

Rīgas Tehniskā universitāte

VIDES MODELĒŠANAS

CENTRS

**Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa
LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu
publiskošana**

*Programmatūras rīku izstrāde pirmā
pamatiežu ūdens horizonta pazemes ūdens
aizsargātības datu tabulu un kartes izveidošanai*

Valsts reģionālās attīstības aģentūras projekts,

kuru īsteno Rīgas Tehniskās universitātes

Vides modelēšanas centrs

Projekta informatīvais pārskats

Rīga – aprīlis, 2022

Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana

Programmatūras rīku izstrāde pirmā pamatiežu ūdens horizonta pazemes ūdens aizsargātības datu tabulu un kartes izveidošanai

Projekta informatīvais pārskats par 4. etapu

Atskaitē ir aprakstīta inovatīva pieeja, ar kuru novērtēta pamatiežu ūdens aizsargātība. Tiek izmantoti pazemes ūdens kustības modelēšanas eksperimenti reģionālā hidroģeoloģiskā modeļa LAMO vidē, katram modeļa aktīvās zonas mezglam. Interpretējot laiku, kas ir nepieciešams, lai no reljefa ūdenī šķīstošs piesārņojums sasniegtu tuvāko pamatiežu ūdens horizontu, noteikta pamatiežu ūdens aizsargātība. Etapa izstrādes rezultātā ir izveidota pirmā pamatiežu ūdens horizonta pazemes ūdens aizsargātības karte Latvijas teritorijai, ar iegūtiem datiem papildinātas iepriekšējā etapā izveidotās LAMO4 mezglu datu tabulas.

Pārskatā kopā ir 18 lappuses, 12 attēli.

Zin. vadītājs Dr.math. I. Eglīte, RTU VMC, aprīlis, 2022.

Izpildītāji: Mg.sc.ing. I. Lāce, Mg.sc.ing. K. Krauklis

Adrese:

Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs

Zunda krastmala 10, Rīga, LV-1048, Latvija

Tālr. +371 22023316, +371 67089511

E-pasts: Irina.Eglite@rtu.lv

URL: <http://emc.rtu.lv>

Saturs

1	Ievads.....	2
2	Aizsargātības kartes izstrāde	5
2.1	Traseri un to novietojums.....	5
2.2	Traseru modelēšanas eksperimenta analīze.....	7
2.3	Pamatiežu ūdens aizsargātības karte	9
3	Pamatiežu ūdens aizsargātības kartes dati tabulās.....	13
4	Secinājumi	15
5	Literatūras saraksts	16

1 Ievads

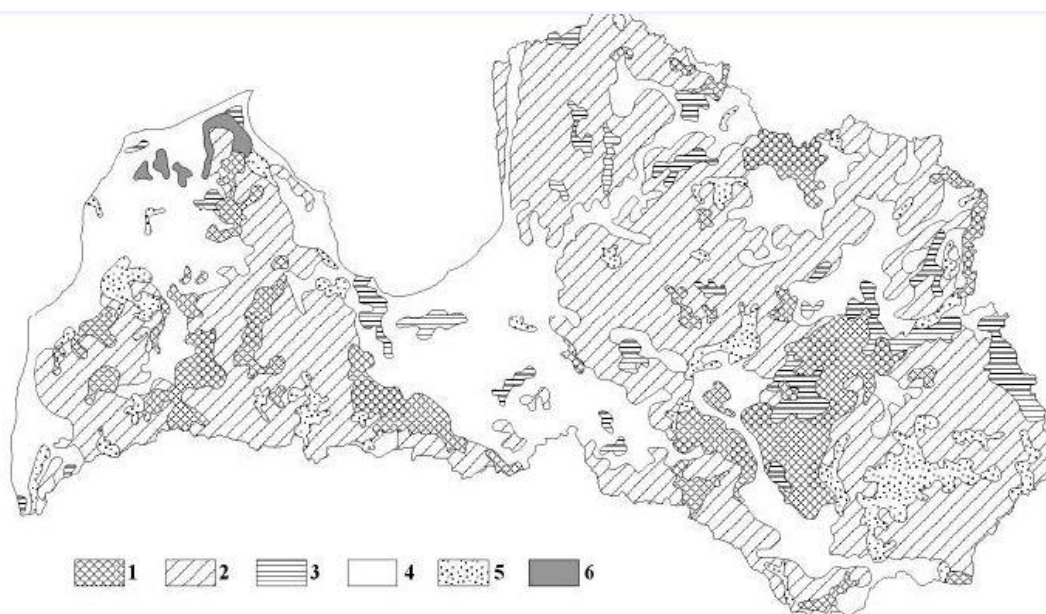
Pārskats informē par Valsts reģionālās attīstības aģentūras projekta “Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana” ceturrtā etapa “Programmatūras rīku izstrāde pirmā pamatiežu ūdens horizonta pazemes ūdens aizsargātības datu tabulu un kartes izveidošanai” īstenošanas rezultātiem. Tie iegūti Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centrā (VMC).

Pazemes ūdeņu dabiskās aizsargātības pakāpi nosaka virkne faktoru, t.sk. augšes īpašības, pazemes un virszemes ūdeņu saistība, teritorijas drenētība un aerācijas zonas biežums, iežu litoloģiskais sastāvs un to filtrācijas īpašības, dažādu nogulumu izplatība un biežums, hidrauliskais spiediens ūdens horizontos, pazemes ūdeņu plūsmas īpatnības, kā arī virszemes piesārņojuma specifika. Lai novērtētu iespējamā piesārņojuma nokļūšanu pamatiežu ūdens horizontos, vispirms ir jāskata Kvartāra ūdens horizontu kompleksa aizsargātība.

Kvartāra ūdens horizontu komplekss atrodas aktīvās ūdens apmaiņas zonā. Kvartāra pazemes ūdeņu dabisko resursu papildināšanās galvenokārt notiek atmosfēras nokrišņiem infiltrējoties kvartāra nogulumos un papildinot pazemes ūdeņus, kā arī zemkvartāra nogulumu spiedienūdeņiem zemienēs atslogojoties kvartāra ūdens horizontos. Savukārt, kvartāra pazemes ūdeņu atslodze notiek pazemes ūdeņiem noplūstot virszemes ūdens objektos (upēs, ezeros, jūrā), iztvaikojot un pārtekot dziļākajos spiedienūdeņu horizontos.

Kā nozīmīgākie kvartāra ūdens horizontu kompleksa (kvartārsegas) aizsargātības vērtējumā tiek izcelti infiltratīvās barošanās apstākļi: aerācijas zonas un pirmo pazemes ūdeņu horizontu veidojošo kvartāra nogulumu sastāvs un filtrācijas īpašības, gruntsūdens ieguluma dziļums, nokrišņu un noteces daudzumi [1].

Kvartāra ūdens horizontu kompleksa (kvartārsegas) pazemes ūdeņu dabiskās aizsargātības karte dota A. Dēliņas promocijas darbā [1]. Tā izveidota, izmantojot Dēliņas, Prola (1998) sagatavoto aizsargātības karti M 1:500000 [1] un skatāma 1.1.att.



