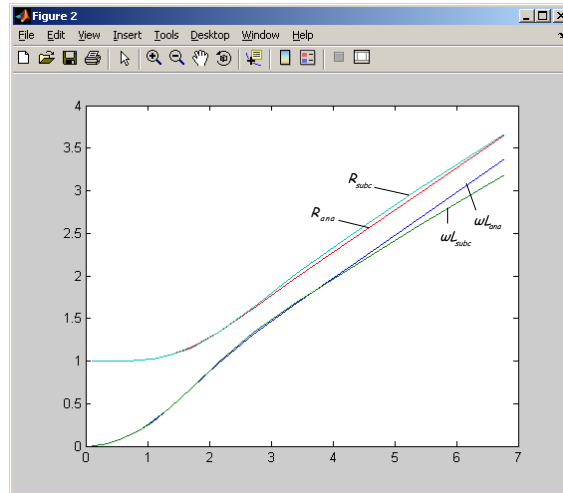


Fig. 6. Results R und ωL for solid conductors each normalised w.r.t DC resistance

3. Segmented Conductor

With the power cables connected to consumers in remote areas, these can serve as possible substitutes for ADSL or for any other electrical signals, thus making it essential to know the values

R' , L' , C' , G' , as the transmission characteristics is dependent on these cable parameters. As a last example in this paper, a segmented conductor as shown in Figure 7 will be studied.

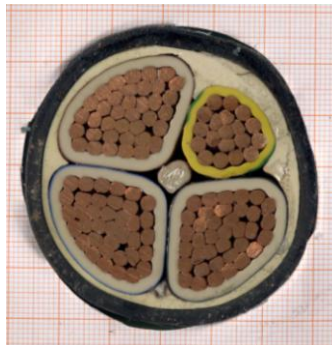


Fig. 7. Segmented conductor used for testing the methodology used in determining the cable parameters

Figure 8 shows the segmented conductor of Figure 7 in a form better suitable for estimation purposes.

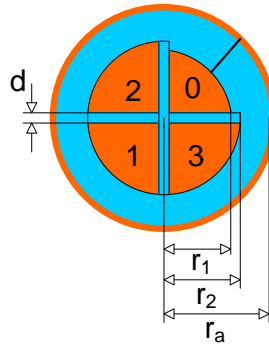


Fig. 8. The cross-sectional area of conductor studied

Transmission line models are normally based on the transmission line theory very often based on the ladder network with discrete components as shown in Figure 9. This will be used for determining the transmission functions for the network shown in Figure 9.

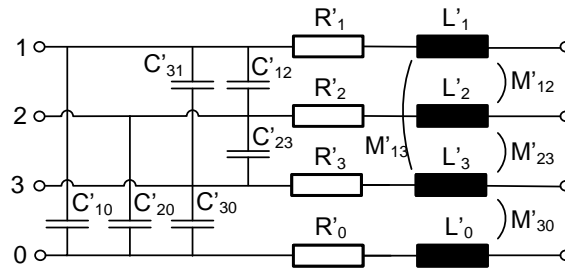


Fig. 9. Ladder network of a transmission line involving discrete components

The „dashes“ ' ' are used to imply parameter values per unit length, for example $R' = R / l$. The four conductors in the network shown in Figure 9 correspond to the four bulk conductors of Figure 7 or Figure 8. Using different combinations of bulk conductors for feeding and return conductors and the system equations, the current in each wire can be measured. As an example the cable segments 2 and 3 are supplied with currents. The equivalent circuit is shown in Figure 10.

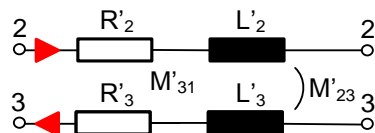


Fig. 10. Equivalent circuit for the case involving current supply to conductors 1 and 2

Each conductor in such a set of clustered conductors has its own resistance and inductance and in addition mutual inductances to each and every other conductor in the cluster. The verification is now limited to conductor segments 2 and 3 only.

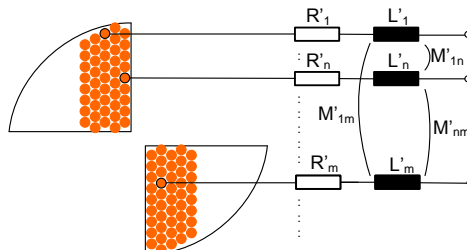


Fig. 11. Bulk of conductor viewed as a cluster of snugly lying set of single conductors in line with partial wire techniques

The bulk conductor is divided into a set of conductors as shown in Figure 11 and is described using the equivalent electrical circuit by (4) and (5). Figure 12 shows the locations of all the conductors for a sub-conductor system consisting of 2 x 93 conductors. A system of equations with 186 equations will then be solved.

