

**Rīgas Tehniskā universitāte
VIDES MODELĒŠANAS
CENTRS**

Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana

***Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un
atslodzes apgabalu digitālo karšu
izveidošana***

***Valsts reģionālās attīstības aģentūras projekts,
kuru īsteno Rīgas Tehniskās iniversitātes
Vides modelēšanas centrs***

Projekta informatīvais pārskats

.

Rīga – oktobris, 2021

Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana

Projekta informatīvais pārskats par 2. etapu

Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu digitālo karšu izveidošana

Projekta pārskatā ir iekļautas pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu digitālās kartes Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 13 ūdens horizontiem. Aprakstīta metodika barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu robežu noteikšanai ūdens horizontos. Digitālās kartes ar apgabalu robežām un pjezometrisko līmeni ūdens horizontos ievietotas Rīgas tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centra (VMC) mājaslapā <http://www.emc.rtu.lv/>

Pārskatā ir 12 lpp. no tām 4 lpp. teksts, 1 lpp. tabula un 13 pielikumi uz 7 lpp.

Zin. vadītājs Dr.math. I. Eglīte, RTU VMC, oktobris, 2021

Izpildītāji: I. Lāce, K. Krauklis.

.

Adrese:

Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs
Daugavgrīvas ielā 2, Rīga, LV-1083, Latvija
Tālr.+371 22023316
E-mail: Irina.Eglite@rtu.lv
URL: <http://emc.rtu.lv>

Zin. vadītāja:
I. Eglīte

Saturs

1. Priekšvārds	2
2. Pazemes ūdens barošanas apgabalu noteikšana ar tradicionālām metodēm ...	2
3. Uzlabotā barošanas apgabalu noteikšanas metode	2
4. Izmantotie informācijas avoti	3

Tabula

LAMO4 vertikālā shematizācija

Pielikumi

1. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte bezspiediena (Q2) horizontam
2. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Kwartāra spiediena (Q1#) horizontam
3. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Ketleru (D3ktl#) horizontam
4. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Žagares (D3zg#) horizontam
5. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Kursas (D3krs#) horizontam
6. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Daugavas (D3dg#) horizontam
7. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Pļaviņu (D3pl) horizontam
8. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Amatas (D3am) horizontam
9. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Augšējās Gaujas (D3gj2) horizontam
10. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Apakšējās Gaujas (D3gj1) horizontam
11. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Burtnieku (D2brt) horizontam
12. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Arikulas (D2ar) horizontam
13. pielikums. Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu karte Pērnavas (D2prn) horizontam

1. Priekšvārds

Pārskats informē par Valsts reģionālās attīstības aģentūras projekta “Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana” otrā etapa “Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu digitālo karšu izveidošana” īstenošanas rezultātiem. Tie iegūti Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centrā (VMC).

Pazemes ūdeņu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu digitālās kartes ir piesaistītas LAMO4 videi. Pamatinformācija par šī modeļa uzbūvi un par publiski pieejamajām digitālajām kartēm iekļauta šī projekta pirmā etapa informatīvajā pārskatā “Pazemes ūdens kvalitātes digitālo karšu izveidošana”.[1]. Detalizētāks LAMO4 apraksts dots [2]. Digitālās LAMO4 vidi veidojošās un hidroģeoloģisko parametru kartes pieejamas RTU VMC mājas lapā http://www.emc.rtu.lv/lamo_lv.htm [3].

2. Pazemes ūdens barošanas apgabalu noteikšana ar tradicionālām metodēm

Pazemes ūdens plūsmu barošanās, tranzīta un atslodzes apgabalu izvietojumu ietekmē zemes virsmas reljefs un hidrogrāfiskais tīkls (upes, ezeri, jūra). Barošanas apgabalu noteikšanai metode izmanto kartes, kurās savietoti infiltrācijas [mm/gadā] un līmeņu φ [m vjl] sadalījumi.

