



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**
ANNO 1919

69. zinātniskā konference

Ģeoloģijas sekcijas

**Apakšsekcija „Baltijas artēziskā baseina
pazemes ūdeņi”**

Referātu tēzes



LU 69. zinātniskās konferences apakšsekcija „Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņi” tiek organizēta ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

69. zinātniskā konference

Ģeoloģijas sekcijas

Apakšsekcija „Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņi”

Referātu tēzes

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,
Alberta iela 10, Rīga
2011. gada 27. janvāris

LU 69. zinātniskās konferences apakšsekcija „Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņi” tiek organizēta ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu. Projektu īsteno Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte un Fizikas un matemātikas fakultāte sadarbībā ar Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Lauku inženieru fakultāti.

SATURS

Aivars Spalviņš,
RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte, Vides modelēšanas centrs
Latvijas reģionālo hidroģeoloģisko modeļu īstenošanas vēsture Rīgas Tehniskajā universitātē
(metodes un problēmas)..... 5

Sesija: Pazemes ūdeņu modelēšanas rīki un problēmas

Juris Seņņikovs
Baltijas artēziskā baseina matemātiskais modelis..... 7

Andrejs Timuhins, Juris Seņņikovs, Jānis Virbulis
Autokalibrācijas metožu pielietojums Baltijas artēziskā baseina modelim MOSYS V0..... 9

Aigars Valainis
Hidroloģiskais modelis un tā integrēšana pazemes ūdeņu aprites modelī..... 10

Artūrs Veinbergs, Valdis Vircavs, Didzis Lauva
METUL pielietojums gruntsūdeņu režīma pētījumos LLU paraugteritorijās..... 11

Sesija: Pazemes ūdeņu apriti ietekmējošie faktori Baltijas artēziskajā baseinā

Tomas Saks, Andis Kalvāns, Juris Seņņikovs, Andrejs Timuhins, Aija Dēliņa
Kvartāra nogulumu ģeoloģiskās uzbūves atspoguļojuma algoritmizācija reģionālā hidroģeoloģiskā modelī..... 13

Eleonora Pērkone
Pamatiežu ūdens horizontu filtrācijas īpašības un mērogošanas problemātika..... 14

Pēteris Bethers, Andrejs Timuhins
Virszemes notece un gruntsūdeņu atjaunošanās Baltijas artēziskajā baseinā..... 16

Daiga Cepīte-Frišfelde, Uldis Bethers, Juris Seņņikovs
Latvijas temperatūras un nokrišņu režīmam līdzīgu reģionu identificēšana Eiropā un pasaulē..... 17

Sesija: Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņu plūsmas un sastāvs

Andis Kalvāns, Aija Dēliņa, Inga Retiķe

Pārskats par pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu Latvijā..... 19

Alise Babre, Aija Dēliņa

Stabilo izotopu saturs pazemes ūdeņos Latvijā. Pirmie rezultāti..... 21

Ilva Aņisimova, Artūrs Veinbergs, Valdis Vircavs

Gruntsūdens līmeņu sezonālo izmaiņu raksturojums LLU paraugteritorijās..... 23

Baiba Raga, Miķelis Mazmačs

Pazemes ūdeņu atslodzes vietas Rīgas līcī..... 25

Stenda referāti

Aija Dēliņa, Alise Babre

Jauni dati par CFC un tritija koncentrāciju sekļajos pazemes ūdens horizontos Latvijā..... 27

Aija Dēliņa, Tomas Saks, Jānis Jātņieks, Konrāds Popovs

Baltijas artēziskā baseina ģeoloģiskā uzbūve hidroģeoloģiskajam modelim – pieejamo datu implementācija un problēmas 30

Andris Liepa, Zane Dimanta, Kaspars Abramenko, Ilva Aņisimova

Drenāžas ietekme uz gruntsūdens režīmu un kvalitāti32

Didzis Lauva, Kaspars Abramenko, Artūrs Veinbergs, Valdis Vircavs

Gruntsūdens līmeņa un noteces modelēšanas rīku METUL un METQ attīstība 34

Inga Retiķe

Baronu HES ūdenskrātuves ietekme uz gruntsūdeņu kvalitāti 36

Jānis Jātņieks, Konrāds Popovs, Jānis Ukass, Jānis Karušs,

Eleonora Pērkone, Baiba Raga, Alise Babre, Tomas Saks

Ģeotelpisko datu sagatavošana PUMa projekta ietvaros 38

Jānis Teterovskis, Andis Kalvāns

Pārskats par vēsturiski izmantotajām analītiskajām metodēm pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva noteikšanai Latvijā 40

Jānis Ukass, Konrāds Popovs, Tomas Saks

Lūzumu raksturojums un izplatības likumsakarības Latvijas teritorijā 41

Konrāds Popovs, Tomas Saks, Jānis Ukass

Interpolācijas metožu piemērošana ģeoloģisko virsmu 3d interpretācijai Latvijas teritorijā 43

Valdis Vircavs, Andris Liepa, Zane Dimanta

Gruntsūdens kvalitātes izmaiņu noteicošie faktori lauksaimniecībā izmantojamās platībās 45

Zane Dimanta, Andris Liepa, Ilva Aņisimova

Drenu ūdeņu kvalitātes izmaiņas LLU paraugteritorijās 46

LATVIJAS REĢIONĀLO HIDROĢEOLOĢISKO MODEĻU ĪSTENOŠANAS VĒSTURE RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ (METODES UN PROBLĒMAS)

Aivars SPALVIŅŠ

RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte, Vides modelēšanas centrs
e-pasts: emc@cs.rtu.lv

Kopš 1993. gada Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) ir piedalījies Latvijas reģionālo hidroģeoloģisko modeļu īstenošanā: Reģionālais Modelis (REMO) „Lielā Rīga” veidots no 1993. gada līdz 1996. gadam un 2010. gadā uzsākts īstenot ERAF projektu „Hidroģeoloģiskā modeļa izveidošana Latvijas pazemes ūdens krājumu apsaimniekošanai un vides atveseļošanai” (vienošanās numurs Nr. 2010/0220/2DP/2.1.1.1.0/10 APIA/VIAA/011). Abu modeļu izvietojums parādīts 1. attēlā.

Modelis REMO izveidots kopā ar bijušo Valsts Ģeoloģijas dienestu un paredzēts informācijas apkopošanai par Latvijas centrālās daļas devona artēziskajām ūdensgūtnēm (Rīga, Jūrmala, Jelgava u.c.). Hidroģeoloģiskais modelis (HM) aptver 168 × 156 km platību. Režģa plaknes solis ir 4000m. Vertikālā virzienā REMO satur 10 horizontus, kurus atdala sprostsļāņi. Kopīgais režģa mezglu skaits $N=43 \times 40 \times 10=17200$. Modelēšanas rezultāti apkopoti karšu atlasā, kas publicēts 1996. gadā. Modelis tika izmantots Rīgas pilsētas jauno pazemes ūdens avotu pētīšanai (1996. g.), Inčukalna gudrona dīķu areāla HM veidošanai (1998.g.) un ūdensgūtnes aprēķiniem Coca-Cola rūpnīcai (2009.g.)



1. attēls. Reģionālo hidroģeoloģisko modeļu izvietojums

1996. gadā reģionālā HM „Lielā Rīga” izveidošana bija ievērojams profesionāls sasniegums. Modeļa īstenošanai tika radīti un izmantoti jauni algoritmi un programmatūras rīki (galvenā modelēšanas programma, ģeoloģisko datu interpolācijas programma, kur var izmantot līnijas kā datu nesējus, zemes virsmas reljefa karte kā robežnosacījums reģionālās infiltrācijas plūsmas automātiskai aprēķināšanai u.c.).

Mūsdienu vērtējumā HM „Lielā Rīga” ir šādi trūkumi:

- modelis aptver tikai Latvijas centrālo daļu;
- modeļa realizācijas programmatūra ir oriģināls rīks, kura sekmīgai izmantošanai lietotājam (Valsts ģeoloģijas dienests) bija jā saglabā cieša saite ar autoriem. Pēc 1996. gada šāda saite nepastāvēja un tāpēc HM tika izmantots tikai RTU;
- modeļa plaknes aproksimācijas solis 4000 m ir pārāk liels;
- modeļa izmantotā kvazi-trīsdimensiju galīgo starpību aproksimācijas shēma nedod precīzu saskaņojumu ar licenzētām programmatūrām, kas izmanto ūdens daļiņu un piesārņojuma kustības modelēšanai.

Valsts ģeoloģijas dienestam pēc 1996. gada zuda aktīva vajadzība izmantot HM „Lielā Rīga” šādu iemeslu dēļ:

- tika pieņemts un īstenots lēmums par Daugavas ūdens plašu izmantošanu Rīgas pilsētas ūdens apgādei;
- visā Latvijā pazemes ūdens patēriņš būtiski samazinājās.

Laika posmā starp REMO un jauno ERAF projektu RTU Vides modelēšanas centrs, realizējot praktiskos uzdevumus, būtiski pilnveidoja prasmes, metodes un rīkus HM veidošanai:

- HM tiek veidoti komecprogrammatūras Groundwater Vistas (GV) vidē; Šī programmatūra tiek regulāri modernizēta (šobrīd izmanto GV5 versiju) un tiek plaši izmantota Eiropā un pasaulē; GV ietver plašu specializēto rīku klāstu: MODFLOW, MODPATH, MT3D u.c., kurus pilnveido ASV ģeoloģijas dienests;

- vairāk kārt modernizēts (1999. g., 2007. g.) RTU izstrādātais ģeoloģisko datu interpolācijas rīks;
- pilnveidota metodika, kas paredz zemes virsmas reljefa kartes izmantošanu infiltrācijas plūsmas realizācijai;
- aprobēta HM īstenošanas metode, kas neprasa (vismaz modeļa izveides sākumā) izmantot reālo ģeoloģiskās vides ģeometriju.

ERAF projektā (2 gadi īstenošanai, finansējums LVL 140900) īstenotais HM būs daļa no Latvijas Vienotās vides informācijas sistēmas, kuru uztur Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (LVĢMC). Modeļa esamība uzlabos šīs sistēmas kvalitāti, jo būs publiski pieejami dati, kas nepieciešami pazemes ūdens resursu racionālai pārvaldībai un Eiropas Savienības direktīvu īstenošanai pirmajam plānošanas ciklam (2004. g. – 2015. g.).

Latvijas HM aptvers 475 x 300 km plašu areālu aktīvajai pazemes ūdens zonai (līdz Pērnavas horizontam), kuru Latvijā izmanto dzeramā ūdens apgādei. Modelis tiks realizēts GV vidē, plaknes aproksimācijas solis 500 m, izmantojot pilno trīsdimensiju galīgo starpību aproksimācijas shēmu. Galvenie HM īstenošanas pasākumi ir šādi:

- prasību saskaņošana ar LVĢMC par HM kā Vienotās vides informācijas sistēmas moduli; modeļa vertikālās shematizācijas izvēle;
- modeļa sākuma datu kopuma radīšana;
- modelim nepieciešamo digitālo karšu izveidošana;
- modeļa būve un kalibrēšana;

Visi modeļa īstenošanas pasākumi ir savstarpēji saistīti. Piemēram, modeļa kalibrēšanas etapā var rasties nepieciešamība koriģēt sākuma datu kopumu; nav īsti zināms, kā ņemt vērā to faktu, ka „Lielās Rīgas” depresijas piltuves areālā Devona horizontu pjezometriskie līmeņi vēl joprojām turpina lēni augt (vēl šobrīd tur ūdens plūsma nav vērsta uz Rīgas jūras līci).

Projekta realizācijas gaitā un pirmos piecus gadus pēc tā īstenošanas RTU un LVĢMC nedrīkst gūt no HM izmantošanas komerciālu labumu.

BALTIJAS ARTĒZISKĀ BASEINA MATEMĀTISKAIS MODELIS

Juris SENŅIKOVS

LU, Vides un Tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorija

Fizikas un Matemātikas fakultāte

e-pasts: jsenniko@latnet.lv

Referātā sniegts pārskats par Baltijas artēziskā baseina (BAB) matemātiskā modeļa sākotnējo versiju (V0). BAB modeļsistēma ietver ģeometriskās struktūras modeli un ūdens filtrācijas modeli. Referātā apskatīti BAB ģeometriskās struktūras ģenerēšanas algoritmi, dots pārskats par ģeometriskās struktūras ģenerēšanā iekļauto ģeoloģisko informāciju, nodefinēts filtrācijas plūsmu aprēķina uzdevums un aplūkoti filtrācijas plūsmu aprēķinu piemēri.

Ģeometriskais modelis izveidots, sadalot pazemi slāņos. Katra slāņa ģeometrijas izveidei tiek pielietoti vairāki datu avoti, atkarībā no datu esamības, pieejamības projekta ietvaros, izmantošanas lietderības. Veidojot modeli, atrisināta heterogēnu datu savietošanas problēma. Visas ģeoloģiskās virsmas tiek izveidotas uz trijstūru režģa, kur katrā režģa virsotnē tiek uzdots virsmas augstums. Šādā trijstūru režģī iespējams ieviest dažādu detalizācijas pakāpi apakšapgabalos. Trijstūru režģis visai BAB teritorijai tiek veidots, ņemot vērā raksturīgās līnijas - krasta līnijas, upju/ezeru līnijas, ģeoloģisko materiālu izplatības robežas, ģeoloģisko lūzumu līnijas u.c. Katra no ģeoloģiskajām virsmām ir uzdots noteiktā kopējā trijstūru režģa apakšapgabalā. Apvienojot visas virsmas iegūst 3D tilpumu režģi, kura elementi ir prizmas, piramīdas un tetraedri. Tilpuma režģa elementus tiek uzdotas materiālu īpašības.

Esošajā modeļa versijā ģeoloģiskā struktūra sastāv no 24 slāņiem. Ģeometriskās struktūras izveidei tiek izmantoti sekojoši datu avoti:

- ģeoloģisko slāņu augstuma izolīniju kartes Latvijā un Lietuvā;
- ģeoloģisko slāņu izplatības kartes Latvijā un Lietuvā;
- Pamatklintāja ģeoloģisko lūzumu kartes Latvijas teritorijā;
- Latvijas teritorijā esošo un pieejamo urbumu stratigrāfiskā informācija;
- Igaunijas hidroģeoloģiskā modeļa slāņu virsmas;
- SRTM Zemes virsmas reljefa dati;
- IOW Baltijas jūras dziļumu dati;
- dati no publicētajiem ģeoloģiskajiem griezumiem BAB teritorijā.

BAB 3D ģeometriskās struktūras izveides procesā izmantoti heterogēni datu avoti. Lai integrētu visus pieejamos datus ģeometriskajā modelī izveidota darbību sistēma (algoritmu kopa). Ģeoloģisko virsmu iegūšanas algoritmi sadalīti sīkākos blokos. Secīgi pielietoti algoritmi tiek pierakstīti projekta ietvaros izstrādātā skriptu valodā. Šādas valodas pielietošanas priekšrocības ir iespēja variēt struktūras izveides ceļus, veikt struktūras izveidi paralēli, kā arī vienlaicīgi uzturēt dažāda sarežģītības līmeņa struktūras. Ģeometriskās struktūras izveides ceļš tiek arī pilnībā dokumentēts un ir atkārtojams.

Esošajā modeļa versijā filtrācijas plūsmas tiek aprēķinātas stacionārā tuvinājumā. Aprēķinu rezultātā tiek iegūts piezometriskais ūdens līmenis katrā režģa punktā katrā slānī un no tā atvasināts filtrācijas ātruma lauks. Tā kā modeļapgabals ir visa BAB teritorija, tad tā sānu robežām tiek uzdoti necaurīdības nosacījumi. Augšējai virsmai tiek uzdots infiltrācija, kas patreizējā modeļa versijā ir konstanta visā modeļapgabalā. Ūdensguves urbumu vidējie debiti tiek uzdoti vietās, kur par tiem ir pieejami dati.

Materiālu īpašības ģeoloģiskajiem slāņiem nosakāmas kalibrācijas procesā, kā konstanti horizontālās un vertikālās filtrācijas koeficienti. Kvartāra nogulumos tiek uzdoti teritoriāli mainīgi filtrācijas koeficienti. Izstrādāts speciāls algoritms, ar kā palīdzību, ņemot vērā uzdotas materiālu

Sesija: Pazemes ūdeņu modelēšanas rīki un problēmas

filtrācijas īpašības 7 materiālu klasēm un urbumu datiem, Latvijas teritorijai tiek noteikti kvartāra nogulumu horizontālās un vertikālās filtrācijas koeficienti. Kalibrācijas gaitā veikti aptuveni 20 aprēķini, mainot kopējās slāņu filtrācijas īpašības, kā arī veikta sākotnējā rezultātu salīdzināšana ar ūdenslīmeņa novērojumiem Latvijas teritorijā.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

AUTOKALIBRĀCIJAS METOŽU PIELIETOJUMS BALTIJAS ARTĒZISKĀ BASEINA MODELIM MOSYS V0

Andrejs TIMUHINS, Juris SEŅŅIKOVŠ, Jānis VIRBULIS

Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorija, e-pasts: tim@modlab.lv

Hidroģeoloģisko modeļu kalibrācija ir viens no svarīgākiem modelēšanas posmiem, no kā ir atkarīga modeļa rezultātu precizitāte un modeļa ģeneralizācija. Pētījuma mērķis ir autokalibrācijas sistēmas izveide Baltijas artēziska baseina modelim.