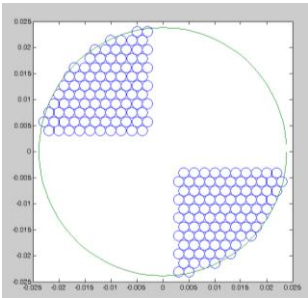


Fig. 12. Distribution of the cluster of wires for segments 2 and 3 of cable shown in Fig. 8

The current distribution at $f = 50\text{Hz}$ is given in Figure 13. For the sake of comparison, the conductivity of segment 0 and 1 is set to zero.

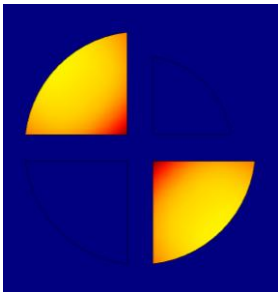


Fig. 13. Current distribution when only conductor segments 2 and 3 are fed

Figure 14 shows the resistance and inductance values of the segments based on partial wire method and the values obtained with Comsol Multiphysics for the actual cable geometry (shown by the blue circles).

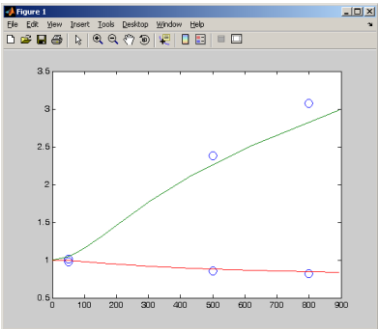


Fig. 14. Inductance and resistance values estimated (continuous lines) using partial wire method compared to estimates using Comsol Multiphysics (circles)

The difference in the resistance values can be attributed to non-conducting areas (filling factor of the circles with respect to the bulk conductor). This can be improved by improving the model.

Conclusions

This paper shows the numerical advantage of partial wire method in the estimation of cable parameters. Partial wire network can easily represent the skin-effect using a network of these conductors. The methodology developed was tested for some simple cable geometries which

can be studied using close form solutions. Building upon this, the method was also applied for massive bulk conductors placed in a magnetic field.

For planar problems, the method is basically a two dimensional problem with dedicated GUI making the evaluation straight forward and simple.

References

1. Nethe A., Stahlmann H.-D. Einführung in die Feldtheorie, Verlag Dr. Köster, 2003.
2. Ametani A., Fuse I. Approximate method for calculating the impedances of multiconductors with cross sections of arbitrary shapes. Electrical Engineering in Japan. Vol. 111, No. 2, 1992. pp. 117.-123.
3. Bosse G. Grundlagen der Elektrotechnik II. B.I. Hochschultaschenbücher Bd. 183.
4. Küpfmüller K. Theoretische Elektrotechnik: Eine Einführung, 17. Auflage, 2006.
5. Jackson J.D. Klassische Elektrodynamik, de Gruyter, 2002.
6. Herold G. Elektrische Energieversorgung II. Schlembach Verlag, 2001.

