



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)

**1. ZIŅOJUMS
IZDALĪTO PAZEMES ŪDENSOBJEKTU ROBEŽU IZMAIŅU
PAMATOJUMS**

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

SATURA RĀDĪTĀJS

1. Pazemes ūdensobjektu sākotnējā izdalījuma pamatojums un pieeja	3
2. Pazemes ūdensobjektu robežu precizēšanas nepieciešamība.....	6
3. Pazemes ūdensobjektu robežu izmaiņas	7
3.1. Sākotnējais izdalījums.....	7
3.2. Galvenās izmaiņas un to pamatojums	11
4. Kopsavilkums.....	20
5. Izmantotās literatūras saraksts.....	22

Šī ziņojuma **mērķis** bija pārskatīt un vajadzības gadījumā precizēt un pārdalīt esošo 16 pazemes ūdensobjektu robežas Latvijā, kā arī sagatavot pamatojumu izdarītajām izmaiņām.

Ziņojumu sagatavoja VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” Zemes dzīļu daļas Hidroģeoloģijas nodaļas darbinieki:

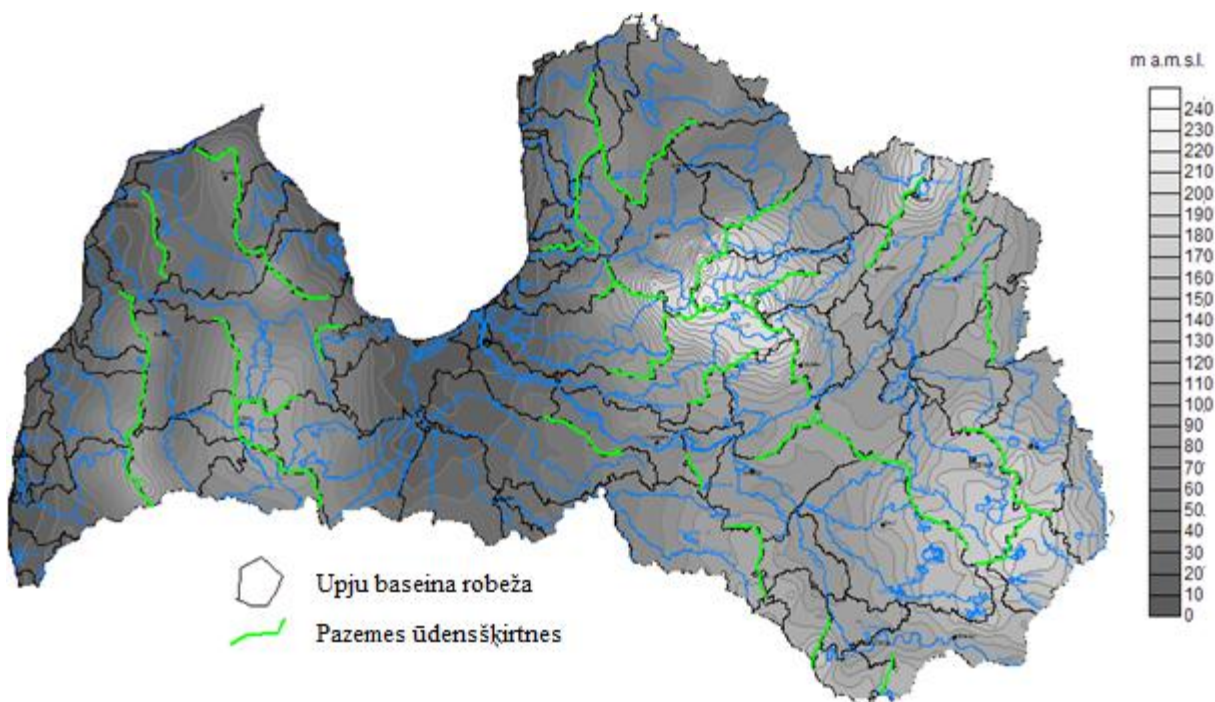
- hidroģeoloģijas eksperts Inga Retiķe (inga.retike@lvgmc.lv)
- vadošais speciālists Jekaterina Demidko (jekaterina.demidko@lvgmc.lv)

1. PAZEMES ŪDENSOBJEKTU SĀKOTNĒJĀ IZDALĪJUMA PAMATOJUMS UN PIEEJA

Pašreizējie 16 Latvijas Pazemes ūdens objekti (turpmāk – PŪO) tika noteikti un izdalīti 2004.gadā, Latvijas-Dānijas kopprojekta ietvaros (DANCEE, 2004). PŪO izdalīšana tika veikta pēc sekojošiem principiem (UBAP, 2009; DANCEE, 2004a):

- par PŪO robežām tika pieņemti galvenokārt pazemes ūdeņu plūsmu ierobežojošie hidroģeoloģiskie apstākļi: reģionālie sprostslāņi vertikālā griezumā un pazemes ūdensšķirtnes horizontālā virzienā. Pazemes ūdensšķirtnes izdalītajiem objektiem lielā mērā atkārtoja upju baseinu apgabalu robežas, kas atviegloja integrētu virszemes un pazemes ūdeņu apsaimniekošanu;
- tika ņemts vērā tā brīža Latvijas pazemes ūdeņu monitoringa tīkla blīvums, kā arī to apsaimniekojošo un kontrolējošo iestāžu kapacitāte. Tika nolemts, ka ieteicamais PŪO skaits nedrīkst pārsniegt dažus desmitus, kā arī PŪO izmēriem jābūt iespēju robežās līdzīgiem. Rezultātā netika izdalīti maza izmēra PŪO, ņemot vērā visas identificētās ūdensšķirtnes un sprostslāņus.

Pazemes ūdensšķirtņu identificēšanai un PŪO horizontālo robežu noteikšanai tika sagatavotas daudzas piezometrisko līmeņu kartes (piemērs – 1.attēls).



1. attēls. Augšējo horizontu interpolētais pazemes ūdeņu līmenis un 2004. gadā noteiktās ūdensšķirtnes (DANCEE, 2004a)

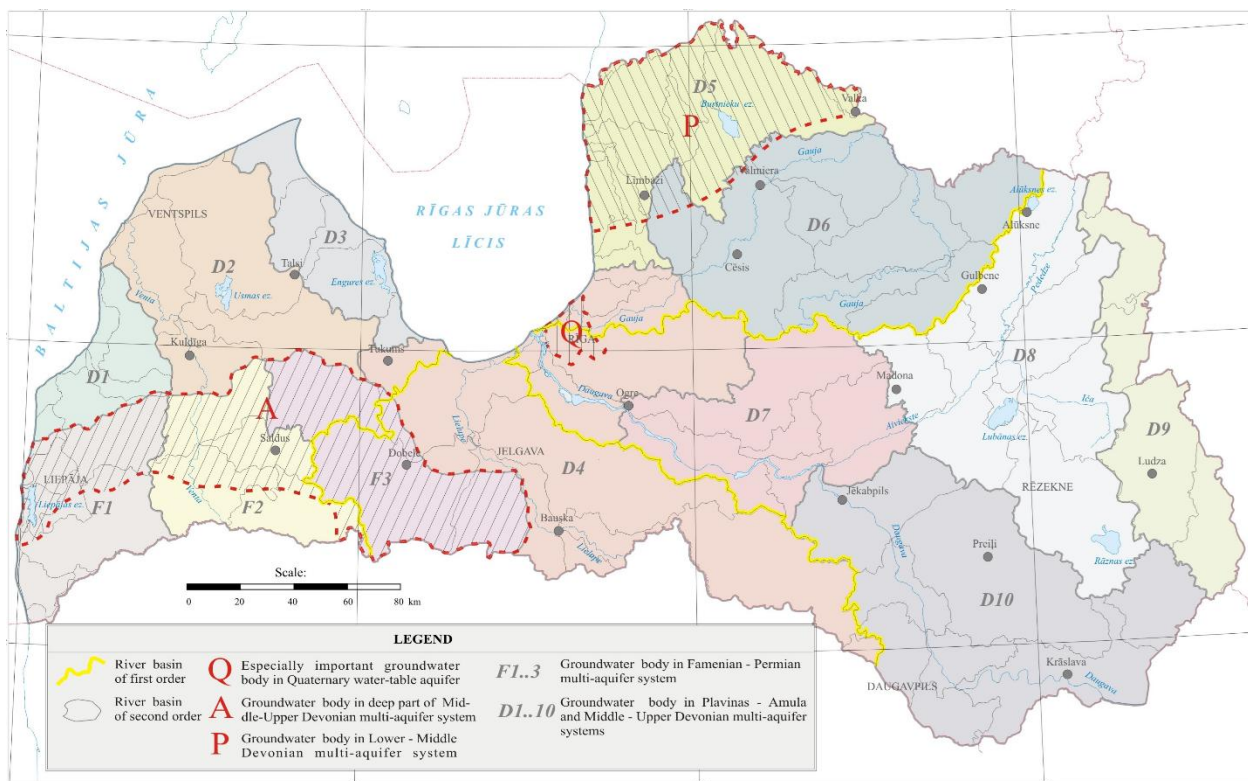
Pjezometrisko līmeņu karšu datu avots bija ūdens līmeņa mērījumi ģeoloģiskās kartēšanas un ūdensieguves urbumos. Jāatzīmē, ka kartēšanas urbumi tika ierīkoti laika posmā no 1951. līdz 1991.gadam, bet galvenokārt 1961.gadā (143 urbumi) un no 1964. līdz 1970.gadiem (vairāk nekā 1000 urbumu). Pjezometrisko līmeņu kartes tika sagatavotas bez reģionāla hidroģeoloģiskā modeļa palīdzības un neņemot vērā pazemes un virszemes sasaisti, tikai interpolējot urbumos nomērītos statisko līmeņu datus. Tāpat 2004.gadā vēl nebija pabeigta datu ievadišana datubāzē "Urbumi". Projektā DANCEE, 2004a tika norādīts, ka piedāvātajam PŪO iedalījumam ir ieteikuma raksturs, un, ka pazemes ūdensšķirtnes un attiecīgi PŪO robežas, ir verificējamas pēc datubāzes "Urbumi" pabeigšanas un reģionālā hidroģeoloģiskā modeļa sagatavošanas.