Tradicionāli par barošanas apgabaliem uzskata augstienes, jo tajās vienlaicīgi eksistē vertikālās infiltrācijas plūsmas q_z un pazemes ūdens pjezometrisko līmeņu φ - maksimumi. Barošanās apgabalā $q_z > 0$; atslodzes apgabalā $q_z < 0$ un tā robežu veido $q_z = 0$ līnija. Tranzīta apgabals savieno barošanas un atslodzes apgabalus. Tomēr tā ne vienmēr var atrast visus barošanās apgabalus, jo pat vienā ūdens horizontā var eksistēt būtiski atšķirīgi hidroģeoloģiskie apstākļi, kur to infiltrācijas plūsmas q_z ir būtiski atšķirīgas horizonta dziļajās un sekļajās daļās. Šīs metodes galvenais trūkums ir nepieciešamība katram ūdens horizontam un pat tā daļām izmantot atšķirīgus lokālo infiltrācijas maksimumu sliekšņus. Barošanas apgabala robežas atrašana nav triviāls uzdevums, bet pazīme $q_z > 0$ nav pietiekama barošanas apgabala robežas viennozīmīgai noteikšanai [4].

3. Uzlabotā barošanas apgabalu noteikšanas metode

Uzlabotā barošanas apgabalu noteikšanas metode to robežu noteikšanai piedāvā izmantot rezultējošo vertikālo plūsmu q_{zrez} [4,5]. Ūdens horizontiem q_{zrez} nav vienāda ar nulli un ir plūsma, kura baro horizontu.

Plūsma q_{zrezi} i-tajam horizontam ir proporcionāla ātrumu starpībai Δ_i i-tā horizonta augšā v_{zi+1} un tā apakšā v_{zi} :

$$q_{zrezi} = q_{zi} - q_{zi+1} = h^2 \Delta_i, \quad \Delta_i = v_{zi} - v_{zi+1}, \quad (1)$$

kur h -režģa plaknes solis.

Pazemes ūdens plūsmas LAMO4 aprēķina ar programmu Groundwater Vistas. [6].

Uzlabotajā metodē i-tajam ūdens horizontam katrai režģa šūnai barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu identifikācijai izmantota bezdimensionāla funkcija, kuras vērtība proporcionāla rezultējošo vertikālo un horizontālo plūsmu attiecībai:

$$r_i = 250 \frac{\Delta_i}{k_i \text{grad} \varphi_i}; \quad k_i \text{grad} \varphi_i = v_{xyi} = \sqrt{v_{xi}^2 + v_{yi}^2} \quad (2)$$

kur Δ_i – rezultējošais vertikālās plūsmas ātrums formulā (1);

v_{xyi} horizontālās plūsmas rezultējošais ātrums;

v_{xi} , v_{yi} - ātrumi elementārās šūnas ieejas sānu plaknēs;

k_i , φ_i filtrācijas koeficientu un ūdens līmeņu sadalījumi;

250 – empīriskā konstante, kura izvēlēta skaitlisku eksperimentu rezultātā priekš LAMO4.

Apgabala veidu nosaka funkcijas r vērtības: $r \geq 1$ – barošana; $1 > r > 0$ – tranzīts; $r < 0$ – atslodze.

Plūsmu q_z lielā atšķirība atsevišķos horizontos praktiski neietekmē jaunās metodes rezultātu.

Ūdens horizontos eksistē mainīgas vertikālās q_z un horizontālās q_{xy} pazemes ūdens plūsmas. Sprostsplānos $q_{xy} \sim 0$, $q_z \sim \text{const}$. Šī iemesla dēļ barošanās, tranzīta un atslodzes apgabalus var noteikt tikai ūdens horizontiem.

Rezultējošā vertikālās plūsmas ātruma Δ_i izmantošana ir būtiska viennozīmīgas barošanas apgabala robežas atrašanai un ļauj automatizēt robežu noteikšanu visos režģa punktos.

Atšķirībā no tradicionālās metodes, uzlabotā metode tieši neizmanto datus par infiltrācijas plūsmas un līmeņu φ maksimumiem, jo to ietekmi nosaka attiecība Δ_i / v_{xyi} formulā (2).