Autokalibrācijas sistēma ir realizēta Python programmēšanas valodā un iekļauta MOSYS V0 modelī. Autokalibrācijas rezultātā variējas ģeoloģisku slāņu hidroģeoloģiskie parametri, kā arī parametri, kas nosaka ūdens infiltrāciju no Zemes virsmas. Parametru variācijas diapazons ir fiksēts un izvēlēts atbilstoši novērotām vērtībām. Kalibrējamā vērtība ir pjezometriskais ūdens līmenis, novērotās un aprēķinātās ūdens līmeņu svērtās starpības veido mērķa funkciju. Svaru koeficienti reprezentē starpības svarīgumu, kas ir atkarīgs no urbuma novietojuma un filtra intervāla dziļuma. Mērķa funkcijas minimizācijai pielietotas vairākas metodes – gan gradientu (Quasi-Newton, Conjugate Gradient), gan statistiskās (genetic). Labāku rezultātu (ātrāku minimuma atrašanu) izdevās sasniegt ar jauktu metodi.

Balstoties uz kalibrētā modeļa bāzes, veikti atsūkņēšanas testi un salīdzināti ar analogijām dabā. Skaitliskie testi un aprēķinātās ūdens līmeņu vērtības liecina par modeļa labu ģeneralizāciju, papildus, atsevišķos modeļiecirkņos norādot uz struktūras nepilnībām, ko nav iespējams uzlabot ar autokalibrācijas palīdzību.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

HIDROLOĢISKAIS MODELIS UM TĀ INTEGRĒŠANA PAZEMES ŪDEŅU APRITES MODELĪ

Aigars VALAINIS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: avalainis@gmail.com

Pētījuma mērķis bija izveidot hidroloģisko modeli trīs izvēlētos apgabalos, veikt modeļa kalibrēšanu un aprēķinu rezultātā iegūt noteces laika rindas un gruntsūdens līmeņa telpisko sadalījumu un sezonālo mainību.

Izvēlētie apgabali ir Latvijas Lauksamniecības Universitātes (LLU) eksperimentālie poligoni un blakusesošās teritorijas Bērzes, Auces un Mellupītes sateces baseinos. Izvēlēto apgabalu laukumi ir attiecīgi 6,25 km² Auces baseinā, 30 km² Bērzes un 5 km² Mellupītes sateces baseinā.

Izmantots Dānijas hidroloģijas institūta (DHI) hidroloģiskais modelis MIKE SHE. Tas ir telpiski sadalīts uz režģi bāzēts modelis, kas darbojas kopā ar tajā ievietotu viendimensionālu hidraulisko upju modeli MIKE11. Modeļa aprēķinu šūnas izmēri izvēlēti 50x50 metri.

Augstuma sadalījums modeļapgabalos ir iegūts digitalizējot M 1:10000 PSRS kartes. No iegūtā digitālā reljefa modeļa tiek interpolēti augstumi aprēķinu šūnās. Apvienojot digitālo reljefa modeli ar aerofoto ainās digitalizētām grāvju un upju līnijām, izveidots aprēķinu režģis hidraulikas modelim.

Hidroloģiskā modeļa izveidē ņemta vērā drenāžas sistēma karte. Tika identificēti drenāžas sateces baseini un drenāžas sistēma (drenas un drenu kolektori), kas integrēti hidroloģiskajā modelī.

Zemes lietojums iegūts digitalizējot aerofoto ainas, iegūstot zemes lietojumu klases atbilstoši CORINE Land Cover klasifikācijas sistēmai. Evapotranspirācijas un augu veģetācijas parametri tiek atvasināti kalibrācijas gaitā no zemes lietojuma klasēm.

Aprēķini veikti laika periodam no 1997. līdz 2010. gadam. Aprēķinu kalibrācijai un verifikācijai izmantoti hidroloģiskie novērojumu dati LLU eksperimentālajos poligonos - noteces no laukiem pa drenām, kā arī grāvja un upes caurplūduma mērījumi Bērzes posteņos un Mellupītes poligonos.

Augsnes parametru kalibrācijai izmantoti gruntsūdeņu līmeņa novērojumi urbumos, kas atrodas modeļapgabalos. Kopumā lietoti deviņu urbumu dati (trīs katrā apgabalā) laika periodā no 2006. līdz 2010. gadam.

Darba gaitā izveidotais modelis ļauj aprakstīt gruntsūdeņu līmeņa sezonālās izmaiņas un novērtēt ūdens apmaiņu ar dziļākiem gruntsūdens horizontiem.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

METUL PIELIETOJUMS GRUNTSŪDENS REŽĪMA PĒTĪJUMOS LLU PARAUGTERITORIJĀS

Artūrs VEINBERGS, Valdis VIRCAVS, Didzis LAUVA

LLU Lauku inženieru fakultāte, Vides un ūdenssaimniecības katedra, e-pasts: aarts@inbox.lv

Viens no vissvarīgākajiem pazemes resursiem Latvijā ir gruntsūdens, kur, unājot par lauksaimniecisko ražošanu, tā režīms būtiski ietekmē augu augšanas apstākļus, zemes apstrādes iespējas un nozīmīgi ietekmē ražu, kā arī tās kvalitāti. Gruntsūdens līmeņa celšanās, vai, gluži otrādi, krišanās nākotnē, var atstāt negatīvu iespaidu uz lauksaimniecisko ražošanu un nosusināšanas sistēmu darbību.

Pētījuma ietvaros analizētas gruntsūdens līmeņu svārstības, noteču izmaiņas, to savstarpējā mijiedarbība, kā arī iespējamās izmaiņas nākotnē, pielietojot matemātisko modelēšanu, izmantojot modeli METUL [1].

Aprēķiniem un gruntsūdens režīma analīzei izmantoti dati no Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) ierīkotajiem lauksaimniecības noteču monitoringa posteņiem Auce, Bērze un Mellupīte [2].

Veiktajā pētījumā izmantoti novērotie noteču mērījumu dati mazā sateces baseina līmenī (1995. – 2009. g.), drenu lauka līmenī (1995. – 2009. g.), izmēģinājumu lauciņu līmenī (1998. - 2006.g.), kā arī stacionāros gruntsūdens novērojumu urbumos mērītie ūdens līmeņi (2006. – 2009.g.).

Gruntsūdens režīma modelēšanai izmantoti Latvijas valsts ģeoloģijas un meteoroloģijas centra (LVĢMC) meteoroloģiskie novērojumi (2006. - 2009. g.) Dobeles un Saldus meteoroloģiskajām stacijām. Izmantoti arī meteoroloģiskie dati kontroles (1961. – 1990. g.) un nākotnes klimata periodam (2071. – 2100. g.). Tie iegūti pārrēķinot projekta Ensemble [3] 11 reģionālo klimata modeļu (RKM) simulētos meteoroloģiskos datus uz Latvijas meteoroloģiskajām stacijām atbilstošiem, kas paveikts Valsts pētījumu programmas „Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi” (KALME) [4] ietvaros.

Gruntsūdens režīma pētījumos LLU paraugteritorijās izmantots matemātiskais modelis METUL [1]. Izmantojot meteoroloģiskos datus (nokrišņi, diennakts vidējā gaisa temperatūra, un mitruma deficīts), modelis spēj aprēķināt ikdienas mitruma krājumus aktīvajā augsnes slānī, gruntsūdens līmeni, virszemes, drenu un dziļo noteci [2].

Pētījumi liecina, ka notece ir atkarīga no gruntsūdens līmeņa (jo augstāks gruntsūdens līmenis, jo lielāka notece). Apskatītas sakarības starp gruntsūdens līmeni un noteci no drenu lauka, no mazā sateces baseina, kā arī izmēģinājuma lauciņiem. Visos gadījumos var secināt, ka palielinoties gruntsūdens līmenim, pieaug arī notece. Bērzē gruntsūdens līmeņa un drenu lauka vai mazā sateces baseina noteces sakarība uzrāda korelāciju $R^2 \approx 0,82$. Mellupītē gruntsūdens līmeņa korelācija ar noteci no izmēģinājumu lauciņiem ir $R^2 \approx 0,90$, no drenu lauka $R^2 = 0,60$, un no mazā sateces baseina $R^2 = 0,55$. Salīdzinoši zemāka korelācija Mellupītes drenu lauka un mazā sateces baseina līmenī visticamāk skaidrojama ar virszemes ūdeņu ieplūdi drenu ūdeņu sistēmā caur izbūvētajām virszemes ūdeņu uztvērējākām, par ko liecina arī augstā korelācija izmēģinājuma lauciņa līmenī, kur virszemes notece neiekļūst.

Izmantojot gruntsūdens līmeņa – noteces punktu mākoņa korelācijas līknes empīrisko formulu, iespējams noteikt kļūdas mērījumos un rekonstruēt gruntsūdens līmeņus pēc zināmiem noteces mērījumiem vai gluži otrādi pēc zināmiem gruntsūdens līmeņiem var papildināt noteču datu rindas. Atkarībā no pieejamo datu apjoma, ar korelācijas līkni iespējams raksturot ilggadīgo vidējo gruntsūdens līmeni, pie kura sākas drenu notece, kā arī palielinās drenu noteces intensitāte.

Sesija: Pazemes ūdeņu modelēšanas rīki un problēmas

Ar modeli METUL veikta gruntsūdens diennakts režīma modelēšana LLU monitoringa paraugteritoriju urbumiem. Modelis kalibrēts gruntsūdens līmeņiem (2006. – 2009. g.). Tam izmantoti monitoringa posteņos iegūtie dati par gruntsūdens līmeņiem, meteoroloģiskajiem apstākļiem, vietas ģeoloģisko uzbūvi, augsnes hidrofizikālajām īpašībām, drenāžu un tās darbības intensitāti. Novērtēta modeļa aprēķināto un novēroto gruntsūdens līmeņu korelācija: Aucē $R^2=0,65$, Bērzē $R^2=0,88$, Mellupītē $R^2=0,63$.

Izmantojot 11 RKM meteoroloģiskos datus, kalibrētais METUL modelis izmantots gruntsūdens līmeņu modelēšanā kontroles un nākotnes klimata periodam, kur pagarinātas gruntsūdens režīma raksturojošo elementu (noteču komponentu un gruntsūdens līmeņu) datu rindas mūsdienās, kā arī prognozētas to iespējamās izmaiņas nākotnē.

Iegūtie rezultāti salīdzināti sezonālā griezumā. Nākotnē ziemas sezonā ir sagaidāma nozīmīga gruntsūdens līmeņu paaugstināšanās. Rudenī, pretēji ziemas sezonai, varētu gaidīt gruntsūdens līmeņu pazeminājumu. Vasarā vidējais gruntsūdens līmenis gaidāms līdzīgs kā kontroles periodā, taču svārstību amplitūda varētu pieaugt.

Gruntsūdens līmenis ar 50% pārsniegšanas varbūtību varētu būt līdzīgs gan nākotnes klimatiskajos apstākļos, gan kontroles periodā. Tomēr paredzams, ka nākotnē ilgāku laiku gruntsūdens saglabāsies augstāk par līmeni, pie kura sākas drenu notece.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

1. Krams M. and Ziverts A. (1993). Experiments of conceptual mathematical groundwater dynamics and runoff modelling in Latvia. *Nordic Hydrology* , 24:243-262.
2. Vircavs V., Jansons V., Kļaviņš U. 2009. Gruntsūdeņu veidošanās likumsakarības lauksaimniecībā izmantojamās platībās, Sekcija: Klimata mainība un ūdeņi. LU 67. Zinātniskās konferences rakstu krājums, Rīga: Latvijas Universitāte, 101-102 lpp.
3. Hewitt C. D. and Griggs D. J. (2004). Ensembles-based Predictions of Climate Changes and their Impacts. *Eos*, 85, p 566.
4. Sennikovs J. and Bethers U. (2009). Statistical downscaling method of regional climate model results for hydrological modelling. 18th World IMACS/MODSIM, Cairns, Australia.

KVARTĀRA NOGULUMU ĢEOLOĢISKĀS UZBŪVES ATSPUGUĻOJUMA ALGORITMIZĀCIJA REĢIONĀLĀ HIDROĢEOLOĢISKĀ MODELĪ

Tomas Saks, Andis KALVĀNS, Andrejs Timuhins

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: tomas.saks@lu.lv

Kvartāra nogulumu pleistocēna apledojuumu izplatības areālos raksturojas ar lielu heterogenitāti: sākot ar mikro- līdz centimetru mēroga plaisu sistēmām un smilts starpslāņu izvietojumu morēnā līdz pat glaciālajām zemienēm un augstienēm reģionālā mērogā. Pazemes ūdeņu papildināšanās un aprite galvenokārt norit pateicoties nokrišņu ūdens infiltrācijai, ko lielā mērā nosaka kvartāra slāņkopas uzbūve. Reģionālu hidroģeoloģisko modeļu izveidē kvartāra segas uzbūves neviendabība parasti tiek risināta ar kvartāra nogulumu īpašību ģeneralizēšanu, tomēr, paliek aktuāls jautājums, cik lielā mērā var ģeneralizēt šo nogulumu ģeoloģisko uzbūvi, lai korekti atainotu kvartāra slāņkopas hidroģeoloģiskās īpašības attiecīgajā mērogā.

Iespējamās divas pretējas pieejas šīs problēmas risināšanai: vidējots vienslāņa modelis visai slāņkopai vai maksimāli detalizēta daudzslāņu struktūra. Pirmajā gadījumā vienkāršotās struktūras hidroģeoloģiskās īpašības ir būtiski jāmodificē kalibrācijas procesā, kuras gala rezultāts nav neatkarīgi verificējams. Otrajā gadījumā maksimāla detalizācija prasa lielu darba laika ieguldījumu, kas kvalitatīvi neatspoguļosies iegūtajā rezultātā un tik un tā nepilnīgi atainos kvartāra nogulumu segas ģeoloģisko uzbūvi.

Veidojot reģionālu Baltijas artēziskā baseina hidroģeoloģisko modeli ar paaugstinātu detalizāciju Latvijas teritorijai, kvartāra nogulumu segas atspoguļošanai modelī tiek izstrādāts īpašs algoritms. Algoritma pielietošanas mērķis ir automātiski ģenerēt kvartāra nogulumu segas vispārinātu ģeoloģisko uzbūvi balstoties uz pieejamo ģeoloģisko urbumu datu bāzi, kvartāra nogulumu ģeoloģiskajām un ģeomorfoloģiskajām kartēm, Zemes virsmas un pamatiežu reljefa kartēm, dabas apvidu kartēm un priekšstatiem par atsevišķu dabas apvidu vispārējo ģeoloģisko uzbūvi. Kvartāra urbumu datu bāze tiek izmantota kā pamata dati ģeoloģiskās struktūras izveidē un kā verifikācijas un kalibrācijas atskaites punkti. Algoritmu veidos virkne komandu, kas, iekļaujoties kopīgā modeļu sistēmas ģenerēšanas algoritmā, ļaus izveidot trīsdimensionālu Kvartāra segas ģeoloģiskās struktūras modeli, kas ir izmantojams hidroģeoloģiskajiem aprēķiniem.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

PAMATIEŽU ŪDENS HORIZONTU FILTRĀCIJAS ĪPAŠĪBAS UN MĒROGOŠANAS PROBLEMĀTIKA

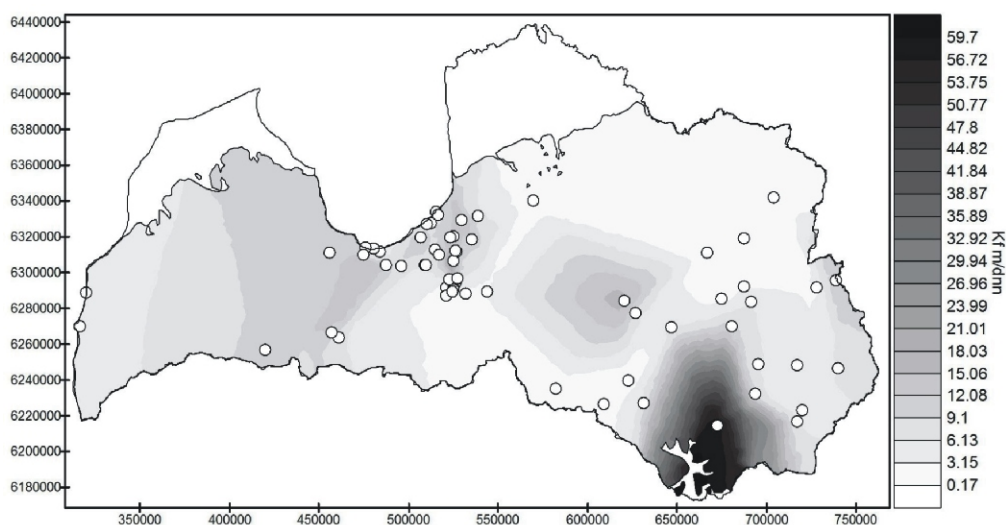
Eleonora PĒRKONE

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: el.perkone@inbox.lv

Nogulumu filtrācijas īpašības ir vienas no būtiskākajiem parametriem, kas raksturo nogulumu spēju laist cauri ūdeni un, līdz ar to, pazemes ūdeņu kustību noteiktos ģeoloģiskos apstākļos. Filtrācijas īpašības, galvenokārt, ietekmē dažādas nogulumu fizikālās, kā arī filtrējošā šķidrums īpašības. Nogulumu spēju laist cauri ūdeni ir nepieciešams precīzi noteikt un zināt dažādos hidroģeoloģiskos pētījumos, daļēji arī inženierģeoloģiskajos pētījumos. Atkarībā no pētījuma mērķa un pieejamajiem resursiem, iespējams izmantot dažādas nogulumu filtrācijas īpašību noteikšanas metodes – eksperimentālās metodes uz vietas laukā, laboratorijas metodes, izmantojot dažādas filtrācijas iekārtas un ar analītiskām metodēm, veicot aprēķinus. Konkrētu filtrācijas parametru, piemēram, filtrācijas koeficientu, noteiktam ūdens horizontam iespējams noteikt izmantojot jau esošus datus un ar datorprogrammu palīdzību veikt konkrētā parametra interpolāciju un ekstrapolāciju. Katrai no metožu grupām ir gan savas priekšrocības, gan trūkumi, kas izpaužas dažādos nogulumos un mērogos. Darbā, pamatiežu ūdens horizontu filtrācijas parametru vērtību sadalījums to izplatības teritorijā iegūts izmantojot interpolācijas un ekstrapolācijas metodi.