Saldūdeņu izplatības intervālā tika izdalīti divi dominējošie sprostslnāņi, kas attiecīgi tika ņemti vērā, veicot PŪO iedalījumu vertikālā griezumā:

1. reģionālais sprostslnānis – vidusdevona Narvas svītas biežais un vāji caurlaidīgais nogulumiežu slānis, kas izolē aktīvo (saldūdens) no pasīvās (iesāļūdens - sāļūdens) ūdens apmaiņas zonas;
2. Augšdevona Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) svītas ūdens vāji caurlaidīgo nogulumiežu slānis, kas izolē Famenas ūdens horizontu kompleksu no dziļāk iegulošajiem ūdens nesējslnāņiem ($D_{2ar-D_{3am}}$) Latvijas dienvidrietumu daļā.

Rezultātā Latvijas dienvidrietumu daļā tika izdalīti kopskaitā trīs PŪO – F1, F2 un F3. Šajos objektos tika iekļauti visi ūdens nesējslnāņi no zemes virsmas līdz Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) sprostslnānim (to neieskaitot). Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) vāji caurlaidīgie nogulumi un zem tiem ieguļošā Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu kompleksa daļa izdalīta kā pazemes ūdensobjekts A. Pārējā Latvijas teritorijā tika izdalīti kopskaitā desmit PŪO – D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9 un D10, iekļaujot tajos visus ūdens horizontus no zemes virsmas līdz Narvas sprostslnānim. Vienīgais izņēmums bija kvartāra smilšu pazemes ūdensobjekts Q, kurš netika iekļauts paguļošajā pazemes ūdensobjektā D4, kam iemesls ir PŪO Q īpašā nozīme ūdensapgādē – tajā koncertējās lielākās Rīgas pazemes ūdeņu atradnes. Ziemeļvidzemē noteikts dziļš Pērnavas-Ķemeru ūdens nesējslnāņu pazemes ūdensobjekts P, kas iegul zem Narvas reģionālā sprostslnāņa un, atšķirībā no pārējās Latvijas teritorijas, satur ūdensapgādē izmantojamus, labas kvalitātes saldūdeņus.

Kopumā tika izdalīti sešpadsmit PŪO, kuru robežas attēlotas 2.attēlā.



2. attēls. 2004. gadā noteiktie pirmās kārtas Latvijas pazemes ūdensobjekti (DANCEE, 2004a)

2. PAZEMES ŪDENSOBJEKTU ROBEŽU PRECIZĒŠANAS NEPIECIEŠAMĪBA

Pašreiz Latvijā ir izdalīti sešpadsmit PŪO un to robežas nav pārskatītas kopš 2004.gada (DANCEE, 2004a). Saskaņā ar Ūdens struktūrdirektīvas prasībām, aktualizējot Upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plānus, nepieciešams precizēt sākotnēji izdalītās PŪO robežas vai pamatot to saglabāšanu, balstoties uz jaunākajiem kvalitātes un kvantitātes monitoringa datiem, kā arī jaunākajām vadlīnijām un citu dalībvalstu labajām praksēm. 2012.gadā starp 27 Eiropas Savienības dalībvalstīm Latvija (kopplatība – ~65 tūkst.km²) izceļas ar vislielāko vidējo PŪO lielumu un trešo mazāko PŪO skaitu, ierindojoties sarakstā uzreiz aiz Maltas (sešpadsmit PŪO, kopplatība – ~0,3 tūkst.km²) un Luksemburgas (pieci PŪO, kopplatība – ~2,6 tūkst.km²)(Ward, 2012).

Jāatzīmē, ka PŪO robežu izdalīšana ir iteratīvs process, kas nozīmē, ka regulāri veicama esošo PŪO robežu precizēšana balstoties uz jaunākajiem monitoringa rezultātiem, attīstoties zināšanu bāzei (European Commission, 2003a). Piemēram, Igaunijā PŪO skaits tiek regulāri palielināts un pašreiz ir izdalīti 39 PŪO sākotnējo 26 vietā. Lietuvā, līdzīgi kā Latvijā, PŪO skaits ir palicis nemainīgs (20 PŪO), kopš 1.perioda Upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plānu (2009.-2015.g.) sagatavošanas laika.

Pašreiz ir sarežģīti novērtēt lielāko daļu izdalīto PŪO stāvokli, jo tajos apvienoti ūdens nesējslāņi ar atšķirīgu dabisko pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu. To uzsvēruši arī Eiropas Komisijas eksperti sniedzot atzinumu par pazemes ūdeņu sadaļu 1. Upju baseinu apsaimniekošanas plānos (2009.-2015.gads), kā arī sākotnējo PŪO robežu autori (DANCEE, 2004a). Nav racionāli visā Latvijā izdalīt objektus tādā veidā, lai novērstu atšķirīga sastāva ūdeņu apvienošanu vienā PŪO, bet iespēju robežās uz to ir jātiecas. Tas ir īpaši būtiski plānojot nākamās apsaimniekošanas soļus – nosakot fona vērtības PŪO robežās, kas savukārt nepieciešams robežvērtību noteikšanai. Atsevišķi būtu izdalāmas arī esošās riska PŪO daļas, kā tas jau iepriekš izdarīts ar PŪO Q, kur norisinās būtiska ūdens ieguve un notiek mākslīgā ūdeņu papildināšana. Tomēr riska PŪO robežu izdalīšana ir sarežģīts process, kas nav veicams pēc vienotas metodikas, attiecīgi nebija šī ziņojuma mērķis un ir nākamais solis PŪO robežu galīgā precizēšanā.

Ņemot vērā pēdējā desmitgadē iegūtos jaunākos pazemes ūdeņu monitoringa rezultātus, kā arī divus attiecīgajā laika posmā izstrādātos pazemes ūdeņu hidroģeoloģiskos modeļus un to rezultātus (PUMa, 2012; LAMO, 2012), ir savākts pietiekošs informācijas apjoms un iegūta jauna

zināšanu bāze, lai precizētu pašreizējās PŪO robežas saskaņā ar Ūdens struktūrdirektīvas prasībām un labas prakses piemēriem citviet Eiropā.

3. PAZEMES ŪDENSOBJEKTU ROBEŽU IZMAIŅAS

3.1. SĀKOTNĒJAIS IZDALĪJUMS

Pazemes ūdensobjektu izdalīšanai tika izmantoti sekojoši pamatprincipi un darba soļi:

1. datu priekšapstrāde un kvalitātes kontrole;
2. ūdens nesējslāņa identificēšanas Ūdens struktūrdirektīvas izpratnē;
3. sākotnējā PŪO izdalīšana (balstoties uz nesējslāņu izplatības robežām un esošo hidroģeoloģiskā griezuma stratifikāciju);
4. PŪO robežu precizēšana un grupēšana (balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm un ūdens ķīmisko sastāvu, kā arī turpmākās apsaimniekošanas iespējām).

Detalizēta izdalīšanas metodika un datu priekšapstrāde, kā arī atsauces uz literatūras avotiem ir aprakstītas 3. ziņojumā "Pazemes ūdensobjektu izdalīšanas metodika".

Sākotnējo sešpadsmit PŪO vietā pašreiz ir izdalīti 22 PŪO. To iedalījums vertikālā griezumā tika veikts galvenokārt balstoties uz pastāvošo hidroģeoloģiskā griezuma stratifikāciju¹:

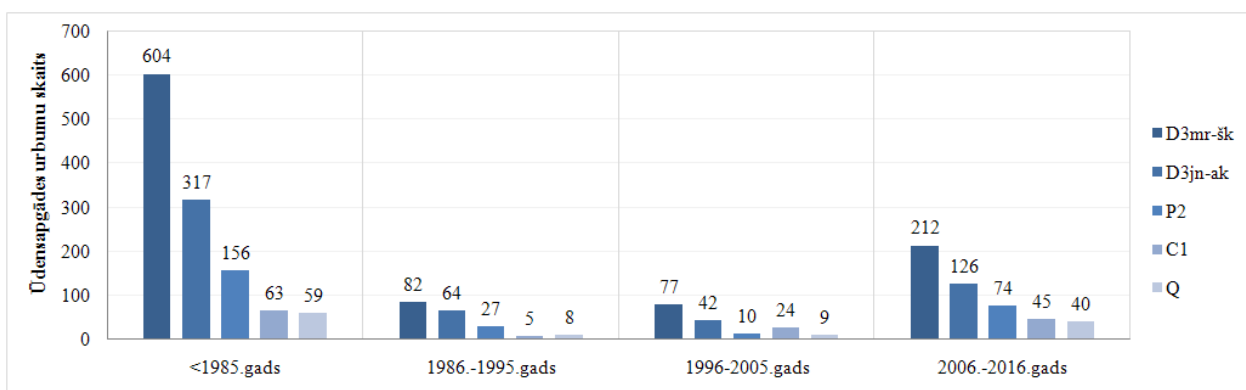
1. tika apvienoti visi ūdens nesējslāņi no zemes virsmas līdz Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksam (to neieskaitot) Latvijas dienvidrietumu daļā, kā tas tika darīts jau sākotnējā PŪO izdalīšanā (DANCEE, 2004a), apvienojot Famenas ūdens horizontu kompleksu un Apakškarbona (C_1), Augšperma (P_2), Apakštriasa (T_1), Vidusjuras (J_2) un Kwartāra (Q) ūdens nesējslāņus;
2. tika izdalīts Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu komplekss un to pārklājošais Kwartāra (Q) ūdens nesējslānis;
3. tika izdalīts Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu komplekss un to pārklājošais Kwartāra (Q) ūdens nesējslānis;
4. tika saglabātas Ziemeļvidzemē izdalītā PŪO P robežās, kas apvieno Pērnavas-Ķemeru ūdens horizontus un iegul zem Narvas reģionālā sprosts slāņa.
5. Tika saglabātas PŪO Q robežās kvartāra smilšu nogulumos.

