

## VIRSŪDEŅU IETEKME UZ LIELO LUDZAS EZERU SURFACE WATER IMPACT ON A LARGE LUDZAS LAKE

Autors: **Kristīne Bule**, e-pasts [konovalova3@inbox.lv](mailto:konovalova3@inbox.lv), 27751417

Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg. geogr. lektors,**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,

---

**Abstract.** *The theme. Surface water impact on a Large Ludzas Lake. Problem statement. It is not known – what the lake surface water pollution affects the quality of the Lake Large Problems actuality. Ludza region data on the Lake Large Ludzas quality are not completely.*

**Keywords:** *Lake Large Ludza, water quality.*

---

### Ievads

Ezeri ir Latvijas zilā rota. Šiem ezeriem piemīt zinātniskā, kultūrvēsturiskā nozīme. Par Zilo ezeru zemi tiek dēvēts Latgales reģions. Latgales reģions ir ļoti bagāts ar ūdeņiem, Latvijā Latgales reģions izceļas ar lielo ezeru skaitu.

Lielais Ludzas ezers atrodas Latgales augstienes malā 132, 8 m virs jūras līmeņa Ciblas novadā Zvirgzdenes pagastā, pie Ludzas pilsētas austrumu robežas. Ludzas pilsētas teritorijā atrodas tikai ezera aizsargjosla, kura ir 20 m plata. Aizsargjoslā atrodas kultūras un vēsturiski pieminekļi: Ludzas pilskalns ar viduslaiku pilsdrupām, Odu kalns, Senais Latgaļu pilskalns – Ķīšu pilskalns un sena apmetnes vieta Budjanska pussalā. No aizsargājamam sugām Ludzas ezerā konstatētas: Sibīrijas skalbe (*Iris sibirica* L), Platspīļu upes vēzis (*Astacus astacus*). Piekrastes joslā: smaržīga naktsvijole (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.) un Jumstiņu gladiola (*Gladiolus imbricatus*) [1]. Gar Lielā Ludzas ezera krastu iet pilsētas robeža ar Zvirgzdenes pagastu. Ezera dibens ir smilšains, krasti zemi un lēzeni. Ezeram ir vairāki līči, pussalas un 4 salas. Ezera platība ir 8.46 km<sup>2</sup> kopā ar salām 8.51 km<sup>2</sup> [2]. Ezera garums ir 7.0 km, lielākais platums 1.9 km. Ezera vidējais dziļums ir 3.5 m, lielākais dziļums 6.5 m. Ezers ietilpst Veļikajas baseinā.

Saskaņā ar LR Ministru kabineta noteikumiem Nr.118 „Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” un to Grozījumiem, Lielajam Ludzas ezeram un Ludzas upei posmā no Lielā Ludzas ezera līdz valsts robežai ir noteikts prioritāro ūdeņu statuss. Lielais Ludzas ezers pieder pie karpveidīgo zivju ūdeņiem. Šie noteikumi nosaka divas kvalitātes rādītāju grupas prioritārajiem lašveidīgo un karpveidīgo zivju ūdeņiem - robežlielumus un mērķlielumus. Robežlielumi ir obligāti ievērojami radītāji, bet mērķlielumi ir vēlami kvalitatīvie rādītāji. Šos rādītājus nav ieteicams pārsniegt.

Lielais Ludzas ezers pieder pie eitrofa tipa ezeriem. Šādiem ezeriem ūdens nav dzidrs un tā caurredzamība ir neliela - līdz 1,5 m [2].

Lielākā piesārņojuma ietekme izpaužas Ludzas pilsētai piegulošajā ezera daļā, par ko liecina augstāks bentosa saprobitātes indekss.