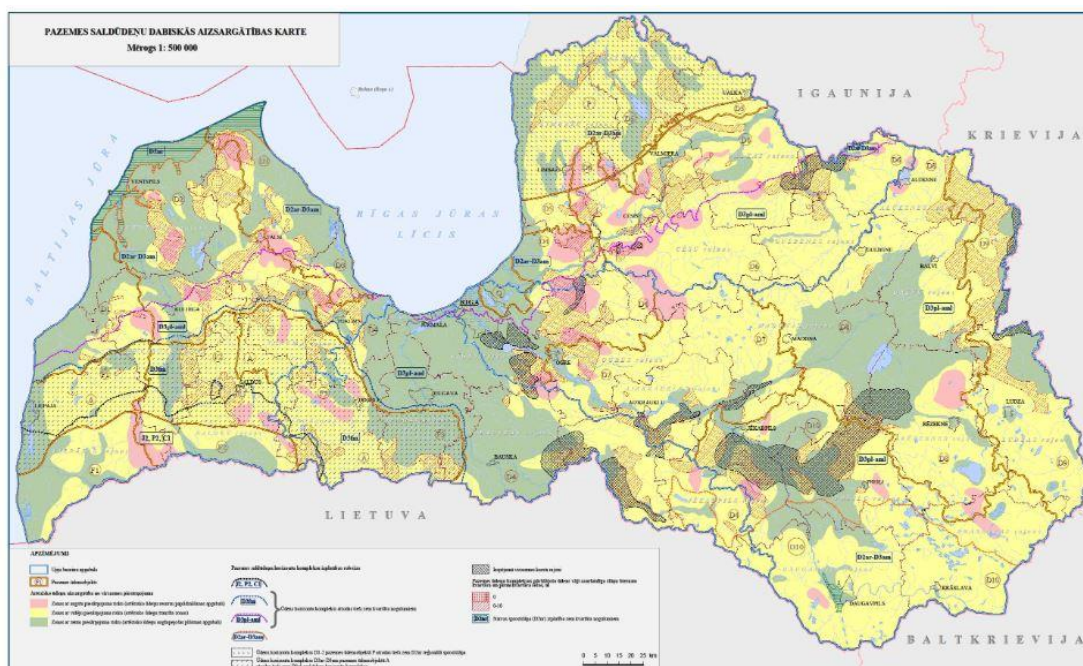
1.1.att. Kvartārsegas pazemes ūdeņu dabiskās aizsargātības principiālā karte [1].
 Ģeneralizēta izmantojot Dēliņas, Prola (1998) sagatavoto aizsargātības karti M 1:500000.
 Apzīmējumi: Aizsargātības pakāpe 1 ļoti augsta, 2 augsta, 3 vidēja, 4 vāja, 5 ļoti vāja

Šī karte izveidota apkopojot detalizētu informāciju par kvartāra nogulumu sastāvu, to filtrācijas koeficientiem, gruntsūdens ieguluma dziļumu, infiltratīvo barošanas un drenāžas apstākļiem. Šajā kartē izdalītas teritorijas ar labākiem vai sliktākiem dabiskās aizsargātības rādītājiem, kurās piesārņojošās vielas no zemes virsmas var salīdzinoši lēnāk vai ātrāk sasniegt kvartāra pazemes ūdeņus. Šī karte ļauj novērtēt iespējamā virszemes piesārņojuma nonākšanu kvartāra ūdens horizontu kompleksā, bet nedod iespēju prognozēt tālāko piesārņojuma pārvietošanos kvartāra ūdens horizontā.

Spiedienūdeņu aizsargātību parasti novērtē pēc hidrauliskā spiediena attiecībām gruntsūdeņu horizontā un paguļošajos ūdens horizontos, to atdalošā sprotslāņa biezuma un filtrācijas īpašībām, kas nosaka piesārņoto gruntsūdeņu lejupejošās plūsmas.

Ziņojumā par pazemes ūdeņu aizsardzību, kuru 2010. gadā izstrādāja LVGMC dota pazemes saldūdeņu dabiskās aizsardzības karte (skat. 1.2. att.), kurā izdalītas dažādas pazemes ūdeņu aizsargātības teritorijas pamatojoties uz pazemes ūdeņu plūsmas virzienu [2]. Zonas ar augstu spiedienūdeņu ūdeņu piesārņojuma risku lielā mērā teritoriāli sakrīt ar augstieņu rajoniem, jo tur ir lejupejošās plūsmas un notiek pazemes ūdeņu barošanās. Zonas ar zemu artēzisko ūdeņu piesārņojuma risku ir

pazemes ūdeņu augšupejošas plūsmas apgabali, kur pjezometriskais spiediens ir virs zemes virsmas, un kur spiedienūdeņu horizontu piesārņojums fiziski nav iespējams.



1.2.att.Pazemes saldūdeņu dabiskās aizsargātības karte M 1:500000 [2]

VMC piedāvā jaunu pieeju pirmā pamatiežu ūdens horizonta pazemes ūdens aizsargātības novērtēšanai, izmantojot LAMO4.

LAMO4 veidots ar licencētas programmatūras Groundwater Vistas (GV) rīku MODFLOW. Dažādu vielu pārvietošanos pazemes ūdenī modeļa vidē var modelēt ar GV rīku MODPATH [3], kura pielietošana ļauj izsekot virtuālu ūdens plūsmas daļiņu (traseru) pārvietošanos modeļa vidē telpā un laikā. Tas ļauj novērtēt laiku, kādā iespējamais virszemes piesārņojums nonāk pamatiežu horizontos un novērtēt to aizsargātību.

2 Aizsargātības kartes izstrāde

Reģionāla hidroģeoloģiskā modeļa esamība Latvijas teritorijai ļauj veikt modelēšanas eksperimentus pamatiežu ūdens aizsargātības noteikšanai, kuri ņem vērā ne tikai iežu caurlaidību, bet arī pazemes ūdeņu plūsmas virzienu un intensitāti, pa horizontāli un pa vertikāli. Šeit tiek izdarīts mēģinājums pāriet no pazemes iežu filtrācijas īpašību un iežu biežuma analīzes pamatiežu ūdens aizsargātības kartes izveidē uz laika analīzi, kas ir nepieciešams, lai virszemes ūdens vai ūdenī izšķīdis piesārņojums nonāktu pamatiežu ūdeņos.