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

Lai izdalītu PŪO, sākotnēji tika veikta apjomīga datu atlase un priekšapstrāde katrā no iepriekš aprakstītajiem pieciem vertikālajiem sadalījumiem, kas sīkāk aprakstīta 1.Ziņojumā "Pazemes ūdensobjektu izdalīšanas metodika".

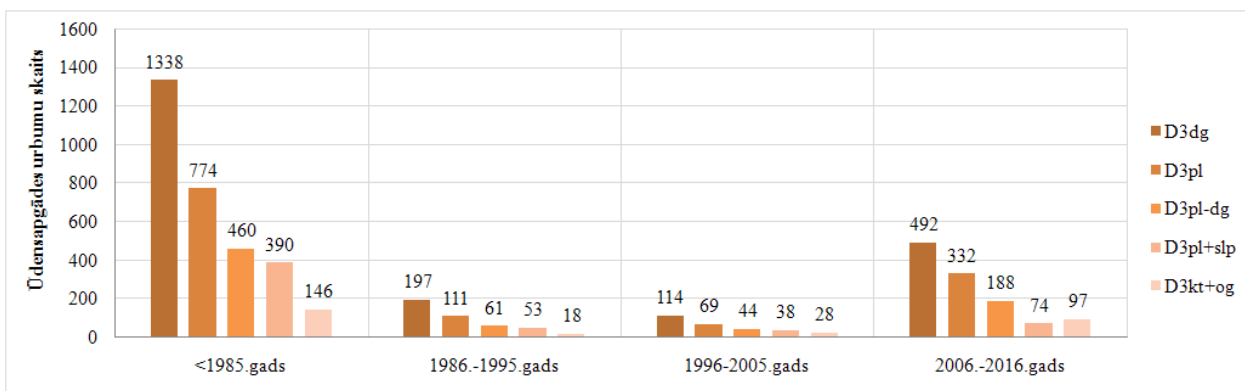
Sākotnēji tika analizēts reprezentatīvākajos ūdens nesējslāņos esošo ūdensapgādes urbumu skaits un novietojums plānā, lai spriestu par reģioniem, kuros dominē konkrētu ūdens nesējslāņu izmantošana. Netika ņemti vērā urbumi, kuri ir likvidēti (tamponēti), nav atrodami dabā vai nav darba kārtībā, jo tie nereprezentē pašreizējo izmantošanu.

Piemēram, Famenas izplatības apgabalā no Kvartāra (Q) līdz Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) svītas ūdens vāji caurlaidīgo nogulumiežu slānim VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" datubāzē "URBUMI" pieejama informācija par vairāk nekā 2000 ūdensapgādes urbumiem (neskaitot tamponētos urbumus). Lielākais ūdensapgādes urbumuskaits ierīkots Mūru-Šķerveļa ($D_{3mr-šk}$) (40%) un Jonišķu-Akmenes (D_{3jn-ak}) (23%) ūdens horizontu kompleksos, tiem seko Augšperma (P_2) (11%), Apakškarbona (C_1) (6%) un Kvartāra (Q) (5%) ūdens horizonti. Pārējo ūdens nesējslāņu izmantošana sastāda ~15% un tie atsevišķi netika aprakstīti.



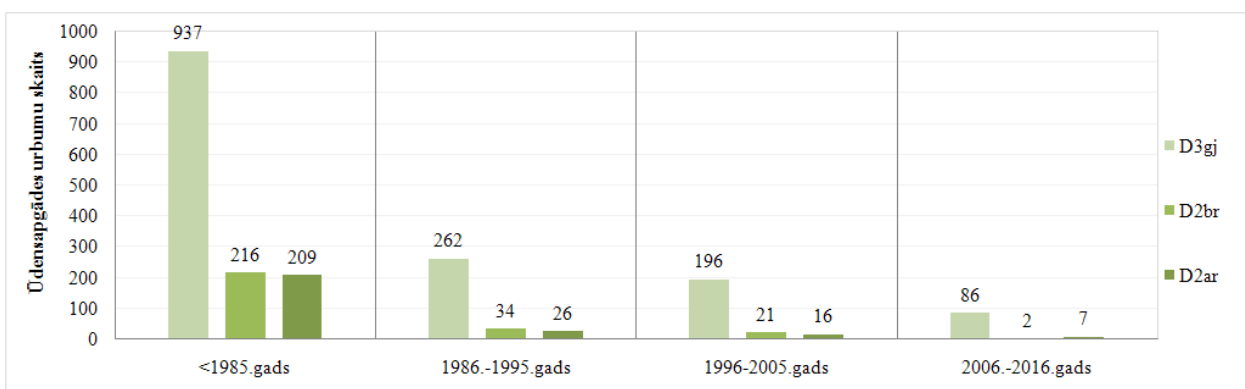
3.attēls. Ūdensapgādes urbumu skaita sadalījums pēc ierīkošanas gada un ekspluatējamā ūdens nesējslāņa Famenas izplatības apgabalā

Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksā un pārsedzošajos Kvartāra (Q) nogulumos pieejama informācija par vairāk nekā 5000 ūdensapgādes urbumiem (neskaitot tamponētos urbumus). No tiem lielākais ūdensapgādes urbumu skaits ierīkots Daugavas (D_{3dg}) ūdens horizontā (40%), kam seko Pļaviņu (D_{3pl}) (23%) ūdens horizonts, apvienotie Pļaviņu-Daugavas (D_{3pl-dg}) (14%), Pļaviņu-Salaspils ($D_{3pl+slp}$) (10%) un Katlešu-Ogres (D_{3kt+og}) (5%) ūdens horizontu kompleksi. Pārējo ūdens nesējslāņu izmantošana sastāda ~13% un tie atsevišķi netika aprakstīti.



4.attēls. Ūdensapgādes urbumu skaita sadalījums pēc ierīkošanas gada un ekspluatējamā ūdens nesējslāņa Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā

Arukilas-Amatas (D_{2ar} - D_{3am}) ūdens horizontu kompleksā un pārsedzošajā Kvartāra (Q) ūdens horizontu kompleksā pieejama informācija par vairāk nekā 2000 ūdensapgādes urbumiem (neskaitot tamponētos urbumus). No tiem lielākais ūdensapgādes urbumu skaits ierīkots Gaujas (D_{3gj}) ūdens horizontā (60%), tam seko Burtnieku (D_{2br}) (10%) un Arukilas (D_{2ar}) (10%) ūdens horizonti. Pārējo ūdens nesējslāņu izmantošana sastāda ~20% un tie atsevišķi netika aprakstīti.



5.attēls. Ūdensapgādes urbumu skaita sadalījums pēc ierīkošanas gada un ekspluatējamā ūdens nesējslāņa Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