Par stāvokļa ietekmējošiem faktoriem uzskatāmi pilsētas notekūdeņi, lietus ūdeņu noteces no pilsētas teritorijas, ka arī ar ietekošajām upēm ienesti biogēnie elementi no lauksaimniecības zemēm, kas ezerā akumulējas [7]. Tie ir:

- fosfātjonu un fosfora piesārņojums. Fosfora piesārņojums, konstatēts Pildas (Isnaudas) upē;
- Fekālais piesārņojums.
- noteces no individuālajām mājām, kas atrodas ezera krastā [1];
- paaugstināta duļķainība un amonija jonu masa [3];

Darba mērķis ir izpētīt virsūdeņu ietekmi uz Lielo Ludzas ezeru un sniegt priekšlikumus kaitīgo vielu iekļūdes novēršanai. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, tika izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Iepazīties ar ūdens aizsardzības normatīvajiem aktiem Eiropas Savienībā un Latvijā
2. Izpētīt literatūru par Lielo Ludzas ezeru;
3. Apsēkot Lielā Ludzas ezera piekrastes joslū;
4. Ievākt ūdens paraugus Lielā Ludzas ezerā;
5. Veikt ķīmiskas analīzes ūdens paraugos RTA ķīmijas laboratorijā;
6. Veikt ģeotelpisko datu apstrādi ar ģeogrāfisko informācijas sistēmu *QuantumGIS* programmatūru:

### **Materiāli un metodes** **Lauka pētījuma metode**

Ūdens paraugu ņemšana notika 15.oktobrī (rudens sezona), kad gaisa temperatūra bija +19°C - +20°C un 15.janvaris (ziemas sezona), kad gaisa temperatūra sasniedza +4°C - +5°C. Ūdens paraugi tika ņemti speciālos polietilēna maisiņos, kas paredzēti ūdens parauga ņemšanai. Paraugi tika ņemti 7 dažādas ūdenstecēs, kas savienojas ar Lielo Ludzas ezeru. Ūdens paraugu ņemšanas vietas koordinātes tika fiksētas ar GPS un saglabātas GPS atmiņas kartes.

**Skābekļa noteikšanas metode.** Izšķīdušais skābeklis ūdenī tika noteikts ar pārnēsājamo skābekļa mērītāju ūdenstilpnē uz vietas. Ievietojot skābekļa portatīvo iekārtu ūdenstilpnē, izšķīdušais skābeklis (mg/l) daudzums tika fiksēts uz displejā. Dati tika saglabāti.

### **Ģeomātikas metode**

Dati tika ievadīti QuantumGIS programmā, kas lietotājam nodrošina ģeogrāfiskās informācijas vadību (*management*), ģeogrāfiskās informācijas attēlošanu (*mapping*), kas tiek attēlota kartes veidā. Dati no GPS iekārtās uz programmu QuantumGIS tieka eksportēti kā \*.shp formāta faili. Par pamatni kartes veidošanai, tika izmantotas Latvijas Ģeotelpiskās Informācijas Aģentūras (LĢIA) 2005. gadā iegūtās ortofotokartes 1: 10000 mērogā. Kartei piesaistītas ūdens paraugu ņemšanas vietas koordinātes. Rezultāta tika izveidota Lielā Ludzas ezera karte.

### **Laboratorijas pētījuma metodes**

**Ph noteikšanas metode.** Tika piepildītas 7 vārglāzes ar ūdens paraugiem, kuri tika savākti 7 dažādās ūdenskrātuves, līdz 50 ml robežai. Katrā ūdens paraugā ievietojot ph- metru, tika noteikts ūdens ph.

**EVS noteikšanas metode.** Tika piepildītas 7 vārglāzes ar ūdens paraugiem, kuri tika savākti 7 dažādās ūdenstilpnēs, līdz 50 ml robežai. Katrā ūdens paraugā ievietojot konduktamtru, tika noteikts elektrovadītspēja, kas tika noteikts  $\mu\text{s}$

**NH<sup>4</sup> noteikšanas metode.** Spektrofotometriskā analīzes metode, kas pamatojas uz Zilā indofenola reaģenta izmantošanu. Indofenola reaģents ar amoniju veido savienojumu, kas ir brūns vai brūngani zila krāsā. Ja paraugā ir augsts amonija saturs, tad veidojas brūngani zilganas nogulsnes.