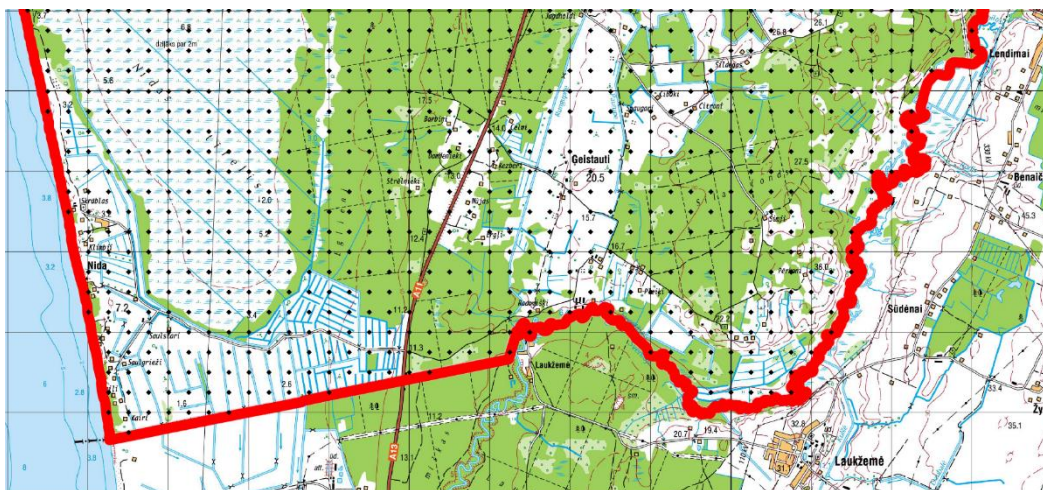
2.1 Traseri un to novietojums

Traseris ir matemātisks punkts, bez svara un bez tilpuma. Ar modelēšanas līdzekļiem var ievietot tādus punktus - daļiņas jebkurā vietā modelī un veikt modelēšanas eksperimentus ar Modpath daļiņu izsekošanas modeli.

Ir iespējami divi pamata eksperimenti:

1. Daļiņas kustības trajektorijas noteikšana, virzienā uz nākotni – kur un pa kādu trajektoriju daļiņa aizceļos, virzoties kopā ar pazemes ūdens plūsmu (ūdens plūsmas virzienā):
2. Daļiņas kustības trajektorijas noteikšana, virzienā uz pagātņi – no kurienes un pa kādu trajektoriju daļiņa ieradīsies, virzoties kopā ar pazemes ūdens plūsmu (pretēji ūdens plūsmai).

Traseru eksperimentā iekļauts 1.1 miljons daļiņu, pa vienai daļiņai uz katru modeļa šūnu Latvijas sauszemes teritorijā (ik pēc 250 metriem). Pārklājuma blīvumu skat. 2.1. att.

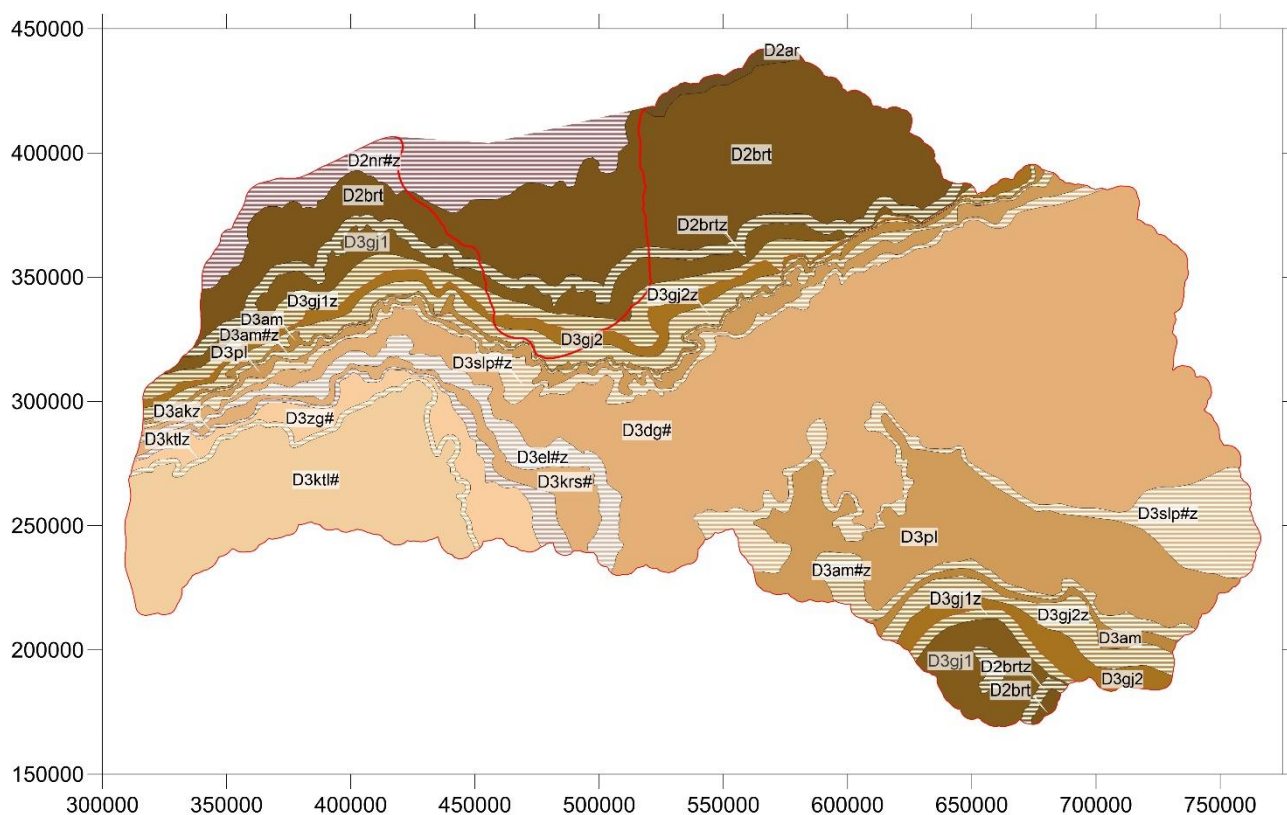


2.1. att. Daļiņu noklājums Nidas apkaimē

Atbilstoši dabas procesiem, būtu nepieciešams noteikt laiku, kuru daļiņa pavada ceļā no reljefa līdz zemkvartāra virsmai un tās kustības trajektoriju. Tomēr, šādi definēts eksperiments vairumā gadījumu (ap $\frac{3}{4}$ no visiem traseriem) nedod jēgpilnu rezultātu, jo traseris apstājas kādā no modeļa robežnoteikumiem – upe, ezers, urbums, reljefs. Līdz ar to eksperimenti ar daļiņām ūdens plūsmas kustības virzienā nenodrošina pietiekamu datu kopu aizsargātības kartes izveidei.

Lai modelētu traseru kustības laiku, ko daļiņa pavada ceļā no reljefa līdz zemkvartāra virsmai, izvēlēts daļiņu kustības režīms pretēji ūdens plūšanas virzienam. Tam ir nepieciešams daļiņas novietot uz zemkvartāra virsmas.

Modelēšanas eksperimentam daļiņas novietotas D3ktl# slāņa augšpusē. Šis slānis dabā eksistē vien Latvijas dienvidrietumu daļā, taču LAMO4 slānis D3ktl# tāpat kā visi citi slāņi eksistē visā modelī. Vietās, kur slānis nav sastopams dabā, slānim tiek uzdots biezums, kas ir tuvu nullei (2 cm). Modelēšanas eksperimentu gadījumā visā modeļa plaknē esošā D3ktl# virsma ir pamatiežu virsma, skat. 2.2. att.