AUTORU SARAKSTS
LIST OF AUTHORS

Atstāja Dzintra	Banku augstskola Valdemāra iela 161, Rīga, LV 1013 E-pasts: dzintra.atstaja@gmail.com	LATVIA
Banakh Ludmila	Mechanical Engineering Research Institute of Russian Academy of Sciences 4, M.Kharitonjevsky Lane, Moscow, 101990, Russia Ph: +(7916)5226513, fax: +(7499)1353047 E-mail: n.andre@mail.ru	RUSSIA
Bassioni Ghada	Chemistry Department, Faculty of Engineering Ain Shams University, Cairo, Egypt Phone: +(20)0101832728, e-mail: gbassioni@yahoo.com	EGYPT
Beckmann Paul	UAS OOW, 26389 Wilhelmshaven, Germany Department of Electrical Engineering E-mail: paul.beckmann@fh-oow.de	GERMANY
Bērziša Solvita	Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte Mežā iela 1/3 – 400b, Rīga, LV 1048, Latvija Tel: +(371)26301110, e-pasts: berzisa@gmail.com	LATVIA
Bogdanova Maria	Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН 50, пр. А. Невского, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185030, Россия; тел. (8142) 57-63-81, факс: (8142) 57-84-64; e-mail: mari-mb@mail.ru	RUSSIA
Bonders Mārtiņš	Institute of Information Technology Riga Technical University 1 Kalku Street, Riga, LV 1658, Latvia Ph: +(371)6872638, fax: +(371)659408 E-mail: martins@iti.rtu.lv	LATVIA
Brakovska Aija	Institute of Ecology, Daugavpils University 13 Vienibas St., Daugavpils, LV 5401, Latvia E-mail: aija.brakovska@inbox.lv	LATVIA
Busarova Vera	Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН 50, пр. А. Невского, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185030, Россия Ph: +7 (814-2) 57-63-81, fax: +7 (814-2) 57-84-64 E-mail: arhi9@onego.ru	RUSSIA
Ciplijauskienė Palmira	Utena College, Faculty of Business and Technologies, Ecology Department Maironio Str. 7, Utena 28142, Lithuania Tel.: +(370)68506918 E-mail: palmira.ciplijauskiene@gmail.com	LITHUANIA
Deksne Rasma	Rezekne higher education institution Latgales research institution of longterm development Atbrīvošanas aleja 76, Rezekne, Latvia E-mail: rasma.deksne@ru.lv	LATVIA
Dreija Ģirts	Vidzeme University of Applied Sciences Sociotechnical Systems Engineering Institute 4 Cesu Stret, Valmiera, LV 4200, Latvia Ph: +(372)29266909, fax: +(372)67970126 E-mail: egils.ginters@va.lv	LATVIA

<i>Elers Gustavs</i>	Rīgas Pedagoģijas un izglītības vadības augstskola E-pasts: elers@inbox.lv	LATVIA
<i>Erņšteins Raimonds</i>	Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultāte Vides pārvaldības katedra Tel: +(371)29476620, e-pasts: raimonds.ernsteins@lu.lv	LATVIA
<i>Gaigals Gatis</i>	Ventspils Augstskola Inženieru 101, Ventspils; e-pasts: gatisg@dundaga.lv	LATVIA
<i>Ginters Egils</i>	Vidzeme University of Applied Sciences Sociotechnical Systems Engineering Institute 4 Cesu Stret, Valmiera, LV 4200, Latvia Ph: +(372)29266909, fax: +(372)67970126 E-mail: egils.ginters@va.lv	LATVIA
<i>Gonca Vladimirs</i>	Rīgas Technical University, Institute of Mechanics Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia Phone: +371 7089317, Fax: +371 7089748 E-mail: Vladimirs.gonca@rtu.lv	LATVIA
<i>Grabusts Pēteris</i>	Rezekne Higher Educational Institution Atbrivoshanas al. 90, Rezekne, LV 4600, Latvia Phone: +(371)4623798, e-mail: peter@ru.lv	LATVIA
<i>Hofmanis Janis</i>	Engineering Research Center of Ventspils University College 101 Inzenieru St, Ventspils, LV 3601, Latvia	LATVIA
<i>Jarosiewicz Anna</i>	Pomeranian Academy in Słupsk Institute of Biology and Environment Protection 76-200 Słupsk, Arciszewskiego 22b St., Poland e-mail: jarosiewicz@poczta.onet.pl	POLAND
<i>Jēkabsons Normunds</i>	Ventspils Inženierpētniecības centrs Inženieru 101a, Ventspils, LV 3601 E-pasts: normunds.jekabsons@venta.lv	LATVIA
<i>Kalniņš Juris Roberts</i>	Ventspils Augstskola, Inženieru 101, Ventspils; e-pasts: simts@latnet.lv	LATVIA
<i>Kantāne Ināra</i>	Latvijas Universitāte E-pasts: inara@lanet.lv	LATVIA
<i>Kijaško Mihails</i>	Rēzeknes Augstskola Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija Tālr.+37126625775; e-pasts: Mihails.Kijasko@ru.lv	LATVIA
<i>Klimovs Ruslans</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Imitācijas un modelēšanas katedra Kaļķu iela 1, Rīga, 1658, Latvija Tālr.: +(371)67089514, fakss: +(372)67089513 E-pasts: rew@itl.rtu.lv	LATVIA
<i>Kobrinecs Romans</i>	Rīgas Technical University Institute of Mechanics Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia Phone: +371 7089317, Fax: +371 7089748 E-mail: fregl@inbox.lv	LATVIA
<i>Kononova Olga</i>	Rīgas Technical University Institute of Mechanics Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia	LATVIA
<i>Kostjukova Solvita</i>	Latvijas Kultūras koledža E-pasts: solvita.kostjukova@gmail.com	LATVIA
<i>Lagzdīņa Ērika</i>	Reģionālais vides centrs Centrālajai un Austrumeiropai (REC Latvija) Tel: +(371)26551438, e-pasts: erika.lagzdina@lu.lv	LATVIA