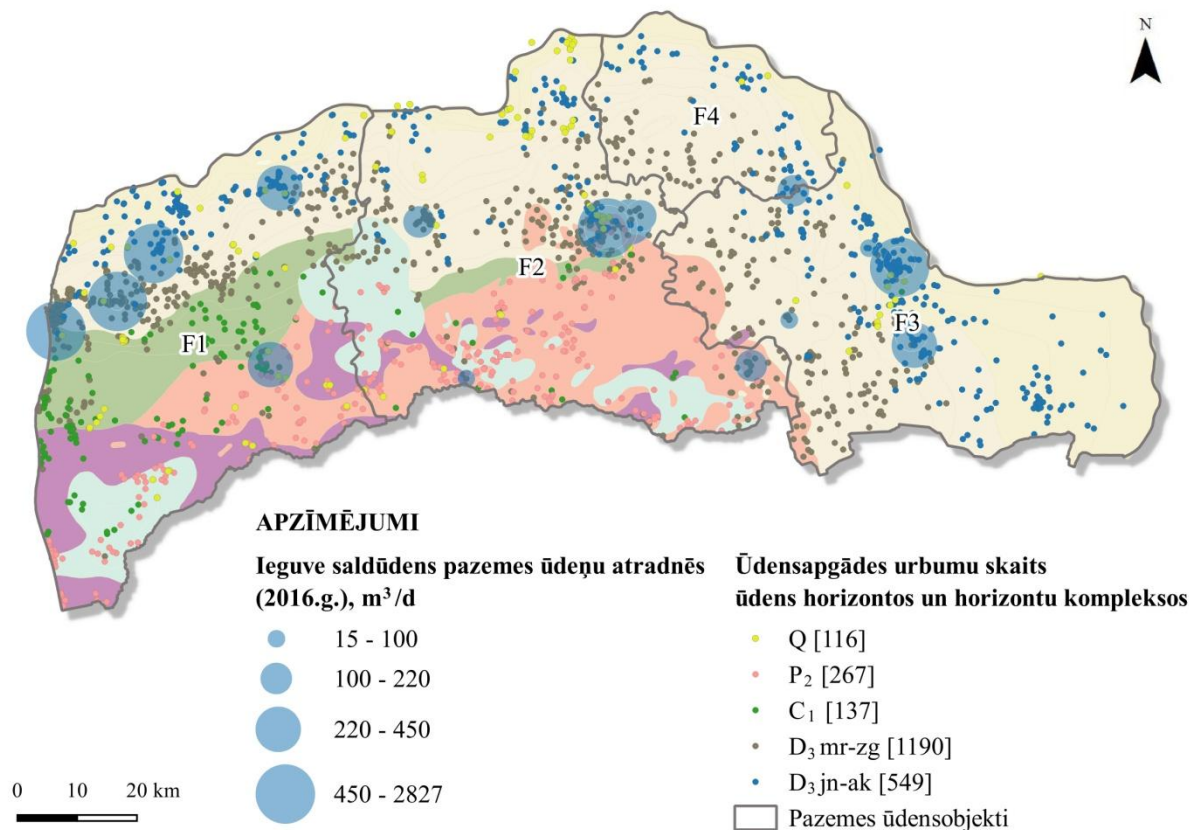
Analizējot ierīkoto urbumu skaitu konkrētos ūdens horizontos pa gadiem, var gūt priekšstatu par strukturālām izmaiņām laika griezumā, t.i. vai nav mainījusies ūdensapgādē biežāk izmantoto ūdens nesējslāņu nozīme. Piemēram, aplūkojot 3.attēlu, var secināt, ka laika posmā pēc 1985.gada būtiski samazinājies no jauna ierīkoto ūdensapgādes urbumu skaits Mūru-Šķerveļa ($D_{3mr-šk}$) ūdens horizontu kompleksā. Tas galvenokārt skaidrojams ar strauju ūdens kvalitātes pasliktināšanos Mūru-Žagares ($D_{3mr-žg}$) ūdens horizontu kompleksā Liepājas pilsētas apkārtnē, attīstoties jūras ūdeņu intrūzijai 1960-to gadu sākumā. Tomēr ūdensapgādē dominējošo ūdens horizontu relatīvais sadalījums laika posmā no 1986.gada līdz mūsdienām nav mainījies, kas ir sava veida rādītājs tam, ka nav notikušas būtiskas izmaiņas ūdens kvalitātē vai daudzumā.

Kopumā ierīkoto ūdensapgādes urbumu skaits pieaug pēdējā desmitgadē, kas galvenokārt skaidrojams ar pieejamo Eiropas finansējumu ūdensapgādes urbumu ierīkošanai.

Samērā līdzīga situācija novērojama arī dziļāk iegulošajā Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksā. Dominējošo ūdensapgādē izmantojamo ūdens nesējslāņu struktūra būtiski nav mainījies. Pēdējā desmitgadē retāk urbumi tiek ierīkoti Pļaviņu-Salaspils ($D_{3pl+slp}$) apvienotajā ūdens horizontu kompleksā, kas varētu būt saistīts ar paaugstinātu sulfātjonu saturu ūdenī ģipšu šķīšanas rezultātā. Tomēr dažos reģionos šie nesējslāņi ir ekonomiski izdevīgākais risinājums ūdensapgādē, tāpēc to joprojām izmanto.

Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu kompleksa dominējošā nozīme pašreiz ir reģionos, kur tas ir tuvākais ūdensapgādē izmantojamai horizontu komplekss uzreiz aiz Kvartāra(Q) nogulumiem. Tādēļ arī ierīkoto urbumu skaits šajā horizontu kompleksā pēdējā desmitgadē nav ievērojams, jo ir pieejami līdzvērtīga sastāva dzeramie ūdeņi zemes virsai tuvākos slāņos. Tomēr šī horizonta kompleksa potenciāls ir liels un pieejamie ūdens apjomi ir ievērojami, izņemot Latvijas centrālo daļu un DR daļu, kur sastopami paaugstinātas mineralizācijas ūdeņi.

Urbumu telpiskais sadalījums apstiprina, ka ūdensapgādē primāri izmanto tos ūdens horizontus, kas atrodas tuvāk zemes virspusei, jo tas saistīts ar zemākām urbuma ierīkošanas izmaksām. To vizuāli apstiprina arī Famenas piemērs (5.attēls). Vietās, kur ūdens kvalitāte neatbilst dzeramā ūdens kvalitātes prasībām (lielākoties pārsniegtas hlorīdjonu vai sulfātjonu robežvērtības) un kvantitāte nav pietiekoša (piemēram, pilsētu ūdensapgāde vai ražošanas uzņēmumi), izmanto dziļāk iegulošos ūdens horizontus. Jāatzīmē, ka Kvartāra (Q) pazemes ūdeņus plaši izmanto individuālajā ūdensapgādē, bet ierīkotos ūdensapgādes urbumus, spices un akas reti reģistrē datubāzē "URBUMI", tādēļ Kvartārā ierīkoto ūdensapgādes urbumu skaits pētāmajā teritorijā noteikti ir lielāks.



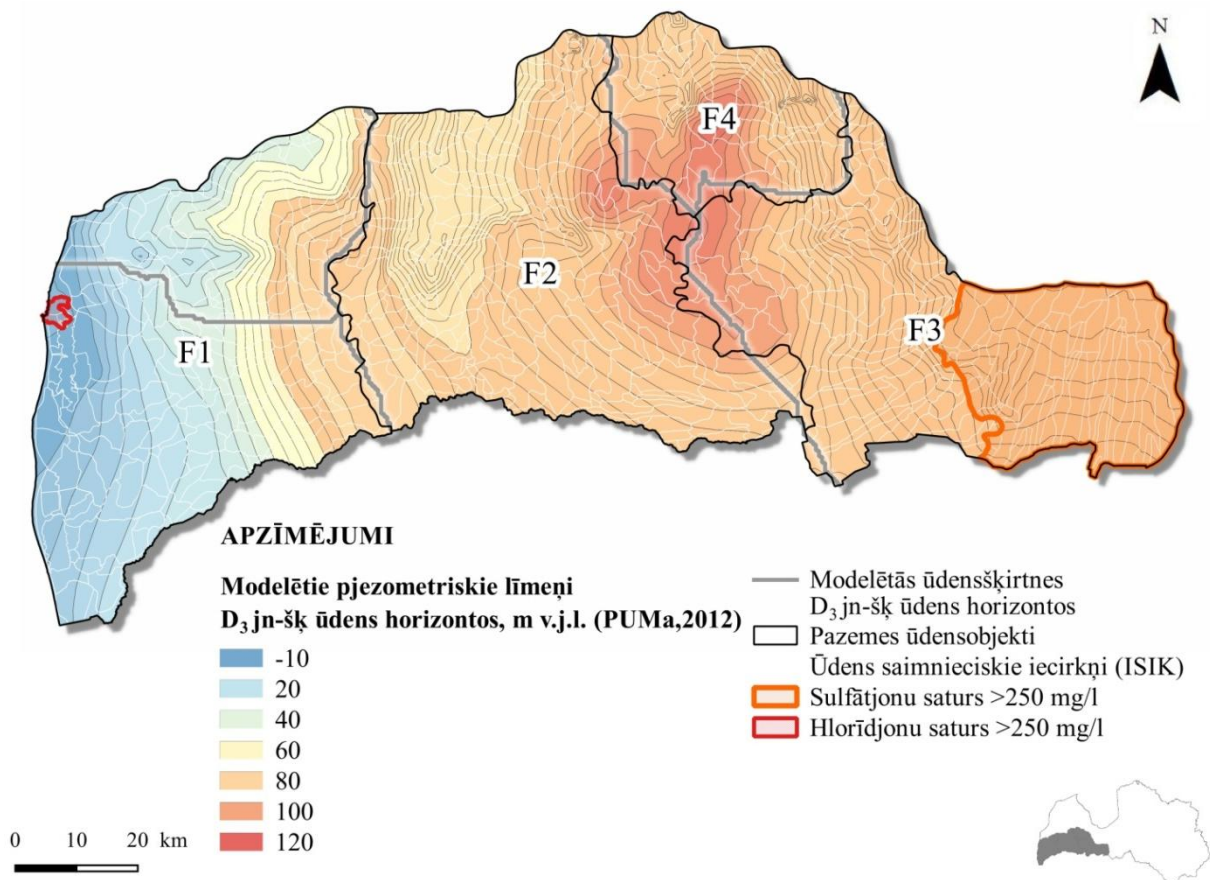
5.attēls. Ūdensapgādes urbumi un saldūdens pazemes ūdeņu atradnēs Famenas ūdens horizontu kompleksa izplatības apgabalā

