

# PĀRSKATS par Valsts pētījumu programmas „KLIMATA MAINĀS IETEKME UZ LATVIJAS ŪDEŅU VIDI” 4.etapa izpildi



**KALME**

KLIMATS, ADAPTĀCIJA, LĪDZSVARS, MAINĪBA, EKOSISTĒMAS





## **PĀRSKATS**

# **par Valsts pētījumu programmas „KLIMATA MAIŅAS IETEKME UZ LATVIJAS ŪDEŅU VIDĪ” 4.etapa izpildi**

### **Izpildītāji:**

**Latvijas Universitāte**

**LU Bioloģijas institūts**

**Latvijas Lauksaimniecības Universitāte**

**Latvijas Hidroekoloģijas institūts**

**Latvijas Zivju resursu aģentūra**

**Daugavpils Universitāte Ekoloģijas institūts**

Programmas vadītāji

Andris Andrušaitis, *Dr. biol.*, asociētais profesors, Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Hidrobioloģijas katedras vadītājs

Māris Kļaviņš, *Dr. habil. ķīm.*, profesors, LZA akadēmiķis, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Vides zinātnes nodaļas vadītājs

**2009**

## SATURS

SATURS .....	3
Kopsavilkums par VPP KALME 4. Izpildes gadā paveikto.....	4
Programmas mērķis un pamatnostādnes .....	8
Darba pakete Nr 1: KLIMATA MAINĪBAS IETEKME UZ NOTECI, BIOĢĒNO ELEMENTU PLŪSMĀM UN BALTIJAS JŪRAS REŽĪMU .....	10
Darba pakete Nr. 2: KLIMATA MAINĪBAS IETEKME UZ AUGU BARĪBAS ELEMENTU APRITI SATECES BASEINĀ .....	18
Darba pakete Nr 3: KLIMATA MAIŅAS IETEKME UZ IEKŠĒJO ŪDEŅU EKOSISTĒMĀM UN BIOĢOĢISKO DAUDZVEIDĪBU .....	27
Darba pakete Nr.4: KRASTA PROCESI.....	36
Darba pakete Nr 5: BIOĢEOĢĪMISKIE PROCESI UN PIRMPRODUKCIJA BALTIJAS JŪRĀ .....	52
Darba pakete Nr. 6: KLIMATA MAIŅAS IETEKME UZ BALTIJAS JŪRAS EKOSISTĒMĀM UN BIOĢOĢISKO DAUDZVEIDĪBU .....	61
Darba pakete Nr 9: KLIMATA MAINĪBAS IZRAISĪTO NOTECES EKSTRĒMU IETEKMEUZ PLŪDU RISKAM PAKĻAUTĀM TERITORIJĀM .....	76
Darba pakete Nr. 7: VIDES UN SEKTORU POLITIKAS ADAPTĀCIJA KLIMATA MAINĪBAI.....	84
Darba pakete Nr. 8: PROGRAMMAS VADĪBA UN SABIEDRĪBAS INFORMĒŠANA.....	87
Pielikumi .....	90
Programmas kopējie rezultatīvie indikatori un pārbaudāmās auditējamas vērtības .....	90
Atskaites periodā publicētie un publikācijai iesniegtie darbi par VPP tematiku .....	91
Aizstāvētās disertācijas .....	107
Sadarbība ar vietējām pašvaldībām, vides aizsardzības valsts dienestiem .....	107
Sadarbība ar citiem projektiem Latvijā.....	107
Programmas uzdevumu izpildes indikātoru tabula .....	109
Programmas uzdevumu izpildes laika grafiks .....	117
Semināra "Climate Change Impacts on the Water Environment in Latvia and Implications for the Southern Baltic Sea Basin" darba kārtībā .....	119
Starptautiskās Padomdevēju padomes sēdes protokols .....	121
LU 68 konferences sekcijas: „Klimata mainība un ūdeņi” darba kārtība.....	125

## **Kopsavilkums par VPP KALME 4. Izpildes gadā paveikto.**

Valsts pētījumu programmas KALME ceturtajā izpildes posmā turpinājās darbs visās 9 programmas darba paketēs.

Interpretējot ūdens noteces no Latvijas teritorijas skaitliskās modelēšanas rezultātus tika izveidota modeļu „dubultansambla” pieeja noteces mainības analīzei: prognozē integrēti gan reģionālo klimata modeļu ansambļa ģenerētie izejas dati, gan vairāku hidroloģisko modeļu ansambļa aprēķinu rezultāti. Veikta hidroloģisko modeļaprēķinu analīze visiem četriem Latvijas upju sateces baseinu apgabaliem. Prognozēts, ka nākotnes klimata situācijā reģionālās hidroloģiskās atšķirības starp sateces baseinu apgabaliem samazināsies. Analizējot minimālo un maksimālo caurplūdumu atkārtojamību, konstatēts, ka caurplūdums ar 90% nodrošinājumu samazināsies vairāk kā caurplūduma vidējās vērtības.

Veikta mitro dienu skaita analīze 155 gadu novērojumu rindai vairākās meteoroloģiskajās stacijās. Nokrišņu daudzuma mainība uzrāda būtisku pieaugumu gada aukstajā sezonā. Lai gan ļoti intensīvo nokrišņu mainība ir pieaugusi, ļoti lietaino dienu (20 mm/d un vairāk) skaits ilgtermiņā nav izteikti izmainījies.

Veikta neorganisko barības vielu (slāpekļa un fosfora savienojumu) noteces modelēšana Rīgas jūras līča sateces baseinam. Sagatavotas datu rindas neorganisko barības vielu ikdienas notecei Rīgas jūras līcī mūsdienu klimatam un klimata maiņas scenārijam A2.

Izveidots un kalibrēts Rīgas jūras līča vertikālās stratifikācijas modelis, kas ļauj simulēt ūdens blīvuma lēcienlāņa ikdienas dziļuma variācijas mūsdienu un nākotnes klimata apstākļiem. Izmantojot šo modeli veikti Rīgas jūras līča stāvokļa klimatiskie aprēķini mūsdienu klimatam (1961-1990) un nākotnes klimata scenārijam A2 (2071-2100).

Pētīts ekstremālo klimatisko parādību (dienu skaits ar intensīviem un ļoti intensīviem nokrišņiem, sala dienu skaits, karstu dienu un karstu nakšu skaits, u.c.) ilgtermiņa mainības raksturs un pierādītas to parādību intensitātes pieaugums, kas saistās ar temperatūras palielināšanos. Papildus ekstremālajām klimatiskajām parādībām analizēti tādi nozīmīgi klimata pārmaiņas rādītāji kā veģetācijas sezonas garums un noturīga sasaluma dienu skaits un citi.

Kā paraugs datu apkopojumam, kas nepieciešams sateces baseina hidroloģijas un piesārņojuma pārneses modelēšanai ar minimālu nenoteiktību, izveidota Bērzes upes sateces baseina hidroloģiskā tīkla un zemes lietojuma augstas izšķirtspējas ģeogrāfiskā informācijas sistēma.

Izmantojot ilggadīgā lauksaimniecības difūzā piesārņojuma noteces monitoringa rezultātus analizēts augu neorganisko barības vielu noplūdes režīms. Noskaidrots, ka lauksaimniecības piesārņojuma nozīmīgākā daļa (73%) veidojas vēlā rudenī un ziemā. Tikai 27% no slāpekļa noplūdes lauka līmenī nonāk ūdeņos veģetācijas periodā.

Īpaša nozīme lauksaimniecības piesārņojuma veidošanā ir ekstremālam sausumam veģetācijas periodā, kam seko silta un nokrišņiem un atkušņiem bagāta ziema. Šādos apstākļos decembra – janvāra – februāra mēnešos veidojas līdz 60% gada lauksaimnieciskā piesārņojuma noplūdes. Tas pierāda, ka nākotnes hidroloģiskajā režīmā pat pie nebūtiskas

upju caurplūduma izmaiņas, lauksaimniecības difūzais piesārņojums var ievērojami pieaugt, ja realizējas A2 klimata scenārijs, un 19-20%, pie B2 scenārija.

Izmantojot jaunākās Fyris modeļa (Zviedrija) versijas, prognozēts, ka klimata mainības rezultātā N un P gada kopējās noplūdes pieaugums būs aptuveni 6-7%, ja realizējas A2 klimata scenārijs, un 19-20%, pie B2 scenārija.

Veikta detalizēta ūdeņu ķīmiskā sastāva un dzīvo organismu kopienų izpēte izvēlētos modeļa ūdens objektos: Salacas upē un Engures ezerā. Salacas baseinā konstatēta cieša pozitīva korelācija starp kopējā slāpekļa noteci un lauksaimniecības zemju īpatsvaru. Savukārt kopējā organiskā oglekļa (TOC) notecei un arī ūdeņu krāsainībai ir tendence pieaugt, palielinoties mežu un purvu platībām. Veiktā izšķīdušo organisko vielu analīze, norāda uz organisko vielu sastāva un izcelsmes izteiktu sezonālo mainību.

Noskaidrota plūdu un sausuma ietekme uz vielu plūsmām palieņu sistēmās un baseinā izmantojot USLE modeli. Modelēšanas gaitā iegūtās potenciālo augsnes zudumu vērtības tika salīdzinātas ar dabā noteiktajiem reālajiem neorganisko barības vielu un suspendētā materiāla apjomiem, kuri tiek pārnesti no hidrogrāfiskā tīkla augšējām posmiem. Veikta palieņu ezeru ekosistēmas ietekmējošo Daugavas mazūdens periodu (hidroloģiskā sausuma) statistiskā nodrošinājuma ilgtermiņa izmaiņu analīze, kurā izmantoti ikdienas caurplūduma novērojumu dati Daugavai pie Daugavpils kopš 1936. gada.

Noskaidrots, ka laika gaitā ir būtiski mainīties mazūdens periodu statistiskā sadalījuma raksturs Daugavā pie Daugavpils. Šīs izmaiņas, no vienas puses, ir izskaidrojamas ar būtisku ziemas ilguma samazināšanos un gaisa temperatūras pieaugumu Latvijā pēdējos gadu desmitos. No otras puses, izmaiņas vasaras mazūdens periodu noteces sadalījumā, iespējams, ir saistītas ar Daugavas sateces baseina zemes lietojuma izmaiņām, meliorācijas sistēmu stāvokli u.t.t. Turpinoties līdzšinējām klimata izmaiņu tendencēm, ir sagaidāma arī turpmāka ziemas mazūdens periodu noteces deficīta un ilguma samazināšanās.

Saldūdeņu biotas analīze liecina, ka šobrīd iezīmējas bioloģiskās daudzveidības izmaiņas saistībā ar jaunu, dienvīdiem raksturīgu sugu ienākšanu Latvijas ūdeņos, kā arī sugu areāla izplatības maiņu. Salacā konstatēta strauja invazīvās sugas Kanādas elodejas izplatība, bet perifitonā vēsākus ūdeņus mīlošās aļģes nomaina sugas, kas dod priekšroku siltākiem ūdeņiem.

Balstoties uz sezonālajiem novērojumiem pēdējos 5 gados, izvērtēta nākotnes klimatam raksturīgu ziemas hidrometeoroloģisko apstākļu iespējamā ietekme uz Daugavas palieņu ezeru fitoplanktona sabiedrībām. Tika veikta arī zooplanktona organismu analīze, apkopojot datus par 2005. – 2008. gadu Skuķu un Dvietes ezeros, kā arī Daugavā augšpus un lejpus palieņu ezeriem. Tika izstrādātas rekomendācijas erozijas riska samazināšanai potenciāli apdraudētajās teritorijās.

Tomēr neskatoties uz būtisku zināšanu pieaugumu VPP KALME izpildes gaitā, šobrīd nav iespējams droši prognozēt, vai nākotnē bioloģiskā daudzveidība kopumā palielināsies saistībā ar dienvīdu sugu izplatību, vai samazināsies, samazinoties un izzūdot aukstummīlošajām sugām, piem., lašveidīgajām zivīm. Tā, Burtnieku ezera zivju cenozes analīze uzrāda būtiskas izmaiņas: ievērojami pieaudzis plīču, līņu un it īpaši zandartu daudzums. Vairāk kļuvis arī plaužu un ruduļu, bet ievērojami samazinājies asaru īpatsvars. Sagaidāms, ka

tuvāko 50 – 70 gadu laikā aukstūdens zivju būtiska samazināšanās un siltūdens sugu pieaugums notiks visos Latvijas iekšējos ūdeņos.

Turpinot pētīt un prognozēt Latvijas jūras krasta ģeoloģiskos procesus, sagatavota digitāla datu kopa par krasta erozijas riska joslu 2023. un 2058. gadam. Šīs informācijas detalizācijas pakāpe atbilst teritoriālās plānošanas vajadzībām. Uz erozijas prognozes datiem balstītā riska joslas identifikācija ir pirmais reālais šāda veida zinātnisko pētījumu rezultāts Latvijā. Tiek prognozēts, ka līdz 2023.gadam vidējais un maksimālais krasta erozijas ātrums saglabāsies tuvs līdzšinējā perioda maksimumam atbilstošā krasta iecirknī (0,5-3,0 m/gadā); krasta erozija galvenokārt sagaidāma vietās, kur tā novērojama pēdējās desmitgades laikā ar nelielu erozijas apdraudēto krasta posmu kopgaruma pieaugumu; Krasta erozijas apdraudēto posmu kopgarums galvenokārt pieaugs uz iepriekš dinamiski neitrālu krasta iecirkņu rēķina, it īpaši krasta līnijas izciļņu iecirkņos.

Līdz 2058. gadam paredzams, ka vidējais un maksimālais krasta erozijas ātrums pārsniegs līdzšinējo par 30-100% (1,0-6,0 m/gadā), bet erozijas apdraudēto krasta posmu kopgarums pieaugs par 10- 20%.

Turpinot pētīt klimata maiņas paredzamo ietekmi uz bioģeoķīmiskajiem procesiem Baltijas jūrā, 2009.gadā tika pabeigta eksperimentu sērija, lai noskaidrotu izmaiņas grunts-ūdens robežvirsmas procesos pie skābekļa koncentrācijām no 0.5 mg/l līdz 3 mg/l. Tika veikti modeļaaprēķini, lai prognozētu izmaiņas Rīgas līča bioģeoķīmiskajā sistēmā pie klimata maiņas scenārijiem, kuri imitē gada vidējās ūdens temperatūras pieaugumu par 3 grādiem, upju neorganisko barības vielu upju slodzes pieaugumu un samazinājumu par 10 %, kā arī ūdens apmaiņas samazinājumu par 10% starp Rīgas līci un atklāto Baltijas jūru. Iegūtie rezultāti ļauj izdarīt šādus secinājumus: (1) upju slodžu izmaiņas par 10 % neradīs būtiskas izmaiņas Rīgas līča stāvoklī tuvāko 26 gadu laikā, tomēr, (2) ja netiks veikti papildus pasākumi piesārņojuma slodzes samazināšanai, tad Rīgas līcis kļūs izteikti slāpekļa limitēta sistēma, kas vēl vairāk pastiprinās ‘potenciāli toksisko vasaras zilaļģu „ziedēšanas” intensitāti un ģeogrāfisko izplatību. (3) Ūdens temperatūras pieauguma, pie nemainīgām slodzēm, rezultātā pieaugs fitoplanktona produktivitāte, taču kļūs intensīvāka arī biomasas noārdīšanās heterotrofajos procesos – proti palielināsies barības vielu reģenerācijas ātrums. Klimata maiņas rezultātā samazinās piegrunts skābekļa koncentrācijas Rīgas līcī un līča ekosistēma jutīgāka pret biogēno vielu slodžu palielināšanu. Lai sasniegtu to pašu eutrofikācijas apkaršanas efektu kā mūsdienās, nākotnē slodzes vajadzēs samazināt attiecīgi vairāk.

Pilnveidojot prognostiskās metodes, lai paredzētu Rīgas līča un atklātās Baltijas jūras biotisko sabiedrību reakciju uz klimata maiņu, noskaidrots, ka temperatūras paaugstināšanās padarīs garāku planktona produktīvo sezonu un palielinās tā biomasu. Sekojot temperatūras pieaugumam, gaidāms agrāks pavasaris un agrāka tam sekojošā fitoplanktona pavasara “ziedēšana”. Palielināsies saldūdens sugu īpatsvars zooplanktonā. Ilgstošā ūdens stratifikācija pasliktinās biotopu piemērotību bentosa organismu dzīvei jūras dziļajā daļā. Rīgas līča un Baltijas jūras ekosistēmās pieaugs piekrastes kā galvenā produktīvā rajona nozīme. Rīgas līča reņģes ražība pārsvarā pieaugs, palielinoties vidējai ūdens temperatūrai maijā, kad notiek kāpuru un mazuļu attīstība. Baltijas jūras mencas krājuma dinamika būs vairāk atkarīga no zvejas mirstības, ko pozitīvā vai negatīvā nozīmē ietekmēs sāļuma izmaiņas. Brētliņas daudzums periodiski variēs 7-11gadu ciklā, relatīvi neatkarīgi no klimata. VPP 4. posmā veiktais rezultātu apkopojums norāda, ka veiksmīgai resursu apsaimniekošanai klimata

izmaiņu apstākļos vēl svarīgāk ir ierobežot cilvēka darbības radīto slodzi uz jūras ekosistēmām. Optimāli samazinātas biogēnu slodzes (t. sk. pārrobežu slodzes), saudzīgas zvejas politikas izmantošana un saprātīga jūras aizsargājamo teritoriju režīma izstrāde un ievērošana ir galvenie priekšnoteikumi jūras ekosistēmu turpmākai normālai funkcionēšanai un jūras resursu ilgtspējai.

Valsts pētījumu programmas izpildes ceturtajā etapā tika aktivizēta zinātniskās izpētes rezultātu nodošana praktiskai izmantošanai vides un pārējos tautsaimniecības sektoros, kā arī Latvijas Nacionālās adaptācijas stratēģijas izveidei – piemērošanās priekšlikumi tika iesniegti atbildīgajām valsts un pašvaldību līmeņa pārvaldes institūcijām. Plašāks pārvaldības praktiķu loks tika iepazīstināts ar Programmas izpildes rezultātiem. Tika izdota un izplatīta īpaša pārvaldības praktiķiem paredzēta rokasgrāmata par klimata maiņas adaptācijas jautājumiem.

VPP KALME ietvaros tika organizēta gadskārtējā konference „Klimata maiņa un Latvijas ūdeņi”, kas pateicoties Programmas darbībai kļuvusi par nozīmīgāko Latvijas ūdeņu pētnieku un, ar šiem pētījumiem saistīto, sociālo partneru forumu. Veikti priekšdarbi 2010.g. konferences un Ziemeļvalstu hidroloģijas konferences organizēšanai. Noslēguma posma rezultāti starptautiski aprobēti Programmas s padomdevēju padomē un Vispasaules Klimata Pētījumu Programmas (WCRP) reģionālās programmas BALTEX seminārā Rīgā.

Programmas rezultāti izmantoti Latvijas pozīcijas izstrādē un formulēšanā dažādu sektoru adaptācijas politikas veidošanā Eiropas Savienības līmenī. Vairāki Programmas vadošie izpildītāji strādā LR Vides ministrijas ekspertu darba grupā (vadītājs - prof. Māris Kļaviņš), kuras mērķis ir izstrādāt Latvijas adaptācijas stratēģijas klimata pārmaiņām. Tādejādi tiek nodrošināta Programmas rezultātu izmantošana un ieviešanu valsts politikas veidošanas procesā, t. sk., harmonizējot nacionālās likumdošanas un starptautiskās likumdošanas prasības. Apzinoties neapmierinošo kompetences līmeni par klimata izmaiņu adaptācijas nozīmību Latvijas izglītības un zinātnes politikas veidotāju vidū, pētīti risinājumi klimata pārmaiņu izglītības iespēju attīstīšanai Latvijas augstākajā izglītībā.



## **Programmas mērķis un pamatnostādnes**

### **Programmas virsmērķis:**

**Novērtēt klimata īstermiņa, vidēja termiņa un ilglaicīgās mainības ietekmes uz Latvijas iekšējo ūdeņu un Baltijas jūras vides kvalitāti un ekosistēmām. Radīt zinātnisku pamatu Latvijas vides politikas un sektoru politiku adaptācijai klimata maiņai.**

### **Specifiskie mērķi:**

**a) Izmantojot un pilnveidojot esošos klimata maiņas scenārijus Baltijas jūras reģionam, izveidot vairākus nepretrunīgus ūdens vides režīmveidojošo parametru maiņas scenārijus datu rindu veidā.**

**b) Novērtēt klimata mainības iespējamās ietekmes uz Latvijas iekšējo ūdeņu kvalitāti un izmantošanas iespējām, lai sekmētu sateces baseinu pārvaldības sistēmas izveidi un nodrošinātu ūdeņu resursu aizsardzību un ilgtspējīgu izmantošanu.**

**c) Prognozēt klimata mainības iespējamās ietekmes uz fizikāli-oceanogrāfisko režīmu, krasta procesu dinamiku, bioģeoķīmiskajiem procesiem un ekosistēmām Baltijas jūras Latvijas teritoriālajos ūdeņos un ekonomiskajā zonā, lai sekmētu jūras vides kvalitātes un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu un jūras resursu un pakalpojumu ilgtspējīgu izmantošanu.**

Valsts pētījumu programmas KALME "Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi" izpilde uzsākta 2006.g. oktobrī.

Lai gan klimata pārmaiņu adaptācijas problemātika ir daudzšķautņaina, ņemot vērā Programmas virsmērķa definēto nepieciešamību radīt koherentu zinātnisku pamatojumu Klimata pārmaiņu adaptācijas politikai, kā arī rēķinoties ar Latvijā praktizēto Valsts pētījumu programmu administrēšanas principu, Programmas darba struktūru neveido neatkarīgi projekti, bet gan desmit savstarpēji saistītas tematiskas darba paketes:

DP 1 Klimata mainības ietekme uz noteci, biogēno elementu plūsmām un Baltijas jūras režīmu

DP 2 Klimata mainības ietekme uz augu barības elementu apriti sateces baseinā

DP 3 Klimata maiņas ietekme uz iekšējo ūdeņu ekosistēmām un bioloģisko daudzveidību

DP4 Krasta procesi

DP 5 Bioģeoķīmiskie procesi un pirmprodukcija Baltijas jūrā

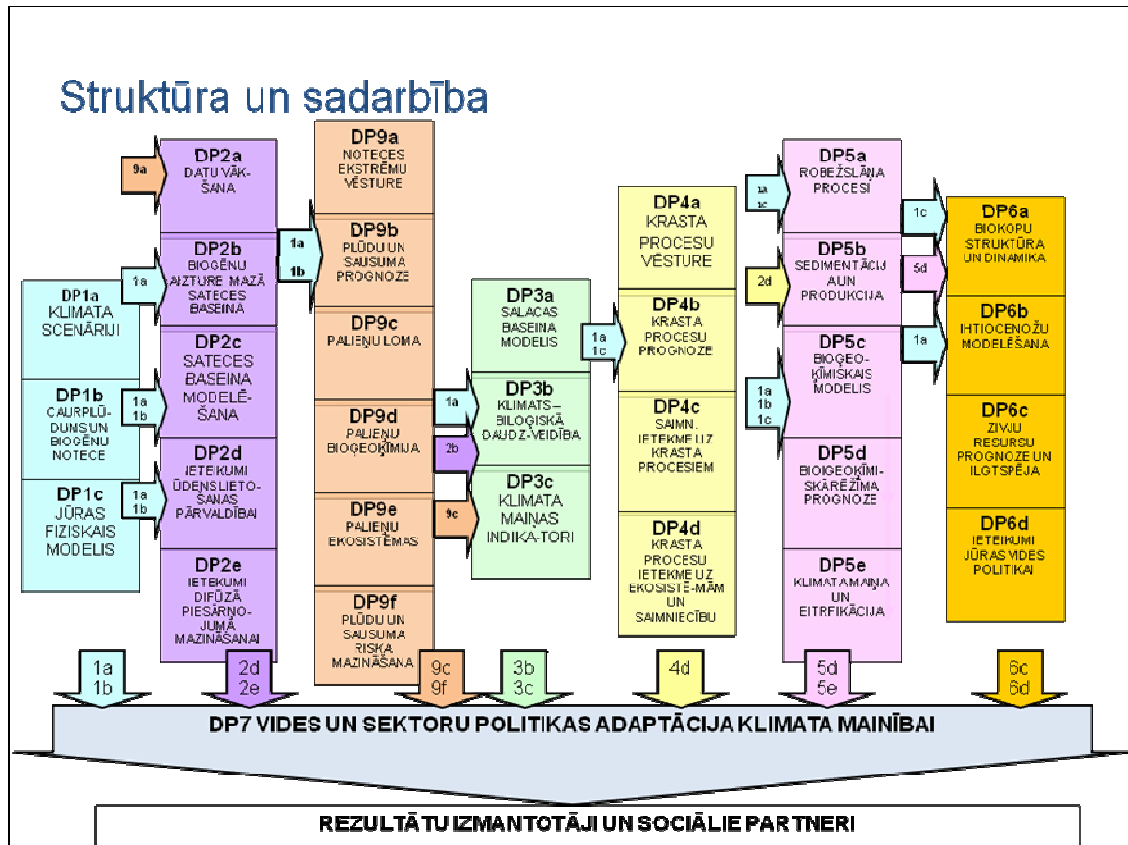
DP 6 Klimata maiņas ietekme uz Baltijas jūras ekosistēmām un bioloģisko daudzveidību

DP7 Vides un sektoru politikas adaptācija klimata maiņai

DP 8 Programmas vadība un sabiedrības informēšana

DP 9 Klimata mainības izraisīto noteces ekstrēmu ietekme uz plūdu riskam pakļautām teritorijām

Ikvienas darba paketes uzdevumu sekmīgai izpildei nepieciešami noteikti citu darba pakešu rezultāti (att. 0.1). Šāda Programmas organizācija garantē mērķtiecību un darbu saskaņotību, taču tās īstenošanai nepieciešama centralizēta pārraudzība, darbu koordinācija un precīza uzdevumu izpildes laika grafika izpilde. Par Programmas pārvaldību atbildīga īpaša darba pakete (DP 8).



0.1. attēls. VPP KALME darba pakešu sadarbības shēma. Darba uzdevumu pilnus aprakstus skat. Programmas pieteikumā, kas publicēts [www.kalme.daba.lv](http://www.kalme.daba.lv).

Septiņu dabaszinātnisko darba pakešu pamatzdevums ir iegūt jaunu zinātnisku informāciju un atziņas, bet DP 7 uzdevums ir uzturēt Programmas dialogu ar tās rezultātu potenciālajiem izmantotājiem un sociālajiem partneriem, un sekmēt zinātnes atziņu izmantošanu veidojot Latvijas klimata pārmaiņu adaptācijas politiku, kā arī papildinot dažādu sektoru politikas un plānošanas dokumentus un normatīvos aktus. Programmas pārvaldības darba paketes uzdevums ir arī informēt sabiedrību par Programmas darbu un tā rezultātiem, nodrošināt Programmas redzamību, un īstenot izglītības pasākumus.

## Darba pakete Nr 1: KLIMATA MAINĪBAS IETEKME UZ NOTECI, BIOĢĒNO ELEMENTU PLŪSMĀM UN BALTIJAS JŪRAS REŽĪMU

### 1.1. Darba paketes mērķis:

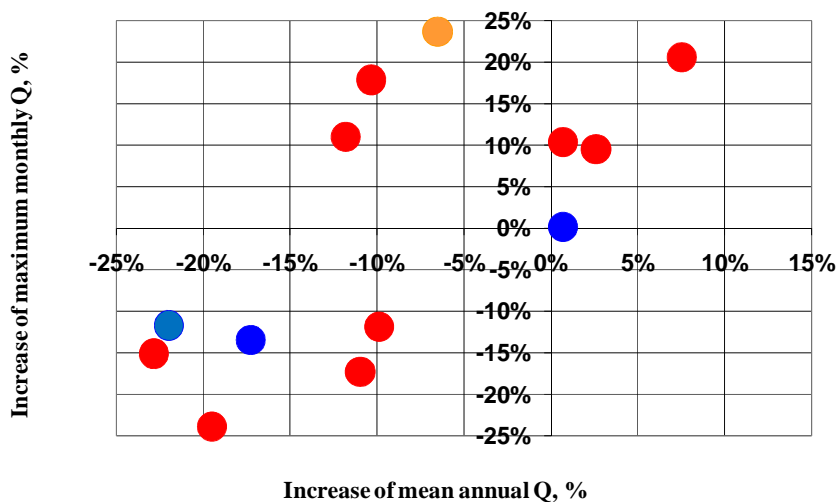
1. Sagatavot klimata mainību raksturojošas hidrometeoroloģisko datu rindas (scenārijus)
2. Izveidot Latvijas virszemes ūdeņu un biogēnu noteces matemātisko modeli un veikt aprēķinus ar to, sagatavojot klimata mainību raksturojošas noteces datu rindas
3. Izveidot trīsdimensionālu okeanogrāfisku modeli Rīgas jūras līcim un veikt aprēķinus ar to, sagatavojot jūras stāvokļa datu rindas, kas atbilst klimata mainības scenārijiem
4. Sniegt modelēšanas un datu analīzes atbalstu citām darba paketēm.

### 1.2. Darba paketes izpildes 4. posma uzdevumi<sup>1</sup>:

1. Ūdens noteces no Latvijas teritorijas skaitliskās modelēšanas rezultātu analīze.
2. Biogēno vielu (slāpekļa un fosfora savienojumu) noteces modelēšana Rīgas jūras līča sateces baseinam.
3. Veikt jūras stāvokļa nestacionārus aprēķinus Rīgas jūras līcim mūsdienu klimatam un diviem klimata maiņas scenārijiem.
4. Klimata indikatoru ilgtermiņa mainības rakstura izpēte.

### 1.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:

#### 1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

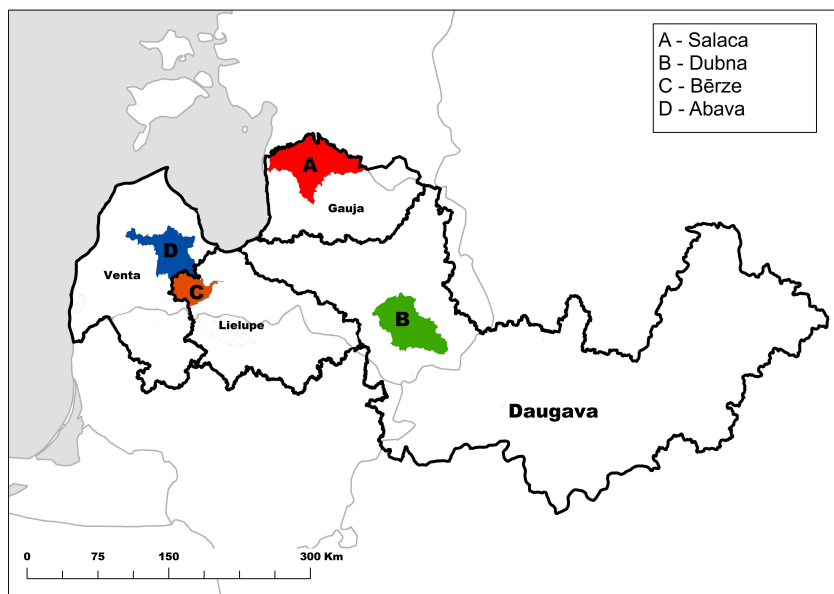


Att. 1.1. Bērzēs upes hidroloģiskā režīma raksturlielumu izmaiņa atbilstoši RKM ansamblim (sarkanie punkti) un hidroloģisko modeļu ansamblim (zilie punkti).

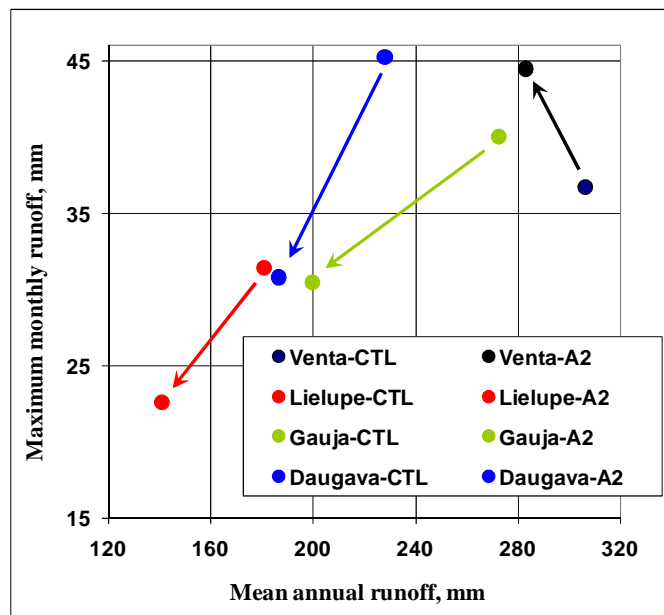
<sup>1</sup> Šeit un tālāk tekstā uzdevumi atbilst Programmas izpildes 4. posma izpildes līgumā definētajiem.

## Ūdens noteces modeļēšana

1. Izveidota modeļu dubultansamblis (reģionālo klimata modeļu ansamblis vs. hidroloģisko modeļu ansamblis) pieeja noteces mainības analīzei (att.1.1).
2. Veikta hidroloģisko modeļaprēķinu analīze Latvijas upju baseinu apgabaliem, nosakot reģionālo atšķirību sagaidāmās atšķirības. Prognozēts, ka nākotnes klimata situācija reģionālās hidroloģiskās atšķirības samazināsies (att. 1.2-1.3).

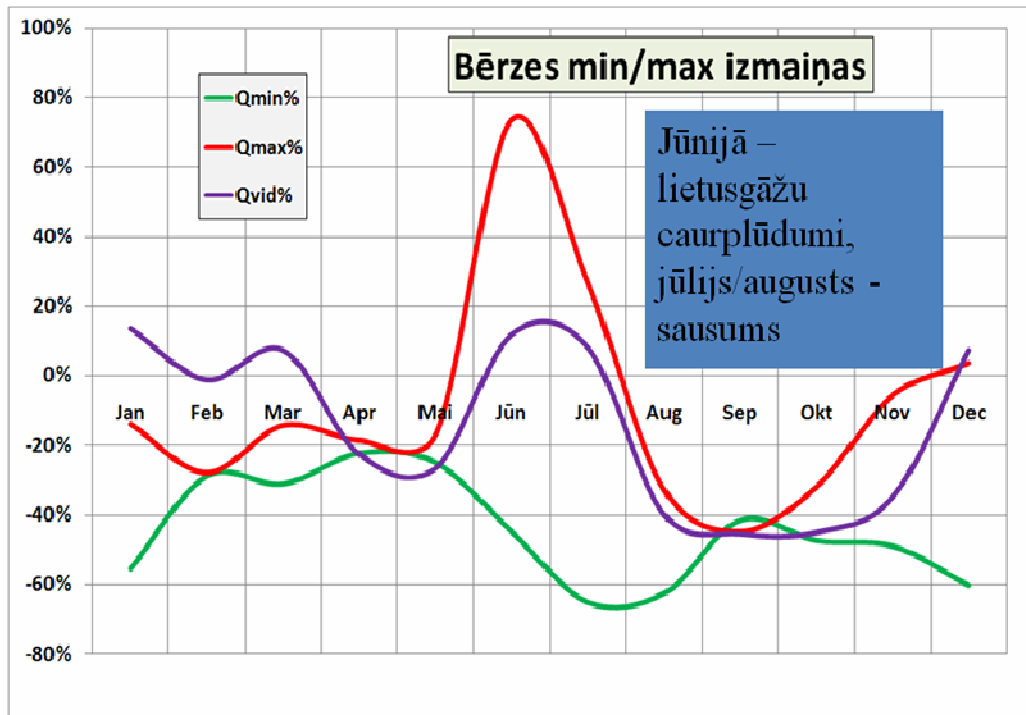


1.2. Aplūkotie upju baseinu apgabali.



Att. 1.3. Klimata izmaiņu izraisītā ietekme uz UBA hidroloģiskajiem raksturlielumiem.

3. Veikta minimālo un maksimālo caurplūdumu atkārtotamības analīze. Konstatēts, ka caurplūdums ar 90% nodrošinājumu samazināsies vairāk kā caurplūduma vidējās vērtība (sk. ilustrāciju Bēzres upei att. 1.4).

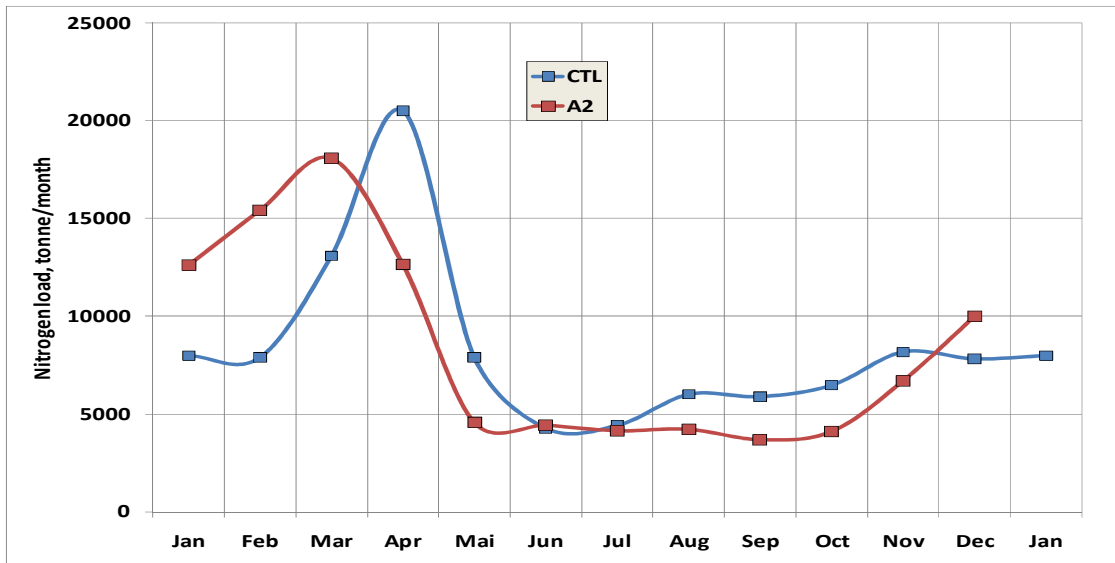


Att. 1.4. Klimata izmaiņu ietekme uz Bēzres caurplūduma ar 10%, 90% un vidējā caurplūduma sezonālo sadalījumu.

**2.uzdevuma** darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

**Izveidot Latvijas virszemes ūdeņu un biogēnu noteces matemātisko modeli un veikt aprēķinus ar to, sagatavojot klimata mainību raksturojošas noteces datu rindas**

Biogēnu noteces modelēšana. Sadarbībā ar 6. darba paketi sagatavotas datu rindas biogēno elementu ikdienas notecei Rīgas jūras līcī mūsdienu klimatam un klimata mainības scenārijam A2 (piemērs att.1.5).

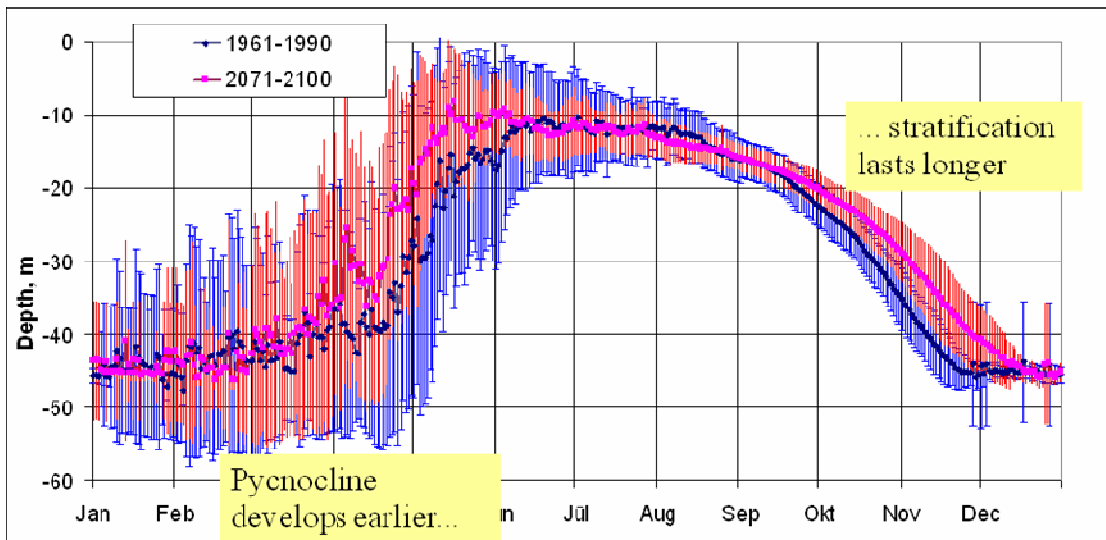


Att. 1.5. Ikmēnēša vidējā slāpekļa notece RJL sateces baseinā mūsdienu un A2 klimatam.

**3. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

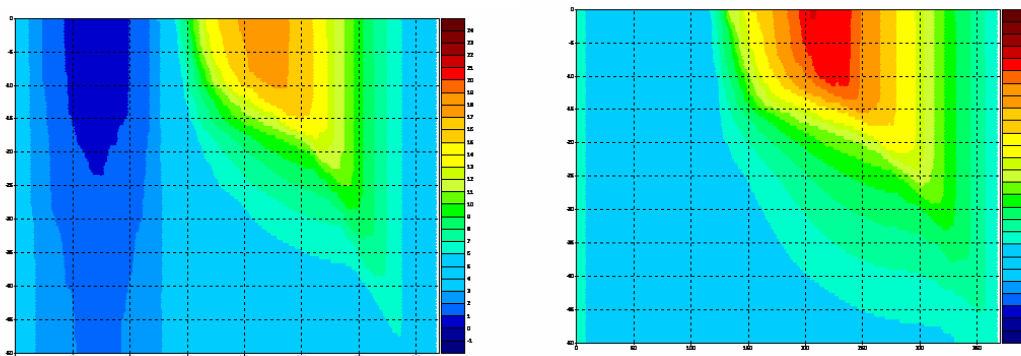
**Jūras stāvokļa modelēšana**

1. Ar neveiksmi beigušies mēģinājumi veikt klimatiskos aprēķinus ar 3. etapā izstrādāto okeanogrāfisko trīsdimensionālo modeli.



Att. 1.6. Ikdienas pīknoklīnas dziļuma variācijas mūsdienu un nākotnes klimata apstākļiem Rīgas jūras līcī.

2. Izveidots un kalibrēts Rīgas jūras līča vertikālās stratifikācijas modelis.
3. Ar p.2 modeli veikti Rīgas jūras līča stāvokļa klimatiskie aprēķini mūsdienu klimatam (1961-1990) un nākotnes klimata scenārijam A2 (2071-2100), sagatavojot atbilstošās jūras stāvokļa datu rindas.



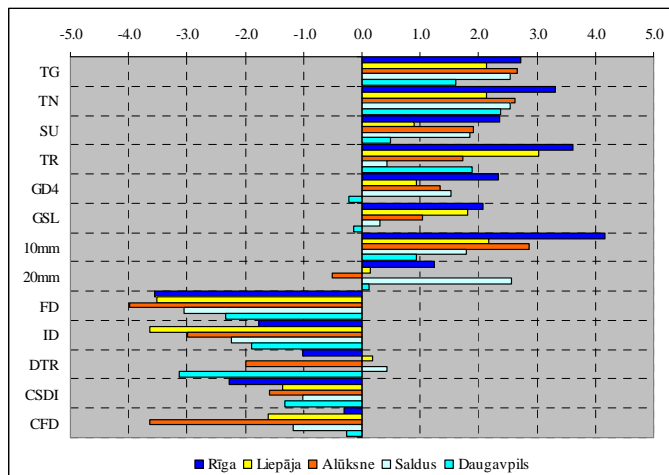
Att. 1.7. Rīgas jūras līča vertikālā temperatūras sadalījuma maiņa laikā mūsdienu klimatam (pa kreisi) un nākotnes klimata scenārijam A2 (pa labi).

4. Veikta sākotnējā klimata izmaiņu ietekmes uz Rīgas jūras līča stratifikāciju un temperatūras režīmu analīze (att. 1.6-1.7).
5. Sniegts modelēšanas atbalsts 6. darba paketei Rīgas jūras līča ekosistēmas modelēšanā, balstoties uz 2. uzdevuma ietvaros veiktajiem biogēnu noteces aprēķiniem un p. 3 fizikālo lauku aprēķiniem.

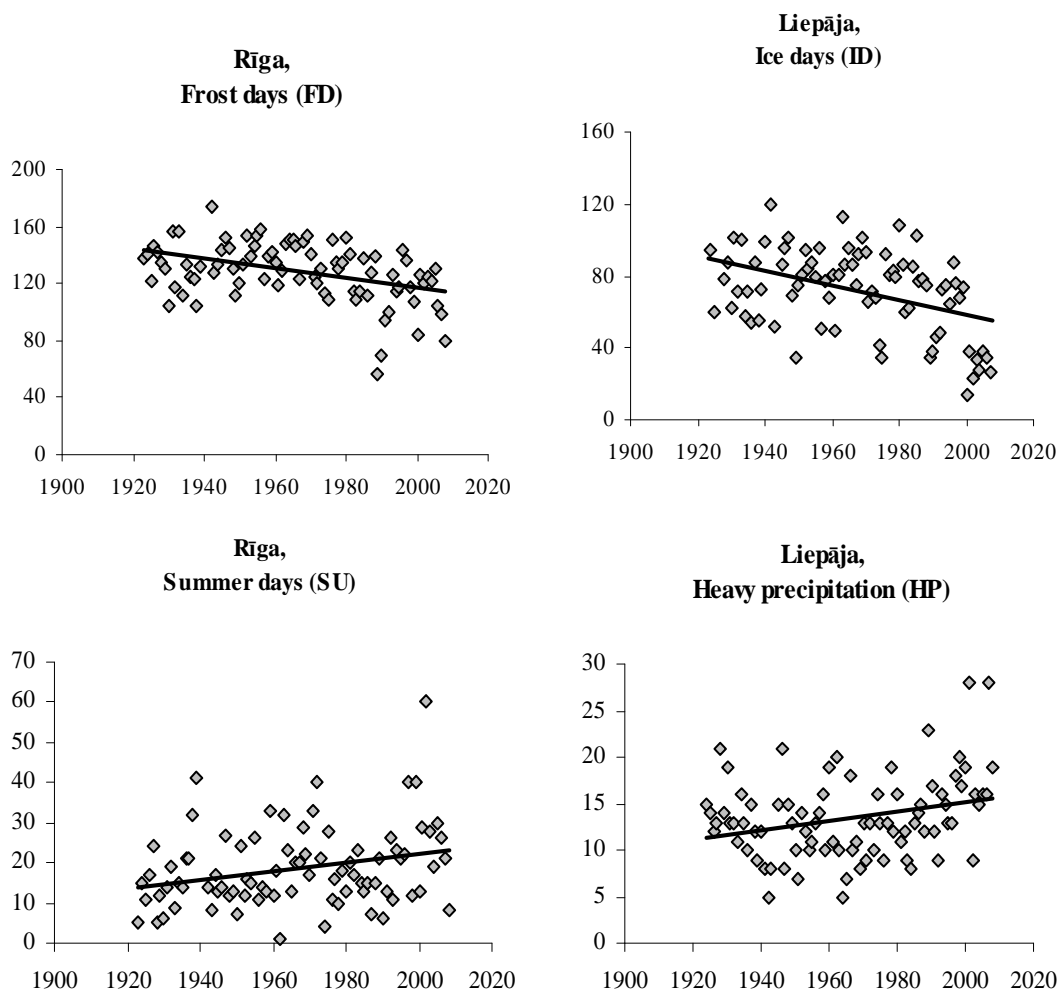
#### **4. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

##### **Klimata indikatoru ilgtermiņa mainības rakstura izpēte.**

1. Tika izveidota ekstremālo klimatisko parādību datu bāze, saskaņā ar WMO rekomendācijām. Papildus ekstremālajām klimatiskajām parādībām tika analizēti tādi nozīmīgi klimata pārmaiņu rādītāji kā veģetācijas sezonas garums (1.8, 1.9 attēls). Analizēts arī sezonāli ekstremālo klimatisko parādību pārmaiņu tendences. Analizētie parametri: (1) 10mm( HP) – intensīvi nokrišņi ( $\geq 10\text{mm}$ ), dienu skaits, (2) 20mm( VHP) – ļoti intensīvi nokrišņi ( $\geq 20\text{mm}$ ), dienu skaits, (3) FD – sala dienas ( $TN < 0^{\circ}\text{C}$ ), dienu skaits, (4) GSL – veģetācijas sezonas garums, dienu skaits, (4) ID – noturīga sasaluma dienas ( $TX < 0^{\circ}\text{C}$ ), dienu skaits, (5) SU – karstas dienas ( $TX > 25^{\circ}\text{C}$ ), dienu skaits, (6) TR – karstas naktis ( $TN > 20^{\circ}\text{C}$ ), dienu skaits, (7) TG – vidējā dienas vidējā temperatūra,  $^{\circ}\text{C}$ , (8) TN – vidējā dienas minimālā temperatūra,  $^{\circ}\text{C}$ , (8) DTR – vidējais dienas temperatūras mainības intervāls,  $^{\circ}\text{C}$ , (9) GD4 – veģetācijai piemērotas temperatūras dienu skaits ( $TG \text{ summa} > 4^{\circ}\text{C}$ ),  $^{\circ}\text{C}$ , (10) CFD – maksimālais bezsalnu dienu skaits ( $TN < 0^{\circ}\text{C}$ ), dienu skaits, (11) CSDI – dienas ar vidējo temperatūru  $> -5$ , dienu skaits. Sk. att. 1.8-1.9.
2. Analizējot sezonāli maksimālo temperatūras rādītāju izmaiņas visai viennozīmīgi redzams, ka nozīmīgākie pieaugumi novērojami ziemas sezonās (1.10. attēls).

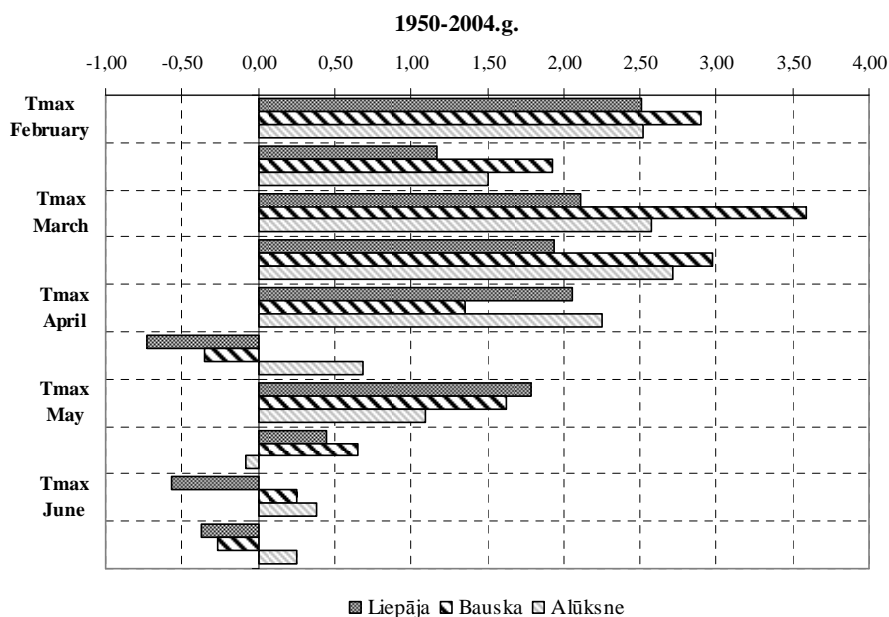


Att. 1.8. Ekstremālo klimatisko parādību mainības tendenču statistika pēc Manna-Kendala testa.