Pētījuma mērķis ir izzināt pamatiežu ūdens horizontu filtrācijas īpašību sadalījumu nogulumu izplatības teritorijā un to izmaiņas atkarībā no nogulumu faciālās zonalitātes. Šāds pētījums ir nozīmīgs, jo ļauj novērtēt nogulumiežu filtrācijas īpašību saistību ar pazemes ūdens horizontu litoloģiskajām īpašībām un ģeoloģisko uzbūvi, tādējādi ļaujot izvērtēt konkrēta ūdens horizonta atbilstību, piemēram, ūdensapgādei, kādā noteiktā teritorijā.

Darbā izmantotie dati par ūdens horizontu filtrācijas īpašībām iegūti no Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas centra urbumu datubāzes. Pēc tam, izmantojot programmēšanas valodu *Python* un datorprogrammas *MeshEditor* un *HiFiGeo* tika izveidotas konkrētā pamatiežu ūdens horizonta filtrācijas koeficientu vērtību sadalījuma kartes, horizonta nogulumu izplatības robežās Latvijas teritorijā (1. attēls).



1. attēls. Filtrācijas koeficientu vērtību sadalījums augšējā devona Gaujas - Amatas ūdens horizontā. Apzīmējumi: ○ - Urbumi ar filtrācijas koeficienta vērtībām D_{3g} -am ūdens horizontā

Balstoties uz iepriekšēju devona nogulumu izpēti un veidošanās apstākļu interpretāciju (Куршс, 1992; Brangulis, 1998) Gaujas – Amatas ūdens horizonts pieder augšējā devona klastiskajai slāņkopai un, pamatā, sastāv no mālainiem, aleirītiskiem un smilšainiem nogulumiem. Gaujas un Amatas laikosma nogulumi uzkrājušies transgresējošas jūras apstākļos, kur galvenais sanesu avots atradies ziemeļos, bet Amatas laikosmā sanesu materiāla straumes baseinā ieplūdušas arī no dienvidrietumiem un dienvidiem (Brangulis, 1998).

Šāda sedimentācijas baseina attīstība nosaka to, ka DR Latvijā Gaujas un Amatas laika nogulumi ir relatīvi smalkgraudaināki nekā Latvijas vidusdaļā. Šī saistība daļēji vērojama arī 1. attēlā, kur filtrācijas koeficientu vērtības ir zemākas Latvijas rietumos, bet vērtības palielinās virzienā uz centrālo Latvijas daļu. Apskatot filtrācijas koeficientu vērtību sadalījuma karti (1. attēls), ar izteikti augstām filtrācijas koeficienta vērtībām iezīmējas teritorija Latvijas dienvidaustrumos. Šādas paaugstinātas vērtības iespējams var skaidrot ar Gaujas – Amatas ūdens horizonta ģeoloģisko uzbūvi jeb neviendabībām tajā. Lai noskaidrotu precīzu iemeslu paaugstinātajām filtrācijas koeficientu vērtībām, nepieciešama detalizēta Gaujas un Amatas laika nogulumu uzkrāšanās apstākļu un izplatības analīze.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

Куршс, В. М. 1992. Девонское терригенное осадконакопление на главном девонском поле. Зинатне, Рига. 208 с.

Misāns J.(red.), Brangulis A. J., Kuršs V., Misāns J., Stinkulis Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija. 1:500 000 mēroga ģeoloģiskā karte un pirmskvartāra nogulumu apraksts*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests, 70 lpp.

VIRSZEMES NOTECE UN GRUNTSŪDEŅU ATJAUNOŠANĀS BALTIJAS ARTĒZISKAJĀ BASEINĀ

Pēteris BETHERS, Andrejs TIMUHINS

LU Fizikas un matemātikas fakultāte, Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās
modelēšanas laboratorija, e-pasts: peteris.bethers@gmail.com

Lai veiktu liela izmēra hidroloģiskos aprēķinus plašās teritorijās nepieciešami lieli resursi un novērojumu, kā arī modeļu ieejas parametru apjoms. Lai šo problēmu risinātu, šajā pētījumā, veikti centieni noskaidrot, vai nepieciešamos lielumus (noteci un infiltrāciju) iespējams noteikt no dažādiem topogrāfijas, meteoroloģiskajiem un zemes lietojuma parametriem.

Lai veiktu šo pētījumu tika izvēlēta Latvijas teritorija, jo tajā pieejams digitālais reljefs, kā arī upju tīkls. Par galvenajiem apskatāmajiem parametriem tika izvēlēti virsmas raupjums, kas raksturo cik nelīdzena ir virsma, upju tīkla blīvums, kas apraksta upju garumu uz laukuma vienību, kā arī virsmas slīpums, kas raksturo virsmas kritumu izvēlētajā teritorijā.

Sākotnēji tika veikta virsmas raupjuma analīze un noteikts tās regresijas līknes raksturs atkarībā no laukuma izmēra. Šāda analīze veikta arī pārējiem parametriem. Tādā veida izveidota sakarība starp noteci un izvēlētajiem parametriem, kā arī starp infiltrāciju un šiem parametriem. Lai pārbaudītu vai šīs sakarības izpildās arī dabā, tika izvēlēti vairāki pilotbaseini, kuriem noteikti pētāmie parametri, un salīdzināti ar iegūtajiem rezultātiem.

Var secināt, ka šie parametri raksturo upju baseinu, un veicot šādu analīzi iespējams izveidot sistēmu, kas ļautu aptuveni noteikt Baltijas artēziskā baseina upju baseinu ikgadējo noteci, kā arī infiltrāciju, kas ievērojami atvieglo modelēšanu šādā apgabalā.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

LATVIJAS TEMPERATŪRAS UN NOKRIŠŅU REŽĪMAM LĪDZĪGO REĢIONU IDENTIFICĒŠANA EIROPĀ UN PASAULĒ

Daiga CEPĪTE-FRIŠFELDE, Uldis BETHERS, Juris SEŅŅIKOVŠ

LU Fizikas un matemātikas fakultāte, e-pasts: daiga.cepite@lu.lv

Šī pētījuma mērķis ir izveidot metodi jebkuru divu Pasaules apgabalu klimatisko apstākļu sakritības noteikšanai un demonstrēt to Latvijas temperatūras un nokrišņu režīmam līdzīgo reģionu identificēšanai Eiropā un pasaulē.

Klimatiski līdzīgo reģionu atrašana, kas ir prezentētās metodes rezultāts: 1) var dot vērtīgu informāciju pašreiz esošo problēmu risinājumiem, apzinot – kā tās tiek risinātas reģionos, kas klimatiski tuvi Latvijas situācijai, kā arī 2) sniegt priekšstatu par nākotnē iespējamām problēmsituācijām, kas pašlaik vērojamas apgabalos ar tuvu klimatu tam, kāds Latvijas teritorijā gaidāms līdz 2100. gadam.

Klimata sakritības kvantitatīvas analīzes veikšanai piedāvātajā metodē tiek izmantota klimatisko parametru vērtību sakritība 12 kalendārajos mēnešos – konkrētajā pētījumā iekļautie klimatiskie parametri ir vidējā diennakts temperatūra un nokrišņu intensitāte. Tiek noteikta klimata novirze - bezdimensionāls attālums Δ starp klimatu divos dažādos punktos raksturojošām datu kopām (ar minimālo vērtību 0 sakrītoša klimata gadījumā un maksimālo iespējamo vērtību 1 iespējami atšķirīga klimata gadījumā).

Attālums starp klimatu kādā pasaules punktā i mūsdienās un klimatu Latvijā laika periodā k tiek definēts kā:

$$\Delta_{i,k} = 0.5 \left(\frac{\Delta T_{i,k}}{\max(\Delta T_k)} + \frac{\Delta p_{i,k}}{\max(\Delta p_k)} \right), \text{ kur}$$
$$\Delta T_{i,k} = \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{12} |T_{i,m} - T_{k,m}^{LV}| \quad \text{un} \quad \Delta p_{i,k} = \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{12} |p_{i,m} - p_{k,m}^{LV}|.$$

Ņemot vērā to, ka katra mēneša m vidējā temperatūra Latvijā dažādos Latvijas apgabalos atšķiras $T_{k,m}^{LV}$ nav viena vērtība, bet vērtību kopa Latvijas teritorijā ar minimālo vērtību $\min(T_{k,m}^{LV})$ un maksimālo vērtību $\max(T_{k,m}^{LV})$, tad:

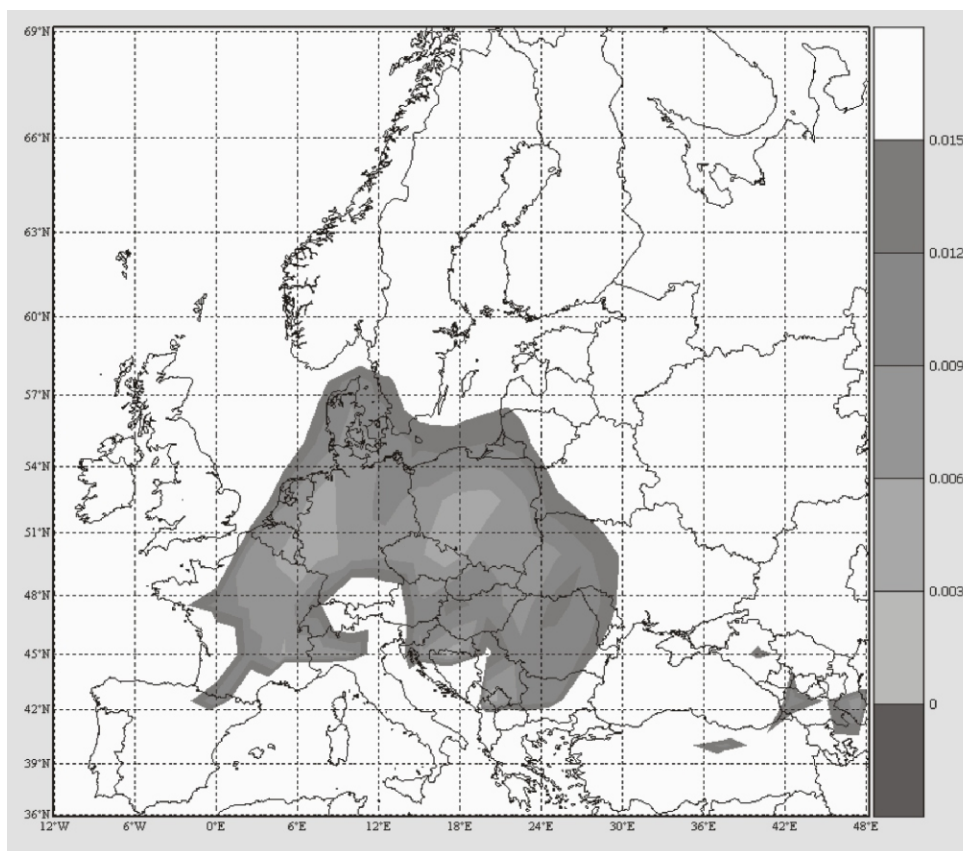
$$|T_{i,m} - T_{k,m}^{LV}| = \begin{cases} |T_{i,m} - \min(T_{k,m}^{LV})|, & \text{ja } T_{i,m} < \min(T_{k,m}^{LV}) \\ |T_{i,m} - \max(T_{k,m}^{LV})|, & \text{ja } T_{i,m} > \max(T_{k,m}^{LV}) \\ 0, & \text{ja } \min(T_{k,m}^{LV}) < T_{i,m} < \max(T_{k,m}^{LV}) \end{cases}$$

Līdzīgi aprēķināts arī lielums $|p_{i,m} - p_{k,m}^{LV}|$. Aprēķinot attālumu starp Latvijas klimatu un klimatu dienvidu puslodē, izmantota 6 mēnešu fāzu nobīde. Aprēķini veikti apgabalam no 75. dienvidu paralēles līdz 75. ziemeļu paralēlei uz 2,5 grādu režģa.

Pasaules mūsdienu klimata raksturošanai pētījumā izmantota informācija no ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecasts*) datu portāla, analizējot temperatūras 2 m augstumā, kā arī konvektīvās un stratiformās nokrišņu intensitātes mēneša vidējās vērtības. Mēneša vidējā nokrišņu intensitāte pētījumā tika pieņemta kā konvektīvo un stratiformo nokrišņu mēneša vidējo vērtību summa.

Par Latvijas nākotnes klimatu dati iegūti, izmantojot pēc LU Fizikas un matemātikas fakultātē izstrādātas metodikas [1] Latvijas teritorijai piemērotus Eiropas klimata pētniecības institūciju ENSEMBLES projekta [2] ietvaros veiktos modeļaprēķinu rezultātus, kas publiski pieejami laikrindu formā ar diennakts temporālo un 25-50 km telpisko izšķirtspēju. Izmantots ar modeļansambļa metodi iegūts vidējo izmaiņu scenārijs, statistiski apstrādājot 21 modeļaprēķinu rezultātus tuvai nākotnei (2021. – 2050. gads) un 16 modeļaprēķinu rezultātus – tālai nākotnei (2071. – 2100. gads).

Rezultāti parāda, ka Latvijas teritorijai mūsdienās klimatiski tuvi apgabali atrodami plašā Eiropas daļā, daļā Z-Amerikas un atsevišķos reģionos Āzijā. Att. 1 redzama Latvijas 2071. – 2100. gada klimatam līdzīgā reģiona pārvietošanās Eiropā DR virzienā. Vistuvāk šajā periodā Latvijas klimats atrodas no mūsdienu klimata Polijas DR daļā un no klimata Vācijas Nīderlandes un Vācijas Beļģijas pierobežas apgabalos.



1. attēls. Mūsdienu Eiropas klimata attālums Δ līdz Latvijas 2071. – 2100. gada klimatam.

Literatūra

1. Sennikovs, J. and Bethers, U. 2009. Statistical downscaling method of regional climate model results for hydrological modelling. *18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia*
2. Hewitt, C. D. and D. J. Griggs, 2004: Ensembles-based Predictions of Climate Changes and their Impacts. *Eos*, 85, p566

PĀRSKATS PAR PAZEMES ŪDEŅU ĶĪMISKO SASTĀVU LATVIJĀ

Andis KALVĀNS, Aija DĒLIŅA, Inga RETIĶE

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: andis.kalvans@lu.lv

Latvijas pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva sadalījuma galvenās likumsakarības ir labi zināmas (Levins *et al.*, 1998). Īsumā, augšējos ūdens horizontos dominē hidroģēnkarbonātu kalcija tipa saldūdeņi (aktīvā ūdens apmaiņas zona), savukārt dziļāk iegulošajos horizontos (pasīvās ūdens apmaiņas zona un „stagnanto” ūdeņu zona) būtiski pieaug hlorīda un nātrija jonu loma (*ibid*) un mineralizācija sasniedz 140 g/l. Tikai atsevišķos rajonos ir sastopami sulfātu-kalcija tipa iesālūdeņi (*ibid*).

LVGMC apkopotā relatīvi lielā urbumu datu bāze, kas ietver arī pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāv mērījumu rezultātu ir izmantojama kā pamats detalizētai pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva sadalījuma analīzei. Salīdzinot dažādu jonu koncentrācijas pazemes ūdeņos, ir iespējams spriest par ūdens ķīmiskā sastāva ģeoķīmisko evolūciju aktīvajā ūdens apmaiņas zonā. Piemēram, hlorīta jona (Cl⁻) galvenais avots sekli iegulošajos pazemes ūdeņos būs jūras sāļi, ko pārnes gaisa masas un nokrišņi. Citi iespējamie Cl⁻ avoti ir dziļi iegulošie sāļie pazemes ūdeņi, jūras ūdens intrūzijas un dažādi antropogēnie avoti. Savukārt hidroģēnkarbonāta joni (HCO₃⁻) un sulfātjoni (SO₄²⁻) pazemes ūdeņos pamatā nonāk iežu dēdēšanas rezultātā.

