



**Latvijas
vides
aizsardzības
fonds**

Materiāls tapis ar Latvijas vides aizsardzības fonda finansiālu atbalstu
(Projekta Nr. 1-08/295/2017 ietvaros)

Pazemes ūdeņu raksturojuma un stāvokļa novērtējuma uzlabošana nākamajam
upju baseinu apsaimniekošanas plānošanas periodam

(Iepirkuma līguma Nr. IL/91/2017 ietvaros)

3.ZIŅOJUMS PAZEMES ŪDENSOBJEKTU IZDALĪŠANAS METODIKA

Izpildītājs:

Valsts sabiedrība ar ierobežotu atbildību
“Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”

Pasūtītājs:

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija



**LATVIJAS VIDES, ĢEOLOĢIJAS
UN METEOROLOĢIJAS CENTRS**

Rīga 2017

SATURS

1. Pazemes ūdens apsaimniekošana Ūdens struktūrdirektīvas ietvaros	3
2. Pazemes ūdensobjektu izdalīšana saskaņā ar Ūdens struktūrdirektīvu	4
2.1. Ūdens horizontu identificēšana.....	4
2.2. Pazemes ūdensobjektu izdalīšanas un grupēšanas hierarhiskā pieeja	7
3. Kopsavilkums.....	11
4. Izmantotā literatūra	13

Šī ziņojuma **mērķis** bija sagatavot pazemes ūdensobjektu izdalījuma un robežu precizēšanai izmantotās metodikas aprakstu. Tā ietvaros tika izstrādāta detalizēta PŪO izdalīšanas metodika balstoties uz ŪSD prasībām, jaunākajiem pieejamajiem hidroģeoloģiskās modelēšanas, pētījumu un monitoringa rezultātiem Latvijā, kā arī labas prakses piemēriem citās Eiropas dalībvalstīs.

Ziņojumu sagatavoja VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” Zemes dzīļu daļas Hidroģeoloģijas nodaļas hidroģeoloģijas eksperts Inga Retiķe (inga.retike@lvgmc.lv)

1. PAZEMES ŪDENS APSAIMNIEKOŠANA ŪDENS STRUKTŪRDIREKTĪVAS IETVAROS

Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2000/60/EK jeb Ūdens Struktūrdirektīva (turpmāk– ŪSD), ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā, tika pieņemta 2000.gada 23.oktobrī (European Commission, 2000). Direktīvas mērķis ir nodrošināt visu Eiropas ūdeņu aizsardzību, tajā skaitā arī pazemes ūdeņu. Ūdeņu kvalitātes saglabāšana un uzlabošana galvenokārt tiek nodrošināta caur virszemes un pazemes ūdeņu integrētu aizsardzību un apsaimniekošanu, veicinot ilgtspējīgu ūdens resursu izmantošanu.

Mērķa sasniegšanai ir paredzēts instruments – Upju baseinu apsaimniekošanas plāni (turpmāk–UBAP). Dalībvalstis izdala upju baseinu apgabalus, kuriem tiek sagatavots raksturojums un veiktas datu analīzes, uz kuru pamata tālāk tiek izstrādātas un īstenotas pasākumu programmas ŪSD 4.pantā noteikto vides aizsardzības mērķu sasniegšanai. Saskaņā ar ŪSD Latvijas teritorija ir sadalīta četros upju baseinu apgabalos (Ventas, Lielupes, Daugavas un Gaujas), bet katrs apgabals sīkāk sadalīts virszemes (turpmāk– VŪO) un pazemes ūdens objektos (turpmāk– PŪO). PŪO ir ziņošanas vienība un tā stāvokļa novērtējums, “labs” vai “slikts”, tiek izmantots, lai sekotu līdzi direktīvas prasību ieviešanas efektivitātei un stāvokļa izmaiņu tendencēm. Tādēļ būtiski ir veikt gan pamatotu PŪO izdali, gan regulāri pārskatīt objektu robežas, jo izdalītie objekti tiks izmantoti kā apsaimniekošanas un ziņošanas vienības.UBAP ir jāaktualizē reizi sešos gados un labs stāvoklis visos ūdens objektos bija jāsasniedz līdz 2015.gadam, bet ne vēlāk kā līdz 2027.gadam.

Lai sasniegtu ŪSD mērķus, ir jānovērtē pazemes ūdeņu stāvoklis (kvantitāte un kvalitāte) un jāpiemēro atbilstoši pasākumi sliktā stāvokļa uzlabošanai vai laba stāvokļa saglabāšanai. PŪO izdalīšana katra upju baseina apgabala ietvaros ir viens no rīkiem ūdens resursu ilgtspējīgai apsaimniekošanai. Pašreiz Latvijā ir izdalīti 16 PŪO un robežas nav pārskatītas kopš 2004.gada (DANCEE, 2004a).