2.2. att. Pamatiežu virsmas slāņi

Attēlā redzams, kā zemākie slāņi atklājas zem kvartāra sistēmas daļas. Situācija, kur D3ktl# slānis ir klātesošs visā modelī, ļauj izvairīties no atsevišķu eksperimentu veikšanas tām dziļāko slāņu virsmu daļām, kas noteiktos apgabalos atsedzas pamatiežu virsmā.

2.2 Traseru modelēšanas eksperimenta analīze

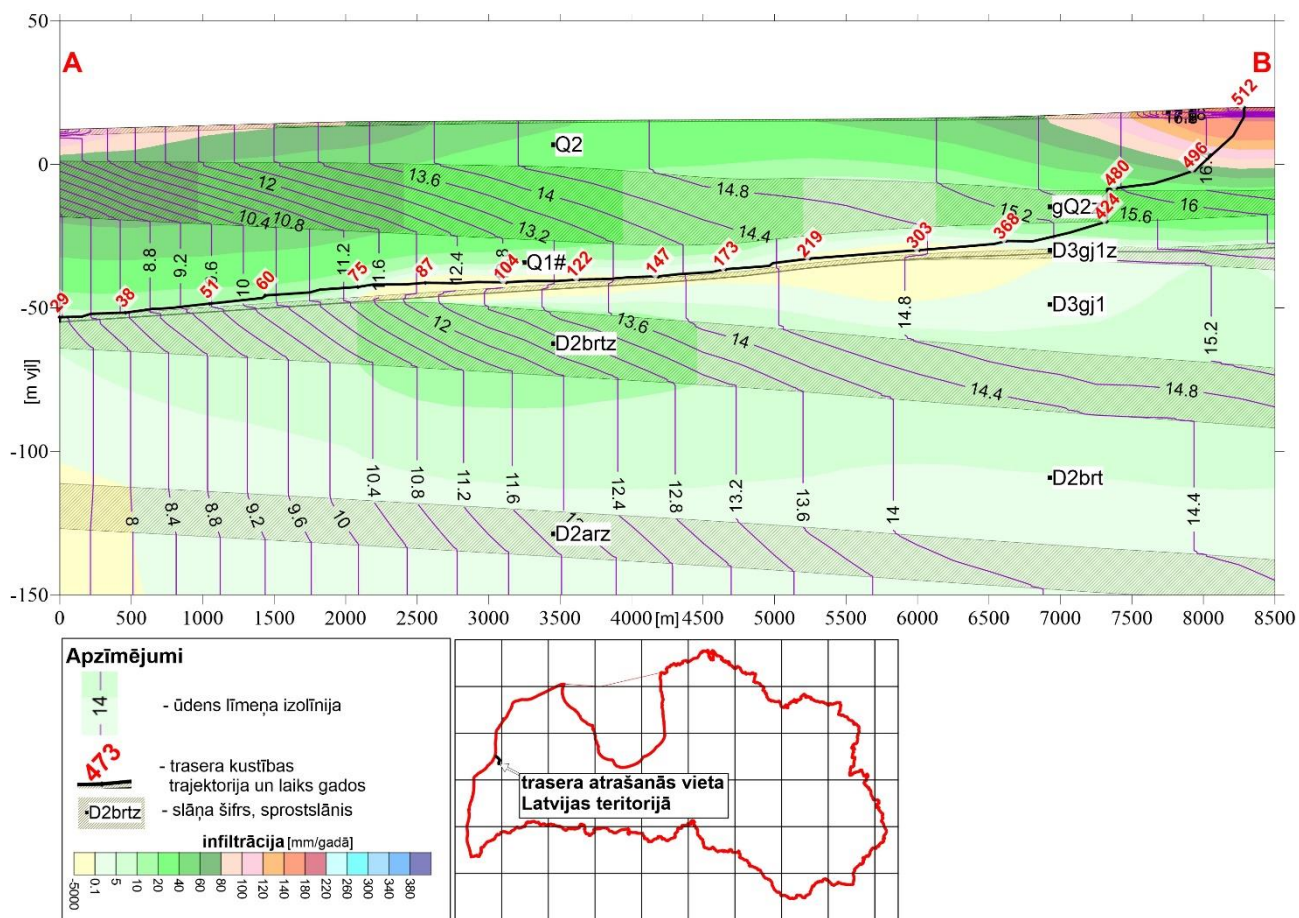
Eksperimentā, kur daļiņa ūdens plūsmai pretējā virzienā pārvietojas no D3ktl# slāņa augšpusē, ne visi traseri savu ceļu beidz sasniedzot reljefu, tomēr, traseru, kas apstājas modeļa D2pr slānī vai kādā no slāņiem, kur modelī piesaistīti ezeri un upes, nav daudz. Katrai no šīm situācijām ir nepieciešami skaidrojumi un izvirzīti nosacījumi, kā iegūtos rezultātus iekļaut aizsargātības kartē:

1. Traseris apstājas reljefā. Laiks, ko traseris pavada, lai šķērsotu aer slāni – aerācijas zonu, nav iekļaujams kopējā trasera kustības laikā, jo slāņa filtrācijas koeficients drīzāk regulē virszemes pieteci. Līdz ar to derīgais trasera kustības laiks ir posmā no D3ktl# augšas līdz aer zonas apakšai.
2. Traseris apstājas D2pr slānī, kas ir apakšējais robežnoteikumu slānis LAMO4 modelī. Tas norāda uz to, ka modelī D3ktl# slānī šajā vietā ir atslodzes apgabals un pamatiežu aizsargātība šeit ir augsta. Trasera kustības laiks šeit mērāms tūkstošos gadu. Vērā ņemamais (derīgais) trasera kustības laiks ir posmā no D3ktl# augšas līdz D2pr.
3. Traseris apstājas Q2, Q1 vai citā ūdeni vadošā slānī. Ņemot vērā to, ka upēm, ezeriem var būt atsevišķi posmi kur tie nevis saņem ūdeni, bet atdod, tad traseris apstājas kādā no šiem posmiem. Upes, ezeri un jūra modelī uzdoti kā robežnoteikumi, kur tad arī traseris apstājas. Ņemot vērā to, ka LAMO4 modelī piesaistītais hidrogrāfiskais tīkls dabā ir virszemes ūdeņi, var uzskatīt ka arī šajā gadījumā traseris ir sasniedzis reljefu. Vērā ņemamais (derīgais) trasera kustības laiks ir posmā no D3ktl# augšas līdz Q2, Q1 vai citam ūdeni vadošam slānim.

Lai gūtu telpisku priekšstatu par trasera kustības trajektorijas un laika specifiku, tika izveidots vertikālais griezumš gar viena trasera kustības trajektoriju, skat. 2.4. att. un 2.3. att.