LAMO 4 vertikālā shematizācija dota 1. tabulā.

Atbilstoši LAMO4 vertikālajai shematizācijai, sagatavotas 13 pazemes ūdens horizontu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu digitālās kartes. Karšu leģendās uz krāsu skalas iezīmētas apgabalu identifikācijas funkcijas r vērtības, kas raksturo attiecīgi barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu robežas. Digitālajās kartēs parādītas arī φ – izolīnijas [m vjl], jo tās modelētājam palīdz izprast barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalu noteikšanas rezultātu.

Kartes izveidotas, izmantojot ESRI Arc GIS un Golden software SURFER programmatūras.

Kartes ir publicētas RTU VMC mājas lapā http://www.emc.rtu.lv/lamo_lv.htm un skatāmas arī pārskata pielikumā.

Īstenojot projektu, informācija par atrašanos pazemes ūdens horizontu barošanas, tranzīta un atslodzes apgabalos tiks iekļauta hidroģeoloģisko datu tabulās, kas dotas LAMO4 plaknes režģa mezglos dziļumā no zemes virsmas līdz Pērnavas ūdens horizontam.

Darbs īstenots RTU VMC telpās laikā no 01.07.2021.-30.10.2021.

4. Izmantotie informācijas avoti

1. Projekta “Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO4 pilnveidošana un tā rezultātu publiskošana” informatīvais pārskats “Pazemes ūdens kvalitātes digitālo karšu izveidošana”, RTU, Vides modelēšanas centrs, Rīga, jūnijs 2021, 13 lpp.
2. Pielikums Latvijas upju baseinu apgabalu kartēšanas materiāliem, RTU, Rīga, 2013, 22 lpp.
3. Informācija par Latvijas hidroģeoloģisko modeli LAMO4, http://www.emc.rtu.lv/lamo_lv.htm
4. A. Spalviņš, K. Krauklis, I. Lāce, Pazemes ūdens plūsmu barošanās, tranzīta un atslodzes apgabalu robežu noteikšana, Rīgas tehniskās universitātes zinātniskais žurnāls Datormodelēšana un robežproblēmas, RTU Press, Rīga, 2017, 57. sēj. 12-16 lpp. http://www.emc.rtu.lv/issues/2017/02_VMC_56_2017_Spalvins.pdf
5. Spalvins A., Krauklis k., Lāce I., The new method for finding borders of groundwater recharge, transit and discharge areas, 18th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2018, 2 july-8 July, Albena, Bulgaria, Conference proceedings Hydrogeology and water resources, Vol. 18, Issue 3.1, ISBN 978-619-7408-42-3, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2018/3.1, pp. 751-758
6. Environmental Simulations, Inc. *Groundwater Vistas. Version 6*, Guide to using, 2011