2. PAZEMES ŪDENS OBJEKTU IZDALĪŠANA SASKAŅĀ AR ŪDENS STRUKTŪRDIREKTĪVU

Pašlaik ŪSD neparedz detalizētas, vienotas un saistošas vadlīnijas kā dalībvalstīs izdalāmi PŪO. Piemērotu metodiku izstrādāšana ir katras dalībvalsts atbildība, un tas joprojām ir liels izaicinājums. Ir pieejamas vispārīgas vadlīnijas, kurām ir ieteikuma raksturs (European Commission, 2003a; European Commission, 2004), bet, bez papildus nosacījumu ietveršanas – šīs vadlīnijas ir maz piemērotas Latvijas hidroģeoloģiskajiem apstākļiem (daudzslāņu struktūrai). Iespējas pārņemt metodikas un labas prakses piemērus no citām dalībvalstīm ir ierobežotas, ko nosaka krasi atšķirīgi hidroģeoloģiskie apstākļi (starp dalībvalstīm un pat dalībvalsts ietvaros), atšķirīgs pieejamajās informācijas detalizācijas līmenis un zināšanu bāze.

Ar pazemes ūdens objektu saprot noteiktu pazemes ūdeņu daudzumu ūdens nesējslānī vai nesējslāņos (European Commission, 2000), kam ir stingri definētas horizontālās un vertikālās izplatības robežās. PŪO robežās ir jābūt minimālai ūdens pieplūdei no blakus esošajiem PŪO un maz mainīgam ūdeņu ķīmiskajam sastāvam, lai katram objektam aprēķinātu ūdens bilanci un noteiktu dabiskās ūdens sastāva fona vērtības. Sasaistei starp diviem blakus esošiem PŪO jābūt tik minimālai, lai to varētu neņemt vērā ūdens bilances aprēķinos, t.i., jābūt atšķirīgiem ūdens sateces apgabaliem, vai arī šo sasaisti jāspēj precīzi novērtēt jeb kvantificēt. Teritorijās, kur dominē plasaini ieži un/vai ir novēroti karsta procesi, ūdens kvantitatīvā stāvokļa raksturošana var būt īpaši komplicēta. Šādos gadījumos par PŪO robežām var pieņemt konkrētu nogulumu vai procesu izplatības robežas tiktāl cik iespējams sagatavot pamatotu šādu izdalīto objektu raksturojumu. PŪO var sastāvēt no viena vai vairākiem nesējslāņiem, un PŪO ietvaros ir pieļaujama heterogenitāte ūdens sastāva, ūdens līmeņu, litoloģijas un ģeoloģisko īpašību ziņā. Tomēr PŪO jābūt izdalītam tādā veidā, lai būtu iespējams sagatavot pamatotu šī objekta kvantitatīvā un kvalitatīvā stāvokļa raksturojumu. Balstoties uz visu iepriekš minēto, katrā PŪO ir jāveic regulārs un vietai atbilstošs monitorings, lai savlaicīgi identificētu jebkādas negatīvas stāvokļa izmaiņu tendences (European Commission, 2003a).

2.1. ŪDENS HORIZONTU IDENTIFICĒŠANA

Pirmais solis PŪO izdalīšanā ir **identificēt ūdens nesējslāņus** jeb **ūdens horizontus**. Saskaņā ar ŪSD (European Commission, 2000) par ūdens nesējslāni uzskata ūdeni saturošu slāņkopu, kura atbilst vismaz vienam no nosacījumiem:

1. ūdens piensums ir būtisks saistītā virszemes ūdens objekta vai atkarīgās virszemes ekosistēmas ekoloģiskās kvalitātes nodrošināšanā. Attiecināms ŪSD termins– “būtiska” plūsma,
2. ūdens ieguves apjoms, kas paredzēts patēriņam cilvēku uzturā, vidēji diennaktī pārsniedz 10 m³ vai ar ūdeni tiek apgādātas 50 un vairāk personas (ieskaitot potenciālos krājumus). Attiecināms ŪSD termins – “būtiska” ieguve.

Jāatzīmē, ka **teju visi pazemes ūdeņi Latvijā atbilst otrajam nosacījumam**. Arī Latvijas kaimiņvalstīs Igaunijā un Lietuvā, kā arī Polijā, Austrijā un citviet ūdens nesējslāņi tiek izdalīti visā valsts teritorijā, ko nosaka hidroģeoloģiskie apstākļi un kopumā ievērojamie pazemes ūdens resursu apjomi. Dalībvalstis ir tiesīgas pielāgot šos nosacījumus savas valsts apstākļiem tiktāl cik tas netraucē sasniegt ŪSD mērķus (European Commission, 2004).