Att. 1.9. Ekstremālo klimatisko parādību mainības tendences Latvijā





Att. 1.10. Sezonāli maksimālo temperatūru mainības statistikas tendences (pēc Manna-Kendala testa)

3. 2009. gadā analizēta atmosfēras cirkulācijas procesu un to mainības ilgtermiņa rakstu ietekmes uz klimatiskajiem procesiem Latvijā. Pierādīts, ka iespējams izdalīt 27 nozīmīgākos atmosfēras gaisa masu pārnese procesus, kas ilgtermiņā nomainot viens otru nosaka klimata variabilitāti Latvijā.
4. Pētīta upju noteces variabilitāte izmantojot veivletanalīzi un pierādīts šīs noteces periodiskums.

Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.

Pēc 4. programmas etapa izpildes iespējams sniegt īsu kopsavilkumu par visas darba paketes rezultātu nozīmi visu etapu kopsummā:

Zinātniskā nozīmība (metodiskie rezultāti):

- Izveidota metode reģionālo klimata modeļu salīdzinājumam un to veiktspējas novērtējumam.
- Izstrādāta un pielietota metodika klimata modeļaprēķinu korekcijai ar kombinētu reģionālo/statistisko mērogošanu: reģionālo klimata modeļu aprēķinu korekcija tika veikta ar histogrammu pielīdzināšanas metodi. Novatorisks šīs operācijas risinājums ietvēra slīdoša laika loga izmantošanu kumulatīvo sadalījuma funkciju konstruēšanai.
- Izpētīta reģionālo klimata modeļaprēķinu pielietojamība hidroloģisko modeļu ieejas datu veidošanai.
- Pielietota modeļu dubultansambļu (reģionālie klimata modeļi / dažāda tipa hidroloģiskie modeļi) nākotnes upju noteces analīzei.
- Izstrādāts Rīgas jūras līča vertikālās stratifikācijas modelis klimatisko aprēķinu veikšanai.

### **Zinātniskā nozīmība (secinājumi, modeļi, datu rindas)**

- Pirmo reizi Latvijai izveidotas klimata parametru (gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums, relatīvais mitrums, vēja ātrums) datu rindas, kas mūsdienu klimatam statistiskā nozīmē atbilst novērojumu datu rindām. Meteoroloģisko parametru datu rindas ar 1 dienas izšķirtspēju sagatavotas visai Latvijas teritorijai, mūsdienu klimatam un klimata maiņas scenārijiem B2 un A2.
- Izveidota pieeja upju ūdens noteces un biogēnu noteces aprēķiniem, kas ietver hidroloģisko modeļu izveidi.
- Aprēķinātas upju ūdens un biogēnu noteces datu rindas, kas mūsdienu klimatam statistiskā nozīmē atbilst novērojumu datu rindām. Hidroloģisko parametru datu rindas ar 1 dienas izšķirtspēju sagatavotas Latvijas teritorijai (ar izšķirtspēju līdz ūdensobjektam), mūsdienu klimatam un klimata maiņas scenārijiem B2 un A2. Biogēnu noteces datu rindas sagatavotas Rīgas jūras līča sateces baseinam.
- Veikti Rīgas jūras līča vertikālās stratifikācijas klimatiskie aprēķini mūsdienu klimatam un klimata maiņas scenārijam A2.
- Balstoties uz meteoroloģisko datu analīzi, izdarīti secinājumi par sagaidāmo klimata mainību Latvijā.
- Balstoties uz hidroloģisko modeļaprēķinu datu analīzi, izdarīti secinājumi par upju noteces rakstura sagaidāmo mainību Latvijā.

### **Tautsaimnieciskā nozīmība**

Tautsaimnieciskā nozīme visiem DP1 rezultātiem saistās ar iespēju tos tieši izmantot dažādās nozarēs, kuras ir atkarīgas no klimata parametru (meteoroloģisko vai hidroloģisko) rakstura un mijiedarbības. Šo nozaru saraksts ietver (bet neaprobežojas ar) enerģētiku (hidroenerģētika, vēja, saules enerģijas ražošana, energoresursu patēriņš), lauksaimniecību (lauksaimniecības prakses adaptācija, kultūru pielāgošana klimata apstākļiem), mežsaimniecību, būvniecību, tūrisma, zivsaimniecību, transportu.

#### **1.4. Kopsavilkums**

Valsts pētījumu programmas izpildes ceturtajā etapā tika sagatavoti klimata mainības scenārijiem atbilstoši biogēnu noteces un Rīgas jūras līča stāvokļa scenāriji. Tika turpināta upju noteces scenāriju likumsakarību izpēte. Pēdējā programmas izpildes gadā nozīmīga darba daļa ietvēra rezultātu prezentāciju konferencēs un dokumentāciju, ka arī datu analīzes un modelēšanas atbalsta sniegšanu citām darba paketēm.

Darba paketes vadītājs U.Bethers

## **Darba pakete Nr. 2: KLIMATA MAINĪBAS IETEKME UZ AUGU BARĪBAS ELEMENTU APRITI SATECES BASEINĀ**

### **2.1. Darba paketes mērķis:**

Noteikt klimata izmaiņu ietekmi uz Latvijas upju hidroloģisko un augu barības vielu aprites režīmu.

### **2.2. Darba paketes izpildes 4. posma uzdevumi<sup>2</sup>:**

1. Digitālo karšu datu bāzes (GIS formātā) Bērzes upei kopumā un tās daļbaseiniem pabeigšana. Datu precizēšana alternatīvu ūdens kvalitātes modeļu izmantošanai (SWAT modelis).
2. Izklaidētā piesārņojuma emisijas un aiztures procesu pētījumu pabeigšana, precizējot FYRIS modelim nepieciešamos parametrus.
3. Izvēlēto hidroloģisko (METQ) un hidroķīmisko modeļu (FYRIS) kalibrēšanas pabeigšana un klimata mainības ietekmju noteikšana, veicot modelēšanu dažādiem scenārijiem un izmantojot dažādus DPI iegūtos datus.
4. FYRIS modeļa jaunākās - 3. versijas atbilstības klimata ietekmju modelēšanai pārbaude sadarbībā ar FYRIS modeļa izstrādātājiem (Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāte).

### **2.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:**

#### **1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

**Digitālo karšu datu bāzes (GIS formātā) Bērzes upei kopumā un tās daļbaseiniem pabeigšana. Datu precizēšana alternatīvu ūdens kvalitātes modeļu izmantošanai (SWAT modelis).**

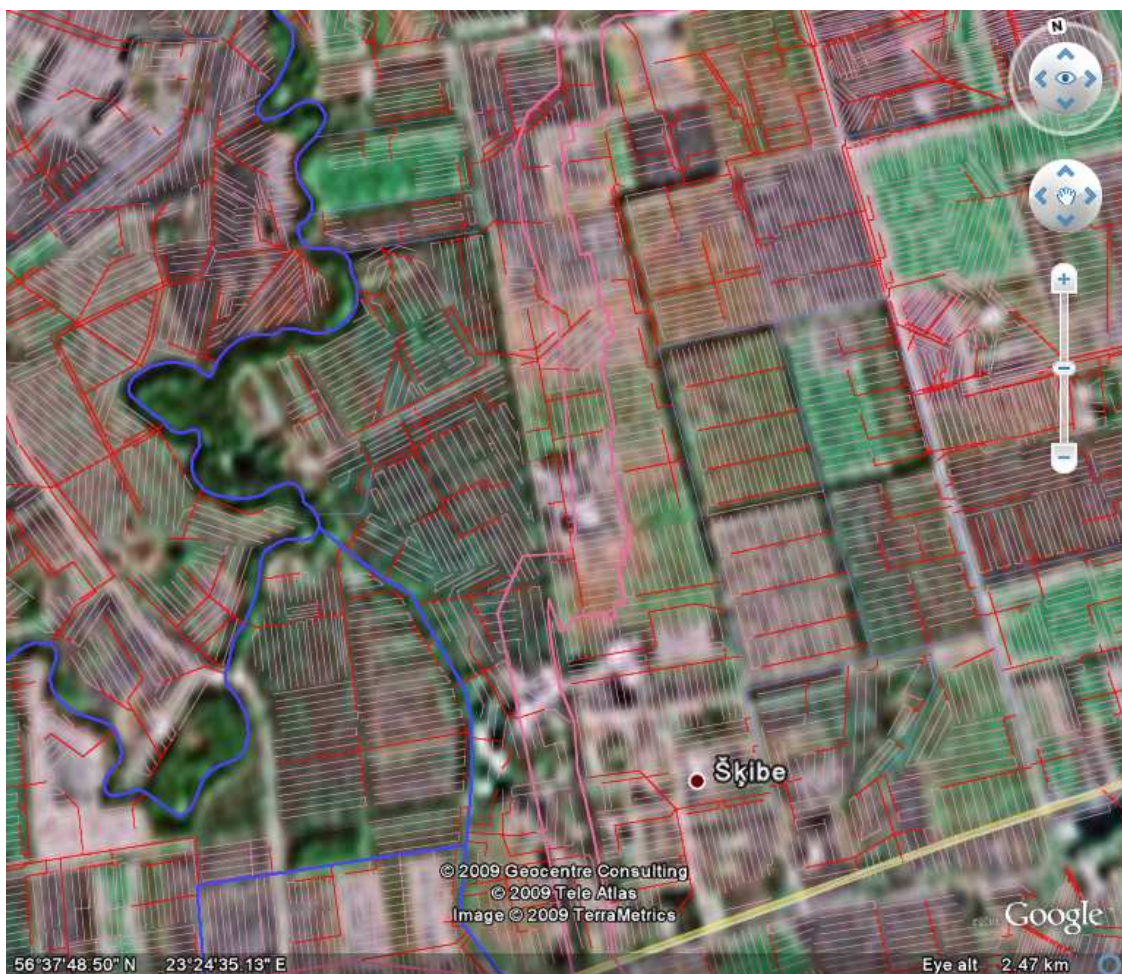
Upju baseinu hidroloģiskai un ūdens kvalitātes modelēšanai, atkarībā no izmantojamā modeļa prasībām datu detalizācijas pakāpes, un iegūtā modelēšanas rezultāta nenoteiktības samazināšanai vajadzīgi precīzi dati par baseinu un daļbaseinu lielumu un zemes izmantošanas veidu. Līdzšinējās GIS datu bāzes, kuras lieto ūdens objektu baseinu noteikšanai ir samērā neprecīzas, jo iegūtas nosakot ūdensšķirtnes galvenokārt pēc reljefa augstuma atzīmēm.

DP2 izpildes 4. posmā Bērzes upes ūdens kvalitātes modelēšanai sagatavota precīza baseina karte, un, balstoties uz drenu sistēmu digitālām kartēm (digitizētas no plāniem ar mērogu 1:2000), pabeigta detalizēta hidrogrāfiskā tīkla analīze un noteiktas daļbaseinu robežas (2.1. attēls). No LAD datiem iegūtas precīzas lauksaimniecības kultūraugu plātības 2008. g. veģetācijas periodam.

---

<sup>2</sup> Šeit un tālāk tekstā uzdevumi atbilst Programmas izpildes 4. Posma izpildes līgumā definētajiem.

Bērzes baseina detalizēta izpēte un ĢIS formātā sagatavotām datu bāzēm ir liela nozīme arī citu ūdens kvalitātes modeļu precīzai kalibrēšanai nākotnē. Tas šodien tiek uzsākts izstrādājot kompleksu Baltijas jūras modeļa BONUS programmas ietvaros. Minētā programma paredz jūras baseina valstīs izveidot paraug baseinu tīklu, kur kalibrēt pasaulē visvairāk lietoto modeli – SWAT (ASV). Tas ļaus Latvijas zinātniekiem aktīvi iesaistīties Baltijas jūras piesārņojuma modelēšanā un ūdens saimniecisko pasākuma efektivitātes novērtēšanā. Bez šādas modelēšanas Latvijā nav iespējama ES ūdeņu Struktūrdirektīvas prasību izpilde.



2.1. attēls. Bērzes upes hidrogrāfiskā tīkla fragments (karte iegūta izmantojot Google Earth).

## 2.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

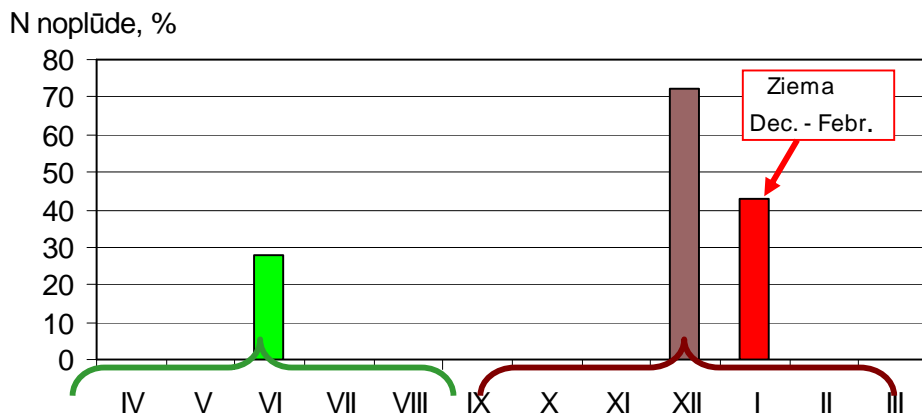
### **Izkliedētā piesārņojuma emisijas un aiztures procesu pētījumu pabeigšana, precizējot FYRIS modelim nepieciešamos parametrus.**

Latvijā pētījumi par izkliedētā piesārņojuma emisiju un tā aiztures procesiem dažādos ģeogrāfiskos līmeņos uzsākti 1993. gada oktobrī. Taču, līdzīgi, kā meteoroloģiskiem un hidroloģiskiem vides parametriem, šo lielumu mainība gadu griezumā ir ievērojama. Tādēļ ir svarīgi izveidot šī nozīmīgākā Latvijas iekšējo ūdeņu piesārņojuma veida ilggadīgas novērojumu rindas. 2009. g., izpildot DP2 uzdevumus, papildināta lauksaimniecības noteču datu bāze. Iegūtās ilggadīgās datu rindas ļauj analizēt slāpekļa un fosfora savienojumu noplūdes režīmu mēnešu un sezonālā griezumā. 2.2. attēlā redzams, ka lauksaimniecības

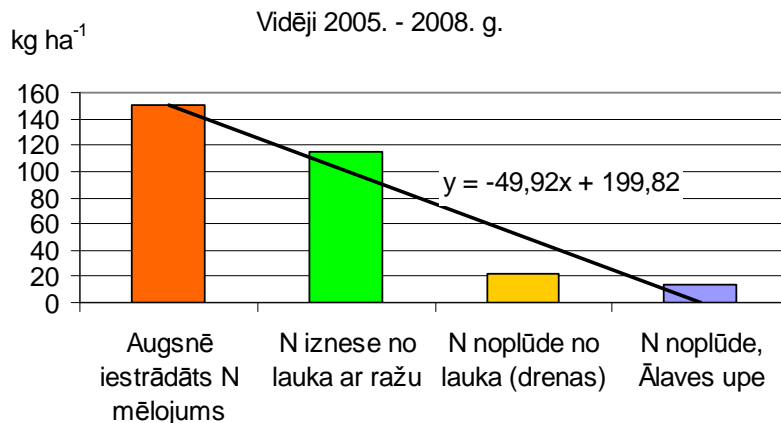
noteces nozīmīgākā daļa veidojas neveģetācijas un ziemas periodos. Tikai 27% no slāpekļa noplūdes (lauka līmenis) nonāk ūdeņos veģetācijas (vasaras periodā). Pārējie 73% noplūst periodā vēls rudens – ziema pavasaris. Īpaša nozīme ir ziemas mēnešiem decembris, janvāris un februāris, jo vidējie ilggadīgie dati parāda, ka šajā periodā N savienojumu noplūde sastāda 43% no gada kopējās.

Klimata mainības modelēšanas rezultāti pagaidām nepietiekamā līmenī spēj ievērtēt dažus lauksaimniecības noteci veicinošus faktoru un to kombināciju ietekmi. Īpaša nozīme ir ekstrēmi sausiem veģetācijas periodiem un tiem sekojošai siltai, ar nokrišņiem un atkušņiem bagātai ziemai. Tā 2006. - 2007.g. ziemas periodā ļoti augstās lauksaimniecības difūzā piesārņojuma noplūdes izsauca augsnē pieejamie minerālā slāpekļa krājumi, kuri netika izmantoti ražas veidošanai 2006. g. sausajā vasarā. LLU monitoringa dati lauka līmenī parāda, ka šādos apstākļos 56% no gada kopējās N noplūdes izveidojās decembra-janvāra-februāra mēnešos. Tas pierāda, ka pie nebūtiska upju caurplūduma palielinājuma vai pat pie samazinājuma, lauksaimniecības difūzais piesārņojums var ievērojami pieaugt.

### Bērze drenēts lauks



2.2. attēls. Lauksaimniecības noteces sezonālais sadalījums (vidējie dati. X.1993. – XII.2008.)



2.3. attēls. Slāpekļa aiztures procesi intensīvas lauksaimniecības teritorijā, Bērzes baseinā.

DP2 veiktie pētījumi (2.3. attēls) parāda, ka intensīvas lauksaimniecības apstākļos aptuveni 75% no augsnē iestrādātā slāpekļa mēslojuma tiek izmantoti ražas veidošanai, 15 % veido drenu lauka līmeņa noplūdes, bet 10% nonāk upē.

Latvijā, tāpat kā citās ES valstīs, augu barības vielu noplūžu izsuktā eitrofikācija un citas lauksaimnieciskās darbības sekas, ir galvenais šķērslis laba ūdens stāvokļa sasniegšanai. Tādēļ piesārņojuma emisijas un aiztures procesu pētījumiem un lauksaimniecības piesārņojuma reālās slodzes noteikšanai ir liela nozīme ūdenssaimniecības un lauksaimniecība ietekmes uz vidi problēmu risināšanā.

### **3. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

#### **Izvēlēto hidroloģisko (METQ) un hidroķīmisko modeļu (FYRIS) kalibrēšanas pabeigšana un klimata mainības ietekmju noteikšana, veicot modelēšanu dažādiem scenārijiem un izmantojot dažādus DP1 iegūtos datus.**

Ar METQ jaunāko versiju METQ2007BDOPT (izstrādāta LLU profesora A.Zīverta vadībā) ar pusautomātiskās kalibrācijas iespēju, modelis nokalibrēts periodam 1961.-1990.g. un validēts 1991.- 2006. gadu periodam pieciem Latvijas upju baseiniem (Bērze, Salaca, Vienziemīte, Iecava un Imula) un četriem Salacas apakšbaseiniem,). t.i., kopumā 10 upju vērumos (2.1.tabula). 2009. g. veikta ūdens bilances faktora - summārās iztvaikošanas pārrēķins pēc uzlabotas formulas. Starp novērotajiem un modelētajiem ikdienas caurplūdumiem iegūta laba sakarība, ar korelācijas koeficientu  $r = 0.75-0.93$  un Nash statistiskā kritērija vērtību  $R^2 = 0.52-0.86$ , bet validācijas periodam  $r = 0.70-0.95$  un  $R^2=0.43-0.87$ . Labākie kalibrācijas rezultāti iegūti vērumos Salaca-Lagaste un Vienziemīte-Vienziemīte.

2.1. tabula. METQ2007BDOPT modeļa kalibrācijas un validācijas rezultāti.

Upes baseins un hidroloģiskā novērošanas stacija	Kalibrācijas periods (1961-1990)		Validācijas periods (1991-2000)	
	$R^2$	r	$R^2$	r
Imula – Pilskalni <sup>4)</sup>	0.66	0.77	0.43	0.70
Bērze - Baloži	0.72	0.85	0.62	0.80
Bērze – Biksti <sup>3)</sup>	0.67	0.83	0.43	0.76
Iecava – Dupši <sup>4)</sup>	0.66	0.82	0.44	0.79
Vienziemīte – Vienziemīte	0.86	0.91	0.63	0.84
Salaca – Lagaste	0.80	0.93	0.87	0.95
Salaca - Mazsalaca	0.76	0.88	0.77	0.87
Briede - Dravnieki	0.69	0.85	0.72	0.87
Seda – Oleri <sup>2)</sup>	0.60	0.81	0.62	0.87
Rūja – Vilniši <sup>1)</sup>	0.52	0.75	0.57	0.77

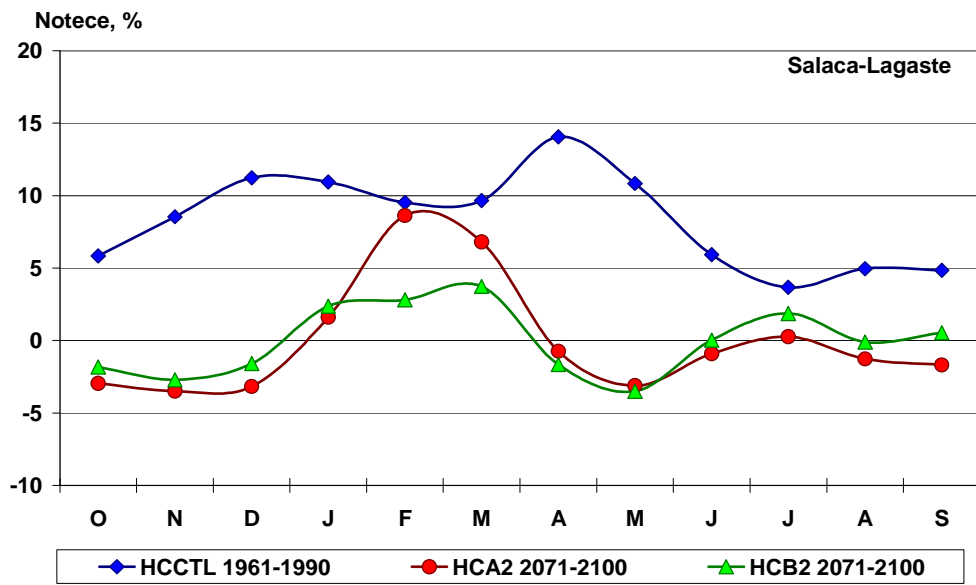
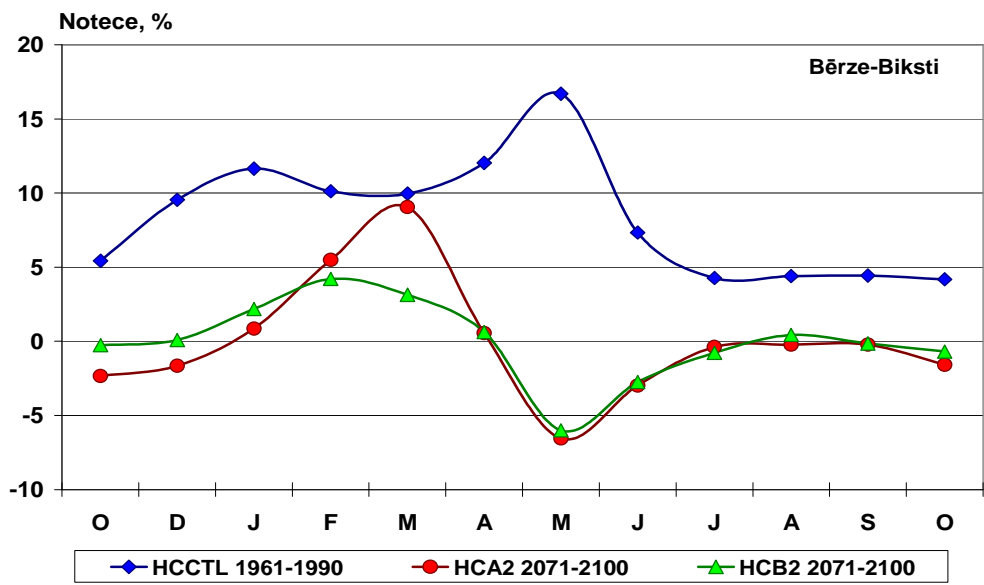
<sup>1)</sup> atvērta kopš 1978; <sup>2)</sup> atvērta kopš 1979; <sup>3)</sup> atvērta kopš 1980; <sup>4)</sup> – slēgta kopš 1995

Hidroloģiskās modelēšanas rezultātā iegūtas šādas ikdienas caurplūduma datu rindas 10 upju hidroloģiskajās novērošanas stacijās un 15 Bērzes upes daļbaseinos: Veikta modelēšana, klimatisko un hidroloģisko datu rindu statistiskā datu apstrāde un ilgtermiņa, sezonālo un ekstremālo rādītāju salīdzinošā analīze (salīdzinot klimata scenāriju rezultātus ar kontroles perioda rezultātiem).mainīga klimata scenārijiem ar DP1 koriģētajiem datiem pēc reģionālā klimata modeļa RCAO-HCCTL sekojošiem periodiem:

- kontroles periods HCCTL (1961.-1990.)
- klimata scenārijs HCA2 (2071.-2100.)
- klimata scenārijs HCB2 (2071.-2100.)

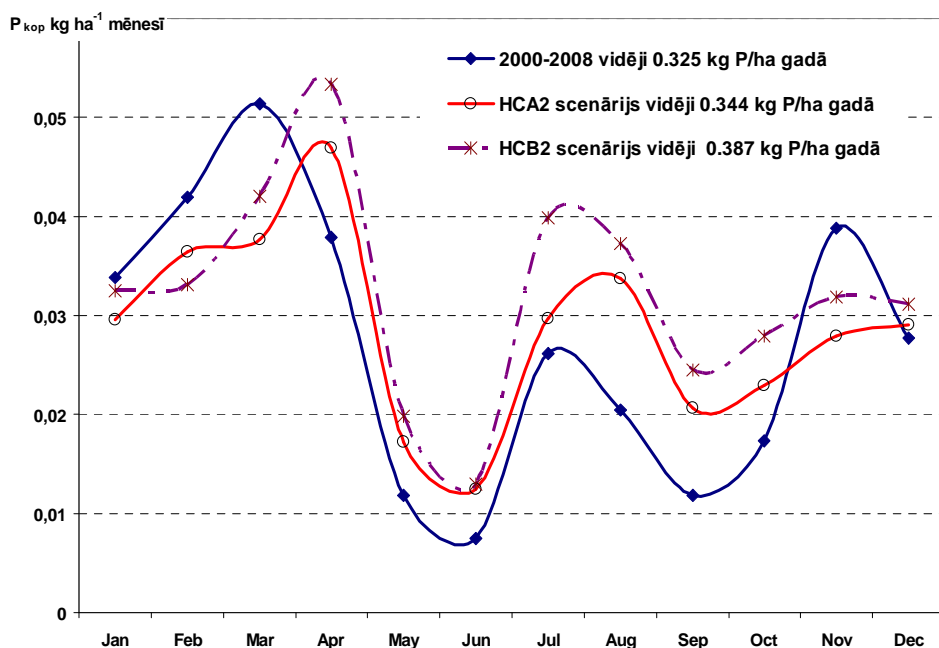
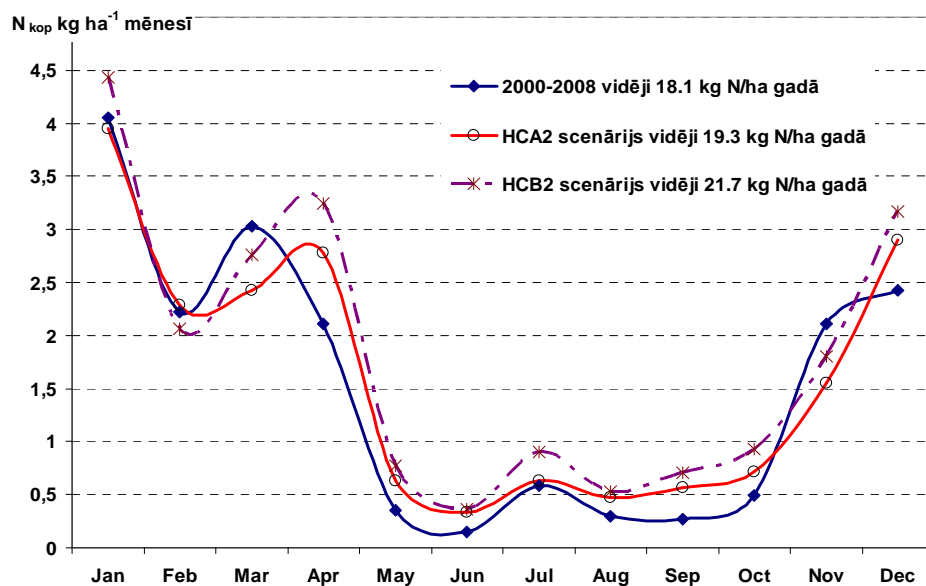
Galvenie secinājumi par pētāmajiem upju baseiniem ir šādi:

- Upju baseinos ilggadīgā griezumā un visās gada sezonās pieaugs vidējā gaisa temperatūra (par 3.8-4.1 °C pēc HCA2 un par 2.5-2.7 °C pēc HCB2 scenārija). Visstraujākais gaisa temperatūras pieaugums sagaidāms ziemā;
- Veģetācijas periods paildzināsies par 35-40 dienām pēc HCA2 un par 31-35 dienām pēc HCB2 scenārija;
- Atmosfēras nokrišņi gadā pieaugs vidēji par 10-12% (HCA2) un 6-9% (HCB2), lielāks nokrišņu pieaugums sagaidāms ziemā, kā arī pieaugs intensīvu nokrišņu izkrišanas dienu skaits gadā;
- Pētāmo upju gada notece varētu samazināsies par 3-11% (pēc HCB2 scenārija) izņemot Bērzi, kur notece varētu pieaugt par 6% (2.4. attēls). Ziemas periodā būs 4-12% noteces pieaugums (HCB2), bet noteces samazinājums būs novērojams rudenī un pavasarī. Vasarā nebūs novērojamas būtiskas noteces izmaiņas. Maksimālie caurplūdumi pieaugs ziemā, bet samazināsies pavasarī.



2.4. attēls. Bērzes un Salacas upju gada noteces izmaiņas procentos hidroloģiskajam gadam HCCTL kontroles periods (1961-1990); klimata scenāriju HCA2 un HCB2 (2071-2100) izmaiņas salīdzinot ar kontroles periodu.





2.5. attēls. Bērzes upju N un P noplūdes pa mēnešiem

2.5. attēlā parādītas P un N savienojumu noplūdes pa mēnešiem. Klimata mainības rezultātā prognozējams biogēnu gada kopējās noplūdes pieaugums par aptuveni 6-7% pie HCA2 scenārija un par 19-20% pie HCB2 scenārija.

**Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.**

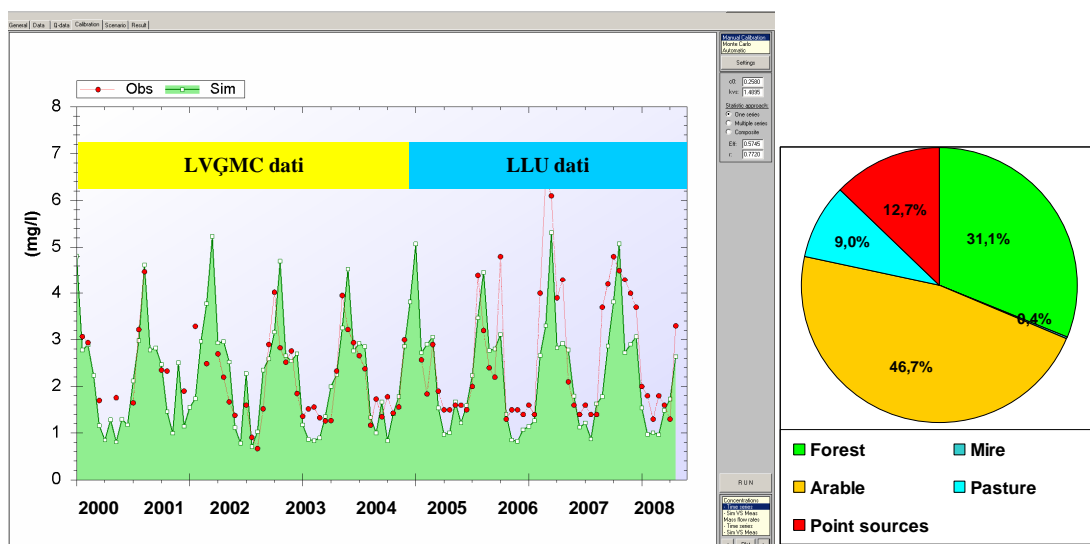
Nākotnes klimatiskie apstākļi noteiks būtisku Latvijas upju noteces režīma izmaiņas, kurā varēs izdalīt izteiktu daudzūdens periodu no novembra līdz aprīlim un mazūdens periodu no maija līdz oktobrim; šāda upju hidrogrāfa izmaiņas var ietekmēt pieejamo ūdens resursu

izmantošanas iespējas nākotnē pa sezonām, kas savukārt var ietekmēt atsevišķu tautsaimniecības nozaru attīstību (enerģētika, ūdens apgāde, lauksaimniecība) un arī sekmēt lauksaimniecības difūzā piesārņojuma palielināšanos. Klimata mainība izsauks augu barības vielu noplūdes pieaugumu par 6-20% atkarībā no scenārija, kuru pieņem prognozes noteikšanai.

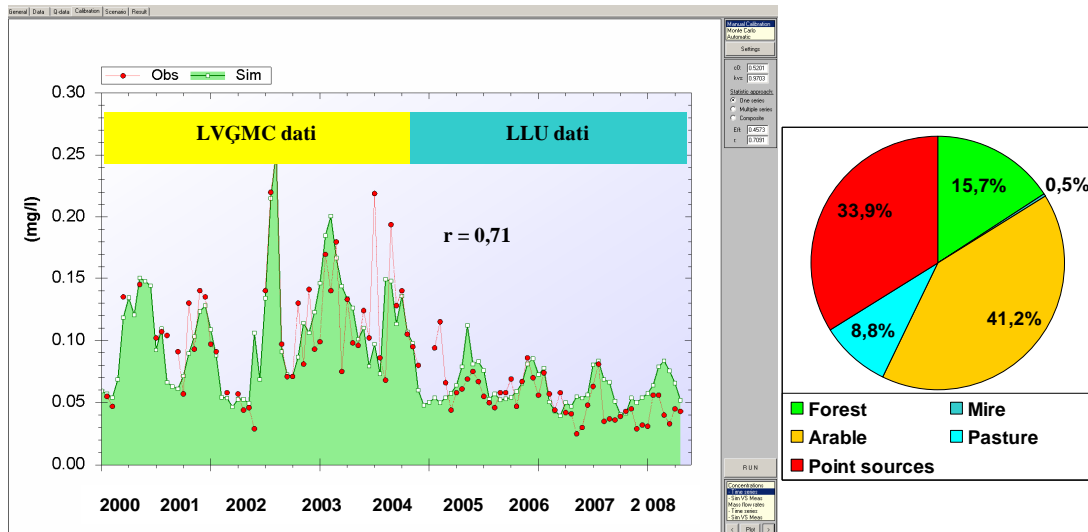
**4. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

**FYRIS modeļa jaunākās - 3. versijas atbilstības klimata ietekmju modelēšanai pārbaude sadarbībā ar FYRIS modeļa izstrādātājiem (Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāte).**

FYRIS modeļa jaunākās - 3. versijas atbilstības pārbaude klimata ietekmju modelēšanai sadarbībā ar FYRIS modeļa izstrādātājiem (Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāte) ļāva tālāk uzlabot Fyris modeļa kalibrācijas parametrus un sekmīgi izpildīt fosfora noplūdes modelēšanu. Būtiska ir iespēja veikt ātri veikt piesārņojuma slodzes analīzi pa piesārņojuma veidiem / cēloņiem (2.6 un 2.7. attēli).



2.6. attēls. Modelētās un novērotās slāpekļa koncentrācijas un piesārņojuma noplūdes cēloņi Bērzes upes 12. daļbaseinā (Iejpus Dobelei).



2.7. attēls. Modelētās un novērotās fosfora koncentrācijas un piesārņojuma noplūdes cēloņi Bērztes upes 12. daļbaseinā (Iejus Dobeles).

#### Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.

DP2 iegūtie rezultāti ļauj Latvijā pielietot ūdens kvalitātes modeļus, kuru korekta kalibrēšana atbilstoši FP5 projekta EUROHARP ieteikumiem (upes baseina daļējums homogēnos daļbaseinos, hidroķīmisko datu rindu garums vismaz 5 gadi) līdz šim praktiski nebija izpildāma. Kalibrētā Fyris modeļa izmantošana ar klimata datiem, kuri noteikti ar reģionāliem klimata modeļiem DP1 ietvaros, ļauj izpildīt klimata ietekmes uz iekšējo ūdeņu kvalitāti modelēšanu.

#### 2.4. Kopsavilkums

VPP ietvaros izpildot DP2 LLU un LU zinātnieki ir turpinājuši ilggadīgu ūdens kvalitātes datu bāzu veidošanu, Bērztes upes paraug baseina izpēti un attīstījuši Latvijā ūdens kvalitātes modelēšanas kapacitātes tā, lai varētu veikt līdzvērtīgu darbu kopā ar Zviedrijas, Dānijas, Norvēģijas un Somijas partneriem, izstrādājot Baltijas jūras baseina apstākļiem atbilstošu, harmonizētu ūdeņu apsaimniekošanas modeli. Tas, nenoliedzami, veicinās zinātniski pamatotu ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas izveidošanu Latvijā. Hidroloģiskās un hidroķīmiskās modelēšanas rezultāti prognozē, ka klimata mainības ietekmē varētu samazināties upju gada vidējā notece, taču paredzama biogēno elementu noplūdes pieaugums.

Projekta vadītājs V.Jansons

## **Darba pakete Nr 3: KLIMATA MAIŅAS IETEKME UZ IEKŠĒJO ŪDEŅU EKOSISTĒMĀM UN BIOĻĪSKO DAUDZVEIDĪBU**

### **3.1. Darba paketes mērķis:**

Izvērtēt iespējamās klimata mainības ietekmes uz Latvijas iekšējo virszemes ūdeņu režīmu, ekosistēmām un to bioloģisko daudzveidību.

### **3.2. Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi**

1. Pabeigt paraugu ievākšanu dabā un to laboratorisko analīzi, veikt datu bāzu papildināšanu, statistiskie aprēķini un datu interpretācija saistībā ar klimata maiņu.
2. Veikt sugu bioloģiskās daudzveidības izmaiņu novērtējumu klimata pārmaiņu apstākļos.
3. Raksturot klimata maiņas apstākļos notiekošās ūdens ķīmiskā sastāva un biocenožu izmaiņas.
4. Veikt Salacas un Burtnieku ezera ihtiocenožu struktūras novērtējumu un izmaiņu prognozi.
5. Noteikt klimata maiņas indikatorus Latvijas iekšzemes virszemes ūdeņos.

### **3.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:**

**1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**  
**Pabeigt paraugu ievākšanu dabā un to laboratorisko analīzi, veikt datu bāzu papildināšanu, statistiskie aprēķini un datu interpretācija saistībā ar klimata maiņu.**

2009.g. tika pabeigta paraugu vākšana dabā - kompleksa hidroķīmiskā un hidrobioloģiskā izpēte tika veikta Salacā un Engures ezerā, veikta paraugu laboratoriskā analīze un iegūti dati esošo datu bāzu papildināšanai.

Tika turpināta klimata parametru izpēte – veikts pētījums par mitro dienu skaita analīzi 11 meteoroloģisko staciju nokrišņu rindām laika periodam no 1925.-2006.gadam un LU-Rīga meteoroloģiskajai stacijai no 1851.-2006.gadam.

Lai noteiktu, vai ilggadīgā laika periodā mainījies intensīvi īslaicīgo atmosfēras nokrišņu raksturs, tika analizētas 1 diennakts maksimālo atmosfēras nokrišņu summu un 5 dienu maksimālo atmosfēras nokrišņu summu izmaiņas. LU-Rīga ilglaicīgo rindu analīze parādīja, ka zemāki ikdienas nokrišņu maksimumi ir fiksēti agrākos novērojumu periodos. 5 diennakšu maksimālais nokrišņu daudzums parāda ievērojamu pieaugumu (18 mm) gada aukstajā sezonā kopš 1851.gada (Manna-Kendala testa vērtība 5,73), turpretim siltajā periodā izmaiņas nav būtiskas.

Kopumā var secināt, ka būtiski pieaugušas 1 diennakts un 5 diennakšu maksimālo atmosfēras nokrišņu summas tikai ziemas sezonā (1925.-2006.) (Tab.3.1.).

Dienu skaits ar intensīviem nokrišņiem, kurā diennakts nokrišņu summa ir lielāka vai vienāda par 10 mm, parāda pozitīvu pieauguma trendu, kā arī izteiktu dekadālu variabilitāti. Tajā pat laikā ļoti intensīvo diennakšu nokrišņu summas (20 mm) izmaiņām nav izteiktas ilgtermiņa rakstura izmaiņas, bet augsta ir ikgadējā un dekadālā mainība.

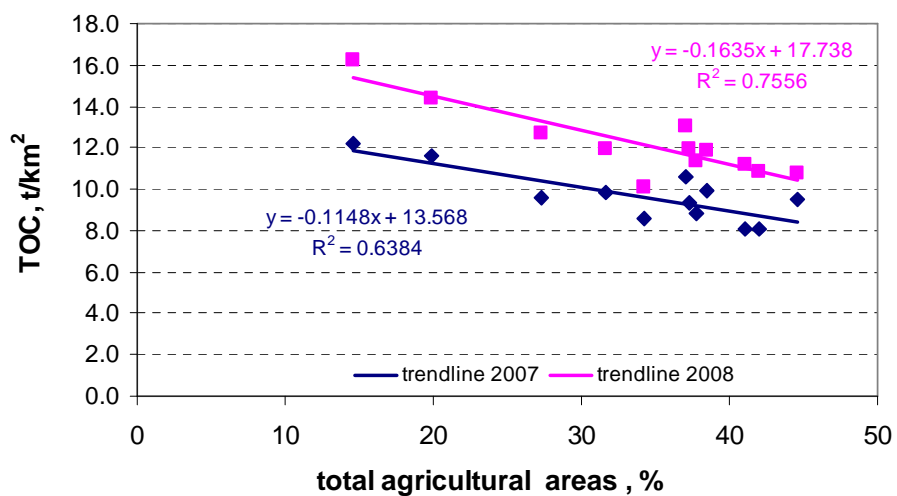
3.1.tabula. Manna-Kendala testa vērtības 1 diennakts (RX1) un 5 diennakšu (RX5) nokrišņu summām (1925.-2006.)\*

Stacija	Ziema		Pavasaris		Vasara		Rudens		Gada	
	RX1	RX5	RX1	RX5	RX1	RX5	RX1	RX5	RX1	RX5
Ainaži	<b>2.67</b>	<b>3.94</b>	-1.02	-1.30	-0.58	1.35	-1.02	0.72	-1.32	0.98
Rīga	<b>4.85</b>	<b>4.70</b>	0.49	0.82	1.27	1.15	1.74	<b>2.45</b>	1.83	1.28
Daugavpils	<b>1.90</b>	<b>3.67</b>	0.55	1.39	<b>-2.17</b>	-0.86	-0.54	1.01	-1.66	-0.33
Gulbene	<b>5.12</b>	<b>6.57</b>	0.65	0.71	-0.30	0.01	-0.33	1.73	-0.45	0.14
Jelgava	<b>2.36</b>	<b>3.82</b>	0.65	1.28	0.76	0.43	1.30	1.36	0.86	0.89
Kolka	1.21	<b>2.85</b>	0.07	-0.10	-1.12	0.18	1.87	1.15	-0.70	0.61
Liepāja	1.54	1.99	-0.71	0.72	0.66	0.39	0.99	-0.53	0.89	-0.48
Mērsrags	<b>4.38</b>	<b>5.16</b>	1.64	1.97	0.42	0.28	1.25	1.65	1.37	0.75
Priekuļi	<b>4.13</b>	<b>3.93</b>	1.20	0.85	0.03	0.43	1.36	-0.35	1.53	0.28
Stende	<b>4.11</b>	<b>4.74</b>	-0.46	1.24	-1.14	-1.24	0.77	0.57	-1.49	-1.84
Ventspils	<b>2.71</b>	<b>2.77</b>	-0.57	0.55	0.07	1.29	0.54	0.55	0.89	0.30

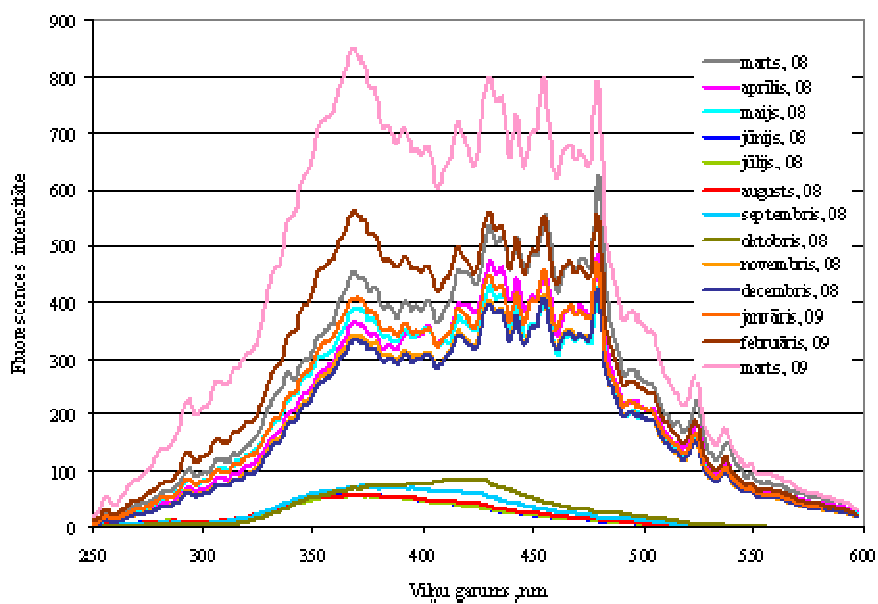
\*Statistiski nozīmīgas vērtības ( $p \leq 0.01$ ) atzīmētas treknrakstā. Apzīmējumi: RX1- Lielākais vienas dienas nokrišņu daudzums; RX5- Lielākais piecu dienas nokrišņu daudzums

Apkopota informācija par zemes apauguma veidiem Salacas baseinā un analizētas vielu noteces Salacas baseinā.

Konstatēta cieša pozitīva korelācija starp kopējā slāpekļa īpatnējo noteci un lauksaimniecības zemju īpatsvaru (3.1.att.), bet atšķirībā no citu pētījumu rezultātiem, Salacas baseinā netika konstatēta būtiska korelācija starp fosfātjonu īpatnējo noteci un lauksaimniecības zemju vai aramzemju procentuālo īpatsvaru. Savukārt kopējā organiskā oglekļa (TOC) notece ( $t/km^2$ ) samazinās, palielinoties lauksaimniecības zemju platībām (3.1.att.), bet tai ir tendence pieaugt, palielinoties mežu un purvu platībām. Izteiktas kopējā organiskā oglekļa (TOC) koncentrāciju sezonālās izmaiņas ir Salacas pietiekām un upēm kas ietek Burtnieku ezerā, savukārt mazāk izteiktas Salacā un Burtnieku ezerā, kas ir saistīts galvenokārt ar ūdeņu caurplūduma izmaiņām. Veiktas arī izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) analīzes un pēc tam aprēķināts suspendētā organiskā oglekļa saturs (POC). Lielākās POC koncentrācijas Burtnieku ezerā un Salacā ir laikā, kad vērojama intensīva aļģu ziedēšana. POC koncentrācijas pieaugums Burtnieku ezerā ieteošajās upēs ir vērojams pavasarī, kad upēs ir vislielākais caurplūdums. Veikta izšķīdušo organisko vielu analīze, izmantojot fluorescences spektrometriju un rezultāti norāda uz organisko vielu sastāva un izcelsmes sezonālo mainību (3.2. att.).



3.1. attēls. Sakarība starp kopējā organiskā oglekļa īpatnējo noteci (t/km<sup>2</sup>) un lauksaimniecības zemju procentuālo īpatsvaru.



3.2. attēls. Sinhronās skenēšanas fluorescences spektrs Salacas ūdens paraugam Vecsalacā.

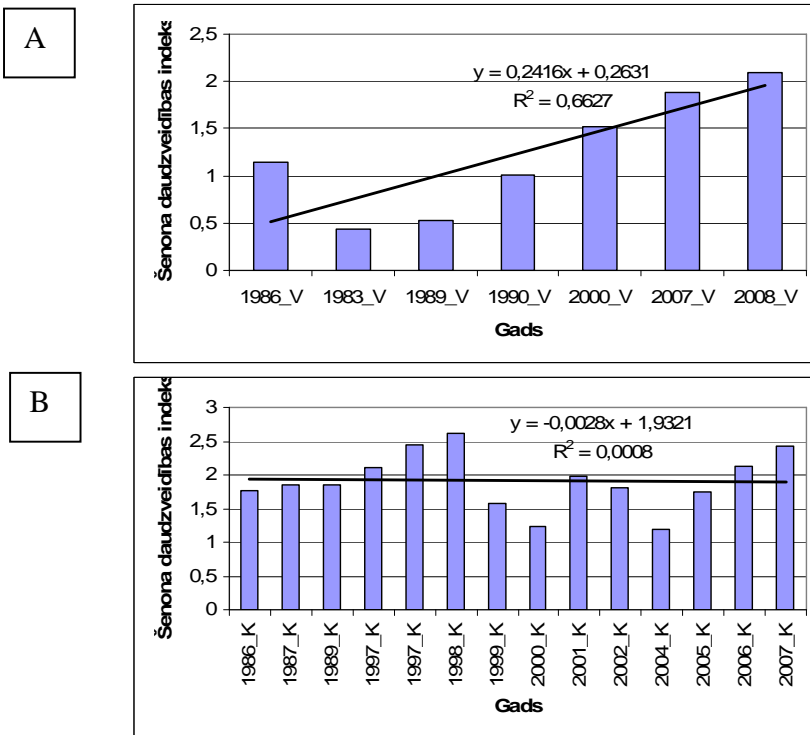
Konstatēts, ka fitoplanktona kopējā biomasa, kramaļģu un zilaļģu biomasa saistīta ar pH, temperatūru. Pastāv sakarība starp kopējo (TOC) un suspendēto (POC) organisko oglekli, kopējo slāpekli  $N_{kop}$  un fitoplanktona biomasu. Gan kopējā, gan suspendētā un izšķīdušā oglekļa saistība ar fitoplanktonu ir būtiska, un, mainoties klimatam, sagaidāmas izmaiņas saldūdeņu hidroekosistēmās.