2.4. att. Vertikālā griezumā atrašanās vieta



2.3. att. Trasera trajektorija vertikālā griezumā

Ņemot vērā slāņu ģeometriju, fizikālās īpašības, ūdens līmeņu izmaiņas slāņos Q2, Q1, kā arī infiltrācijas virzienu un intensitāti, traseris, pretēji ūdens plūsmas virzienam ir pacēlies 70 metrus un no atzīmes A līdz atzīmei B pārvietojies 8.3 km, 512 gados.

Iegūtie skaitļi un redzamā trasera kustības trajektorija skaidri parāda to, ka ūdens kustība pazemē vertikāla ir tikai šķērsojot sprostsplāni, bet kustības virzienu un ātrumu tajā nosaka sprostsplāņa infiltrācija. Savukārt, ūdens kustības ceļš pa ūdeni vadošu slāni nav triviāli prognozējams. Lai arī traseris kustās virzienā no augstāka ūdens līmeņa uz zemāku, bet kustības laiku ietekmē gan plūsmas gradients gan arī slāņa filtrācijas īpašības un porainība, tomēr, pat aptuveni trasera ceļu iespējams noteikt vien ar modelēšanas līdzekļiem, kas arī tika izdarīts esošajā pētījumā.

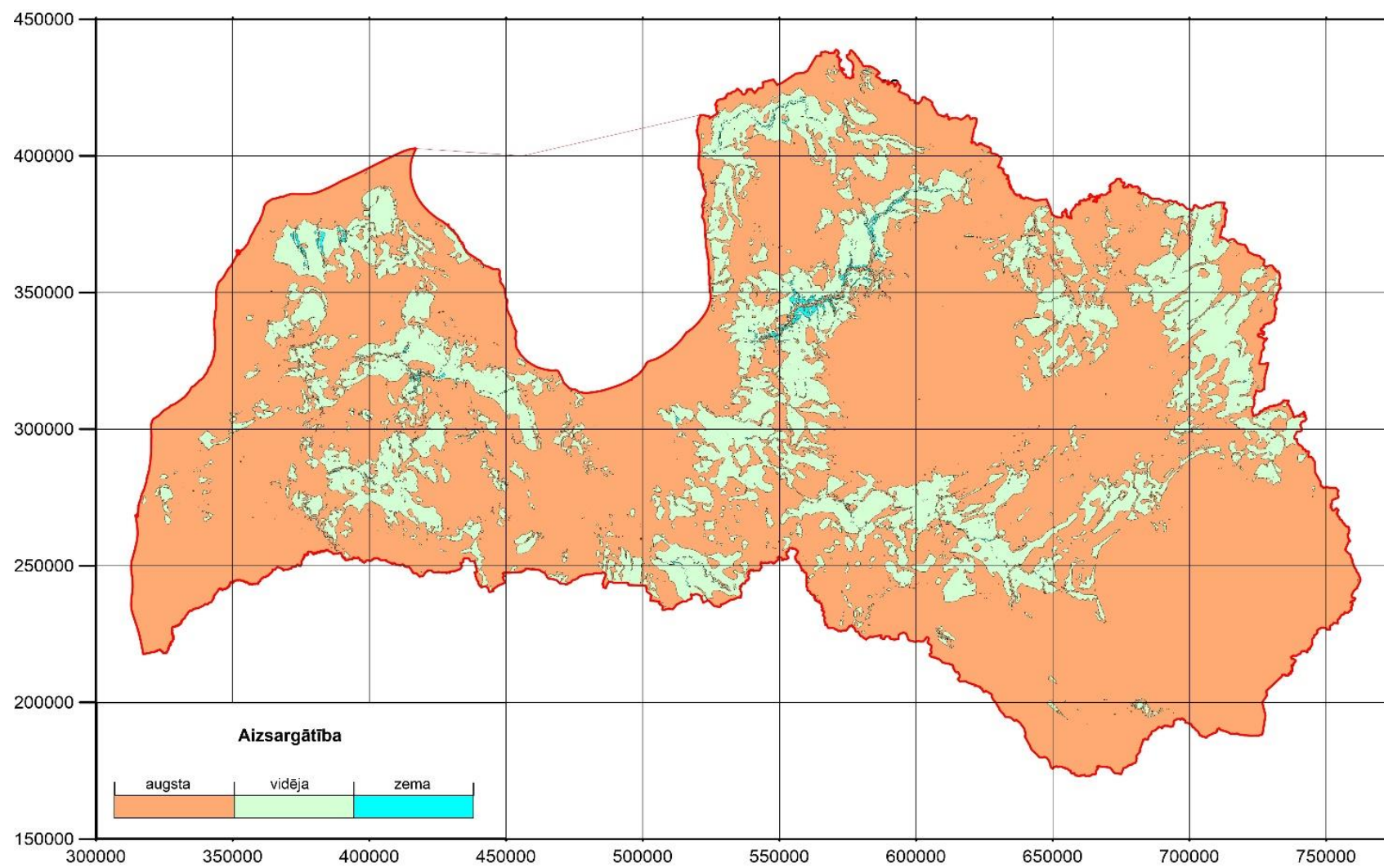
2.3 Pamatiežu ūdens aizsargātības karte

Aizsargātības kartes izveidē tika izmantoti 1.1 milj. traseru kustības laiki, tos ierobežojot atkarībā no trasera apstāšanās slāņa, atbilstoši iedaļai “2.2 Traseru modelēšanas eksperimenta analīze” izdarītiem pieņēmumiem. Papildus tam, visu traseru laiki tika sadalīti 3 grupās:

1. Traseri ar kustības laiku lielāku par 25. gadiem – augsta aizsargātība, kas ir ekvivalents ķīmisko aizsargjoslu gadījumā [4].
2. Traseri ar kustības laiku no 1. līdz 25. gadiem – vidēja aizsargātība.
3. Traseri ar kustības laiku līdz 1. gadam – zema aizsargātība.