3.2. GALVENĀS IZMAIŅAS UN TO PAMATOJUMS

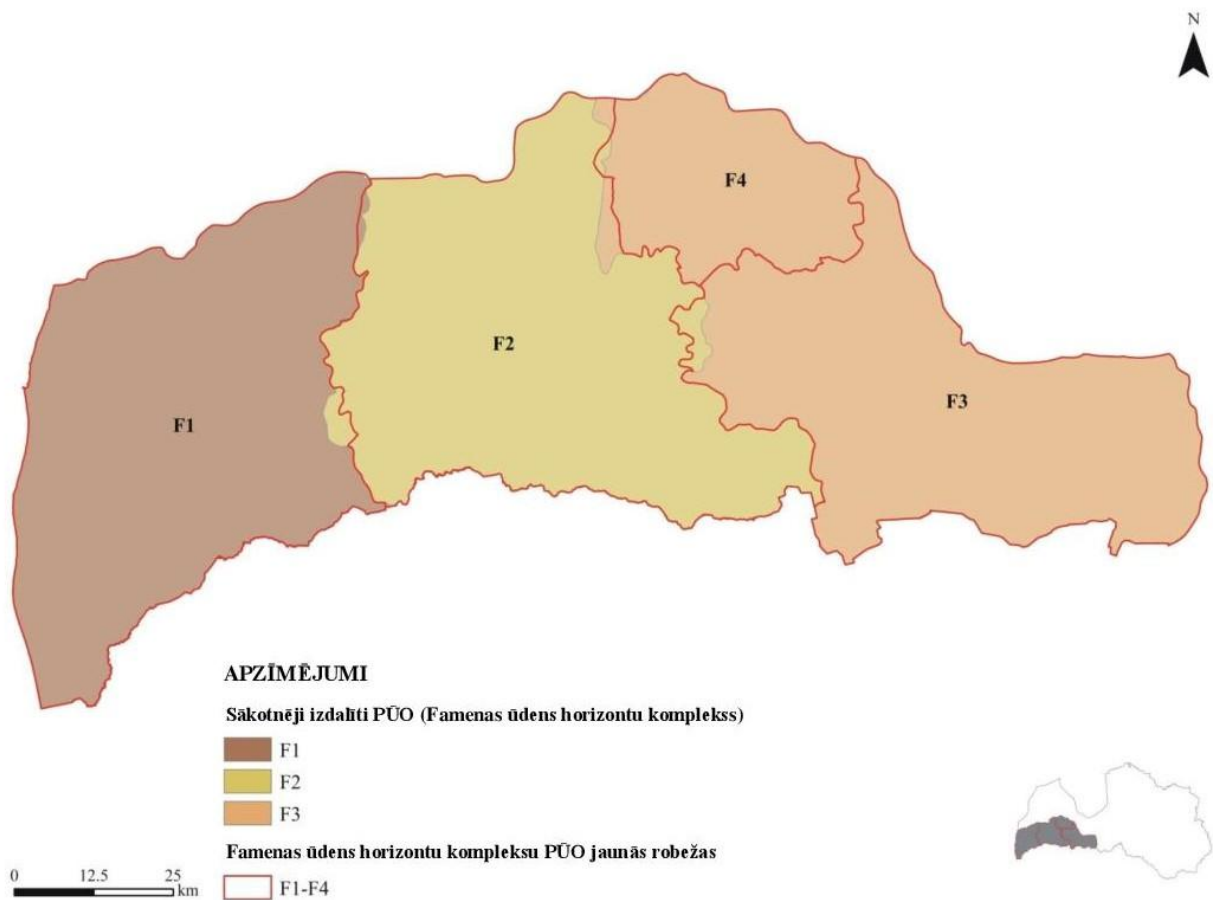
Pazemes ūdensobjektu sākotnējais izdalījums tika veikts, balstoties uz identificētajām pazemes ūdensšķirtnēm, ūdens horizontos vai horizontu kompleksos. Tika izmantoti modelētie pazemes ūdens līmeņi (Virbulis et al., 2012; Virbulis et al., 2013), jo tie aptver visu Baltijas artēzisko baseinu (tajā skaitā Lietuvu, Igauniju, daļu Baltkrievijas un Krievijas) un lielākā daļa Latvijas PŪO ir pārrobežu objekti, kā arī izdalītais PŪO P ietver Ķemeru-Pērnavas ūdens horizontus, kas LAMO modelī nav pārstāvēti vai ir kā robežnosacījumi ar vienādu biezumu visā izplatības rajonā. Pazemes ūdensšķirtnes tika izdalītas balstoties uz modelētajiem ūdens līmeņiem apvienotajos ūdens horizontu kompleksos un arī viena ūdens nesējslāņa ietvaros atkarībā no modeļa shematizācijas (Virbulis et al., 2012). Tika salīdzināts modelēto ūdensšķirtņu novietojums dažādos ūdens horizontos, kas veido iepriekš minēto ūdens horizontu apvienojumu, ņemot vērā ūdens horizontu izplatības robežas. Pazemes ūdensobjektu robežas tika vilktas pa modelēto ūdensšķirtņu tuvumā esošo Ūdens saimniecisko iecirkņu robežām. Tas tika darīts, lai atvieglotu

turpmāko PŪO apsaimniekošanas procesu un, piemēram, virszemes-pazemes sasaistes modelēšanu vismaz tās sākumposmā.

Vienas no mazākajām izmaiņām skāra iepriekš izdalītos Famenas apgabala PŪO (6.attēls un 7.attēls). Ņemot vērā faktu, ka šie ir zemes virsmai vistuvākie un tādēļ ūdensapgādē biežāk izmantotie ūdens nesējslāņi Latvijas dienvidrietumu daļā, tad pieejamo datu apjoms bija pietiekošs jau sākotnējā PŪO izdalīšanas posmā (DANCEE, 2004a). Attiecīgi PŪO F1 un F2 robežas ir mainījušās minimāli un tie saglabā tos pašus nosaukumus. Sākotnējais PŪO F3 tika sadalīts divos PŪO F3 un F4 balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm, kas viennozīmīgi nodala šos pazemes ūdensobjektus (6.attēls). Tāpat ir būtiski nodalīt PŪO F3 un F4, jo uz tiem var attiekties atšķirīgas intensitātes piesārņojošās slodzes. Jau pašreiz ir identificēts, ka PŪO F1, F2 un F4 dominējošais zemes lietojuma veids ir līdzcīgs, bet PŪO F3 50% no teritorijas aizņem aramzemes. Pašreiz visos četros izdalītajos PŪO ietilpst gan kvalitātes, gan kvantitātes novērojumu stacijas. Sīkāks raksturojums par katru izdalīto PŪO atrodams 4. ziņojumā "Pazemes ūdensobjektu raksturojums".



6.attēls. Modelētie pjezometriskie līmeņi Jonišķu-Šķerveļa (D₃jn-šķ) ūdens horizontu kompleksā Famenas ūdens horizontu kompleksa izplatības areālā



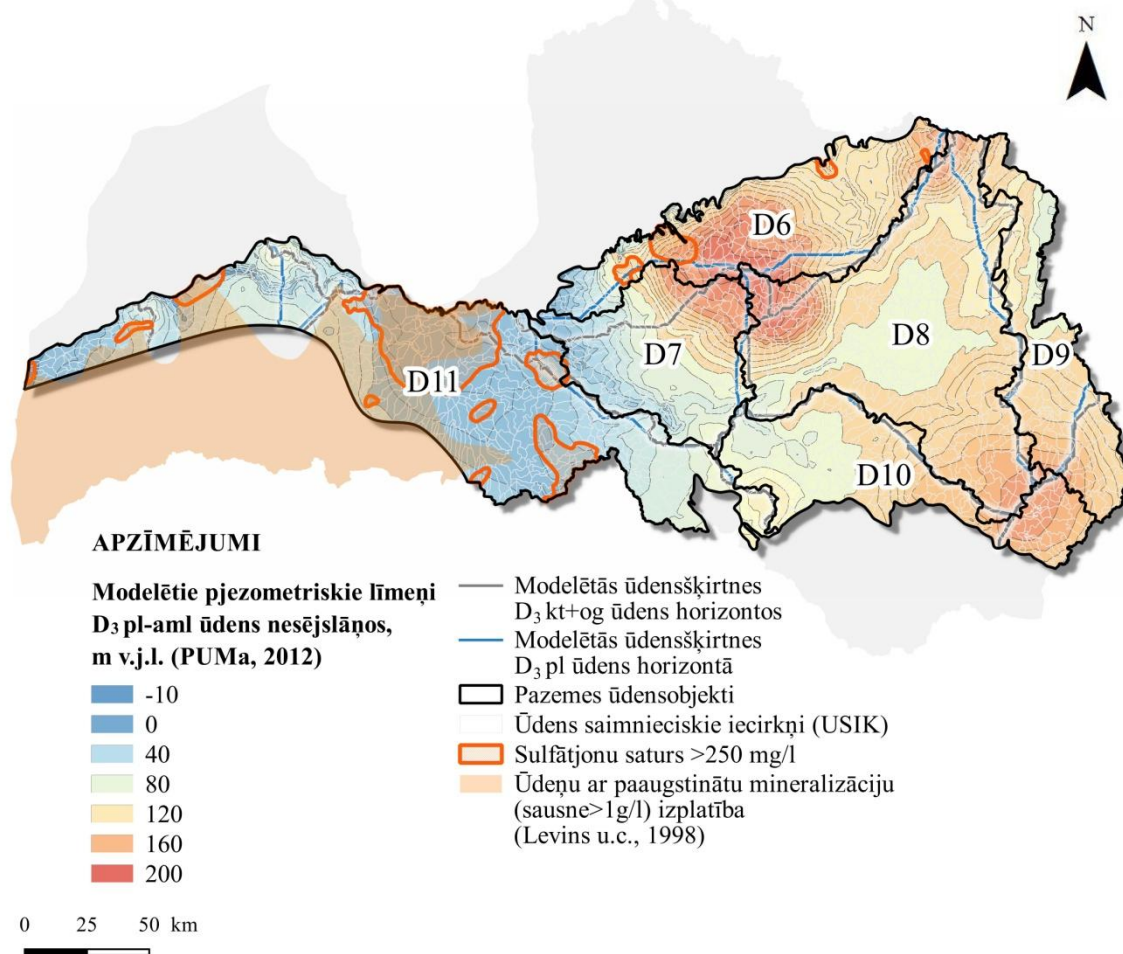
7.attēls. Sākotnējo un jaunizdalīto pazemes ūdensobjektu robežas Famenas ūdens horizontu kompleksu izplatības areālā

Jāvērš uzmanība, ka PŪO F1 objektā, Liepājas apkārtnē ir identificēta vēsturiskā jūras ūdeņu intrūzija, kas jau pašreiz ir noteikta kā riska PŪO daļa – PŪO F1 Liepāja un teritorija uz dienvidaustrumiem no tās līdz pazemes ūdeņu atradnei Otaņķi. Labas ūdens apsaimniekošanas prakses ietvaros ir jāidentificē precīza jūras ūdeņu intrūzijas ietekmētā teritorija un ietekmes apjoms, lai plānotu vietai piemērotu ūdens resursu apsaimniekošanas pieeju. 2017.gadā atsevišķu pārvaldes uzdevumu deleģēšanas līguma starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju un VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” ietvaros, jūras ūdeņu intrūzijas skartā teritorija tiks noteikta kā atsevišķs riska PŪO ar konkrētām robežām vertikālā un horizontālā virzienā. Rezultātā, pašreiz jaunizdalītajiem četriem PŪO F1, F2, F3 un F4 2018.gada ietvaros tiks pievienots riska pazemes ūdensobjekts F5.