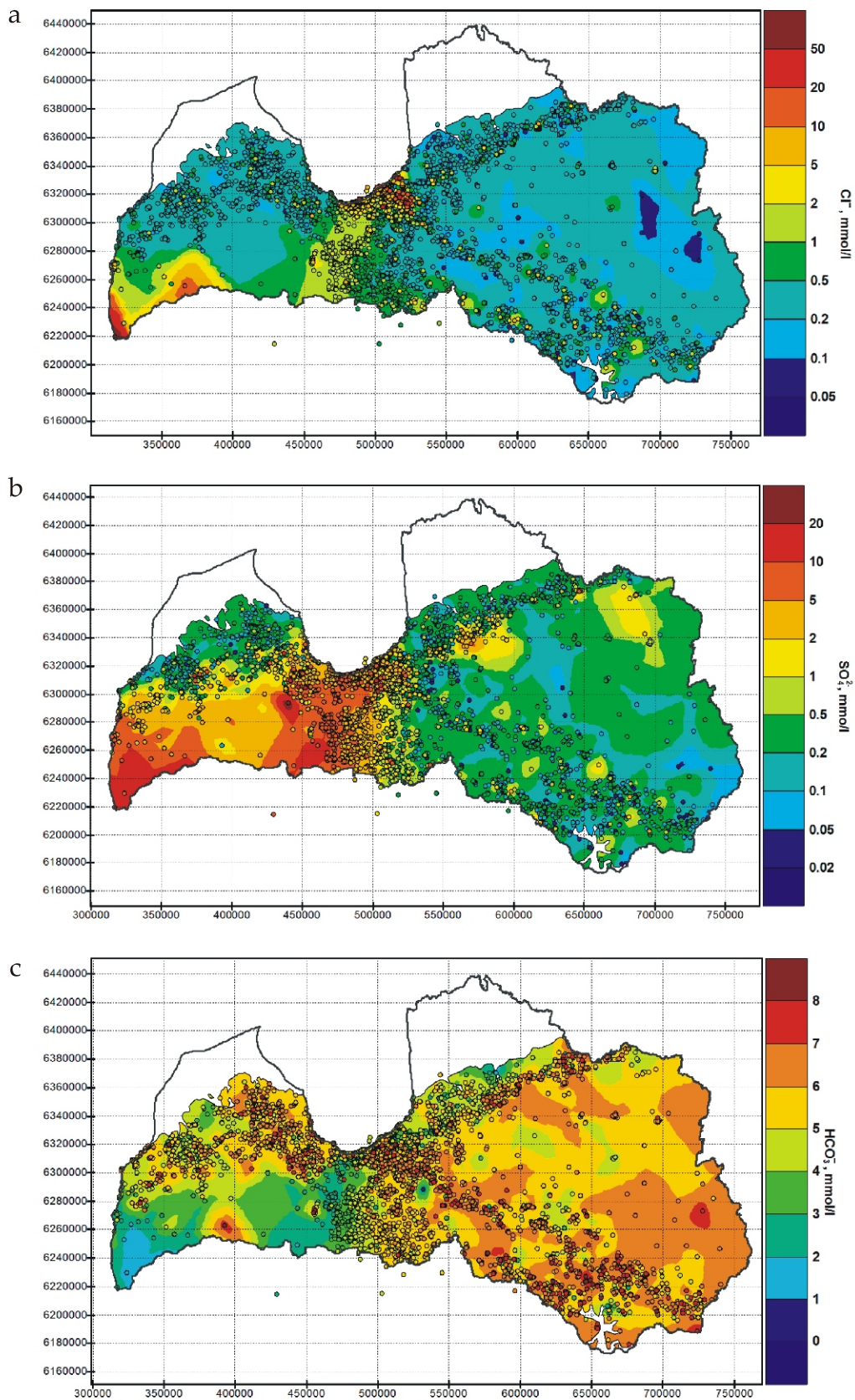
Pirmajā attēlā, kā piemērs, ir attēlots Cl⁻, SO₄²⁻ un HCO₃⁻ jonu koncentrācijas sadalījums Gaujas – Amatas ūdens horizontā. Hlorīta jons ir konservatīvs jons un ķīmiskajās pārvērtībās iežos faktiski neiesaistās. Tā koncentrācijas izmaiņas Gaujas-Amatas horizontā nosaka tikai infiltrācijas ūdens ķīmiskais sastāvs un paaugstinātas mineralizācijas ūdeņu – jūras ūdens vai dziļāk iegulošu horizontu ūdens – intrūzijas (att. 1.a). Sulfāta jona avots šajā horizontā pamatā ir ģipša šķīšana vai paaugstinātas mineralizācijas ūdens intrūzijas. Reģionos, kur sulfātu avots ir ģipša šķīšana, piemēram, Allažu apkārtnē, proporcionāli pieaug arī kalcija jonu saturs, savukārt reģionos, kur sulfāta jona avots ir jūras ūdens, kalcija jona saturs pieaugs lēnāk. Hidroģēnkarbonāta jona avots ir dēdēšanas procesi augsnes CO₂ ietekmē, tātad infiltrācijas ūdeņu mijiedarbības ar iežiem. Raksturīgi, ka ūdeņos ar paaugstinātu SO₄²⁻ saturu, lineāri samazinās HCO₃⁻ koncentrācija. Tas ir izskaidrojams ar kalcija karbonāta daļēju izgulsnēšanos ģipša šķīšanas rezultātā pieaugot kalcija koncentrācijai (att. 1.b un 1.c).

Attēli ir izveidoti interpolējot, ekstrapolējot un gludinot datus pa pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu no LVGMC izveidotās urbumu datu bāzes.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

Levins I., Levina N., Gavena I., 1998. *Latvijas pazemes ūdeņu resursi*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests, 24 lpp.



1. attēls. Galveno anjonu (a – hlorīdjons Cl^- ; b – sulfātions SO_4^{2-} ; c – hidroģēnkarbonāta jons) sadalījuma Gaujas-Amatas pazemes ūdeņu horizontā. Ar punktiem ir apzīmētas urbumu (mērījumu) vietas.

STABILO IZOTOPU SATURS PAZEMES ŪDEŅOS LATVIJĀ. PIRMIE REZULTĀTI

Alise BABRE, Aija DĒLIŅA

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: alisebabre@lu.lv

Skābeklim ir trīs stabilo izotopu formas un to īpatsvars uz zemes tās attīstības vēsturē nav būtiski mainījies (Clark *et al.*, 1997). Skābekļa izotopiem ir raksturīgas dažādas fizikālās īpašības, to frakcionēšanās dažādu faktoru ietekmē un līdzdalība dažādu savienojumu veidošanā. Šīs atšķirības, kā arī plašā elementa sastopamība dabā nosaka skābekļa izotopu biežo pielietojanu arī pazemes ūdeņu pētījumos (Hoefs, 2009).

Paraugos tiek noteikta skābekļa stabilo izotopu ^{16}O un ^{18}O savstarpējā attiecība, kas tiek salīdzināta ar references vērtību un rezultāti tiek izteikti kā $\delta^{18}\text{O}$ jeb parauga vērtības nobīde no standartvērtības, kas ir šo izotopu attiecība okeāna ūdenī (Clark *et al.*, 1997). Nosakot šo izotopu savstarpējo attiecību iespējams secināt par pētāmā pazemes ūdens objekta veidošanās apstākļiem, galvenokārt, klimatiskajiem, virszemes ūdens objektu vai citu ūdens horizontu ietekmi, kā arī kombinācijā ar citam metodēm, par ūdens uzturēšanās laiku pazemē (*ibid*).

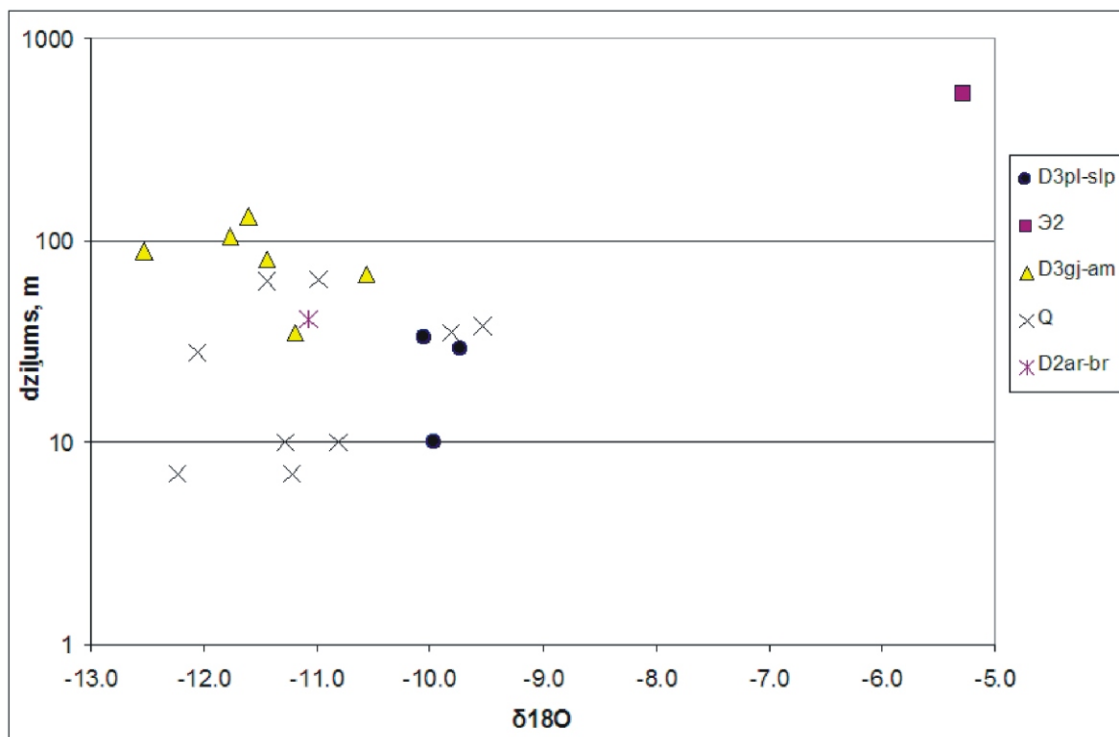
Plaši skābekļa izotopu pētījumi pazemes ūdeņos veikti daudzviet Baltijas artēziskā baseina teritorijā, galvenokārt, Lietuvā un Igaunijā (Mokrik, 1997). Latvijā līdz šim ir veikti stabilo izotopu mērījumi nokrišņu ūdeņos Rīgas meteostacijā laikposmā no 1980. līdz 1989. gadam, kā arī no 2002. līdz 2005. gadam Lauksaimniecības ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti GEUS un LVĢMC kopprojekta ietvaros.

Pētījuma lauka darbi norisinājušies 2010. gada rudenī, kuru ietvaros iegūti 52 paraugi Latvijas teritorijā. Galvenokārt, paraugoti pazemes ūdens monitoringa posteņu urbūmi, veicot to atsūkņēšanu. Paraugu izkliede pētījumu teritorijā ir nevienmērīga, kur lielākā daļa paraugoto urbūmu atrodas Rīgas rajonā. Paraugi ievākti no deviņiem ūdens horizontiem piecos pazemes ūdens kompleksos, aktīvās, palēninātās un stagnantās ūdens apmaiņas zonās, kā arī daži paraugi ņemti no virszemes objektiem.

Ievākto paraugu analīze veikta Tallinas Tehniskās Universitātes Ģeoloģijas institūta Izotopu-paleoklimatoloģijas nodaļas masas spektrometra laboratorijā, izmantojot Thermo Fisher Scientific firmas

Rezultāti ir ļoti daudzveidīgi un atspoguļo pazemes ūdeņu attīstības sarežģītos apstākļus, kā arī to veidošanos ļoti plašā laikposmā. Atsevišķos gadījumos rezultāti ļoti kritiski atšķiras no vidējām daudzgažu nokrišņu vērtībām.

Novērojams, ka $\delta^{18}\text{O}$ vērtības samazinās pieaugot paraugojamā ūdens horizonta ieguluma dziļumam, kas varētu būt skaidrojams ar mazāku virszemes ūdens objektu ietekmi uz dziļākiem ūdens horizontiem, kā arī nokrišņu ūdens sajaukšanos, kam ir raksturīgas plašas $\delta^{18}\text{O}$ sezonālas svārstības. No kopējās paraugu kopas kritiski atšķirīgas vērtības tika konstatētas viduskembrija Deimenu ūdens horizonta paraugā, kur smagākā $\delta^{18}\text{O}$ skābekļa īpatsvars ir ļoti augsts (1. att).



1. attēls. δ¹⁸O vērtības dažādos ūdens horizontos

Pilnīgākas ainas iegūšanai un secinājumu veikšanai veikta katras pētījuma vietas hidrogeoloģisko apstākļu detalizētāka analīze. Pētījuma gaitā secināts, ka nepieciešama daudz apjomīgāka datu kopa, lai rezultātus būtu iespējams analizēt ne tikai pēc ūdens horizontu ieguluma dziļuma, bet arī to novietojuma plānā, ņemot vērā arī teritorijas hidroloģiskos un hidrogeoloģiskos apstākļus.

Pētījumu plānots turpināt ar jaunu paraugu ievākšanu, primāri iegūstot jaunus paraugus no monitoringa posteņu urbumiem, sekojoši arī ekspluatācijas urbumiem, kā arī pazemes ūdens avotiem. Tiks uzkrāts apjomīgāks pētījumu materiāls, kas ļaus izveidot pilnīgāku ūdens aprites ainu. Secīgi tiks veikts arī esošo datu kopas salīdzinājums ar citu metožu, t.i., ³H, ²H, ¹³C, ¹⁴C un CFC rezultātiem pētījumu vietās.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

Clark I., Fritz P. 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology. CRC Press, New York, p. 2-108

Hoefs J. 2009. Stable Isotope Geochemistry. 6th Edition. Springer, Berlin 23, p. 136-224

Mokrik R. 1997. The Paleohydrogeology of the Baltic basin, *Vendian & Cambrian*. Tartu University Press, Tartu, p. 98-112

GRUNTSŪDENS LĪMEŅU SEZONĀLO SVĀRSTĪBU RAKSTUROJUMS LLU PARAUGTERITIJĀS

Ilva AŅISIMOVA, Artūrs VEINBERGS, Valdis VIRCAVS,
LLU Lauku inženieru fakultāte, e-pasts: ilva.anisimova@gmail.com

Pazemes ūdeņu un it īpaši gruntsūdeņu režīmam un līmeņa svārstībām Latvijā ir klimatisks raksturs. Gruntsūdens līmeņa svārstības ir atkarīgas no klimatiskajiem apstākļiem, piemēram, nokrišņu intensitātes, iztvaikošanas, virszemes un drenu noteces, kā arī no citiem hidroloģiskiem faktoriem [1].

Lauksaimniecībā izmantojamās zemes platībās, kurās ierīkotas drenu sistēmas, infiltrācijas ūdens perkolācijas procesā sasniedz drenu sistēmas, tādēļ tiek pazemināts gruntsūdens līmenis. Latvijā kopējās lauksaimniecības teritorijas veido 1,83 milj. ha, no kurām 0,93 milj. ha ir ierīkotas gan segtās, gan vaļējās drenāžas sistēmas [2]. Tas nozīmē, ka 0,9 milj. ha lauksaimniecībā izmantojamās zemju platībās norit dabiska gruntsūdens veidošanās, kas būtiski atšķiras no iepriekš minētajām nosusinātajām platībām.

LLU monitoringa paraugteritorijās (Auce, Bērze un Mellupīte) kopš 2005.gada ir ierīkoti 11 urbumi – Dobeles novada Auces pagastā 4 urbumi (AG1, AG2, AG3 un AG4), Jaunbērzes pagastā 4 urbumi (BG1, BG2, BG3 un BG4) un Saldus novada Zaņas pagastā 3 urbumi (MG1, MG2 un MG3). Logeri automātiski nolasa gruntsūdens līmeni un temperatūru reizi stundā un aprēķina vidējo mērījumu pa diennaktīm [3]. Pētījumā tiek analizētas un salīdzinātas gruntsūdens līmeņu svārstības urbumos Bērzes un Auces paraugteritorijās.

Urbums BG2 ierīkots 6,0 m dziļi. Perforācija ir 2,0 – 5,70 m dziļumā ar nosēdcauruli intervālā no 5,70 – 6,0 m. Veicot granulometrisko analīzi, konstatēts, ka urbums BG2 ierīkots māsmilts augsnē (smilts 68,20%, putekļi 28,30%, māls 3,50%) ar filtrācijas koeficientu 0,06 m/dnn.

Urbums AG1 ir ierīkots 6,0 m dziļumā. Perforācija ievietota intervālā no 2,0 m līdz 6,0 m. Veicot granulometrisko analīzi, konstatēts, ka urbums AG1 ierīkots smilšainā augsnē (smilts 61,88%; putekļi 36,48%; māls 1,64%) ar filtrācijas koeficientu 5,15 m/dnn.

Pēc granulometriskajām analīzēm noteikts augšņu procentuālais sastāvs pēc algoritma, smilts frakcijas izmērs lielāks par 0,05 mm, putekļu frakcijas lielums no 0,002 līdz 0,05 mm, māla frakcijas lielums mazāks par 0,002 mm. Pēc vidējā svērtā metodes noteikts katra urbuma granulometriskais sastāvs, kā arī filtrācijas koeficients katrā slānī. Seklās drenāžas laukos (drenu zaru iebūves dziļums 0,7 – 1,0m) gruntsūdens līmeņa režīms ziemas – pavasara periodā un slapjos rudenos maz atšķiras no līmeņa režīma nedrenētos laukos. Turpretī vasarā, pateicoties iztvaikošanai un transpirācijai gan drenētos, gan nedrenētos laukos gruntsūdens līmenis parasti samazinās par 1,5 – 2,0 m [4].

Pētījumā tiek izmantoti novērotie gruntsūdens līmeņi un meteoroloģiskie dati laika periodā no 2006. līdz 2009. gadam. Mērķis ir noskaidrot meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz gruntsūdens līmeņu sezonālajām svārstībām. Novērojumu dati tika sadalīti 2 sezonās: ziema no novembra līdz aprīlim un vasara no maija līdz septembrim. Tika izdalītas arī 2 pārejas sezonas: pavasaris no aprīļa līdz maijam un rudens no septembra līdz novembrim.