Analizējot citu dalībvalstu pieejas, jāsecina, ka sākuma posmā tiek izmantotas jau esošās hidroģeoloģiskās un ģeoloģiskās kartes, kā arī pieejamie pētījumu materiāli un datubāzes (European Commission, 2005). Papildus iepriekš minētajiem nosacījumiem bieži tiek piemēroti arī citi kritēriji, kurus nosaka pati dalībvalsts. Pilotteritorijā Spānijā ūdens nesējslāņi vispirms tiek identificēti balstoties uz pieejamo zināšanu bāzi par iežu litoloģiju un nogulumu caurlaidību teritorijā (Sánchezetal., 2009). Tas ir saskaņā ar ŪSD ietverto ūdens nesējslāņa definīciju paredzot, ka slāņkopām jābūt porainām un ūdens caurlaidīgām, lai nodrošinātu apjomīgu ūdens ieguvi. Arī Igaunijā sākotnēji izmanto valstī jau pastāvošo hidroģeoloģisko iedalījumu, bet papildus tiek novērtēta pazemes ūdeņu atbilstība dzeramā ūdens kvalitātes prasībām (Keskonnaministerium, 2016), jo ŪSD prioritāri aizsargā ūdeņus, kas tiek vai var tikt lietoti uzturā. Somijā ūdens nesējslāņi tiek iedalīti trīs klasēs. Divas klases izdalītas balstoties uz pašreizējo un potenciālo ūdens izmantošanu (saskaņā ar iepriekš minēto otro nosacījumu), bet trešajā klasē iedalītas teritorijas, kur trūkst informācijas par pazemes ūdeņu izmantošanas iespējām (European Commission, 2004).

Latvijas gadījumā ūdens nesējslāņi tika izdalīti ņemot vērā:

1. jau pastāvošo zināšanu bāzi par ūdens horizontu izplatības robežām;
2. esošo hidroģeoloģiskā griezuma stratifikāciju¹;
3. ūdens ieguves apjomu– pazemes ūdens atradņu novietojums un ieguves apjoms 2016.gadā (BILANCE, 2017);
4. ūdensapgādes urbumu blīvumu un skaitu;

¹Saskaņā ar hidroģeoloģiskā griezuma stratifikāciju Ministru Kabineta 2011.gada 6.septembra noteikumu Nr.696 “Zemes dziļu izmantošanas licenču un bieži sastopamo derīgo izrakteņu ieguves atļauju izsniegšanas kārtība” 6.pielikumā.

5. pazemes ūdens sastāva atbilstība dzeramā ūdens kvalitātes prasībām² (hlorīdjonu, sulfātjonu).

Saskaņā ar 23.12.2003 MK not. Nr.736³ par ūdens resursu lietošanas atļaujas nepieciešamību un 23.05.2017. MK not. Nr.271⁴, kas nosaka vides aizsardzības valsts statistikas pārskatu veidlapas “Nr.2 - Ūdens. Pārskats par ūdens resursu lietošanu” aizpildīšanas prasības, tiek uzkrāti dati arī par pazemes ūdens iegūvi, tajā skaitā, ja diennaktī iegūst 10 m³ vai vairāk, vai ar ūdeni tiek apgādātas 50 un vairāk personas. Tomēr pašlaik datubāzē pieejamā informācija nav izmantojama bez laiktietilpīgas un manuālas datu priekšapstrādes. Ir apgrūtināta ģeogrāfiskā sasaiste ar urbumiem un daudz rupju kļūdu, kas radušās atbildīgajām personām aizpildot pārskatu veidlapas.

Iepriekš minētie 3. un 4. punkts ir izvēlēti kā šī brīža alternatīva ūdens nesējslāņa definēšanai. Pazemes ūdeņu ieguves apjomi pazemes ūdeņu atradnēs 2016.gadā ļauj identificēt lielākās centralizētās ūdensapgādes vietas, bet apstiprinātie krājumi ļauj spriest par kvantitatīvo stāvokli, tajā skaitā ilgtermiņā, paredzot cilvēku skaita pieaugumu. Ūdensapgādes urbumu dati tika iegūti no LVĢMC uzturētās datubāzes “URBUMI”, un to analīze sniedz vispārīgu priekšstatu par galvenajiem ūdensapgādē izmantojamajiem ūdens horizontiem konkrētās teritorijās. To priekšapstrāde ietvēra:

- likvidēto (tamponēto), bojāto, dabā neesošo urbumu atlasī, jo tie nereprezentē pašreizējo izmantošanu,
- urbumu izmantošanas mērķa manuālu korekciju pazemes ūdeņu atradnēs, jo daudzviet urbumu sākotnējā piederība ir kartēšana vai monitorings, bet praktiski tie tiek izmantoti ūdensapgādē,
- urbumu analīzi pēc novietojuma plānā, ekspluatētā ūdens horizonta, ierīkošanas gada.

Ņemot vērā ŪSD koncentrēšanos uz ūdeņiem, kas tiek vai varētu tikt izmantoti uzturā, tika pielāgota Igaunijas pieeja (Keskonnaministerium, 2016), un ūdens horizontu identificēšanas posmā **tika analizēta arī pazemes ūdens sastāva atbilstība dzeramā ūdens kvalitātes prasībām** - šajā gadījumā sulfātjonu un hlorīdjonu robežvērtību pārsniegumi ($SO_4^{2-} > 250$ mg/l, $Cl^- > 250$ mg/l) (14.11.2017. MK not. Nr.671⁵).