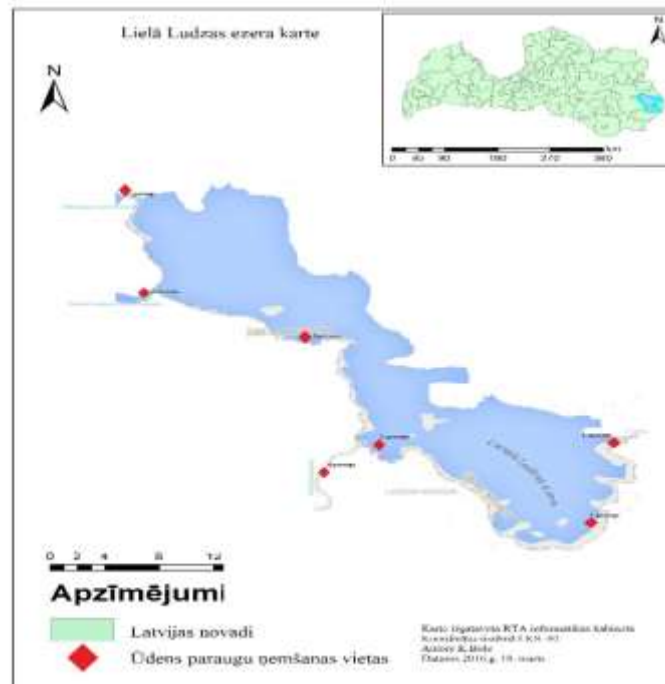
### **Rezultāti un to izvērtējums**

Balstoties pieejamajiem ūdens kvalitātes datiem, jaunas informācijas iegūšanai 2015.rudenī – 2016. gada pavasarī tika apsekots Lielais Ludzas ezers. Ūdens paraugi L. Ludzas ezera tika ņemti 7 vietas (skat.1.attēls).

Apsēkojot Lielo Ludzas ezeru tika konstatēs NH<sub>4</sub> piesārņojums 2 vietās, kas ir pārsniegts pēc ķīmiskiem parametriem, attīrītos notekūdeņos NH<sub>4</sub> koncentrācijai jābūt zemākai par 1 mg/l [8;10] (skat. 2., 3.att.).

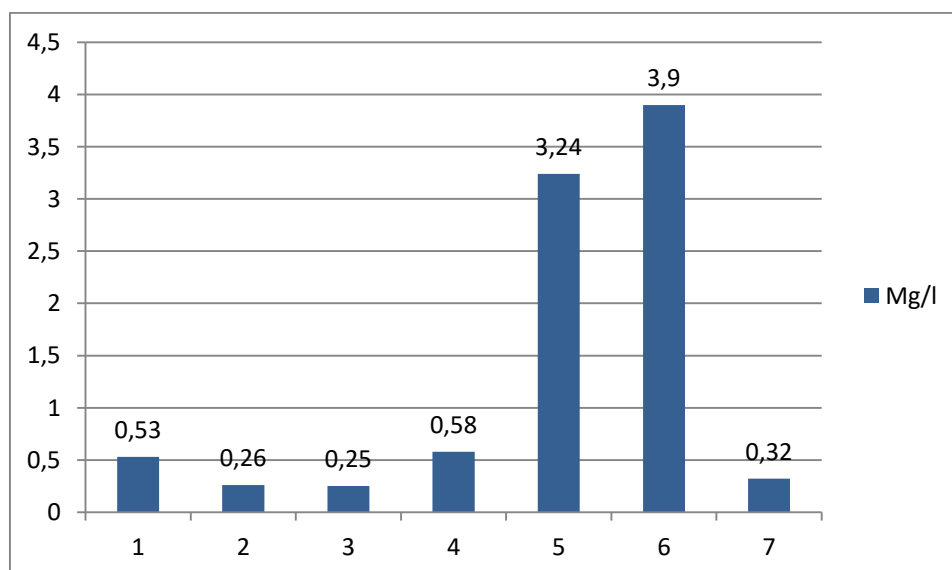
Nejonizētā amonjaka robežlielums gan karpveidīgo, gan lašveidīgo zivju ūdeņos ir 0,025 mg/l. Amonjaks ūdenī sastopams divās formās:  $\text{NH}_3$  (jeb nejjonizētais amonjaks) un  $\text{NH}_4 +$  (jonizētais amonjaks jeb amonija joni).