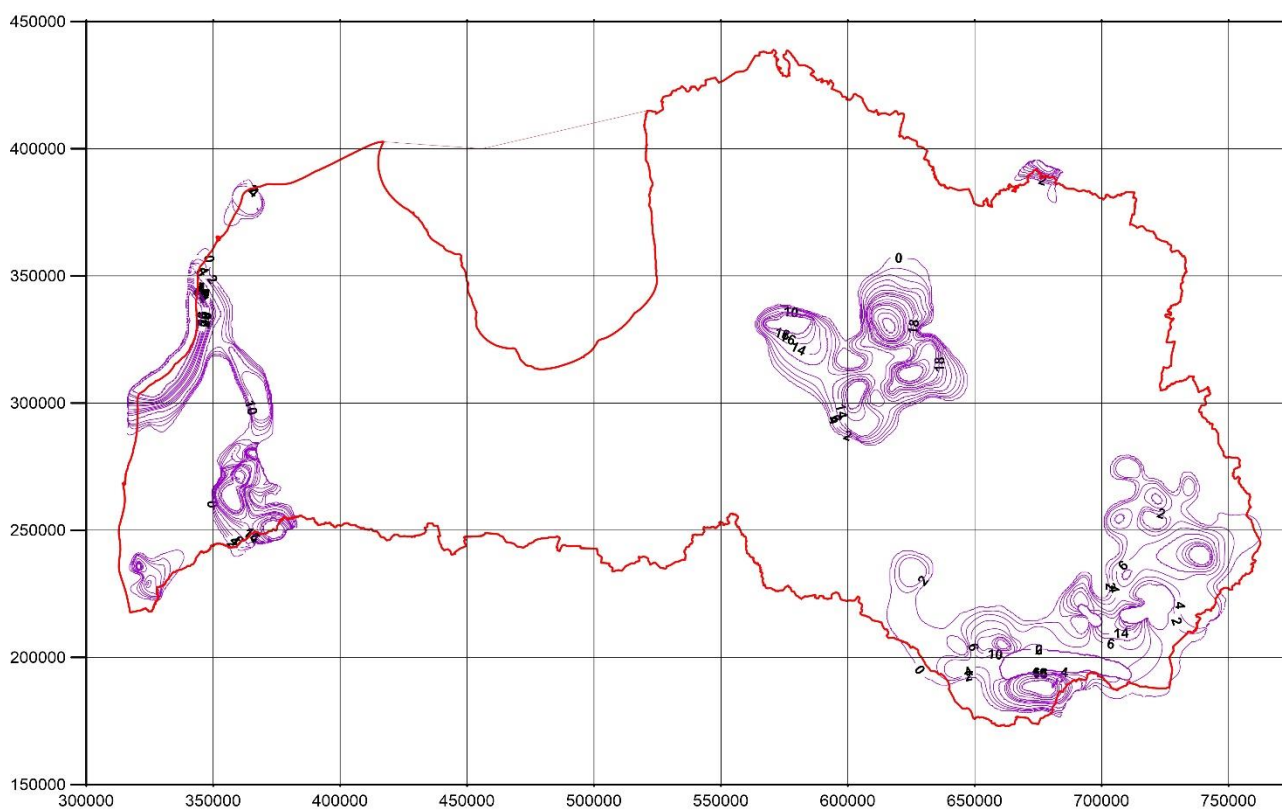
Lai arī izvēlētā robeža zelai aizsargātībai – 1. gads varētu būt diskutabla, tomēr tās izmaiņa palielinot vai samazinot kustības laika periodu jūtami neizmainīs pamatiežu aizsargātības karti, apgabalu ar zemu aizsargātību nebūs daudz.

Izmantojot interpolācijas līdzekļus, izveidota pamatiežu ūdens aizsargātības karte, skat. 2.5. att. Zema aizsargātība šeit pamatā ir vietās, kur atrodami dziļi upju iegrauzumi, redzamākais šeit ir ap Gaujas upi un tās pietekām.

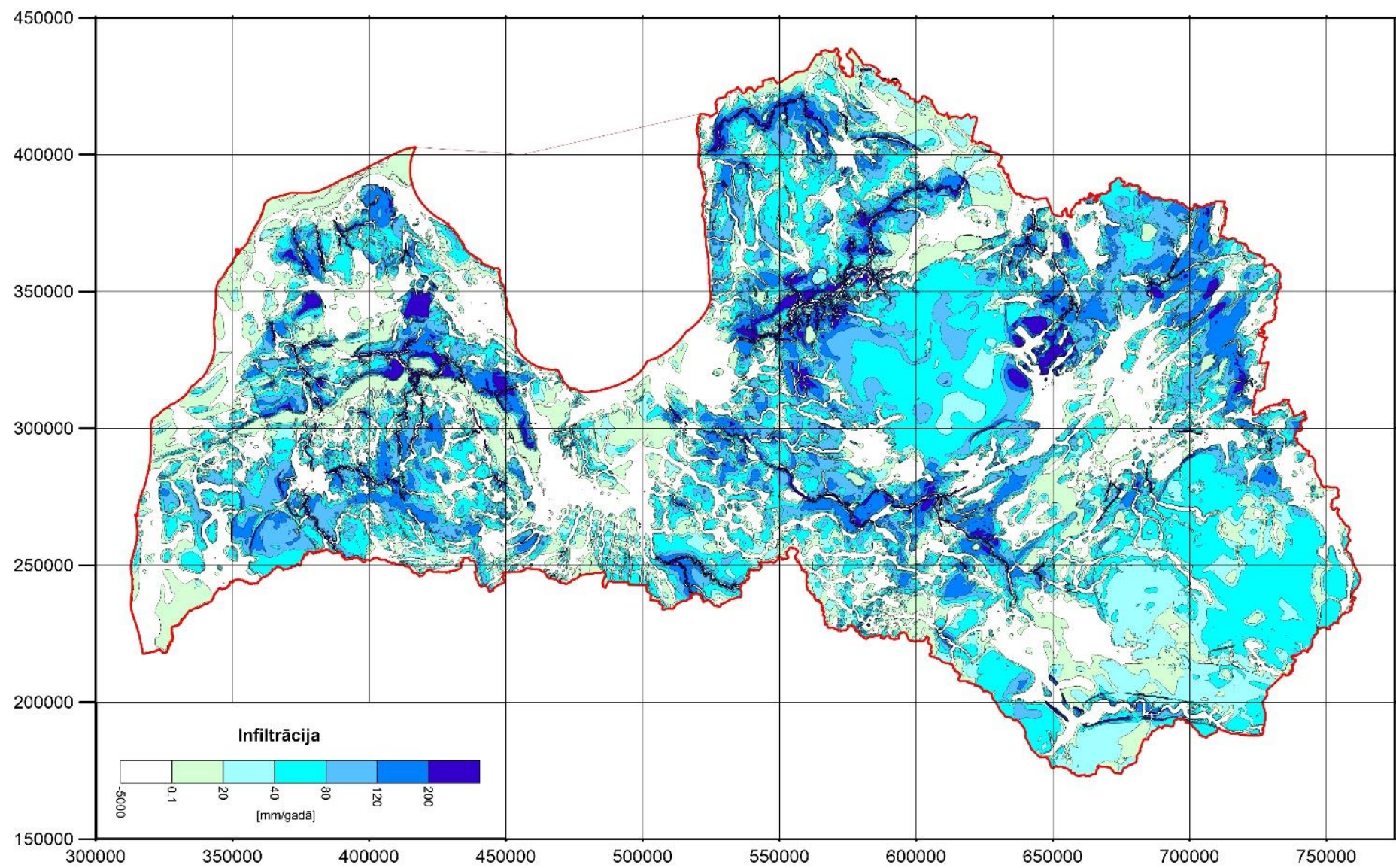


2.5. att. Pamatiežu ūdens aizsargātības karte

Tajā pašā laikā aizsargātības kartē redzami plaši apgabali ar augstu aizsargātību. Tam ir divi iespējami iemesli. Pirmkārt, pamatiežu virsmai ir ievērojams skaits atslodzes apgabalu. Ņemot vērā grūtības BTA kartes izveidē pamatiežu virsmai, šos apgabalus var ievērot arī infiltrācijas kartē, ar negatīvu infiltrāciju, apskatāma 2.7. att. Šeit redzamās ar baltu krāsu atzīmētās teritorijas ir ar negatīvu infiltrāciju. Tajā pašā laikā ievērojamām teritorijām ar augstu aizsargātību Vidzemes augstienēs, Latgalē Daugavpils – Rēzeknes apvidū un arī Kurzemē Liepājas pusē ir izskaidrojama ar kvartāra Q1 slāņa esamību šajos apvidos. Slāņa Q1 biezuma karte skatāma 2.6. att. Tā maksimālais biezums ir 40 m. Protams, ka paša Q1 slāņa eksistence vēl neliecina par to, ka ir nepieciešams vairāk par 25. gadiem, lai ūdens/piesārņojums nonāktu no reljefa līdz D3ktl# slānim. Tomēr, ņemot vērā iepriekš apskatīto vertikālo griezumū gar trasera trajektorijas līkni (2.3. att.), kur Q1 slānis bija klātesošs, tā esamība palielina ūdens kustības ceļa garumu un līdz ar to arī laiku.