²Ministru kabineta 2017.gada 14.novembra noteikumi Nr.671 “Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”.

³Ministru kabineta 2003.gada 23.decembra noteikumi Nr.736 “Noteikumi par ūdens resursu lietošanas atļauju”.

⁴Ministru kabineta 2017.gada 23.maija noteikumi Nr.271 “Noteikumi par vides aizsardzības valsts statistikas pārskatu veidlapām”.

⁵Ministru kabineta 2017.gada 14.novembra noteikumi Nr.671 “Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”.

Ņemot vērā, ka datubāzē "URBUMI" pieejami ūdens ķīmiskā sastāva dati sākot ar 20.gs 60-tajiem gadiem, datu priekšapstrāde ietvēra arī ūdens bilances aprēķinus pēc sekojošas, vispārpieņemtas formulas:

$$\text{Novirze \%} = \frac{(\sum \text{katjoni} - \sum \text{anjoni})}{(\sum \text{katjoni} + \sum \text{anjoni})} \times 100$$

Novērojumi, kuru jonu bilances novirze bija ārpus $\pm 10\%$ robežām, netika izmantoti tālākā analīzē. Vispārpieņemtā pieļaujamā jonu bilances novirzes robeža lielākoties ir $\pm 5\%$, tomēr, ņemot vērā vēsturisko analītisko metožu veiktspēju, tika izvēlēts plašāks pieļaujamais diapazons, lai datu kopā saglabātu arī vēsturiskos novērojumus. Tas ir īpaši būtiski vietās, kur vēsturiskie dati ir vienīgie pieejamie novērojumi.

Tālāk dati tika apstrādāti ar Golden Software Surfer_{v15} programmatūru, kur tika veikta sulfātjonu un hlorīdjonu koncentrāciju interpolācija apvienoto ūdens nesējslāņu robežās. Tika izmantota *IDP* interpolācijas metode (angļu val.- *Inverse Distance to a Power gridding method*), bet novērojumu laika rinda vienā punktā tika samazināta, aprēķinot vērtību mediānu. Ūdens horizonti, kuros: 1) ūdens kvalitāte neatbilst dzeramā ūdens kvalitātes prasībām (tika izvēlēts hlorīdu un sulfātu robežlieluma 250 mg/l pārsniegums) un 2) virs tiem, tuvāk zemes virspusei, izplatīti ūdens horizonti ar tādu pašu vai labāku ūdens kvalitāti un kvantitāti, kā arī 3) nav informācijas par esošiem ūdensapgādes urbumiem vai to blīvums ir neliels, un tur neatrodas pazemes ūdeņu atradnes var **netikt uzskatīti par ūdens nesējslāņiem** ŪSD kontekstā.

2.2. PAZEMES ŪDENSOBJEKTU IZDALĪŠANAS UN GRUPĒŠANAS HIERARHISKĀ PIEEJA

Nākamais solis PŪO izdalīšanā ir sākotnējā objektu izdalīšana balstoties uz ūdens nesējslāņu izplatības robežām (European Commission, 2003a). Latvijas gadījumā turpmākai PŪO izdalīšanai galvenokārt tika izmantots ūdens nesējslāņu iedalījums ūdens horizontu kompleksos, tiem pievienojot pārsedzošos kvartāra pazemes ūdeņu horizontu kompleksu un atsevišķos gadījumos pārklājošos citus ūdens nesējslāņus, ja to nozīme ūdensapgādē ir salīdzinoši maza, lai tos izdalītu atsevišķi.

Rezultātā tika veikts ūdens nesējslāņu izdalījums piecās grupās: 1) Famenas ūdens horizontu komplekss un Apakškarbona (C₁), Augšperma (P₂), Vidusjuras (J₂) ūdens horizonti, 2) Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu komplekss (D_{3pl-aml}), 3) Arukilas-Amatas ūdens horizontu komplekss (D_{2ar-D_{3am}}), 4) Ķemeru un Pērnavas ūdens horizonti (D_{1-2km+pr}) pasīvās ūdens apmaiņas zonā, kur vēl sastopami ūdensapgādē izmantojami saldūdeņi, 5) Kvartāra pazemes ūdeņu horizontu komplekss (Q) Rīgas apkārtnē, kas tiek izdalīts atsevišķi,

jo tam ir būtiska nozīmē Rīgas pilsētas ūdensapgādes nodrošināšanai. Citos PŪO Kvartāra (Q) pazemes ūdeņi tiek piesaistīti zem tā pagulošā pirmskvartāra ūdens nesējslānim (zemkvartāra virsmas), tāpat kā sākotnējā pirmās kārtas Latvijas PŪO izdalījumā (DANCEE, 2004).