2009. g. veikta arī LVĢMA datu rindu normālsadalījuma atbilstības pārbaude, kas parāda, ka organisko vielu saturu raksturojošo parametru, biogēno elementu un galveno neorganisko jonu koncentrāciju ilgtermiņa datu rindas ir izmantojamas ūdeņu ķīmiskā sastāva mainības analīzei Latvijā. Izņēmums ir kopējā organiskā oglekļa koncentrācijas datu rindas, kas ir neviendabīgas un turpmāka šo datu analīze ir apgrūtināta. Organisko vielu saturu raksturojošo parametru - ūdens krāsainības un ķīmiskā skābekļa patēriņa (KSP) – vērtībām ir ciklisks mainības raksturs, kopš 1991.gada šiem rādītājiem kopumā vērojama pieauguma tendence. Organisko vielu pieaugums ūdeņos pēdējo gadu desmitu laikā ir konstatēts arī citviet Eiropā un Ziemeļamerikā, ko saista gan ar hidroloģiskā režīma un klimata mainību, gan ar skābo nokrišņu samazināšanos un jonu spēka izmaiņām/samazināšanos augsnē.

**2.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība: Veikt sugu bioloģiskās daudzveidības izmaiņu novērtējumu klimata pārmaiņu apstākļos.**

Pētījumi liecina, ka šobrīd iezīmējas bioloģiskās daudzveidības izmaiņas saistībā ar jaunu, dienvidiem raksturīgu sugu ienākšanu Latvijas ūdeņos (zeltainais akmeņgrauzis *Sabanejewia aurata*), kā arī sugu areāla izplatības maiņu (spidiļķa *Rhodeus sericeus* un zandarta *Stizostedion lucioperca*).

Šobrīd novērojamas izmaiņas sugu sastāvā un to izplatībā, un sagaidāms, ka šie procesi skars arī bioloģisko daudzveidību. Tomēr šobrīd nav iespējams prognozēt, vai bioloģiskā daudzveidība kopumā palielināsies uz dienvidu sugu izplatības palielināšanās rēķina, vai samazināsies, samazinoties un izzūdot aukstummīlošajām sugām, piem., lašveidīgajām zivīm. Piemēram, Salacas ihtiofaunā tāds absolūts rādītājs kā sugu skaits 19 gadu laikā konkrēti vēl neparāda iespējamo globālo klimata izmaiņu ietekmi uz Salacas zivju sugām. Tomēr, salīdzinot ar 20.gs. 50-ajiem gadiem izmaiņas varētu būt notikušas – tā laika pētījumos nav minētas tādas sugas kā sudrabkarūsus *Carassius auratus* kaze *Pelecus cultratus*, spidiļķis *Rhodeus sericeus* un platgalve *Cottus gobio*, lai gan būtiski rezultātu izvērtēšanā ņemt vērā ihtioloģisko pētījumu kvalitāti un metodiskās atšķirības. Tai pat laikā Šenona indeksa vērtību salīdzinājums liecina, ka bioloģiskās daudzveidības izmaiņas nav vērtējamās viennozīmīgi Salacā pie iztekas no Burtnieku ezera Šenona indekss nav būtiski mainījies piekrastē, bet parāda palielināšanās tendenci upes vidū (3.3.att.).



3.3. attēls. Makrozoobentosa Šenona indeksa vērtības Salacas iztekā (A - vidus, B – keisā piekraste).

**3. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība: Raksturot klimata maiņas apstākļos notiekošās ūdeņu ķīmiskā sastāva un biocenožu izmaiņas.**

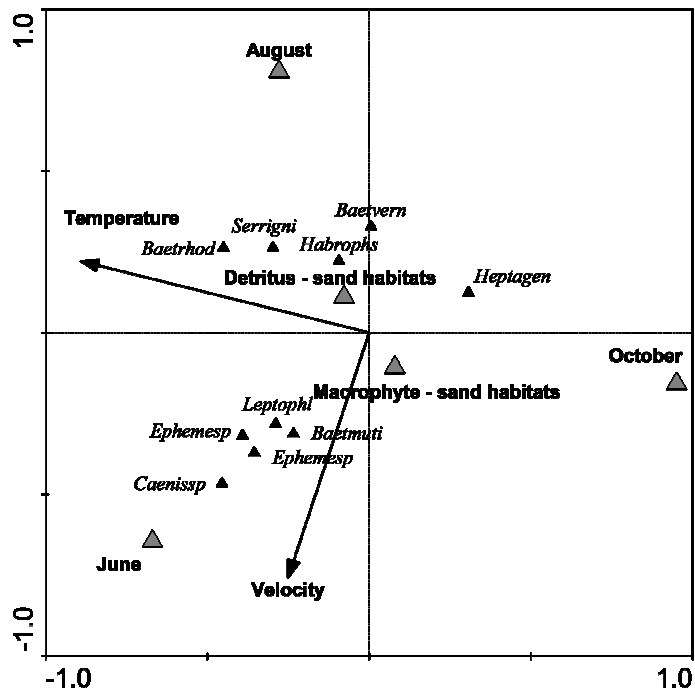
Rezultāti liecina, ka pašreizējā laika periodā notiek redzama ūdeņu ķīmiskā sastāva un biocenožu struktūras izmaiņas. 2009. g. makrofītu pētījumi Salacā liecina, ka sugu sastāvā pieaudzis virsūdens augu sugu īpatsvars, konstatēta strauja invazīvās sugas Kanādas elodejas *Elodea canadensis* izplatība. Perifitonā vadošās aļģu grupas nomainās no vēsākus ūdeņus mīlošām kramaļģēm uz zaļajģēm kas dod priekšroku siltākiem ūdeņiem.

Ilglaicīgu datu analīze Burtnieku ezerā liecina, ka laikā no 1996. gada līdz 2006. gadam notikušas redzamas ihtiocenozes izmaiņas.

Klimata maiņas ietekmē iespējamās makrozoobentosa organismu drifta sugu sastāva un blīvuma izmaiņas. Tas ir svarīgi no zivsaimnieciskā aspekta, jo drifts ir būtiska tekošu ūdeņu barošanās tīkla sastāvdaļa – drifta organismi ir lašveidīgo zivju barības avots. Sagaidāms, ka kvalitatīvas un kvantitatīvas zoobentosa sugu sabiedrību izmaiņas lašu barošanās varētu ietekmēt būtiskāk nekā taimiņu mazuļu barošanās. Konstatēts, ka makrozoobentosa drifta sugu sastāvs un blīvums mainās sezonāli. Visbiežāk lielākā sugu daudzveidība un drifta



blīvums konstatēta pavasara beigu periodā – jūnija sākumā (3.4. att.), kad dominē pēdējo attīstības stadiju kāpuri un notiek ūdens kukaiņu izlidošana.



3.4. attēls. Drifta paraugos konstatēto viendienīšu Ephemeroptera sugu sastāva RDA ordinācijas analīze Strīķupē leļpus smilšu-makrofitu un leļpus smilšu-detritā biotopiem, 2007. gada jūnijā, augustā un oktobrī. 1. ass izskaidro 11,5%, 2. ass – 9,4% no kopējās datu izkliedes.

#### 4. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

Veikt Salacas un Burtnieku ezera ihtiocenožu struktūras novērtējumu un izmaiņu prognozi.

Burtnieku ezera ihtiofaunas izmaiņas acīmredzot saistītas ar atbilstošām klimata izmaiņām. Domājams, ka akmens laikmetā, kad Burtnieku ezerā dzīvojis sams un salate, klimats bijis siltāks, jo abas šīs zivju sugas var uzskatīt par relatīvi siltummīlošām.

20. un 21. gs daļēju priekšstatu par Burtnieku ezera ihtiocenozi sniedz nozvejas statistikas dati un makšķernieku lomu uzskaites rezultāti. Literatūrā atrodama informācija par zivju nozveju jau no 1929. gada. Ezerā ievākts salīdzinoši daudz ihtioģiskā materiāla, bet pētījumos piedalījušās vairākas savstarpēji nesaistītas iestādes, tieši salīdzināma informācija par Burtnieku ezera ihtiocenozes struktūru pieejama tikai no 1994. gada.

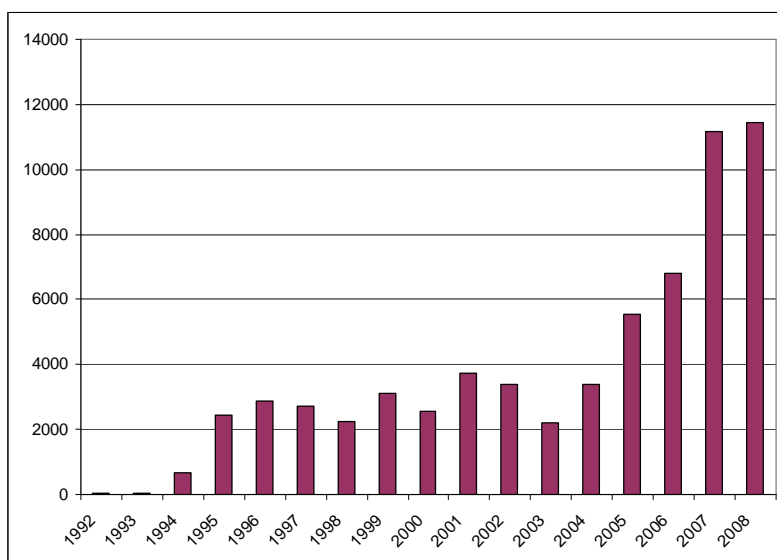
No 1994. gada līdz 2006. gadam mūsu veikto kontrolzveju rezultātā kopā konstatētas 17 zivju sugas: līdaka (*Esox lucius*), plaudis (*Abramis brama*), plicis (*Blicca bjoerkna*), rauda (*Rutilus rutilus*), rudulis (*Scardinius erythrophthalmus*), līnis (*Tinca tinca*), karūsa (*Carassius carassius*), sudrabkarūsa (*Carassius auratus*), ālants (*Leuciscus idus*), sapals (*Leuciscus cephalus*), vīķe (*Alburnus alburnus*), ausleja (*Leucaspius delineatus*), zandarts (*Stizostedion lucioperca*), asaris (*Perca fluviatilis*), ķīsis (*Gymnocephalus cernua*), vēdzele

(*Lota lota*) un akmeņgrauzis (*Cobitis taenia*), kas pamatā veido Burtnieku ezera mūsdienu ihtiofaunu. Te vēl var pieskaitīt karpu un zuti, kas sastopami zvejnieku un makšķernieku lomās.

Spiežot pēc arheoloģisko izrakumu datiem akmens laikmetā (apmēram 8. – 6. gadu tūkstoši pirms mūsu ēras) Burtnieku ezera ihtiofauna ievērojami atšķīrusies no mūsdienām. Ezerā bijuši sastopami sami un salates, kas mūsdienās Salacas baseina ūdeņos vairs nav zināmi. Burtnieku ezerā veiksmīgi notikusi sīgu pavairošana, kuru nozveja gadā sasniegusi līdz 4.2 t. Tomēr kopumā ezers nav bijis piemērots sīgām, jo to dabiski atražojoša populācija nav izveidojusies un pēckara gados sīga vairs netiek konstatēta.

Zivju mākslīgā pavairošana Burtnieku ezerā nav paliekoši izmainījusi tā ihtiofaunas sastāvu. Zivju mākslīgas pavairošanas rezultātā Burtnieku ezerā parādījušās sudrabkarūsas un karpas, taču to dabiski atražojošu populāciju izveidošanās ezerā nav zināma. Zušu populācijas pastāvēšana galvenokārt atkarīga no mākslīgas pavairošanas. Tā kā pēdējā zušu ielaišana notikusi 1988. gadā, tad nelieli zušu krājumi varētu vēl pastāvēt apmēram divus gadus desmitus.

Kopumā Burtnieku ezerā pat salīdzinoši īsā laikā no 1996. gada līdz 2006. gadam notikušas būtiskas ihtiocenozes izmaiņas. Mūsdienās, salīdzinot ar pagājušā gadsimta pirmo pusi, ievērojami pieaudzis plīču, līņu un zandartu daudzums. Vairāk arī plaužu un ruduļu, bet ievērojami mazāks kļuvis asaru īpatsvars. Zandarta populācija, kas piecdesmitajos gados bija samērā neliela, spriežot pēc nozvejas statistikas datiem, strauji pieaugusi 2007., 2008. gadā (3.5.attēls). Pēdējos gados Burtnieku ezerā acīmredzot raksturīgi ļoti efektīvi zandarta nārsti. Salacas lašu mazuļu (*smoltu*) uzskaites murdā 2007.g. un 2008.g. maijā un jūnijā lielos apjomos noķerti no Burtnieku ezera lejumigrējošo zandarta mazuļi, kas iepriekš novēroti nelielā daudzumā. Šajos gados tie konstatēti arī Salacas upē augustā, kas iepriekš netika novērots. Acīmredzot, pēdējos gados ir īpaši labvēlīgi apstākļi zandarta mazuļu izdzīvotībai, kas saistīts ar klimatiskajām izmaiņām



3.5.attēls. Zandarta nozveja (kg) Burtnieku ezerā no 1992. gada līdz 2008. gadam.

Runājot par iekšzemes ūdeņu zivīm kopumā, tiek prognozēts: tuvāko 50 – 70 gadu laikā sagaidāms, ka būtiski mainīsies ihtiocenožu sastāvs, samazinoties aukstūdens zivju daudzumam un pieaugot siltūdens zivju skaitam. Latvijā atsevišķi novērojumi liecina, ka būtiskas izmaiņas zivju krājumu struktūrā jau notiek: novērojama tādu siltūdens zivju sugu izplatības un īpatņu skaita pieaugums kā karūsa, sudrabkarūsa, zandarts un ausleja. Samazinās aukstummīlošo sugu repša un sīgas populācijas. Vasarām kļūstot siltākām, novērojama to masveida bojāeja arī ezeros, kuros nav vērojams skābekļa deficīts. Novērojams agrāks zivju nārsts, mainās zivju migrāciju laiks un intensitāte: Salacā konstatēts, ka laša un taimiņa smoltu migrācija no upes uz jūru sākot ar 90iem norisinās vidēji 5 - 7 dienas agrāk, kā laika periodā no 1964.- 1990.g.. Mainījusies arī pieaugušo lašu nārsta migrācija, lielākā daļa lašu uz nārstu upē ienāk tikai oktobrī, bet vēl 60- 80 os gados laša migrācija uz nārstu noritēja 2os posmos: jūnijā- jūlijā un septembrī - oktobrī. Lielākās izmaiņas skar Salacas baseina vismazākās upes, kas atsevišķās vasarās pilnībā izžūst vai sadalās atsevišķās lāmās, tādējādi samazinot strauta foreles, taimiņa un nēģa izplatību un produkciju. Novērojama Salacas straujteču posmu pastiprināta aizaugšana, līdz ar to dati liecina, ka upē kopumā pieaug fitofilo sugu skats, bet samazinās litofilā aukstūdens sugas platgalves *Cottus gobio* izplatība.

## **5. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

### **Noteikt klimata maiņas indikatorus Latvijas iekšzemes virszemes ūdeņos.**

Pie klimata maiņas indikatoriem Latvijā pieskaitāmi tādi klimatiskie rādītāji kā gada vidējās temperatūras pieaugums, temperatūras sezonālās izmaiņas, nokrišņu pieaugums, ledstāves ilguma samazināšanās, caurplūduma palielināšanās upēs ziemas periodā, mitro dienu skaita palielināšanās ziemas periodā, stipri mitro dienu skaita palielināšanās, dienu skaita ar intensīviem nokrišņiem palielināšanās. Tas izraisa izmaiņas ūdens ķīmiskajā sastāvā, piem., palielinās ūdens krāsainība un ķīmiskais skābekļa patēriņš ĶSP. Klimata maiņas ietekmē izmaiņas notikušas arī ūdeņu biocenožu struktūrā un funkcijās.

Salacas gadījumā palielinās zilaļģu daudzums kopējā fitoplanktona biomasā, kā arī zaļaļģu daudzums perifitonā. Par vienu no klimata maiņas indikatoriem atzīstama makrofītu aizauguma palielināšanās ūdenstilpēs sakarā ar veģetācijas perioda pagarināšanos, kā arī pavasara palu, kas līdz ar ledus iešanu veica upes mehānisku tīrīšanu, pārbīde uz ziemu. Vienlaicīgi to grūti nodalīt no biogēno elementu ietekmes.

Klimata maiņas ietekmē mainās viendienīšu un maksteņu attīstības stadiju proporcijas sezonālajos drifta paraugos (piemēram, var noteikt, vai ir notikušas sugu fenoloģiskās izmaiņas).

Attiecībā uz zivīm, jāatzīmē, ka lielākā daļa no Latvijā un arī Salacā sastopamajām zivju sugām ir eiritermas. Pie aukstūdens sugām, kas sastopamas Salacā pieder lašveidīgās zivis lasis *Salmo salar*, taimiņš *Salmo trutta*, strauta forele *Salmo trutta fario* un sīga *Coregonus lavaretus*, kā arī vēdzele *Lota lota* un platgalve *Cottus gobio*, un lielākā daļa no tām ir ekoloģiski jutīgas. No ekoloģiski jutīgām zivju sugām, kas dod priekšroku uzturēties siltākos ūdeņos, Salacā plaši izplatīta pavīķe *Alburnoides bipunctatus* un spidiļķis *Rhodeus sericeus*. Ekoloģiski jutīgās zivju sugas potenciāli var izmantot par vides stāvokļa indikatoriem

saistībā ar klimata maiņas ietekmi. Klimata izmaiņas ietekmē zivju fizioloģiskos procesus un uzvedību, piem. izmainot migrāciju termiņus, nārsta laiku, uzturēšanās vietas.

Klimata maiņas indikatori ir arī sugas, kam notiek izplatības areāla maiņa, kā arī jaunu sugu ienākšana Latvijā (zeltainais akmeņgrauzis).

### **Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.**

Liels nokrišņu daudzums, kas izkrīt īsā laika periodā var nodarīt lielus zaudējumus lauksaimniecībai un citām tautsaimniecības nozarēm, kā arī izraisīt plūdus. Lai noteiktu, vai ilggadīgā laika periodā mainījies intensīvi īslaicīgo atmosfēras nokrišņu raksturs, pirmo reizi Latvijā tika analizētas 1 diennakts maksimālo atmosfēras nokrišņu summu un 5 dienu maksimālo atmosfēras nokrišņu summu izmaiņas un konstatēts, ka tās būtiski pieaugušas ziemas sezonā. Statiski apstrādāti dati par dažādām organiskā oglekļa formām un to saistību ar klimata maiņas parametriem, kā arī biotu (fitoplanktons), kas palīdz izprast nākotnē sagaidāmās izmaiņas ūdeņu ekosistēmās. Iegūti dati ar augstu zinātnisko novitāti par bezmugurkaulnieku driftu klimata maiņas apstākļos, kas var ietekmēt lašveidīgo zivju mazuļu barošanos un izdzīvotību.

Ilgtermiņa klimatisko, hidroķīmisko un hidrobioloģisko pētījumu rezultātā definēti klimata maiņas strukturālie un funkcionālie indikatori, kā arī pašreizējo iespēju robežās novērtēta klimata maiņas ietekmi uz virszemes ūdeņu bioloģisko daudzveidību, kas ir būtiski ūdens kvalitātes ilgtspējīguma nodrošināšanā. Šajā aspektā nozīmīgi arī sezonālās mainības rezultāti, kas palīdz izprast vielu plūsmu raksturu un to saistību ar klimata maiņas parametriem.

Turpināti pētījumi par izmaiņām LR iekšējo ūdeņu ihtiocenozēs, zivju izplatībā un sastopamībā, migrācijās un augšanā, veikta prognožu izstrāde par iespējamo klimata maiņas ietekmi uz zivju resursiem. Projekta gaitā sniegtas zivsaimnieciska rakstura rekomendācijas Latvijas zivju resursu ilgtspējīgai attīstībai.

---

### **3.4. Kopsavilkums**

2009.g. pabeigta hidroķīmisko un bioloģisko paraugu ievākšana dabā un paraugu apstrāde.. Veikta datu bāzu papildināšana, statistiskie aprēķini un datu interpretācija saistībā ar klimata maiņu. Pirmo reizi Latvijā analizētas 1 diennakts maksimālo atmosfēras nokrišņu summu un 5 dienu maksimālo atmosfēras nokrišņu summu izmaiņas. Veikta datu statistiskā analīze saistībā ar klimata maiņas raksturlielumiem. Raksturotas klimata maiņas apstākļos notiekošās ūdens ķīmiskā sastāva un biocenožu izmaiņas, kas ietver gan strukturālus, gan funkcionālus lielumus. Novērtētas iekšzemes ūdeņu bioloģiskās daudzveidības izmaiņu tendences. Veikts Burtnieku ezera un Salacas ihtiocenožu struktūras novērtējums, izmaiņu raksturs, to ietekmējošie faktori un izmaiņu prognoze. Noteikti klimata maiņas indikatori Latvijas iekšzemes ūdeņos.

Projekta vadītāja: G.Spriņģe

## **Darba pakete Nr.4: KRASTA PROCESI**

### **4.1.Darba paketes mērķis**

Pētīt krasta izmaiņu raksturu un prognozēt klimata mainības iespējamās ietekmes uz jūras krasta procesu dinamiku un ekosistēmām Baltijas jūras teritoriālajos ūdeņos, lai sekmētu jūras vides kvalitātes un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, jūras resursu un pakalpojumu ilgtspējīgu izmantošanu.

### **4.2. Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi**

1. Riska kartējums, detalizētu digitālu krasta erozijas un plūdu prognožu karšu izstrāde piekrastes pašvaldībām ar sevišķi augstu risku.
2. Krasta erozijas apdraudējuma novērtējums piekrastes pašvaldībām un rekomendācijas teritorijas apsaimniekošanai un aizsardzībai turpmākajiem 15 un 50 gadiem.
3. Rekomendācijas piekrastes nacionālā plānojuma (2007.-2013. g.) starpministriju darba grupai un ekspertu grupai darbam pie “Par piemērošanos (adaptāciju) klimata maiņai”, lai izvērtētu adaptācijas jautājumu iekļaušanu politikas plānošanas dokumentos un normatīvajos aktos.
4. Karšu komplekta izveidošana par Baltijas jūras Latvijas krasta erozijas risku un prognozēm.

### **4.3. Darba paketes trešā posma izpildes rezultāti:**

**1.uzdevuma darba saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

**Riska kartējums, detalizētu digitālu krasta erozijas un plūdu prognožu karšu izstrāde piekrastes pašvaldībām ar sevišķi augstu risku.**

Sagatavota digitāla datu kopa par krasta erozijas riska joslu 2023. un 2058. gadam, kas atbilst teritoriālās plānošanas mērogam un ir piesaistīta LKS 92 koordinātu sistēmai (att. 4.1.). Uz erozijas prognozes datiem balstītā riska joslas identifikācija ir pirmais reālais šāda veida zinātnisko pētījumu rezultāts Latvijā. Tas uzskatāms par nozīmīgu pienesumu sevišķi erozijas apdraudēto piekrastes teritoriju turpmākās izmantošanas, apsaimniekošanas un attīstības plānošanā, izstrādājot nepieciešamās rīcības alternatīvas adaptācijai jaunajos paaugstināta erozijas vai plūdu riska apstākļos. Dati nodoti RAPLM Telpiskās plānošanas departamenta rīcībā.



Att.4.1. Krasta erozijas riska josla 2023. un 2058. gads. (digitāla datu slāņa fragmenta vizualizācija, pamats – SIA Metrum ortofoto)

**2.uzdevuma** darba saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

**Krasta erozijas apdraudējuma novērtējums piekrastes pašvaldībām un rekomendācijas teritorijas apsaimniekošanai un aizsardzībai turpmākajiem 15 un 50 gadiem.**

Izstrādāts krasta erozijas un vētru vējuzplūdu apdraudējuma novērtējums visu piekrastes pašvaldību teritorijām. Identificēti tautsaimnieciski un sociāli nozīmīgākie riska joslā esošie objekti.

### **Apdraudējuma novērtējums piekrastes teritorijām (2009-2023)**

Baltijas jūras Latvijas krasta erozijas apdraudējuma novērtējums izstrādāts ņemot vērā 3. darba etapā izdalītos piecus Latvijas krasta erozijas riska rajonus. Būtiskākās krasta dinamikā sagaidāmās izmaiņas:

- Vidējais un maksimālais krasta erozijas ātrums saglabāsies tuvs līdzšinējā perioda maksimumam atbilstošā krasta iecirknī (0,5-3,0 m/gadā);
- Krasta erozijas izplatība galvenokārt sagaidāma vietās, kur tā novērota pēdējās desmitgades laikā ar nelielu erozijas apdraudēto krasta posmu kopgaruma pieaugumu,
- Krasta erozijas apdraudēto posmu kopgarums galvenokārt pieaugs uz iepriekš dinamiski neitrālu krasta iecirkņu rēķina, koncentrējoties krasta līnijas izciļņos.

#### *Rucavas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasnies 20-21 km. Nidas ciemā krasta atkāpšanās 10-15 m. Apdraudētas 3 – 4 dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 2,0 m paredzama plašu (>500 ha) zemo Nidas – Papes lagūnas līdzenuma teritoriju applūšana (t.sk. Papes ciems, Ūņuciems). Pagasta ziemeļu daļā sagaidāmās krasta erozijas dēļ tiks zaudētas „Nature 2000” teritorijas (Papes dabas parka krasta kāpu aizsargjoslas meži).

#### *Nīcas pagasts*

Krasta erozijas galvenokārt skars „Natura 2000” un Bernātu dabas parka teritorijas (meži un sausieņu pļavas). Bernātu raga centrālajā daļā un ziemeļu spārnā (5,5 km kopgarumā) turpināsies senkāpu stāvkrasta atkāpšanās maksimumu sasniedzot posma vidusdaļā, kur tiks noskaloti 40-60 m pamatkrasta. Turpinoties krasta erozijai pie Bernātu „Veckrūmu” mājām, to pastāvēšana ir apdraudēta neskatoties uz līdz šim veiktajiem preterozijas pasākumiem.

#### *Liepājas pilsētas ziemeļu daļa*

Krasta posmā starp 3. baterijas drupām un Ziemeļu fortu drupām (1,8 km) Karaostas teritorijā krasta erozija pastiprināsies, krasta maksimālā atkāpšanās par 30-40 m. Krasta posmā pie Liepājas NAI krasta stiprinājumiem erozija sākotnēji realizēsies galvenokārt kā intensīva zemūdens nogāzes padziļināšanās un sevišķi aktīvu krasta erozijas iecirkņu izveidošanās abos nostiprinātā krasta posma galos. Neveicot papildus preterozijas pasākumus šajā iecirknī iespējama esošo konstrukciju (gabionu) daļēja vai pilnīga sagrūšana tuvāko 10 gadu laikā. Apdraudētajā joslā (30-40 m) atrodas 2. Pasaules kara upuru masu apbedījuma vieta un memoriāls.

#### *Mēdzes pagasts*

Sagaidāmā krasta atkāpšanās 20-35 m robežās, daļēji tiks noskalota pamatkrastā esošā pelēkā kāpa.

### *Vērgales pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 10-11 km. Vidējais zaudētās krasta joslas platums 5-12 m. Maksimālā erozija pagasta robežās sagaidāma pie Ziemupes (posma garums 2,5-3,0 km), kur apdraudēta Ziemupes kapu vecākā daļa (paredzamais zaudētās joslas platums – 10-15 m). Epizodiski krasta erozija notiks arī Ziemupes dabas lieguma teritorijā pagasta ziemeļu daļā.

### *Sakas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 13,0-14,5 km. Akmeņraga virsotnē pie bākas krasta erozija apdraudēs jūrai tuvākās bākas kompleksa ēkas. Pāvilostā uz ziemeļiem no ostas mola krasta erozija pastiprināsies, paredzams, ka 2002. gadā ierīkotās preterozijas būves (gabioni) savu funkcionalitāti pilnībā vai daļēji zaudēs līdz 2015. gadam. Eroziņas riska joslā (15-25 m) atrodas četras dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 1,6 m paredzama zemāko pilsētas teritoriju applūšana. Pagasta ziemeļu daļas piekrastē esošajā stāvkrasta posmā krasta atkāpšanās ātrums saglabāsies tuvs pēdējo 15 gadu laikā novērotajam (vidēji 0,5-1,5 m/gadā). Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogrūvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta eroziņas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai.

### *Jūrkalnes pagasts*

Stāvkrasta atkāpšanās turpināsies līdz šim aktuālajās vietās un paplašināsies uz ziemeļiem. Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 11,5-12,5 km. Riska joslas platums – 10-20 m, vietām (pret Jūrkalnes centru) sasniedzot 35 m. Noskalošanas joslā atrodas „vecais” Ventspils-Liepājas ceļa posms ap 200 m garumā. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogrūvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta eroziņas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai.

### *Užavas pagasts*

Krasta atkāpšanās robežās līdz 10 m sagaidāma praktiski visā pagasta piekrastē (>23,0 km). Tikmēr atsevišķos relatīvi īsos posmos pie Sārnotes, Užavas bākas, Užavas ietekas un pagasta ziemeļu daļā riska joslas platums maksimāli sasniedz 15-20 m. Apdraudētas trīs dzīvojamās mājas un vairākas saimniecības ēkas Sārnatē, vietējas nozīmes ceļš pagasta ziemeļu daļā un Užavas dabas lieguma teritorijā esošas pelēkās kāpas.

### *Vārves pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 7,5 km. Maksimālos apmērus (20-40 m) krasta atkāpšanās sasniegs Melnraga virsotnē un krasta posmā pretim Grigaļciemam (Litorīnas akumulatīvā terase).

### *Ventspils ziemeļu daļa*

Krasta erozijai pakļautais posms (7,0 km) sākas uz ziemeļiem no ostas mola, kur beidzas ostas teritorijas krasta stiprinājumi un nepārtraukti turpinās līdz pilsētas ziemeļu robežai Būšniekos. Atkarībā no krasta nogāzes ģeoloģiskās uzbūves un citiem lokāliem faktoriem, riska joslas platums sasniedz 10-30 m. Apdraudēta augstsprieguma elektropārvades līnija, vietējas nozīmes ceļi, Staldzenes perspektīvās apbūves teritorijas un zvejnieku saimniecība Staldzenē.



### *Tārgales pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 7,5 km. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Būšnieku-Liepenes posmā, kur atsevišķos īsos iecirkņos riska joslas platums ir 25 m, pārējā erozijai pakļautā posma daļā – 5-15 m. Epizodiski krasta erozija aktivizēsies Ovīšu raga virsotnē un dienvidu spārnā un posmā Irbes ieteka-Jaunciems.

### *Kolkas pagasts*

Krasta erozijas skarto posmu garums pieaugs Kolkasraga abos spārnos, sasniedzot apmēram 8,5 km Irbes šauruma pusē (līdz Vaidei) un 7 km Rīgas līča pusē. Sagaidāma krasta erozijas ievērojama pastiprināšanās Kolkas raga virsotnē, sasniedzot maksimālos 35-40 m ap 700 m garā posmā tieši uz dienvidiem no raga virsotnes. Raga virsotnē riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļš, piemineklis, vecās Kolkas bākas drupas un krasta robežsardzes punkta ēkas. Vidējais riska joslas platums Irbes šauruma pusē ir 10-20 m. Posmā no Ušiem līdz Aizklāņiem apdraudēts Slīteres nacionālā parka priežu mežs.

### *Rojas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 30-31 km. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Pūrciemā, Rojas dienvidu daļā, Ķirķu ragā un Valgalciemā (15-20 m), pārējā erozijai pakļautā posma daļā – 5-10 m. Riska joslā atrodas māju piebraucamie ceļi un vietējas nozīmes koplietošanas ceļi Rojā, posmā Ķirķu rags - Rojnieki, Kaltenē un Valgalciema Beķerkrogā, kā arī 15 dzīvojamās un saimniecības ēkas. Īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana.

### *Mērsraga pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 6,5 km. Vairākos līdz 1 km garos krasta iecirkņos posmā Upesgrīva-Mērsrags sagaidāma pamatkrasta atkāpšanās par 10-20 m. Riska joslas robeža atrodas tuvu Upesgrīvas piekrastē esošu dzīvojamo un saimniecības ēku grupai.

### *Engures pagasts*

Krasta erozijas skarto posmu garums pieaugs līdz 19-20 km. Vidējais riska joslas platums ir 5-10m, bet maksimāli 15-25 m (Bērziemā, Abrugciemā un krasta posmā ap 1 km uz dienvidiem no Engures ostas). Krasta erozija apdraud septiņas ēkas Bērziema dienvidu daļā, vietējas nozīmes ceļu Abrugciemā, kapus un 10 ēkas Engurē, piecas ēkas Apšuciemā, kā arī divas ēkas un vietējas nozīmes ceļu Klapkalnciema ziemeļu daļā.

### *Lapmežciema pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 11,5 km. Posmā no Lāčupītes ietekas līdz Bigauņciemam riska joslas platums ir 5-10 m, kamēr Ragaciema raga virsotnē un ziemeļu spārnā – 15-20 m. Bigauņciemā īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana. Riska joslā atrodas piecas ēkas Bigauņciemā.

### *Jūrmala*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 6,5 km pašreiz līdz 7,5-8,0 km 2023. gadā. Krasta erozijas risks augstāks (20-25 m) Kauguru ragā apmēram 1 km garā posmā un Jūrmalas centrālajā daļā no Jaundubultiem līdz Bulduriem, kur apdraudētas vairākas kāpu joslā esošas ēkas.

### *Rīga*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 3,5 km. Krasta erozija turpinās pastiprināties Daugavgrīvas salas austrumu daļā ap 1,5 km garā posmā, kur spēcīgu vētru laikā iespējama Daugavgrīvas dabas lieguma teritorijas, kā arī Vakarbuļļu un Rītabuļļu daļēja aplūšana. Krasta erozija sagaidāma arī Mangaļu pussalā 1,5 km garā posmā cieši pie Daugavas austrumu mola.

### *Carnikavas novads*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 4,5 km galvenokārt abpus Gaujas ietekai. Eroziņas riska joslas platums 1 km uz DR no Gaujas grīvas pārsniedz 40 m.

### *Saulkrastu novads*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 11,5 km patreiz līdz 13,5 km 2023. gadā. Vidējais eroziņas riska joslas platums 5-10 m (posmā Lilaste-Pabaži un Skultes osta-novada ziemeļu robeža), bet ap 1,5 km garā posmā uz dienvidiem no Inčupes ietekas jūrā un Zvejniekiemā – 10-15 m. No Skultes ostas uz dienvidiem ap 1,5 km garā posmā riska joslas platums pārsniedz 25 m. Riska joslā atrodas trīs auto stāvlaukumi un piecas ēkas.

### *Skultes pagasts*

Krasta erozija sagaidāma atsevišķos īsos iecirkņos, kur riska joslas platums līdz 5 m.

### *Liepupes pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 11 km. Lielākajā posma daļā riska joslas platums nepārsniedz 5 m, kamēr Ķurmraža apkārtnē līdz 20 m un posmā Tūja-Lembuži – 5-10 m. Riska joslā atrodas piecas ēkas un vietējas nozīmes ceļš.

### *Salacgrīvas novads*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 6,5 km patreiz līdz 7,5 km 2023. gadā. Maksimālo platumu riska josla sasniedz posmā Melēkas-Vitrupes ieteka un uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas (10-15 m). Pārējos eroziņas apdraudētajos posmos riska joslas platums nepārsniedz 7 m.

## **Apdraudējuma novērtējums piekrastes teritorijām (2009-2058)**

Būtiskākās krasta dinamikā sagaidāmās izmaiņas:

- Vidējais un maksimālais krasta eroziņas ātrums perioda beigās pārsniegs līdzšinējo par 30-100% (1,0-6,0 m/gadā);
- Krasta eroziņas izplatība galvenokārt sagaidāma vietās, kur tā novērota pēdējās desmitgades laikā ar eroziņas apdraudēto krasta posmu kopgaruma pieaugumu par 10-20%;
- Krasta eroziņas apdraudēto posmu kopgarums galvenokārt pieaugs uz iepriekš dinamiski neitrālu krasta iecirkņu rēķina, koncentrējoties krasta līnijas izciļņos.

### *Rucavas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posma kopgarums – 22,0 km. Maksimālā krasta erozija sagaidāma Nidasciemā pie Lietuvas robežas (35-50 m) un Mietragā (40-80 m). Riska joslā atrodas 6 ēkas.

### *Nīcas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posma kopgarums – 14,0 km. Krasta erozijas posms Mietraga ziemeļu spārnā pagarināsies par 1-1,5 km. Bērnātu raga virsotnē un tā dienvidu spārnā apmēram 2 km garā posmā krasta erozijas ceļā tiks zaudēti 180-250 m pamatkrasta, bet ziemeļu spārnā 50-80 m.

### *Liepājas ziemeļu daļa*

Erozijai pakļautā krasta posma kopgarums – 5,0 km. Krasta posmā starp 3. baterijas drupām un Ziemeļu fortu drupām (1,8 km) Karaostas teritorijā krasta erozija pastiprināsies, krastam atkāpjoties par 50-100 m. Krasta posmā pie Liepājas NAI krasta stiprinājumiem neveicot papildus preterozijas pasākumus erozijas riskam tiks pakļautas NAI teritorijā esošas būves un iekārtas. Pie Otrā Pasaules kara upuru masu apbedījuma vietas un memoriāla riska joslas platums ir 100-120 m, bet 500 m uz ziemeļiem no NAI riska joslas platums sasniedz savu maksimumu – 150-200 m.

### *Mēdzes pagasts*

Sagaidāmā krasta atkāpšanās 50-90 m robežās, tiks noskalota pamatkrastā esošā pelēkā kāpa.

### *Vērgales pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 13-14 km. Vidējais zaudētās krasta joslas platums 10-30 m. Maksimālā erozija pagasta robežās sagaidāma pie Ziemupes (posma garums 2,5-3,0 km), kur apdraudēta Ziemupes kapu vecākā daļa (paredzamais zaudētās joslas platums – 30-45 m). Krasta erozijas epizodes Ziemupes dabas lieguma teritorijā pagasta ziemeļu daļā kļūs biežākas, krasta nogāzei pārkārtojoties iekšzemes virzienā par 10-20 m.

### *Sakas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 16-18 km. Akmeņraga virsotnē pie bākas riska joslas platums sasniedz 30-40 m. Krasta erozija apdraudēs visas bākas kompleksa ēkas un mobilo sakaru torni. Pāvilostā uz ziemeļiem no ostas mola krasta erozija turpinās pastiprināties. Erozijas riska joslā (40-50 m) atrodas septiņas dzīvojamās mājas. Vētrās ar vējuzplūdu līmeni virs 1,6 m paredzama zemāko pilsētas teritoriju applūšana. Pagasta ziemeļu daļas piekrastē esošajā stāvkrasta posmā krasta atkāpšanās ātrums par 30-50 % pārsniegs pēdējo 15 gadu laikā novēroto (vidēji 1,0-2,0 m/gadā) un riska joslas platums sasniegs 40-90 m. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogrūvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai.

### *Jūrkalnes pagasts*

Stāvkrasta atkāpšanās turpināsies līdz šim aktuālajās vietās un paplašināsies uz ziemeļiem. Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 12,5 km. Riska joslas platums – 40-70 m, vietām (pret Jūrkalnes centru) sasniedzot 110 m. Noskalošanas joslā atrodas „vecais” Ventspils-Liepājas ceļa posms ap 250 m garumā, vietējas nozīmes ceļi, auto stāvlaukumi ar

pagaidu būvēm un daļa degradēto teritoriju bijušo PSRS robežsargu bāzēs. Stāvkrasta atkāpšanās var paātrināties saistībā ar noslīdeņu, nogruvumu un noplūdeņu attīstību (siltākas ziemas). Krasta erozijas dēļ tiks traucēta piekļuve pludmalei un jūrai.

#### *Užavas pagasts*

Krasta atkāpšanās robežās līdz 25 m sagaidāma praktiski visā pagasta piekrastē (>23,0 km). Tikmēr atsevišķos relatīvi īsos posmos pie Sārnates, Užavas bākas, Užavas ietekas un pagasta ziemeļu daļā riska joslas platums maksimāli sasniedz 25-55 m. Apdraudētas trīs dzīvojamās mājas un vairākas saimniecības ēkas Sārnatē, vietējas nozīmes ceļš pagasta ziemeļu daļā un Užavas dabas lieguma teritorijā esošas pelēkās kāpas.

#### *Vārves pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 8,5 km. Maksimālais riska joslas platums (70-110 m) ir pie Melnraga virsotnes un krasta posmā pretim Grigaļciemam bijušajā PSRS armijas „tankodroma” teritorijā (Litorīnas akumulatīvā terase).

#### *Ventspils ziemeļu daļa*

Krasta erozijai pakļautais posms (7,0 km) sākas uz ziemeļiem no ostas mola, kur beidzas ostas teritorijas krasta stiprinājumi un nepārtraukti turpinās līdz pilsētas ziemeļu robežai Būšniekos. Riska joslas platums sasniedz 60-110 m. Apdraudēta augstsprieguma elektropārvades līnija, vietējas nozīmes ceļi, Staldzenes perspektīvās apbūves teritorijas, trīs ēkas Staldzenes ziemeļu daļā un zvejnieku saimniecība Staldzenē.

#### *Tārgales pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 15,5-17 km. Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Būšnieku-Liepenes posmā uz ziemeļiem no Ventspils robežas, kur atsevišķos īsos iecirkņos riska joslas platums sasniedz 50-80 m, Liepenes-Ovīšu posmā – 25-35 m, kur pastiprināsies iepriekš akumulatīvā krasta noskalošana. Epizodiski krasta erozija aktivizēsies Ovīšu raga virsotnē un dienvidu spārnā (30-50 m) un posmā Irbes ieteka-Jaunciems (15-25 m).

#### *Kolkas pagasts*

Krasta erozijas skarto posmu garums pieaugs Kolkasraga abos spārnos, sasniedzot apmēram 6 km Irbes šauruma pusē (līdz Vaidei) un 10 km Rīgas līča pusē. Sagaidāma krasta erozijas ievērojama pastiprināšanās Kolkas raga virsotnē, sasniedzot maksimālos 60-110 m ap 1 km garā posmā tieši uz dienvidiem no raga virsotnes un 40-80 m ap 1,5 km garā posmā uz rietumiem no virsotnes. Raga virsotnē riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļš, piemineklis, vecās Kolkas bākas drupas un krasta robežsardzes ēkas un iekārtas. Posmā no Ušiem līdz Aizklāņiem krasta erozija atjaunosies ilgstoši aprimušajā senkrasta posmā (riska joslas platums – 15-25 m).

#### *Rojas pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums pieaugs līdz 32-34 km. No Aizklāņiem līdz Melnsilam atjaunosies un pastiprināsies ilgstoši neaktīvā jūras senkrasta erozija (riska joslas platums – 20-30 m) Krasta atkāpšanās maksimums sagaidāms Pūrciemā, Rojas dienvidu daļā, Ķirķu ragā un Valgalciemā (25-50 m), pārējā erozijai pakļautā posma daļā – 10-15 m. Riska joslā atrodas elektropārvades līnija, māju piebraucamie ceļi un vietējas nozīmes

koplietošanas ceļi Rojā, posmā Ķirķu rags-Rojnieki, Kaltenē un Valgalciema Beķerkrogā, kā arī kopumā 32 dzīvojamās un saimniecības ēkas. Īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana.

#### *Mērsraga pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 7 km. Upesgrīvas zemesragā pamatkrasta atkāpšanās sagaidāma 30-55 m robežās. Vairākos līdz 1 km garos krasta iecirkņos posmā Upesgrīva-Mērsrags sagaidāma pamatkrasta atkāpšanās par 30-50 m. Upesgrīvas ziemeļu daļā erozijas riska joslā atrodas 8 ēkas..

#### *Engures pagasts*

Krasta erozijas skarto posmu garums pieaugs līdz 22-24 km. Vidējais riska joslas platums ir 10-25m, bet maksimāli 30-50 m (Bērziemā, Abragciemā, krasta posmā ap 1 km uz dienvidiem no Engures ostas un Plieņciemā). Krasta erozija apdraud deviņas ēkas Bērziema dienvidu daļā, vietējas nozīmes ceļu un sešas ēkas Abragciemā, kapus un 12 ēkas Engurē, sešas ēkas Apšuciemā, kā arī divas ēkas un vietējas nozīmes ceļu Klapkalnciema ziemeļu daļā.

#### *Lapmežciema pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 13,5 km. Posmā no Lāčupītes ietekas līdz Bigauņciemam riska joslas platums ir 10-20 m, kamēr Ragaciema raga virsotnē un ziemeļu spārnā – 40-60 m. Bigauņciemā riska joslas platums ir 30-45 m, turklāt īpaši spēcīgu ZR virziena vētru laikā iespējama zemāko teritoriju aplūšana. Riska joslā atrodas 18 ēkas Bigauņciemā, Lapmežciemā un Ragaciemā.

#### *Jūrmala*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 6,5 km pašreiz līdz 8,5-9,0 km 2058. gadā. Krasta erozijas risks augstāks Kauguru ragā (30-60 m) apmēram 1,5 km garā posmā, kur apdraudētas 5 ēkas, kā arī Jūrmalas centrālajā daļā no Jaundubultiem līdz Bulduriem (25-30 m), kur apdraudētas sešas kāpu joslā esošas ēkas.

#### *Rīga*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 4,5 km. Krasta erozija turpinās pastiprināties Daugavgrīvas salas austrumu daļā ap 2,5 km garā posmā (20-45 m), kur spēcīgu vētru laikā iespējama Daugavgrīvas dabas lieguma teritorijas, kā arī Vakarbuļļu un Rītabuļļu daļēja aplūšana. Krasta erozija (15-30 m) sagaidāma arī Mangaļu pussalā 1,5 km garā posmā cieši pie Daugavas austrumu mola. Mangaļu pussalā pie Vecdaugavas pieaug plūdu risks.

#### *Carnikavas novads*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums, galvenokārt abpus Gaujas ietekai, sasniegs 5,5 km. Erozijas riska joslas platums 1 km uz DR no Gaujas grīvas pārsniedz 80 m. Turpināsies Gaujas ietekas pārvietošanās virzienā uz ZA.

#### *Saulkrastu novads*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 11,5 km patreiz līdz 14,5 km 2058. gadā. Vidējais erozijas riska joslas platums 10-25 m (posmā Lilaste-Pabaži un

Skultes osta-novada ziemeļu robeža), bet ap 1,5 km garā posmā uz dienvidiem no Inčupes ietekas jūrā un Zvejniekiemā – 30-45 m. No Skultes ostas uz dienvidiem ap 1,5 km garā posmā riska joslas platums pārsniedz 80 m. Riska joslā atrodas Saulkrastu-Zvejniekiema satiksmes maģistrāle, trīs auto stāvlaukumi un ap 20 ēkas. Inčupes un Pēterupes palienēs un vairākās vietās Zvejniekiemā sagaidāmi biežāki plūdi vētru laikā.

#### *Skultes pagasts*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums līdz 5 km, kur riska joslas platums līdz 10-15 m. Riska joslā atrodas vietējas nozīmes ceļš un vairākas ēkas.

#### *Liepupes pagasts*

Erozijai pakļautā krasta posmu kopgarums sasniegs 15 km. Lielākajā posma daļā riska joslas platums nepārsniedz 15 m, kamēr Ķurmraga apkārtnē līdz 50 m un posmā Tūja-Lembuži – 10-25 m. Riska joslā atrodas septiņas ēkas un vietējas nozīmes ceļš.

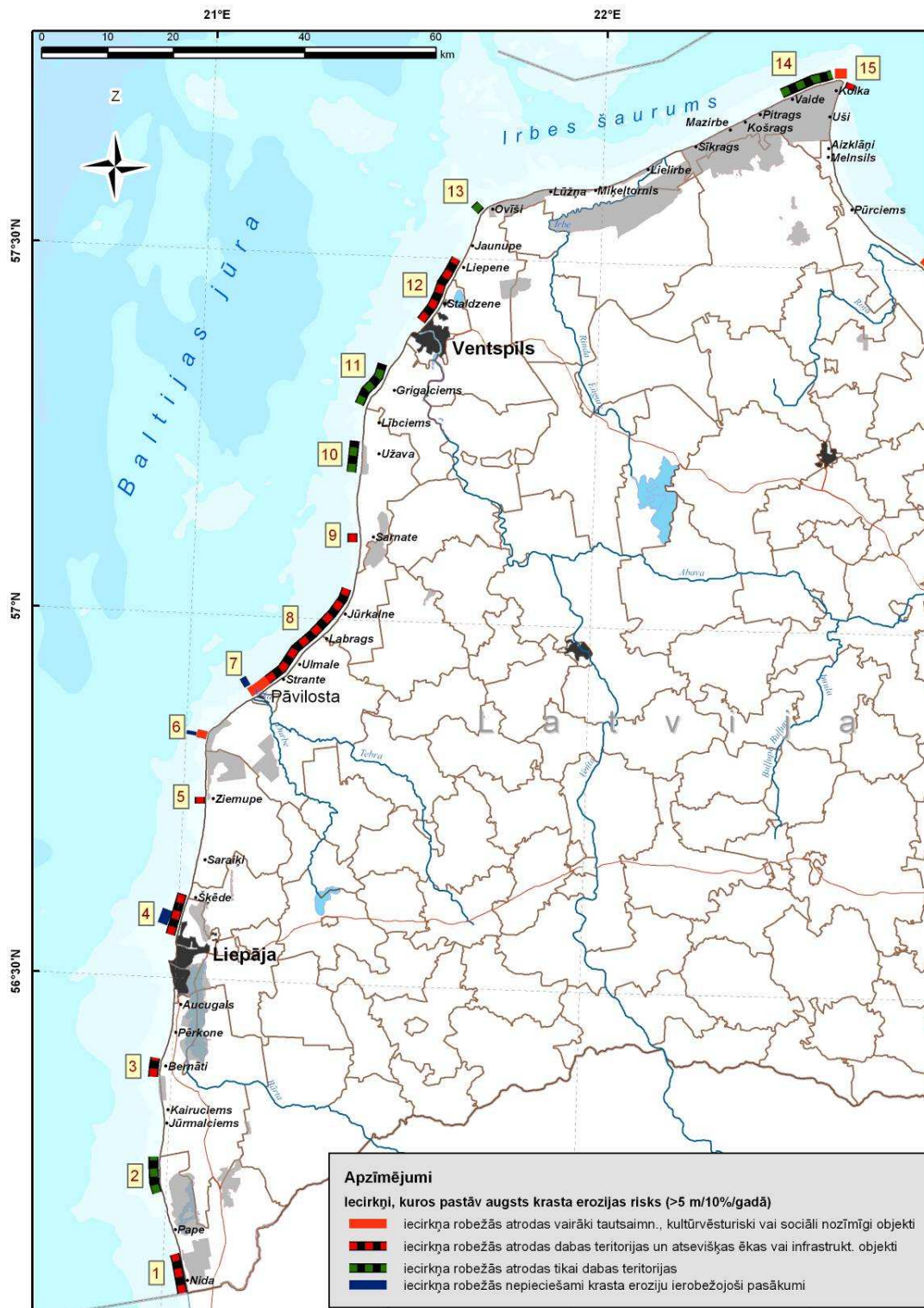
#### *Salacgrīvas novads*

Sagaidāms krasta erozijai pakļauto posmu kopgaruma pieaugums no 6,5 km patreiz līdz 17-20 km 2058. gadā, tomēr lielākajā daļā erozijai pakļautā krasta riska joslas platums nepārsniedz 10 m. Krasta posmā Ežurgas–Kutkāju rags riska joslas platums ir 10-25 m. Maksimālo platumu riska josla sasniedz posmā Melēkas-Vitrupes ieteka (30-50 m) un uz ziemeļiem no Salacgrīvas ostas (20-30 m). Riska joslā atrodas auto stāvlaukumi Vitrupē un šoseja ViaBaltica 1000 m uz dienvidiem no Vitrupes ietekas.