2.6. att. LAMO4 slāņa Q1 biezuma karte

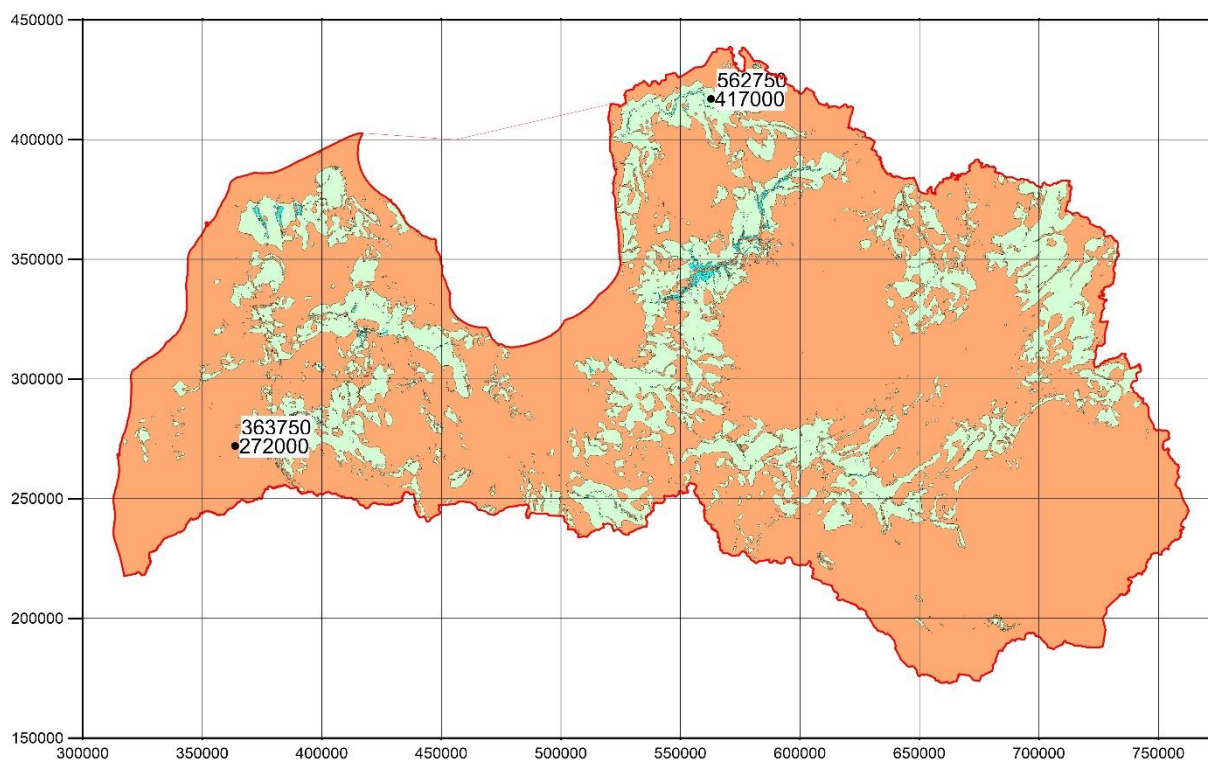


2.7. att. Infiltrācijas karte pamatiežu virsmai

3 Pamatiežu ūdens aizsargātības kartes dati tabulās

Informācija par pamatiežu ūdens aizsargātību iekļaujama projekta trešajā etapā “Programmatūras rīku izstrāde hidroģeoloģisko datu tabulu izveidošanai” izstrādātā datu bāzē un rezultāta datu tabulā ar LAMO4 pieejamo informāciju par atsevišķu mezglu. Ņemot vērā to, ka Datu bāze un rezultāta tabulas tika detalizēti aprakstītas trešā etapa atskaitēs, tad šeit tiks aprakstīti tikai veiktie papildinājumi. Datu bāzē tika pievienota kolonna ‘Aizsargātība’, kopējais kolonnu skaits datu bāzē – 162. Tā var saturēt četras vērtības – ‘augsta’, ‘vidēja’, ‘zema’ un ‘-’. Pēdējā gadījumā nav veikts traseru eksperiments – Rīgas jūras līča un Kurzemes piekrastes jūras teritorijas daļā.

Ar Visual Basic for Applications skripta palīdzību ‘Aizsargātības’ kolonnas saturs tiek iesūtīts rezultātu tabulas pēdējā kolonnā. Rezultātu tabulas pēdējās kolonnas nosaukums tiek atbilstoši mainīts un informācija par apskatāmā mezgla koordinātēm tiek pārceļta zemāk. Par jauno tabulu piemēriem, tiks izmantoti mezgli, kuru koordinātes redzamas 3.1. att., savukārt, rezultātu tabulas skatāmas 3.3. att. un 3.2. att. Ar iegūtām tabulām tiek apliecināta strādājošas datubāzes esamība, taču WEB saderīgs risinājums tiks izstrādāts projekta nākamā etapā.



3.1. att. Pamatiežu aizsargātības karte ar piemēra mezglu koordinātēm

Dati par mezglu												
Slāņa Nr.	Slāņa šifrs	Virsmas dziļums m vjl	Virsmas dziļums m nzv	Caurplūde	ūdens līmenis m vjl	ūdens līmenis m nzv	ūdens kvalitāte	plūsmas gradienta modulis	plūsmas virziena leņķis	BTA	infiltrācija mm gadā	Aizsargātība - videja
1	relh		0.0								151.5	
2	aer	59.86	4.3	3.0	57.1	2.7	dzerams	0.0018	159.2	Barošana		
3	Q2	55.54	4.5								152.9	
4	gQ2z	55.34	16.2								151.7	
22	D2brtz	43.73	16.2									
23	D2brt	43.66	16.2	138.6	53.7	6.1	dzerams	0.0019	139.8	Barošana		
24	D2arz	20.72	39.2								42.9	
25	D2ar	13.08	46.8	129.3	51.6	8.3	dzerams	0.0019	145.0	Barošana		Koordinātes
26	D2nr#z	-7.32	67.2								0.4	562750
27	D2pr	-152.50	212.4		36.6	23.3	dzerams			Tranzīts		417000