LAMO4 verikālā shematizācija

LAMO4 slāņa Nr.	Geoloģiskā slāņa nosaukums	Geol. kods	LAMO4 kods	LAMO4 slāņa nosaukums	Pazemes ūdensobjekti
1.	Reljefs	relh	relh	Reljefs	
2.	 Aerācijas zona	aer	aer	Aerācijas zona	Kvartāra komplekss (Q)
3.	Bezspiediena. Q	Q4-3	Q2	Kvartārs Q2	
4.	 Augš. morēna	gQ3	gQ2z	Augšējā. morēna	
5.	Spiediena kvartārs vai Jura	Q1-3 J	Q1#	Kvartārs Q1	
6.	 Apakšējā morēna vai Triass	gQ1-3 T	gQ1#z	Apakšējā morēna z	
7.	Perna Karbons Šķerveles Ketleru	P2 C1 D3šk D3ktl	D3ktl#	Ketleru	Famenas komplekss (F1-F5)
8.	 Ketleru	D3ktl	D3ktlz	Ketleru z	
9.	Žagares Svētes Tērvetes Mūru	D3žg D3sv D3tr D3mr	D3zg#	Žagares	
10.	 Akmenes	D3ak	D3akz	Akmenes	
11.	Akmenes Kursas Jonišķu	D3ak D3krs D3jn	D3krs#	Kursas	
12.	 Elejas Amulas	D3el D3aml	D3el#z	Elejas	Pļaviņu – Amulas komplekss (D6-D11)
13.	Stipinu Katlēšu Ogres Daugavas	D3stp D3ktl D3og D3dg	D3dg#	Daugavas	
14.	 Daugavas Salaspils	D3dg D3slp	D3slp#z	Salaspils	
15.	Pļaviņu	D3pl	D3pl	Pļaviņu	Arukilas – Amatas komplekss (A1-A11)
16.	 Pļaviņu Amatas	D3pl D3am	D3am#z	Amatas z	
17.	Amatas	D3am	D3am	Amatas	
18.	 Augšējā Gauja	D3gj2	D3gj2z	Augšējā Gauja z	
19.	Augšējā Gauja	D3gj2	D3gj2	Augšējā Gauja	
20.	 Apakšējā. Gauja	D3gj1	D3gj1z	Apakšējā. Gauja z	
21.	Apakšējā. Gauja	D3gj1	D3gj1	Apakšējā. Gauja	
22.	 Burtnieku	D2brt	D2brtz	Burtnieku z	
23.	Burtnieku	D2brt	D2brt	Burtnieku	
24.	 Arikulas	D2ar	D2arz	Arikulas z	
25.	Arikulas	D2ar	D2ar	Arikulas	
26.	 Narvas,	D2nr2, D2nr1	D2nr#z	Narvas z	
27.	Pēlavas	D2pm	D2prn	Pēlavas	Kēmeru- Pēlavas komplekss (P)