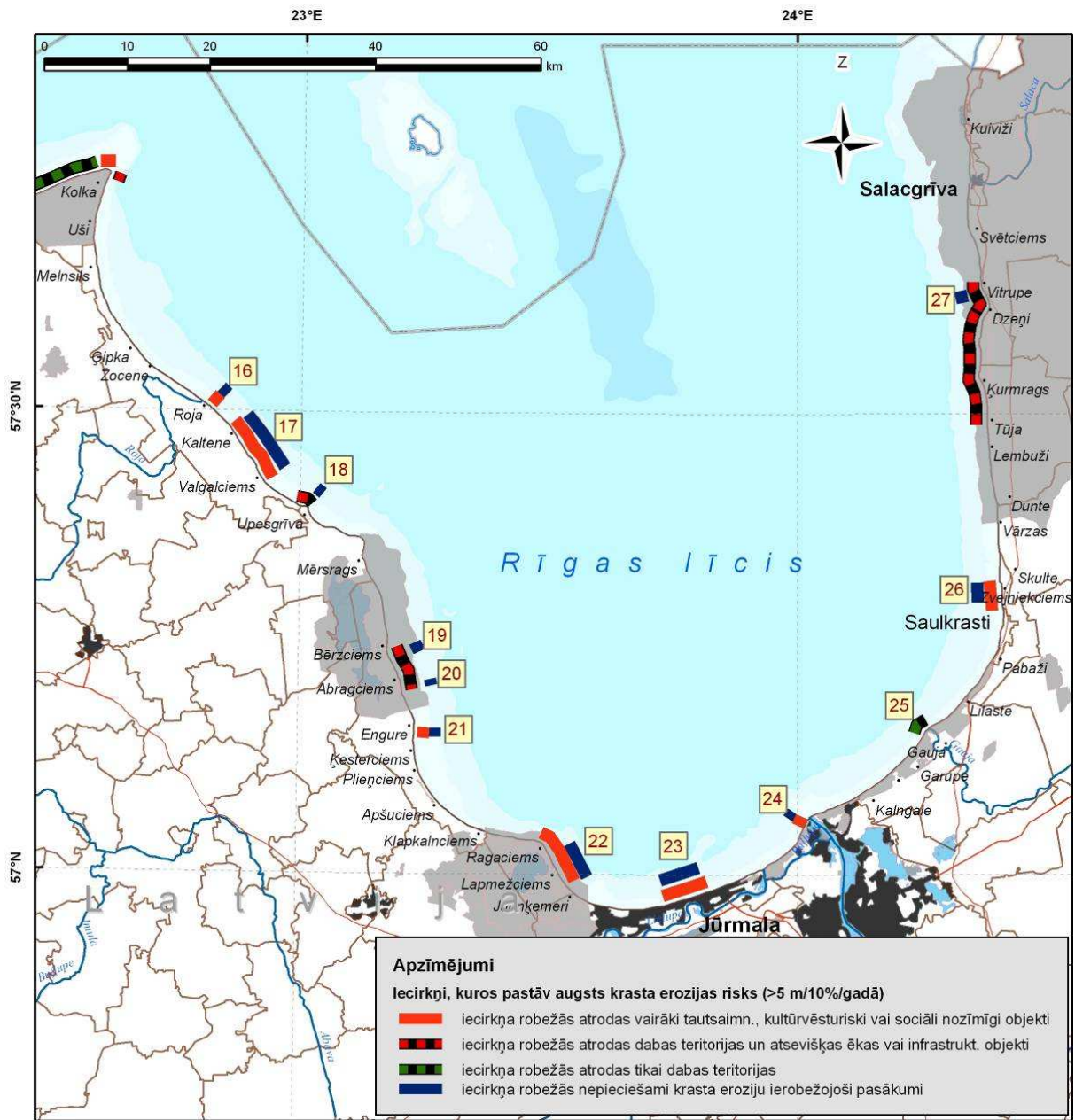
### 3. uzdevuma darba saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

#### **Rekomendācijas adaptācijai**

Sagatavotas būtiskāko krasta erozijai pakļauto iecirkņu kartes un apraksti ar rekomendējamo preterozijas pasākumu izvērtējumu (att. 4.2., 4.3., tabula 4.1.).



Att. 4.2. Krasta iecirkņi Baltijas jūras Kurzemes piekrastē ar augstu krasta erozijas risku ar tajos veicamo preterozijas un pretplūdu pasākumu veida un nepieciešamības izvērtējumu (skat. tab.).



Att. 4.3. Krasta iecirkņi Rīgas līča piekrastē ar augstu krasta erozijas risku ar tajos veicamo preterozijas un pretplūdu pasākumu veida un nepieciešamības izvērtējumu (skat. tab.).



4.2.tabula. Jūras krasta iecirkņi ar augstu erozijas risku (>5m/15%/gadā Baltijas jūras piekrastē un >5m/10%/gadā Rīgas līča piekrastē)

Nr.	Iecirkņa nosaukums	Aptuvenais iecirkņa garums (m)	Erozijas risks (gadā)	Krasta erozijas riskam līdz 2058. gadam pakļautie nozīmīgākie objekti	Ieteicamais rīcības modelis (kods)
1.	Nida	5500	5m/20%	6 dzīvojamās un vasaras viengimeņu mājas	A
2.	Mietrags	5500	5m/25%	Dabas teritorijas	A
3.	Bernāti	3000	15m/25%	ĪADT, viensēta	A
4.	Liepājas ziemeļi-Šķēde	7000	10m/25% > 5m/15% (risks iecirknī samazinās virzienā uz ziemeļiem)	Liepājas NAI, II Pasaules kara upuru kapi un memoriāls, VES parks, Liepājas Forti, uc.	C (>2000 m)
5.	Ziemupe	800	5m/15%	Ziemupes vecie kapi	AB
6.	Akmeņrags	800	5m/15%	Akmeņraga bākas kompleksa ēkas, mobilo sakaru tornis	C1B (300 m)
7.	Pāvilostas ziemeļi	500	5m/20%	Pilsētas dzīvojamā apbūve (7 viengimeņu mājas)	CB (500 m); D
8.	Labraga ielīcis	19000	10m/30% > 5m/15% (risks mazāks iecirkņa dienvidu daļā)	Kultūrvēsturiski objekti, vietējas nozīmes ceļi, komunālā infrastruktūra, 2 viensētas, >5 vasaras mājas	A
9.	Sārnate	1000	5m/15%	Dabas teritorijas, 5 viensētas	A
10.	Užava	4000	5m/15%	ĪADT	A
11.	Melnrags (Lībciems-Grigaļciems)	7000	10m/30% > 5m/15% (risks mazāks iecirkņa vidusdaļā)	Dabas teritorijas	A
12.	Ventspils ziemeļi-Liepene	11000	10m/25% > 5m/15% (iecirķņa robežās risks ļoti mainīgs)	Elektropārvades līnija, komunālie objekti, 2 viensētas, dabas teritorijas (Ventspils Naftas Termināls, Staldzenes centrālā daļa, kā arī vairāki desmiti viensētu un nedzīvojamo ēku riska joslā nonāks pēc 50-60 gadiem)	D; un/vai C (3000 m)
13.	Ovišu rags	1000	5m/20%	ĪADT	A
14.	Vaide-Kolka	5000	5m/15%	ĪADT, Latvijas Armijas infrastruktūras objekti	AB
15.	Kolkas raga virsotne	1000	5m/25%	Kultūrvēsturiski objekti, dabas teritorijas (2-5 viensētas erozijas riska	A

				joslā nonākas pēc 50-60 gadiem)	
16.	Rojas dienvidi	1000	5m/15%	7 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, komunālie objekti (pēc 50-70 gadiem riska joslā nonāks >20 ēkas)	D; un/vai C1 (600 m)
17.	Kaltene-Valgalciems	7000	maksimums 5m/10% (iecirķņa robežās risks ļoti mainīgs)	>26 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, komunālie objekti, dabas teritorijas	C1 (īsi iecirkņi ar kopējo garumu ~3000 m)
18.	Upesgrīva	1000	5m/10%	8 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti	C1
19.	Bērziems	1000	5m/10%	10 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, vietējas nozīmes ceļš	C1 (800 m)
20.	Abragciems	1000	5m/15%	8 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, vietējas nozīmes ceļš	C1 (~300 m) un AB
21.	Engures dienvidi	1000	5m/10%	Engures vecie kapi, 10-12 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti (pēc 50-70 gadiem riska joslā nonāks >20 ēkas)	D; un/vai C1 (700 m)
22.	Bigauņciems - Lapmežciems	7000 (1200)	5m/20% > 5m/10% (risks mazāks pretī Ragaciemam)	15-20 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti	C1 un AB (7000 m)
23.	Jūrmalas centrālā daļa	10000 (3000)	5m/15% > 5m/10% (iecirķņa robežās risks ļoti mainīgs)	5-10 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti	B (10000 m); C (~1000 m)
24.	Daugavgrīva	1000	5m/15%	Rūpniecības objekti (palīgēkas, uc.)	CB (~1000 m)
25.	Gaujas grīva	2000	10m/15%	Dabas teritorijas	A
26.	Zvejniekciems- Saulkrasti	3000	5m/15% > 5m/10% (risks mazāks iecirķņa dienvidu daļā)	15-20 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, 3 autostāvvietas, komunālie un infrastruktūras objekti	C1B
27.	Vidzemes krasts (Vitrupe)	30000 (1200)	5m/10% (iecirķņa robežās risks ļoti mainīgs un grūti izvērtējams)	10-20 dzīvojamās un nedzīvojamās apbūves objekti, autoceļš	A un C1 (īsi iecirkņi ar kopējo garumu ~2000 m)

Ieteicamie rīcības modeļi:

- A – preterozijas pasākumi nav nepieciešami un vairumā gadījumu pat ir nepieļaujami;
- AB – preterozijas pasākumi nav nepieciešami, iespējams un vēlams iecirkņa piemērotākajās vietās pielietot budžetam, citiem resursiem un dabai draudzīgos „zaļos risinājumus”;
- B – visā iecirknī vēlams pielietot „zaļos risinājumus” kombinējot vairākus;
- C – nepieciešams izveidot masīvas preterozijas konstrukcijas;
- C1 – nepieciešams izveidot preterozijas konstrukcijas priekšroku dodot „viegliem” un vienkāršotiem risinājumiem;
- CB – vēlams preterozijas konstrukcijas kombinēt ar „zaļajiem risinājumiem”;
- D – nepieciešams nodrošināt sanešu materiāla pārvietošanu garām šķērslim tā novēršot mākslīgi radušos deficītu.

Kopējais krasta posmu garums, kuros C, C1 un CB veida rīcība būtu:

- nepieciešama šobrīd ir 5000 – 7000 m (ja netiek pielietots D modelis);
- vēlama tuvāko 10 – 20 gadu laikā ir 10000 – 15000 m (ja netiek pielietots D modelis).

Nepieciešams turpināt jūras krastu ģeoloģisko procesu monitoringu. Pamatojums:

- līdz šim novērotais un nākotnē prognozētais jūras krasta erozijas ātrums un tās izplatības posmu kopgaruma pieaugums;
- apbūves un infrastruktūras tiešu apdraudējums;
- situācijas kontroles nodrošināšana;
- krasta procesu tālākas attīstības tendenču un intensitātes noteikšana;
- krastu preterozijas un pretplūdu pasākumu izvēles un realizācijas pamatošana.

Mērījumi krasta monitoringa stacijās veicami ik gadu. Krasta posmos, kur izvietotas aizsargbūves vai veikti citi preterozijas pasākumi, ierīkojamas monitoringa stacijas ar paaugstinātu mērījumu tīkla blīvumu un augstāku (2-4 reizes gadā) mērījumu atkārtotības biežumu.

Nodrošināt iepriekšējo 20 gadu laikā realizētā jūras krastu monitoringa sistēmā iegūto datu un rezultātu saglabāšanu, izmantošanu un iekļaušanu saistīto zinātnisko pētījumu programmu ietvaros.

**4. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

**Karšu komplekta izveidošana par Baltijas jūras Latvijas krasta erozijas risku un prognozēm**

Ņemot vērā Pētījumu programmai piešķirto līdzekļu apjoma samazinājumu, plānotā kartogrāfiskā materiāla publicēšana atlanta formātā netika realizēta.

#### **4.4. Kopsavilkums**

1. Valsts pētījumu programmas izpildes ceturtajā etapā tika sagatavots digitāls kartogrāfisko datu slānis par krasta erozijas riska joslu 2023. un 2058. gadam.
2. Izstrādāts krasta erozijas un vētru vējuzplūdu apdraudējuma novērtējums visu piekrastes pašvaldību teritorijām. Identificēti tautsaimnieciski un sociāli nozīmīgākie riska joslā esošie objekti. Sagatavots skaidrojošais kartogrāfiskais materiāls.
3. Sagatavotas rekomendācijas ar krasta eroziju un aplūšanu saistīto risku mazināšanai, preterozijas pasākumu veikšanai un metožu izvēlei.

Darba paketes vadītājs: L. Kalniņa

## **Darba pakete Nr 5: BIOĢEOĶĪMISKIE PROCESI UN PIRMPRODUKCIJA BALTIJAS JŪRĀ**

### **5.1. Darba paketes mērķis:**

Prognozēt klimata maiņas ietekmi uz bioģeoķīmiskiem cikliem un Baltijas jūras ekosistēmu.

### **5.2 Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi<sup>3</sup>::**

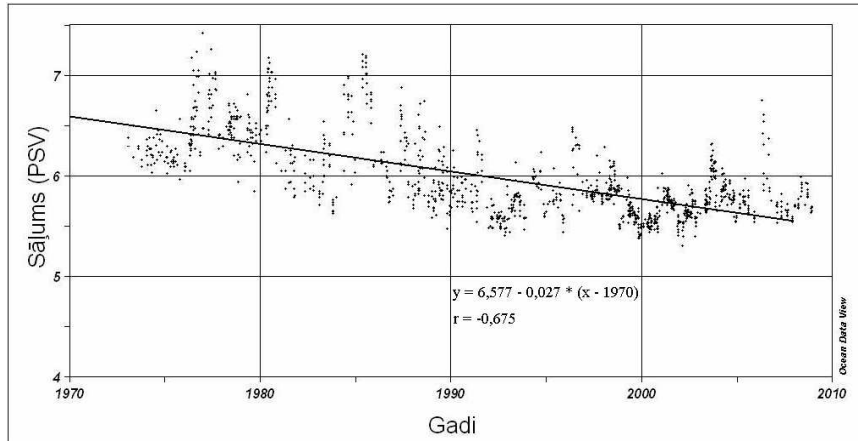
1. Jāpabeidz uzsāktie eksperimentālie darbi lai noskaidrotu izmaiņas bioģeoķīmiskajos procesos pie dažādām skābekļa koncentrācijām.
2. Jāturpina sedimentācijas režīma novērojumi, izmantojot uzstādīto sedimentu multitrupu. Papildus jāizvieto CTD ar skābekļa sensoru hidroloģiskā režīma fiksācijai.
3. Jāturpina darbs pie bioģeoķīmijas modeļa, pagarinot aprēķinātās prognozes laika intervālu, integrējot DP 1 izstrādāto noteces un biogēnu slodzes prognozi un integrējot DP 1 izstrādātā jūras modeļa rezultātus.
4. Sadarbībā pārējām DP, izstrādāt politikas adaptācijas rekomendācijas.

### **5.3. Darba paketes 4. posmā definēto uzdevumu izpildes rezultāti: Rīgas līča vides kvalitāti un produktivitāti ietekmējošie faktori**

Šajā nodaļā apskatīti 1.un 2.darba uzdevumu ietvaros iegūtie rezultāti. Viens no būtiskākajiem Baltijas jūras fizikālajiem parametriem, sāļums, ir attiecīgā perioda saldūdens noteču un sālsūdens ieplūdes no Ziemeļu jūras mijiedarbības rezultāts. Neliela apjoma sālsūdens ieplūde Baltijas jūrā no Ziemeļjūras notiek samērā regulāri (HELCOM 2003), bet lielākās sālsūdens masas tomēr ieplūst Baltijas jūrā vētru laikā, „pulsu” veidā. Mainoties dominējošo vēju virzieniem, sākot jau ar septiņdesmitajiem gadiem ir novērojama sālsūdens ieplūdes biežuma un intensitātes samazināšanās (Schinke and Mathäus 1998), kā rezultātā pēdējo 30 gadu laikā ir novērojams Baltijas jūras sāļuma samazināšanās trends, kas uzskatāmi ir novērojams arī Rīgas līcī (attēls 5.1.). Pēc 1986.gada ir reģistrētas tikai divas nozīmīgi sālsūdens ieplūdes no Ziemeļjūras - 1993.gada janvārī un 2003. gada janvārī – kā arī vairākas vasaras ieplūdes 2002. 2003., 2006. un 2007. gadā (Feistel et al. 2008). Novērotās izmaiņas Baltijas jūras hidroloģiskajā režīmā pamatā nosaka Baltijas jūras centrālās daļas piegrunts ūdens slānī novērojamo ilgstošo skābekļa deficītu. Savukārt Rīgas līcī, kur piegrunts ūdens slāņa skābekļa krājumi tiek periodiski atjaunoti izmainītā hidroloģiskā režīma ietekme uz skābekļa gada dinamiku nav šobrīd konstatējama un, ņemot vērā to, ka Baltijas jūrā netiek prognozētas hidroloģiskā režīma izmaiņas, arī netiek prognozēta.

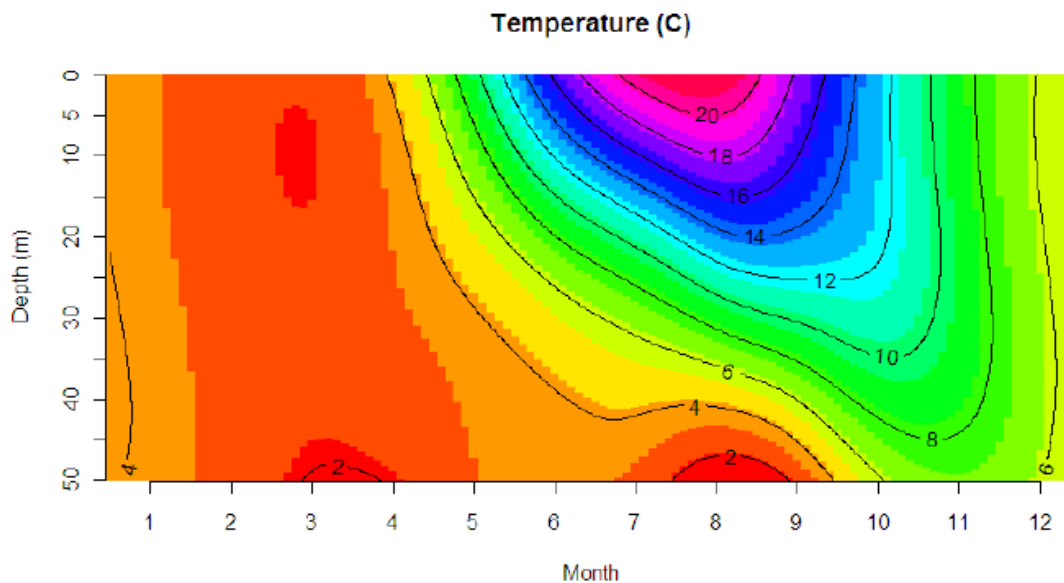
---

<sup>3</sup> Šeit un tālāk tekstā uzdevumi atbilst Programmas izpildes 4. Posma izpildes līgumā definētajiem.



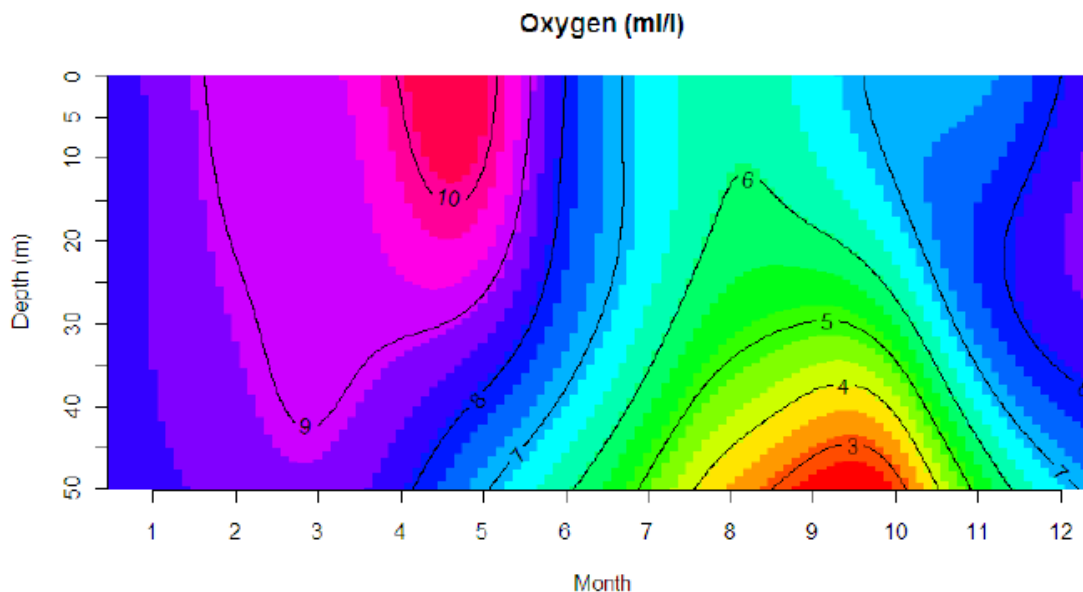
5. 1. Attēls Sāluma izmaiņu dinamika no 1973. – 2008. gadam Rīgas līča centrālajās stacijās (119., 120., 135., 121., 121A un 137A) piegrunts (apmēram 40 metri) slānī (Skudra 2009.).

Rīgas līcī piegrunts skābekļa gada dinamiku pamatā nosaka meteoroloģisko apstākļu un gada bioloģiskā cikla mijiedarbība. Tā pavasarī, pieaugot gaisa temperatūrai, sasilst ūdens virsējais slānis, kas nosaka izteikta termoklīna izveidošanos, kur ūdens temperatūra vidēji no 14 °C 15 m dziļumā samazinās līdz 4-6 °C 30 m dziļumā (attēls 5.2.).



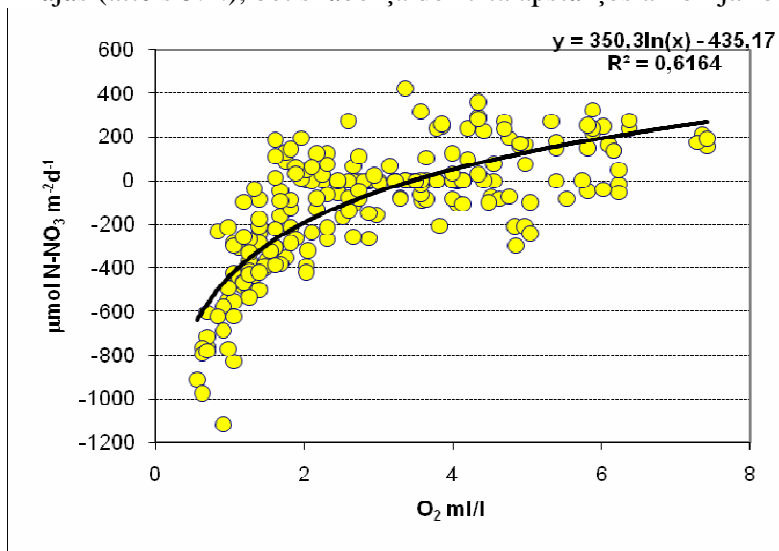
5.2. Attēls. Vidējā temperatūras gada dinamika Rīgas līcī, periods 1973. – 2008.gadi

Termoklīns būtiski ierobežo virsējo un dziļāko ūdens slāņu apmaiņu un līdz ar to arī skābekļa transportu uz dziļākiem ūdens slāņiem. Savukārt sedimentētā pavasara un vasaras bioloģiskās izcelsmes materiāla mineralizēšanās nosaka intensīvu skābekļa patēriņu, kā rezultātā ir novērojama skābekļa koncentrācijas samazināšanās piegrunts ūdenī (attēls 5.3.). Skābekļa patēriņa intensitāti nosaka sedimentētā bioloģiskās izcelsmes materiāla apjoms, ko savukārt nosaka ūdenī esošie biogēnu krājumi.



5.3. Attēls. Vidējā skābekļa koncentrācijas gada dinamika Rīgas līcī, periods 1973. – 2008. gadi

Skābekļa un temperatūras dinamika piegrunts ūdens slānī tiešā veidā kontrolē sedimentu virsējā slānī notiekošo biogeoķīmisko procesu raksturu un intensitāti. Saskaņā ar iepriekš veikto pētījumu rezultātiem, bioloģiskā materiāla mineralizācijas procesā slāpeklis izdalās amonija formā un ar skābekli bagātā ūdens vai sedimentu vidē oksidējas par nitrātiem, kuri daļēji atgriežas aprītē un daļēji denitrificējas, tā izejot no aprites. Tāpat, saskaņā ar iepriekš veikto pētījumu rezultātiem, būtu sagaidāms, ka pie augstas piegrunts ūdens skābekļa koncentrācijas slāpeklis no sedimentiem primāri izdalīsies nitrātu formā, kas šī projekta laikā arī daļēji apstiprinājās (attēls 5.4.), bet skābekļa deficīta apstākļos amonija formā.

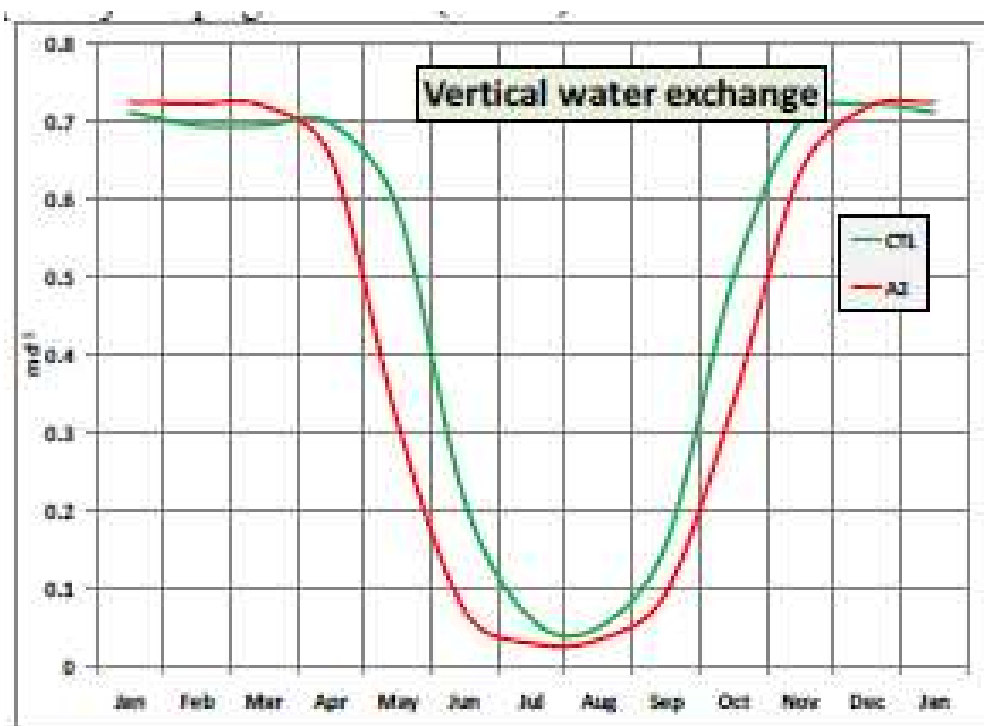


5.4. Attēls. Korelācija starp piegrunts ūdens skābekļa koncentrāciju un nitrātu plūsmām uz grunts-ūdens robežvirsmas.

## Baltijas jūras un Rīgas līča vides kvalitātes un produktivitātes modelētās prognozes

Nodaļā apskatīti 3.darba uzdevuma izpildes rezultāti. Projekta ietvaros nebija iespējams uzsākt Baltija jūras vides kvalitātes modelēšanu, līdz ar to darbi koncentrējās uz Rīgas līča ekosistēmu. Izmaiņas Rīgas līča ekosistēmā modelējām ar otrajā darba posmā pilnveidotu un kalibrētu bioģeoķīmisku modeli. Izejas dati, kas raksturo Rīgas līča fizikālo struktūrā mūsdienas klimatā (references scenārijs) un nākotnes klimatā atbilstoši ICCP A2 emisijas prognozēm, tika iegūti no DP 1. Izmantot viendimensionālu fizikālo modeli Rīgas līcim, DP 1 sagatavoja ūdens temperatūru profilus laika periodam 1961 – 1990 (kontroles) un 2071 – 2100 (A2). Modelēto temperatūras sadalījumu tālāk izmantojām, lai aprēķinātu ūdens apmaiņu starp eifotisku un dziļo slāni bioģeoķīmiskā modelī un lai pielāgotu dažādu procesu ātrumu izmaiņām temperatūras režīmam. Papildus ūdens temperatūrai modelī ir arī izmantota DP 1 prognozētā noteču un līdz ar to biogēnu vielu sezonālitate, nemainot kopēju biogēnu vielu slodzi.

Prognozētās izmaiņas Rīgas līča fizikālajā struktūrā ir ātrāka ūdens masas sasilšana un pastiprināta un paildzināta stratifikācija. Līdz ar to pazeminājās ūdens apmaiņa starp virsējo un piegrunts slāni (attēls 5.5).

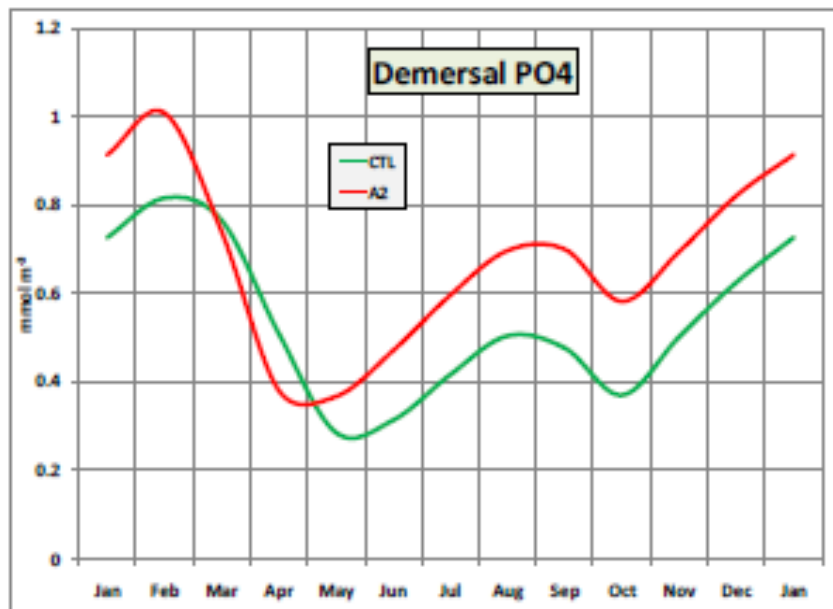


5.5. Attēls: Ūdens apmaiņa starp virsējo un piegrunts slāni, mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)

Vidēji temperatūra virsējā slāni paaugstinājās par 3 °C, piegrunts slāni par 1.5 °C salīdzinot kontroles un A2 scenāriju. Temperatūras paaugstināšana paātrina galvenokārt heterotrofās

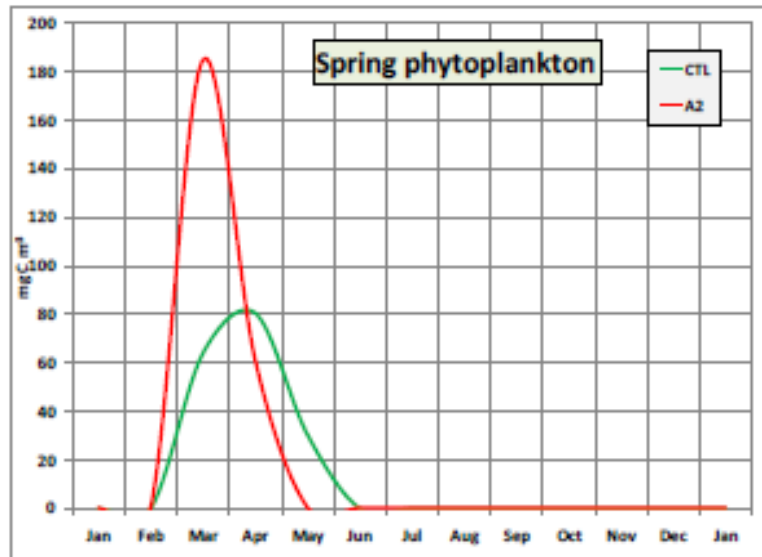


plūsmas biogeoķīmiskā modelī. Līdz ar to būtiski paātrinājās biogēno vielu reģenerācija. Salīdzinot ar kontroles – mūsdienu – klimatu, biogēno vielu akumulācija piegrunts slānī palielinājās (attēls 5.6).

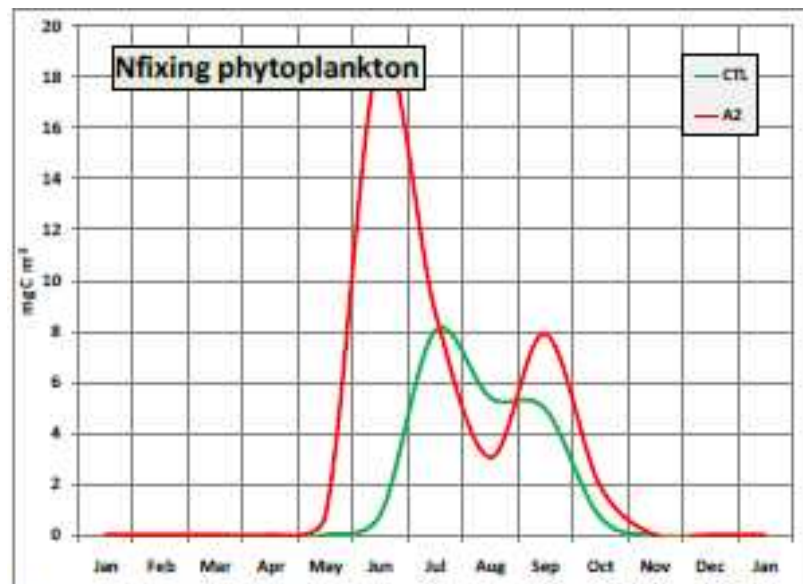


5.6. Attēls: Fosfātu koncentrācijas piegrunts slānī, mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)

Līdz ar to pastiprināta stratifikācija A2 klimata scenārijā tikai nedaudz samazina biogēno vielu iemaisīšanu virsējā slānī vasaras periodā. Paātrināta biogēno vielu reģenerācija arī noved pie augstākām biogēno vielu koncentrācijām ziemas periodā. Kopā ar ātrāku ūdens sasilšana un stratifikāciju šī akumulācija noved pie pastiprinātas, agrākas fitoplanktona ziedēšanas pavasarī (attēls 5.7). Arī vasaras periodā A2 scenārijs prognozē palielinātu fitoplanktona biomasu, kas ir galvenokārt saistīts ar paātrinātu biogēno vielu reģenerāciju eifotiskajā slānī. Modelis prognozē, ka būtiski pastiprināsies zilaļģu ziedēšanas gadījumi vasarā (attēls 5.8). Arī kopumā A2 klimata scenārijs atspoguļo, ka izteiktāk nekā mūsdienās, paaugstināsies primārā un sekundārā produkcija. Simulēta pirmprodukcija pieaug no 212 g C m<sup>-2</sup> gads<sup>-1</sup> līdz 298 g C m<sup>-2</sup> gads<sup>-1</sup>, bet gada vidējā zooplanktona biomasa pieaug no 17.1 g C m<sup>-2</sup> līdz 24.3 g C m<sup>-2</sup>.

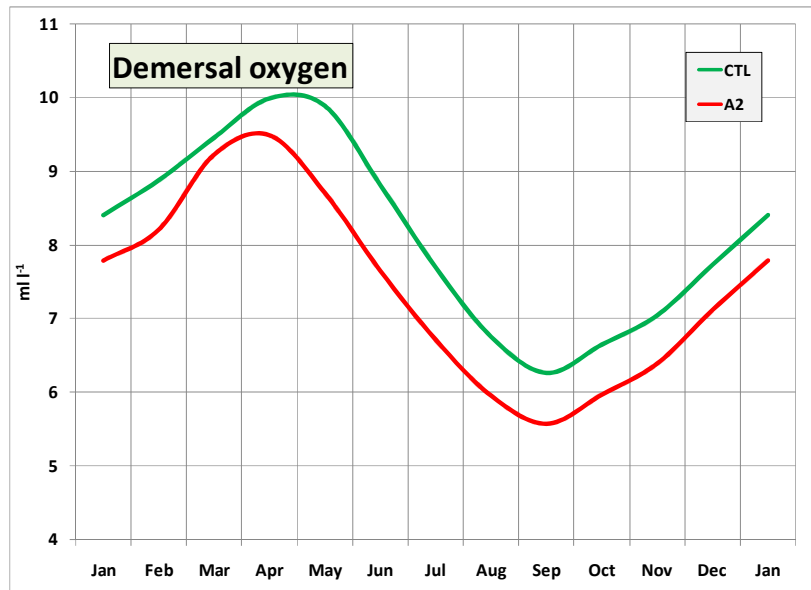


5.7. Attēls: Fitoplanktona biomasa pavasarī ziedošām sugām, mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)

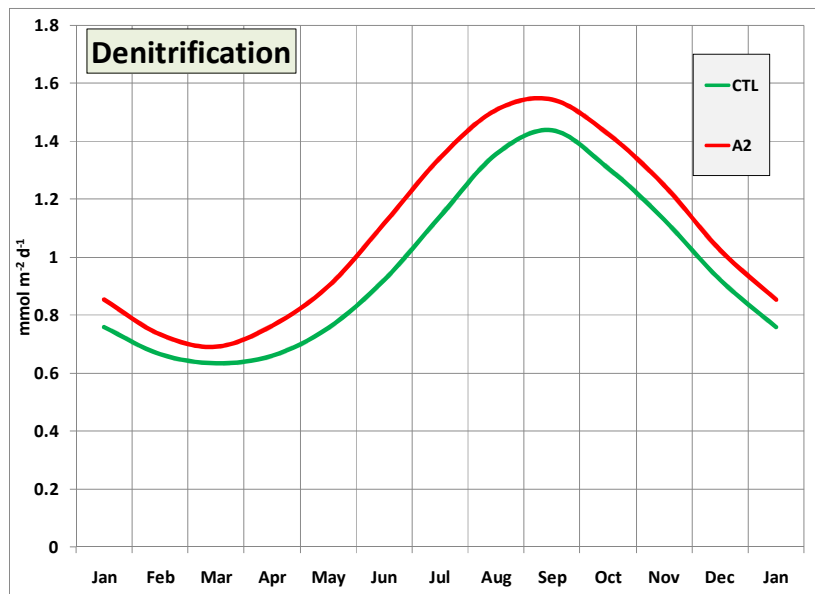


5.8. Attēls: Zilaļģu biomasa, mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)

Negatīvas ietekmes uz ekosistēmu galvenokārt sagaidāmas no prognozētām pazeminātām skābekļa koncentrācijām piegrunts slānī (attēls 5.9). Skābekļa koncentrācijas samazināšanu izraisa trīs procesu kombinācija: Samazināta skābekļa šķīdība siltākā virsējā slānī, palēnināts skābekļa transports stiprākas un paildzinātas stratifikācijas dēļ, un lielāks skābekļa patēriņš heterotrofu procesu rezultāta. Modelētās skābekļa koncentrācijas nesasniedz tādu līmeni, ka tās spētu apturēt denitrifikāciju. Gluži pretēji, A2 scenārijā palielinājās simulētā denitrifikācijas plūsma (attēls 5.10).

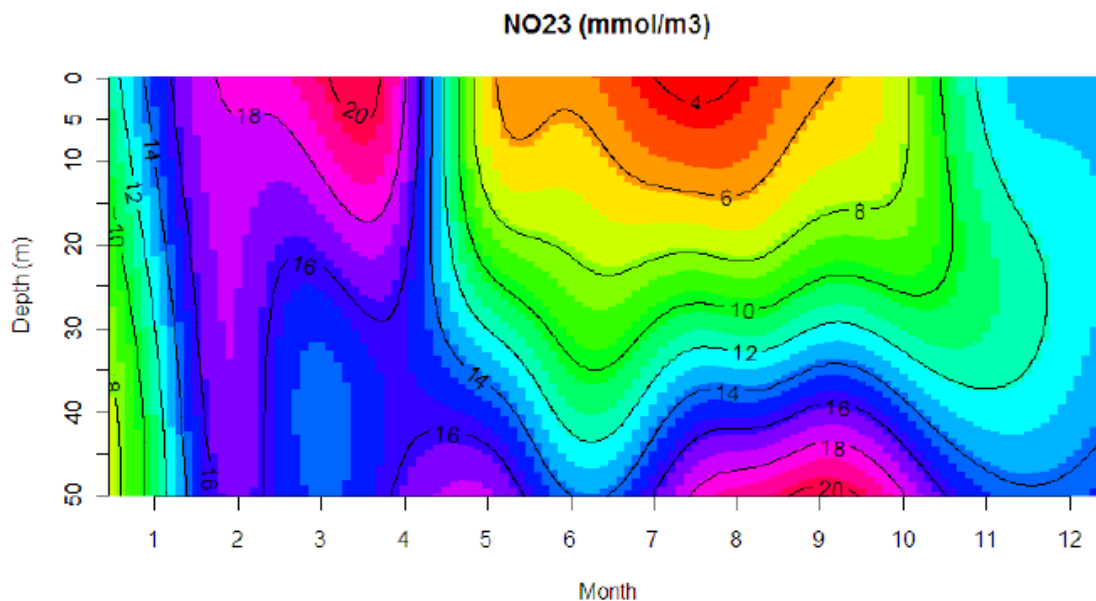


5.9. Attēls: Vidējā skābekļa koncentrācija ūdens slānī 10 – 50 m. Mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)



5.10. Attēls: Denitrifikācijas ātrums. Mēneša vidējās vērtības 30 gadu simulācijas periodā (CTL: kontrole 1961 – 1990, A2: A2 scenārijs 2071 – 2100)

Tomēr jāatzīmē, ka denitrifikācijas izmaiņu modelēšanas rezultāti ir pretrunā ar empīriski iegūtajiem rezultātiem, kas netieši norāda uz denitrifikācijas intensitātes izmaiņām ierobežotas skābekļa pieejamības apstākļos, lai gan kritiskā skābekļa koncentrācija, pie kuras denitrifikācija vairs nenotiek, nav sasniegta. Tā Rīgas līča dziļajā slānī novērojamā nitrātu akumulācija (attēls 5.11.) norāda uz to, ka denitrifikācijas intensitāte būtiski palēninās augustā – septembrī, kad novērojamas arī viszemākās skābekļa koncentrācijas.



5.11. Attēls. Nitrātu + nitrītu gada dinamika Rīgas līča centrālajā daļā (periods 1991. - 2004.gads par 119., 120., 121., 135., 102A un 137A staciju).

Novērotā pretruna uzskatāmi parāda nepieciešamību iegūt papildus empīrisku informāciju par denitrifikācijas intensitāti dažādās Rīgas līča dziļuma zonās, jo skābekļa koncentrācijas dinamika atšķirīga dažādos dziļumos. Bez tam sedimentu tips arī būtiski atšķiras atkarībā no dziļuma zonas. Un iepriekš iegūtā robežvērtība dod iespēju novērtēt tikai apstākļus pie kuriem denitrifikācija nenotiek, bet nedod iespēju izvērtēt apstākļus pie kuriem denitrifikācijas ātrums palēninās. Pēc papildus informācijas iegūšanas būs iespējams labāk kalibrēt modeli un iegūt precīzāku denitrifikācijas izmaiņu prognozi, kas ir ļoti būtiska tālāko uz eutrofikācijas mazināšanu vērsto pasākumu plānošanu, jo denitrifikācija ir viens no procesiem, kas bioloģiski pieejamo slāpekli izņem no aprites.

**Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.**

Eksperimentu rezultātā iegūtie rezultāti un modelētie procesi ir būtiski papildinājuši zināšanu bāzi par Rīgas līča vidi un to ietekmējošiem faktoriem. Rezultāti ir prezentēti gan Latvijas, gan starptautiska mēroga zinātniskās konferencēs un uz to bāzes ir sagatavoti zinātniski raksti. Bez tam iegūtie rezultāti ir identificējuši robus esošajās zināšanās un interpretācijā par

danitrifikācijas procesu kontrolējošajiem faktoriem, kas turpmāko pētījumu laikā būtu jāaizpilda.

Īpaši nozīmīgi iegūtie rezultāti ir saistībā ar uz Baltijas Jūras Rīcības Plāna izpildi vērstajām aktivitātēm, kā arī attiecībā uz Latvijas saistībām Ūdens ietvardirektīvas un Jūras ietvardirektīvas kontekstā. Rezultāti dos iespēju precīzāk novērtēt uz vides aizsardzību vērsto pasākumu efektivitāti, kas savukārt ierobežoto finansu apstākļos ir būtiski izvērtējot vides investīciju projektus.

### **Kopsavilkums**

Valsts pētījumu programmas izpildes gaitā 2009.gadā tika veikti eksperimentāli pētījumi, lai noskaidrotu izmaiņas grunts-ūdens robežvirsmas biogeoķīmiskajos procesos pie skābekļa koncentrācijām no 0.5 mg/l līdz 3 mg/l. Kā arī tika veikti modeļa aprēķini lai prognozētu izmaiņas Rīgas līča ekosistēmā pie klimata maiņas scenārijiem, kuri imitē temperatūras pieaugumu par 3 grādiem, upju slodzes pieaugumu un samazinājumu par 10 %, kā arī Rīgas līča ūdens apmaiņas ar Baltijas jūrasamazinājumu par 10 %. Iegūtie rezultāti dod iespēju izdarīt pirmos secinājumus:

- Upju slodžu izmaiņas par 10 % neradīs būtiskas izmaiņas Rīgas līča stāvoklī tuvāko 26 gadu laikā,
- Tomēr, ja netiks veikti papildus pasākumi, tad Rīgas līcis kļūs izteikti slāpekļa limitēta sistēma, kas vēl vairāk pastiprinās vasaras zilaļģu „ziedēšanas” intensitāti un ģeogrāfisko izplatību,
- Ūdens temperatūras pieauguma, pie nemainīgām slodzēm, rezultātā pieaugs fitoplanktona produktivitāte, vienlaicīgi samazinoties biomasai.

### **Ieteikumi eitrofikācijas stabilizēšanai un mazināšanai**

- Prognozētās klimata izmaiņas samazina piegrunts skābekļa koncentrācijas Rīgas līcī. Līdz ar to klimata izmaiņas padara līča ekosistēmu jutīgāku pret biogēno vielu slodžu palielināšanu un, lai sasniegtu to pašu efektu kā mūsdienās nākotnē slodzes vajadzētu samazināt attiecīgi vairāk.
- Klimatu izmaiņas izraisa pastiprinātu zilaļģu ziedēšanu un padara Rīgas līci īpaši jutīgu pret fosfora slodzes paaugstināšanu. Līdz ar to fosfora slodzes samazinājumam ir liela nozīme Rīgas līča ekosistēmas pārvaldīšanā

Darba paketes vadītājs: J.Aigars



## **Darba pakete Nr. 6: KLIMATA MAIŅAS IETEKME UZ BALTIJAS JŪRAS EKOSISTĒMĀM UN BIOĻĢISKO DAUDZVEIDĪBU**

### **6.1. Darba paketes mērķis:**

Izvērtēt klimata izmaiņu iespējamo ietekmi uz ekosistēmām Baltijas jūras Latvijas teritoriālajos ūdeņos, lai sekmētu jūras vides kvalitātes un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu jūras resursu ilgtspējīgai izmantošanai.

### **6.2. Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi**

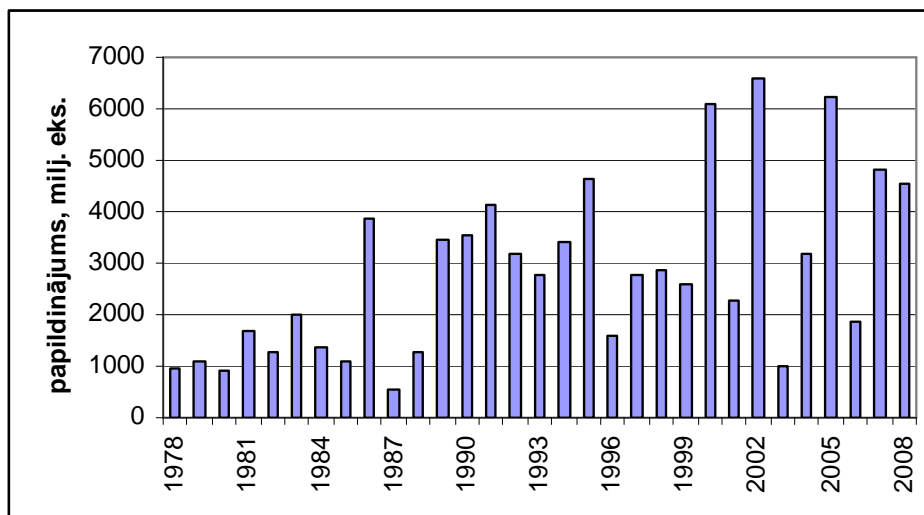
1. Prognostiskā modeļa pilnveidošana Rīgas jūras līča reņģes krājumu un paaudzuražības paredzēšanai ilgtermiņa klimata režīma un antropogēno slodžu ietekmē un modeļa pārbaude citām svarīgām Baltijas jūras zivju sugām (menca, brētliņa).
2. Baltijas jūras un Rīgas līča bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmas iespējamo izmaiņu prognozes izstrādāšana.
3. Ieteikumu jūras vides apsaimniekošanai izstrādāšana, ņemot vērā klimata maiņas prognozes.
4. Ieteikumu zivsaimniecībai izstrādāšana, ņemot vērā zivju krājumu attīstības tendences.
5. Darba rezultātu prezentēšana zinātniskos forumos, publikāciju sagatavošana

### **6.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:**

**1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

**Prognostiskā modeļa pilnveidošana Rīgas jūras līča reņģes krājumu un paaudzuražības paredzēšanai ilgtermiņa klimata režīma un antropogēno slodžu ietekmē un modeļa pārbaude citām svarīgām Baltijas jūras zivju sugām (menca, brētliņa).**

2008.gadā tika izstrādāts prognostiskais vidēja termiņa modelis Rīgas jūras līča reņģei, kas izmantoja sakarības starp reņģes paaudžu ražību un ūdens temperatūru maijā, kas būtiski ietekmē reņģes atražošanās sekmīgumu. Modelis tika izmantots, lai veiktu vairākus krājuma un nozveju dinamikas aprēķinus pie dažādiem ūdens temperatūras režīmiem. Modeļa aprēķina rezultāti parādīja, ka, paaugstinoties vidējai ūdens temperatūrai maijā, līča reņģes krājumi un nozvejas palielināsies, un šis pieaugums ir atkarīgs no tā, par cik palielināsies ūdens temperatūra. 2009.gadā veiktais krājumu novērtējums apstiprināja iepriekš konstatētās sakarības un prognozēto reņģes paaudžu ražību. Pēc 2007.gada siltās ziemas reņģes paaudze ir ļoti ražīga, bet 2006.gada paaudze ir neražīga, jo šajā gadā bija auksta ziema (5.1.attēls). 2009.gada hidroakustiskajā uzskaitē konstatētais 1 gadu vecu reņģu daudzums norāda, ka šī paaudze arī būs ražīga, atbilstoši 2008.gada siltajai ziemai.