Amonija joni ir toksiski zivīm, sasniedzot noteiktu koncentrāciju līmeņus. Toksicitāte ir atkarīga gan no temperatūras, gan no pH. Toksicitāte pastiprinās, palielinoties temperatūrai un pH. Amonjaka koncentrācijas, kas pārsniedz rekomendētos limitus, var kaitēt ūdens dzīvajiem organismiem[12]

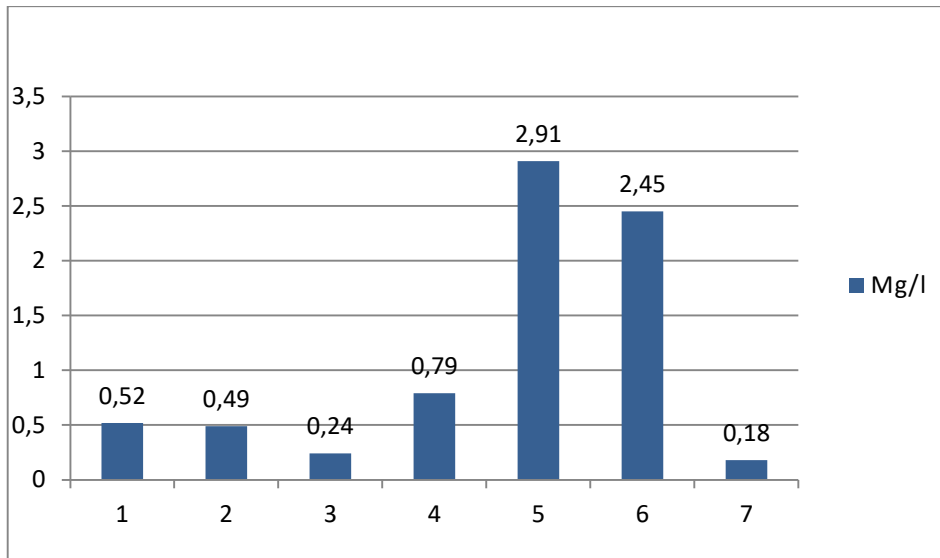


1.attēls Lielais Ludzas ezers

Amonija joni veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskajām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr biežāk tā saturu nosaka organisku atkritumu (vircas, notekūdeņu, ekskrementu), sadzīves un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs [11]



2. attēls NH<sub>4</sub> koncentrācija rudens sezonā


 3. attēls NH<sub>4</sub> koncentrācija ziemas sezonā

Apsekojot L. Ludzas ezeru, amonija jonu piesārņojums tika konstatēts no privātmāju sektora, kurā tika ņemts 5. paraugs (skat.1.attēlu).NH<sub>4</sub> koncentrācija rudens sezonā sasniedza 3,24 mg/l, un ziemas sezonā 2,91 mg/l. Šāds koncentrācijas daudzums ir kaitīgs karpveidīgam zivīm, kas dzīvo Ludzas ezerā.