<i>Lekturers Arnis</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Imitācijas un modelēšanas katedra Kaļķu iela 1, Rīga, 1658, Latvija Tālr.: +(371)67089514, fakss: +(372)67089513 E-pasts: rew@itl.rtu.lv	LATVIA
<i>Mālers Juris</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas katedra Āzenes 14/24, LV 1048, Rīga, Latvija Tālr.: 371 67089211; e-pasts: juris_malers@ktf.rtu.lv	LATVIA
<i>Margalienė Jolanta</i>	Кафедра насаждений и агротехнологий Факультет краеустройства Каунасский колледж Моксло ул. 2, Мастайčiai, Каунасский район, Литва, 53313; э-почта: j.margeliene@kauko.lt	LITHUANIA
<i>Markevičienė Laima</i>	Kaunas College, Faculty of Landscaping Department of Green Plantations and Agro technologies Mokslo st. 2, Mastaičiai, 53313 Kaunas reg. E-mail: zeldiniu.katedra@gmail.com	LITHUANIA
<i>Martinovs Andris</i>	Rezekne Higher Education Institution Atbrivosanas aleja 90, Rezekne, LV 4600, Latvia Phone:+371 28325519; fax:+371 4625167 E-mail: andris.martinovs@ru.lv	LATVIA
<i>Merkurjevs Jurijs</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Imitācijas un modelēšanas katedra Kaļķu iela 1, Rīga, 1658, Latvija Tālr.: +(371)67089514, fakss: +(372)67089513 E-pasts: rew@itl.rtu.lv	LATVIA
<i>Mylvaganam Saba</i>	Telemark University College 3901 Porsgrunn, Norway, Department Technology / Engineering E-mail: Saba.Mylvaganam@hit.no	NORWAY
<i>Naumenko Mihail</i>	Институт озероведения РАН лаборатория гидрологии 9 ул. Севастьянова, Санкт-Петербург, 196105, Россия Тел. +7(812)3870260, факс +7(812)3887327 E-mail: naumenko@limno.org.ru	RUSSIA
<i>Nazarova Larisa</i>	Northern Water Problems Institute, Karelia, Russia E-mail: nazarova@nwpi.krc.karelia.ru	RUSSIA
<i>Nikiforov Andrey</i>	Mechanical Engineering Research Institute of Russian Academy of Sciences 4, M.Kharitonjevsky Lane, Moscow, 101990, Russia Ph: +(7916)5226513, fax: +(7499)1353047 Email: n.andre@mail.ru	RUSSIA
<i>Nikolajeva Vizma</i>	Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte Mikroorganismu kultūru kolekcija Kronvalda bulvāris 4, Rīga, LV 1586, Tālr. 371 67034868; e-pasts: vizma.nikolajeva@lu.lv	LATVIA
<i>Ozoliņš Jurijs</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas katedra Āzenes 14/24, Rīga, LV 1048, Latvija; tālr.: 371 67089211 E-pasts: juris_oz@inbox.lv	LATVIA