Pēc datu analīzes var secināt, ka ziemas periodā esošie nokrišņi vidējo gruntsūdens līmeni ietekmē minimāli, jo tie ir sniega veidā un uzkrājas uz zemes virsmas. Gruntsūdens līmeņu svārstības ziemas periodā notiek atkušņu laikā, kad paaugstinās gaisa temperatūra un nokrišņi lietūs veidā nonāk uz zemes. Pavasaris ir pārejas periods, kad gaisa temperatūru ietekmē kūst uzkrātais sniegs. Strauji ceļas gruntsūdens līmenis, kas 2 – 3 nedēļu laikā atgriežas līmenī, kāds bija ziemas periodā. Vasaras periodā gruntsūdens līmeņi ir zemi, lai gan nokrišņi ir intensīvi. Tas skaidrojams ar augstajām gaisa temperatūrām, kas veicina pastiprinātu iztvaikošanu. Rudens periodam ir raksturīgi intensīvi nokrišņi, kas paaugstina gruntsūdens līmeni. Šajā periodā ir izteikti zemākas gaisa temperatūras, nekā vasaras periodā, līdz ar to iztvaikošana nav tik intensīva.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

- 1.Vircavs V., Jansons V., Kļaviņš U. 2009. Gruntsūdeņu veidošanās likumsakarības lauksaimniecībā izmantojamās platībās. Latvijas Universitātes 67. Zinātniskā konference “Klimata mainība un ūdeņi”: Rakstu krājums. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 101.-102.lpp.
2. www.csb.gov.lv, Latvijas Republikas centrālās statistikas datu bāze.
- 3.Vircavs V. , Jansons V., Kļaviņš U. 2008. Seklo gruntsūdeņu režīms un piesārņojums lauksaimniecībā izmantojamās platībās. Latvijas Universitātes 66. Zinātniskā konference “Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne”: Referātu tēzes. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds., 169.-169. lpp.
4. Šķiņķis C. 1992. Hidromeliorācijas ietekme uz dabu. Rīga, “Zinātne”, 299 lpp.

PAZEMES ŪDEŅU ATSLODZES VIETAS RĪGAS LĪCĪ

Baiba RAGA, Miķelis MAZMAČS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: B

Pazemes ūdeņu atslodzi marīnajos nogulumos ietekmē vairāki faktori, kā hidrauliskais gradients, filtrācijas koeficients, pazemes ūdeņu papildināšanās apgabals u.c. Tāpat arī marīnie procesi kā viļņu fizikālie parametri, plūdmaiņu procesi, blīvuma un temperatūras radītās konvekcijas plūsmas. Šī sajaukšanās var būt atšķirīga dažādos reģionos (SCOR – LOIZ 2004). Šādu vietu noskaidrošana ir nozīmīga gan hidroloģijas, hidroģeoloģijas un daļēji arī ekoloģijas pētījumos.

Jau izpētot Rīgas līča ģeoloģiskās kartēšanas atskaites (Kavalenko, 1987; Stiebrīņš, 1992), konkrēti ūdens ķīmisko sastāvu, tika izdalītas teritorijas, kur ūdens ķīmiskais sastāvs atšķiras no jūras ūdens, un liecina par saldūdens klātbūtni, tātad – pazemes ūdeņu atslodzi jūrā.

Tāpēc šogad tika uzsākts pētījums, ar mērķi noskaidrot pazemes ūdeņu atslodzes vietas Rīgas līcī. Lai īsteno šo mērķi tika veiktas porūdens ķīmiskā sastāva analīze, kas liecinātu par saldūdens klātbūtni, konkrēti par pazeminātu katjonu un anjonu koncentrāciju nekā jūras ūdenī, ja pa nogulumiem notiek saldūdens plūsmas. Tāpēc tika ievākti līča dibena nogulumu paraugi no „Latvijas hidroekoloģijas institūta” stacijām, līdz 26 cm dziļumam.

Paraugi, no kuriem tika iegūts porūdens, tika ievākti Rīgas līcī, „Latvijas Hidroekoloģijas institūta” veiktajos reisos, maija un augusta mēnesī, 2010. gadā. Visi paraugi pirms analizēšanas tika homogenizēti, iegūstot viendabīgu masu. Pirms poru ūdens ekstrahēšanas, paraugi tika nosvērti uz Kern 470 ($\pm 0,01g$) svāriem, lai aprēķinātu masu kāda ievietota spiediena iekārtā. Poru ūdens no paraugiem tika iegūts KC Denmark spiediena iekārtā, kurā izmantoti Whatmann, Glass Microfibre filtri GF/F un GF/C. Ekstrahētajam ūdens paraugam, izmantojot WTW Cond 197i mērierīci tika noteikts sāļums ($^{\circ}/_{\infty}$), un elektrovadītspēja (mS/cm).

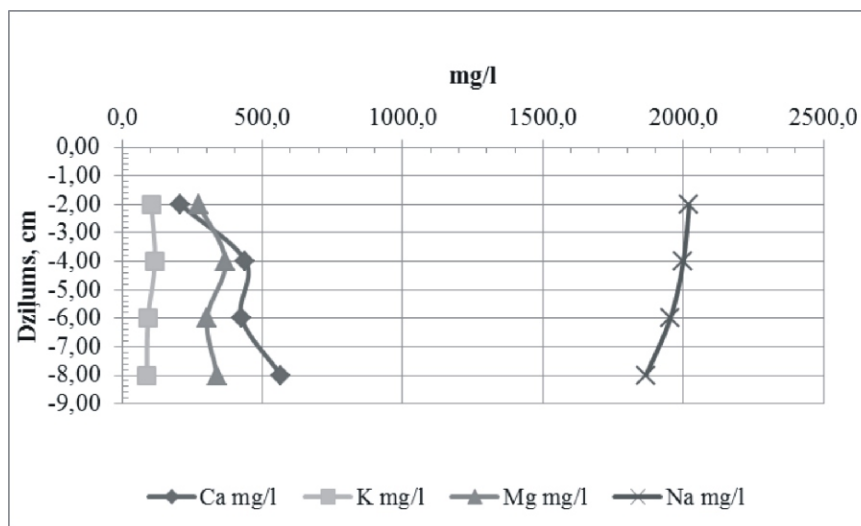
Iegūtajiem porūdens paraugiem tika noteikta katjonu (Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{2+} , Na^{+}) koncentrācija ar PerkinElmer Instrumentu AAnalyst 200, to veica K. Vilīgurs. Savukārt anjonu koncentrācija tika analizēta ĢZZF Vides kvalitātes un monitoringa laboratorijā.

Pēc porūdens ķīmiskā sastāva, kas tika noteikts Rīgas līča kartēšanas darbu ietvaros (Kavalenko, 1987; Stiebrīņš, 1992), var izdalīt iespējamo pazemes ūdeņu atslodzes vietu līča ziemeļu daļā (1. att.). Analizējot ķīmisko sastāvu, šajā vietā ir nedaudz pazemināta Na^{+} un Cl^{-} jonu koncentrācija mg/l. Tas varētu liecināt par saldūdens klātbūtni. Kā arī kartēšanas darbu laikā, veicot ģeofizikālos pētījumus, tika konstatētas iespējamās atslodzes vietas, kā padziļinājumi grunts pamatnē (Kavalenko 1987, Stiebrīņš 1992).

Savukārt analizējot jaunākos porūdens paraugus, kas noņemti no 0 līdz 26 cm dziļumā no jūras dibena virsmas, pēc iegūtajiem datiem var novērot, ka palielinoties dziļumam pieaug arī ūdens sāļums ($^{\circ}/_{\infty}$) un attiecīgi arī elektrovadītspēja (mS/cm).

Apkopojot informāciju par jonu satura izmaiņām saistībā ar dziļumu, novērojams, ka lielākajai daļai staciju, palielinoties dziļumam vien par dažiem centimetriem, palielinās arī jonu koncentrācija. Līdz ar to ir arī izskaidrojama sāļuma un elektrovadītspējas pieaugums porūdens paraugiem.

Kā viena no iespējamajām pazemes ūdeņu atslodzes vietām tika uzskatīta teritorija netālu no Mērsraga muldas, jo šajā vietā noņemtajiem paraugiem tika konstatētas gāzes izplūdes pazīmes, bet izanalizējot porūdēns ķīmisko sastāvu būtiskas izmaiņas netika konstatētas, kas liecinātu par saldūdens klātbūtni. Ja nu vienīgi augstākā noņemtajiem paraugiem, pieaugot dziļumam samazinās Na^+ jonu koncentrācija, kas iespējams liecina par saldūdens ietekmi (1.attēls).



1. attēls. Stacijas MM3 nogulumu porūdēns ķīmiskais sastāvs

Uzsāktais pētījums liecina, ka atsevišķās vietās Rīgas līcī notiek pazemes ūdeņu atslodze. Analizējot pirmos iegūtos datus, var secināt, ka Rīgas līča vidusdaļā, kur konstatētas vairākas pazemes ūdeņu atslodzes vietas, ūdens izplūde notiek pa lūzumiem nogulumiežos.

Seklākie Rīgas līča nogulumu porūdēns paraugi nelielina par saldūdens klātbūtni, jo palielinoties dziļumam pieaug sāļums, elektrovadītspēja un ķīmisko elementu koncentrācija.

Iespējamās pazemes ūdeņu atslodzes vietas varētu atrast, izmantojot modelēšanas metodi. Zinot ūdens radīto spiedienu līča dibenā un modelēto spiedienu ūdens horizontā, būtu iespējams konstatēt teritorijas, kur pazemes ūdens horizonta spiediens ir lielāks, un iespējams notiek to atslodze.

Autore izsaka pateicību pētījumu līdzautoram M.Mažmačam par paraugu ievākšanu un palīdzību paraugu apstrādē, un Dr. ģeol., doc. A. Dēliņai par sniegtajām konsultācijām. Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

Kavalenko Fr. 1987. Pārskats par 1: 200 000 mērogā eksperimentālo ģeoloģisko kartēšanas lapu O-34-XXX (Tukums) un O-35-XXV (Rīga) akvatoriālajā daļā. Jūras kartēšanas grupa 1984-1987.g. Ģeoloģijas pārvalde, Rīga. 696. lpp.

Stiebrīņš O. 1992. Ģeoloģiskās kartēšanas rezultāti 1:200 000 mērogā lapu O-34-XXIV un O-35-XIX akvatoriālajā daļā. Latvijas ģeoloģija, Rīga. 566. lpp.

SCOR-LOIZ. 2004. Submarine groundwater discharge management implications, measurements and effects. IHP-VI Series on Groundwater 5. IOC Manuals and Guides 44. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.

JAUNI DATI PAR CFC UN TRITIJA KONCENTRĀCIJU SEKLAJOS PAZEMES ŪDENS HORIZONTOS LATVIJĀ

Aija DĒLIŅA, Alise BABRE

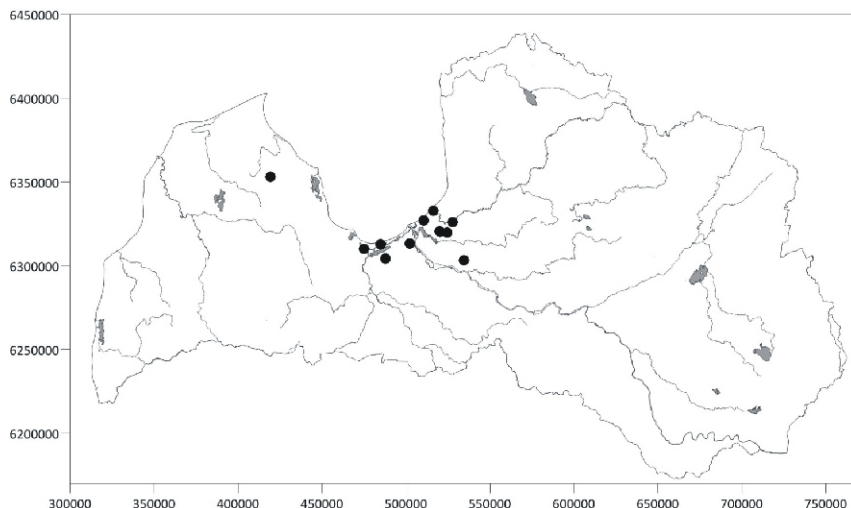
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: aija.delina@lu.lv

Pazemes ūdeņu pētījumos viens no būtiskiem jautājumiem ir par pazemes ūdeņu vecumu jeb uzturēšanās laiku pazemē. Tas ir svarīgi, gan izzinot pazemes ūdeņu filtrāciju, tās ātrumu, gan risinot dažādus pazemes ūdeņu izmantošanas, apsaimniekošanas un aizsardzības jautājumus. Viena no metodēm, kas tiek izmantota salīdzinoši jaunu, 50 – 60 gadus vecu, pazemes ūdeņu datēšanā ir hlorfluorogļūdeņražu (CFC) un tritija ^3H koncentrāciju noteikšana pazemes ūdeņos. CFC ir stabili sintētiski organiskie savienojumi, kuri tiek izmantoti dzesēšanas sistēmās kopš 1930–tiem gadiem. CFC savienojumus ir iespējams izmantot jaunu pazemes ūdeņu datēšanā, jo: (1) CFC koncentrācija atmosfērā pēdējo 50-60 gadu laikā ir rekonstruēta; (2) šo savienojumu šķīdība ūdenī ir zināma un (3) to koncentrācijas atmosfērā un pazemes ūdeņos ir pietiekami augstas, lai būtu izmērāmas (Kresic, 2009). Nosakot CFC–11 (trihlorfluormetāns CFCl_3), CFC–12 (dihlordifluormetāns CF_2Cl_2) un CFC–113 (trihlortrifluoretāns $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$) koncentrāciju pazemes ūdeņos, un salīdzinot to ar references līknēm par šo savienojumu koncentrāciju atmosfērā, ir iespējams noteikt laiku, kad šie savienojumi ir nonākuši pazemē kopā ar infiltrācijas ūdeņiem.

Savukārt tritijijs ^3H ir radioaktīvais ūdeņraža izotops, kura koncentrācija atmosfērā būtiski pieaug līdz ar kodolizmēģinājumu veikšanu pasaulē. Līdzīgi, kā CFC, arī ^3H koncentrācija atmosfērā ir rekonstruēta, un ir iespējams pēc tritija koncentrācijas noteikt tā atrašanās laiku pazemes ūdeņos. Tomēr šī metode viena pati nespēj nodrošināt pietiekami ticamus un drošus rezultātus, tāpēc tiek izmantota kopā ar citām datēšanas metodēm (Healy, 2010).

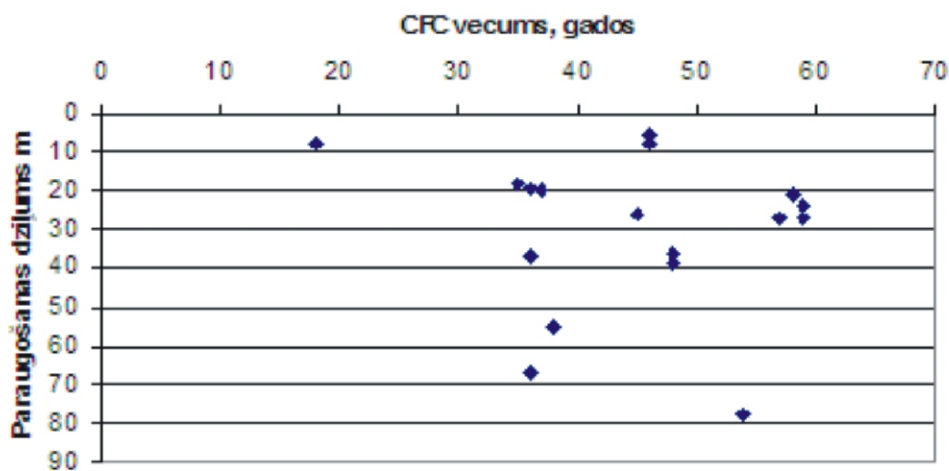
Latvijā pazemes ūdeņu vecuma pētījumi ir veikti reti, un jaunākais pētījums, kurā noteikts jauno pazemes ūdeņu vecums pēc CFC bija 2002. – 2006. gadā Dānijas un Grenlandes ģeoloģijas dienesta (GEUS) un Latvijas Valsts ģeoloģijas dienesta (VĢD) kopīgs pētījums par lauksaimniecības ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti Latvijā (Gosk et al., 2006).

Projekta “Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (PUMA) ietvaros tiek turpināti pazemes ūdeņu vecuma pētījumi ar CFC un ^3H metodēm. Pašlaik ir noņemti ūdens paraugi 32 urburos pazemes ūdeņu monitoringa postešos (1. att.), bet kopumā ir plānots noņemt apmēram 60 paraugus. Visos paraugos tiks noteikta tritija koncentrācija, bet CFC koncentrācija pašlaik tika analizēta 19 paraugos, jo iepriekšējie pētījumi rāda, ka Latvijā CFC metodi lietderīgi pielietot ūdens horizontiem līdz 30–50 m dziļumam (Gosk et al., 2006). CFC analīzes tiek veiktas GEUS CFC laboratorijā pēc Busenberga un Plumera (Busenberg & Plummer 1992) aprakstītās metodes, izmantojot gāzu hromatogrāfu ar EDC detektoru. Rezultātu interpretāciju veica laboratorijas eksperts Troels Laier.



1. attēls. Pazemes ūdeņu paraugošanas vietas CFC un tritija koncentrācijas analīzēm

Paraugi noņemti gan gruntsūdens, gan pirmajos artēzisko ūdeņu horizontos, paraugošanas intervāls mainās no 5 – 10 m līdz pat 120 – 130 m tritija analīzēm un līdz 80 m dziļumam CFC analīzēm. Noteikts, ka pārsvarā pazemes ūdeņu uzturēšanās laiks gan gruntsūdeņos, gan pirmajos artēzisko ūdeņu horizontos ir 35–55 gadi (2. attēls).



2. attēls. Pazemes ūdeņu vecums pēc CFC datiem

Pētījums pagaidām ir sākuma stadijā, tāpēc izdarīt kādus secinājumus par pazemes ūdeņu vecumu Latvijā būtu priekšlaicīgi. Vienlaikus, iegūtie rezultāti liecina, ka atsevišķās vietās vērojama diezgan strauja pazemes ūdeņu aprīte, jo ūdens uzturēšanās laiks (vecums) 60–70 m dziļumā ir tikai 35 – 55 gadi. Turpmākie rezultāti varētu mainīt pazemes ūdeņu aizsardzības un izmantošanas jautājumu risināšanas metodes, kas pašlaik balstītas ūdens filtrācijas ātruma aprēķinos.