6.1.attēls. Rīgas jūras līča reņģes papildinājums (1 gadus vecas reņģes skaits)

Tika veikts darbs pie prognostiskā vidēja termiņa modeļa Austrumbaltijas mencai. Tāpat kā Rīgas jūras līča reņģei modelim par pamatu tika izmantots Tomsona – Bella tipa prognostiskais vidēja termiņa modelis, kuru izmanto zivju krājumu un nozvejas dinamikas prognozēšanai. Izmantotais modelis ļauj prognozēt nārsta krājuma biomasas, papildinājuma un zvejas izraisītās mirstības dinamiku 10 gadiem. Tradicionāli tajā par pamatu dinamiku novērtējumam tiek izmantota krājuma –papildinājuma attiecība, kura balstās uz Rikera vai Bevertona-Holta vienādojumiem (ICES, 1998). Mencas krājuma – papildinājuma attiecību raksturošanai tika pieņemts Rikera modelis (Ricker, 1954). Rikera modelis pieņem, ka paaudžu ražība ir proporcionāla nārsta krājumam, bet, ja nārsta krājums pārsniedz optimālu lielumu, konkurences rezultātā papildinājums pakāpeniski samazinās. Lai simulētu vides faktoru ietekmi uz krājuma atjaunošanu klasisko Rikera modeli papildinājām ar funkciju  $f(Env)$ , kas atspoguļo viena vai vairāku vides faktoru lineāru kombināciju. Lai prognozētu mencas krājuma un papildinājuma vidēja un ilgtermiņa attīstības prognozes Baltijas jūrā, ņemot vērā vides faktoru izmaiņas un iespējamās klimata izmaiņas, katrā no pielietotajiem prognozes modeļiem tika apskatīti sekojoši scenāriji:

1. Rikera modelis kā vides faktoru ietverot nārsta tilpumu ( $RV$ ). Tā kā Ziemeļjūras ieplūdumi nav prognozējami, tad modelis tika simulēts pie dažādiem  $RV$  līmeņiem, pieņemot, ka modelētā perioda otrajā gadā ieplūdumu rezultātā izveidojas liels  $RV$  un mencai būs labvēlīgi nārsta apstākļi. Turpmākajos gados  $RV$  tika pieņemts tuvs iepriekšējo gadu mediānai. Šādi scenāriji tika izveidoti, lai novērtētu, cik lielā mērā mencu vairošanos ietekmē vide un cik lielā mērā zveja. Prognoze tika sastādīta pie sekojošiem zvejas mirstību līmeņiem:

a) Zvejas mirstība 2005.-2007.gadu augstā līmenī ( $F=1.08$ );

b) Zvejas izraisītās mirstības samazināšana no augstā 2007. gada līmeņa uz 0.3, kas atbilst Eiropas Komisijas noteiktajam mencu krājumu atjaunošanas daudzgadu plānam.

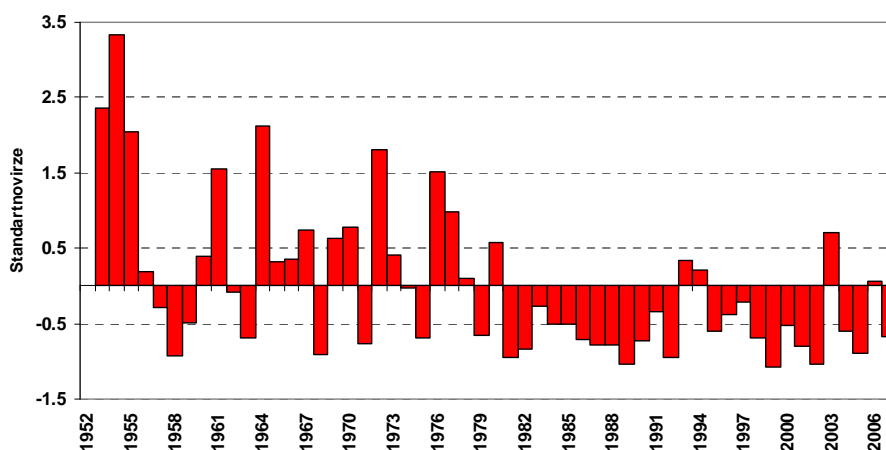
2. Rikera modelis kā vides faktoru ietverot Baltijas jūras sāļuma ( $Sal_{80-100}$ ) izmaiņu prognozi. Sāļuma scenārijus izstrādāja ICES WGIAB darba grupa, ņemot pa pamatu sāļuma un temperatūras izmaiņu prognozes Baltijas jūrai atbilstoši IPCC A2 emisijas scenārijam (BACC, 2008, Meier, 2006). Mencas krājumu dinamikas prognoze tika sastādīta, izmantojot sekojošus Baltijas jūras sāļuma izmaiņu scenārijus:

- a) sāļuma svārstības ap mediānu turpmāko 95 gadu laikā (līdz 2100.gadam);
- b) sāļuma samazināšanas par vienu lpsu turpmāko 95 gadu laikā, pieņemot, ka tas atspoguļotu klimata izmaiņas Baltijas jūrā.

Abos augstāk minētajos scenārijos ilgtermiņa prognoze tika veikta pie sekojošām zvejas izraisītajām mirstībām:  $F=1.08$ ,  $F=0.7$ ,  $F=0.3$  un  $F=0$  (nav mencu zvejas).

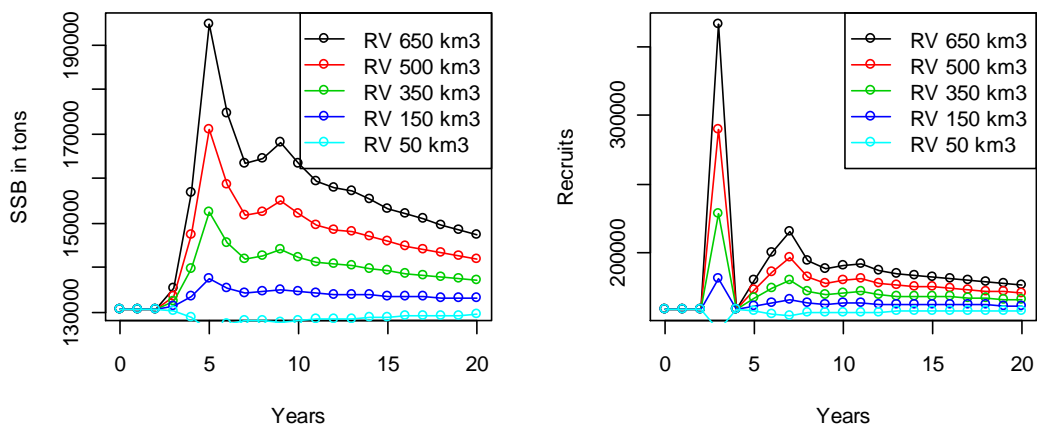
Izmaiņas ūdeņu apmaiņā ar Ziemeļjūru, kopš 1980.gada ir radījušas būtisku mencu nārsta apstākļu (ikru izdzīvošanas apstākļu) izmaiņas. Salīdzinot daudzgadīgo datu rindu redzams, ka kopš 1980.gada RV uzrāda negatīvas anomālijas (6.2.attēls). Mencu nārsts sekmīgi varēja notikt tikai Baltijas jūras dienviddaļā, respektīvi, Bornholmas ieplakā. Lai arī 1993., 1994. un 2003. gados bija novēroti nozīmīgi Ziemeļjūras/Kategata ūdeņu ieplūdumi Baltijas jūrā (RV palielināšanās), tomēr nārsta krājuma palielināšanās netika novērota. Domājams, ka tas varētu būt saistīts ar, pirmkārt, lielo/vecāko nārstojošo zivju ievērojamu samazināšanos nārsta populācijā, un otrkārt, rūpnieciskos izmērus nesasniegušo zivju izmetuma palielināšanos. Tas nozīmē, ka krājuma uzlabošanas bremsējošie faktori ir neadekvāta zvejas regulēšana, kas neļauj krājumam palielināties labvēlīgu nārsta apstākļu ietekmē.

Kā rāda vidēja termiņa prognoze, ja perioda otrajā gadā ir viens liels RV palielinājums, pēc kura atkal RV samazinās līdz mediānas līmenim, tad krājuma būtiska palielināšanās noris tikai, ja zvejas mirstība tiek samazināta (6.3. un 6.4.attēls). Tas norāda, ka, ja zvejas mirstība tiek saglabāta augstā līmenī, krājuma palielināšanās var notikt tikai uz dažiem gadiem. Šai sakarā ir būtiska zvejas izraisītās mirstības samazināšana, kas acīmredzot ir viens no būtiskākajiem elementiem krājumu racionālā ekspluatācijā. Savukārt RV līmenis norāda, cik ātri un kādā līmenī krājums varēs atjaunoties.

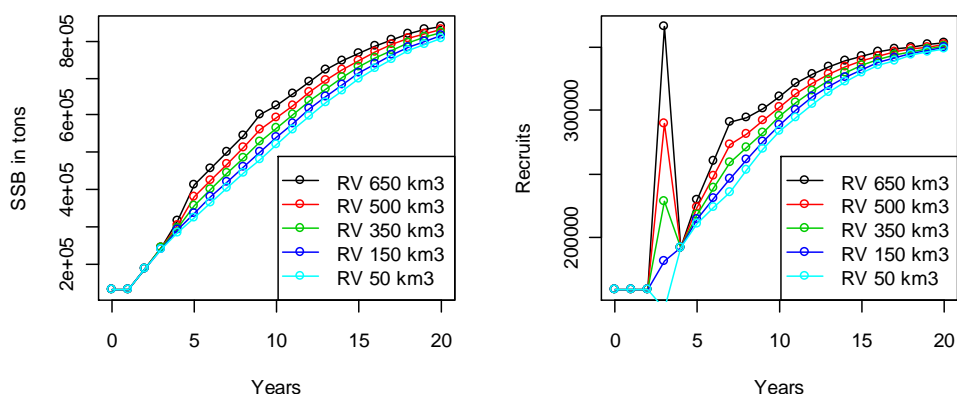


6.2.attēls. Mencas nārsta tilpuma (RV) anomālijas.





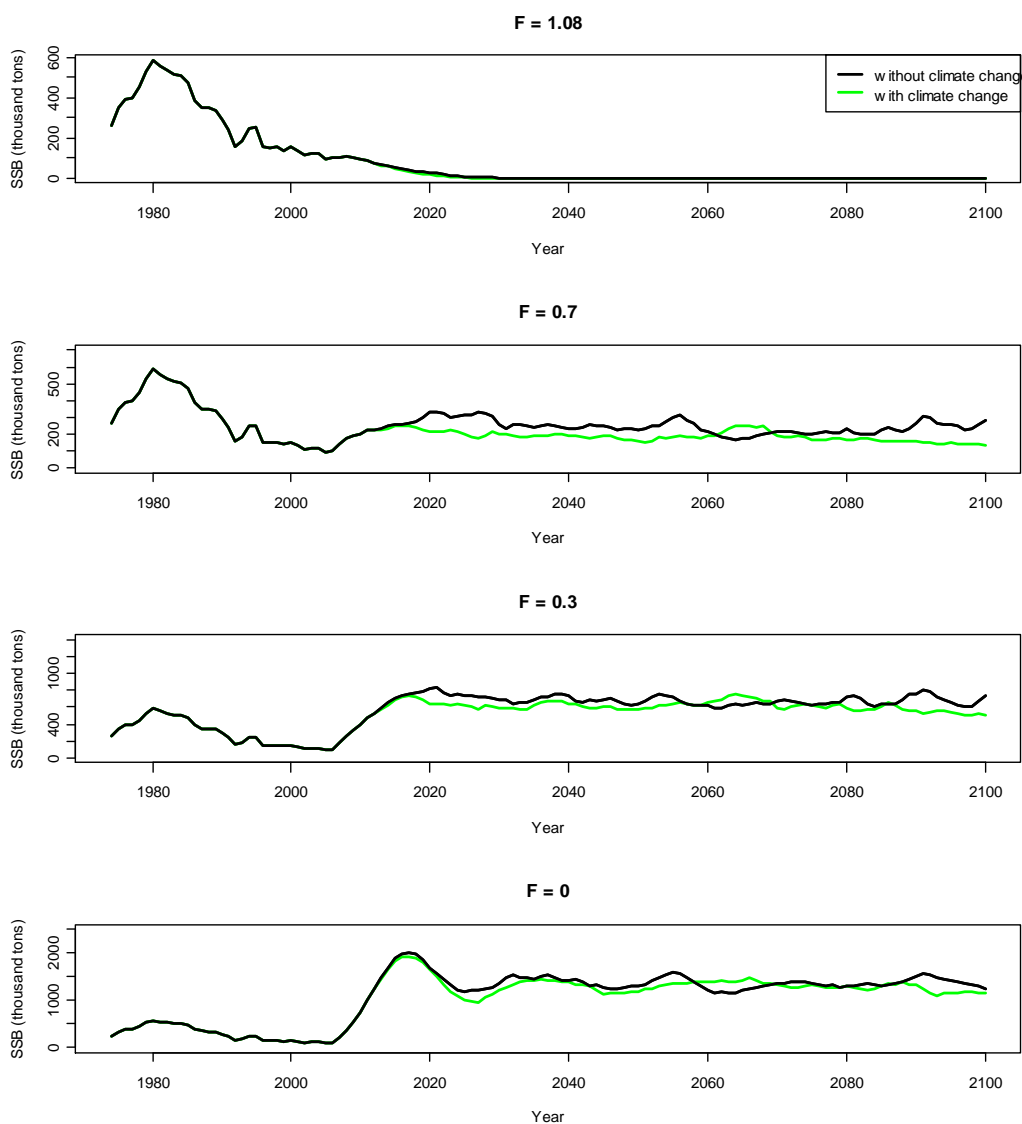
6.3.attēls. Vidēja termiņa prognoze mencas nārsta krājumu un papildinājuma dinamikai, izmantojot modificēto Rikera modeli, kur kā vides faktors ir nārsta tilpumu (RV). 1.scenārijs: Zvejas izraisītā mirstība 2005.-2007.gadu augstā līmenī ( $F=1.08$ ). RV palielināšanās 2. gadā.



6.4. attēls. Vidēja termiņa prognoze mencas nārsta krājumu un papildinājuma dinamikai, izmantojot modificēto Rikera modeli, kur kā vides faktors ir nārsta tilpumu (RV). 2.scenārijs: zvejas izraisītās mirstības samazināšana no augstā 2007.gada līmeņa līdz 0.3. RV palielināšanās 2. gadā

Ietverot modelī ūdens sāļumu, prognozētie mencas papildinājuma lielumi būtiski neatšķiras no novērotajiem -  $R^2 = 0.53$ ,  $p < 0.001$ . Kā rāda modeļa simulācijas, tad pie augstas zvejas izraisītās mirstības ( $F = 1.08$ ), mencas nārsta krājums desmit gadu laikā, neatkarīgi no klimata scenārija, praktiski izzūd (6.5.attēls). Zvejas izraisītai mirstībai samazinoties līdz 0.7, mencas nārsta krājums jau uzrāda zināmu stabilitāti. Ja zvejas izraisītā mirstība tiek vēl tālāk ierobežota, krājuma stabilizējas vēl augstākā līmenī. Kopumā klimata izmaiņu ietekme uz prognozētiem nārsta krājumiem ir neliela. Tā ir lielāka pie zvejas mirstības  $F = 0.7$  un

samazinās, samazinoties zvejas mirstībai. Šī tendence ir izskaidrojama ar izmantotā Rikera modeļa īpatnībām. Kad nārsta krājums pārsniedz 500 000 t, prognozētā paaudžu ražība krītas, jo pieaug populācijas blīvums. Tāpēc, palielinoties nārsta krājumam vēl vairāk, atšķirības starp paaudžu ražību pie dažādiem sāļumiem kļūst pakāpeniski mazākas. Līdz ar to, scenāriji ar lieliem nārsta krājumiem uzrāda mazākas atšķirības starp esošo un nākotnes prognozētajām klimata izmaiņām.



6.5.attēls. Mencas krājumu dinamika, balstoties uz Rikera modeli, kas izmanto sāļuma izmaiņu prognozi pie dažādiem zvejas izraisītās mirstības līmeņiem.

Ka rāda abu modificēto Rikera modeļu vidējā un ilgtermiņa prognozes, tad vides apstākļu izmaiņu ietekmes uz mencas krājumu dinamiku, salīdzinot ar zvejas intensitātes izmaiņām, ir mazāk nozīmīgas. Krājums saglabāsies zema līmenī pat pie nārstam labvēlīgiem vides

apstākļiem, ja tie uzlabosies īslaicīgi un ja nenotiks izmaiņas zvejas regulēšanā. Tā kā kopš 2003.gada būtisku nārsta apstākļu uzlabošanās nav novērota, ražīgo paaudžu parādīšanās 2005. un 2006.gadā ir saistīta stingrāku zvejas kontroles sistēmas izveidošanu un zvejas dienu skaita limitēšanu, kas būtiski samazināja mazizmēra zivju izmetumus.

Turpināta brētliņas krājumu dinamikas analīze un iespējamā prognoze. Analīzē konstatēts, ka brētliņas krājumu ilglaicīgās izmaiņas norāda uz to periodisko raksturu un to labi apraksta periodiska funkcija. Periodiskās funkcijas pakļaujas līdzīgām likumsakarībām, kādas tās ir trigonometriskās regresijas vienādojumiem:  $y'' = y' + b \sin\left(\frac{360}{r}x\right) + c \cos\left(\frac{360}{r}x\right)$

kur  $y''$  – periodiskās funkcijas vērtība,

$r$  – mērījumu skaits, kas mūsu gadījumā bija 30 gadi,

$x$  – gada kārtas skaitlis,  $x_1=0$ , pēdējais skaitlis ir  $x_r-1$ .

Mūsu gadījumā pielietotās pamatformulas izskatījās šādi:

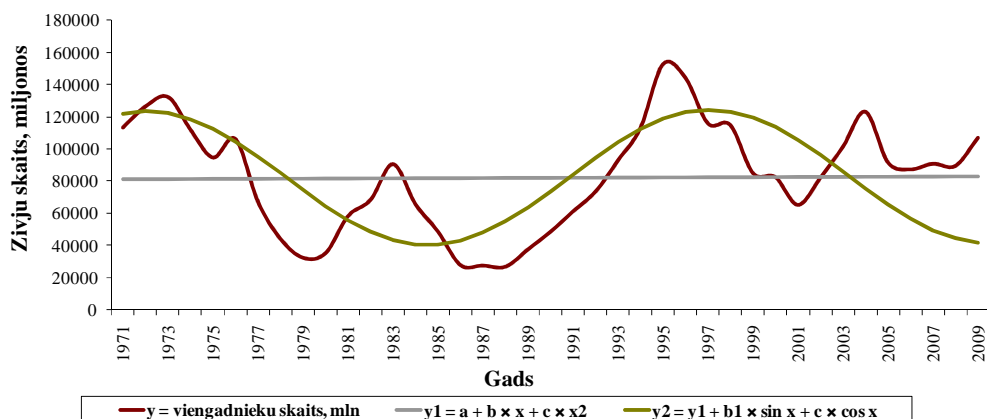
$$y_i'' = y_i' + 29631 \sin x_i + 53953 \cos x_i \quad \text{un} \quad y_i' = 6,1 - 984,3x + 0,515x^2$$

Izmantojot otrās pakāpes parabolas vienādojumu  $y' = a + bx + cx^2$ , tika noskaidrots, ka 30 gadu periodā brētliņu krājuma papildinājumam ir tendence pieaugt – melnā līnija uz grafika, kas šajā gadījumā līdzinās taisnei (6.5.attēls). Tad, pielietojot vienādojumu  $y'' = y' + b \sin x + c \cos x$ , tika atrasta līkne, kas apraksta paaudžu ražības svārstību likumsakarības šajā periodā – brūnā līnija uz grafika.

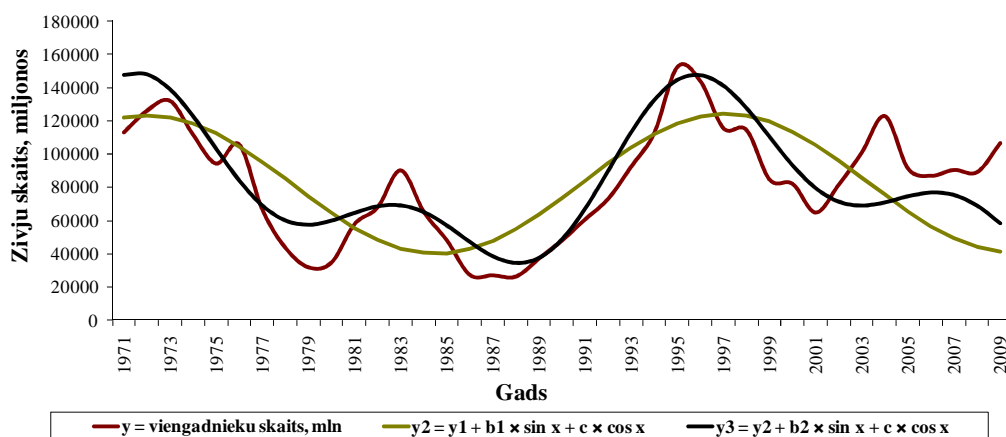
Viengadnieku jeb krājuma papildinājuma skaits katru gadu ievērojami atšķiras (6.6.attēls). Krājuma papildinājuma dinamikas likumsakarības atrastas, pielietojot otrās pakāpes parabolas vienādojumu  $y_1 = a + b \times x + c \times x^2$ , noskaidrojot, ka 38 gadus ilgā periodā iezīmējas vāja tendence krājuma papildinājumam palielināties.

Tad, izmantojot vienādojumu  $y_2 = y_1 + b_1 \times \sin x + c \times \cos x$ , atrasta izlīdzināta līkne, kas apraksta ikgadējo papildinājuma lieluma izmaiņu likumsakarības ar 25 gadu periodu.

Iegūtā līkne labi parāda brētliņu paaudžu ražības svārstību periodiskuma likumsakarības daudzu gadu griezumā. Tomēr izmantot tikai šo līknes vienādojumu prognozēšanai nebūtu pareizi, jo faktisko datu atšķirības no prognozētajiem ir diezgan ievērojamas un savstarpējais korelācijas koeficients ir 0,57. Lai aprēķinātos datus maksimāli pietuvinātu reālajiem, pielietota vēl viena periodiskā funkcija, tikai šoreiz ar 12 gadu periodu –  $y_3 = y_2 + b_2 \times \sin x + c \times \cos x$  (6.7.attēls). Korelācijas koeficients starp rādītājiem šajā gadījumā jau bija 0,86. Kad iegūti iespējamās dabīgās un zvejas mirstību lielumi, un var aprēķināt jebkuras paaudzes ražību nākotnē, nav grūti arī prognozēt brētliņu kopējā un nārsta krājumu dinamiku, kā arī optimālo nozveju.

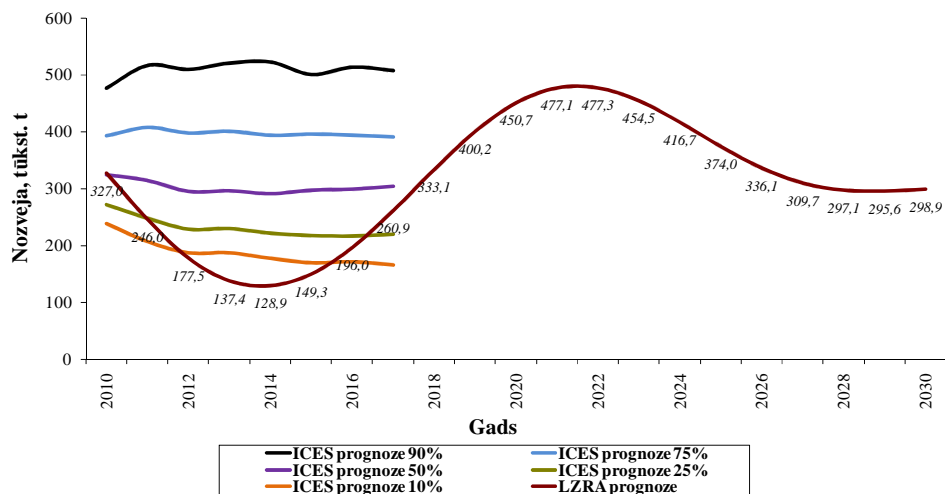


6.6. attēls. Brētliņu paaudžu ražības tendence.



6.7.attēls. Brētliņu paaudžu ražības periodisko funkciju līknes.

LZRA izstrādātā brētliņu nozvejas prognožu līkne ievērojami atšķiras no ICES izmantoto prognožu līknēm (8.attēls). Mūsu izstrādātā prognoze ir līdz 2030. gadam, bet ICES ar daudziem iespējamību variantiem ir veidota līdz 2017. gadam. Galvenā atšķirība ir tā, ka ICES prognozēs tiek izmantota nemainīga brētliņu paaudžu ražība, bet mēs vispirms prognozējam, kā tā varētu mainīties, un tikai pēc tam dodam iespējamo nozveju prognozi.



6.8.attēls. LZRA un ICES veidoto brētliņu nozvejas prognožu salīdzinājums.

Izanalizējot iegūtos datus, var novērot, ka, sākot ar 2010. gadu, līdz 2015. gadam ir gaidāms gan krājumu, gan nozveju samazinājums, bet pēc 2015. gada var sagaidīt brētliņu krājumu un nozveju pieauguma ciklu, kas, iespējams, ilgs 7-11 gadus. Prognozētās pieļaujamās nozvejas labi saskan ar pēdējo gadu faktisko pieļaujamo nozveju samazinājumu. Arī turpmāko gadu prognozētais samazinājums ir ļoti ticams, ņemot vērā mencas krājumu pieaugumu un ar to saistīto brētliņas dabiskās mirstības palielināšanos. Tādos apstākļos, lai brētliņas krājumi strauji nesamazinātos un saglabātos atražošanās potenciāls, būs jāsamazina zvejas izraisītā mirstība un attiecīgi pieļaujamās nozvejas līmenis.

Zivju krājumu vidējā termiņa prognozēm ir nozīme, lai zvejnieki varētu savlaicīgi regulēt savu zvejas kapacitāti. Šīs prognozes tiks izmantotas, lai ieteiktu zvejniekiem optimālākos variantus, samazinot zvejas kuģu skaitu, kas tiek darīts ar mērķi, lai sabalansētu zvejas flotes kapacitāti ar pieejamiem zvejas resursiem.

## 2.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

### **Baltijas jūras un Rīgas līča bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmas iespējamo izmaiņu prognozes izstrādāšana.**

Prognožu izstrādāšanai izmantoti eksperimentālo darbu rezultāti, kas veikti 2007.-2009.g., 2007.g. lauka darbu rezultāti, kā arī daudzgadīgā materiāla analīze un KALMEs DP1 un DP5 modeļu rezultāti.

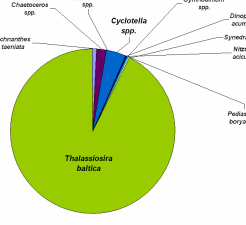
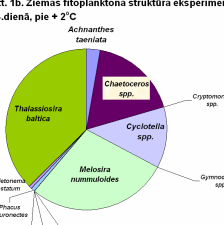
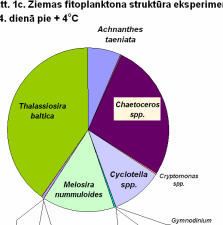
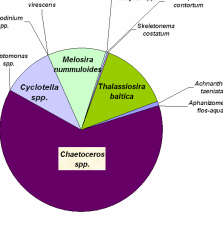
#### *Rīgas līcis*

Gan globālie klimata izmaiņu attīstības scenāriji, gan VPP KALME DP1 rezultāti norāda, ka ūdens temperatūrai Latvijas jūras ūdeņos būs tendence pieaugt. Tāpat vismaz par mēnesi palielināsies periods, kad eksistē sezonālais termoklīns un ūdens slāņi nesajaucas – visur, kur dziļums pārsniedz 20 metrus. Tādējādi sagaidāma kompleksa vides apstākļu ietekme uz ekosistēmas procesiem pelaģiskajos un bentiskajos biotopos. Vispilgtāk izmaiņas gan izpaudīsies veģetācijas perioda laikā no marta beigām līdz oktobra otrajai pusei. Sagaidāmā

ledus segas izžušana nozīmē principā agrāku procesu uzsākšanos, t.i. fito- un zooplanktona attīstību, kā arī bentosa sugu vairošanās perioda pārbīdi laikā. Fitoplanktona sugu izmaiņas **ziemā** gan iespējamas tikai temperatūrai paaugstinoties vairāk kā par 10 grādiem, kas netiek paredzēts nevienā no scenārijiem. Taču eksperimentālie rezultāti liecina, ka pieaugot nokrišņu daudzumam, izzūdēt ledus kārtai un paaugstinoties temperatūrai gaidāmas sekojošas Rīgas liča fitoplanktona strukturālās izmaiņas: dominējošo arktiskā kompleksa sugu kā *Achnanthes taeniata* samazināšanās un boreālā kompleksa sugu *Thalassiosira baltica*, *Chaetoceros spp.* un *Melosira nummuloides* pieaugums (6.1.tab.).

6.1. tabula

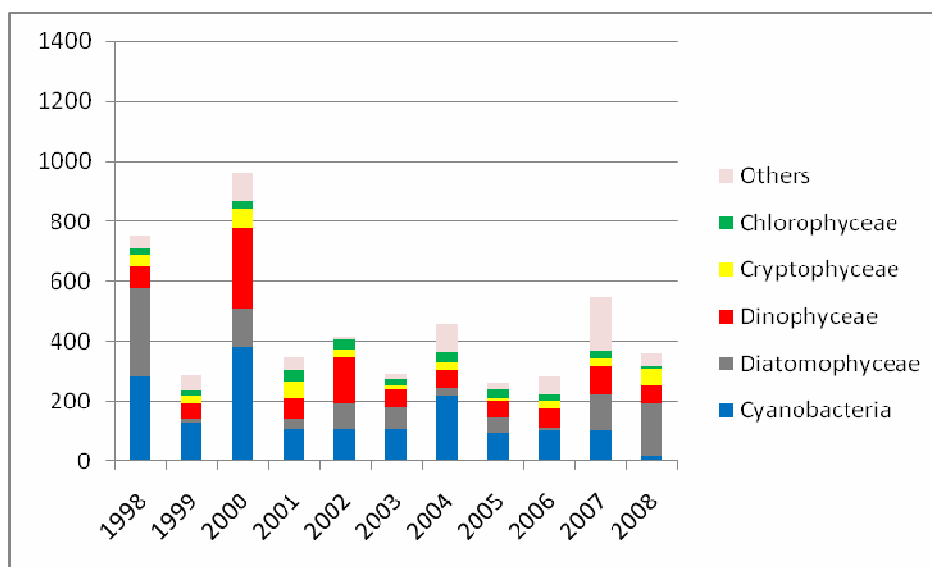
Ziemas fitoplanktona **dominējošo sugu izmaiņas** pie paaugstinātas temperatūras (%)

Eksperimenta sākumā	Eksperimenta beigās		
Rīgas līcis	+2°C	+4°C	+6°C
 <p>Att. 1a. Ziemas fitoplanktona struktūra eksperimenta sākumā</p>	 <p>Att. 1b. Ziemas fitoplanktona struktūra eksperimenta 14.dienā, pie + 2°C</p>	 <p>Att. 1c. Ziemas fitoplanktona struktūra eksperimenta 14. dienā pie + 4°C</p>	 <p>Att. 1d. Ziemas fitoplanktona struktūra eksperimenta 14. dienā pie + 4°C</p>
<b>Arktiskā un boreālā sugu kompleksa biomasu izmaiņas %</b>			
Arktiskās 1 %	Arktiskās 4 %	Arktiskās 7 %	Arktiskās 1 %
Boreālās 99 %	Boreālās 96 %	Boreālās 93 %	Boreālās 99 %
<b>Sugu daudzveidība (Shanon indekss)</b>			
0,7	1,8	1,8	1,2
<b>Temperatūras izraisītais fitoplanktona biomasas pieaugums, reizes</b>			
	1 x	1,4 x	4,9 x

Fitoplanktona **pavasara** attīstībā dominējošo sugu sastāvs atkarīgs no biogēnu koncentrācijām un ūdens masu stabilitātes. Ja izmaiņu virziens sakrīt ar DP5 modeļa rezultātiem, t.i. augstākām biogēnu koncentrācijām un agru ūdens masu stratifikāciju, tad iespējama pašreiz dominējošo kramaļģu daudzuma mazināšanās un dinoflagelātu (*Peridiniella catenata*) īpatsvara pieaugums kopējā fitoplanktona biomasā. Ja savukārt būs pastiprināta vēju darbība un tās izraisīta ūdens masu dinamika, tad kramaļģu dominance saglabāsies, jo ūdens turbulence veicina šīs grupas uzturēšanos pelagiālē. Eksperimentu rezultāti vēl norāda, ka paaugstināta temperatūra palielinās pavasara sugu daudzveidību –

pieaugot Šenona indeksam. Pavasara periodā zooplanktona attīstību vairāk ietekmē ūdens temperatūra, mazāk – barības (fitoplanktona) sastāvs. Tādējādi arī zooplanktona cenozē prognozējama ātrāka attīstība, bez būtiskām sugu sastāva izmaiņām, jo līdz +15° temperatūras sasniegšanai līcī kopējo zooplanktona daudzumu nosaka vien 3-4 sugas ar plašu vides parametru optimumu. Pavasara beigu daļā un dinoflagelātu dominances gadījumā iespējama intensīvāka virpotāju (*Rotatoria*) grupas attīstība.

Arī **vasaras** periodā planktona cenožu attīstībā nozīme būs ne tikai temperatūras pieaugumam un ūdens stratifikācijai, bet arī vēju darbības intensitātei. DP5 modeļa prognozes par zilaļģu daudzuma pieaugumu vasarā var nepiepildīties, ja vēju darbība būs pastiprināta. Līča piekrastē būs biežāk novērojami apvelingi (dziļo slāņu ūdens uznešana virspusē), kas paaugstinās barības vielu koncentrācijas un veicinās kramaļģu *Actinocyclus octonarius*, *Skeletonema costatum*, zaļaļģu *Monoraphidium contortum*, *Oocystis spp.*, flagelātu, to skaitā *Dinophysis acuminata*, *Chrysochromulina spp.*, kriptofītaļģu attīstību. Zilaļģu (visbiežāk *Aphanizomenon flos-aquae*) attīstība būtu vairāk iespējama līča atklātajā daļā vasaras beigās, rudens sākumā, ja relatīvi augstas temperatūras periods būs garāks. Pēdējo 10 gadu novērojumi, kad vasarās vēja darbība bijusi intensīvāka nekā 20. gs. 90. gados, liecina, ka zilaļģu īpatsvars kopējā fitoplanktona daudzumā pakāpeniski samazinājies (6.9.att.).

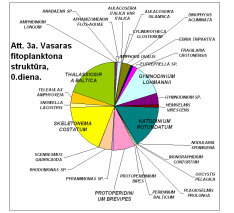
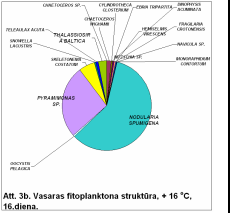
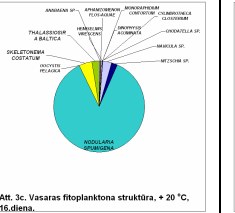
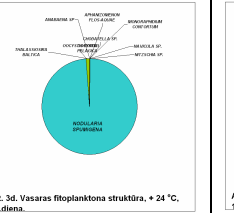
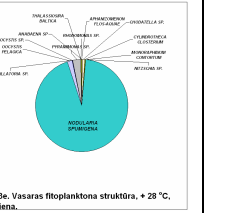


6.9.att. Fitoplanktona grupu biomasas ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dinamika Rīgas līča atklātajā daļā 1998.-2008.g. vasarā.

Taču fosfātu koncentrācijām un temperatūrai pieaugot, iespējama eksperimentāli novērotā situācija, kad kopējā fitoplanktona biomasa ievērojami pieaug uz tieši uz potenciāli toksisko zilaļģu (ciānobaktēriju) rēķina (6.2.tab.).

6.2.tabula

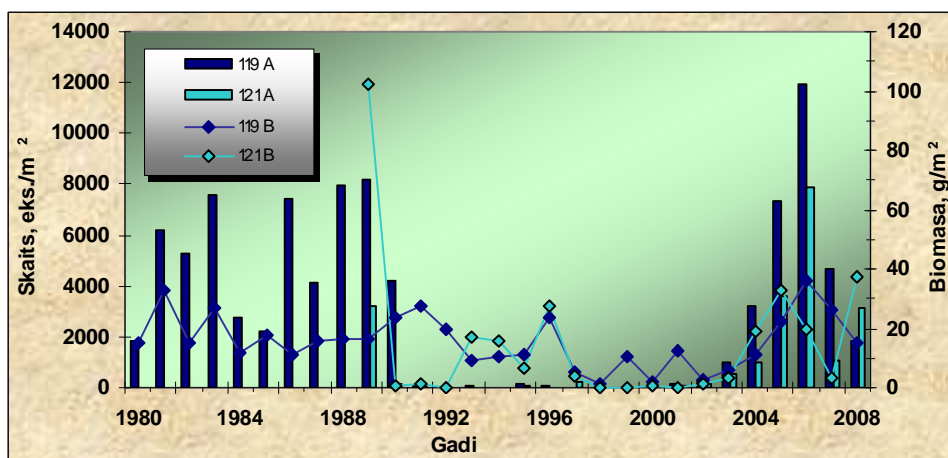
Vasaras fitoplanktona **dominējošo sugu izmaiņas** pie paaugstinātas temperatūras (%)

Eksperimenta sākumā	Eksperimenta beigās			
	Rīgas līcis	+16°C	+20°C	+24°C
 <p>Att. 3a. Vasaras fitoplanktona struktūra, 0.diena.</p>	 <p>Att. 3b. Vasaras fitoplanktona struktūra, + 16 °C, 16.diena.</p>	 <p>Att. 3c. Vasaras fitoplanktona struktūra, + 20 °C, 16.diena.</p>	 <p>Att. 3d. Vasaras fitoplanktona struktūra, + 24 °C, 16.diena.</p>	 <p>Att. 3e. Vasaras fitoplanktona struktūra, + 28 °C, 16.diena.</p>
<b>Potenciāli toksisko sugu pieaugums, % no kopējās biomasas</b>				
7	59	87	99	94
<b>Sugu daudzveidība (Shanon indekss)</b>				
1,6	1,2	0,7	0,1	0,5
<b>Temperatūras izraisītais fitoplanktona biomasas pieaugums, reizes</b>				
	1	1,3	17,8	3,4

Zooplanktona cenozē var pieaugt saldūdens termofilo grupu (*Cyclops* spp., *Daphnia* spp.) daudzums, jo, samazinoties sāļumam Baltijas jūrā, nepieaugs arī liča sāļums. Samazināsies airkājvēža *Acartia biflosa* un kladoceru *Evadne nordmanni*, *Pleopsis polyphemoides* proporcija cenozē, jo šīm sugām ir augstāks sāļuma optimums. Izmaiņas barības ķēdē būs pārsvarā zemākajos līmeņos, jo kopējais zooplanktona daudzums varētu nemainīties un saldūdens sugas itin organiski iekļaujas zivju barības sastāvā. Samazinātais skābekļa saturs (atbilstoši DP5 modelim) zemtermoklīna slānī pasliktinās relikta airkājvēža *Limnocalanus macrurus* izdzīvošanas apstākļus, kurš uzturas ūdenī ar zemu temperatūru un skābekļa saturu virs 2,5 ml/l. *L.macrurus* ir vērtīgs zivju barības bāzes objekts.

Pirmprodukcijas apjoma palielināšanās kopā ar ilgstoši pazeminātu skābekļa koncentrāciju negatīvi ietekmēs makrozoobentosa cenozes liča vietās, kur dziļums pārsniedz 30 m. Ja izmaiņas notiek prognozētajā virzienā, paredzama makrozoobentosa daudzuma būtiska samazināšanās liča dziļajā daļā, kā tas jau novērots 20.gs. 90. gados (6.10. att.).





6.10.att. Makrozoobentosa skaita (A) un biomasas (B) dinamika Rīgas līča centrālajā daļā 1980.-2008.g.

Rezultātā mainās līča pašattīrīšanās spēja un sarūk arī bentisko zivju barības bāze. Vienlaikus pieaug piekrastes rajonu nozīme līča funkcionēšanā, jo šeit nav sagaidāmi ilgstoši nelabvēlīgi vides apstākļi. Sagaidāma sāņpelžu *Gammarus sp.*, *Bathyporeia pilosa*, daudzsartārpu *Marenzelleria viridis*, un arī gliemeņu *Macoma baltica* īpatsvara palielināšanās – visi taksoni pārstāv sugu grupu, kurai ir optimāla mēreni eitrofa vide.

Fitobentosa cenožu attīstība būs atkarīga no biogēnu koncentrācijām piekrastē. Tām paaugstinoties, intensīvāk attīstīsies viengadīgās aļģes. Pastiprināta vējainība varētu ierobežot veiksmīgu daudzgadīgo aļģu augšanu pazeminātas ūdens caurspīdība dēļ. Kā aļģu cenozes ietekmētu biežāk notiekošie apvelingi, vēl ir neatbildēts jautājums, kur nepieciešami tālāki pētījumi.

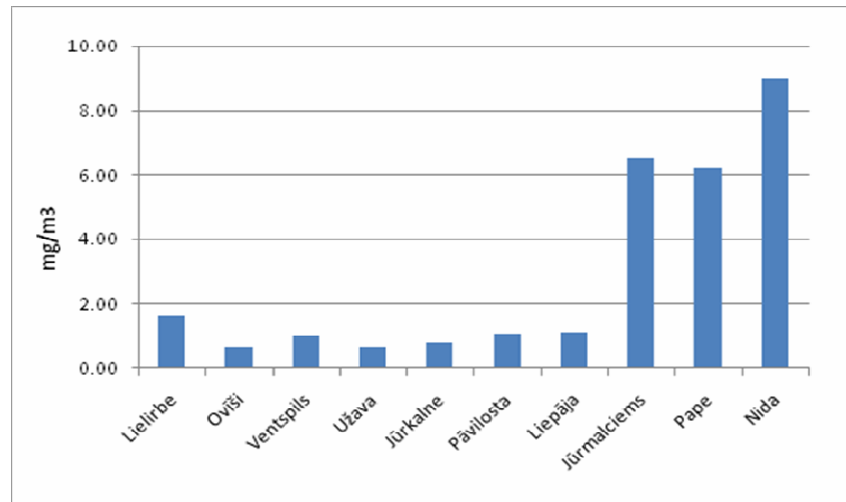
**Rudens** sezona planktona cenozēs būs neizteikta, ilgāk būs novērojamas vasarai raksturīgās sugas. Iespējams, ka fitoplanktona rudens ziedēšana vairs nebūs koncentrēta īsā laika periodā, jo biogēnu, temperatūras un gaismas intensitātes kombinācija, kas nepieciešama veiksmīgai rudens kramaļģu attīstībai, būs nobīdīta laikā. Paredzams, ka *Coscinodiscus granii* dominanci rudens fitocenoze nomainīs *Actinocyclus octonarius*, kā arī pieaugs to sugu īpatsvars, kuras planktonā sastopamas visu gadu. Zooplanktona attīstībai apstākļi varētu būt ilgstošāk labvēlīgi, kas papildus palielina arī iespēju veiksmīgi attīstīties invazīvām sugām.

#### Baltijas jūra

Sezonu gaita Baltijas jūrā varētu būt līdzīga Rīgas līcim, ar agrāku procesu uzsākšanos **pavasari**, jo ledus šajā rajonā jau pēdējos 10 gados nav bijusi bieža parādība. Ātrāka termoklīna iestāšanās noteiks pavasara ziedēšanas samazināšanos, sarūkot kramaļģu daudzumam, jo asimilācijai pieejamo biogēnu apjoms tiks ātrāk ierobežots. Tādējādi pieaugs flagelātu īpatsvars cenozes pavasara sukcesijā, veicinot arī zooplanktonā mazāku formu – *Rotatoria* sugu – attīstību.

Izmaiņas Baltijas jūras ekosistēmā daudz lielākā mērā būs atkarīgas no pārrobežu procesiem kā Rīgas līcī, it sevišķi piekrastes dienvidu daļā. Atkarībā no Nemūnas noteces dinamikas un valdošo vēju virziena, par kuru nav viennozīmīgu prognožu, biogēnu koncentrācijas Latvijas jūras teritorijā, sākot no Nidas, var būtiski paaugstināties vai arī nemainīties. Ir skaidrs, ka fitoplanktona daudzumu un lielā mērā ūdens trofiju piekrastes dienvidu daļā nosaka tieši no

Kuršu līča nākošais transformētais saldūdens, nevis difūzi avoti Latvijas teritorijā, kur piekraste ir maz apdzīvota un saimnieciski izmantota (6.11.att.).



6.11. att. Hlorofila a koncentrāciju izvietojums Baltijas jūras piekrastē 2008.g. martā 0-10 m slānī.

**Vasaras** sezonai raksturīgo zilaļģu attīstību arī Baltijas jūras atklātajā daļā noteiks vēju darbības intensitāte un saulaino dienu daudzums, kas ietekmē aļģu augšanu būtiskāk kā temperatūra (BACC, 2008). Vēja aktivitāte savukārt nosaka *Nodularia sp.* un *Aphanizomenon flos-aquae* proporciju fitoplanktonā. Pēdējos astoņos gados jūras atklātajā daļā nav novērota masveida zilaļģu attīstība (HELCOM, 2007). Zooplanktona vasaras cenožē lielāko īpatsvaru veidos sugas, kurām sāļuma optimums ir zemāks nekā tipiskākām jūras sugām, t.i., *Pseudocalanus acuspes* samazināšanās turpināsies, būtiski pieaugs airkājvēža *Eurytemora affinis* proporcija. Principā jūras atklātās daļas zooplanktona sugu sastāvs pakāpeniski varētu līdzināties līča sugu struktūrai.

Stratifikācijas pastiprināšanās jūras atklātajā daļā turpinās pasliktināt bentisko cenožu stāvokli. Jūras grunts rajonu, kurus apdzīvo vairs tikai anaerobiem apstākļiem piemērojušies mikroorganismi, platības palielināsies virzienā uz arvien mazāku dziļumu. Sugu sastāvs vietās ar sezonālu skābekļa deficītu mainīsies uz mobilām, tolerantām sugām, kas vairs nenodrošinās vides attīrīšanu no organiskajām daļiņām, tās filtrējot.

### 3. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:

#### **Ieteikumu jūras vides apsaimniekošanai izstrādāšana, ņemot vērā klimata maiņas prognozes.**

Balstoties uz iepriekšminētajām prognozētajām izmaiņām, jūras vides apsaimniekošanai tuvāko piecu gadu laikā tiek ieteikti šādi principi:

- pārskatīt Baltijas jūras rīcības plāna (HELCOM BSAP) ietvaros Latvijai paredzēto slāpekļa slodžu samazinājumu ar mērķi ieviest slodžu samazināšanu arī Rīgas līcim, kas pašlaik nav paredzēts;
- pēc iespējas ātrāk izstrādāt un ieviest slodžu samazināšanas pasākumus visās saistītajās darbības sfērās (lauksaimniecība, ūdenssaimniecība utt.);

- izveidot jūras piekrastes zonējumu ar dažāda līmeņa aizsardzības statusu atkarībā no rajona funkcionālā nozīmīguma;
- veikt regulārus vides novērojumus un uz tiem balstītus procesu modeļaprēķinus elastīgu apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanai.

#### **4. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

##### **Ieteikumu zivsaimniecībai izstrādāšana, ņemot vērā zivju krājumu attīstības tendences**

Tika veikta Rīgas jūras līča krājumu dinamikas analīze un tās atbilstība 2008.gadā prognozētajai attīstībai. Kopš 1989.gada lielākā daļa paaudžu ir bijušas virs vidējā ražīguma līmeņa, tādēļ līča reņģes krājumi palielinājās, un attiecīgi bija iespējams arī palielināt nozvejas. Lai gan kopš 2000.gada parādījušās vairākas sevišķi ražīgas paaudzes (2000., 2002., 2005.gadā), kuras pēc skaita vismaz 1.5 reizi pārspēj 1990.-to gadu ražīgās paaudzes, tomēr līča reņģes nārsta bara biomasa kopš 1990.gadu beigām ir bijusi zemāka nekā 1990-to gadu vidū. Ņemot vērā līča reņģes atražošanās labvēlīgos apstākļus, varētu sagaidīt pretēju krājumu dinamiku.

Pēc hidroakustisko uzskaišu, kas tiek veiktas Rīgas jūras līcī kopš 1999.gada, rezultātiem tika aprēķinātas zvejas izraisītās mirstības. 1999.-2007.gadā tās 3-7 gadu vecuma grupā vidēji bija 0.62, kas vairāk nekā 1.5 reizes pārsniedz piesardzīgai un ilgtspējīgai krājumu ekspluatācijai noteikto līmeni –  $F=0.40$ . Lai gan, nosakot nākošā gada pieļaujamās nozvejas apjomu, tas tiek aprēķināts atbilstoši zvejas mirstībai  $F=0.40$  un lai gan pieļaujamās nozvejas apjomi netiek pārsniegti, tomēr krājumu novērtējumi uzrāda augstāku zvejas mirstību, kas norāda, ka iespējams ir samērā augsts neregistrēto nozveju apjoms. Ja neregistrēto nozveju nebūtu, līča reņģes krājumi pēc 2000.gada būtu daudz augstākā līmenī un būtu iespējams arī augstāks pieļaujamās nozvejas līmenis.