Ņemot vērā, ka Daugavpils teritorijā nav izplatīti pamatiežu ūdens horizonti ar dzeramā ūdens kvalitāti, ūdensapgādē plaši tiek izmantots Kvartāra ūdens horizonta komplekss (pazemes ūdeņu atradnes Vingri, Daugavpils Depo, Ķīmiķu ciemats, Ziemeļi) (BILANCE, 2017). Tāpat ņemot vērā pēdējos gados pieaugušo Kvartāra pazemes ūdeņu horizontu kompleksā (Q) ierīkoto pazemes ūdeņu atradņu skaitu Daugavpils teritorijā, atsevišķa Kvartāra ūdens horizontu kompleksa pazemes ūdensobjekta izdalīšanai un tā nepieciešamības novērtēšanai jāveic papildus izvērtējums.

Tālāks PŪO iedalījums var tikt veikts nosakot **pazemes ūdensšķirtnes** – izmantojot informāciju par pazemes ūdens līmeņiem ūdens nesējslāņos, kas ļauj identificēt reģionālos barošanās un atslodzes apgabalus, kā arī pazemes ūdeņu plūsmas virzienus (European Commission, 2003a).

Latvijas gadījumā šādu analīzi bija iespējams veikt izmantojot pazemes ūdeņu hidroģeoloģisko modeļu rezultātus (PUMa, 2012; LAMO, 2012). Sākotnēja modeļu rezultātu analīze parādīja, ka abi modeļi reģionālā mērogā ir līdzvērtīgi, t.i. vispārīgi reģionālie barošanās un atslodzes apgabali ir identificējami abos modeļos un reģionālās plūsmas vērstas vienos virzienos. Tomēr, robežu precizēšanai tika izmantoti tikai PUMa, 2012 modelētie ūdens līmeņi (Virbulis et al., 2012; Virbulis et al., 2013), jo tie aptver visu Baltijas artēzisko baseinu (tajā skaitā Lietuvu, Igauniju, daļu Baltkrievijas un Krievijas) un lielākā daļa Latvijas PŪO ir pārrobežu objekti. LAMO modeļa, kas nodots LVĢMC rīcībā, izmantošanu ierobežoja datu neesamība pārrobežas zonās, kā arī Ķemeru ūdens nesējslāņa neesamība un arī Pērnavas ūdens nesējslānis kā robežnosacījums vertikālā sadalījumā, kas abi ir PŪO P sastāvdaļa. LAMO modeļa rezultāti (interpolētās slāņu virsmas) tika izmantoti jaunizdalīto PŪO griezumam turpmākai sagatavošanai Golden Software Surfer_{v15} programmā. LAMO modelis tika izmantots arī ūdens bilancu aprēķiniem PŪO Groundwater Vista 6 Advanced lietojumprogrammā. Izņēmums ir PŪO P, kura griezums tika sagatavots, papildinot no LAMO modeļa iegūtos rezultātus ar datubāzes "URBUMI" datiem. Ūdens bilances aprēķini attiecīgi PŪO P nevarēja tikt veikti.

Pazemes ūdensšķirtnes, saskaņā ar vadlīnijām (European Commission, 2003a), tika izdalītas balstoties uz modelētajiem ūdens līmeņiem apvienotajos ūdens nesējslāņu (horizontu) vai arī viena ūdens nesējslāņa ietvaros (piemēram, Gaujas ūdens nesējslānī, kur ir vērojama būtiska ūdens ieguves ietekme uz reģionālo plūsmu Rīgas apkārtnē) (Virbulis et

al., 2012). Tas bija atkarīgs no PUMa, 2012 modeļa shematizācijas, piemēram, Famenas izplatības apgabalā atsevišķi pieejami modelētie līmeņi par Juras, Triasa, Perma, Karbona, Jonišķu-Šķerveļa ūdens nesējslāņiem. Attiecīgi šie modeļa rezultāti tika apvienoti, lai ietveru visu Famenas izplatības apgabalu, bet ūdensšķirtnes tika nolemts izdalīt balstoties uz Jonišķu-Šķerveļu modeļa rezultātiem, jo tajā dominē ūdens ieguve. Zemāk iegulošajā Pļaviņu-Amatas ūdens horizontu kompleksā pieejami modeļa rezultāti par Stipinu-Elejas, Ogres-Katlešu, Daugavas, Salaspils un Pļaviņu ūdens nesējslāņiem. Pēc datu analīzes tika nolemts robežas noteikt pēc galvenokārt Katlešu-Ogres un Pļaviņu modeļa rezultātiem balstoties uz zemāk un augstāk iegulošajiem ūdens nesējslāņiem, kas veido Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksu. Stipinu-Elejas ūdens nesējslāņa nozīme ūdensapgādē nav liela, tādēļ šie rezultāti izmantoti netika. Zemāk iegulošajā Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā bija pieejami modeļa rezultāti par Amatas, Gaujas, Burtnieku un Arukilas ūdens nesējslāņiem. Līdzīgi arī šeit ūdensšķirtnes tika modelētas un robežas tika noteiktas balstoties uz augstāk un zemāk iegulošajiem ūdens nesējslāņiem – Amatas un Arukilas, kas veido Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksu.