3.3. att. Datu tabulas piemērs mezglam Vidzemē

Datu par mezglu pieprasījums												
Datu par mezglu												
Slāņa Nr.	Slāņa šifrs	Virsmas dziļums m vjl	Virsmas dziļums m nzv	Caurplūde	ūdens līmenis m vjl	ūdens līmenis m nzv	ūdens kvalitāte	plūsmas gradienta modulis	plūsmas virziena leņķis	BTA	infiltrācija mm gadā	Aizsargātība
1	relh											
2	aer	100.40	0.1								184.1	
3	Q2	97.77	2.7	39.9	95.8	4.7	dzerams	0.0057	-42.7	Barošana		
4	gQ2z	95.10	5.4								121.1	
5	Q1#	80.93	19.5	226.9	92.4	8.1	dzerams	0.0019	-24.3	Barošana		
6	gQ1#z	48.51	52.0								90.8	
7	D3kti#	46.00	53.0	206.0	91.0	9.0	dzerams	0.0000	-22.0	Barošana		
8	D3kti#z	-37.00	138.0								50.0	
9	D3zg#	-47.00	148.0	241.0	87.0	12.0	dzerams	0.0000	-32.0	Barošana		
10	D3akz	-96.00	197.0								13.0	
11	D3krs#	-113.00	214.0	203.0	65.0	35.0	dzerams	0.0000	239.0	Barošana		
12	D3elz#	-134.00	234.0								2.0	
13	D3dg#	-166.00	267.0	212.0	21.0	79.0	dzerams(probl.)	0.0000	121.0	Tranzīts		
14	D3slp#z	-191.00	292.0								2.0	
15	D3pl	-212.00	312.0	72.0	21.0	79.0	dzerams(probl.)	0.0000	122.0	Tranzīts		
16	D3am#z	-223.00	323.0								2.0	
17	D3am	-228.00	329.0	209.0	20.0	79.0	dzerams	0.0000	123.0	Tranzīts		
18	D3gj2z	-255.00	355.0								1.0	
19	D3gj2	-267.00	368.0	212.0	20.0	80.0	dzerams	0.0000	126.0	Tranzīts		
20	D3gl1z	-293.80	394.3								1.7	
21	D3gl1	-306.80	407.3	249.8	19.9	80.5	dzerams	0.0003	129.1	Tranzīts		
22	D2brtz	-359.00	459.5								1.2	
23	D2brt	-375.10	475.6	115.5	19.9	80.6	dzerams	0.0003	128.9	Tranzīts		
24	D2arz	-415.90	516.4								0.5	
25	D2ar	-429.50	530.0	174.6	19.8	80.7	dzerams	0.0003	129.0	Tranzīts		Koordinātes
26	D2nr#z	-465.90	566.4								0.1	363750
27	D2pr	-587.80	688.3		17.4	83.1	minerālūdens			Tranzīts		272000

3.2. att. Datu tabulas piemērs mezglam Kurzemē

4 Secinājumi

Pamatiežu ūdens aizsargātības novērtēšanai tika veikti traseru modelēšanas eksperimenti reģionālā hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 vidē. Izveidota pamatiežu ūdens aizsargātības karte un papildinātas iepriekšējā etapā izveidotās mezglu datu tabulas. Par kritēriju starp augstu, vidēju un zemu ūdens aizsargātību pamatiežos izvēlēts laiks, kas nepieciešams ūdenim, lai no reljefa, infiltrējoties cauri aerācijas zonai un kvartāra horizontiem, nonāktu virszemei tuvākā pamatiežu horizontā. Robežai augstai aizsargātībai izvēlēts lielāks par 25 gadiem ūdens kustības laiks, pārvietojoties no reljefa līdz augšējam pamatiežu horizontam, kas ir ekvivalents ķīmisko aizsargjoslu gadījumā. Savukārt, zema ūdens aizsargātība, ja ūdens no reljefa pamatiežus sasniedz laika periodā līdz vienam gadam, ir izvēlēts subjektīvi novērtējot laiku, kas varētu būt nepieciešams iespējamās sanācības veikšanai ūdenī šķīstoša piesārņojuma izlīšanas gadījumā.

Iegūtā pamatiežu aizsargātības karte (2.5. att.) jūtami atšķiras no kvartāra aizsargātības kartes (1.1.att.) un pazemes saldūdeņu aizsargātības kartes (1.2. att.), tajā pamatā ir vērojama augsta aizsargātība. Galvenais iemesls šīm atšķirībām ir tas, ka pamatieži atrodas zem kvartāra ūdens nesošiem slāņiem pamatā nesaņem virszemes ūdeni vertikālas plūsmas veidā no reljefa līdz pamatiežiem, ūdens kvartāra slāņos pavada zināmu laiku, plūstot šajos slāņos, kā tas ir redzams trasera trajektorijas vertikālā griezumā 2.3. att. Ūdens pazemē atrodas zem spiediena, tas plūst virzienā uz zemāka ūdens spiediena apgabaliem, izvēloties mazākās pretestības ceļu. Līdz ar to dominējošais ūdens kustības virziens pamatā ir ūdeni vadoša slāņa horizontālē. Piesārņojuma izplatīšanās gadījumā ir iespējams noteikt ne tikai piesārņojuma pamatdaļas kustības vadošo virzienu, bet arī tā izplatīšanos dispersijas rezultātā. Šādu aprēķinu veikšana visai Latvijai ir apgrūtināta tehnoloģijas ierobežojumu dēļ, ir nepieciešama papildus izpēte un ietilpīga ar piesārņojuma transporta modeļiem MT3D veiktu simulāciju kopa. Rezultāti precizētu esošajā pētījumā izstrādāto pamatiežu ūdens aizsargātības karti, kā arī dotu tūlītēju informāciju par izlijuša piesārņojuma kustību zemes dzīlēs Latvijas teritorijā.

Eksperimentu gaitā ir atklātas iespējas, kas ļautu noteikt upju sateces baseinu apgabalus tām upēm, kuras ir iekļautas LAMO4. Iegūtā pamatiežu ūdens aizsargātības karte papildina zināšanas par dabas procesiem Latvijas teritorijā.

5 Literatūras saraksts

- [1] A. Dēliņa, Kwartārsegas pazemes ūdeņi Latvijā, Promocijas darbs doktora grāda iegūšanai ģeoloģijas nozares lietišķās ģeoloģijas apakšnozarē, vad. Dr.geol. V. Segliņš, Rīga: Latvijas Universitāte, 2007, p. 144 lpp.
- [2] LVĢMC, «Ziņojums par virszemes un pazemes ūdeņu aizsardzību 2010. gadā,» LVĢMC, 2011, Rīga.
- [3] Pollock, David W., User Guide for MODPATH Version 6—A Particle-Tracking Model for MODFLOW, Virginia: USGS, 2012.
- [4] LVĢMC, Metodiskie norādījumi par hidroģeoloģiskās izpētes pārskatu sagatavošanu un noformēšanu: aizsargjoslu ap pazemes ūdens ņemšanas vietām noteikšanas metodika, Rīga: LVĢMC, 2018.