Arī mencas krājumu attīstība pēdējos gados liecina par to, ka neregistrētās nozvejas ir par iemeslu zvejas mirstības būtiskam palielinājumam un attiecīgi krājuma samazinājumam. Samazinoties zivju krājumam, tiek samazinātas arī nozvejas kvotas. Tātad neregistrētās nozvejas pasliktina zvejnieku zvejas iespējas. Būtiska mencas zvejas kontroles pastiprināšana un zvejas intensitātes samazināšana, ļāva īsā laika periodā ievērojami samazināt zvejas mirstību, bet pieļaujamās nozvejas apjoms tika palielināts gan 2009., gan 2010.gadam.

Tādējādi veiksmīgai zivsaimniecībai, gandrīz neatkarīgi no klimata apstākļiem, ir svarīgi samazināt zvejas izraisīto mirstību. Klimata izmaiņas var uzlabot vai pasliktināt paaudžu ražību, taču intensīvas zvejas apstākļos pilnībā neizšķirs krājumu apjomu.

#### **6.4. Kopsavilkums**

Rīgas līča reņģes ražība pārsvarā pieaug, palielinoties vidēja ūdens temperatūrai maijā. Baltijas jūras mencas krājuma dinamika būs vairāk atkarīga no zvejas mirstības, ko pozitīvā vai negatīvā nozīmē ietekmēs sāļuma izmaiņas. Brētliņas daudzums periodiski variēs 7-11 gadu ciklā, relatīvi neatkarīgi no klimata.

Temperatūras paaugstināšanās klimata izmaiņu rezultātā pagarinās planktona produktīvo sezonu un palielinās biomasu. Sekojot temperatūras pieaugumam, gaidāms agrāks pavasaris un agrāka tam sekojošā fitoplanktona pavasara “ziedēšana”. Palielināsies saldūdens sugu īpatsvars zooplanktonā. Ilgstošā stratifikācija pasliktinās bentosa biotopu piemērotību

organismiem jūras dziļajā daļā. Pieaugš piekrastes kā galvenā produktīvā rajona nozīme līča un jūras sistēmās.

Kopumā DP darba rezultāti norāda, ka veiksmīgai resursu apsaimniekošanai klimata izmaiņu apstākļos vissvarīgāk ir maksimāli ierobežot cilvēka darbības sekas uz jūras ekosistēmām. Pēc iespējas samazinātas biogēnu slodzes, arī pārrobežu aspektā, saudzīgas zvejas politikas izmantošana un aizsargājamo teritoriju statusa ievērošana ir galvenie priekšnoteikumi jūras ekosistēmu sekmīgai turpmākai funkcionēšanai.

Darba paketes vadītāja A.Ikauniece



## **Darba pakete Nr 9: KLIMATA MAINĪBAS IZRAISĪTO NOTECES EKSTRĒMU IETEKMEUZ PLŪDU RISKAM PAKĻAUTĀM TERITORIJĀM**

### **9.1. Darba paketes mērķis:**

Prognozēt klimata maiņas ietekmi uz noteces ekstrēmu: plūdu un ilgstošu sausuma periodu un režīmu, noskaidrot šo parādību ietekmi uz palieņu ekosistēmām Daugavas vidusteces palienēs.

### **9.2. Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi:**

1. Noskaidrot plūdu un sausuma ietekmi uz vielu plūsmām palieņu sistēmās un baseinā.
2. Novērtēt plūdu un noteces minimumu ietekmes uz Daugavas palieņu ezeru ekosistēmām.
3. Izstrādāt rekomendācijas adaptācijas pasākumiem plūdu un sausuma riska un ar šīm parādībām saistīto zaudējumu mazināšanai

### **9.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:**

#### **1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

Pabeidzot iepriekšējos pētījumu programmas etapos iesākto darbu, aizvadītajā pārskata periodā minētā apakšuzdevuma ietvaros tika turpināti pētījumi divos virzienos – 1) erozijas apjomu modelēšana ar 3. etapā aprobēto modeli USLE; 2) modelēšanas gaitā aprēķināto erozijas apjomu verificēšana, salīdzinot iegūtos datus ar dabā noteiktajiem reālajiem biogēnu un suspendētā materiāla apjomiem, kuri tiek pārnesti no hidrogrāfiskā tīkla augšējiem posmiem. Tas ļauj sagatavot projekta nodevumu un prognozēt erozijas procesu un to veicināto vielu plūsmu izmaiņas palieņu sistēmās un baseinā, ņemot vērā DP1 izstrādātos klimata un noteces izmaiņu scenāriju modeļus.

Apkopojot informāciju par erozijas apjomus prognozējošiem modeļu veidiem var secināt, ka erozijas modelēšanai lielās teritorijās un ilgstošā laika periodā ir labāk piemēroti empīriski modeļu veidi, savukārt ūdens erozijas prognozēšanai nelielos sateces baseinos īsam laika periodam vai atsevišķiem hidrometeoroloģiskajiem ekstrēmiem – uz procesiem balstītie ūdens erozijas prognozēšanas modeļi.

Par cik USLE modeli iekļautie izejas dati pēc savas būtības atbilst ģeotelpisko datu raksturam, tad jau 3. etapā šim nolūkam tika izmantota ģeogrāfisko informācijas sistēmu programmatūra. Atšķirībā no iepriekšējā darba posma, kad datu apstrāde un erozijas modelēšana ĢIS vidē tika veikta nelielām teritorijām, 4. etapā modelēšana tika veikta vairāk nekā 200 km<sup>2</sup> lielai teritorijai Augšdaugavas pazeminājumā. Līdz ar to 4. etapā pētījumu un modelēšanas vajadzībām bija nepieciešams:

1. vektorizēt un apstrādāt USLE nepieciešamos ĢIS formāta izejas datus lielai teritorijai ( $R$  – nokrišņu erozivitātes faktors;  $K$  – augšņu erozijas faktors;  $L.S$  – sateces baseina topogrāfijas faktors jeb nogāžu garumu un slīpumu raksturojošs lielums;  $C$  – veģetācijas /audzējamo kultūru veida faktors;  $P$  – zemes apstrādes faktors);
2. papildus izveidot algoritmu modelēšanai, jo ĢIS vidē izmantotajai *Topo to Raster* funkcijai, neatkarībā no datora operatīvās atmiņas, ir ierobežojums attiecībā uz

maksimālo interpolējamā rastra šūnu skaitu jeb *Extent* – tas nevar būt lielāks par 24 miljoniem šūnu. Taču pētījumu teritorijai tas bija vairāk par 230 milj. rastra šūnu. Tāpēc, lai veiktu interpolāciju ar *Topo to Raster* funkciju, tā tika veikta pa daļām tā, lai katra daļa atbilstu *Extent* ierobežojumam un pārklātos ar blakus esošām daļām 200 m plata joslā.

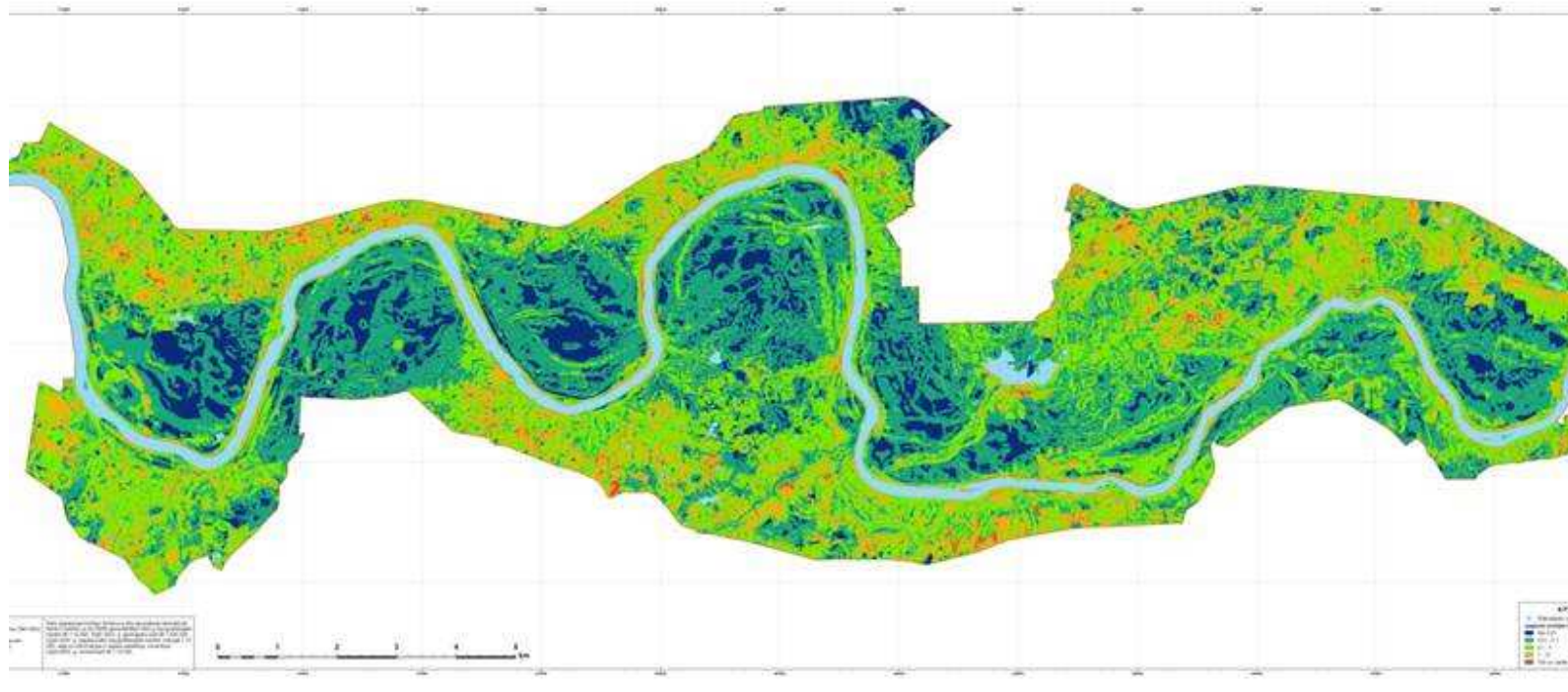
Salīdzinot modelēšanas gaitā iegūtās vērtības par potenciālajiem augsnes zudumiem ar dabā noteiktajiem reālajiem biogēnu un suspendētā materiāla apjomiem, kuri tiek pārnesti no hidrogrāfiskā tīkla augšējiem posmiem, nākas secināt, ka atsevišķos gadījumos no nelieliem sateces baseiniem īslaicīgi tiek transportēti ievērojami lielāks materiāla apjoms, nekā to parāda aprēķini. Piemēram, īslaicīgi, ekstrēmu nokrišņu vai intensīvas sniega kušanas apstākļos cietās noteces apjoms var pārsniegt 8000 kg·d<sup>-1</sup>. Tādejādi pētījumu rezultāti parāda, ka suspendētā materiāla galvenais avots ir pašas gravas, nevis to sateces baseini. Pie tam cietvielu notece veidojas arī gravās, kuru baseins ir apmežots un kuros, saskaņā ar klasiskajiem fluviālās ģeomorfoloģijas pieņēmumiem, veģetācija novērš erozijas norisi. Konstatētā fakta skaidrojums meklējams nogāžu procesu norisē gravu nogāzēs, kā arī gravu strautu turbulences izraisītajā krastu un gultnes izskalošanā.

Biogēnu un suspendētā materiāla pārnese maksimālie apjomi saistīti ar meteoroloģiskiem ekstrēmiem, piem. ļoti intensīvu sniega kušanu, kas izraisa īslaicīgu noteces un transportētā materiāla apjoma lēcienveidīgu pieaugumu. Tas savukārt norāda uz tradicionālo statistisko metožu pielietojuma radītajām kļūdām, aprēķinos balstoties uz vidējiem raksturlielumiem, kuros šādas īslaicīgas, bet nozīmīgas erozijas aktivizēšanās parādības netiek ņemtas vērā.

Iegūtie rezultāti parāda, ka biogēnu koncentrācijas gravu strautos, kas noteiktas dažādos noteces veidošanās apstākļos, sasniedz no 0,01 līdz 1,23 mg·l<sup>-1</sup> N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, no 0,21 līdz 1,73 mg·l<sup>-1</sup> N-kop, no 0,03 līdz 0,82 mg·l<sup>-1</sup> P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> un no 0,04 līdz 1,01 mg·l<sup>-1</sup> P-kop.

9.1. Tabula Minimālās un maksimālās biogēnu koncentrācijas dažādos noteces veidošanās apstākļos modeļteritoriju gravu strautu ūdenī

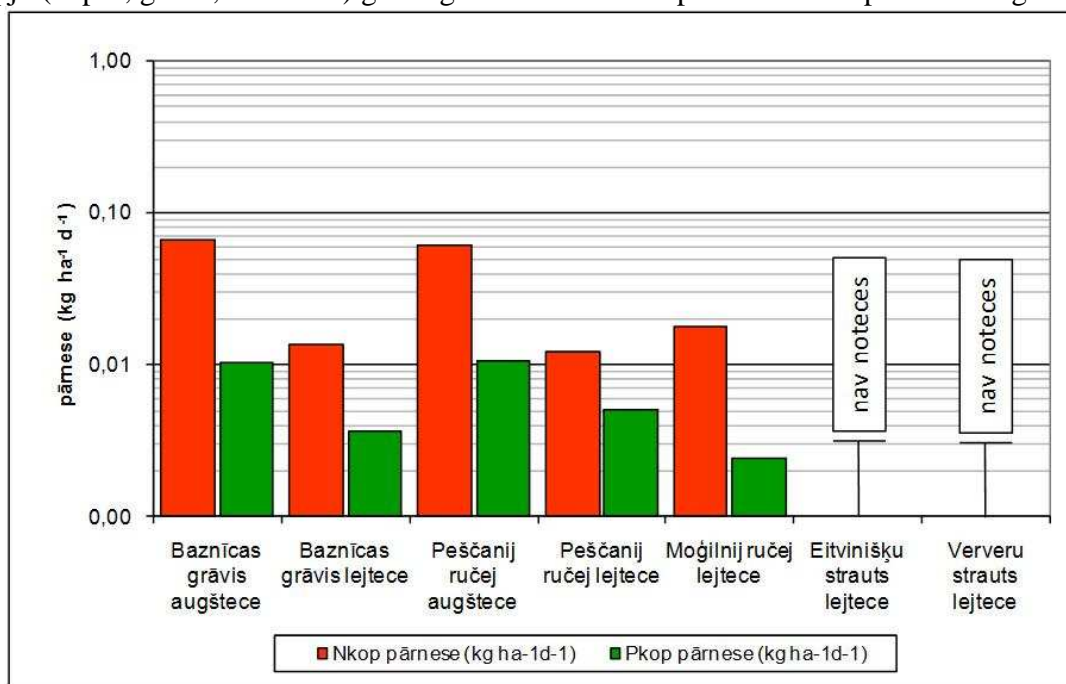
Noteces scenāriji	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		N-kop		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		P-kop	
	min. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	max. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	min. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	max. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	min. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	max. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	min. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )	max. konc. (mg·l <sup>-1</sup> )
lietus ziemā uz augsnes bez sniega	0,14	0,20	0,33	0,48	0,13	0,22	0,16	0,23
normāla sniega kušana pavasarī	0,35	1,23	0,56	1,73	0,03	0,15	0,06	0,22
ekstrēma sniega kušana pavasarī	0,05	0,77	0,21	1,06	0,03	0,82	0,05	1,01
gruntsūdeņu drenāža vasarā	0,03	0,32	0,37	0,47	0,04	0,31	0,04	0,33
lietus rudenī	0,01	0,24	0,49	0,95	0,06	0,06	0,28	0,43



9.1.attēls Erozijas modelēšanas ar USLE ĢIS vidē iegūtā potenciāli iespējamā noskalotā augsnes materiāla daudzuma vērtības  $t \cdot ha^{-1} \cdot gadā^{-1}$  Augšdaugavas pazeminājumā (atvasinātais ESRI GRID rastra formāta tematiskais slānis ar 2 m šūnas izmēru).

Jāatzīmē atšķirības starp biogēno elementu pārnese veidiem, respektīvi, literatūras avotos (Puustinen et al 2005; Puustinen et al 2007; Kļaviņš un Cimdiņš 2004) tiek minēts, ka slāpekli saturošie savienojumi ūdenstecēs tiek transportēti jonu formā, savukārt, fosfora savienojumi tiek pārnesti uz suspendētā materiāla virsmas, uz kuras fosfora savienojumu joni adsorbējas. Pētījumos iegūtie rezultāti apstiprina šo likumsakarību arī nelielajiem baseiniem, jo noteces veidošanās gadījumos, kad gravu strautu ūdeņos konstatētas augstākas suspendētā materiāla vērtības, ir konstatētas augstas P-kop koncentrācijas. Kamēr fosfora pārnese lielā mērā nosaka suspendētā materiāla transports, kur fosforam šķīstošajā  $PO_4^{3-}$  formā ir mazāka nozīme, slāpekļa pārnese norisinās galvenokārt izšķīdušā jeb jonu formā - slāpekļi  $NO_3^-$  jonu formā var veidot no 86% līdz 92% no N-kop pārnese.

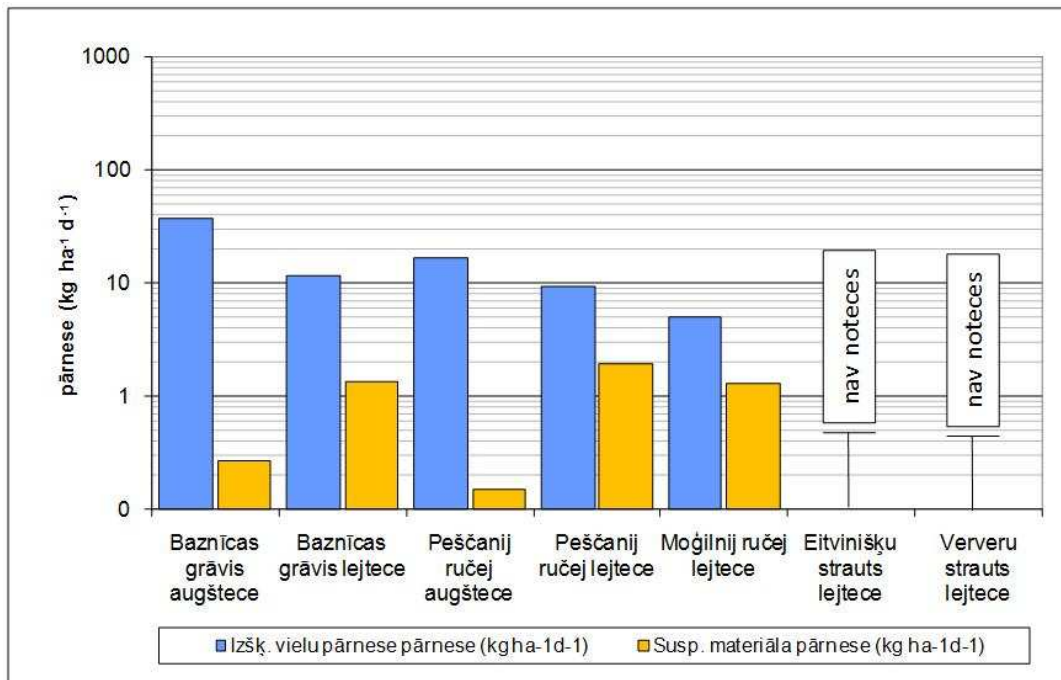
Analizējot biogēnu pārnese no virsmas laukuma ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot d^{-1}$ ) dažādos noteces veidošanās apstākļos tikai daļēji apstiprinājās „klasiskajos” noteces veidošanos aprakstošajos darbos (piem. Schwab 1993) minētie fakti, ka biogēnu koncentrāciju atšķirības gravu strautos atkarīgas no sateces baseinu ietekmes - zemes lietojuma veidu un meža veģētācijas segas īpatsvara. Kā redzams attēlos, gravu sateces baseinos, kuros ir liels mežu īpatsvars, sniega kušanas laikā notece neveidojas vispār, kas saskan ar tradicionālo nostāju. Taču veģētācijas sega gravu sateces baseinos pilnībā nenovērš biogēnu un suspendētā materiāla pārnese, jo liela loma biogēnu pārnēsē ir pašu gravu gultnēs notiekošajiem procesiem. Tā, piemēram, makrofitu sadalīšanās to veģētācijas perioda beigās gravu strautu augštecēs, kā arī gravu modeļteritoriju lejtecēs augošo platlapju (liepas, gobas, ozoli u.c.) gravu gultnēs nobīrušo lapu sadalīšanās producē biogēnus.



9.2.attēls Biogēnu pārnese ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot d^{-1}$ ) sniega kušanas laikā no modeļteritoriju sateces baseiniem Augšdaugavas pazeminājumā (modeļteritoriju baseinu apraksts un raksturojums sniegts 2. etapa atskaitē)

Aprēķinātās cietvielu pārnese apjomu vērtības ir 20 līdz 30 reizes mazākas, nekā šī reģiona mazajās upēs, taču ņemot vērā lielo gravu daudzumu Daugavas ielejā, tās ir ļoti nozīmīgas erodētā materiāla pieplūdes avots.





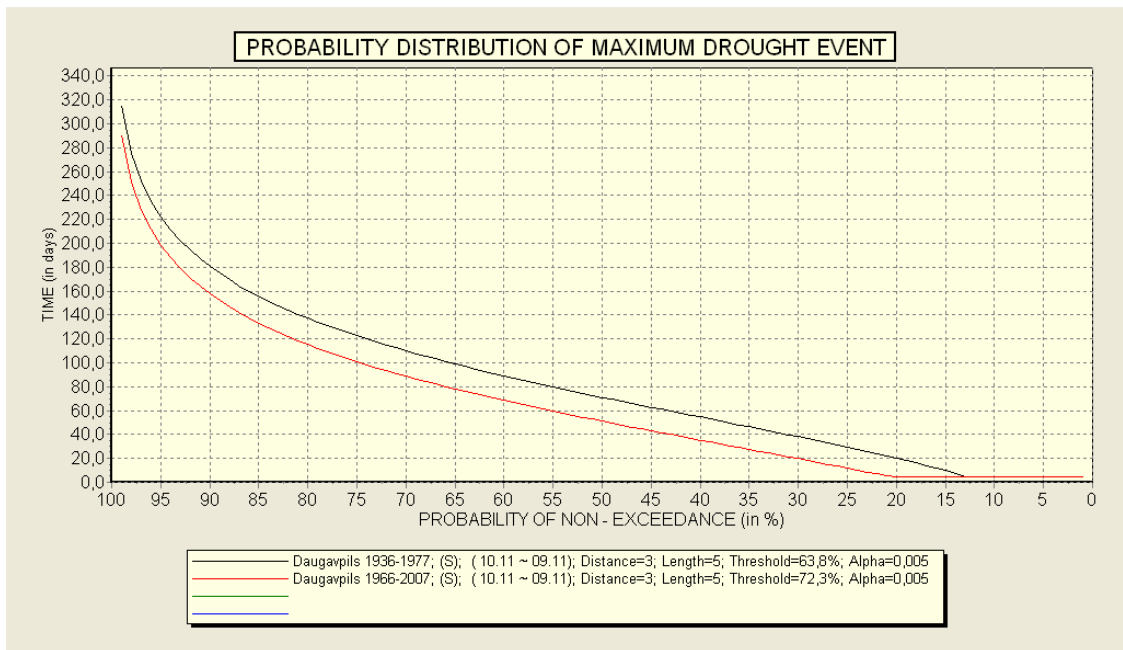
9.3.attēls Suspendētā materiāla un izšķīdušo vielu pārnese ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) sniega kušanas laikā no modeļteritoriju sateces baseiniem Augšdaugavas pazeminājumā (modeļteritoriju baseinu apraksts un raksturojums sniegts 2. etapa atskaitē).

## **2.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

2009. gadā veikta palieņu ezeru ekosistēmas ietekmējošo Daugavas mazūdens periodu (hidroloģiskā sausuma) statistiskā nodrošinājuma ilgtermiņa izmaiņu analīze, kurā izmantoti ikdienas caurplūduma novērojumu dati Daugavai pie Daugavpils kopš 1936. gada. Darba gaitā analizēts ikgadējā, vasaras un ziemas hidroloģiskā sausuma svarīgāko raksturlielumu (relatīvā noteces deficīta un mazūdens perioda ilguma) nodrošinājuma sadalījums divos 40 gadus ilgos novērojumu periodos (attiecīgi 1936-1977 un 1966-2007). Caurplūduma dati iegūti no Globālā Noteces datu centra (The Global Runoff Data Centre, 56068 Koblenz, Germany). Analīze veikta, izmantojot Vroclavas (Polija) Lauksaimniecības universitātes Matemātikas katedras un Hidroloģijas institūta izstrādāto datorprogrammu "Nizovka 2003 - Distributions of Low Flow Extremes".

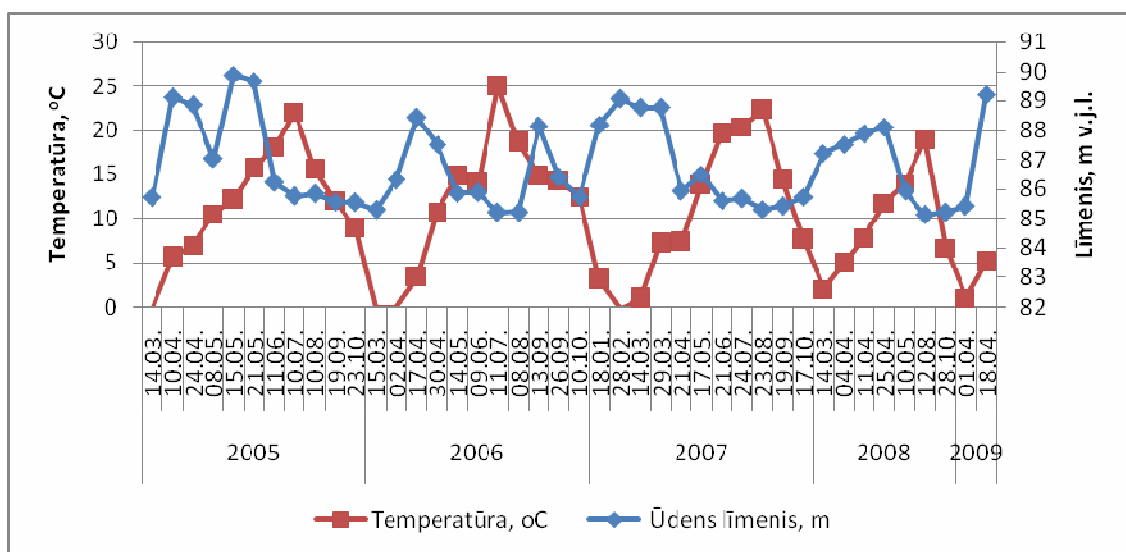
Noskaidrots, ka Daugavai pie Daugavpils laika gaitā ir būtiski mainījies mazūdens periodu statistiskā sadalījuma raksturs (Gruberts 2009). Vairbūtība, ka relatīvais caurplūduma deficīts un mazūdens periodu ilgums nepārsniegs tās pašas skaitliskās vērtības, kā pirmajos 40 hidroloģisko novērojumu gados, mūsdienās ir daudz lielāka (9.1. att.). Šādas izmaiņas, no vienas puses, ir izskaidrojamas ar būtisku ziemas ilguma samazināšanos un gaisa temperatūras pieaugumu Latvijā pēdējos gadu desmitos. No otras puses, izmaiņas vasaras mazūdens periodu noteces sadalījumā, iespējams, ir saistītas ar Daugavas sateces baseina zemes lietojuma izmaiņām, meliorācijas sistēmu stāvokli u.t.t.

Turpinoties līdzšinējām klimata izmaiņu tendencēm, ir sagaidāma arī turpmāka ziemas mazūdens periodu noteces deficīta un ilguma samazināšanās. Tam, savukārt, būs būtiska ietekme uz Daugavas palieņu ezeru ekosistēmām: ūdens sastāvu un kvalitāti, augu un dzīvnieku sabiedrībām, aizauguma pakāpi u.t.t.



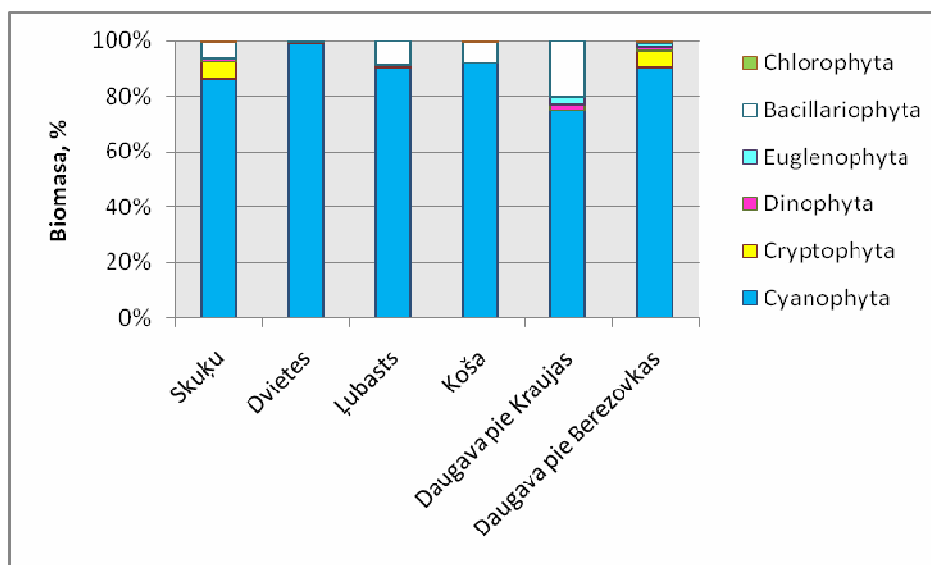
9.4. attēls Ilgadējo mazūdens periodu ilguma statistiskā nodrošinājuma ilgtermiņa izmaiņas Daugavai pie Daugavpils

Balstoties uz sezonālajiem novērojumiem pēdējos 5 gados, izvērtēta nākotnes klimatam raksturīgu ziemas hidrometeoroloģisko apstākļu iespējamā ietekme uz Daugavas palieņu ezeru fitoplanktona sabiedrībām. Kā piemērs šādiem apstākļiem var kalpot 2007. gada neparasti siltais janvāris, kad Daugavā lejpus Berezovkas ietekas bija vērojams ziemas mazūdens periodam netipiski augsts ūdens līmenis un temperatūra (9.5. att.). Līdz ar to ledus segas nebija ne pašā Daugavā, ne arī tās palieņu ezeros.

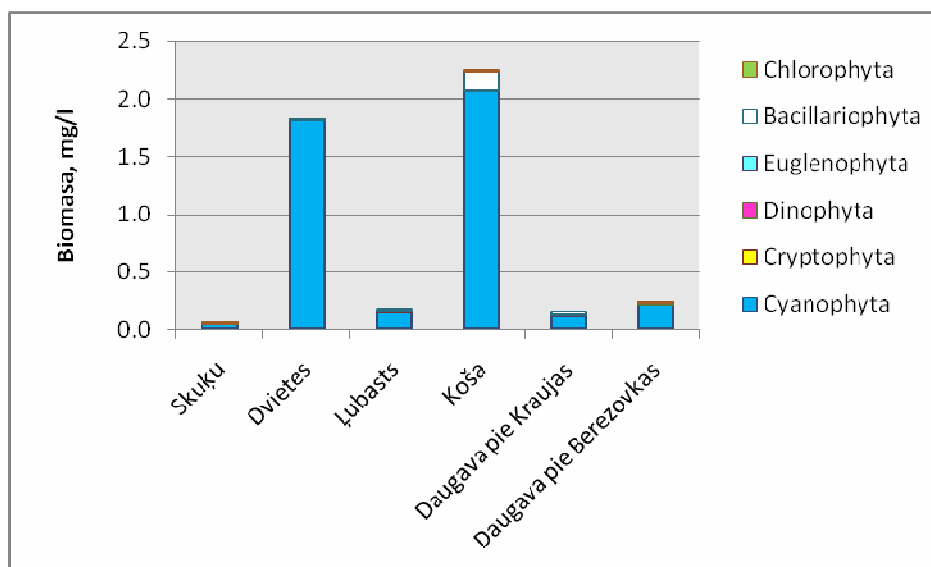


9.5. attēls. Ūdens līmeņa un temperatūras dinamika Daugavā pie Berezovkas ietekas 2005.-2009. Gadā.

Šādos bezledus ziemas apstākļos gan Daugavā augšpus un lejpus Daugavpils, gan tās lielākajos palieņu ezeros Dvietes palienes rajonā dominēja dažādu sugu zilaļģes (galvenokārt *Oscillatoria* sp.) (9.6. att.). Atsevišķos gadījumos (piemēram, Koša un Dvietes ez.) tās veidoja salīdzinoši augstu kopējo biomasu, turklāt neatkarīgi no tā, kāds ir šo ezeru trofiskais stāvoklis vasarā (9.7. att.).



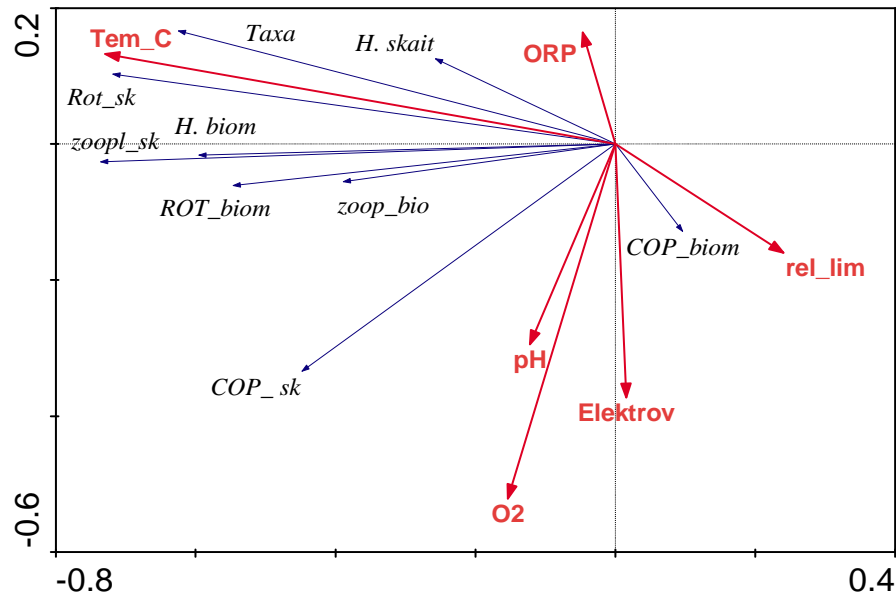
9.6. attēls Dažādu aļģu nodalījumu īpatsvars kopējā fitoplanktona biomasā Daugavā un tās lielākajos palieņu ezeros 2007. gada 18. janvārī



9.7. attēls Dažādu fitoplanktona nodalījumu kopējā biomasā Daugavā un tās lielākajos palieņu ezeros 2007. gada 18. janvārī

Turpinoties pašreizējām klimata izmaiņu tendencēm, līdzīgi hidrometeoroloģiskie apstākļi Daugavas vidusteces palienē nākotnē varētu būt novērojami arvien biežāk. Līdz ar to Daugavā pie Daugavpils ir sagaidāma arī biežāka zilaļģu masveida savairošanās ziemas mazūdens periodā un ar to saistītā ūdens kvalitātes būtiska samazināšanās.

Tika veikta arī zooplanktona organismu analīze, apkopojot datus par 2005. – 2008. gadu Skuķu un Dvietes ezeros, kā arī Daugavā augšpus un lejpus palieņu ezeriem. Tika apkopoti palieņu ezeru pētījuma rezultāti mazūdens periodā (2004. gads 22 Daugavas palieņu ezeri un ūdenstilpes).

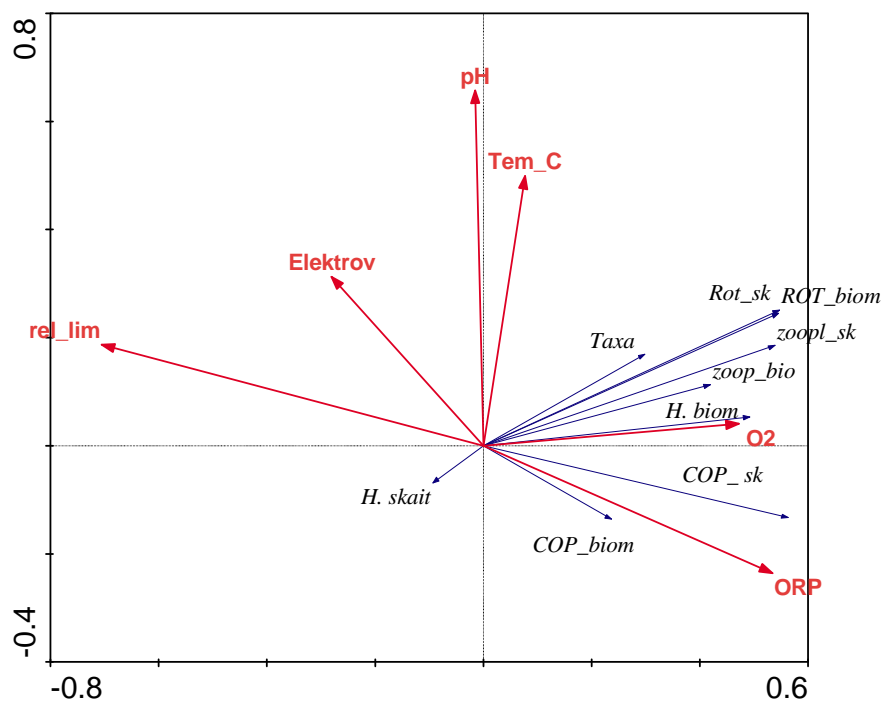


9.8. attēls. RDA analīzes rezultāti, Dvietes ezers

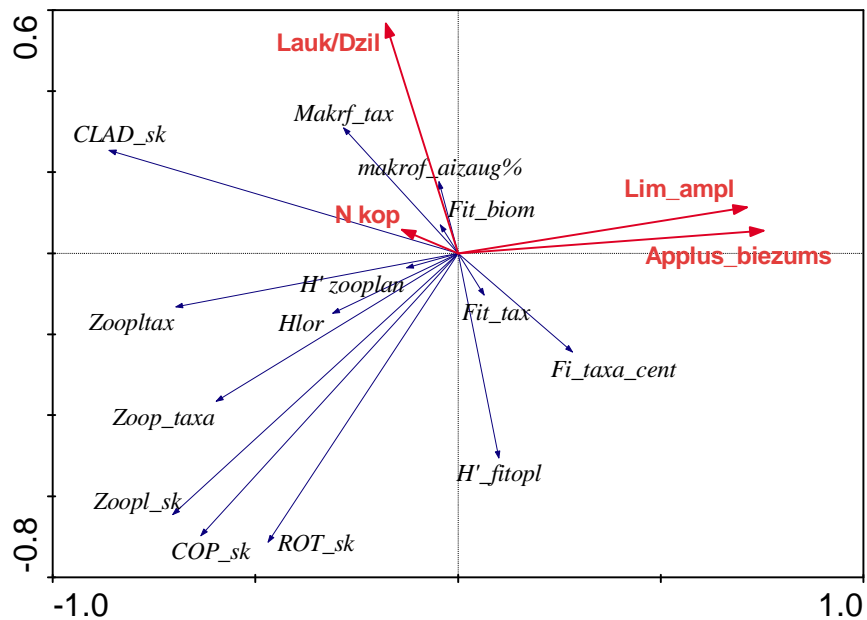
Tika noskaidrots (Canoco for Windows 4.5.), ka nozīmīga ietekme uz zooplanktona cenožu organismu skaita, biomasas, daudzveidības un taksonu skaita izmaiņām ir temperatūrai un ūdens līmeņa izmaiņām, īpaši pavasarī, kas sakrīt ar palu vai plūdu periodu. Pieaugot ūdens līmenim zooplanktona organismu kopējais skaits Dvietes ezerā palielinās (9.1. attēls). Iespējams ūdens līmeņa celšanās ir kā labvēlīgu vides faktoru veicinošs faktors palieņu ezeros. Savukārt ūdens līmeņa krišanās laikā un mazūdens periodā palielinās Copepoda skaits un biomasas.

Tika noskaidrots, ka arī Daugavā lejpus palieņu ezeru ūdeņu ieplūdei upē (Berezovkas ieteka Daugavā) nozīmīga loma ir ūdens līmeņa izmaiņām (9.9. attēls), kas var norādīt arī par ezeru palu vai plūdu ūdeņu ietekmi uz upi.

Tika konstatēts, ka applūšanas biežumam ir paliekoša ietekme mazūdens periodā uz tiem palieņu ezeriem, kuri applūst bieži (vairākās reizes gadā), nozīmīgs rādītājs ir arī ezeru morfometrija un barības vielu daudzums. Mazūdens periodā seklos un aizaugušos palieņu ezeros nozīmīgu vietu sāk ieņemt Cladocera pārstāvji, jo īpaši sīkās *Chydorus* sp., *Bosmina* sp. Pie tam, arī sakarība starp Cladocera skaitu un oksidēšanās reducēšanās potenciālu ( $r = -0.664$ ,  $P < 0.01$ ) norāda par bakterioplanktona klātbūtni, tā aktīvu darbību un nozīmi, kā avotam zooplanktona barībai. Savukārt salīdzinoši dziļākajos palieņu ezeros nozīmīgu vietu ieņem Rotifera pārstāvji.



9.9. attēls. RDA analīzes rezultāti, Daugava lejpūs Berezovkas ietekas



9.10. attēls. RDA analīzes rezultāti, 22 paliņu ezeru apkopojums

### **3. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

Līdz šim erozijas riska novērtēšana Latvijā, izmantojot USLE modeli ĢIS vidē nebija veikta. Līdz ar to ir iegūti oriģināli zinātniskie dati par potenciāli iespējamā noskalotā augsnes materiāla daudzumu apakšbaseinos, kā arī aprobēta metodika modelēšanas pielietojumam lielās teritorijās.

Vienlaicīgi, ņemot vērā iespējamo klimata mainības ietekmi, jāatzīmē, ka USLE vienādībā ( $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ )  $R$  jeb nokrišņu erozivitātes faktors ļoti būtiski un tieši proporcionāli ietekmē iespējamo noskalotā augsnes materiāla daudzumu. Līdz ar to var izdarīt secinājumu, ka mainoties nokrišņu sezonālā sadalījuma raksturam un pieaugot nokrišņu intensitātei siltajā sezonā Latvijā un it sevišķi tās DA daļā (Senņikovs et al 2008), pieaugs arī  $R$ -faktora vērtība. Tas savukārt izjauks jau izveidojušos dabisko erozijas/akumulācijas līdzsvaru visos hidrogrāfiskā tīkla posmos un pastiprinās sedimentu un biogēnu pārnesei no nelielajiem sateces baseiniem. Tādejādi klimata izmaiņu izraisītā erozijas procesu intensifikācija sateces baseinos neizbēgami veicinās aizsērēšanu un eutrofikācijas procesu pastiprināšanos uztverošajos ūdens objektos, kas savukārt izraisīs ūdeņu ekosistēmu degradāciju, kā arī paaugstinās plūdu risku.

Tas nozīmē, ka erozijas riska samazināšanai potenciāli apdraudētajās teritorijās nepieciešams veikt aramzemes kā zemes lietojumveida aizstāšanu ar daudzgadīgiem zālājiem un ganībām, bet sevišķi apdraudētajās vietās veikt teritoriju apmežošanu. Par cik viens no USLE modelēšanas ĢIS vidē rezultātiem ir erozijas riska karte, turpmāk ir salīdzinoši vienkārši integrēt iegūtos rezultātus pašvaldību teritoriju plānojumos. Tas savukārt ļauj iekļaut augstāk minētos pasākumus saimnieciskās darbības pārvaldībā ar nolūku saglabāt augsnes resursus kā vienu no nozīmīgākajām dabas bagātībām.

Līdz šim DA Latvijā biogēnu un suspendētā materiāla pārnesei apjomu kvantificēšana un noteces raksturlielumu kompleksa zinātniskā izpēte hidrogrāfiskā tīkla augšējos posmos nebija veikta. Iegūtie dati ļaus labāk izprast nelielo, periodisko ūdensteču, šajā gadījumā gravu nozīmi sanešu un difūzā biogēnu piesārņojuma transportā uz uztverošajām ūdenstecēm un ūdenstilpēm, kā arī šo procesu iespējamās attīstības scenārijus klimata mainības kontekstā.

Ņemot vērā klimata modeļu paredzēto meteoroloģisko un hidroloģisko raksturlielumu izmaiņas, var prognozēt ievērojamu sedimentu un biogēnu pieplūduma apjoma pieaugumu zemākos hidrogrāfiskā tīkla posmos, tajā skaitā arī ziemas periodā.

Galvenie klimata izmaiņu noteiktie faktori, kuru ietekmē ziemas periodā aktivizējas augsnes erozijas procesi, ir bezsala perioda pagarināšanās, noteces veidošanās lietus ietekmē un intensīvu atkušņu laikā sniega kušanas ūdeņu ietekmē, kā arī augsnes sasaluma dziļuma un režīma izmaiņas. Kopumā šiem procesiem ir negatīva ietekme uz ūdeņu ekosistēmām, turklāt klimata izmaiņu kontekstā negatīvajai ietekmei būs tendence pastiprināties.

#### **1.4. Kopsavilkums**

Valsts pētījumu programmas izpildes ceturtajā etapā tika noskaidrota plūdu un sausuma ietekme uz vielu plūsmām palieņu sistēmās un baseinā izmantojot USLE modeli. Modelēšanas gaitā iegūtās vērtības par potenciālajiem augsnes zudumiem tika salīdzinātas ar dabā noteiktajiem reālajiem biogēnu un suspendētā materiāla apjomiem, kuri tiek pārnesti no hidrogrāfiskā tīkla augšējiem posmiem. Veikta palieņu ezeru ekosistēmas ietekmējošo Daugavas mazūdens periodu (hidroloģiskā sausuma) statistiskā nodrošinājuma ilgtermiņa izmaiņu analīze, kurā izmantoti ikdienas caurplūduma novērojumu dati Daugavai pie Daugavpils kopš 1936. gada. Balstoties uz sezonālajiem novērojumiem pēdējos 5 gados, izvērtēta nākotnes klimatam raksturīgu ziemas hidrometeoroloģisko apstākļu iespējamā ietekme uz Daugavas palieņu ezeru fitoplanktona sabiedrībām. Tika veikta arī zooplanktona organismu analīze, apkopojot datus par 2005. – 2008.

gadu Skuķu un Dvietes ezeros, kā arī Daugavā augšpus un lejpus palieņu ezeriem. Tika izstrādātas rekomendācijas erozijas riska samazināšanai potenciāli apdraudētajās teritorijās.

Projekta vadītājs A.Škute



## **Darba pakete Nr. 7: VIDES UN SEKTORU POLITIKAS ADAPTĀCIJA KLIMATA MAINĪBAI**

### **7.1. Darba paketes mērķis:**

Izstrādāt zinātniski pamatotus priekšlikumus Latvijas vides un attīstības politikas adaptācijai klimata mainībai attiecībā uz Latvijas ūdeņu vidi.

### **7.2. Darba paketes izpildes 4.posma uzdevumi**

- 1.- 6. un 9. darba pakas rezultātus transformēt konkrētos priekšlikumos, kuri iekļaujami Latvijas normatīvajos aktos un plānošanas dokumentos, tajā skaitā izvērtēt priekšlikumu potenciālo ietekmi uz Latvijas ilgtspējīgu attīstību.
2. Izveidot populārzinātnisku rokasgrāmatu par klimata maiņas seku iespējamo novēršanu, lai nodrošinātu atbildīgos pašvaldību darbiniekus, ūdens vides apsaimniekošanas speciālistus un teritoriju plānotājus ar projektā apkopoto informāciju, ievietot to arī internetā.
3. Organizēt atbildīgajiem pašvaldību darbiniekiem, ūdens vides apsaimniekošanas speciālistiem un teritoriju plānotājiem zinātniski praktisku semināru par projekta rezultātiem.

### **7.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti:**

#### **1. uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti:**

#### **1.- 6. un 9. darba pakas rezultātus transformēt konkrētos priekšlikumos, kuri iekļaujami Latvijas normatīvajos aktos un plānošanas dokumentos, tajā skaitā izvērtēt priekšlikumu potenciālo ietekmi uz Latvijas ilgtspējīgu attīstību**

Sadarbībā ar 1.-6. un 9. darba paku atbilstoši VPP 1.-3. etapā izpētītajām klimata pārmaiņu ietekmēm uz Latvijas ūdeņu vidi tika izvirzīti nepieciešamie adaptācijas pasākumi. Kopumā jāsecina, ka vairāk un konkrētāki adaptācijas pasākumu priekšlikumi ir izvirzīti attiecībā uz iekšzemes ūdeņiem. Piemērošanās pasākumus, kas attiecināmi uz Baltijas jūras ekosistēmu, konkretizēt bija problemātiski mijiedarbību daudzuma un sarežģītības dēļ. Priekšlikumi ir apkopoti rokasgrāmatā (DP7 2. uzdevums).

Priekšlikumi adaptācijai klimata mainība tika iesniegti:

1. Atbildīgajām institūcijām likumdošanas vai stratēģijas/ plānu tapšanas procesā:
  - a. Aizsargjoslu likuma grozījumu izstrādē LR Saeimā – par piemērošanās pasākumiem Baltijas jūras krasta erozijai;
  - b. Piekrastes attīstības stratēģijas izstrādei Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrijā
  - c. Teritorijas plānošanas likuma paredzamajiem grozījumiem Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrijā
  - d. Latvijas Nacionālās adaptācijas stratēģijas izstrādei Vides ministrijā
  - e. Upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plāniem Valsts vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūrā
2. Atbildīgajām institūcijām priekšlikumu formā, ja attiecīgajā laika posmā nenotika izmaiņas likumdošanā vai stratēģiju izstrāde. Tika iesniegti priekšlikumi:
  - a. Piemērošanās pasākumiem notekūdeņu apsaimniekošanā Vides ministrijai



- b. Piemērošanās pasākumiem klimata pārmaiņām augu aizsardzības lietošanā Valsts augu aizsardzības dienestam
  - c. Piemērošanās pasākumiem klimata pārmaiņām pilsētas līmenī Latvijas lielo pilsētu pašvaldībām
3. Kā informatīvs materiāls LR prezidenta Stratēģiskās analīzes komisijai un LR Ministru kabinetam, lai aktualizētu piemērošanās klimata pārmaiņām aktualitāti valsts tautsaimniecībā.