Amonija jonu piesārņojums L. Ludzas ezera nokļūst no privātmājām, kuras nav pieslēgtas centralizētai kanalizācijas sistēmai. Privātmāju īpašnieki ir izvēlējušies lokālas ūdens attīrīšanas iekārtas, kuras uz doto brīdi jau ir novecojušas un savas funkcijas vairs nepilda.

Lai samazinātu NH<sub>4</sub> ieplūdi no privātmāju sektora Lielā Ludzas ezerā, privātmāju īpašniekiem tiek piedāvāti pasākumi:

- Tehnoloģiskie ielikteņi grodu akās;
- Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas iekārtas privātmājām ATC sērija

Tehnoloģiskie ielikteņi ir paredzēti komunālo (fekālo) notekūdeņu attīrīšanai no privātmājām. Tie ir paredzēti montāžai hidroizolētā grodu aka vai akās. Iekārtas (tehnoloģiskie ielikteņi) VE TI tiek ražotas Latvijā, tāpēc operatīvi iespējams iekārtas remonts vai pilnveidošana. Iekārtai ir augsta attīrīšanas pakāpe. Privātmāju īpašnieki attīrīto ūdeni drīkst novadīt Lielā Ludzas ezerā, bez papildus apstrādes. Iekārtai ir salīdzinoši nelielas ekspluatācijas izmaksas, tā ātri un viegli uzstādās.

Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas iekārta ATC- 6 paredzēta privātmājai līdz 6 cilvēkiem (skat.1.tabula)

1. tabula

Galvenie tehniskie parametri iekārtai ATC -6

<b>Diennakts notekūdeņu apjoms</b>	0,9m <sub>3</sub>
<b>Cilvēku ekvivalents</b>	1-6 cilvēki
<b>Elektroenerģijas patēriņš</b>	365 kWh/gadā
<b>Lieko dūņu pieaugums</b>	0,55m <sub>3</sub> /gadā
<b>Attīrītā ūdens garantētie parametri</b>	
<b>BSP<sup>5</sup></b>	95,8%
<b>ĶSP</b>	91,7%

<b>SV</b>	95,5%
<b>NH<sup>4</sup></b>	98,0%
<b>Iekārtas gabarīti</b>	
<b>Augstums</b>	2200mm
<b>Diametrs</b>	1200mm
*ieplūdes un izplūdes cauruļu dziļumi var tikt pielāgoti objekta īpašībām	
<b>Cena</b>	1300,-EUR t.sk PVN

ATC -6 iekārtai ir augsta attīrītā ūdens pakāpe, privātmājām, kas atrodas ezera krastā, jo attīrītais ūdens ir novadāms Lielā Ludzas ezerā, bez papildus attīrīšanas. Attīrīšanas procesā netiek izmantotas nekādas ķīmisko vielu dozēšanas iekārtas. Tās ir ļoti svarīgi, jo Lielā Ludzas ezerā nebūs ķīmisko vielu noplūdes no dozēšanas iekārtām. Nav nepatīkamas smakas, aizņem mazs vietas un nebojā estētisko vidi.