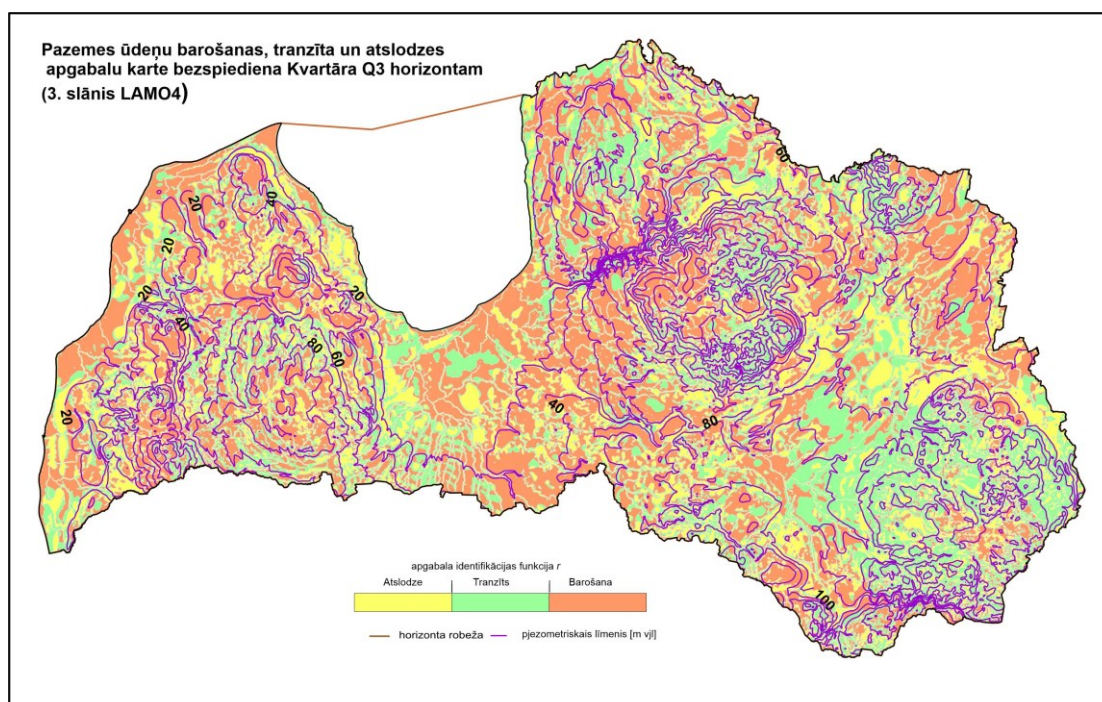


-sprostslānis

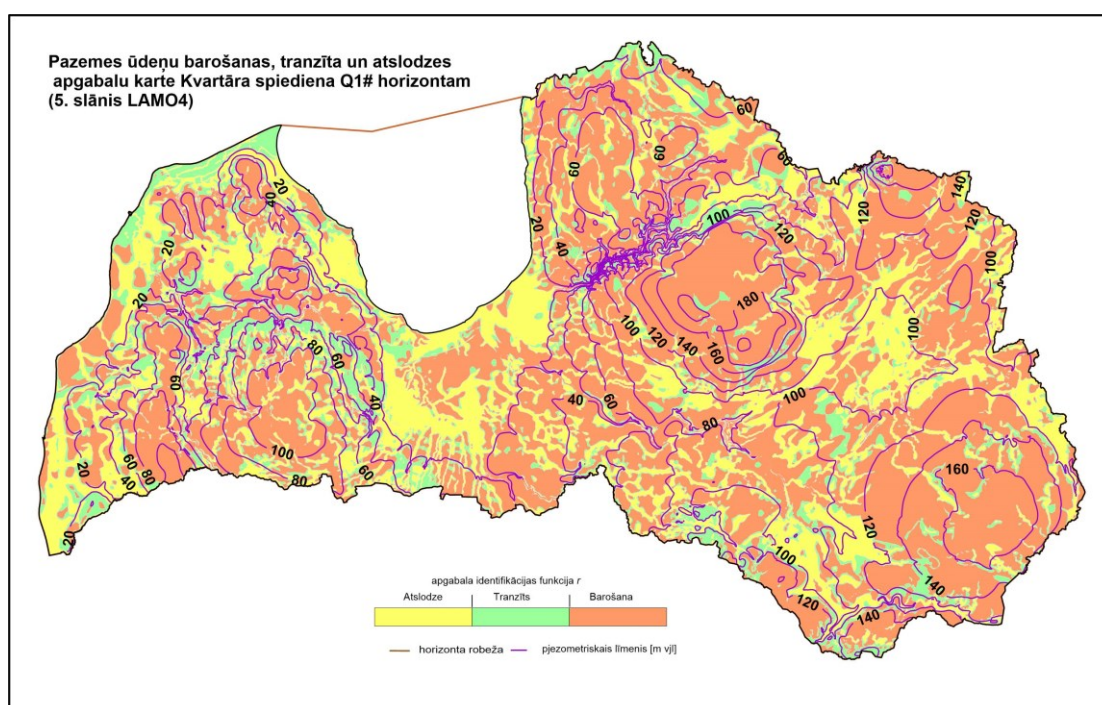
#-apvienotais ūdens horizonts