Darbs veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) finansējumu.

Literatūra

- Kresic, N. 2009. Groundwater resources: sustainability, management, and restoration. McGraw-Hill Inc., 852 p.
- Healy, R. 2010. Estimating Groundwater Recharge. Cambridge University Press, Cambridge, 256 p.
- Gosk, E., Levins, I., Jorgensen, L.F. 2006. Agricultural Influence on Groundwater in Latvia. Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse rapport 2006/85. Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, 95 p.
- Busenberg, E. & Plummer, L.N. 1992. Use of chlorofluorocarbons (CCl₃F and CCl₂F₂) as hydrologic tracers and age-dating tools: The alluvium and terrace system of central Oklahoma. *Water Resources Research*, 28, pp. 2257-2283

BALTIJAS ARTĒZISKĀ BASEINA ĢEOLOĢISKĀ UZBŪVE HIDROĢEOLOĢISKAJAM MODELIM – PIEEJAMO DATU IMPLEMENTĀCIJA UN PROBLĒMAS

Aija DĒLIŅA, Tomas SAKS, Jānis JĀTNIĒKS, Konrāds POPOVS,
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: ajia.delina@lu.lv

Projekta “Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (PUMA) ietvaros tiek izstrādāts Baltijas artēziskā baseina (BAB) hidroģeoloģiskais modelis pazemes ūdeņu filtrācijas un vielu pārnesei matemātiskajai modelēšanai. Viens no būtiskākajiem šādu matemātisko modeļu elementiem ir trīsdimensionāls (3D) ģeoloģiskās uzbūves modelis. BAB ģeoloģiskais modelis tiek būvēts galīgo elementu trijstūru režģī, kur katram izdalītajam modeļa slānim atbilst trijstūra prizmu un piramīdu formas 3D šūnas. Neregulāra trijstūru režģa izmantošana ļauj būtiski atvieglot sarežģītas ģeoloģiskās struktūras attēlojumu, jo pieejamo ģeoloģisko datu izšķirtspēja Baltijas artēziskajā baseinā ir nevienmērīga, kas apgrūtina ģeoloģiskās informācijas interpolāciju.

Baltijas artēzisko baseinu veidojošā nogulumiežu slāņkopa ir uzkrājusies, ar pārtraukumiem, sākot jau ar Ediakara (Venda) laikmetu. Kopējais nogulumiežu slāņkopas biezums sasniedz līdz pat 5 km, un tajā tiek izdalītas vairāk kā 50 ģeoloģiskās vienības (svītas). Viens no būtiskiem uzdevumiem bija modeļa stratifikācijas izveide tā, lai modelis atspoguļotu galvenos ūdens horizontus dažādās baseina daļās. Tāpēc daļa horizontu un sprostsļāņu tika apvienoti, un pašlaik modelī izdalīti 24 slāņi, kas atbilst galvenajiem ūdens horizontu kompleksiem un sprostsļāņiem BAB.

Modeļa ģeoloģiskā struktūra tiek veidota pielietojot striktu algoritmu, kas, no vienas puses, ļauj izveidot un definēt tās vai citas slāņkopas ģeoloģiskās uzbūves īpatnības, bet no otras – nodrošina pilnīgu algoritma soļu atkārtojamību. Hidroģeoloģiskajai modelēšanai ģeoloģiskajā struktūrā tiek iekļauti tādi parametri kā iežu filtrācijas koeficienti, kas mainās atkarībā no slāņus veidojošajiem nogulumiem, un tektoniskie lūzumi ar definētu pārvietojumu, kas var būtiski ietekmēt ūdens horizontu hidraulisko saistību.

Baltijas artēziskā baseina ģeoloģiskās struktūras 3D modeļa izveidē ir jārisina virkne problēmu, kas apvienojamas divās lielās grupās: (I) problēmas, kas ir saistītas ar dažādas izšķirtspējas datu harmonizāciju un pēcapstrādi; (II) problēmas, kas ir saistītas ar ģeoloģisko struktūru raksturojošo datu trūkumu un nepilnībām, kas var novest pie neadekvātas modeļstruktūras reprezentācijas.

Pirmās grupas problēmas būtu tālāk iedalāmas trīs veidos – ievades kontroles, ģeneralizācijas un topoloģijas. Ievades kontrole katram datu avotam tiek veikta pārbaudot pieļaujamo vērtību diapazonu un nulles vērtības datiem, kur tās nav pieļaujamas, piemēram, pamatklintāja virsmas absolūtajiem augstumiem Latvijas teritorijā.

Vektorizējot izolīniju un laukumu datus agrāk publicētajos kartogrāfiskajos materiālos ar liklīnijas rīku iegūtais punktu blīvums ciparoto elementu atspoguļošanai ir ievērojams. Sarežģītākajām virsmām ir nepieciešams šos datus ģeneralizēt, tādējādi reducējot tos veidojošo virsotņu (punktu) daudzumu līdz apjomam, kas labi atspoguļo interesējošos ģeometriskos elementus, bet tehniski samazina to daudzumu datu avotā. Modeļsistēmas versijai V0 izmantotie ievades līnijveida dati ģeneralizēti ar ESRI ArcGIS rīku *Simplify Line* (ESRI, 2008) punktu reducēšanai izmantojot 50 m toleranci.

Topoloģijas labojumi laukumveida datiem (nogulumu izplatības kartēm) ir īpaši pieminama problēma, jo tās risināšana ir neizbēgama daļa no datu pēcapstrādes procesa un ir kompleksākā tā daļa. Laukumu datu apstrādes gaita sastāv no ģeneralizācijas un topoloģijas labojumiem. Ģeneralizācija tiek veikta divos posmos – izmantojot ArcGIS rīku Simplify Polygon, kas darbojas līdzīgi *Simplify Line* un 1 m toleranci datu avotam. Topoloģijas labojumi laukumiem, kuri savstarpēji pārklājas vai starp kuriem ir pārtraukums, ir iespējams veikt ar ģeneralizēšanas metodi *Eliminate*, kas mazākus laukumveida objektus pievieno lielākajam blakusesošajam laukumam ar kuru tam kopēja garākā robeža (ESRI, 2007). Lai pielietotu šo metodi laukumveida objektu topoloģijas labošanai, pārklājumu vietas starp laukumiem un pārtraukumi starp tiem tiek vispirms pārveidoti par atsevišķiem maziem laukumveida objektiem.

Otrās grupas problēmas ir saistītas ar ģeoloģisko struktūru raksturojošo datu iztrūkumu un nepilnībām, kā rezultātā ir nepieciešams izmantot ļoti mazas izšķirtspējas datus vai veikt ģeoloģiskos vispārinājumus un interpretāciju, kas balstīta zināšanās par teritorijas ģeoloģisko attīstību, nogulumiežu slāņkopas veidošanos, tektoniskajiem procesiem un nogulumu pēcsedimentācijas izmaiņām. Šīs problēmas vairāk saistās tieši ar ģeoloģisko slāņu īpašību definēšanu un tektonisko lūzumu definēšanu. Attiecībā uz filtrācijas īpašībām BAB hidroģeoloģiskā modeļa versijai V0 izmantota vienkāršota pieeja, katram slānim definējot konstantas filtrācijas īpašības, izņemot kvartāra nogulumu slāni, kur to mainība definēta, ņemot vērā nogulumu sastāvu.

Tektonisko lūzumu precīzā atainošanā svarīga ir lūzuma amplitūda, kā arī pārvietojuma plaknes slīpums. Par pēdējo pašlaik informācija ir pieejama ļoti ierobežotā daudzumā, tāpēc modeļsistēmas versijā V0 šis aspekts nav iestrādāts. Savukārt katram no lūzumiem ir definēti vairāki punkti abpus lūzuma līnijai ar virsmas atzīmēm, tādejādi norādot lūzuma amplitūdu, un pēc tam ģeoloģiskās struktūras izveides algoritmā šīs atzīmes tiek ņemtas vērā un konkrētais slānis tiek „pārgriezts” pa lūzuma līniju un pārbīdīts atbilstoši norādītajai amplitūdai. Šāda pieeja nodrošina to, izstrādātais hidroģeoloģiskais modelis ļaus ņemt vērā lūzumu ietekmi uz pārteci starp dažādiem ūdens horizontiem un plūsmas ierobežojumus konkrētā horizonta ietvaros.

BAB hidroģeoloģiskā modeļa izstrāde pašlaik turpinās, vairāk pievērsoties tieši otrās grupas problēmu risināšanai, t.i., „balto laukumu” aizpildīšanai, un zināšanu par teritorijas ģeoloģisko uzbūvi un hidroģeoloģiskajiem apstākļiem reģionālā mērogā papildināšanu.

Darbs veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) finansējumu.

Literatūra

ESRI, 2008, How Simplify Line or Polygon (Coverage) works, ArcGIS 9.2 Desktop Help, [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=How%20Simplify%20Line%20Or%20Polygon%20\(Coverage\)%20works](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=How%20Simplify%20Line%20Or%20Polygon%20(Coverage)%20works)
ESRI, 2007, How Eliminate (Coverage) works, ArcGIS 9.2 Desktop Help, [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=how_eliminate_\(coverage\)_works](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=how_eliminate_(coverage)_works)

DRENĀŽAS IETEKME UZ GRUNTSŪDENS REŽĪMU UN KVALITĀTI

Andris LIEPA, Kaspars ABRAMENKO, Zane DIMANTA
LLU Lauku inženieru fakultāte, e-pasts: andris.liepa@delfi.lv

Latvijā un citur pasaulē 20. gs. vidū, lai palielinātu lauksaimniecības ražas, tika veikti vērienīgi augšņu uzlabošanas pasākumi. Latvijā ar meliorāciju pārsvarā saprot pārlietu mitro augšņu nosusināšanu, jo nokrišņu apjoms pārsniedz iztvaikošanu, tādēļ augsnes cieš no lieka mitruma. Veicot nosusināšanas darbus un ierīkojot drenāžu, izmainās augsnē notiekošie procesi un mitruma režīms, pazeminās gruntsūdens līmenis, uzlabojot lauksaimniecībā izmantojamo zemju apstrādes iespējas. Latvijā kopējās lauksaimniecībā izmantojamās zemes sastāda 1,83 milj.ha no kuriem ap 0,93 milj.ha ir drenēti [1].

Latvijā drenētās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs trīs vietās tiek pētīti virszemes ūdeņu, gruntsūdeņu un drenu ūdeņu režīmi un kvalitāte (LLU monitoringa paraugteritorijās). Lai iegūtu nepārtrauktas datu rindas par līmeņu un caurplūdumu režīmiem, monitoringa paraugteritorijās ir izvietotas zondes, kuras nepārtraukti reģistrē līmeņu un arī caurplūdumu izmaiņas. Paraugteritorijās tiek analizētas arī kvalitātes pārmaiņas, galvenokārt, akcentējot slāpekļa un fosfora savienojumu izskalošanās procesus, lai novērtētu lauksaimniecības ietekmi uz gruntsūdeņiem. Izskalošanās risks fosfora savienojumiem vairāk ir saistīts ar virszemes noteci un augsnes erozijas procesiem, bet slāpekļa savienojumi galvenokārt pārvietojas ar noteci no aramkārtas virs sablīvētas augsnes vai infiltrējoties dziļākos slāņos.

Gruntsūdens režīmam ir sezonāls raksturs. Pēc augsnes drenēšanas samazinās virszemes noteci un izmainās summārās iztvaikošanas lielums, līdz ar to tas ietekmē arī ūdens bilanci [2]. Drenāža parasti pazemina gruntsūdens līmeni un augsnes mitrumu ziemas – pavasara un rudens periodos. Vasarā gruntsūdens līmeņu režīmu drenāža neietekmē, izņemot īpaši slapjas vasaras.

Lietojot amonjaka mēslojumu (šķidrie mēsli), augsne pastiprināti sablīvējas [3]. Mehāniski un ķīmiski sablīvētā un līdz ar to vāji filtrējošā augsnē samazinās drenu noteci un sāk palielināties virszemes noteces apjomi un intensitāte. Virszemes noteci no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm satur lielākas augu barības vielu koncentrācijas nekā drenu ūdeņi, tomēr drenētās augsnēs šo vielu noplūdes apjomi pieaug dēļ drenu noteces [4].

Ilggadīgie lauksaimniecības noplūdes monitoringa dati liecina, ka intensīva lauksaimniecība ar augstu minerālmēsļu patēriņu ir risks pasliktinātai ūdeņu kvalitātei [4]. Tādējādi lauksaimniecības ietekme uz gruntsūdeņiem un drenāžu veidojas ilgstošā laika periodā [5].

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

1. Šķiņķis, C. 1986. Augšņu drenēšana, *Rīga „Avots”*, 331 lpp.
2. Šķiņķis, C. 1992. Hidromeliorācijas ietekme uz dabu, *Rīga „Zinātne”*, 299 lpp.
3. Jansons, V., Abramenko, K., Timbare, R., Bērziņa, L. 2009. *Risk assessment of the agricultural pollution with nitrates in Latvia, LLU Raksti 22 (316)*, 1-11 pp.
4. Vircavs, V., Jansons, V., Kļaviņš, U. 2009. Gruntsūdeņu veidošanās likumsakarības lauksaimniecībā izmantojamās platībās, Sekcija: Klimata mainība un ūdeņi. LU 67. Zinātniskās konferences rakstu krājums, *Rīga: Latvijas Universitāte*, 101-102 lpp.

GRUNTSŪDENS LĪMEŅA UN NOTECES MODELĒŠANAS RĪKU METUL UN METQ ATTĪSTĪBA

Didzis LAUVA, Kaspars ABRAMENKO, Artūrs VEINBERGS, Valdis VIRCAVS

LLU Lauku inženieru fakultāte, e-pasts: didzis.lauva@gmail.com

Astoņdesmito gadu beigās tika izstrādāts konceptuālais modelis METUL [1], kas paredzēts gruntsūdens līmeņa ikdienas dziļumu aprēķināšanai atkarībā no diennakts nokrišņiem, gaisa vidējam temperatūrām un diennakts vidējiem gaisa mitruma deficītiem, pēc uzdotiem augsnes hidrofizikālo īpašību raksturojumiem un augsnes drenāžas parametriem. Pilnveidojot modeli, tika izveidota iespēja noteces komponentu – virszemes, drenu un dziļās pazemes noteces aprēķināšanai. No METUL modeļa tika atvasināts upju noteces aprēķināšanai izmantojamais matemātiskais modelis METQ [2]. Modeļiem METUL, METQ un to atvasinājumiem ir kopīgs ūdens bilances aprēķins sniega segā, aktīvajam augsnes slānim un gruntsūdens horizontam.

Minētie modeļi, tāpat kā pasaulē hidroģeoloģijas zinātnē plaši pielietotais modelis MODFLOW [3], ir izveidoti programmēšanas valodā „FORTRAN”, tādējādi nodrošinot ātru programmas darbību [4], bet darbu apgrūtina programmatūras neērtā komandrindas saskarne, kā arī datu un parametru sagatavošana. Piemēram, lai veiktu mērījuma kalibrāciju, ir nepieciešamas korekcijas failā, kas satur kalibrācijas parametrus, savukārt, lai sagatavotu modelim nepieciešamos meteoroloģiskos datus, ir nepieciešama šo datu korekta formāta sagatavošana. Manuāli veikta datu sagatavošana bieži vien var novest pie lietotāja pieļautām neuzmanības kļūdām programmatūras ievades datus. Tas, savukārt, var radīt nekorektu programmatūras darbību un nekorektus programmatūras rezultātus, kā arī to interpretāciju.

Lai radītu lietotājam draudzīgāku darba vidi ar modeļiem METUL un METQ, tika izveidota grafiska lietotāja saskarne, kurā ir iespējams:

- pievienot meteoroloģiskos datus;
- mainīt kalibrējamās parametrus;
- veikt modelēšanu;
- pievienot novērojumu datus;
- veikt vizuālu novēroto un modelēto datu salīdzinājumu;
- iegūt vispārējus statistiskos rādītājus atsevišķi par novērotajiem un modelētajiem datiem (min, max, vidējā vērtība, vidējā kvadrātiskā kļūda);
- iegūt vidējo kvadrātisko kļūdu starp novērotajiem un modelētajiem datiem;
- iegūt determinācijas koeficientu (R^2) starp novērotajiem un modelētajiem datiem;
- veikt autokalibrāciju;
- izveidot vektordatu formāta failu, kurš satur vērtības par mērījuma punktā izmantotajiem parametriem;
- METUL un METQ skripta pārnese uz *MS Excel*.

No minētajām iespējām ir vērts izcelt parametru autokalibrāciju un iespēju izveidot vektordatu formāta failu, kā nozīmīgu modeļa programmatūras papildinājumu.

Modeļiem METUL un METQ ir izdevies pieslēgt Latvijas Universitātes Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorijā izveidoto parametru autokalibrācijas programmu, kas nodrošina labāko hidrofizikālo un augsnes drenāžas parametru atrašanu attiecībā pret novērotajiem gruntsūdens līmeņiem. Novēroto un modelēto datu salīdzināšanai tiek izmantota svērtā kombinēto statistisko parametru (relatīvās vidējās kvadrātiskās kļūdas un determinācijas koeficienta) metode.