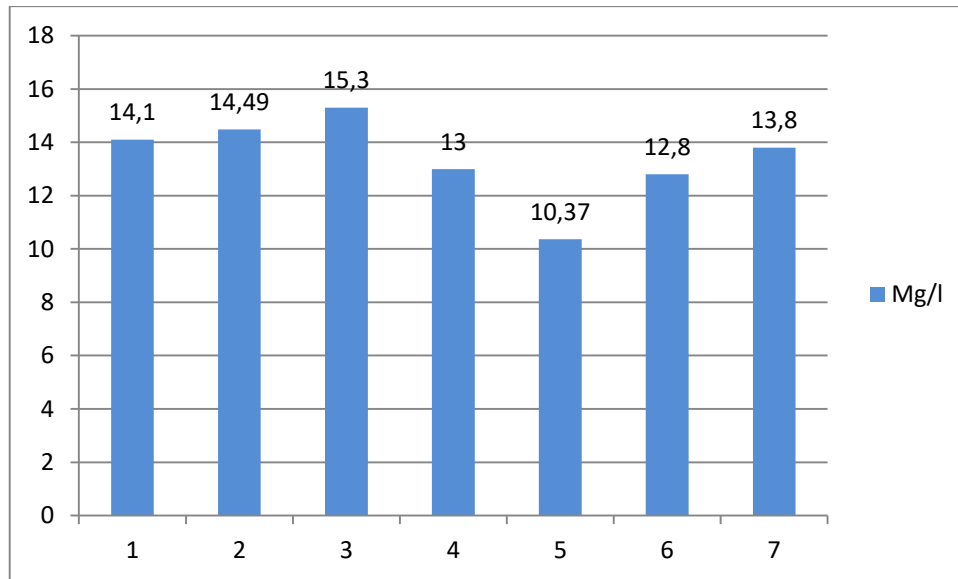
Amonija jonu koncentrācija tika pārsniegta pie Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu stacijas (NAI), kurā tika ņemts 3. paraugs (skat.1.attēlu). NH<sub>4</sub> koncentrācija ūdenī rudens sezonā sasniedza 3,9 mg/l un ziemas sezonā sasniedza 2,45 mg/l. Šāds koncentrācijas daudzums nav pieļaujams attīrītajos notekūdeņos, kas ieplūst Lielā Ludzas ezerā. Pēc ķīmiskiem parametriem attīrītos notekūdeņos NH<sub>4</sub> koncentrācijai jābūt zemākai par 1 mg/l [8;10]. Tika konstatēts, ka Notekūdeņu attīrīšanas iekārtās (NAI) ir problēmas ar nitrifikācijas procesu, kas notiek aerācijas baseinā, tāpēc rodas šāds koncentrācijas daudzums attīrītos notekūdeņos. Tika sniegti priekšlikumi:

- NAI iekārtas ir jāpalielina aktīvo dūņu daudzums;
- Aerācijas baseinā jāpalielina skābekli;

Aktīvo dūņu sastāvā atrodas no 3 - 10% nitrificējošās baktērijas (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), kas pārvērš notekūdeņu sastāvā esošos amonija jonus par nitrītiem un nitrātiem.

Lai samazinātu amonija jonu koncentrāciju NAI aerācijas baseinā, jāpalielina skābekļa daudzums vismaz līdz 2mg/l, lai attiecīgie mikroorganismi, spēj pārvērst amonija jonu oksidēšanos par nitrītiem vai nitrātiem.

Tika konstatēts, ka izšķīdušā skābekļa daudzums Lielā Ludzas ezerā atbilst karpveidīgiem ūdeņiem (skat.4 attēls).



4. attēls. O<sub>2</sub> koncentrācija rudens sezonā

Saskaņā ar MK noteikumiem Nr.118 „Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” izšķīdušā skābekļa (mg/l O<sub>2</sub>) robežlielums karpveidīgo zivju ūdeņiem - 50 % no analizētajiem paraugiem jābūt lielākiem vai vienādiem par 7 mg/l. Galvenais avots ūdenī esošajam skābeklim ir atmosfēras skābekļa šķīšana. Skābekļa šķīdība ūdenī ir atkarīga no tā koncentrācijas gaisā, ūdens temperatūras un sāļu satura ūdenī [5,6]. Jo ūdens temperatūra augstāka, jo skābekļa šķīdība ūdenī zemāka [4,9].