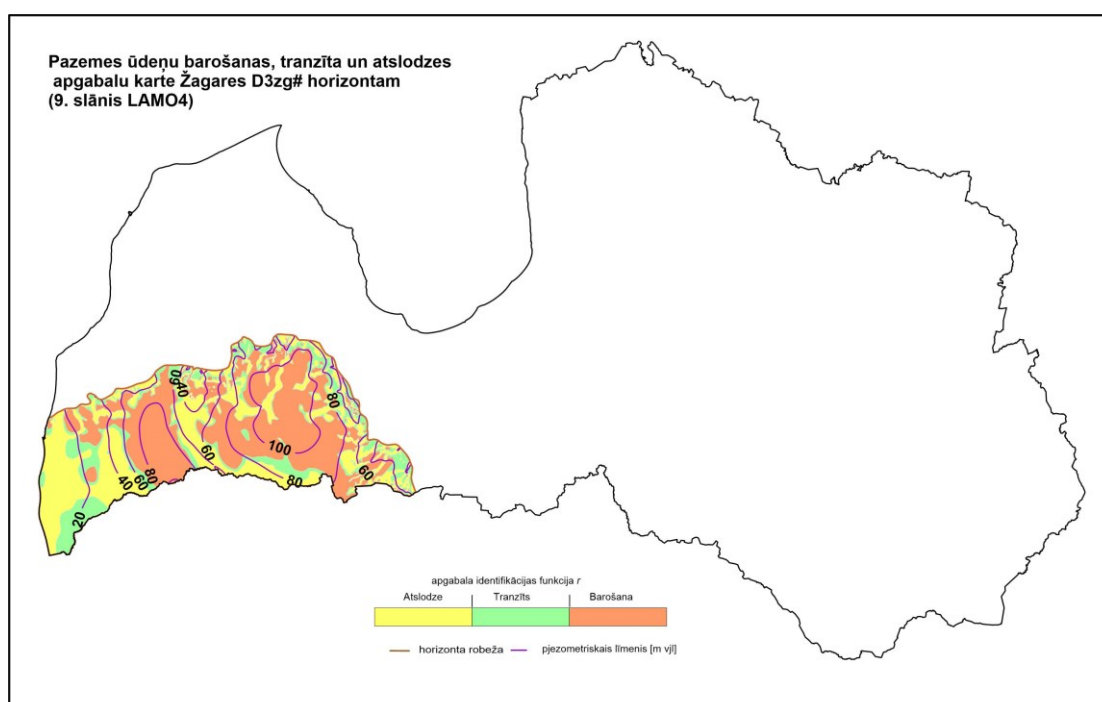
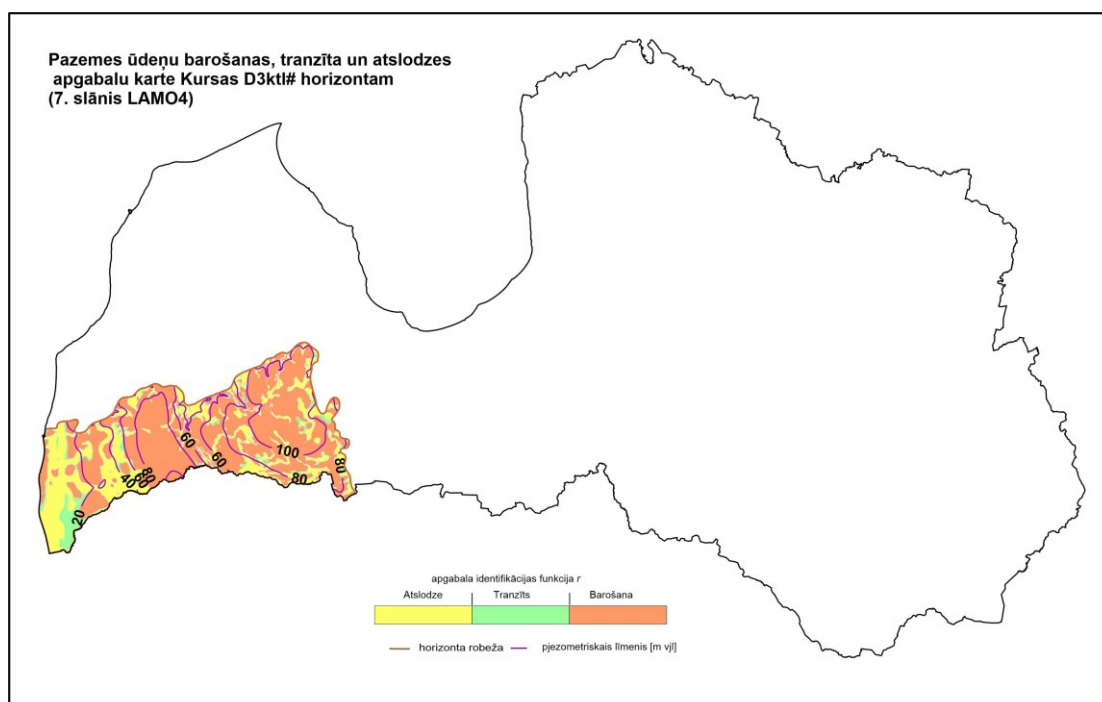
#z-apvienotais sprostslānis