Izmantojot atvērtā koda programmatūru GDAL, ir iespējams katrai kalibrācijas parametru kopai definēt tā atrašanās vietu LKS-92 koordinātu sistēmā, vienā vektordatu failā norādot neierobežotu daudzumu šādu parametru kopu. Rezultātā tiek iegūta vektordatu punktu karte, kur katrs punkts satur šajā vietā atrastos kalibrētos parametrus un nodrošina tālāku šo parametru vērtību telpisko analīzi ģeogrāfiskajās informāciju sistēmās.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

1. Krams, M., Ziverts, A. 1993. Experiments of Conceptual Mathematical Groundwater Dynamics and Runoff Modelling in Latvia, *Nordic Hydrology*, 24:4, pp.243-262
2. Ziverts, A., Jauja, I. 1999. Mathematical Model of Hydrological Processes METQ98 and its Applications, *Nordic Hydrology*, 30:2, pp.109-128
3. McDonald, M.G., Harbaugh, A.W. 2003. "The History of MODFLOW". *Ground Water*, 41:2, pp.280–283
4. Koelbel, C.H., Loveman, D.B., Schreiber R.S. 1993, *The High Performance Fortran Handbook* (Scientific and Engineering Computation), The MIT Press

BARONU HES ŪDENSKRĀTUVES IETEKME UZ GRUNTSŪDEŅU KVALITĀTI

Inga RETIĶE

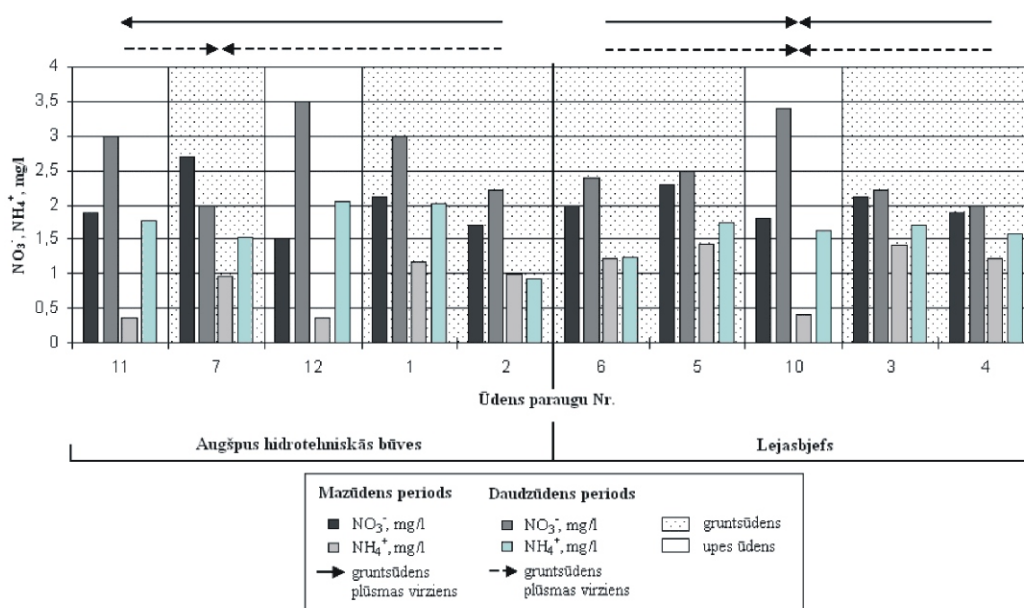
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: inga.retike@gmail.com

Gruntsūdeņu un upes ūdeņu sastāvu ietekmē visi procesi, kas norisinās to veidošanās laikā. Hidrotehnisko būvju celtniecības un ekspluatācijas rezultātā var tikt izmainīti ģeoloģiskie un gruntsūdeņu barošanās apstākļi, kas nosaka gruntsūdeņu dabisko aizsargātību un attiecīgi, ietekmē to kvalitāti (Segliņš, 2008). Tādēļ, lai novērtētu ūdenskrātuves ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti, ir svarīgi apzināt upes ūdeņu un gruntsūdeņu kvalitāti raksturojošo fizikālo un ķīmisko parametru dabisko mainību laikā un telpā.

Daudzūdens un mazūdens periodā *in situ* tika noteikti ātri mainīgie parametri- elektrovadītspēja (EVS), temperatūra un *pH*. Abos periodos, izmantojot spektrofotometrisko analīzes metodi, tika noteikts NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , KSP un Fe_{kop} daudzums. Papildus daudzūdens periodā, izmantojot titrimetrisko metodi, tika noteikta kopējā cietība, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- daudzums.

Gruntsūdeņu temperatūra pētāmajā teritorijā ir atkarīga no gruntsūdeņu ieguluma dziļuma, kas svārstās robežās no 0,9 – 2,8 m mazūdens un no 0,4 – 1,6 m daudzūdens periodā. Mazūdens periodā gruntsūdeņu temperatūra variē amplitūdā no 10,3 – 13,2°C, kur augstākās vērtības uzrāda seklāk iegulošie gruntsūdeņi, turpretī daudzūdens periodā situācija ir pretēja un gruntsūdeņu temperatūra variē robežās no 5 – 7°C. Upes ūdeņu temperatūra abos periodos ir tuva apkārtējai gaisa temperatūrai.

Mazūdens periodā augstākas NO_3^- un NH_4^+ koncentrācijas ir novērojamas gruntsūdeņos, bet daudzūdens periodā, palielinoties virszemes notecei no lauksaimniecības teritorijām, augstākas vērtības ir upes ūdeņos (1. attēls). Augstās NH_4^+ un NO_3^- vērtības gruntsūdeņos daudzūdens periodā nosaka ūdenskrātuves ietekme. Ģeoloģiskie apstākļi (NH_4^+ tiek sorbēts augsnē un gruntsūdens horizontā) un bioloģiskie procesi nosaka zemākas NH_4^+ koncentrācijas gruntsūdeņos salīdzinājumā ar NO_3^- daudzumu gruntsūdeņos.



1. attēls. Nitrātu un amonija jonu vērtības mazūdens un daudzūdens periodā

Ģeoloģiskie apstākļi, morēnas, dolomītu un bezakmens mālu izplatība pētāmajā teritorijā, nosaka augstas EVS vērtības ūdeņos. Gruntsūdeņos EVS vērtības mazūdens periodā svārstās no 523 līdz 1392 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bet daudzūdens periodā no 418 līdz 901 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Upes ūdeņos EVS vērtības abos periodos ir maz mainīgas un svārstās robežās no 430- 441 $\mu\text{S}/\text{cm}$. EVS vērtības būtiski paaugstinās gruntsūdens plūsmas virzienā, mazāka nozīme ir ieguluma dziļumam. Izņēmums ir gadījumi, kad vērojama gruntsūdeņu un ūdenskrātuves ūdeņu sajaukšanās.

Vietas ģeoloģiskā uzbūve nosaka arī augstās kopējās cietības, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- vērtības ūdeņos. Lejasbjefā, kur zemes virspusē atsedzas dolomīti, ir vērojamas augstākās šo parametru vērtības upes ūdeņos un gruntsūdeņos. Kopējā cietība upes ūdeņos svārstās robežās 4.62 – 4.85 mg/l, bet gruntsūdeņos vērtības variē no 3.72 – 10.68 mg/l. Kopējās cietības, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- vērtības gruntsūdeņos, pētāmajā teritorijā, mainās attiecīgi kā EVS vērtības, tās pieaug palielinoties gruntsūdeņu ieguluma dziļumam un samazinās palielinoties nokrišņu daudzumam vai ūdenskrātuves ūdeņu un gruntsūdeņu sajaukšanās rezultātā.

Mazūdens periodā parametru vērtības galvenokārt nosaka dabiskie faktori un par iespējamu ūdenskrātuves ūdeņu un gruntsūdeņu sajaukšanos liecina tikai EVS vērtības. Daudzūdens periodā ūdeņu kvalitāti būtiski ietekmē notece no lauksaimniecības zemēm, kā rezultātā augšpus hidrotehniskās būves, gruntsūdeņu un ūdenskrātuves ūdeņu sajaukšanās rezultātā, pasliktinās gruntsūdeņu kvalitāte. Pētījuma rezultāti norāda, ka ūdenskrātuves negatīva ietekme uz gruntsūdeņiem pastāv arī tādos ģeoloģiskajos apstākļos, kas paredz augstu gruntsūdeņu aizsargātību.

Literatūra

Segliņš V. 2008. Pazemes ūdeņi, to izmantošana un aizsardzība. Grām: *Vides zinātne*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds. 230.-251.lpp.

ĢEOTELPISKO DATU SAGATAVOŠANA PUMA PROJEKTA IETVAROS

**Jānis JĀTNIĒKS, Konrāds POPOVS, Jānis UKASS, Jānis KARUŠS,
Eleonora PĒRKONE, Baiba RAGA, Alise BABRE, Tomas SAKS**
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: janis.jatnieks@lu.lv

ESF projekta PUMa darbības pirmā gada laikā daudz darba ir ieguldīts agrākos laikos vāktu, apkopotu un publicētu datu sagatavošanai modelēšanas sistēmai pielietojamā veidā, aktivitātes MOSYS ietvaros.

Pirms apstrādes PUMa modelēšanas sistēmā ģeotelpiskie dati ir sagatavoti izmantojot daudzveidīgu programmatūru klāstu, kur pie specifiskās programmatūras jāmin ESRI ArcGIS, QuantumGIS, GDAL/OGR utilitprogrammas, rastra apstrādes automatizācijas funkciju kopa DMJA un UMN MapServer.

Kopumā datus varētu iedalīt divos galvenajos veidos – dati no agrāk publicētiem kartogrāfiskajiem materiāliem punktu, līniju un laukumu veidā, kā arī dati no urbumu tabulām.

Starp kartogrāfiskajiem datiem, kas vektorizēti projekta ietvaros ir Latvijas tektonisko karšu komplekta struktūrkartes M 1:500 000 no kurām vektorizētas Amatas, Pērnavas, ordovika un kristāliskā pamatklintāja virsmu izolīnijas un lūzumi.

No Baltijas ģeoloģisko karšu sērijas kartēm, kas izdotas laika periodā ap 1980. gadu, telpiski piesaistītas un vektorizētas struktūrkartes, kvartārģeoloģijas, zemkvartāra hidroģeoloģijas un kristāliskā pamatklintāja kartes. No tām vektorizēta BAB teritorija, akvatoriju un sprotslāņu izplatības informācija, kā arī pamatklintāja izolīnijas plašākā BAB teritorijā.

Izmantojot 1970. gados sastādītās Meliorācijas institūta batimetrijas kartes un PSRS ģenerālštāba topogrāfiskās kartes mērogā 1:10 000 vektorizētas vērtības 6385 dziļumpunktos Latvijas ezeru batimetrijai, kopā 560 ezeriem.

Bez šīm kartēm veikta skenēšanas, telpiskās piesaistes un rekonstrukcijas darbi Latvijas ģeoloģijas fondā esošo ģeoloģiskās kartēšanas darbu atskaišu kartēm mērogos 1:50 000 un 1:200 000 sauszemē un Rīgas jūras līcī. Diemžēl daudzas no šīm kartēm ir fiziski bojātas un sadalītas fragmentos, kas apgrūtina to telpisko piesaisti. Šo problēmu labošana, digitāli rekonstruējot bojātās lapas, ir manuāla un laikietilpīga dēļ skenēto rastru apjoma. Šobrīd telpiski piesaistīt ir izdevies pusi no M 1:50 000 atskaišu kartēm un lielāko daļu no kartēm M 1:200 000.

Starp apjomīgākajiem vektorizācijas darbiem un rezultātiem būtu minama nogulumu izplatības karšu vektorizācija no Latvijas Valsts ģeoloģijas dienesta Ģeoloģiskajām kartēm M 1:200 000, radot kvartāra un subkvartāra nogulumu izplatības vektorkartes. Šeit jāpiemin, ka veikts ieguldījums izstrādājot kvartāra nogulumu karšu litoloģijas un ģeoloģisko indeksu vienādošanas shēmu, lai datus, kas ciparoti no dažādām ģeoloģisko karšu lapām, varētu apvienot vienotā pārklājumā.

No telpiski piesaistītām subkvartāra virsmas kartēm Latvijas teritorijai un Rīgas jūras līcim M 1:200 000 vektorizēta pamatiežu virsma.

Elektroniskā formā sagatavots Valda Juškeviča kvartāra urbumu arhīvs, kas satur 28 780 ierakstus par 5889 urbumiem. No tiem, patreiz, telpiski piesaistīt ir izdevies 3060 urbumus, kas izkļiedēti pa visu Latvijas teritoriju. Izmantojot ģeoloģijas fonda arhīvus, apkopoti hidroģeoloģiskie parametri, t.sk. filtrācijas, caurplūdes un pjezovadāmības koeficienti, porainības koeficienti 6687 urbumos. Šobrīd turpinās darbs pie šo datu telpiskās piesaistes.

Starp šiem datiem ir materiāli, kas ir specifiski ne tikai hidroģeoloģiskajai modelēšanai, bet potenciāli noderīgi arī citiem lietojumiem gan ģeoloģijas, gan citās Zemes zinātņu nozarēs.

Darbs veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) finansējumu.

**PĀRSKATS PAR VĒSTURISKI IZMANTOTAJĀM ANALĪTISKAJĀM
METODĒM PAZEMES ŪDEŅU ĶĪMISKĀ SASTĀVA NOTEIKŠANAI
LATVIJĀ**

Andis KALVĀNS, Jānis TETEROVSKIS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: andis.kalvans@lu.lv

Latvijas Universitātes rīcībā esošajā LVĢMC sastādītajā urbumu datu bāzē ir vairāki desmiti tūkstošu individuālu ierakstu par pazemes ūdens ķīmiskā sastāva analīžu rezultātiem. No vienas puses šis ir unikāls informācijas avots par pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu, bet no otras puses faktiski nav iespējams novērtēt katra individuāla mērījuma ticamību, jo pat izlases kārtībā ir sarežģīti identificēt atbilstošo primāro atskaiti.

Ja pieņem, ka datu bāzē ir iekļauti tikai pārbaudīti dati, kas nesatur rupjas paraugu sagatavošanas un analītiskās kļūdas un mērījumi ir veikti atbilstoši izpētes laikā spēkā esošajiem standartiem, tad datu relatīvo kļūdu var novērtēt vadoties pēc standartā aprakstītās analītiskās metodoloģijas (1. tabula). Lai korekti analizētu šos datus, ir jāpieņem, ka mērījumu kļūda ir ne mazāka kā novērtētā relatīvā kļūda atbilstoši izpētes laikā spēkā esošajiem standartiem.

Darbs veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) finansējumu.

LŪZUMU RAKSTUROJUMS UN IZPLATĪBAS LIKUMSAKARĪBAS LATVIJAS TERITORIJĀ

Jānis UKASS, Konrāds POPOVS, Tomas SAKS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: janis.ukass@gmail.com

Latvijas ģeoloģisko uzbūvi ir skāruši vairāki tektoniskie cikli, kas ir noteikuši tās attīstību un struktūras. Kristāliskā pamatklintāja virsma un mūsdienu hipsometriskais līmenis ir viens no galvenajiem kritērijiem, ko kopā ar nogulumiežu segas saguluma īpatnībām parasti izmanto platformas tipa teritoriju uzbūves aprakstīšanai. Pamatojoties uz citviet izdalītajiem tektoniskās attīstības posmiem, Latvijas teritorijā pamatklintāju iedala 2 tektoniskajos struktūrstāvos – Svekofennas un struktūras stabilizācijas posmā. Savukārt, nogulumiežu segu iedala Baikāla, Kaledonijas, Hercīnijas un Alpu struktūrkompleksos, kas atbilst globāla mēroga Zemes garozas attīstības cikliem un savstarpēji atšķiras pēc griezumā telpiskajām īpatnībām, saguluma apstākļiem un citām pazīmēm.

Kā vienus no galvenajiem struktūrkompleksu izdalīšanas kritērijiem var minēt tieši lūzumu struktūras, kuras dažviet pa reaktivētām lūzumu virsmām izsekojamas caur visiem izdalītajiem struktūrstāviem. Disjunktīvās dislokācijas iedala 2 tipos, t.i., pirmsplatformas posma un platformas attīstības posma jeb platformas posma lūzumi.

Pirmsplatformas posma lūzumi ir veidojušies pirmsplatformas attīstības posmā. Tie norobežo dažāda vecuma vai sastāva struktūrkompleksus, bet pamatklintāja mūsdienu virsmā tie neatspoguļojas.

Platformas attīstības posma tektoniskie lūzumi sadala gan pamatklintāju, gan arī nogulumiežu segu, bet ne vienmēr un visur pilnā tās griezumā. Lielākā šo lūzumu daļa šķēļ pamatklintāju, Baikāla un Kaledonijas struktūrkompleksus, taču mazāk lūzumu vai to zonas ir konstatētas Hercīnijas, tāpat arī Alpīnajā struktūrkompleksā. Tomēr ir pamats domāt, ka pamatklintājā, Baikāla un Kaledonijas kompleksos konstatētās struktūras šķēļ arī Hercīnijas un iespējams arī Alpu struktūrkompleksus. Platformas posma lūzumi lielākoties sastopami Baikāla un Kaledonijas struktūrkompleksa iežos. Līdz šim veiktajos pētījumos tiek uzskatīts, ka šīs struktūras izpaužas kā nomati, retāk kā uzmati un pārbīdes. Daļa no tiem konstatējami Hercīnijas un Alpu struktūrkompleksos kā fleksūras (Ņikuļins, 2007).

