

## SILĪCIJA PLŪSMU ILGTERMIŅA MAINĪBA LATVIJAS UPĒS

*D. Poršņovs<sup>1</sup>, M. Kļaviņš<sup>1</sup>, V. Rodionovs<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> LU ĢZZF Vides zinātnes nodaļa

<sup>2</sup> LU Bioloģijas institūts

**Anotācija.** Virszemes ūdeņu sastāva pētījumi ir ļoti nozīmīgi, lai izprastu antropogēno faktoru, kā arī globālo Zemes sistēmu pārmaiņu ietekmi uz vidi. Izšķīdušais silīcijs virszemes ūdeņos ir atzīstams par nozīmīgu barības vielu, kas nepieciešama fitoplanktonam, diatomejām, kā arī ūdens augiem. Šī pētījuma mērķis ir novērtēt silīcija koncentrāciju ilgtermiņa mainību Latvijas iekšzemes ūdeņos. Ir konstatētas būtiskas silīcija koncentrācijas pārmaiņas, kas norāda uz pārmaiņām Latvijas upju sateces baseinos.

**Atslēgas vārdi:** silīcijs, augu barības vielas, Latvija, upju baseini.

### Ievads

Virszemes ūdeņu sastāva pētījumi ir ļoti nozīmīgi, lai izprastu antropogēno faktoru, kā arī globālo Zemes sistēmu pārmaiņu ietekmi uz vidi. Ņemot vērā plaši izplatīto iekšzemes un piekrastes ūdeņu eutrofikāciju, īpaši aktuāli ir augu barības vielu (slāpekļa, fosfora un silīcija) koncentrācijas un slodžu pētījumi. Ūdens kvalitātes rādītāju tendences var kalpot kā indikators nacionālās un starptautiskās vides politikas efektivitātes novērtēšanai (Brunet, Astin 1999; Donohue *et al.* 2001). Ņemot vērā temata aktualitāti, ir atrodams daudz pētījumu par augu barības vielu koncentrāciju un slodžu mainību (Zhang, Zhang 1995; Brakke *et al.* 1988; Ferrier *et al.* 2001; Interlandi and Crockett 2003). Nepieciešamība novērtēt sarežģītus, vielu mobilitāti ietekmējošus procesus ūdenstilpēs un to sateces baseinos, ievērojami paaugstina ilgtermiņa pētījumu vērtību šajā jomā (Godwin *et al.* 2003). Augu barības vielu slodzes un to koncentrācijas pārmaiņu tendences ir plaši pētītas Baltijas jūras reģionā, šajos pētījumos visbiežāk ir izmantotas visai īsas (5–10 gadu) datu rindas (Löfgren *et al.* 1999; Klavins *et al.* 1999a; Stålnacke *et al.* 2003). Tomēr ir nepieciešams ņemt vērā, ka izšķīdušo vielu slodze ir atkarīga no upju noteces, savukārt notece var būtiski mainīties ne tikai sezonālu, bet arī daudzgadīgu svārstību ietekmē. Izšķīdušais silīcijs virszemes, kā arī jūras ūdeņos ir atzīstams par nozīmīgu barības vielu, kas nepieciešama fitoplanktonam, diatomejām, un makrofītiem (Raguenu *et al.* 2009) un ir viena no primārās produkcijas daudzumu regulējošām vielām. Galvenais silīcija avots ir silīcija savienojumus saturošo iežu dēdēšana, zināma loma piemīt arī biogēnu silīcijorganisku savienojumu sadalīšanās procesiem (Conley 2002). Reģionālā mērogā silīcija noteci ietekmē arī tādi faktori sateces baseinā, kā ūdenstilpju daudzums, ezeru eutrofikācijas pakāpe, purvainums un veģetācijas segums (Humborg *et al.* 2008).

Šī pētījuma mērķis ir novērtēt silīcija koncentrācijas ilgtermiņa mainību Latvijas upēs.

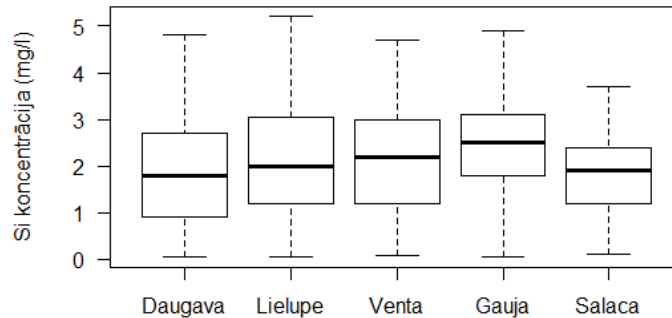
### Materiāli un metodes

Pētījumā iekļauto upju (Daugava, Lielupe, Gauja, Venta, Salaca) sateces baseinu teritorijas pārklāj lielāko daļu Latvijas. Izmantotie dati ir iegūti Valsts Vides Monitoringa Programmas ietvaros un saņemti no Latvijas Vides, Ģeoloģijas un