Tika izmantota Golden Software Surfer_{v15} programmatūra un automātiskais ūdensšķirtnes (*Watershed*) izveides rīks un pēc vajadzības mainīts modelēto ūdensšķirtņu sliekšnis (*threshold*). Tika salīdzināts modelēto ūdensšķirtņu novietojums dažādos nesējslāņos, kas veido iepriekš minēto nesējslāņu apvienojumu, ņemot vērā ūdens nesējslāņu izplatības robežas.

PUMa modeļa režģis sastāv no dažāda izmēra trīsstūriem, kuru virsotnes atrodas uz robežnosacījumiem – lielāko upju, ezeru un jūras krasta līnijām un uz urbumiem, bet teritorija starp tiem sadalīta trīsstūros ar malu garumiem 1 - 4 km. Šī iemesla dēļ trīsstūru režģis mazākā mērogā ir rupjš un bieži nesakrīt ar upju konfigurāciju, tās šķērsojot, tāpēc pazemes ūdens objektu robežas tika vilktas pa modelēto ūdensšķirtņu tuvumā esošo **Ūdens saimniecības iecirkņu robežām (USIK)**. Tas tika darīts, lai atvieglotu turpmāko PŪO apsaimniekošanas procesu.

Atsevišķos gadījumos PŪO robežas tika vilktas pa interpolētās ūdens ķīmijas apgabaliem - robežšķirtne $SO_4^{2-} > 250$ mg/l. Tas tika darīts balstoties uz iepriekš aprakstīto ūdens nesējslāņa izdalīšanas pieeju – vietās, kur ūdens dabiskais ķīmiskais sastāvs nav piemērots dzeramā ūdens ieguvei un to neizmanto ūdensapgādē.

Pēdējais PŪO izdalīšanas nosacījums ir spēja pamatoti aprakstīt un turpmāk apsaimniekot izdalīto objektu. Tas nozīmē, ka PŪO nevar tikt izdalīti ne pārāk vispārīgi (piemēram, ļoti atšķirīgs iežu veids un ūdens sastāvs, dažādas ietekmējošās slodzes), ne pārāk

detalizēti (piemēram, ne objekta robežās, ne tā tuvumā nav reprezentatīvu monitoringa staciju).

Tāpēc sagatavojot galējās PŪO robežās tika ņemti vērā sekojoši nosacījumi: 1) PŪO būtiski nemainās ūdens tipi un mineralizācija (lai nākotnē varētu korekti aprēķināt fona vērtības); 2) PŪO robežās ir līdzvērtīgas slodzes (piemēram, īpaši jutīgā teritorija, dominējošais zemes lietojuma veids vai ūdens ieguves apjomi); 3) PŪO robežās vai tā tiešā tuvumā atrodas vismaz viena reprezentatīvā monitoringa stacija; 4) pazemes ūdens objektā ir vērojama jūras vai sāļo ūdeņu intrūzija (tikš izdalīts kā atsevišķs riska PŪO 2017.gada atsevišķu pārvaldes uzdevumu deleģēšanas līguma starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju un VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" ietvaros, jo pieprasa radikāli atšķirīgu apsaimniekošanas pieeju).

Pašreiz ir apzināti arī esošie un potenciālie riska PŪO, kuri pazemes ūdeņu apsaimniekošanas nolūkos būtu jāizdala kā atsevišķi PŪO un tiem jānosaka robežas horizontālā un vertikālā mērogā. Viens no tiem ir jau esošais riska PŪO **Q-Ūdensgūtņu „Baltezers” un „Baltezers II” teritorija līdz Mazajam Baltezeram**, kuram nepieciešams pārskatīt robežas ņemot vērā pašreizējo ūdens ieguves intensitāti. ŪSD skatījumā tas ir īpaši nozīmīgs objekts, jo tajā tiek veikta mākslīgā pazemes ūdeņu papildināšana. Citiem esošajiem riska PŪO: **D4 Rīgas pilsētas teritorija no Rīgas līča līdz izgāztuvei „Getliņi”** (jaunizdalītā PŪO objekta D11 sastāvdaļa); **PŪO D4 Inčukalna sērskābā gudrona dīķu apkārtnē** (jaunizdalītā PŪO objekta A8 sastāvdaļa) un **PŪO F1 Liepāja un teritorija uz dienvidaustrumiem no tās līdz ūdensgūtnei „Otaņķi”** (jaunizdalītā PŪO F1 sastāvdaļa) jānosaka robežas, jo līdz šim tie ir bijuši tikai daļa no cita, daudz lielāka PŪO, kas nav saskaņā ar ŪSD ziņošanas prasībām nav ilgtspējīgs un korekts risinājums. Jāatzīmē, ka riska PŪO F1 Liepāja un teritorija uz dienvidaustrumiem no tās līdz ūdensgūtnei „Otaņķi” robežas tiks pārskatītas jau līdz 2017.gada beigām. Papildus ir identificēts potenciālais riska PŪO Latvijas-Lietuvas pārrobežu zonā (Geo Consultants, 2007), par kura izdalīšanas pamatojumu jālemj realizējot atsevišķu pētījumu un ņemot vērā 2016. un 2017.gada Latvijas-Lietuvas pārrobežu monitoringa rezultātus. Tāpat ir jāapsver Rīgas depresijas piltuves izplatības apgabala izdalīšanu kā atsevišķu riska PŪO, bet tam ir nepieciešama papildus datu analīze, tajā skaitā arī Jelgavas depresijas piltuves robežu apzināšana un iespējamās sasaistes ar Rīgas depresijas piltuvi identificēšana.