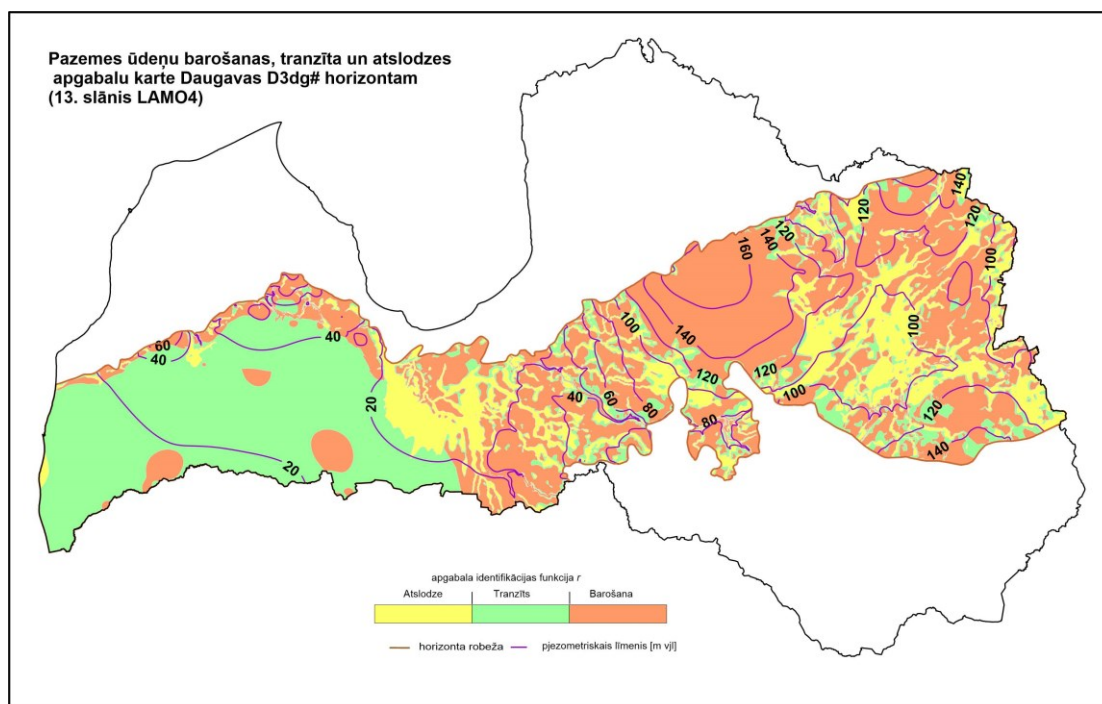
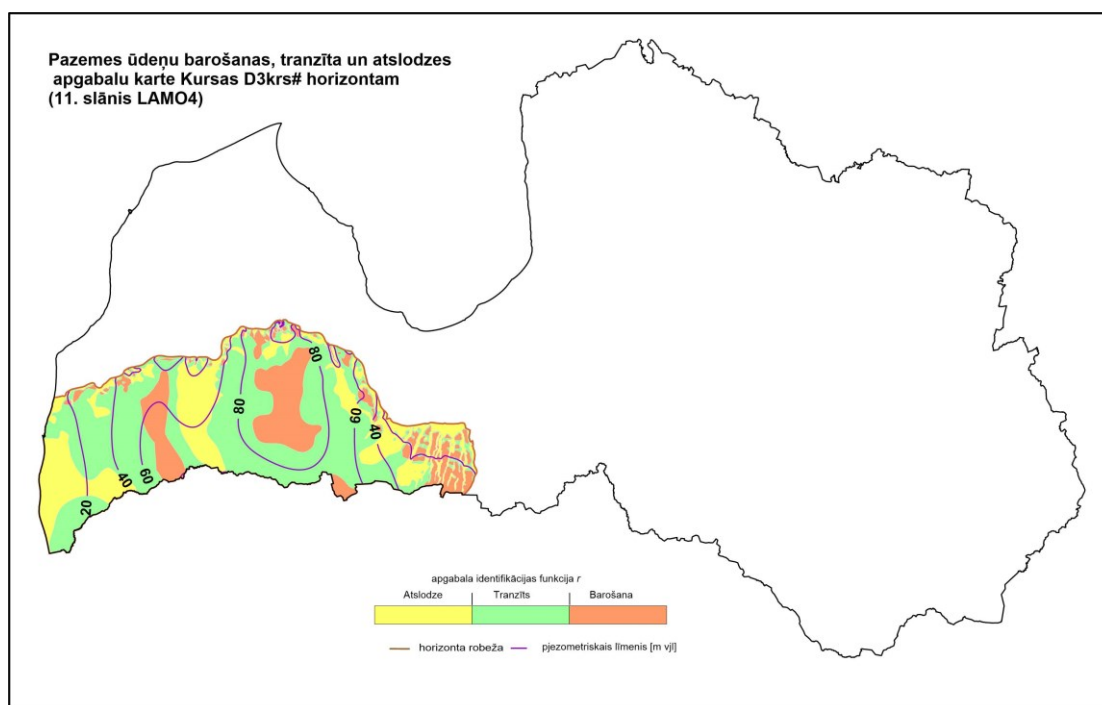
1. pielikums