### Secinājumi

1. Apsekojot Lielo Ludzas ezeru, 2 no 7 paraugu ņemšanas vietām tika konstatēts NH<sub>4</sub> piesārņojums, kas neatbilst Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu noteikumiem noteiktam normām;
2. Vislielākā amonija jonu koncentrācija tika konstatēta Lielā Ludzas ezerā no privātmāju sektora;
3. Lai samazinātu NH<sub>4</sub> ieplūdi Lielā Ludzas ezerā, privātmāju īpašniekiem nepieciešams iegādāties jaunas lokālas attīrīšanas iekārtas;
4. Otra lielākā amonija jonu koncentrācija tika konstatēta Lielā Ludzas ezera no Notekūdeņu attīrīšanas iekārtām (NAI):
5. Lai samazinātu NH<sub>4</sub> ieplūdi Lielā Ludzas ezerā, NAI acirācijas baseinā nepieciešams palielināt skābekļa daudzumu (>2 mg/l);
6. Apsekojot Lielo Ludzas ezeru tika konstatēts, ka izšķīdušā skābekļa daudzums atbilst karpveidīgiem ūdeņiem;

### Literatūra

1. Marga, D. (2014) „Eksperta atzinums par plānotās darbības – Kubulovas HES ūdens pārgāznes renovācija, atvadkanāla nogāžu stiprinājuma remontdarbi un Ludzas upes tīrīšana 2 km garā posmā iespējamo ietekmi uz īpaši aizsargājamām sugām un īpaši aizsargājamiem biotopiem, kā arī iespējamo ietekmi uz upi Ludzas novada Isnaudas pagastā un Ciblas novada Zvirgzdenes un Ciblas pagastā” atzinums. Ludza: Ludzas pilsētas pašvaldība.
2. Beikerts, G. (1995) Ludzas ezers. Kavacs G, (atb.red.,1995). *Latvijas daba*.3.sēj. Rīga: „Latvijas enciklopēdija”, 127.- 128.lpp.
3. Vides kvalitāte (2011) *Vides pārskats Ludzas novada attīstības programmai 2011 -2017.gadam*.Ludza: Ludzas novada pašvaldība, 22. -27.lpp
4. Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. (2004) Ezeru un ūdenstilpju īpašības. Cimdiņš, P, *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 100. – 113.lpp

5. Tsirkunov, V.V, Nikaronov, A.M, Laznik, M.M, Dongwei, Zhu. (2003) *Analysis of long-term and seasonal river water quality changes in Latvia*. Environmental Research Laboratory: US Environmental Protection Agency, 57.-58,pp
6. Oenema, O., Liera, V., L., Schoumans, O, (2004), *Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands*. Wageningen University and Research Centre: Netherlands Environmental Assessment Agency, 38. -49.pp
7. Izklidētā piesārņojuma slodzesanalīze (2008) *Daugavas baseina apgabala apsaimniekošanas plāns*. Daugavpils: Latvijas Vides, Ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra, 24.- 26.lpp
8. Rossel, V., Fuente de la A.(2015) *Assessing the link between environmental flow, hydropeaking operation and water quality of reservoirs*. Universidad de Chile: Departamento de Ingeniería Civil, 26. – 36.pp
9. Sondergaard, M., Larsen., E.,S., Johansson., L.,S., Lauridsen.,L.,T., Jeppsen, E.(2015) *Ecological classification of lakes: Uncertainty and the influence of year-to-year variability*. Department of Bioscience: Sino-Danish Centre for Education and Research, 248. – 257.pp
10. Lindim,C., Becker,A., Gruneberg,B., Fischer,H. (2015) *Modelling the effects of nutrient loads reduction and testing the N and P control paradigm in a German shallow lake*. Brandenburgische Technische Universität Cottbus: Federal Institute of Hydrology. 415.-427.pp
11. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdens kvalitāti (2002) Latvijas Republikas ministru kabinets 12. martā Nr.118. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 50, 3. martā. <http://likumi.lv/doc.php?id=60829>
12. Wilkes University Center for Environmental Quality Anvironmental Engineering and Earth Sciences (2010) *Nitrogen – Ammonia in Water* [datu krajums]. Wilkes University Center for Environmental Quality Anvironmental Engineering and Earth Sciences . <http://www.water-research.net/Watershed/ammonia.htm>