KOPSAVILKUMS

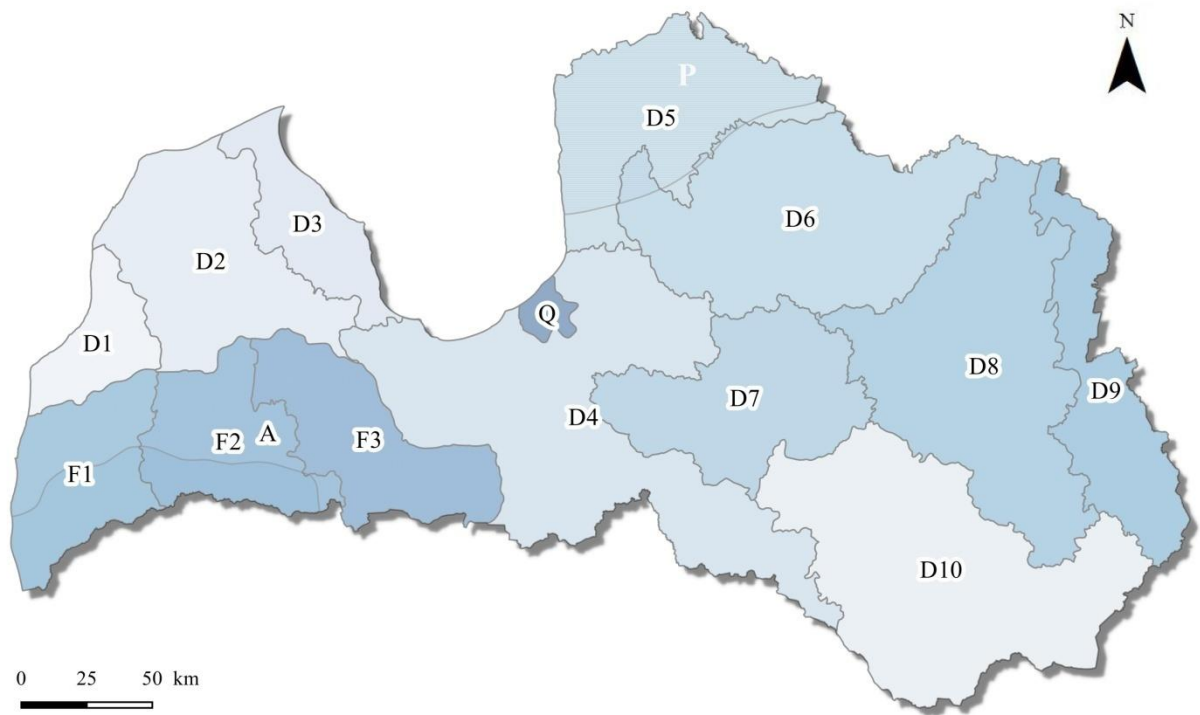
Rezultātā iepriekš esošo 16 PŪO (1.attēls) vietā tika izdalīti 22 PŪO (2.attēls). Galvenā uzmanība tika veltīta PŪO vertikālajai pārdalei un ūdens ķīmiskā sastāva atbilstībai dzeramā ūdens kvalitātes prasībām pēc hlorīdjonu un sulfātjonu satura⁶, jo Ūdens Struktūrdirektīva koncentrējas uz saldūdeņu apsaimniekošanu, kurus izmanto vai potenciāli var izmantot ūdensapgādē.

Robežu precizēšanas laikā daļa PŪO robežu netika mainītas (piemēram, Q, P un D9 objekti), jo nav mainījusies esošā zināšanu bāze konkrētajiem apgabaliem. Daļa PŪO robežas tika nedaudz precizētas balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm no PUMa pjezometrisko līmeņu modeļa rezultātiem (PUMa, 2012). Tās būtiski nav mainījušās, piemēram, PŪO F1 un F2.

Tomēr lielākā daļa PŪO robežas ir ievērojami mainījušās gan horizontālā, gan vertikālā mērogā. Šādas izmaiņas ir pozitīvas un atvieglos pazemes ūdeņu apsaimniekošanu, jo jaunizdalītie PŪO lielākoties ir daudz viendabīgāki kā nogulumu veida un ūdens sastāva ziņā, tā arī uz tiem dominējošo slodžu ziņā. Šāds izdalījums ļaus realizēt turpmāko soli – ūdens sastāva fona vērtību noteikšanu jaunizdalītajos PŪO, ceļā uz ilgtspējīgu pazemes ūdeņu apsaimniekošanu Latvijā.