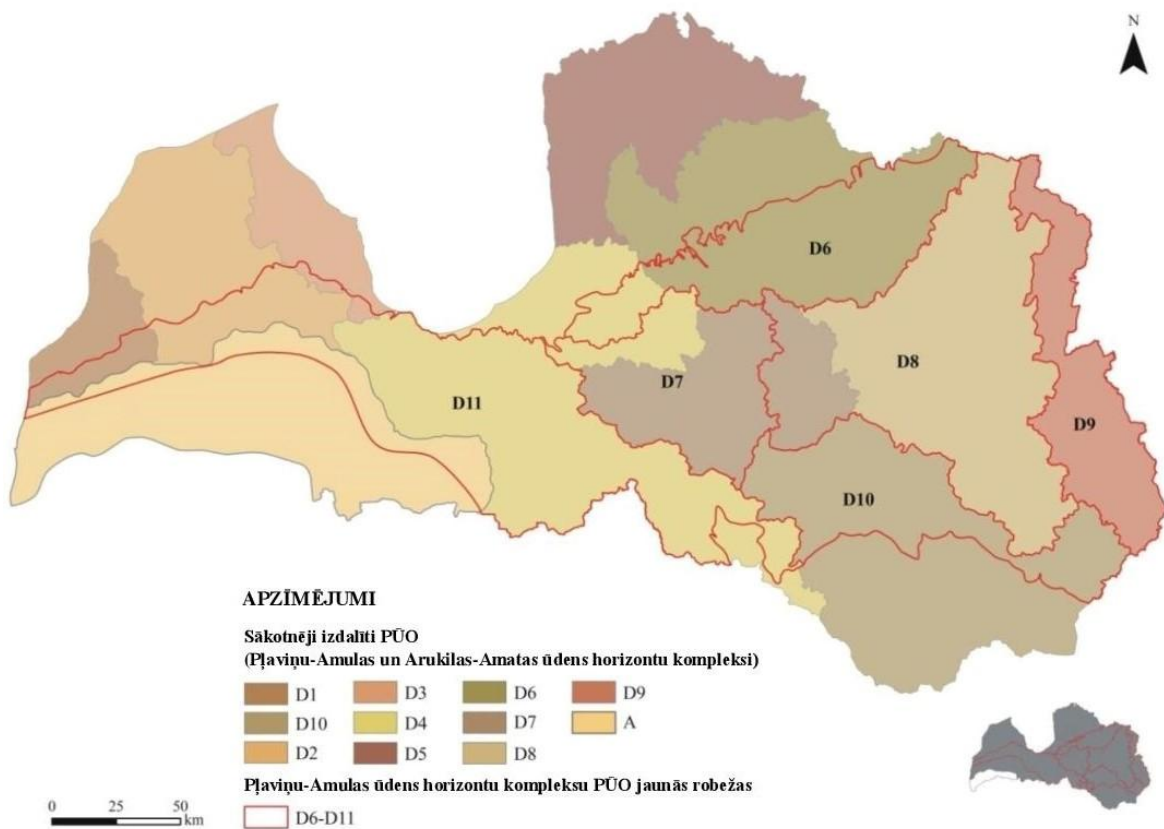
Ievērojamas izmaiņas ir notikušas sākotnēji izdalīto PŪO D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9 un D10 un PŪO A robežās (8.attēls un 9.attēls). Galvenokārt izmaiņas ir skārušas tieši vertikālo sadalījumu, t.i. iepriekš kopā apvienotie Pļaviņu-Amulas (*D_{3pl-aml}*) un Arukilas-

Amatas

(D_{2ar} - D_{3am}) ūdens horizontu kompleksi tagad izdalīti atsevišķi. Sākotnējā D9 objekta robežas horizontālā plaknē netika mainītas un tas saglabājis to pašu nosaukumu, bet tagad tajā ietilpst tikai Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksa un pārsedzošo Kvartāra (Q) nogulumu pazemes ūdeņi. Robežas netika mainītas ņemot vērā modelēto ūdensšķirtņu novietojumu (8.attēls) un faktu, ka modeļa galējās robežas ir samērā tuvu PŪO D9 un modelī izmantoto datu apjoms par kaimiņvalstīm Krieviju un Baltkrieviju bija ierobežots.



8.attēls. Modelētie pjezometriskie līmeņi Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksa izplatības areālā



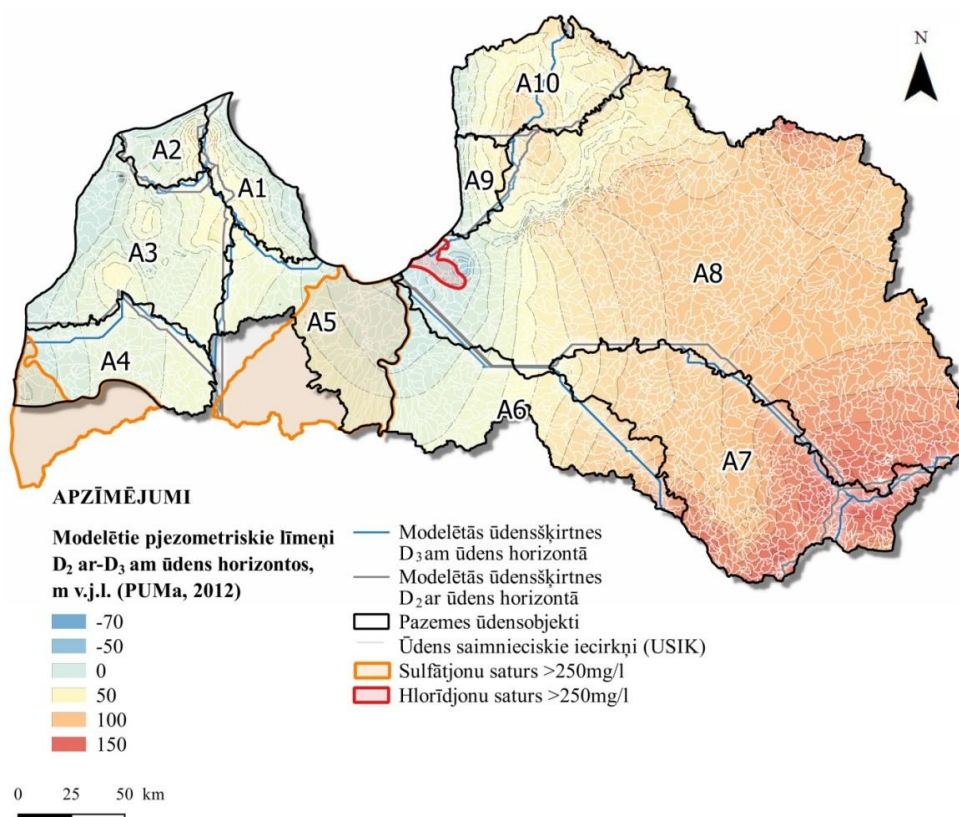
9.attēls. Sākotnējo un jaunizdalīto pazemes ūdensobjektu robežas Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksa izplatības areālā

PŪO D8 robežas horizontālā plaknē galvenokārt mainījušās objekta rietumu daļā un tas ir kļuvis lielāks, bet vertikālā griezumā, tāpat kā pārējie objekti, tas vairs neiekļauj Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu kompleksu. PŪO D6 ziemeļu daļa un PŪO D10 dienvidu daļa tagad sakrīt ar Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksa izplatības robežām. D7 PŪO robežas galvenokārt tika identificētas balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm un ņemot vērā sulfātu tipa ūdeņu izplatību, t.i. paaugstināta sulfātu satura zonas tika iekļautas PŪO D6.