<i>Polukoshko Svetlana</i>	Engineering Research Center of Ventspils University College 101 Inženieru St, Ventspils, LV 3601, Latvia E-mail: pol.svet@inbox.lv	LATVIA
<i>Potahin Maksim</i>	Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН 50, пр. А. Невского, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185030, Россия Тел. (8142) 57-63-81, факс: (8142) 57-84-64 E-mail: potakhin@nwpi.krc.karelia.ru	RUSSIA
<i>Rasnačs Oskars</i>	Rīgas Stradiņa universitāte E-pasts: rz15r01@inbox.lv	LATVIA
<i>Reimanis Madars</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas katedra Āzenes 14/24, LV 1048, Rīga, Latvija, tālr.: 371 67089211 E-pasts: madars.r@inbox.lv	LATVIA
<i>Romānovs Andrejs</i>	Rīgas Tehniskā universitāte Imitācijas un modelēšanas katedra Kaļķu iela 1, Rīga, 1658, Latvija Tālr.: +(371)67089514, fakss: +(372)67089513 E-pasts: rew@itl.rtu.lv	LATVIA
<i>Rukštelienė Nijolė</i>	Utena College, Faculty of Business and Technologies Ecology Department Maironio Str. 7, Utena 28142, Lithuania Tel.: +(370)68506918; e-mail: aplinka@utenos-kolegija.lt	LITHUANIA
<i>Rutkovska Santa</i>	Daugavpils Universitāte Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte E-pasts: santa.rutkovska@du.lv	LATVIA
<i>Siliņš Andris</i>	Ventspils Inženierpētniecības centrs Inženieru 101a, Ventspils, LV 3601 E-pasts: andris.silins@venta.lv	LATVIA
<i>Škute Artūrs</i>	Daugavpils University Vienības 13, Daugavpils, Latvia E-mail: Arturs.Skute@du.lv	LATVIA
<i>Škute Renāte</i>	Institute of Ecology, Daugavpils University 13 Vienības St., Daugavpils, LV 5401, Latvia	LATVIA
<i>Sokolova Svetlana</i>	Rīgas Technical University Institute of Mechanics Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia	LATVIA
<i>Svabs Jurijs</i>	Rīgas Technical University, Institute of Mechanics Ezermalas 6, Riga, LV 1014, Latvia Phone: +371 7089317, Fax: +371 7089748 E-mail: fregl@inbox.lv	LATVIA
<i>Timmerberg Josef</i>	UAS OOW, 26389 Wilhelmshaven, Germany Department of Electrical Engineering E-mail: jt@fh-oow.de	GERMANY
<i>Timofejeva Larisa</i>	Российский государственный гидрометеорологический университет, Гидрологический факультет 98 Малоохтинский пр., Санкт-Петербург, 195196, Россия; тел.: +(7)9213049836 E-mail: tilarisa@gmail.com	RUSSIA

<i>Tolstikov Aleksei</i>	Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН 50, пр. А. Невского, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185030, Россия Тел. (8142) 57-63-81, факс: (8142) 57-84-64 E-mail: tolstikov@nwpi.krc.karelia.ru	RUSSIA
<i>Užga - Rebrovs Oļegs</i>	Rēzeknes Augstskolas Ekonomikas fakultāte Atbrīvošanas aleja 90, Rēzekne, LV 4600, Latvija Tālr. +(373)29472205, e-pasts: rebrovs@tvnet.lv	LATVIA
<i>Vaidelys Jonas</i>	Kaunas College, Faculty of Landscaping Department of Green Plantations and Agro technologies Mokslo st. 2, Mastaičiai, 53313 Kaunas reg. E-mail: zeldiniu.katedra@gmail.com	LITHUANIA
<i>Vanaga Inga</i>	Ventspils Inženierpētniecības centrs Inženieru 101a, Ventspils, LV 3601 E-pasts: inga.vanaga@venta.lv, mob. tālr.: 26021571	LATVIA
<i>Vītiņš Māris</i>	Latvijas Universitāte e-pasts: maris.vitins@dati.lv	LATVIA
<i>Vucenlazdāns Pēteris</i>	Rēzeknes Augstskolas Pedagoģijas fakultāte Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija E-pasts: vucenlazdans@navigator.lv	LATVIA
<i>Vyshkin Euphym</i>	Samara State University of Architecture and Civil Engineering 194 Molodogvardeyskaya ul., Samara, 443001 Russian Federation Ph: +(7)8462421498, fax: +(7)8462423700 E-mail: euphym@gmail.com	RUSSIA
<i>Zeīla Ingūna</i>	Daugavpils Universitāte Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte ABSP „Vides zinātne” E-pasts: inguna.zeila@inbox.lv	LATVIA
<i>Zobkov Mikhail</i>	Nothern water problems institute, Karelian research center 50 Aleksandra Nevskogo St. Petrozavodsk, Karelia, Russia; ph: 8 (8142) 576541, e-mail:duet@onego.ru	RUSSIA
<i>Zorins Aleksejs</i>	Riga Technical University Faculty of Computer Science and Information Technology 1 Kalku Street, Riga LV 1658, Latvia E-mail: Aleksejs.Zorins@ru.lv	LATVIA