Šajā pētījumā ir veikta kristāliskā pamatklintāja un nogulumiežu segas struktūrkompleksus saturošo lūzumu struktūru sistematizēšana un analīze Latvijas teritorijai ar mērķi apkopot un sistematizēt lūzumu struktūru ģeometriskās īpašības to implementācijai modeļa ģeoloģiskajā struktūrā. Lielākais lūzumu skaits blīvums vērojams Latvijas dienvidrietumos un joslā, kas vērsta ziemeļaustrumu virzienā un atbilst Latvijas teritorijā vislielākajai subreģionālajai lūzumu zonai. Tajā ietilpst Liepājas – Rīgas - Pleskavas lūzuma zona kristāliskajā pamatklintājā. Zonas vidējais platum ir ap 8 - 10 km, bet dažviet sasniedz 20 km. Pārrāvumi izpaužas kā nomati ar nolaistiem dienvidu spārnēm un ar mainīgu nobīdes amplitūdu gar to vērsumu. Maksimālas vertikālās nobīdes (līdz 600-700 m) ir konstatētas Latvijas rietumu daļā un uz austrumiem no Valmieras - Lokno pacēluma. Centrālā daļā (Rīgas apkaimē) nomatu vertikālas nobīdes amplitūda nepārsniedz 100-150 m. Lūzuma zona sastāv no Liepājas - Saldus, Dobeles - Babītes, Olaines - Inčukalna, Slokas – Carnikavas un Smiltenes – Apes lūzumiem (Brangulis u.c., 2002; Ņikuļins, 2007). Lūzumu horizontālais garums sasniedz 100 – 150 kilometrus, bet lūzumu amplitūdas variē no dažiem desmitu metru līdz 500 – 700 m Latvijas ziemeļos, kas ir lielākais konstatētais pārvietojums.

Apskatot ģeoloģisko griezumu kopumā, vērojams, ka lūzumu pārvietojumi pamatklintāja un ordovika virsmās ir daudz lielāki kā griezuma augšdaļā. Līdz ar to konstatējamās arī ievērojamas diskordances gar lūzumu virsmām.

Lūzumi lielākoties ir orientēti DR-ZR virzienā tāpat kā Liepājas – Rīgas – Pleskavas lūzuma zona un gar kuru ir konstatējams lielākais lūzumu īpatsvars. Mazāk disjunktīvās dislokāciju struktūras ir konstatētas Ziemeļkurzemē un Latgalē, taču Latvijas austrumu daļā veikto pētījumu apjoms ir mazāks kā citviet, līdz ar šo struktūru skaits varētu būt lielāks.

Pieņemts uzskatīt, ka Latvijā sastopami tikai nomati, kuriem lūzuma plakne ir vertikāla un tuvu tai, un tādā veidā tie arī tiek atspoguļoti praktiski visos ģeoloģiskajos griezumos (Brangulis u.c., 2002). Izņēmums ir Inčukalna pacēlums, kur ar seismiskām metodēm konstatēts, ka lūzumzonas galvenais elements ir uzmats, kura dienvidu spārns (karensparns) uzbīdīts uz ziemeļu (guļspārna). Uzmata pārseguma zonā ziemeļu spārns atrodas uzbīdītā dienvidu bloka seismiskajās izpētes signālu ēnā (VĢD, 2001). Līdz ar to pēc jaunākajiem seismiskajiem griezumiem var spriest, ka kompresīva režīma deformācijas struktūras ir iespējamās arī citur Latvijā. Par šādu iespējamību norāda arī lokālpacēlumi, kas vietām ir definēti kā antiklinālas krokas un uzbīdījumi.

Darbs veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) finansējumu.

Literatūra

Brangulis A. J., Sergejs K, 2002. *Latvijas tektonika*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests, 50 lpp.

Ņikuļins V. 2007. *Latvijas seismotektoniskie apstākļi un seismiskā bīstamība*. Rīga, Latvijas Universitāte, 163 lpp.

VĢD. 2001. *Inčukalna pazemes gāzes krātuves seismisko datu pārapskrāde un interpretācija*. Rīga, VĢD, 30 lpp.

INTERPOLĀCIJAS METOŽU PIEMĒROŠANA ĢEOLOĢISKO VIRSMU 3D INTERPRETĀCIJAI LATVIJAS TERITORIJĀ

Konrāds POPOVS, Tomas SAKS, Jānis UKASS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: konrads.popovs@lu.lv

Ģeoloģisko struktūru 3D ģeometrijas interpretācija ir primārais uzdevums, lai izprastu ģeoloģiskās struktūras telpā un spētu simulēt ģeoloģiskos procesus, kur svarīgākais ir veidot modeļus, kas ir ģeometriski korekti, atbilst zināmām ģeometriskām īpašībām, ir topoloģiski nepārtraukti un ģeoloģiski reālistiski. Kompleksas ģeoloģiskās uzbūves teritorijās pieejamie ģeoloģiskie un ģeofizikālie dati nereti ir ievērojami izkliedēti un nepietiekami, kas ģeoloģisko struktūru telpisko rekonstrukciju padara ievērojami komplicētu (Groshong, 2008).

Latvijas teritorijas ģeoloģiskā uzbūve ir veidojusies vairāku tektonisko ciklu laikā, kur pamatojoties uz ģeoloģiskās uzbūves īpatnībām un izsekojamām diskordancēm starp ģeoloģiskajām robežām, tiek izdalīti atsevišķi struktūrstāvi, kur īpaša uzmanība jāpievērš pamatklintāja virsmai un paleozoja, mezozoja struktūrstāviem (Brangulis u.c., 2002). Tāpat nozīmīgs ģeoloģiskās attīstības faktors ir sedimentācijas pārtraukumi, kur jāizdala nepārtrauktas sedimentācijas posmus un sedimentācijas pārtraukumus slāņkopu ietvaros, kā arī litoloģiskās iežu un to īpašību izmaiņas slāņkopu ietvaros, kas var ietekmēt to telpisko raksturu (Tacher *et al.*, 2005).

Uzsāktajā pētījumā izmantotie dati ietver urbumu informāciju no LVĢMC urbumu datubāzes, kurā pieejami ap 26 tūkstošiem urbumu, kā arī digitizētus reljefa, lūzumu un nogulumu izplatības datus no kartogrāfiskajiem materiāliem. Pieejamie dati ir izkliedēti gan plānā, gan griezumā, proti, reljefa kartes ir pieejamas tikai atsevišķām ģeoloģiskajām virsmām un pieejamo urbumu datu daudzums un blīvums samazinās līdz ar dziļumu. Papildus jāmin arī nenoteiktība urbumu datos, kur konstatējamas anomālas augstuma atzīmju vērtības. Izteikti kļūdainās vērtības ir manuāli atlasāmas no izmantojamās datu kopas, tomēr tas neizslēdz iespēju, ka atsevišķi kļūdaini punkti, kas ir mazāk izteikti starp pārējiem vai šķietami pareizi, skatoties plānā, ir atstāti datu kopā. Pirmkārt, šādi punkti samazina izmantojamo datu kopu, un, otrkārt, kļūdainie punkti var veicināt nekorektu virsmu interpretāciju.

Virsmu ģenerācijā tika ņemta vērā Latvijas ģeoloģiskās struktūras blokveida uzbūve, kur teritoriju ievērojami saposmo lūzumu sistēmas. No ģeoloģisko kartēšanu rezultātā sagatavotajām struktūrkartēm ir zināmas lūzumu sistēmas atsevišķām virsmām, piemēram, pamatklintāja, Pērnavas un Amatas virsmām, kā arī lūzumu sistēmas no Kaledonijas un Hercīnijas struktūrkompleksu kartēm. Pieejamā urbumu informācija šos lūzumus apstiprina, un šīs informācijas analīze pēc pārvietojumu amplitūdām ļauj konstatēt arī jaunus lūzumus, bet tas ir apgrūtināti mazā datu blīvuma un lielās izkliedes dēļ, tādēļ virsmu ģenerācijā svarīga ir zināmo lūzumu iekļaušana datu interpolācijā.

Ir pieejamas daudzas interpolācijas metodes, bet ne visas ir piemērotas ģeoloģisko datu korektai interpretēšanai, tāpēc ir veikts šo metožu salīdzinājums un izvērtējums, kur šajā pētījumā par potenciāli perspektīvākajām ir atzītas *spline* un *kriging* interpolācijas metodes (ESRI, 2008). Abas šīs metodes ir modificējamās un parametrizējamās ievades datu raksturam un zināmajam ģeoloģiskajam rokrakstam, tādējādi ļaujot tās pārvaldīt un modificēt ģeoloģiski korektākā rezultāta iegūšanai.

Šajā pētījumā virsmu ģenerācijas parametrizācijai tika pieņemti vairāki nosacījumi: (I) nedrīkst pieļaut reljefa datu interpolēšanu pār lūzuma līnijām; (II) ja starp vairākiem lūzumiem ir viena vērtība, tā tiek ekstrapolēta līdz lūzuma līnijām; (III) tiek ņemts vērā zināmais teritorijas ģeoloģiskais rokraksts (piemēram, lūzumi un krokas ir vērstas ZA-DR virzienā), pēc kā definē datu kopas punktu nozīmi interpolācijā.

Rezultātu neatkarīgā kontrole veikta, salīdzinot tos ar ģeoloģisko struktūru, kas izveidota no iepriekš sagatavoto ģeoloģisko virsmu kartēm, kā arī veicot biezumu analīzi starp virsmām un ģeoloģiskajiem materiāliem.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

Brangulis A. J., Sergejs K, 2002. *Latvijas tektonika*. Rīga, VĢD.

ESRI, 2008. An overview of the Interpolation tools. ArcGIS 9.2 Desktop Help, http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An_overview_of_the_Interpolation_tools.

Groshong, R.H. 2008. *3-D Structural Geology. A practical Guide to Quantitative Surface and Subsurface Map Interpretation. Second Edition*. Springer, Berlin.

Tacher, L., Pomian-Szednicki, I., Parriaux, A. 2005. Geological uncertainties associated with 3-D subsurface models. *Computers and geosciences*. 32(2), 212.-221.;

GRUNTSŪDENS KVALITĀTES IZMAIŅU NOTEICOŠIE FAKTORI LAUKSAIMNIECĪBĀ IZMANTOJAMĀS PLATĪBĀS

Valdis VIRCAVS, Andris LIEPA, Zane DIMANTA

LLU Lauku inženieru fakultāte, e-pasts: valdis.vircavs@lu.lv

Gruntsūdens kvalitātes pētījumi mūsdienās ir aktuāla tēma, kas plaši tiek aprakstīta zinātniskajā literatūrā, daudzās pasaules valstīs. Eiropas Savienības (ES) un Latvijas Republikas (LV) normatīvajos aktos ir ietvertas prasības kādai ir jābūt virszemes ūdens un gruntsūdens kvalitātei.

Lauksaimnieciskās darbības izraisītā gruntsūdens kvalitātes pasliktināšanās ir saistīta ar punktveida un difūzā piesārņojuma avotu izplatību un apjomu. It īpaši teritorijās, kas tiek raksturotas kā īpaši jutīgās, un atrodas galvenokārt Zemgales reģionā.

Difūzā piesārņojuma un režīma ilglaicīga novērošana tiek veikta esošajos gruntsūdens monitoringa urbumos un mūsdienās ierīkotajos monitoringa posteņos. Papildus ierīkotas atsevišķas gruntsūdens urbumu grupas dažādu zinātniski pētniecisko projektu ietvaros, piemēram, Latvijas – Dānijas ģeoloģijas dienestu kopprojekts un citi.

Balstoties uz pieejamajiem gruntsūdens kvalitātes, gruntsūdens režīma un meteoroloģisko novērojumu datiem, kas iegūti no 2006. – 2009. gadam veikts pētījums, kas parāda nokrišņu, virszemes ūdeņu un gruntsūdeņu kvalitātes izmaiņas.

Pētījumā izmantotas sekojošas matemātiskās statistiskās metodes. Gruntsūdens režīma pētījumiem izmantoti aprakstošās statistikas rādītāji (aritmētiskais vidējais, moda, mediāna, minimālā, maksimālā vērtība, standartnovirze un asimetrija), kā arī eksperimentālās metodes (*t-test*, *F-test*). Gruntsūdens kvalitātes dati apstrādāti ar aprakstošās statistikas rādītājiem un neparametriskām eksperimentālām metodēm (*chi-square*, *Mann-Whitney – U*).

Gruntsūdens režīmam ir izteikti sezonāla ietekme uz gruntsūdens kvalitāti. Intensīva nokrišņu perioda sākumā konstatētas augstas slāpekļa savienojumu koncentrācijas, kas nokrišņu periodam turpinoties samazinās. Izteikti sausā periodā bez nokrišņiem augsnes/grunts profilā notiek slāpekļa savienojumu akumulācijas process.

Pētījums apstiprina, ka slāpekļa savienojumu, it īpaši nitrātu slāpekļa nonākšana gruntsūdeņos ir saistīta ar lauksaimniecisko darbību. Īpaši drenu ūdens kvalitātes analīzes uzrāda augstas slāpekļa savienojumu koncentrācijas.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

DRENU ŪDEŅU KVALITĀTES IZMAIŅAS LLU MONITORINGA PARAUGTERITORIJĀS

Zane DIMANTA, Andris LIEPA, Ilva AŅISIMOVA
LLU Lauku inženieru fakultāte, e-pasts: z.dimanta@gmail.com

Lauksaimniecība ir vislielākais nitrātu piegādātāju avots gruntsūdeņiem [1]. Drenāža ietekmē augsnes ūdens režīma izmaiņas, kā arī noteces kvalitāti nosusinātajās platībās, īpaši lauksaimniecībā intensīvi izmantotajās teritorijās [2]. Drenu notece veidojas, ja augsne ir piesātināta ar ūdeni un nokrišņu vai sniega kušanas ūdeņi pārsniedz summāro iztvaikošanu [3].

Latvijā kopējā lauksaimniecības zeme veido 1.83 milj. ha, no kuriem aptuveni 0.93 milj. ha tiek drenēti [4].

Drenu ūdeņu kvalitātes analīzi veic izmantojot Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU), Vides un ūdenssaimniecības katedras iegūtos ūdeņu kvalitātes datus laika posmā no 2006. – 2010. gadam. LLU monitoringa paraugteritorijās Bērzē un Mellupītē drenu noteces ūdeņu kvalitatīvo un kvantitatīvo rādītāju noteikšanai no 2006. gada tiek izmantota daudzparametru zonde.

Ar zondi ir iespējams noteikt tādus parametrus kā ūdens temperatūru, ūdens līmeni, caurplūdumu, oksidēšanās - reducēšanās potenciālu (ORP), ūdeņraža jonu koncentrāciju (pH), kopējās mineralizācijas pakāpi (TDS), nitrātu slāpekļa N-NO₃, amonija slāpekļa NH₄N un amonjaka slāpekļa NH₃N koncentrācijas ūdenī.

Automātiski un nepārtraukti ūdeņu kvalitātes parametru mērījumi ļauj noteikt gadījuma rakstura ūdeņu piesārņojumu. Lai iegūtu reprezentatīvus drenu ūdeņu kvalitātes datus, raksturotu drenu tecēšanas apjomu un varētu veikt kvalitatīvu drenu ūdeņu analīzi, mērījumus veic ar 30 minūšu intervālu, zondei ūdenī atrodoties aptuveni mēnesi. Nosaka piesārņojuma izmaiņas, koncentrāciju un minēto parametru svārstības atkarībā no sezonas, caurplūduma, nokrišņu daudzuma. Drenu ūdeņu kvalitātes noteikšanai zondi izmanto atbilstošākajos hidroloģiskajos laika posmos, piemēram, pavasarī un rudenī, kad ir gaidāms uztverto drenu ūdeņu palielināts apjoms. Zondes izmantošana papildina monitoringa iespējas, nosakot precīzākas parametru izmaiņu tendences, ko ņem vērā, analizējot drenu ūdeņu kvalitātes datus.

Pētījumā drenu ūdeņu kvalitātes analīzes noteikšanai LLU monitoringa paraugteritorijās, galvenokārt, analizētas ūdens noteces un N-NO₃, NH₄N koncentrāciju izmaiņas un mijiedarbības, kā arī mineralizācijas pakāpes, oksidēšanās – reducēšanās pakāpes svārstības atkarībā no ūdens caurplūduma.

Analizējot drenu noteces ūdeņu kvalitāti un parametru svārstības tiek pierādīts, ka nokrišņu un caurplūduma izmaiņas tieši ietekmē vairākus parametrus kā, piemēram, kopējās mineralizācijas pakāpi (TDS), nitrātu slāpekļa N-NO₃ un amonija slāpekļa NH₄N koncentrācijas.

Uzsākot drenu ūdeņu kvalitātes mērījumus, tiek paņemts arī ūdens paraugs un laboratorijā noteikts tā ķīmiskais sastāvs. Lai gan dati, kuri iegūti, izmantojot zondi, nav

līdzvērtīgi laboratorijā noteiktajiem datiem, zondes izmantošana palīdz izprast parametru mijiedarbību tendences, viena parametra ietekmi uz otru atkarībā no sezonas un nokrišņu daudzuma. Iegūtie dati parāda, ka lielāks piesārņojums vērojams drenu ūdeņu tecēšanas sākumā, bet tas samazinās, drenu ūdeņu plūsmas beigu posmā.

Pētījums tiek veikts ar Eiropas Sociālā Fonda projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” (vienošanās nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) atbalstu.

Literatūra

1. Ritter, W.F., Shirmohammadi, A. 2001. *Agricultural nonpoint source pollution. Watershed Management and Hydrology*. CRC Press, pp. 207-232.
2. Jansons, V., Abramenko, K. 2008.
3. Jansons, V., Kirštena, D., Kārklīņš, A., Bušmanis, P. 2005. Lauksaimniecības un vides riska modelēšana ar ĢIS metodēm.
4. Latvijas Republikas centrālās statistikas datu bāzes.
5. Jansons, V., Abramenko, K., Timbare, R., Bērziņa, L. 2009. *Risk assessment of the agricultural pollution with nitrates in Latvia*. LLU Raksti 22 (317), ISSN 1407-4427. pp. 1-11.

69. zinātniskā konference

Ģeoloģijas sekcijas

Apakšsekcija „Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņi”

Referātu tēzes

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

2011.gads



ISBN 978-9984-45-296-8



9 789984 452968 >