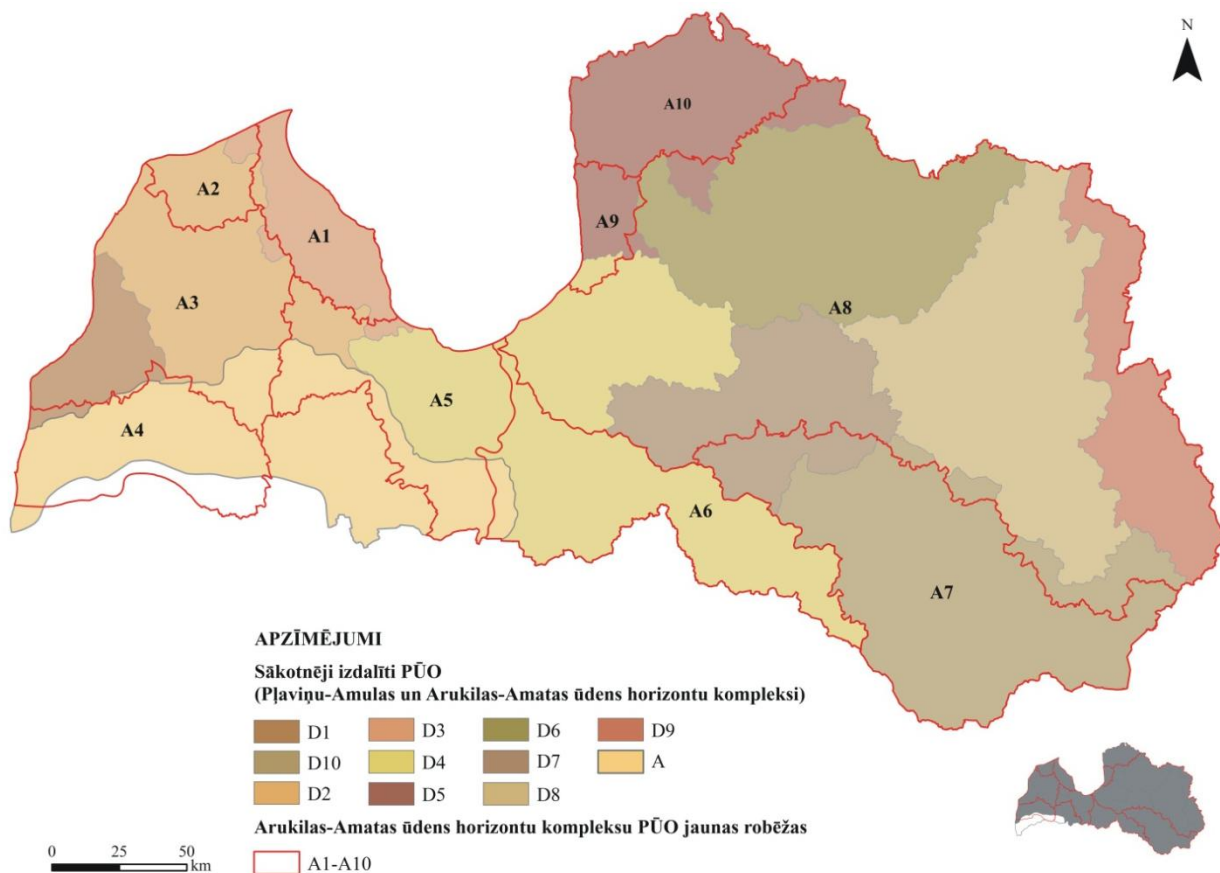
PŪO D11 sevī ietver ievērojamas paaugstinātas mineralizācijas sulfātu tipa saldūdeņu un iesālūdeņu zonas. Tas iepriekš veidoja daļu PŪO D4 un PŪO A. Jaunizdalītajā PŪO D11 kopumā sastopami zemākas kvalitātes pazemes ūdeņi, tomēr to plaši izmanto Latvijas centrālajā daļā un tā nozīme ūdensapgādē pieaug šaurā zonā ziemeļu virzienā no Famenas ūdens horizontu kompleksa izplatības apgabala. PŪO D11 dienvidu daļas robeža ir vilkta balstoties uz paaugstinātas mineralizācijas ūdeņu izplatību, kā arī ņemot vērā pazemes ūdeņu atradņu un ūdensapgādes urbumu novietojumu, attiecīgi uz dienvidiem no novilktais robežas Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksu gandrīz neizmanto ūdensapgādē. PŪO D11 tika identificētas divas ūdensšķirtnes, kas ļautu sadalīt tā šaurāko daļu Latvijas R daļā divos mazākos

PŪO. Tomēr tika nolemts šos divus PŪO pašreiz neizdalīt samērā mazās ūdensapgādes nozīmes dēļ, kā arī tas nebūtu racionāli no apsaimniekošanas viedokļa, jo zonā esošais kvalitātes monitoringa tīkls galvenokārt sastāv no monitoringa avotiem, kuru sateces baseins nav apzināts un veidošanās apstākļi nav viennozīmīgi. Nākotnē identificējot negatīvas ūdens kvalitātes vai kvantitātes izmaiņu tendences, pieaugot zonas nozīmei ūdensapgādē vai reprezentatīvu monitoringu staciju skaitam, PŪO D11 var viegli sadalīt 3 dažādos PŪO izmantojot jau identificētās ūdensšķirtnes (8.attēls). Rezultātā ir izdalīti seši PŪO Pļaviņu-Amulas ($D_{3pl-aml}$) ūdens horizontu kompleksā, no kuriem tikai vienā PŪO D9 nav nevienas monitoringa stacijas. Jāatzīmē, ka arī iepriekš šajā objektā nebija nevienas monitoringa stacijas.

Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu kompleksā un tā pārsedzošajos Kvartāra (Q) nogulumos izdalīti kopumā desmit PŪO – A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 un A10 (10.attēls un 11.attēls). Daļās, kuras neatsedzas uzreiz zem Kvartāra nogulumiem, ir samērā ierobežots pieejamo datu apjoms un tas atspoguļojas arī modelēšanas rezultātos (8.attēls). Šo PŪO robežu identificēšanā liela nozīme tika veltīta ūdensapgādes urbumu un pazemes ūdeņu atradņu novietojumam (attiecīgi nozīmei ūdensapgādē), kā arī ūdens ķīmiskā sastāva atbilstībai dzeramā ūdens kvalitātes prasībām.



10.attēls. Modelētie piezometriskie līmeņi Arukilas-Amatas ($D_{2ar-D_{3am}}$) ūdens horizontu kompleksa izplatības areālā



11.attēls. Sākotnējo un jaunizdalīto pazemes ūdensobjektu robežas Arukilas-Amatas (D_{2ar} - D_{3am}) ūdens horizontu kompleksa izplatības areālā

Vismazākās izmaiņas skārušas sākotnējo PŪO D3, kas tagad ir PŪO A1. Tā robežas horizontālā mērogā precizētas pēc modelētajām pazemes ūdensšķirtnēm (10.attēls), bet vertikālā griezumā tas reprezentē galvenokārt Arukilas-Amatas (D_{2ar} - D_{3am}) ūdens horizontu kompleksa pazemes ūdeņus, mazākā mērā Kvartāra (Q) pazemes ūdeņus.

Jaunizdalīto PŪO A3 veido daļas no sākotnēji izdalītajiem PŪO D1, D2 un A. Papildus tika izdalīts arī PŪO A2, jo dominējošais zemes lietojuma veids reprezentē galvenokārt tikai mežu platības, tomēr šajā PŪO pašreiz neietilpst neviena monitoringa stacija. Jaunizdalītie PŪO A10 un A9 galvenokārt sastāv no sākotnēji izdalītā PŪO D5, mazākā mērā no D6 un D4. Nākotnē, nosakot fona vērtības PŪO robežās, kā arī analizējot tendences monitoringa stacijās un pazemes ūdeņu atradnēs, var apsvērt iespēju apvienot PŪO A10 un A9, tomēr, ņemot vērā, ka šajos PŪO ietilpst arī Kvartāra (Q) pazemes ūdeņi, pašreiz tika nolemts objektus nodalīt balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm. Kaut arī PŪO A9 neietilpst neviena monitoringa stacija, tajā atrodas pazemes ūdeņu atradnes, kurās katru gadu ir jāveic kvalitātes un kvantitātes monitorings.

PŪO A4 un A5 izdalīšanā tika ņemta vērā paaugstinātas mineralizācijas sulfāta tipa ūdeņu izplatība. PŪO A4 ziemeļu un austrumu robežas tika noteiktas, balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm. Dienvidaustrumu robeža tika noteikta balstoties uz interpolēto sulfātjonu saturu (apgabals ar sulfātjonu saturu > 250 mg/l) un dienvidrietumu robeža – balstoties uz ūdensapgādes nozīmi un esošajām pazemes ūdeņu atradnēm, kā arī monitoringa stacijām, t.i. dienvidrietumu daļa tika paplašināta ietverot arī sulfāta tipa ūdeņus, lai apsaimniekotu un kontrolētu ūdensapgādē plaši izmantojamu teritoriju Liepājas pilsētas apkārtnē.

PŪO A5 robeža austrumu daļā tika noteikta balstoties uz interpolēto sulfātjonu saturu (apgabals ar sulfātjonu saturu >250 mg/l), bet ziemeļu un ziemeļaustrumu daļā – balstoties uz modelētajām pazemes ūdensšķirtnēm. Ņemot vērā augsto sulfātjonu saturu un mazo nozīmi ūdensapgādē, PŪO A5 pārējās robežas tika noteiktas pēc reģioniem, kuros Arukilas-Amatas (D_{2ar} - D_{3am}) ūdens horizontu komplekss vēl tiek izmantots ūdensapgādē vai tam ir izmantošanas potenciāls. Attiecīgi PŪO A5 iekļauti arī zemākas kvalitātes pazemes ūdeņi zonās, kur tā izmantošana ir aktīva un tajā netika iekļauti apgabali, kuros ir zemas kvalitātes pazemes ūdeņi un tie netiek izmantoti.

PŪO D6 robeža objekta rietumu daļā balstās uz interpolēto sulfātjonu saturu, bet pārējā apgabalā tika noteikta pa Lielupes upju baseinu apgabala robežām, lai atvieglotu turpmāko apsaimniekošanu. PŪO A7 un A8 nošķirošā un modelētā pazemes ūdensšķirtne nav viennozīmīga, tomēr tā tika izdalīta, balstoties uz ievērojamo ūdensapgādes urbumu skaitu PŪO A7.