Pamatojums par katra jaunā PŪO izdalīšanas pieeju un notikušajām izmaiņām attiecībā uz pirmās kārtas PŪO izdalījumu apkopots 1.ziņojumā “Izdalīto pazemes ūdensobjektu robežu izmaiņu pamatojums”. Jaunizdalīto PŪO sākotnējais raksturojums pieejams 4.ziņojumā “Izdalīto pazemes ūdensobjektu raksturojums (darba variants)”, kartogrāfiskais materiāls 2.ziņojumā “Izdalīto pazemes ūdensobjektu karte”, bet rekomendācijas izmaiņām pazemes monitoringa plānā atrodamas 5.ziņojumā “Priekšlikumi pazemes ūdensobjektu monitoringa sistēmas optimizēšanai”.

⁶Ministru kabineta 2017.gada 14.novembra noteikumi Nr.671 “Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”.



1.attēls. Iepriekšējo Latvijas 16 pazemes ūdensobjektu robežas



2.attēls. Jaunizdalīto 22 Latvijas pazemes ūdensobjektu robežas

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- BILANCE2017. *Pazemes ūdeņu krājumu bilance, 2016.gads*. VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs". Sk. 02.09.2017. Pieejams: https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Geologija/DER_IZR_KRAJ_BILANCE/PAZEMES_UDENU_KRAJUMU_BILANCE%202016.pdf
- DANCEE 2004. *Transposition and Implementation of the EU Water Framework Directive in Latvia. Technical Report No. 1A. Typology of surface water and procedure for characterisation of waters*. Danish Environmental protection Agency and the Ministry of Environment of Latvia. Sk. 12.06.2017. Pieejams: <http://www.varam.gov.lv/eng/projekti/>
- DANCEE 2004a. *Transposition and Implementation of the EU Water Framework Directive in Latvia. Technical Note 13: Final delineation of groundwater bodies and transboundary bodies*. Danish Environmental Protection Agency and the Ministry of Environment of Latvia. DANCEE Project ref. No M 128/023-0004.
- European Commission 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework for Community Action in the field of Water Policy*. Sk. 07.05.2017. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/>
- European Commission 2003a. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No.2, Identification of Water Bodies*. Sk. 07.03.2017. Pieejams: <https://circabc.europa.eu/>
- European Commission 2003b. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No.7, Monitoring under the Water Framework Directive*. Sk. 13.04.2017. Pieejams: <https://circabc.europa.eu/>
- European Commission 2004. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Groundwater body characterisation, Technical report on groundwater body characterisation issues*. Sk. 07.03.2017. Pieejams: <https://circabc.europa.eu>
- European Commission 2005. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical report on groundwater body characterisation, monitoring and risk assessment issues*. Sk. 08.03.2017. Pieejams: <http://ec.europa.eu/>
- GeoConsultants 2007. *Antropogēno slodžu un ietekmju analīze un pazemes ūdensobjektu kvalitātes stāvokļa novērtēšanas principi*. SIA "GEO CONSULTANTS". I.Levins, J.Prols. Valsts ģeoloģijas fonds: 18447.
- Ireland approach 2005. *Approach to delineation of groundwater bodies. Paper by the Working Group on Groundwater*. Sk. 08.03.2017. Pieejams: <http://www.wfdireland.ie>
- Keskkonnaministerium 2016. *Kehtivadveemajanduskavad 2015-2021*. Sk. 08.03.2017. Pieejams: [http://www.envir.ee/et/vmk2015-2021\(igauniski\)](http://www.envir.ee/et/vmk2015-2021(igauniski))
- LAMO 2012. *Hidroģeoloģiskā modeļa izveidošana Latvijas pazemes ūdenskrājumu apsaimniekošanai un vides atveseļošanai*. Rīgas Tehniskās universitātes realizēts ERAF projekts. Pieejams: http://www.emc.rtu.lv/lamo_lv.htm
- PUMa 2012. *Starptozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem*. Latvijas Universitātes realizēts ESF projekts. Pieejams: www.puma.lu.lv
- Sánchez D., Carrasco, F., Andreo, B. 2009. *Proposed methodology to delineate bodies of groundwater according to the European water framework directive. Application in a pilot Mediterranean river basin (Málaga, Spain)*. Journal of environmental Management, 90, 1523-1533.
- Virbulis, J., Beters, U., Saks, T., Seņņikovs, J., Timuhins, A. 2013. *Hydrogeological model of the Baltic Artesian Basin*. Hydrogeology Journal, Vol. 21, Issue 4, p. 845-862.
- Virbulis, J., Timuhins, A., Popovs, K., Klints, I., Seņņikovs, J., Beters, U. 2012. *Script based MOSYS system for the generation of a three dimensional geological structure and the calculation of groundwater flow*. In: Dēliņa, A., Kalvāns, A., Saks, T., Beters, U. & Virčavs, V. (red.). *Highlights of groundwater research in the Baltic Artesian Basin*. Riga, University of Latvia, 53-57.