Hidrometeoroloģijas centra, kā arī ievākti arhīva materiālos (Ūdens kvalitātes pārskati un gadagrāmatas). Izmantoti ikmēneša ūdens kvalitātes parametru ieraksti visam pētījuma periodam (1975–2014). Trendu analīzei izmantots Manna Kendala tests (Hirsch *et al.* 1982; Hirsch, Slack 1984; Libiseller, Grimvall 2002). Manna Kendalla tests lietots ar būtiskuma līmeni  $p < 0,5$ , trends atzīts par statistiski būtisku, ja testa statistikas vērtība ir lielāka par 1,65 vai mazāka par -1,65.

### Rezultāti un diskusija

Izšķīdušā silīcija koncentrācijas mainība Latvijas upēs ir raksturojama kā process, kam raksturīgas daudzgadīgas oscilācijas dabisku faktoru ietekmē. Tipiska silīcija koncentrācija Latvijas upju ūdeņos sastāda 1-3 mg/l. Kā redzam 1. attēlā, dažādās upēs koncentrācija ir atšķirīga, tomēr atšķirība nav ļoti liela. Statistiski visaugstākā koncentrācija ir novērojama Gaujā. Vidējā pētīto upju summārā silīcija plūsma sastāda ap 265 tonnām dienā ( $\approx 8000$  t mēnesī).



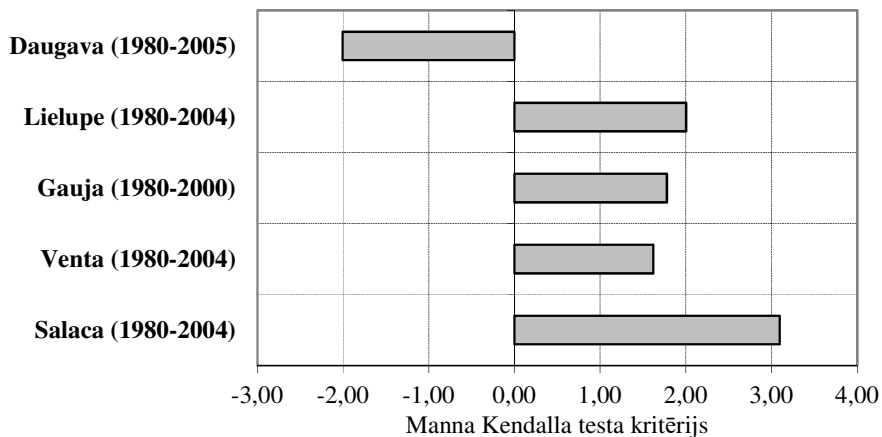
1. attēls. Izšķīdušā silīcija koncentrācijas Latvijas upju ūdeņos (1980-2004)

Korelāciju analīze (1. tabula) rāda būtiskas kopsakarības starp silīcija koncentrāciju un noteci tikai Salacas gadījumā. Visās upēs redzama cieša sakarība starp ūdens reakciju (pH) un izšķīdušā silīcija koncentrāciju. Tāpat ir novērojama silīcija plūsmas saistība ar atsevišķiem citiem ķīmiskiem ūdens kvalitātes parametriem: nitrātu slāpekli, fosforu, dzelzi, organisko vielu, šī sakarība ir skaidrojama ar bioģeokīmiskajiem faktoriem.

1. tabula. Korelācijas koeficientu vērtības starp silīcija koncentrācijām un citiem hidroloģiskajiem un hidroķīmiskajiem parametriem Latvijas upēs. Būtiskas vērtības izdalītas

Silīcijs	Q	pH	Krāsainība	N-NH <sup>4+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fe kop
Daugava	0.003	<b>-0.193</b>	<b>0.195</b>	0.155	<b>0.218</b>	<b>0.301</b>	<b>0.360</b>
Lielupe	0.041	<b>-0.354</b>	0.072	0.087	<b>0.255</b>	-0.063	<b>0.298</b>
Gauja	0.026	<b>-0.408</b>	0.137	0.004	<b>0.193</b>	<b>0.243</b>	<b>0.211</b>
Venta	0.137	<b>-0.212</b>	<b>0.168</b>	<b>0.185</b>	<b>0.419</b>	<b>0.342</b>	<b>0.295</b>
Salaca	<b>0.358</b>	<b>-0.377</b>	<b>0.347</b>	-0.012	<b>0.362</b>	<b>0.167</b>	<b>0.164</b>

Kā redzam 2. attēlā, statistiski būtiski trendi ir novērojami visās upēs. Daugavas gadījumā trends ir dilstošs, savukārt pārējos gadījumos augošs. Visnozīmīgākais silīcija koncentrācijas palielinājums pētāmajā periodā ir novērojams Salacas upē. Visticamāk, ka apskatāmie trendi ir vērtējami kā dabisko hidroloģisko un hidroģeoloģisko ciklu izpausmes.