PŪO A8 netika identificētas ticamas pazemes ūdensšķirtnes un tā nozīme ūdensapgādē kopumā ir mazāka nekā citiem izdalītajiem PŪO, izņemot objekta ziemeļrietumu un ziemeļu daļu. Tomēr šai zonai ir ievērojams potenciāls un tā pašreiz tiks apsaimniekota kā vienots veselums, bet attīstoties zināšanu bāzei un ierīkojot jaunas monitoringa stacijas, iespējams, šo objektu sadalīt mazākos PŪO.

PŪO Q un P robežas netika mainītas, jo pašreiz nav pieejams pietiekošs datu apjoms, lai veiktu izmaiņas, balstoties uz ūdens sastāvu vai pazemes ūdensšķirtnēm. Piemēram, PŪO P ierīkoto urbumu skaits nav ievērojami palielinājies ūdens nesējslāņa lielā ieguluma dziļuma dēļ. Maz ticams, ka nākotnē tiks ierīkoti daudz jauni urbumi, jo pietiekoša apjoma un labas kvalitātes saldūdeņi pieejami arī mazākā ieguluma dziļumā (ekonomisks apsvēruma) virs Pērnavas (D_{2pr}) ūdens horizonta, kā arī tiks ierīkoti jauni urbumi vietās, kur ir paredzama iesāļūdeņu zonas

atrašānās (pašreiz nav zināma precīza saldūdeņu-iesāļūdeņu pārejas zonas). Attiecīgi tika saglabātas P objekta robežas.

PŪO Q robežu precizēšana pašreiz nav iespējama, jo ir jāveic apjomīga datu analīze, kuras lielāko daļu sastādītu pazemes ūdens atradņu „Baltezers”, „Baltezers I” un „Baltezers II” datu interpretācija. Pašreiz monitoringa dati tiek iesūtīti tādā veidā, ka nav iespējams identificēt kvalitātes un kvantitātes tendences konkrētos urbumos, kā arī atsevišķās ūdens ieguves vietās, un attiecīgi nav iespējams novērtēt arī mākslīgās papildināšanas ietekmi. Tādēļ arī PŪO Q robežas netika mainītas, jo tam nebija pamatojuma, balstoties uz esošo zināšanu bāzi.

KOPSAVILKUMS

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas pasūtījuma (Iepirkuma līguma Nr.IL/91/2017) ietvaros VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” precizēja sākotnējo 16 PŪO robežas vertikālā un horizontālā mērogā. Rezultātā tika izdalīti 22 jauni PŪO, kas kalpos kā ziņošanas vienības nākamo upju baseinu apsaimniekošanas plānu ietvaros 2022-2027.gadam. Galvenās izmaiņas attiecībā pret sākotnējo izdalījumu ir ūdens kvalitātes (sastāva) iekļaušana PŪO izdalīšanas procesā, ņemot vērā, ka Ūdens Struktūrdirektīvas (turpmāk – ŪSD) mērķa grupa ir pazemes ūdeņi, kuri tiek/potenciāli varētu tikt izmantoti ūdens apgādes nodrošināšanā. Attiecīgi, ŪSD ietvaros PŪO var netikt izdalīti vietās, kur ūdens kvalitāte neatbilst dzeramā ūdens kvalitātes prasībām, pazemes ūdeņi netiek izmantoti ūdensapgādē un nav racionāli tos izmantot ūdensapgādes nodrošināšanai arī nākotnē (dārga attīrīšana, ir pieejami labākas kvalitātes, pietiekoša apjoma pazemes ūdeņi zemes virsai tuvāk iegulošos slāņos).

Robežu precizēšanā tika izmantoti VSIA “LVĢMC” uzturēto datu bāzu “Urbumi” un “AGŪNS” datu kopas, kā arī Latvijas Universitātes izstrādātā hidroģeoloģiskā modeļa rezultāti-modelētie pjezometriskie līmeņi. PŪO robežu izdalīšanas principi ir līdzvērtīgi tiem kritērijiem, kas izmantoti sākotnējā PŪO izdalījumā, tomēr tika iekļauti papildus kritēriji saskaņā ar jaunākajām ŪSD ziņošanas prasībām. Vispārīgi izdalīšanas kritēriji var tikt sarindoti secīgi: ūdens nesējslāņa jeb horizonta/horizontu kompleksa identificēšana saskaņā ar ŪSD prasībām, vertikālo PŪO robežu identificēšana balstoties uz ūdens horizontu/horizontu kompleksu izmantošanas intensitāti, horizontālo PŪO robežu identificēšana balstoties uz modelētajām ūdensšķirtnēm, sākotnējo PŪO robežu identificēšana un koriģēšana balstoties uz zonām, kas netiek izmantotas ūdensapgādē un nesatur dzeramā ūdens kvalitātes kritērijiem atbilstošus pazemes ūdeņus, un noslēgumā, PŪO izdalīšana ņemot vērā turpmākās apsaimniekošanas iespējas (monitoringa tīklu).

PŪO robežu precizēšana ir iteratīvs process, kas nozīmē, ka pieaugot monitoringa datu kopas lielumam, iegūstot datus par jauniem piesārņojošajiem elementiem, kā arī mainoties vispārējai zināšanu bāzei (informācija par virszemes-pazemes sasaisti, no pazemes ūdeņiem atkarīgām ekosistēmām), ir jāveic robežu pārskatīšana. Attiecīgi PŪO robežu izdalīšanas process ir jāatkārto, iegūstot jaunu un noderīgu informāciju. 22 jauno PŪO robežu izdalīšanai tika izmantoti jaunākie monitoringa rezultāti līdz 2016.gadam, kā arī hidroģeoloģisko modeļu rezultāti, tomēr joprojām nebija iespējas izpildīt pilnīgi visas ŪSD prasības, jo trūka nepieciešamo datu vai tie nebija pieejami izmantojamā formā. Nākotnē būtu Vides aizsardzības

valsts statistikas pārskatu sistēma “Nr.2-Ūdens”, kas satur datus par ūdens ieguves urbumiem un apjomu sākot no 10 m³/d, jo pašlaik tika izmantota pieeja, analizējot datus no pazemes ūdeņu atradnēm un datus par ūdensapgādes urbumu iespējamo izmantošanu. Tāpat nav pieejama ticama informācija par virszemes-pazemes sasaistes intensitāti, jo ŪSD ietvaros ir jāapzina ne tikai vietas, kur šāda sasaiste eksistē (jo tas ietver teju visus PŪO), bet gan jāizveido pieeja šīs sasaistes intensitātes raksturošanai, piemēram, būtiska vai nebūtiska. Tāpat pašreiz nav pieejama jaunākā informācija par slodzēm, piemēram, potenciāli piesārņotās un piesārņotās vietas, kas noteikti būtu jāņem vērā izdalot PŪO. Šī darba ietvaros tika analizēti CORINE Land Cover 2012 dati, tomēr šie dati tieši neatspoguļo slodžu apjomu. Būtu jāņem vērā arī mēslošanas slodzes lauksaimniecības zemēs. Nākamie soļi PŪO precizēšanā būtu gan visas iepriekš minētās darbības, gan arī ūdens sastāva detalizēta analīze, jo ŪSD aspektā ir jāvirzās uz tādu PŪO izdalīšanu, kas sastāva ziņā ir viendabīgi. Šī darba ietvaros lielā mērā tas tika realizēts, apvienojot PŪO zonas ar izteikti atšķirīgu sastāvu (saldūdeņi, ūdeņi ar paaugstinātu mineralizāciju), tomēr šī pieeja ir ļoti vispārināta. Vēl viens būtisks darbs ir saistīts ar riska PŪO izdalīšanu atsevišķos objektos. Tas tiešā mērā ir nepieciešams, lai varētu racionāli apsaimniekot izdalītos PŪO. Pašreiz jau ir identificēti vairāki riska PŪO upju baseinu plānu ietvaros, tomēr šiem objektiem nav atsevišķu robežu. Tāpat ir identificēti arī iespējamie riska PŪO (piemēram, Rīgas depresijas piltuve, Latvijas-Lietuvas pārrobežu zona). Tomēr šo objektu iekļaušanai vai neiekļaušanai turpmākā pazemes ūdeņu apsaimniekošanā ir nepieciešama papildus datu analīze un pētījumi. Noslēgumā būtu veicama arī monitoringa tīkla optimizācija, kas ietver pazemes ūdeņu monitoringa stratēģijas izstrādi un katra monitoringa urbuma klasifikāciju balstoties uz reprezentējošo PŪO, raksturojošajām slodzēm un procesiem, kā arī to tehnisko stāvokli. Realizējot šos darbus būtu iespējams maksimāli uzlabot PŪO izdalīšanas pamatotību, kā arī plānot pasākumus un sastādīt pasākumu programmas vietām, kur pazemes ūdeņu stāvoklis nav apmierinošs vai strauji pasliktinās.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

DANCEE2004. *Transposition and Implementation of the EU WaterFramework 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 2003a. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No.2, Identification of Water Bodies.* Sk. 07.05.2017. Pieejams: <https://circabc.europa.eu/>

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. *Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem.* Latvijas Universitātes realizēts ESF projekts. Pieejams: <http://www.puma.lu.lv>

UBAP 2009. *1.perioda Upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plāni 2009.-2015.g.* VSIA "Latvijas Vides, Ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs". Sk. 12.06.2017. Pieejams: <https://www.meteo.lv/>

Ward, R. 2012. 2nd Workshop on groundwater bodies. Berlin 15/16 December 2011. Pieejams: <https://www.bgr.bund.de/>