## 2.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti:

**Izveidot populārzinātnisku rokasgrāmatu par klimata maiņas seku iespējamo novēršanu, lai nodrošinātu atbildīgos pašvaldību darbiniekus, ūdens vides apsaimniekošanas speciālistus un teritoriju plānotājus ar projektā apkopoto informāciju, ievietot to arī internetā.**

Populārzinātniskas rokasgrāmatas par piemērošanās pasākumiem izveidē tika apkopoti programmas darba paku 4 darbības gadu rezultāti. Rokasgrāmatas saturs atspoguļo tēmas:

1. Novērojamās un prognozētās klimata pārmaiņas Latvijā un to potenciālā ietekme uz tautsaimniecību (1.-30. lpp.)
2. Adaptācijas starptautiskais un nacionālais likumdošanas ietvars (30.-40.lpp.)
3. Nepieciešamie piemērošanās pasākumi tautsaimniecības nozarēs - lauksaimniecībā, mežsaimniecībā, zivsaimniecībā, enerģētikā, izglītībā un zinātnē, komunālā saimniecībā, kā arī tādās jomās kā teritoriju plānošana un upju sateces baseinu apsaimniekošanā (40.-60.lpp).

Rokasgrāmatas satura un dizaina atbilstības veicināšanai lietotāju vajadzībām notika konsultācijas ar atbilstošo ministriju pārstāvjiem, kā arī vides plānošanas konsultantu.

Rokasgrāmata tiek iespiesta 2000 eksemplāros un bez maksas nogādāta tieši adresātiem, kā arī būs pieejama uz pieprasījumu. Informācija par rokasgrāmatu būs izplatīta elektroniski, kā arī būs pieejama internetā.

Lai mērķauditorijai būtu pieejams adaptācijas pasākumu kopsavilkums un lai plašāk varētu reklamēt VPP rezultātus, izdots KALMES ziņu 2. numurs (1.numurs ar klimata pārmaiņu ietekmju Latvijā apkopojumu tika izdots projekta 3. etapā).

Lai mazinātu VPP ietekmi uz klimata pārmaiņām, rokasgrāmata tiek iespiesta uz 100% reciklēta papīra ar krāsām uz augu eļļas bāzes.

## 3.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti:

**Organizēt atbildīgajiem pašvaldību darbiniekiem, ūdens vides apsaimniekošanas speciālistiem un teritoriju plānotājiem zinātniski praktisku semināru par projekta rezultātiem.**

Projekta noslēguma zinātniski praktiskais seminārs notiek decembra mēneša sākumā paralēli ar rokasgrāmatas (2. punkts) prezentāciju. Semināra dalībnieki – gan darba paku pētnieki, gan pārvaldības praktiķi – ministriju, pašvaldību, aģentūru un pārvalžu darbinieki, kā arī teritoriju plānotāji un vides konsultanti.

Sadarbības veicināšanai upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plānu izstrādē notika praktisks seminārs (22.05.2009) ar pētnieku un plānu izstrādātāju līdzdalību Vides ministrijā. Tas deva

iespēju nevis tikai formāli iesniegt adaptācijas priekšlikumus plāniem, bet izdiskutēt aktualitātes un dažādās nostājas, to priekšrocības un trūkumus.

#### Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme.

Darba pakas mērķis nebija zinātniskā izpēte, tomēr kā zinātniskas nozīmes rezultātu var uzskatīt sarakstu ar tēmām, kuru zinātniskā izpēte Latvijas mērogam nav veikta, bet ir aktuāla, lai izstrādātu Latvijas apstākļiem atbilstošus adaptācijas pasākumus. Tēmas ir izvirzāmas par prioritāti pētījumos par efektīvākajiem pasākumiem Latvijā adaptācijai klimata pārmaiņām attiecībā uz ūdens vidi.

Projekta ietvaros izvirzītie adaptācijas pasākumi Latvijas tautsaimniecībai ir stratēģiski nozīmīgi, jo:

- a) pirmo reizi Latvijā ir minēts konkrēts nepieciešamo adaptācijas pasākumu komplekss, kas ir šaurāks par ES Baltajā grāmatā „Adaptācija klimata pārmaiņām – iedibinot Eiropas rīcības pamatprincipus” (01.04.2009.) minēto pasākumu klāstu un pēc būtības ir piemērots klimata pārmaiņu ietekmēm Latvijā;
- b) pasākumu klāsts ļauj valsts un sektoru attīstības plānošanā, realizācijā un pārskatīšanā konkrēti ņemt vērā ieteiktos pasākumus, kas samazinātu klimata pārmaiņu negatīvo ietekmi uz tautsaimniecību un ļautu efektīvi izmantot pozitīvās sekas;
- c) tie var kalpot par saturisko pamatu Latvijas Nacionālās adaptācijas stratēģijas izstrādei attiecībā uz ūdens vidi un, ņemto vērā šajā programmā pielietoto metodi, par paraugu adaptācijas pasākumu noteikšanai ne tikai attiecībā uz ūdens vidi;
- d) to izsvērtā realizācija mazinātu Baltijas reģiona līmeņa ekoloģiskā līdzsvara ietekmēšanu – plašāku Baltijas jūras piesārņošanu ar biogēniem elementiem un ietekmi uz tās ekosistēmu, kā sekas nav prognozējamas sistēmas sarežģītības dēļ.

Populārzinātniskās rokasgrāmatas par klimata maiņas seku iespējamo novēršanu izdošana ir tautsaimnieciski praktiski nozīmīga, jo nodrošināta atbildīgos pašvaldību darbiniekus, ūdens vides apsaimniekošanas speciālistus un teritoriju plānotājus ar praktiskiem ieteikumiem adaptācijai klimata pārmaiņām ūdens vidē lauksaimniecībā, mežsaimniecībā, zivsaimniecībā, enerģētikā, izglītībā un zinātnē, komunālā saimniecība, kā arī tādās jomās kā teritoriju plānošana un upju sateces baseinu apsaimniekošana.

#### **7.4. Kopsavilkums**

Valsts pētījumu programmas izpildes ceturtajā etapā tika sekmēta zinātniskās izpētes rezultātu nodošana praktiskai izmantošanai vides un pārējos tautsaimniecības sektoros, kā arī Latvijas Nacionālās adaptācijas stratēģijas izveidei – piemērošanās priekšlikumi tika iesniegti atbildīgajām institūcijām, tika izdota rokasgrāmata pārvaldības praktiķu lietošanai un notika plašākas pārvaldības praktiķu publikas iepazīstināšana ar VPP rezultātiem. Atskaites sagatavošanas laikā turpinās darbi pie rokasgrāmatas iespiešanas un izplatīšanas.

Projekta vadītāja K.Āboliņa

## **Darba pakete Nr. 8: PROGRAMMAS VADĪBA UN SABIEDRĪBAS INFORMĒŠANA**

### **8.1. Darba paketes mērķis:**

Nodrošināt sekmīgu izvirzīto programmas uzdevumu izpildi augstā kvalitātē. Sekmēt vides, ūdeņu un klimata mainības interdisciplināras pētniecības attīstību Latvijā un tās atpazīstamību nacionālā un starptautiskā līmenī.

### **8.2. Darba paketes izpildes 4. posma uzdevumi.**

1. Programmas zinātniskā vadība, darba pakešu darba koordinācija un programmas ikdienas pārvaldība;
2. Programmas zinātniskās konferences organizēšana 2009.g. 20. februārī.
3. LU 67. konferences rakstu krājuma izdošana.
4. Sadarbība ar LR VIDM klimata politikas pilnveidošanai
5. Padomdevēju komitejas 3. sanāksmes organizēšana, lai nodrošinātu Programmas zinātniskās kvalitātes atbilstību augstākajiem standartiem;
6. Sabiedrības informēšana par Programmas rezultātiem

### **8.3. Darba paketes 4. posma uzdevumu izpildes rezultāti.**

#### **1.uzdevuma darbu saturs un izpildes rezultāti**

#### **Programmas zinātniskā vadība, darba pakešu darba koordinācija un programmas ikdienas pārvaldība;**

Lai pārraudzītu Programmas darba progresu un nodrošinātu saikni starp Programmas vadību un darba paketēm, kā arī sadarbību darba pakešu starpā, programmas birojs rīko Programmas darba pakešu vadītāju sanāksmes. 2009. gadā noturētas 2 šādas sanāksmes.

Programmas birojs pārrauga finansējuma sadali pa darba paketēm un Programmā iesaistītajām zinātniskajām institūcijām atbilstoši Līgumam, kā arī nodrošina savlaicīgu un pareizu finanšu pārskatu iesniegšanu Latvijas Zinātņu Padomei.

#### **2.uzdevuma darbu saturs un izpildes rezultāti:**

#### **Programmas zinātniskās konferences organizēšana 2009.g. 20. februārī.**

Latvijas Universitātes 67. Zinātniskās konferences ietvaros 2009.g. 20. februārī LU Mazajā Aulā notika sekcija „Klimata mainība un Latvijas ūdeņi”. Kopumā sekcijas sēdē piedalījās vairāk kā 80 dalībnieki no 3 Latvijas augstskolām, zinātniskās pētniecības institūtiem, valsts un pašvaldības institūcijām. Sēdes dalībnieki iepazīs ar 20 referātiem un 19 stendu ziņojumiem par klimata pārmaiņu raksturu un ietekmi uz Latvijas iekšējo ūdeņu un Baltijas jūras vides kvalitāti un ekosistēmām. Konferences sekcija „Klimata mainība un Latvijas ūdeņi” pateicoties Programmas darbībai kļuvusi par nozīmīgāko Latvijas ūdeņu pētnieku un, ar šiem pētījumiem saistīto, sociālo

partneru forumu. Veikti priekšdarbi 2010.g. konferences un Ziemeļvalstu hidroloģijas konferences organizēšanai.

### **3.uzdevuma darbu saturs un izpildes rezultāti:**

#### **LU 67. konferences rakstu krājuma izdošana.**

2009. gada februārī. LU Akadēmiskais apgāds izdevis Latvijas Universitātes 67. Zinātniskās konferences rakstu krājumu „Klimata mainība un ūdeņi”..

### **4.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

#### **Sadarbība ar LR VIDM klimata politikas pilnveidošanai**

2009. gadā ņemta dalība valsts pētījumu programmas vadībā. Bez tam ņemta aktīva dalība LR klimata politikas izveidē un pilnveidošanā. Ņemta dalība Latvijas pozīcijas izstrādē un formulēšanā par adaptācijas risinājumiem klimata pārmaiņām Latvijā lauksaimniecības sektorā, ņemta dalība un sniegta informācija Latvijas pozīcijas izstrādē par ES Balto grāmatu par adaptāciju klimata pārmaiņām. Apkopota informācija par priekšlikumiem adaptācijas risinājumiem, kurus bija sagatavojuši VPP dalībnieki.

Vairāki VPP dalībnieki piedalās LR Vides ministrijas ekspertu darba grupas darbībā, bet prof. M. Kļaviņš vada ekspertu darba grupu, kuras mērķis ir izstrādāt adaptācijas stratēģijas klimata pārmaiņām. Šīs ekspertu grupas darbs līdz ar to nodrošinās Valsts pētījumu programmas rezultātā izstrādāto pētījumu izmantošanu un ieviešanu valsts politikas veidošanas procesā.

VPP uzdevumu izpildes ietvaros veikti pētījumi par principiem un kritērijiem, kas būtiski adaptācijas stratēģijas izstrādei un to regulācijas iespējām, saskaņojot nacionālās likumdošanas un starptautiskās likumdošanas prasības. Pētīti risinājumi klimata pārmaiņu izglītības iespēju attīstīšanai Latvijas augstākajā izglītībā.

### **5.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

Padomdevēju komitejas 3. sanāksmes organizēšana, lai nodrošinātu Programmas zinātniskās kvalitātes atbilstību augstākajiem standartiem;

Lai veicinātu Programmas zinātnisko kvalitāti un nodrošinātu tās starptautisko redzamību un sakarus ar līdzīgām programmām ārvalstīs, izveidota Starptautiskā Padomdevēju Grupa (SPG). Padomdevēju grupā aicināti piedalīties nozīmīgi klimata pārmaiņu un ūdeņu vides pētnieki no Igaunijas, Somijas, Vācijas, kā arī no LR Vides ministrijas pārstāvji, kas atbildīgi par Nacionālās klimata pārmaiņu adaptācijas programmas izstrādi. Trešā SPG sanāksme notika 2009.g. 16. un 17. novembrī Latvijas Universitētē Vispasaules Klimata Pētījumu Programmas (WCRP) reģionālās programmas BALTEX semināra „Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi un tās iedarbība Baltijas jūras baseina dienviddaļā” ietvaros.

### **6.uzdevuma darbu saturs, izpildes rezultāti, to zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīmība:**

Sabiedrības informēšana par Programmas rezultātiem

Izveidota un regulāri tiek atjaunināta Programmas mājas lapa [www.kalme.daba.lv](http://www.kalme.daba.lv) latviešu un angļu valodās. Mājas lapa sniedz informāciju par programmas struktūru, mērķiem un darba uzdevumiem, un to izpildi. Mājas lapas failu arhīvā apkopoti svarīgākie Programmas dokumenti un publikācijas, bet jaunumu sadaļa iepazīstina ar klimata pārmaiņu pētījumu aktualitātēm Latvijā, Baltijas reģionā, Eiropā un Pasaulē. Tādejādi mājas lapa funkcionē gan kā Programmas saziņas līdzeklis ar sabiedrību, gan arī nodrošina informācijas apmaiņu Programmas izpildītāju lokā.

Programmas koordinatori snieguši vairākas intervijas par klimata pārmaiņu tematiku plašsaziņas līdzekļiem.

Programmas vadības ietvaros koordinēta regulāra interviju sniegšana Latvijas Radio, televīzijā, sagatavoti raksti laikrakstos.

VPP noslēguma posma rezultāti tika starptautiski aprobēti Programmas padomdevēju padomē un arī Vispasaules Klimata Pētījumu Programmas (WCRP) reģionālās programmas BALTEX seminārā „Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi un tās iedarbība Baltijas jūras baseina dienviddaļā” (16.-18.11.2009.)

Darba paketes vadītāji A. Andrušaitis, M.Kļaviņš

## Pielikumi

1.pielikums

### Programmas kopējie rezultatīvie indikatori un pārbaudāmās auditējamas vērtības

<b>Rezultatīvie indikatori un pārbaudāmās auditējamas vērtības</b>	<b>Skaitis</b>
Monogrāfijas	1
Mācību grāmatas	1
Aizstāvētas disertācijas	5
Programmas izpildē iesaistītie doktoranti, jaunie zinātnieki, maģistranti	48
Zinātniskās publikācijas starptautiskos un vietējos izdevumos	84
Ziņojumi presē, televīzijā	18
Ziņojumi konferencēs	130
Izstrādātas metodikas	
Noorganizētās konferences un semināri	14
Rekomendācijas vides likumdošanas izstrādei; dalība lēmumu pieņemšanas procesā un tā izstrādē	31
Izstrādātas oriģinālas kartes	15
Laboratorijas pētniecības un eksperimentālās iekārtas	3

## Atskaites periodā publicētie un publikācijai iesniegtie darbi par VPP tematiku

### Grāmatas

Kļaviņš M., Blumberga D., Bruņiniece I., Briede, A., Grišule, G., Andrušaitis A., Āboliņa K. (2008) Klimata mainība un globālā sasilšana. LU Akadēmiskais apgāds, 174 lpp.

Climate change in Latvia (2008) (Ed. M.Kļaviņš), Rīga :LU

### Rakstu krājumi

1. Climate change in Latvia (2008) (Ed. M.Kļaviņš), Rīga :LU
2. **M.Kļaviņš, D.Blumberga, I.Bruņiniece, A.Briede, G.Grišule, A.Andrušaitis, K.Āboliņa** (2008) Klimata mainība un globālā sasilšana. (M.Kļaviņa un A.Andrušaiša redakcija). LU Akadēmiskais apgāds: Rīga, 174 lpp.

### Raksti

1. **Andrušaitis A., Kļaviņš M.** (2007) Vides zinātne: klimata maiņas reģionālā ietekme uz ūdeņu ekosistēmām un adaptācija tai. Zinātne, pētniecība un inovācija Latvijas izaugsmei. LR Stratēģiskās analīzes komisija 3(14), Rīga: Zinātne, 142-163
2. **Bakute A., Apsīte E.** (2009). Konceptuālā modeļa METQ pielietošanas iespējas Latvijas upju hidroloģiskajā monitoringā (Application of the METQ for Hydrological Monitoring of Rivers in Latvia). Latvijas Universitātes raksti. Zemes un vides zinātnes (Acta Universitatis Latviensis, Earth and Environment Sciences) Nr. 724., Rīga, pp 77-88.
3. **Balode M., Purvina S., Purina I., Yurkovska V., Barda I., Strode E., Putna I., Balodis J., Pfeifere M.** (iesniegts) Experimental studies on the possible impact of climate change on development of Baltic HAB species. Proceedings of the 13th ISSHA, November 2008.
4. **Bethers U., Seņņikovs J.** (2009). Ensemble modeling of impact of climate change on runoff regime of Latvian rivers. Proc. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia.
5. **Bethers U., Seņņikovs J., Timuhins A., Valainis A., Bethers P.** (2009). Ensemble modeling of impact of climate change on runoff regime of Latvian rivers. J. of Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (submitted)
6. Blumberga D., **Kļaviņš M.** (2009) Climate change education in Latvia. In: "Climate change education", Emerald Press, (accepted for publication)
7. **Briede A., L.Lizuma, M.Klavins** (2009) Long term changes of precipitation in Latvia. Hydrol. Res. (accepted for publication)

8. **Briede A., Lizuma L., Klavins M.** (2009) Long term changes of precipitation in Latvia. *Hydrol. Res.* (accepted for publication)
9. **Bruniniece I., Klavins M.** (2009) Normative principles for adaptation to climate change policy design and governance *Int. J. Clim. Change Strat. Manag.*, (accepted for publication)
10. Casini, M., Hjelm, J., Molinero, J.-C., Lövgren, J., Cardinale, M., Bartolino, V., Belgramo, A. and **Kornilovs, G.** (2009). Trophic cascades promote threshold-like shifts in pelagic marine ecosystems. *Proc. of the Nat. Ac. of Sci. of the USA*, Vol. 106, No 1, 197-202.
11. Casini, M., Lövgren, J., Hjelm, J., Cardinale, M., Molinero, J.-C. and **Kornilovs, G.** (2008). Multi-level trophic cascades in a heavily exploited open marine ecosystem. *Proc. of the Royal Society B*, 275: 1793-1801.
12. Conley, D., Björck, S., Bonsdorff, E., Carstensen, J., Destouni, G., Gustafsson, B.G., Hietanen, S., Kortekaas, M., Kuosa, H., Markus Meier, H.E., **Müller-Karulis, B.**, Nordberg, K., Norkko, A., Nürnberg, G., Pitkänen, H., Rabalais, N.N., Rosenberg, R., Savchuk, O.P., Slomp, C.P., Voss, M., Wulff, F., and Zillen, L. (2009) Hypoxia – related processes in the Baltic Sea. *Environmental Science & Technology*. Vol. 43: 3412-3420.
13. Deelstra, J., Eggestad, H.O., Iital, A., **Jansons, V.** (2009). Extreme Runoff Conditions in Small Agricultural Catchments. XII Biennial International Conference Hydrological Extremes in Small Basins 18–20 September 2008, Cracow, Poland, Book of Abstracts. Jagiellonian University Cracow, Poland. ISBN 978-83-88424-38-0. pp 93-96.
14. Deelstra, J., Eggestad, H.O., Iital, A., **Jansons, V.** (2009). Hydrology in small agricultural catchments; pathways and their impact on nutrient and soil loss. In Hermann, A. & Schumann, S. (Eds). *International Workshop on Status and perspectives of Hydrology in Small basins, Goslar – Hahnenklee, Federal Republic of Germany, 30 March – 2 April 2009*: ISBN 978-3-89720-996-1, pp 75 – 79.
15. **Druvietis, I., Springe, G., Briede, A., Kokorīte, I. & Parele E.** 2009. A comparative assessment of bog aquatic environment of Ramsar site Teici Bog Reserve and North Vidzeme Biosphere Reserve, Latvia. LU raksti. Pieņemts publicēšanai.
16. **Eberhards G., Grīne I., Lapinskis J., Purgalis I., Saltupe B., Torklere A.** (2009) Changes in Latvia's Baltic seacoast (1935-2008). *Baltica*, Vol. 22 (1);
17. **Grinberga, L.** and Priede, A. *Elodea canadensis* in Latvia. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Pieņemta publicēšanai.
18. **Gruberts D.**, 20081. Use of a Drifting Instrumental Platform In A River-Floodplain Study. In: Sorial G. A., Hong J. (eds.) *Proceedings of the 4th International Conference "Environmental Science and Technology 2008"*. Houston, Texas, USA, July 28-31 2008. v. 1, 39-46. ISBN 978-0976885306
19. **Ikauniece A., J. Aigars, B. Kalveka, V. Jermakovs and I. Jurgensone** (2009) Ecosystem changes and possible management solutions in the Eastern Baltic Sea – effort of Latvian KALME. ICES CM/G:13
20. **Ikauniece A., J. Aigars, B. Kalveka, V. Jermakovs and I. Jurgensone.** Marine environmental processes and biodiversity variation in the light of climate change – case of Latvia (iesniegts *Boreal Environ.Res.*).



21. Jaagus J, **Briede, A.**, Rimkus, E., Kalle, R. (2009) Precipitation pattern in the Baltic countries under the influence of large-scale atmospheric circulation and local landscape factors. *International Journal of Climatology* (on line published)
22. **Jansons, V., Abramenko, K.**, Timbare, R., **Bērziņa, L.** (2009). Risk assessment of the agricultural pollution with nitrates in Latvia. *LLU Raksti* 22 (316), 2009; pp.1-11
23. Kalvāne, G, Romanovskaja, D, **Briede, A**, Baksiene, E (2009) Influence of climate change on phenological phases in Latvia and Lithuania. *Clim Res* 39:209-219.
24. **Kļaviņš M., Āboliņa K.** (2008) Globālā sasiļšana un Latvija. Klimata pārmaiņas: izaicinājumi Latvijai starptautiskajā vidē (red. G.Reire) Latvijas Valsts prezidenta kanceleja: Rīga, 22-54
25. **Klavins M.**, Bruniniece I., V.Bisters (2009) Development of national climate change adaptation policy in Latvia. *Int. J. Clim. Change Strat. Manag.*, 1(1), 75-91
26. **Klavins M., Rodinov V.** (2008) Long-term changes of river discharge regime in Latvia. *Hydrol. Res.*, 39(2), 133-141
27. **Klavins M., Rodinov V.** (2009) Influence of large scale atmospheric circulation on climate change in Latvia. *Boreal Environmental Research* (submitted)
28. **Klavins, M., Briede, A., Rodinov, V.** (2009) Changes in ice regime of rivers in the Baltic region in relation to climate variability. *Climate Change*, Vol.95, Nr 3-4: 485-498.
29. **Klavins, M., Rodinov, V., Timukhin, A., Kokorite, I.** (2008) Patterns of river discharge: long-term changes in Latvia and Baltic region. *Baltica*, 22 (1-2), 25-39
30. **Kokorite I., Klavins M., Rodinov V.** Impact of catchment properties on aquatic chemistry in rivers of Latvia. *Water Research*. Pieņemts publicēšanai 11.08.2009.
31. **Lapinskis J.** (2009) Jūras krasta rajonēšana Latvijā pēc litomorfodinamiskām pazīmēm. *RTU Zinātniskie raksti*, 19 (1), 168-174
32. Möllmann, C., Diekmann, R., **Müller-Karulis, B., Kornilovs, G., Plikshs, M.** and Axe, P. (2009) Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shift in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology*. 15: 1377-1393, doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01814.x
33. **Paidere, J.** 2009. Influence of hydrology (flooding frequency) on zooplankton in the floodplains of the Daugava River (Latvia). *Acta Zoologica Lituanica*, Versita, Warsaw (In press).
34. **Sennikovs, J. and Bethers, U.** (2009), Statistical downscaling method of regional climate model results for hydrological modelling. Proc. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia.
35. **Skuja, A., Ozoliņš, D. and Poppels, A.** (2009) Seasonal and diel pattern of mayfly (Ephemeroptera) drift in Korge stream in Latvia. – In: *International Perspectives in Mayfly and Stonefly Research. Proceedings of the 12th International Conference on Ephemeroptera and the 16th International Symposium on Plecoptera, Aquatic Insects* 31, Supplement 1, Stuttgart. In press.

36. **Škute A., Gruberts D., Soms J., Paidere J.** 20084. Ecological and hydrological functions of the biggest natural floodplain in Latvia. *Ecologyhydrology & Hydrobiology*, vol 8, No 2-4:77-92
37. **Springe G., Grinberga L. and Briede A.** The role of the hydrological and hydromorphological factors in the forming of ecological quality of the medium-sized lowland streams. *Hydrology Research*. In press.
38. **Springe, G., Briede, A., Druvietis, I., Parele, E., Rodinovs, V., Skuja, A.** Impacts of climate change on shallow lagoon lake ecosystem. *Hydrobiologia*. Iesniegts publicēšanai.
39. Tomczak, M.T., **Müller-Karulis, B.**, Järv, L., Kotta, J., Martin, G., **Minde, A.**, Pöllumäe, A., Razinkovas, A., **Strake, S.**, Bucas, M., Blenckner, T. (2009) *Progress in Oceanography*. Article in press. Doi:10.1016/j.pocean.2009.04.017.

### Sagatavotas publikācijas

1. **Apsīte E., Bakute A.** and Kurpniece K., Pallo I. Climate Change Impacts on River Runoff at the End of the 21st Century in Latvia. *FENNIA, NGM Special Issue* (pieņemta publicēšanai)
2. **Apsīte E., Bakute A.** and Kurpniece K., Pallo I. River Runoff Projection of Future Climate in Southeast of the Baltic Sea Basin. *Climate Research, Special 23 /Environmental change and socio-economic response in the Baltic region/*, (iesniegta publicēšanai)
3. **Jansons, V., Sudars.R.** (2009) Dimensions of Agri-Environmental Research in the Department of Environmental Engineering and Water Management. Pieņemts publicēšanai LLU rakstos)

### Konferenču tēzes

1. Aksjuta K., Bāra J., **Lazdāns D.**, Nitcis M., 2009. Nature management plans and awareness raising for local people applying GIS tools. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 44.lpp.
2. **Aleksejevs, Ē. un Birzaks, J.** (2008) Spidiļka *Rhodeus amarus* Bloch izplatība Latvijā. LU 66. zinātniskā konference. Klimata mainība un ūdeņi. Rakstu krājums, Rīga, LU: 5-6.
3. **Balode M., Purviņa S., Puriņa I., Bārda I., Strode E., Putna I., Balodis J., Pfeifere M., Jurkovska V.** Globālās sasilšanas varbūtējā ietekme uz bīstamo aļģu attīstību Baltijas jūrā. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU, Rīga.
4. **Balode M.** Climate impact on HAB. Report of the ICES-IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WG HABD), 31th March- 2nd April.
5. **Bārda I., Puriņa I., Purviņa S., Balode M.** Toksisko aļģu attīstība un mikrocistīnu producēšana Pierīgas ezeros. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU, Rīga.

---

<sup>4</sup> Tika publicēts 2009.gadā.

6. **BārdaI, Purina I., Balode M.** Structural analyses of summer phytoplankton as indicator of water quality in eutrophic – hypertrophic lakes. ASLO Aquatic Sciences Meeting 2009, 25-30 January, Nice, France.
7. **Birzaks, J.** Jauna zivju suga Sabanejewia aurata (De Filippi, 1865) Latvijā. LU 67.Zinātniskā konference, 20.02.2009., „Klimata mainība un ūdeņi”. Rakstu krājums LU, 2009.
8. Brakovska A., Stepanova M., Škute R., **Škute A.**, 2009. Diversity survey of samples of Rotatoria group in lakes Svete and Brigene. Book of abstracts of 5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". Daugavpils, Latvia. p.25.
9. Deksne R., **Škute A.**, Škute R. 2009. Dynamics of zooplankton in Daugava through seasons in the section of the river between Kraslava and Dunava. Book of abstracts of 5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". Daugavpils, Latvia. p.32 - 33.
10. Deksne R., **Škute A.**, Škute R. 2009. Klimata mainības ietekme uz Daugavas zooplanktonu Latvijas un Baltkrievijas teritorijā. Latvijas Universitātes 67.zinātniskās konferences tēzes. Sējums „Klimata mainība un ūdeņi” – Rīga, LU akad.apgāds, 2009. 55.-62.lpp.
11. **Druvietis, I.** (2009) Lagūnas tipa piejūras ezeru fitoplanktona īpatnības. LU 67.Zinātniskā konference, 20.02.2009., „Klimata mainība un ūdeņi”. Rakstu krājums LU, 2009:63
12. **Druvietis, I. Konošonoka, I., and Parele, E.** (2009) Structure of periphyton communities associated with substrate type in lower reaches of Salaca River, North Vidzeme biosphere Reserve In: 5th International Conference “Research and conservation of Biological diversity in Baltic region, Book of Abstracts, Daugavpils 22-24 April 2009: .39.
13. **Druvietis, I., Kokorīte, I., Poppels, A. and Skuja, A.** (2009) Influences of water and substrate quality for periphyton and invertebrate communities in small rivers of western Latvia and Slītere National park”. In: 5th International Conference “Research and conservation of Biological diversity in Baltic region”. Book of Abstracts, Daugavpils 22-24 April 2009: 40.
14. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Biological Ensemble Modelling of the Eastern Baltic cod future" at the ICES/PICES/UNCOVER Symposium on Rebuilding Depleted Fish Stocks – Biology, Ecology, Social Science and Management Strategies, Warnemünde, November 4th, 2009.
15. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Biological Ensemble Modelling to improve fisheries science & management" at the workshop on The marine ecosystem in changing climate - on the added value of coupled climate-environmental modelling of the Baltic Sea, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, October 16th, 2009.
16. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Ensemble modelling of the Baltic Cod Future" at the IBED Conference: Linking Science and Management in the Baltic Sea Ecoregion, Copenhagen, September 10th 2009.

17. **Grinberga, L** (2009) Makrofīti kā ūdens kvalitātes indikatori Salacā. LU 67.Zinātniskā konference, 20.02.2009.,Klimata mainība un ūdeņi. Rakstu krājums LU, 2009: 65-67.
18. **Grinberga, L** Including aquatic vegetation as bioindicators in educational process on environmental studies. In: 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga: 33-34
19. **Grinberga, L.** (2009) Environmental factors influencing the distribution of macrophytes in middle-sized streams in Latvia. In: Reports of Finnish Environmental Institute 15/2009: 154.
20. **Grinberga, L.** and Priede, A. (2009) Invasion of *Elodea canadensis* in Latvia In: 5th International Conference „Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”, Daugavpils, 22-24.04.2009: Book of Abstracts, „Saule”, Daugavpils, 2009: 50.
21. Grinvalds K. Differences of benthic vegetation community at two coastal sites of the Gulf of Riga. 7th BSSC, 17-21 August, Tallinn, Estonia.
22. Grišanovs A., **Soms J.**, 2009. ĢIS risinājumi augsnes erozijas iespējamības novērtēšanai dabas parkā „Daugavas loki”. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 42.lpp.
23. **Gruberts D.**, 2009. Klimata un Daugavas noteces ilgtermiņa mainība Daugavpilī. Krāj.: Plikša I. (sast.) Klimata mainība un ūdeņi. Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference „Klimata mainība un ūdeņi”. Rīga, Latvia, 2009.gada. 20. februāris. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 68.-75. lpp.
24. Gruberts D., **Soms J.**, 2009. Runoff Extremes of the Daugava River at Daugavpils (Latvia). In: Kovar P., Maca P., Redinova J. (eds), Water Policy 2009, Water as a Vulnerable and Exhaustible Resource. Proceedings of the Joint Conference of APLU (Association of Public and Land-Grant Universities) and ICA (Association for European Life Sciences Universities). Prague, CULS Prague, Czech Republic, 23 – 26 June 2009. p.180. ISBN 978-80-213-1944-8
25. **Gruberts D.**, Uljans J., 2009. Ūdens fizikāli ķīmisko parametru mainība Dvietes palienes ūdens objektos 2007. - 2008. gadā. Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Latvijas Universitātes 67.zinātniskā konference. Rīga, 2009. g. 30. janvāris. Rīga, LU Akad. apgāds, 49.-51. lpp.
26. **Gruberts D.**, Zutis J., 2009. Upes micīte (*Ancylus fluviatilis*) kā ūdens vides stāvokļa bioindicators: Akmeņupes piemērs. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 40. lpp.
27. Harlinska A., **Strake S.**, **Labucis A.** Population structure and reproduction of the copepod *Acartia bifilosa* in the Gulf of Riga, Baltic Sea: field data. 7th BSSC, 17-21 August, Tallinn, Estonia.
28. **Ikauniece A., J. Aigars, B. Kalveka, V. Jermakovs and I. Jurgensone.** Marine environmental processes and biodiversity variation in the light of climate change – results of the Latvian National research programme. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinn, 17-21 August, 2009.

29. **Ikauniece A., J. Aigars, B. Kalveka, V. Jermakovs and I. Jurgensone.** Ecosystem changes and possible management solutions in the Eastern Baltic Sea – effort of Latvian KALME. ICES Annual Science Conference, Berlin, 21-25 September, 2009.
30. Iliško E., **Soms J.**, 2009. Dabas vērtības Lazdukalna upītes ielejā un Daugavas ielejas Ververu lokā. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 8.lpp.
31. Jurkjāne I., **Parele E., Škute A.**, 2009. Study of ecological conditions of the river Daugava from Piedruja to Plavinas. Book of abstracts of 5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". Daugavpils, Latvia. p.61.
32. Jurkjāne, I., **Parele, E., Škute., A.** (2009) A study of an ecological conditions of the River Daugava from Piedruja to Plavinas. 5th International Conference "Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region", Book of Abstracts, Daugavpils, 22 – 24 April 2009: 61.
33. **Kokorīte I., Konosonoka I., Druvietis I.** (2009) Assessment of water quality and ecological status of the Lake Burtnieks, North-Vidzeme Biosphere Reserve, Latvia. 2nd European Large Lake Symposium 2009. Norrtälje, Sweden. 10.–14.08.2009.
34. **Kokorīte I., Rodinovs V.** (2009) Ūdens kvalitātes mainība Daugavā. LU 67.zinātniskā konference. 02.02.2009.
35. **Kornilovs, G.**, Raid, T., and Stepputis, D. Do the regular reading exercises improve the quality of assessment? The case of Baltic herring. ICES Annual Science Conference, Berlin, 21-25 September, 2009.
36. Korsaka J., **Osipovs S.**, 2009. Ortofosfātjonu satura noteikšana Daugavpils upēs (Laucesa, Meļņička, Gļinovka, Šņupe, Daugava), izmantojot spektrometrisko noteikšanu ar plūsmas analīzes metodi (FIA). Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 15.lpp.
37. Kursīts D., **Soms J.**, 2009. Dabas pieminekļi dabas parkā „Daugavas loki” ekotūrisma attīstības un dabas aizsardzības pasākumu kontekstā. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 43.lpp.
38. **Laizāns K., Soms J.**, 2009. Noteces veidošanās apstākļu ietekme uz biogēnu un suspendētā materiāla pārnesei apjomiem no gravu sateces baseiniem Daugavas ielejā. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 19. lpp.
39. **Lapinskis J.** (2009) Coastal erosion risk in Latvia and climate change mitigation. Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation. Riga, October 23, 2009. Proceedings pp. 55-57.
40. **Lazdāns D.**, 2009. Conservation biology of specially protected nature territories using GIS tools. In: Book of abstracts. 5th International Conference "Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region". Daugavpils, Latvia, 22 – 24 April, 2009. Daugavpils University Acad. Press. "Saule", p.81.

41. **Lazdāns D.**, Mozulis J., 2009. Daugavpils pilsētas un Daugavpils rajona tūrisma iespēju interaktīvā datu bāze. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 41.lpp.
42. Lizuma L., **A.Briede, M.Kļaviņš** : Ekstremālo nokrišņu ilgtermiņa mainības raksturs. Klimata mainība un ūdeņi. Rakstu krājums LU, 2009.
43. Lūkins M., Melluma A., **Soms J.**, 2009. Ainavu struktūras laiktelpisko izmaiņu analīze dabas parkā Daugavas loki: ģeogrāfiskie un kultūrvēsturiskie aspekti. Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēžu krājums. Latvijas Universitātes 67.zinātniskā konference. Rīga, 2009.g. 03.februāris. Rīga, LU Akad. apgāds, 93.-95.lpp.
44. Lūkins M., **Soms J.**, Melluma A., 2009. Temporal and Spatial Changes of Forest Habitats Structure in the Nature Park “Daugavas Loki”. In: Book of abstracts. 5th International Conference “Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”. Daugavpils, Latvia, 22 – 24 April, 2009. Daugavpils University Acad. Press. “Saule”, p.83.
45. **Ozoliņš D.** (2009) Dynamics of aquatic macroinvertebrate communities in the stream Slampe re-established riverbed. In: The Book of Abstract of International Conference for Students of Nature Sciences Coins 2009. Vilnius University. Faculty of Nature Sciences, April 21 – 25, Vilnius, Lithuania: 48.
46. **Ozoliņš, D. and Skuja, A.** (2009) Potential climate change impact on macroinvertebrate drift in Korģe stream. – In: 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga: 70-71.
47. **Paidere, J.** Daugavas palieņu ezeru applūšanas biežuma ietekme uz zooplanktona cenožēm. 2009. Rakstu krājums. Klimata mainība un ūdeņi. Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference „Klimata mainība un ūdeņi”. Rīga, Latvia, 2009.gada. 20. februāris, Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 76.-77.lpp.
48. **Paidere, J.**, Čevere I., Stalidzāne D. 2009. Dvietes un Skuķu ezera zooplanktona raksturojums. Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009. gada 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU Akadēmiskais apgāds „Saule”, 39.lpp.
49. **Paidere, J.**, Stalidzāne D., Čevere I. 2009. Taxonomical distribution and diversity of zooplankton in the Daugava River and their floodplains (Latvia). Book of Abstracts 5th Internaciona Conference „Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”. Daugavpils, 22 – 24 April 2009, Latvia., 99.
50. Pupiņa A., Pupiņš M., **Škute A.** 2009. Bombina bombina L. areāla paplašināšanās Latvijā kā klimata pasiltināšanās iespējamās sekas. Latvijas Universitātes 67.zinātniskās konferences tēzes. Sējums „Klimata mainība un ūdeņi” – Rīga, LU akad.apgāds, 2009. 80.-81.lpp.
51. Pupiņš M., Pupiņa A., **Škute A.** 2009. Klimata pasiltināšanās un iespējamās Emys orbicularis L. pirmās ziemošanas sekmīgu stratēģiju skaita paplašināšanās Latvijā. Latvijas Universitātes 67.zinātniskās konferences tēzes. Sējums „Klimata mainība un ūdeņi” – Rīga, LU akad.apgāds, 2009. 82.-83.lpp.

52. **Purviņa S., Purina I., Bārda I., Strode E., Putna I., Jurkovska V., Balode M.** Paaugstinātas temperatūras ietekme uz Rīgas līča ziemas sezonas fitoplanktonu un bakterioplanktonu. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU Rīga.
53. **Purviņa S., Purina I., Bārda I., Strode E., Putna I., Yurkovska V., Balode M.** The effect of elevated temperature on autumn phytoplankton and bacterioplankton from the Gulf of Riga. ASLO Aquatic Scientific Meeting. 25-30 January 2009 Nice, France.
54. Raid, T., **Kornilovs, G.**, Lankov, A., Nisumaa, A.-M., Shpilev, H. and Järvik, A. Dynamics of the Gulf of Riga herring stock: combined effects of stock and environment. ICES/PICES/UNCOVER Symposium on Rebuilding Depleted Fish Stocks – Biology, Ecology, Social Science and Management Strategies, Warnemünde, November 4th, 2009.
55. Razdobudko J., **Soms J.**, 2009. Meža biotopu laiktelpiskās izmaiņas dabas parka „Daugavas loki” Daugavpils rajonā ietilpstošajā daļā. Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 8.lpp.
56. Rutkovska S., Zeiļa I., Pučka I., Litvinceva J., 2009. Spatial distribution of separate widely spread invasive plant species. A case of the Ruģeļi and Grīva housing estates of Daugavpils. In: Book of abstracts. 5th International Conference “Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”. Daugavpils, Latvia, 22 – 24 April, 2009. Daugavpils University Acad. Press. “Saule”, p. 119.
57. **Skuja, A.** (2009) Drift and microhabitat preference of caddisflies Trichoptera in Tumšupe stream. – In: 13th International Symposium on Trichoptera, Program & Abstracts. 22-27 June, 2009, Bialowieza, Poland: 34.
58. **Škute A., Soms J., Paidere J., Gruberts D.**, 2009. Impact of climate change on the biggest natural river-floodplain system in Latvia. ASLO Aquatic Sciences Meeting 25-30 January, Nice, France, - p.248.
59. **Soms J.**, 2009. Lineārās erozijas un nogāžu procesu veidotie reljefa kompleksi Daugavas ielejā Krāslavas – Naujenes posmā kā vides izmaiņu indikatori holocēnā. Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēžu krājums. Latvijas Universitātes 67.zinātniskā konference. Rīga, 2009.g. 30.janvāris. Rīga, LU Akad. apgāds, 246.-248.lpp.
60. **Soms J., Iliško E.**, 2009. Aizsargājamo biotopu un augu sugu atradņu telpiskais izvietojums Lazdukalna upītes ielejā un Ververu lokā (Daugavas senleja). Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēžu krājums. Latvijas Universitātes 67.zinātniskā konference. Rīga, 2009.g. 04.februāris. Rīga, LU Akad. apgāds, 56.-58.lpp.
61. **Soms J., Iliško E.**, 2009. Analysis of Spatial Distribution of the Sedge *Carex pilosa* Scop. With Respect to Erosion Landforms in South-Eastern Latvia: Ecogeomorphological Aspects. In: Book of abstracts. 5th International Conference “Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”. Daugavpils, Latvia, 22 – 24 April, 2009. Daugavpils University Acad. Press. “Saule”, p.130.
62. **Soms J., Laizāns K.**, 2009. Biogēnu un suspendētā materiāla pārnese no gravu sateces baseiniem Augšdaugavas pazeminājumā dažādos noteces veidošanās apstākļos. Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēžu krājums. Latvijas Universitātes 67.zinātniskā konference. Rīga, 2009.g. 30.janvāris. Rīga, LU Akad. apgāds, 81.-83.lpp.

63. **Soms, J.** 2009. Re-activation of erosion processes in permanent gullies as geomorphic response to extreme rainfall event. *Folia Geographica: Series Geographica – Physica*. ISSN 0071-6715 accepted and corr., in press.
64. **Sprīņģe, G., Aleksejevs, Ē., Birzaks, J., Druvietis, I., Grīnberga, L., Parele, E.** (2009) Klimata maiņas strukturālie un funkcionālie indikatori iekšzemes ūdeņos. Klimata mainība un ūdeņi. LU Rakstu krājums, 2009: 99.
65. **Sprīņģe, G., Briede, A., Kokorīte, I., Druvietis, I., Grīnberga, L., Parele, E.** 2009. Ilgtermiņa pētījumi Latvijas saldūdeņos. *Geogrāfija. Geoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes*. LU, 2009.
66. **Sprīņģe, G.** Climate change indicators in freshwaters of Latvia. In: 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga:86-87.
67. **Strāķe S.** Baltijas jūras planktonā dominējošā kopepoda *Acartia bifilosa* izplatība un olu produkcija saistībā ar vides faktoriem: lauku dati. LU 67 konference Zinātniskā Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU Rīga.
68. Strazdiņa, S., **Sprīņģe, G.** The role of actual scientific researches in raise of awareness about climate change. In: 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga:89-90.
69. Tukāns A., **Osipovs S.**, 2009. Amonija jonu satura noteikšana Ilūkstes upes ūdeņos, izmantojot spektrometrisko noteikšanu ar plūsmas analīzes metodi (FIA). Krāj.: Oļehnovičs D. (sast.), Daugavpils Universitātes 51. starptautiskās zinātniskās konferences tēzes. DU 51. starptautiskā zinātniskā konference, Daugavpils, Latvija, 2009.g. 15.-18. aprīlis. Daugavpils, DU akad.apgāds „Saule”, 17.lpp.

## Ziņojumi konferencēs

1. **Aigars, J., Jurgensone, I.**, Nice, France, January 25 – 30, 2009, Bioavailability of river dissolved organic material to phytoplankton in the Gulf of Riga, Baltic sea, ASLO, Aquatic Sciences Meeting, <http://www.aslo.org/meetings/nice2009/>
2. **Aleksejevs, Ē., Birzaks, J.** Izmaiņas zandarta *Sander lucioperca* (L.) izplatībā Latvijas iekšējos ūdeņos, LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
3. **Andrusaitis A., Klavins M.** (2007) National research program „Climate change impact on the water environment of Latvia. In: Abstracts of the 3dr International conference „Climate change and waters”, Rīga, 1
4. **Apsīte E., Bakute A.** (2009) Latvijas upju baseinu notece mūsdienu un nākotnes klimata apstākļos. LU 67. Zinātniskā konference, „Klimata mainība un ūdeņi” sekcijas tēzes, Rīga, 16-18. lpp.



5. **Apsīte E., Bakute A. and Kurpniece K.** (2009) Climate Change Impacts on River Runoff Projection in the End of XXI Century. 3rd Nordic Geographer meeting, Change: society, environment and science in transition. June 8.-11., Turku, Finland, pp. 186.
6. **Apsīte E., Bakute A. and Kurpniece K.** (2009) Past and future changes in Latvian river runoff: the cases of Bērze and Salaca river basins. Witkowski A., Harff J. and Isemer H.J. (eds); Proceedings of International conference on Climate Change: The environmental and socio-economic response in the southern Baltic region, International BALTEX Secretariat, ISSN 1681-6471, Publication No. 42, pp. 29-30. (University of Szczecin, Poland, 25-28 May, 2009)
7. **Apsīte E., Bakute A. and Kurpniece K.** (2009) River Runoff Projection of Future Climate in Latvia. In: Workshop Proceedings, Rockel B., Barring L., Reckermann M. (Eds.):, 2nd International Lund RCM Workshop, 21st Century Challenges in Regional-scale Climate Modelling, International BALTEX Secretariat, ISSN 1681-6471, Publication No. 41, pp. 251-252. (Lund university, Sweden, 4-8 May, 2009)
8. **Barbel Muller-Karulis, Juris Sennikovs, Juris Aigars** (2009) Modelling the impact of climate change on nutrients and phytoplankton in the Gulf of Riga. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinn.
9. **Bārda I., Puriņa I., Purviņa S., Balode M.** Toksisko aļģu attīstība un mikrocistīnu producēšana Pierīgas ezeros. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU, Rīga.
10. **Bārda, Purina I., Balode M.** Structural analyses of summer phytoplankton as indicator of water quality in eutrophic – hypertrophic lakes. ASLO Aquatic Sciences Meeting 2009, 25-30 January, Nice, France.
11. **Bērziņa L., Sudārs R., Osadčuks V.** Neironu tīklu un statistisko metožu salīdzinājums fosfora noplūdes riska noteikšanai. LU LIF zinātniskā konference. Vide un ūdenssaimniecība. Jelgava, 8.VI.2009. <http://www2.llu.lv/homepg/lif/> (2009.04.16.)
12. **Birzaks, J.** Jauna zivju suga Sabanejewia aurata (De Filippi, 1865) Latvijā. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
13. **Briede A., Kļaviņš M., Kūle L., Sprinģe G.** (2008) Klimata pārmaiņas un adaptācijas stratēģijas projekta ASTRA piemērā. LU 66 konferences tēzes. „Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne”, 32
14. Briede A., Lapinskis J., Klavins M. (2007) Long term changes of climate change indicators in Latvia. In: Abstracts of the 3rd International conference „Climata change and waters”, Rīga, 16
15. **Eglīte, L., Purmalis, O., Ansonē, L.** Kopējā organiskā oglekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācijas izmaiņas salacas baseina upēs 2007.-2008. gadā. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
16. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Biological Ensemble Modelling of the Eastern Baltic cod future" at the ICES/PICES/UNCOVER Symposium on Rebuilding Depleted Fish Stocks – Biology, Ecology, Social Science and Management Strategies, Warnemünde, November 4th, 2009.

17. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Biological Ensemble Modelling to improve fisheries science & management" at the workshop on The marine ecosystem in changing climate - on the added value of coupled climate-environmental modelling of the Baltic Sea, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, October 16th, 2009.
18. Gårdmark, A. Wikström, A., Bastardi. F., Eero, A., **Müller-Karulis, B.**, Heikinheimo, O., Neuenfeldt, S., van Leeuwen, A., Lindegren, M., Tomczak, M., Niiranen, S., Blenckner. T. "Ensemble modelling of the Baltic Cod Future" at the IBED Conference: Linking Science and Management in the Baltic Sea Ecoregion, Copenhagen, September 10th 2009.
19. **Grinberga, L** Including aquatic vegetation as bioindicators in educational process on environmental studies. 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga
20. **Grinberga, L.** Environmental factors influencing the distribution of macrophytes in middle-sized streams in Latvia. 12th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds, Jiveskila, Somija, 24.-28.08.2009.
21. **Grinberga, L.** Makrofīti kā ūdens kvalitātes indikatori Salacā. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
22. **Grinberga, L.,** Priede, A. Invasion of *Elodea canadensis* in Latvia. 5th International Conference „Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region”, Daugavpils, 22-24.04.2009.
23. **Grinvalds K.** Differences of benthic vegetation community at two coastal sites of the Gulf of Riga. 7th BSSC, 17-21 August, Tallinn, Estonia.
24. Harlinska A., **Strake S., Labucis A.** Population structure and reproduction of the copepod *Acartia bifilosa* in the Gulf of Riga, Baltic Sea: field data. 7th BSSC, 17-21 August, Tallinn, Estonia.
25. **Ikauniece A., Aigars J., Kalveka B., Jermakovs V. and Jurgensone I.** Marine environmental processes and biodiversity variation in the light of climate change – results of the Latvian National research programme. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinn, 17-21 August, 2009.
26. **Ikauniece A., Aigars J., Kalveka B., Jermakovs V. and Jurgensone I.** Ecosystem changes and possible management solutions in the Eastern Baltic Sea – effort of Latvian KALME. ICES Annual Science Conference, Berlin, 21-25 September, 2009.
27. **Ikauniece A., Aigars J., Kalveka B., Jermakovs V., Jurgensone I.,** Tallinn, Estonia, August 17 – 21, 2009, Marine environmental processes and biodiversity variation in the light of climate change – results of the Latvian National research programme KALME, 7th Baltic Sea Science Congress 2009, <http://www.bssc2009.org/>
28. **Ikauniece A., Aigars J., Kalveka B., Jermakovs V., Jurgensone I.,** Berlin, Germany, September 21-25, 2009, Ecosystem changes and possible management solutions in the Eastern Baltic Sea – effort of Latvian KALME. ICES Annual Science Conference, <http://www.ices.dk/>

29. **Sennikovs J., Igonin M., and Bethers U.** (2009) A 3D finite-element operational model for a part of the Baltic Sea. EGU General Assembly, Vienna.
30. **Seņņikovs J., Bethers U.** (2009) Dažas nākotnes klimata upju noteces iezīmes LU 67 konference, 97.
31. **Seņņikovs J., Timuhins A.** (2009). Application of regional climate data as input for hydrological modeling. EGU General Assembly, Vienna.
32. **Jansons V.** Agricultural nutrient pollution situation and modelling in Latvia. SWAT workshop at Bioforsk. Norway, May 20-21, 2009.
33. **Jansons V.** Baltijas jūras kompleksais (sauszeme - jūra) ūdens kvalitātes modelis. LU LIF zinātniskā konference. Vide un ūdenssaimniecība. Jelgava, 8.VI.2009.  
<http://www2.llu.lv/homepg/lif/> (2009.04.16.)
34. **Jansons V.** Modeling of the water quality in the Berze river catchment . BONUS RECOCA kick-off meeting Stockholm. 2-3 February, 2009.
35. **Jansons V.:** Ūdeņu kvalitātes modelēšanas perspektīvā attīstība Baltijas jūras eko reģionā. LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.  
[http://kalme.daba.lv/faili/konferences\\_seminari/2009/LUzinkonf\\_67/prezentacijas/JansosnsV\\_%20LU67.pdf](http://kalme.daba.lv/faili/konferences_seminari/2009/LUzinkonf_67/prezentacijas/JansosnsV_%20LU67.pdf) (2.III.2009.)
36. **Abramenko K., Veinbergs A.** Slāpekļa koncentrāciju modelēšana Bērzes upes baseinā LU LIF zinātniskā konference. Vide un ūdenssaimniecība. Jelgava, 8.VI.2009.  
<http://www2.llu.lv/homepg/lif/> (2009.04.16.)
37. **Abramenko K., Bakute A., Veinbergs A., Lagzdiņš A.:** Bērzes upes baseina slāpekļa slodžu aprēķini nākotnes klimata scenārijiem. LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.  
[http://kalme.daba.lv/faili/konferences\\_seminari/2009/LUzinkonf\\_67/prezentacijas/AbramenkoKu.c.\\_LU67.pdf](http://kalme.daba.lv/faili/konferences_seminari/2009/LUzinkonf_67/prezentacijas/AbramenkoKu.c._LU67.pdf) (2009.04.16.)
38. **Kļaviņš M.** (2007) Klimata mainības ietekmes uz Latvijas virszemes ūdeņu režīma un kvalitātes ilgtermiņa izmaiņu raksturu. LU 65 konferences tēzes. „Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne”, 290-291
39. **Kļaviņš M., Bruņeniece I., Bisters V.** (2008) Climate Change Impacts and Approaches to Development of National Climate and Adaptation Policy in Latvia. In: Climate 2008, Hamburg, Germany, 23 pp.
40. **Kļaviņš M., Rodinov V.** (2009) Impact of large scale atmospheric circulation on climate variability in Latvia. In Abstracts of the International conference: “Large scale atmospheric circulation processes” Larnaca, Cyprus, 78
41. **Kokorīte I., Konosonoka I., Druvietis I.:** Assessment of water quality and ecological status of the Lake Burtnieks, North-Vidzeme Biosphere Reserve, Latvia. 2nd European Large Lake Symposium 2009. Norrtälje, Sweden. 10.–14.08.2009
42. **Kokorīte I., Rodinovs V.** Ūdens kvalitātes mainība Daugavā. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.

43. **Kornilovs, G.**, Raid, T., and Stepputis, D. Do the regular reading exercises improve the quality of assessment? The case of Baltic herring. ICES Annual Science Conference, Berlin, 21-25 September, 2009.
44. Lizuma L., **Briede A., Kļaviņš M.** (2009) Ekstremālo nokrišņu ilgtermiņa mainības raksturs. LU 67 konference 33
45. **Lagzdiņš, U. Kļaviņš.** Nitrātu slāpekļa noplūdes analīze no lauksaimniecībā izmantotajām teritorijām. LU LIF zinātniskā konference. Vide un ūdenssaimniecība. Jelgava, 8.VI.2009. <http://www2.llu.lv/homepg/lif/> (2009.04.16.)
46. Lizuma L., **Briede A., Kļaviņš M.**: Ekstremālo nokrišņu ilgtermiņa mainības raksturs. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
47. **Balode M., Purviņa S., Puriņa I., Bārda I., Strode E., Putna I., Balodis J., Pfeifere M., Jurkovska V.** Globālās sasilšanas varbūtējā ietekme uz bīstamo aļģu attīstību Baltijas jūrā. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU, Rīga.
48. **Balode M.**. Climate impact on HAB. Report of the ICES-IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD), 31th March- 2nd April.
49. **Kļaviņš M., Rodinov V.** (2009) Impact of large scale atmospheric circulation on climate variability in Latvia. In Abstracts of the International conference: “Large scale atmospheric circulation processes” Larnaca, Cyprus, 78
50. **Muller-Karulis, B., Sennikovs, J., Aigars, J.**, Tallinn, Estonia, August 17 – 21, 2009, Modelling the impact of climate change on nutrients and phytoplankton in the Gulf of Riga, 7th Baltic Sea Science Congress 2009, <http://www.bssc2009.org/>
51. **Ozoliņš, D. And Skuja, A.**. Potential climate change impact on macroinvertebrate drift in Korgē stream. 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga
52. **Ozoliņš, D.** Dynamics of aquatic macroinvertebrate communities in the stream Slampe re-established riverbed. International Conference for Students of Nature Sciences Coins 2009, Viļņā, Lietuvā, 2009. gada 21.-25. aprīlī:
53. **Bethers P., Seņņikovs J., Valainis A.** (2009) Klimata mainības ietekme uz Latvijas upju noteci: reģionālā analīze LU 67 konference, 35.
54. **Bethers P., Sennikovs J.** (2009) RCM based hydrological forecast for Eastern Baltic region EGU General Assembly, Vienna.
55. **Bethers P., Bethers U., Seņņikovs J., Valainis A.** (2009). Biogēnu noteces sezonālā mainība: novērojumi un modeļi LU 67 konference, 36.
56. **Parele, E** Daugavas zoobentosa ilgtermiņa pētījumi Latvijas teritorijā. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
57. **Poikane, R., Aigars, J., Jansons, M.**, Tallinn, Estonia, August 17 – 21, 2009, The past and present dynamics of netals in the sediments of the Gulf of Riga, 7th Baltic Sea Science Congress 2009, <http://www.bssc2009.org/>
58. **Purviņa S., Puriņa I., Bārda I., Strode E., Putna I., Jurkovska V., Balode M.** Paaugstinātas temperatūras ietekme uz Rīgas liča ziemas sezonas fitoplanktonu un

bakterioplanktonu. LU 67. konferences Rakstu krājums Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU Rīga.

59. **Purviņa S., Purina I., Barda I., Strode E., Putna I., Yurkovska V., Balode M.** The effect of elevated temperature on autumn phytoplankton and bacterioplankton from the Gulf of Riga. ASLO Aquatic Scientific Meeting. 25-30 January 2009 Nice, France.
60. Raid, T., **Kornilovs, G.**, Lankov, A., Nisumaa, A.-M., Shpilev, H. and Järvik, A. Dynamics of the Gulf of Riga herring stock: combined effects of stock and environment. ICES/PICES/UNCOVER Symposium on Rebuilding Depleted Fish Stocks – Biology, Ecology, Social Science and Management Strategies, Warnemünde, November 4th, 2009.
61. Rudzīte, M., **Parele, E., Poppels, A.** Uzskaites metodes Unionacea gliemeņu sugām. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
62. **Sennikovs, J. and Bethers, U.** (2009), Statistical downscaling method of regional climate model results for hydrological modelling. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia.
63. **Skuja, A., un Ozoliņš, D.:** “Vides faktoru ietekme uz Korges makrozoobentosa drifta diennakts un sezonālo dinamiku”. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
64. **Skuja, A.** Drift and microhabitat preference of caddisflies Trichoptera in Tumšupe stream. 13th International Symposium on Trichoptera, Belovežas Nacionālajā parkā, Polijā, 2009. gada 21.-27. jūnijā:
65. **Sprīņģe, G., Aleksejevs, Ē., Birzaks, J., Druvietis, I., Grīnberga, L., Parele, E.** Klimata maiņas strukturālie un funkcionālie indikatori iekšzemes ūdeņos. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
66. **Sprīņģe, G., Briede, A., Druvietis, I., Parele, E., Rodinovs, V., Skuja, A.** Impacts of climate change on shallow lagoon lake ecosystem. 2nd European Large Lake Symposium 2009. Norrtälje, Sweden. 10.–14.08.2009
67. **Sprīņģe, G., Druvietis, I., Grīnberga, L., Parele, E.** Ilgtermiņa pētījumi Latvijas saldūdeņos. . LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.
68. **Sprīņģe, G.** Climate change indicators in freshwaters of Latvia. 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga
69. **Strāķe S.** Baltijas jūras planktonā dominējošā kopepoda *Acartia bifilosa* izplatība un olu produkcija saistībā ar vides faktoriem: lauku dati. LU 67 konference Zinātniskā Klimata mainība un ūdeņi, Februāris 2009, LU Rīga.
70. **Strazdiņa, S., Sprīņģe, G.** The role of actual scientific researches in raise of awareness about climate change. 3rd International conference, Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, Conference proceedings, October 23 2009, Riga
71. **Timuhins and U. Bethers** (2009). A method for comparison of regional climate model compliance with observations. EGU General Assembly, Vienna.

72. **Bethers U., Senņikovs J., Timuhins A.** (2009) Viļņu klimata izmaiņas prognoze Latvijas piekrastē. LU 67 konference, 39
73. **Bethers U., Sennikovs J.** (2009) A flood risk assessment and mapping for Riga city. EGU General Assembly, Vienna.
74. **Bethers U., Sennikovs J.** (2009) A flood risk assessment and mapping for Riga city. Workshop on Flood Vulnerability and Flood Protection, 27 April 2009, Delft, NL
75. **Bethers U., Sennikovs J.** (2009) A method of correction of regional climate model data for hydrological modeling. EGU General Assembly, Vienna.
76. **Bethers U., Senņikovs J.** (2009). Ensemble modeling of impact of climate change on runoff regime of Latvian rivers. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia.
77. **Bethers Uldis, Senņikovs Juris and Timuhins Andrejs** (2009). A comparison of RCM performance for Eastern Baltic region and the application of histogram equalization method for RCM outputs. Workshop on regional climate modelling, Lund, May-2009.
78. **Valainis, A. Timuhins, U. Bethers** (2009) An attempt of ensemble modelling of future hydrological regime for selected river basin EGU General Assembly, Vienna.
79. **Valainis, J. Senņikovs, P. Bethers** (2009) Hidroloģisko modeļu ansambla lietošana upju noteces prognozēm. LU 67 konference, 100
80. **Vircavs V., Jansons V., Kļaviņš U.:** Gruntsūdens veidošanās likumsakarības lauksaimniecībā izmantojamās platībās. LU 67 zinātniskā konference. Sekcija: „Klimata mainība un ūdeņi”, Rīga, 20 Februāris 2009.  
[http://kalme.daba.lv/faili/konferences\\_seminari/2009/LUZinkonf\\_67/prezentacijas/VircavsV,KlavinsU\\_LU67.pdf](http://kalme.daba.lv/faili/konferences_seminari/2009/LUZinkonf_67/prezentacijas/VircavsV,KlavinsU_LU67.pdf) (2009.04.16.)

### **Citas publikācijas**

1. Birzaks, J., Aleksejevs Ē. : Klimata izmaiņu ietekme uz Latvijas upju un ezeru zivīm. Latvijas zivsaimniecības gadagrāmata 2009 13.gads. Izdošanā.
2. Andersen J.H. and Laamanen M. (eds), Aigars J., Axe P., Blomqvist M., Carstensen J., Claussen U., Josefson A.B., Fleming-Lehtinen V., Järvinen M., Kaartokallio H., Kaitala S, Kauppila P., Knuutila S., Korovin L., Korpinen S., Kotilainen P., Kubiliute A., Kuuppo, E. Lysiak-Pastuszak, G. Martin, G. Nausch, A. Norkko, H. Pitkänen, T. Ruoho-Airola P., Sedin R., Wasmund N. and Vilmāns A. (2009) Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. No. 115B, 148 pg. ISSN 0357-2994.
3. Brošūra : Klimata pārmaiņas un globālā sasilšana. Rīga: LU Apgāds, 2008
4. Brošūra. Klimata politikas līkločos. Rīga: LU apgāds, 2008

## **Aizstāvētās disertācijas**

1. Puriņa I. 2009.gada janvārī aizstāvēja disertāciju “Organisko un neorganisko biogēnu ietekme uz Rīgas līča fitoplanktona struktūru un potenciāli toksisko aļģu attīstību”.
2. Strāķe S. 2009.gada janvārī aizstāvēja disertāciju “Mezozooplanktona struktūra un funkcionālā loma Baltijas jūras piekrastes ekosistēmā”.
3. Šteinberga I. Kvizistatisku atmosfēras piesārņojuma līmeņu kompleksā analīze un izpēte. Aizstāvēts 2007
4. Lizuma L. Gaisa temperatūras un atmosfēras nokrišņu mainības raksturs Rīgā. Aizstāvēts 2008
5. Poikāne S. ES valstu ezeru ekoloģiskā klasifikācija pēc fitoplanktona Aizstāvēts 2009
6. Gruberts D. Palu pulsa koncepcija Daugavas vidusteces palieņu ezeru ekoloģijā. Aizstāvēts 2007

## **Sadarbība ar vietējām pašvaldībām, vides aizsardzības valsts dienestiem**

LR Saeimu par grozījumiem Aizsargjoslu likumā

Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministriju par:

- Piekrastes attīstības stratēģiju
- Pasākumiem Baltijas jūras krasta erozijas mazināšanai
- Teritorijas plānošanas likumu

Vides ministriju par:

- Latvijas adaptācijas stratēģijas izstrādi
- Piemērošanās pasākumiem notekūdeņu apsaimniekošanā

Valsts vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūru par:

- Upju baseinu apgabalū apsaimniekošanas plāniem

Valsts augu aizsardzības dienestu par:

- Piemērošanās pasākumiem klimata pārmaiņām augu aizsardzības lietošanā

Latvijas lielo pilsētu pašvaldībām par:

- Piemērošanās pasākumiem klimata pārmaiņām pilsētas līmenī

LR prezidenta Stratēģiskās analīzes komisiju par:

- Piemērošanos klimata pārmaiņām Latvijā

LR Ministru kabinetu par:

- Piemērošanos klimata pārmaiņām Latvijā

## **Sadarbība ar citiem projektiem Latvijā**

1. Eksperta slēdzieni, atzinumi un konsultācijas par jūras krasta erozijas prognozēm, riska faktoriem, krasta aizsardzības nepieciešamību un piemērotākajiem risinājumiem.
2. Lapinskis J. Dalība un ziņojums RAPLM rīkotā piekrastes telpiskās attīstības stratēģijas darba grupas sanāsmē. 2009. gada 25. septembris.
3. Lapinskis J. Dalība VIDM rīkotā Vides konsultatīvās padomes sanāsmē par jūras krasta preterozijas pasākumu realizācijas jautājumiem. 2009. gada 3. jūnijs.

4. LVAFA projekts 1-08/843/2008 „Virszemes ūdeņu monitorings piekrastes, pārejas un teritoriālajos ūdeņos – 2009
5. PROMIWA LV 0045 “Ilgspējīgas zivju un vēžu resursu akvakultūras veicināšana “Balode M., Purviņa S. (piedalīšanās PROMIWA projekta organizētajosursos: „Akvakultūras attīstība pasaulē un Latvijā”, 15 - 18. 09.09; M. Balode, S. Purviņa; „Akvakultūras speciālistu vadības kursi”; M. Balode (saņemti sertifikāti).
6. Sadarbība ar Liepājas pašvaldību un Liepājas Karaostas apsaimniekošanas izpilddirektori Gaidu Korņilko.
7. Sadarbība ar Valsts Vides dienesta ģenerāldirektoru V.Avotiņu, VVD Uzraudzības departamenta direktori I.Kurmaheri, Vides ministrijas Vides aizsardzības departamenta Ūdens resursu nodaļas vecāko referenti R.Rimšu un B.Zasu.



**Programmas uzdevumu izpildes indikātoru tabula**

DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
<b>DP1</b>	Klimata mainības ietekmju kvantitatīvie scenāriji	Datu kopas	<b>1</b>	✓
	Klimata mainības ietekmes prognoze uz upju noteci, tās sezonālo un ilgtermiņa mainību	Datu kopas		✓
	Modeļaprēķinu analīze	Publikācijas	<b>2</b>	<b>13</b>
		Konferences		<b>9</b>
	Reģionāli adaptēts sateces baseina modelis (ūdens, biogēnu notece)	Izpratne par hidroloģisko un vielu aprites ciklu virszemes ūdeņos.		✓
	Neorganisko barības elementu noteces prognoze	Matemātiskais modelis (metodika)		✓
		Publikācijas	<b>2</b>	<b>7</b>
		Konferences		<b>15</b>
		Datu kopas		✓
	Reģionāli adaptēts trīsdimensionāls jūras stāvokļa modelis	Izpratne par jūras stāvokļa parametru mijiedarbību.		✓
		Matemātiskais modelis (metodika)	<b>1</b>	<b>1</b>
		Publikācijas	<b>3-5</b>	<b>0</b>
		Konferences	<b>1</b>	<b>2</b>
	Rīgas jūras līča hidroekosistēmas 3D aprēķini 50-100 gadu periodam klimata mainības scenārijiem	Jaunas zināšanas par klimata mainības ietekmi uz iekšējo un jūras ūdeņu stāvokļa, sezonālā cikla mainību un ilgtermiņa izmaiņām.		✓
	Publikācijas	<b>3-5</b>	<b>0</b>	
	Konferences	<b>1</b>	<b>1</b>	

DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
<b>DP2</b>	Veikta upju baseinu hidroloģiskā un hidroķīmiskā modeļu kalibrācija	Turpinās upju modelēšanai nepieciešamo ilggadīgu hidroķīmisko datu bāzes veidošana Bēztes upei un daļbaseiniem		✓
		Latvijas apstākļiem kalibrēti modeļi, kuri izmantojami ūdensobjektu apsaimniekošanai un klimata izmaiņu prognozēšanai;		✓
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ hidroloģiskais modelis</li> <li>▪ hidroķīmiskais modelis</li> </ul>	1 1	1 1
		Zinātniskas publikācijas	2	3
		Rekomendācijas LVGMA	2	1
	Noteikta klimata izmaiņu ietekme uz izklīdētā piesārņojuma noplūdi Latvijas upēs	Analīze par difūzā un punktveida piesārņojuma izmaiņu raksturu un apjomu		✓
		Zinātniskas publikācijas	1	1
<b>DP3</b>	Klimata pārmaiņas raksturojošie lielumi un to ietekmes uz iekšējo ūdeņu hidrobiocenozēm Priekšlikumi klimata mainības adaptācijai aizsargājamās teritorijās.	Izpratne par klimata pārmaiņu ietekmes raksturu hidroekosistēmās un risinājumiem negatīvo ietekmju mazināšanai		
		Zinātniskas publikācijas	3	47
		Rekomendācijas vides likumdošanas izstrādei; dalība lēmumu pieņemšanas procesā un tā izstrādē	1	3
	Sugu bioloģiskās daudzveidības izmaiņu novērtējums saistībā ar klimata mainību. Klimata	Klimata pārmaiņu bioindikatoru izstrāde		
		Zinātniskas publikācijas	1	15

	pārmaiņu indikatoru noteikšana.	Rekomendācijas vides likumdošanas izstrādei; dalība lēmumu pieņemšanas procesā un tā izstrādē	2	4
	Klimata pārmaiņu ietekmes uz Salacas ihtiocenozēm (dabīgā laša u.c. ceļotājzivju populācijām) novērtējums, klimata izraisīto pārmaiņu ietekme uz zveju	Informācijas sagatavošana Latvijas nacionālajam ziņojumam ICES WGBAST	1	1
		Zinātniskas publikācijas	2	7
		Rekomendācijas vides likumdošanas izstrādei; dalība lēmumu pieņemšanas procesā un tā izstrādē		40
		Zinātniskas publikācijas.	2	5
<b>DP4</b>	Latvijas krasta joslas procesu iespējamo izmaiņu scenāriju varianti un krasta joslā esošo saimniecisko, kultūrvēsturisko un citu objektu apdraudējuma izvērtējums tuvākajā nākotnē (līdz 2050. gadam)	Jūras krasta procesu izvērtējums un prioritāri apdraudēto tautsaimnieciski nozīmīgo objektu un reģionu identifikācija.		✓
		Rekomendācijas valsts un pašvaldības institūcijām.	1	2
		Zinātniskas publikācijas.	3-5	5
	Digitālas Latvijas krasta mūsdienu ģeoloģisko procesu kartes:	Krasta procesu norises un erozijas riska vizualizācija.		✓
	a) prognožu kartes ekstremālu vētru gadījumos;	Kartogrāfiskais materiāls	4	13
	b) galveno paaugstināta erozijasrisku zonu karte;	Rekomendācijas	1	1
	c) mūsdienu krasta ģeoloģisko procesu karte;			
	d) aizsargājamo dabas teritoriju krasta joslā;			
	e) krasta joslas karte ar paaugstināta erozijas riska zonā esošajiem nozīmīgiem objektiem			
	Rekomendācijas piekrastes nacionālā plānojuma, pilsētu (pagastu) teritoriālās plānošanas, apsaimniekošanas un aizsardzības vajadzībām	Dialoga attīstīšana ar valsts un pašvaldības iestādēm.		
		Priekšlikumi nacionālā plānojuma izstrādei.	1	1
		Priekšlikumi vides monitoringa programmas pilnveidošanai.	1	1

DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
<b>DP5</b>	Jauna informācija par rēžimveidojošo parametru ietekmi un bioģeoķīmiskajiem procesiem Rīgas līcī	Padziļināta izpratne par fizikālo parametru ietekmi uz sedimentāciju un procesiem grunts – ūdens robežslānī, kas izmantojama bioģeoķīmiskā modeļa parametrizēšanā un kalibrēšana.		✓
		Zinātniskas publikācijas	2	10
		Datu kopas asimilācijai modelī	1	1
	Baltijas jūras un Rīgas līča vides kvalitātes un produktivitātes prognozes līdz 2100.g. katram no izraudzītajiem klimata maiņas scenārijiem	Rīgas līča bioģeoķīmiskais modelis, kurš ļauj ar pietiekamu ticamību prognozēt biogēnu sistēmas evolūciju pie dažādiem klimata maiņas scenārijiem.	2	2
		Zinātniskas publikācijas par modeli un prognozēšanas rezultātiem.	1	2
		Prognostisko datu kopa par skābekļa un biogēnu režīma izmaiņu scenārijiem (DP6 ieejas dati)		
	Identificēti vides parametru lielumi, pie kuriem notiek kritiskas izmaiņas jūras vides kvalitātē	Ieteikumi Ūdeņu struktūrdirektīvas un Jūras stratēģijas indikatoru robežvērtību noteikšanai Latvijas teritoriālajos un ekonomiskās zonas ūdeņos (ziņojums)	1	1
	Pamatojoties uz DP iegūto jauno informāciju un prognozēm izstrādāti zinātniski pamatoti ieteikumi, lai stabilizētu un mazinātu jūras piekrastes eutrofikācijas pakāpi klimata maiņas kontekstā	Ziņojums par piekrastes eutrofikācijas un klimata maiņas mijiedarbību Baltijas jūrā.	1	1
		Zinātniska publikācija	1	1



DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
<b>DP7</b>	Klimata mainības un adaptācijas tai analīze vides un sektoru politikas dokumentos	Esošās klimata mainības adaptācijas politikas analīze		✓
		Programmas prioritāro darbības virzienu izvērtējums		✓
		Zinātniskas publikācijas	1	3
		Rekomendācijas programmas precizēšanai	1	2
	Priekšlikumu izstrāde iekļaušanai Latvijas nacionālās attīstības plānošanas, vides politikas un sektoru politikas normatīvajos aktos un plānošanas dokumentos klimata maiņas ietekmes uz ūdens vidi negatīvo seku samazināšanai izmantojot programmas rezultātā iegūtās atziņas.	Priekšlikumi politikas dokumentu izstrāde	3	12
	Saziņas un dialoga izveides sekmēšana starp pētniecībā iesaistītajiem zinātniekiem un attīstības plānošanā, lēmumpieņemšanā iesaistītajām valsts pārvaldes, pašvaldību institūcijām un uzņēmējiem. Sabiedrības informēšana par programmas norisi un tās rezultātā izstrādātajām atziņām	Dialoga un saziņas uzsākšana Praktiska rokasgrāmata klimata maiņu ietekmes uz ūdens vidi adaptācijai vides un citu sektoru politikā Konferences un semināri Speciāls informatīvais biļetens	<b>Rokasgrāmata 2000 eks.</b>  3	✓  10.12.2009.  3(+1) 1(+1)
<b>DP9</b>	Dati par esošo noteces ekstrēmu atkārtošanos biežumu un intensitāti	Datu kopas	1	1
		Zinātniskas publikācijas	1	1
	Prognozējamās hidroloģisko datu rindas, plūdu un sausuma rakstura modelēšana	Datu kopas	1	1
		Matemātiskais modelis	1	1
		Zinātniskas publikācijas	2	1
	Daugavas palienu digitālā reljefa modelis Daugavas ielejas Naujenes-Jēkabpils posmam	Datu kopas	1	1
GIS datne		1	1	
Zinātniskas publikācijas		1	1	

DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
	Izvērtētas ekosistēmu izmaiņas Daugavas vidusteces palieņu ezeros	Datu kopas Matemātiskais modelis Zinātniskas publikācijas Konferences	1 1 3 2	1 1 4 21
	Novērtēta biogēnu un suspendētā materiāla pārnese no hidrogrāfiskā tīkla augšējiem posmiem uz uztverošajām ūdenstecēm un ūdenstilpēm	Zinātniskas publikācijas Rekomendācijas LR Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrijai, Vides ministrijai, Zemkopības ministrijai	2 3	3 2
	Socioloģiska pētījumā noskaidrota iedzīvotāju izpratne par klimata pārmaiņām un to radīto risku	Rekomendācijas LR Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrijai Zinātniskas publikācijas	1 1	1 -
	Rekomendācijas lauksaimniecības, mežsaimniecības un teritorijas plānošanas sektoram adaptācijas pasākumiem plūdu un sausuma riska samazināšanai	Rekomendācijas Daugavpils un Jēkabpils rajonu pašvaldībām	2	2
<b>8DP</b>	Programmas pārvaldība un darba pakešu sadarbības koordinācija notiek efektīvi un augstā profesionālā līmenī  Klimata maiņas pētījumi Latvijā tiek veikti augstā zinātniskā kvalitātē. To nodrošina efektīvs programmas starptautiskās padomdevēju padomes darbs un programmas starptautiskie sakari	Darba pakešu vadītāju sanāksmes  Tehniskie ziņojumi par programmas īstenošanu  Starptautiskās konsultatīvās padomes sanāksmju ziņojumi	<b>13</b>  <b>pēc finansētāja grafika</b>  <b>vismaz 4</b>	<b>11</b>  <b>✓</b>  <b>3</b>

DP Nr.	Darba paketes <b>izpildes rezultāti</b>	<b>Rezultatīvais indikators</b>	<b>Plānotais skaits</b>	<b>Izpildīts līdz 30.11.2009</b>
	Korekta un caurskatāma finansējuma sadale starp DP, panākot maksimālu ieguldīto līdzekļu atdevi. Savlaicīgi un kvalitatīvi pārskati un ziņojumi atbilstoši finansētāja prasībām	Rūpīgi sagatavoti programmas tāmes pieteikumi katram darba gadam  Norādījumi finansētājam par finansējuma sadali starp iestādēm, kas piedalās Programmā  Precīzi un savlaicīgi ziņojumi par finansējuma izlietojumu	4  4  <b>pēc finansētāja grafika</b>	4  4  ✓
	Tiek īstenota efektīva sabiedrības informēšanas stratēģija par klimata maiņas ietekmi uz Baltijas reģiona vidi  Programmai nodrošināta laba atpazīstamība	Izveidota un regulāri atjaunināta mājas lapa.  Informatīvas buklets par programmu  Zinātniski-populārs programmas rezultātu kopsavilkums  LU konferences "Klimata mainība un ūdeņi" rakstu krājums  Populāru publikāciju sērija par dažādu DP darba rezultātiem.  Ziņojumi plašsaziņas līdzekļos par sagaidāmo klimata maiņas ietekmi uz Baltijas reģiona un Latvijas ūdeņiem un vēlamajiem adaptācijas pasākumiem	1  1 (500-1000 eks.)  1 (500-1000 eks.)	1  2(500 eks latv. angļu valodās)  -  2  ✓
	Programmas iedibinātās ūdeņu vides pētījumu skolas darbības rezultātā būtiski uzlabojusies jauno zinātnieku sagatavošana un darba kvalitāte. palielinājies SCI publikāciju skaits nozarē, aizstāvēto disertāciju skaits. Latvijā regulāri notiek starptautiski doktorantūras. kursi par programmas tematiku	Raksti starptautiski atzītos zinātniskos žurnālos, % no publikāciju kopskaita  Aizstāvētas disertācijas par Programmas tematiku  Noturētas Programmas konferences LU Zinātniskās konferences sekcijas veidā.  Noturēti starptautiski doktorantūras kursi	<b>Vismaz 50%</b>  <b>Vismaz 15</b>  3  3	~30%  <b>5(6sagatavotās)</b>  <b>3+1 starpt. konference</b>  1



## Programmas uzdevumu izpildes laika grafiks

DP Nr.	Uzdevums	1.gads				2.gads				3.gads				4.gads				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
DP1	1a Scenāriju izstrāde							1A										
	1b Noteces baseina modelēšana										1B							
	1c Jūras 3D modelis												1C					
	1d Datu kopas																	1D
DP2	2a Modelēšanas datu bāzes							2A										2A
	2b Aiztures procesi								2B							2B		
	2c Modeļu izpēte							2C										
	2d Ietekmes uz ūdens resursiem												2D					2D
	2e Piesārņojuma izmaiņas																	2E
DP3	3a Klimats - daudzveidība											3A					3A	
	3b Plūsmas-klimats-biota																3B	
	3c Klimata maiņas bioindikatoru																	3C
DP4	4a Krasta procesu vēsture							4A										
	4b Krasta procesu prognoze												4B					
	4c Riska kartējums																	4B
	4d Rīcības adaptācijai									4B								4B
DP5	5a Robežslāņa procesi																5A	
	5b produkcija un sedimentācija							5B									5B	
	5c Jūras modelis																5C	
	5d Jūras kvalitāte produktivitātes									5D				5D				
	5e Adaptācijas rekomendācijas															5F		5G
DP6	6a Biotas sabiedrību struktūra un dinamika													6A				
	6b Ihtiocenožu modelis								6B									



## Semināra "Climate Change Impacts on the Water Environment in Latvia and Implications for the Southern Baltic Sea Basin" darba kārtībā



### Workshop "Climate Change Impacts on the Water Environment in Latvia and Implications for the Southern Baltic Sea Basin"

16 November 2009

University of Latvia, Main Building  
Raina Boulevard 19, Riga,  
Museum of History (room 415)

*This series of presentations emphasizes on results from the national Latvian research programme KALME. The scope of the programme encompasses most BALTEX objectives, spanning from a hydrological, geological and biogeochemical description of the system, to modelling of possible future changes. This has a high relevance for the 2<sup>nd</sup> BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea basin (BACC II), as the results of KALME may be representative for the southern Baltic Sea basin.*

*Chairs and Organisation: Andris Andrusaitis and Maris Klavins, University of Latvia*

#### Agenda

##### A. KALME presentations

**13:00 - 13:10**

Andris Andrusaitis/Maris Klavins: *The Latvian Climate Change programme "KALME"*

**13:10 - 13:30**

Uldis Bethers, University of Latvia: *Downscaling of climate change scenarios, future runoff and sea state modelling for Latvian waters*

**13:30 - 13:50**

Elga Apsite, University of Latvia, and Viesturs Jansons, Latvian University of Agriculture: *River Basin Hydrology and Nutrient Run-off from Land to the Surface Waters*

**13:50 - 14:10**

Gunta Sprunge, University of Latvia, and Arturs Skute, University of Daugavpils: *Climate change impact on Freshwater Ecosystems in Latvia*

**14:10 - 14:30**

Janis Lapinskis and Guntis Eberhards, University of Latvia: *Geological coastal processes and forecast of the Latvian sea coast*

**14:30 - 15:00** Coffee break

**15:00 - 15:20**

Davis Grubers, University of Daugavpils: *Climate change impact on recurrence and regime of runoff extremes: floods and lasting droughts*

**15:20 - 15:40**

Juris Aigars and Baerbel Mueller-Karulis, Latvian Institute of Aquatic Ecology: *Future climate scenarios for phosphorus and nitrogen dynamics in the Gulf of Riga*

**15:40 - 16:00**

Anda Ikaunieca, Latvian Institute of Aquatic Ecology: *Hopes and expectations: the conceptual course of future for marine ecosystems and fishery*

**16:00 - 16:20**

Kristine Abolina, University of Latvia: *Space and Time for CC Adaptation: Challenges for Society and Scientists.*

**B. Other presentations**

**16:20 – 16:40**

Jan Harff, University of Szczecin: *The environmental and socio-economic response to climate change in the southern Baltic region: An international conference held in Szczecin, May 2009*

**16:40 – 17:00**

Berit Arheimer, SMHI: *Balt-HYPE: a tool for high resolution hydrological modelling of the Baltic basin*

**17:00 – 17:20**

Anders Omstedt, University of Gothenburg: *On BACC II*

**17:20 – 18:00**

*Open discussion*

## Starptautiskās Padomdevēju padomes sēdes protokols

### National Research Program “Climate Change Impact on the Water Environment of Latvia” (KALME) 3rd International Advisory Board Meeting

Riga, November 17, 2009.

#### Welcome, adoption of agenda

KALME co-director Andris Andrusaitis welcomed the participants (Annex I) to the third KALME advisory board meeting. He thanked the advisory board members for their commitment to come to Riga.

Andris Andrušaitis introduced the meeting agenda. He pointed-out that the KALME program is almost finished and it could be fruitful to organise a meeting to discuss the results of the project and the best way to present them. The meeting adopted the agenda and appointed Kristine Abolina as rapporteur.

#### Discussion

Kalme co-director **Andris Andrusaitis** introduced the discussion by pointing out that the main results of all work packages were represented in the November 16, 2009 seminar, where all participants took part. The first question for discussion was the best way to present the program results.

Advisory board member **Ilppo Vuorinen** raised the question about messages of the results:

1. The internal final discussion is needed to agree about controversial results of WP1 and WP2 – about river run-off and nutrient leakage. In the written results of the program there must be explanations why it is so and what consequences that has.
2. The program results must be represented in wider context, comparing them with regional models of climate change and in relation to Baltic Sea region. The geographical situation of Latvia is in the middle between North where the runoff will increase and the South where runoff will decrease and that must be taken in consideration, too, when explaining controversial results.
3. Climate change is driven by natural and antropogenic factors. The natural climate change is well documented by historical records of Swedish time-series about rainfall and ice-breaking data in 300-year period. We are not sure about the reasons for natural climate change and we can't predict it. When we are using climate models and taking time period 1961-1990 as a control period, the question is – is the natural trend included in the model? The uncertainty about the reasons for natural climate change and our inability to predict it means that some of our climate change predictions might be incorrect. The emphasis should not be on only correct predictions, but to show that we understand the processes that are going on.

Professor **Viesturs Jansons** as co-ordinator of WP2 approved that location of Latvia on the borderline of northern and southern sub-regions with different runoff patterns. Also the influence of the location of hydrometeorological stations and their data could be the explanation of program results about river runoff.

Professor **Andris Andrusaitis** emphasized that projections of the Baltic Sea salinity were of less importance to the research done within the program because the most important trends will be influenced more by temperature and nutrients and not by salinity. As program results show, even if river runoff will decrease (what can make the salinity higher), the nutrient load to sea can increase. The bio-geo-chemistry of the Baltic Sea is more sensitive to nutrient loads.

Professor **Maris Klavins** agreed that the 360-year data about ice-breaking in Daugava river show that natural variability is high and the antropogenic factor is evident during the last 50 years. He emphasized that reconstruction of past climate is very important in climate change research field.

Professor **Ilppo Vuorinen** stressed that the relationship of natural and antropogenic- driven climate change must be very clearly explained in the program report for the general public.

Professor **Uldis Bethers** introduced his view on discrepancies about modeling results. He explained that regional climate change models have biases representing climate of today. Hydrological cycles in those regional models are totally wrong because they multiply biases of temperature and precipitation.

There is another important issue about the discrepancy between modeling results and observations: the majority of results of model-ensembles about river runoff in Latvia show that it will decrease, but observations over the last 20 years show that river runoff is increasing. Only data about last 3 year start a trend of runoff decrease. An explanation for this could be observations of temperature and precipitation of the last 20 years and their correspondence to predictions of climate models. In this time period the precipitation increased more than temperature, and that could be a reason of river runoff increase contrary to predictions. The annual variability must be emphasized, too. In river runoff there is high East-West variability as well.

Professor **Andris Andrusaitis** asked Uldis Bethers to explain how the corrections in models were done.

Professor Uldis Bethers explained that in Regional Climate Models:

- 1) reanalysis;
  - 2) control calculations (production of virtual climate, only statistically);
  - 3) climate change scenario calculations (A2, B2, A1B etc.)
- are done.

Regarding control calculations two approaches can be used, WP1 used delta scenario – control calculations. The problem was that in 2007 there was not reanalysis available and control period had reasonable biases. Attention must be paid to the interpretation of modeling results – not to compare scenario data with observations, because control data are different from observations. The approach of further statistical downscaling was not used by WP1.

Professor **Ilppo Vuorinen** asked if modeling with other control period, not 1961-1990 can be done. Uldis Bethers answered that scientifically that would be incorrect in modeling, because then no comparison can be done among different models.

Professor **Andris Andrusaitis** asked the thoughts of other participants.

Professor **Klaus-Peter Holz** spoke emphasized the valuable results of WP4 about coastal erosion and places under erosion threat. The German experience shows that we must be aware that values of society are changing, in the past much money was spent for nature protection, but today society does not wish to finance nature protection from “nature”. That must be considered in the development of recommendations - how much of coast we want to protect, what will be expenses and what will be the benefits.

WP7 co-ordinator **Kristine Abolina** mentioned that in Latvia the most important question is to reach a consensus that no new social or economic infrastructure must be built in coastal zones under a threat of erosion.

Professor **Andris Andrusaitis** told that in Latvia no money for coastal protection is spent and raised the question about the interest of insurance companies about WP4 results.

Professor **Klaus-Peter Holz** indicated that the risk exists that if local authorities use erosion maps together with insurance companies, the local inhabitants are left with no solution to the problem. He mentioned that KALME program must think how to represent results for general public in the most comprehensive way.

Professor **Andris Andrusaitis** asked about the best way to represent the socio-economic results – can they be in 1 chapter of report?

Professor **Enn Loigu** emphasized that a lot of valuable work has been done (especially in WP3) and results must be printed not only for administrators, but also for scientists. For the general public, one very synthetic report with recommendations could be good. In the near future there will be some scientific events (also Baltic compass) and there will be interest about the results of the KALME program. The socio-economic importance of those results must be considered, for example predictions of precipitation and river runoff in energy sector for hydropower stations. A short version of report must be produced otherwise some people will not read it.

The discussion continued regarding report proportions – how much input was provided, what was done and what are outputs and results. The possibility to publish all scientific results in a special issue of a scientific journal was discussed and a new edition of the International Water Association was mentioned. There was a proposal from professor **Klaus-Peter Holz** that the handbook for society about best practices to adapt to climate change could be a selling point for KALME program results for wider public and useful for applications for next projects.

Professor **Andris Andrusaitis** closed the meeting and thanked advisory board members and KALME researchers for their input.

## Annex I

**Meeting participants:**

Name, function	Position, Affiliation	Address	e-mail address
Klaus-Peter Holz IAB member	Professor, Branderburg Technical University Cottbus	Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Akademisches Auslandsamt / International Office Postfach 10 13 44 03013 Cottbus	<a href="mailto:holz@bauinf.tu.de">holz@bauinf.tu.de</a>
Enn Loigu IAB member	Professor, Tallinn University of Technology, Faculty of Civil Engineering: Department of Environmental Engineering	Ehitajate tee 5 19086 Tallinn Estonia	<a href="mailto:Enn.loigu@ttu.ee">Enn.loigu@ttu.ee</a>
Ilppo Vuorinen IAB member	Docent, University of Turku, director of Archipelago Research institute	Archipelago Research Institute University of Turku FIN-20 014	<a href="mailto:ilppovuo@utu.fi">ilppovuo@utu.fi</a>
Andris Andrušaitis KALME co-director	Dr. biol., Associated professor, Chairman of Department of Hydrobiology, Faculty of Biology University of Latvia (UL).	Kronvalda Blvd. 4, Riga LV - 1586, Latvia	<a href="mailto:andris@hydro.edu.lv">andris@hydro.edu.lv</a>
Māris Kļaviņš KALME co-director	Academic LAS, Professor, Dr.hab.chem. Chairman of Environmental Science Department, Faculty of Geography and Earth Sciences UL	Alberta Street 10 Riga LV-1010, Latvia	<a href="mailto:maris.klavins@lu.lv">maris.klavins@lu.lv</a>
Uldis Bethers WP 1 coordinator	Leading researcher of Faculty of Physics and Mathematics.	Zellu Street 8, Riga, LV-1002, Latvia	<a href="mailto:bethers@latnet.lv">bethers@latnet.lv</a>
Viesturs Jansons WP 2 coordinator	Professor at Faculty of Rural Engineering, Latvia University of Agriculture (LUA), Chairman of the Department of Environment and Water Management.	Akademijas Street 19 Jelgava, Latvia	<a href="mailto:viesturs.jansons@llu.lv">viesturs.jansons@llu.lv</a>
Gunta Sprinģe WP 3 coordinator	Leading researcher at the Institute of Biology UL, Dr biol. Associated Professor of Faculty of Geography and Earth Sciences UL	Miera Street 3 Salaspils, LV - 2169	<a href="mailto:gspringe@email.lubi.edu.lv">gspringe@email.lubi.edu.lv</a>
Janis Lapinskis WP 4 coordinator	University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences UL.	Alberta Street 10 Riga LV-1010, Latvia	<a href="mailto:janis.lapinskis@lu.lv">janis.lapinskis@lu.lv</a>
Anda Ikaunieca WP 6 coordinator	Latvian Institute of Aquatic Ecology	Daugavgrivas Street 8 Riga, LV - 1048, Latvia	<a href="mailto:ivanda@latnet.lv">ivanda@latnet.lv</a>
Kristīne Aboliņa WP 7 coordinator	Faculty of Geology and Earth Sciences University of Latvia	Alberta Street 10 Riga LV-1010, Latvia	<a href="mailto:kristine.abolina@lu.lv">kristine.abolina@lu.lv</a>
Ineta Plikša KALME program assistant	NRP "Climate Change Impact on Water Environment of Latvia"(KALME)	Kronvalda Blvd. 4, Riga LV - 1586, Latvia	<a href="mailto:inetap@lanet.lv">inetap@lanet.lv</a>



## LU 68 konferences sekcijas: „Klimata mainība un ūdeņi” darba kārtība

Vadītāji: Prof. Māris Kļaviņš, Asoc. prof. Andris Andrušaitis

20. februārī, plkst. 10<sup>00</sup>

LU Mazajā aulā.

Raiņa bulv. 19

<b>9:30-10:00</b>	<b>DALĪBNIKU REĢISTRĀCIJA, KAFIJA</b>
<b>10:00-10:10</b>	<b>Sekcijas atklāšana</b>
<b>10:10-10:25</b>	V.Bisters: Adaptācijas politika Latvijā
<b>10:25-10:40</b>	E. Apsīte, A. Bakute: Latvijas upju baseinu notecē mūsdienu un nākotnes klimata apstākļos.
<b>10:40-10:55</b>	U. Bethers, J. Seņņikovs: Dažas nākotnes klimata upju noteces iezīmes
<b>10:55-11:10</b>	D.Gruberts: Klimata un Daugavas noteces ilgtermiņa mainība Daugavpilī
<b>11:10-11:25</b>	K. Abramenko, A. Bakute, A. Veinbergs, A.Lagzdiņš: Bēzres upes baseina slāpekļa slodžu aprēķini nākotnes klimata scenārijiem
<b>11:25-11:40</b>	P. Bethers, U. Bethers, J. Seņņikovs, A. Valainis: Biogēnu noteces sezonālā mainība: novērojumi un modeļi
<b>11:40-11:55</b>	V. Vircavs, V. Jansons, U. Kļaviņš: Gruntsūdens veidošanās likumsakarības lauksaimniecībā izmantojamās platībās
<b>11:55-12:10</b>	V.Jansons: Ūdeņu kvalitātes modelēšanas perspektīvā attīstība Baltijas jūras ekoreģionā.
<b>12:10-12:25</b>	G. Sprinģe, Ē. Aleksejevs, J. Birzaks, I. Druvietis, L. Grīnberga un E. Parele: Klimata maiņas strukturālie un funkcionālie indikatori iekšzemes ūdeņos
<b>12:25-13:25</b>	<b>PUSDIENU PĀRTRAUKUMS</b>

13:30-13:45	R. Deksne, R. Škute, A. Škute: Klimata maiņas ietekme uz Daugavas (Zapadnaja Dvina) zooplanktonu Latvijas un Baltkrievijas teritorijā
13:45-14:00	L. Grīnberga: Makrofīti kā ūdens kvalitātes indikatori Salacā
14:00-14:15	A. Mitans: Zivkopība Latvijā klimata griežos
14:15-14:30	A. Škute, V. Bardačenko, A. Solomeņikovs: Ihtiocenozes struktūras izmaiņas Latvijas ezeros pēdējo 50 gadu laikā nozvejas un klimata izmaiņu kontekstā
14:30-14:45	A. Pupiņa, M. Pupiņš, A. Škute: Sarkanvēdera ugunskrupja <i>Bombina bombina</i> L. areāla paplašināšanās Latvijā kā klimata pasiltināšanās iespējamās sekas
14:45-15:00	Ē. Aleksejevs, J. Birzaks: Izmaiņas zandarta <i>Sander lucioperca</i> (L.) izplatībā Latvijas iekšējos ūdeņos
15:00-15:25	<b>KAFIJAS PĀRTRAUKUMS</b>
15:25-15:40	U. Bethers, J. Seņņikovs, A. Timuhins: Viļņu klimata izmaiņas prognoze Latvijas piekrastē
15:40-15:55	V. Bērziņš: Ūdens sājuma dinamika Irbes šaurumā un tā saistība ar vēja režīmu (1974-1995)
15:55-16:10	S. Purviņa, I. Puriņa, I. Bārda, E. Strode, I. Putna, V. Jurkovska, M. Balode: Paaugstinātas temperatūras ietekme uz Rīgas līča ziemas sezonas fitoplanktonu un bakterioplanktonu
16:10-16:25	S. Strāķe: Baltijas jūras planktonā dominējošā kopepoda <b>Acartia bifilosa</b> izplatība un olu produkcija saistībā ar vides faktoriem
16:25-16:40	Aigars, B. Millere-Karulis, A. Ikauniece, B. Kalveka, V. Jermakovs: Baltijas jūras vides procesu un bioloģiskās daudzveidības izmaiņas klimata pārmaiņu kontekstā
16:45-18:00	<b>POSTERU SESIJA UNIVERSITĀTES KAFEJNĪCĀ</b>
1.	K. Āboliņa, V. Timma, A. Zilāns: Lēmumu pieņēmēju ietekme uz pielāgošanos klimata pārmaiņām: Rīgas applūstošo dabas teritoriju transformācija apbūvei 2005. gadā
2.	I. Briede: Lašu zivju miksobakteriozes dinamika zivju audzētavās Latvijā.

3.	M. Balode, S. Purviņa, I. Puriņa, I. Bārda, E. Strode, I. Putna, J. Balodis, M. Pfeifere, V. Jurkovska: Globālās sasilšanas varbūtējā ietekme uz bīstamo aļģu attīstību Baltijas jūrā
4.	I. Bārda, I. Puriņa, S. Purviņa, M. Balode: Toksisko aļģu attīstība un mikrocistīnu producēšana Pierīgas ezeros.
5.	P. Bethers, U. Bethers, A. Timuhins: Klimata mainības ietekme uz Latvijas upju noteci: reģionālā analīze
6.	P. Bethers, J. Seņņikovs, A. Valainis: Hidroloģisko modeļu ansambļa pielietojums upju noteces prognozēm
7.	J. Birzaks: Zeltainais akmeņgrauzis <i>Sabanejewia aurata</i> - jauna zivju suga Latvijā
8.	E. Boikova, V. Līcīte, U. Botva: Pikocianobaktēriju un nanoplanktona raksturojums Baltijas jūras atklātā piekrastē.
9.	E. Boikova: Ciliātu populāciju bioloģiskās daudzveidības īpatnības Baltijas jūras atklātā piekrastē
10.	I. Deimantoviča: Invazīvās sugas signālvēža <i>Pacifastacus leniusculus</i> apkarošanas pasākumi Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā
11.	I. Druvietis: Lagūnas tipa piejūras ezeru fitoplanktona īpatnības
12.	L. Eglīte, O. Purmalis, L. Ansons: Kopējā organiskā oglekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācijas izmaiņas Salacas baseina upēs 2007.-2008. gadā.
13.	R. Igaune, V. Zaharova, A. Škute: Briģenes un Sventes ezeru zivju resursu hidroakustiskie pētījumi.
14.	J. Paidere: Daugavas palieņu ezeru applūšanas biežuma ietekme uz zooplanktona cenozēm
15.	A. Poppels: Apaugumi kā dzīves vide viendienīšu (Ephemeroptera) kāpuriem
16.	M. Pupiņš, A. Pupiņa, M. Kalniņš: Rāpuļu sugu antropogēnā izplatība: pirmās <i>Pelodiscus sinensis</i> (Wiegmann, 1835) (Reptilia: Testudines: Trionychidae) reģistrācijas Latvijā novērtēšana
17.	M. Pupiņš, A. Pupiņa, A. Škute: Klimata pasiltināšanās un iespējamās <i>Emys orbicularis</i> L. pirmās ziemošanas sekmīgu stratēģiju skaita

	paplašināšanās Latvijā.
<b>18.</b>	Z. Seisuma, I. Kuļikova: Metālu sadalījuma izmaiņas atklātās Baltijas jūras (no Papes līdz Kolkai ) piekrastes zonas ūdenī un sedimentā
<b>19.</b>	A. Skuja, D. Ozoliņš: Vides faktoru ietekme uz Korģes makrozoobentosa drifta diennakts un sezonālo dinamiku