2. attēls. Izšķīdušā silīcija koncentrāciju ilgtermiņa trendi Latvijas upēs (Manna Kendala testa kritērijs)

### Pateicība

Pētījums veikts ar LZP granta Klimata sistēmas stabilitātes izmaiņas un to ietekme uz ūdens kvalitāti limitējošo bioģeokīmisko vielu plūsmām Latvijā” atbalstu.

### Atsauces

Brakke, D.F., Landers, D.H., Eilers, J.M.. (1988). Chemical and physical characteristics of lakes in the Northeastern United States. *Environ. Sci. Technol.*, 22(2), 155-163.

Brunet, R.C., Astin, K.B. (1999). Spatio-temporal variation in some physical and chemical parameters over a 25-year period in the catchment of the river Adour. *J. Hydrol.*, 220, 209-221.

Conley, D.J. (2002). Terrestrial ecosystems and global biogeochemical silica cycle. *Global Biogeochemical Cycles* 1694, 1121-1134

Donohue, R., Davidson, A.W., Peters, N.E., Nelson, S., Jakowyna B. (2001). Trends in total phosphorus and total nitrogen concentrations of tributaries to the Swan-Canning Estuary, 1987 to 1998. *Hydrol. Proc.*, 15, 2411-2434.

Ferrier, R.C., Edwards, A.C., Hirst, D., Littlewood, I.G., Watts, C.D., Morris, R. (2001). Water quality of Scottish rivers: spatial and temporal trends. *Sci. Total Environ.*, 265, 327-342.

Godwin, K.S., Hafner, S.D., Buff, M.F. (2003). Long-term trends in sodium and chloride in the Mohawk River, New York: the effect of fifty years of road-salt application., *Environ. Pollut.*, 124, 273-281.

Hirsch, R.M., Slack, J.R. (1984). A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resour. Res.*, 20(6), 727-732.

Hirsch R.M., Slack J.R. & Smith R.A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resour. Res.*, 18(1), 107-121.

Humborg, C., Smedberg, E., Medina, M.R., Morth, C.M. (2008). Changes in dissolved silica loads to the Baltic Sea- The effects of lakes and reservoirs. *Journal of Marine Systems*, 73, 223-235.

Interlandi, S.J., Crockett, C.S., (2003). Recent water quality trends in the Schuylkill River, Pennsylvania, USA: a preliminary assessment of the relative influences of climate, river discharge and suburban development. *Wat. Res.*, 37, 1737-1748.

Klavins, M., Briede, A., Rodinov, V., Kokorite, I., Parele, E., Klavina, I. (1999). Heavy metals in rivers of Latvia. *Proc. Latv. Acad. Sci, ser. B*, 53(1), 41-48.

Löfgren, S., Gustafson, A., Steineck, S., Stålnacke, P. (1999). Agricultural development and nutrient flows in the Baltic States and Sweden after 1988. *Ambio*, 28(4), 320-327.

Libiseller, C. & Grimvall, A. (2002). Performance of partial Mann-Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics*, 13, 71-84.

Poršņovs, D., Kļaviņš, M. (2016), Saules starojuma mainības ietekme uz dzelzs un silīcija plūsmām Latvijas upēs. LU Zinātniskā konference.

RagunEAU, O., Conley, D.J., DeMastEr D.J., Durr, H.H., Dittert, N. (2009). Si transformations along the land-ocean-continuum: Implications for the global carbon cycle. Liu K.K., Atkinson L., Quinones R., Talaue-McManus L. (Eds.), *Carbon and nutrient fluxes in continental margins. Global Change – The IGBP Series*. Berlin: Springer

Stålnacke, P., Grimvall, A., Libiseller, C., Laznik, M., Kokorite, I. (2003). Trends in nutrient concentrations in Latvian rivers and the response to the dramatic change in agriculture. *J Hydrol*, 283, 184-205.

Zhang, J., Yan, J. , Zhang, Z.F. (1995). Nationwide river chemistry trends in China: Huanghe and Changjiang. *Ambio*, 24(5), 275-279.

### Summary

Studies of long term changes in aquatic chemistry composition are of importance to understanding the impacts of global climate change and human impacts. Dissolved silica is an important nutrient (primarily for siliceous phytoplankton, the diatoms, but also for macrophytes) in freshwater and marine ecosystems. The objective of the present study is to examine long-term changes in dissolved silica concentrations in surface waters of Latvia. Significant changes in silica concentrations in inland waters of Latvia were found. Results indicate possible impacts of weathering processes in combination with changes of human loading.