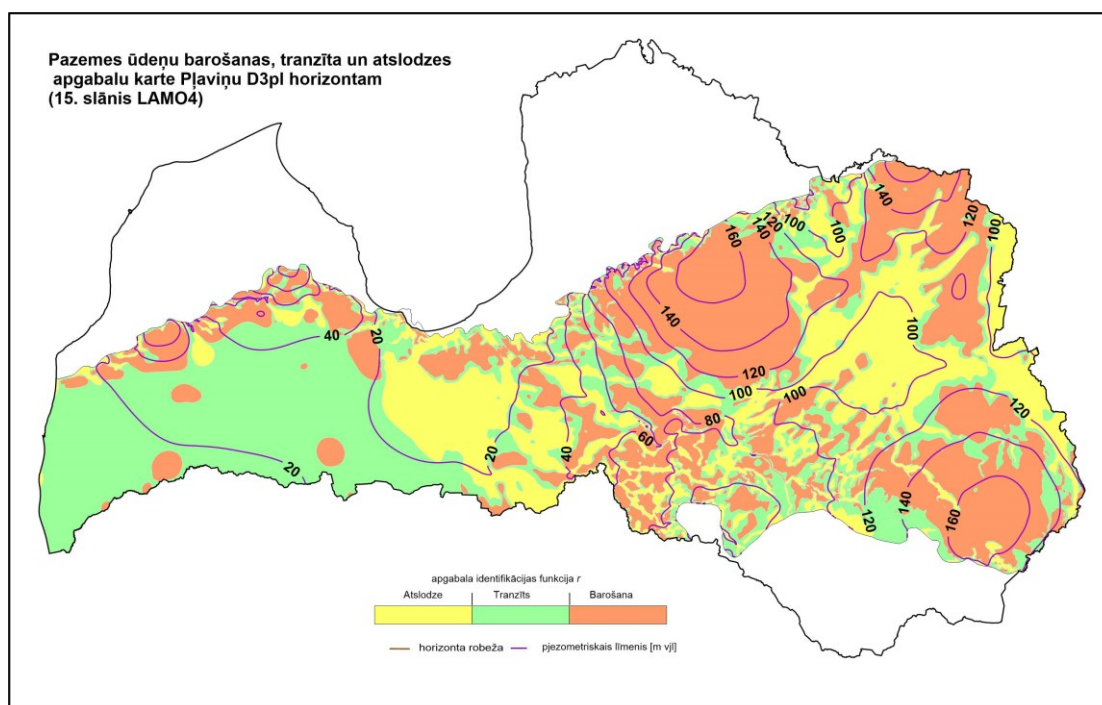
2. pielikums



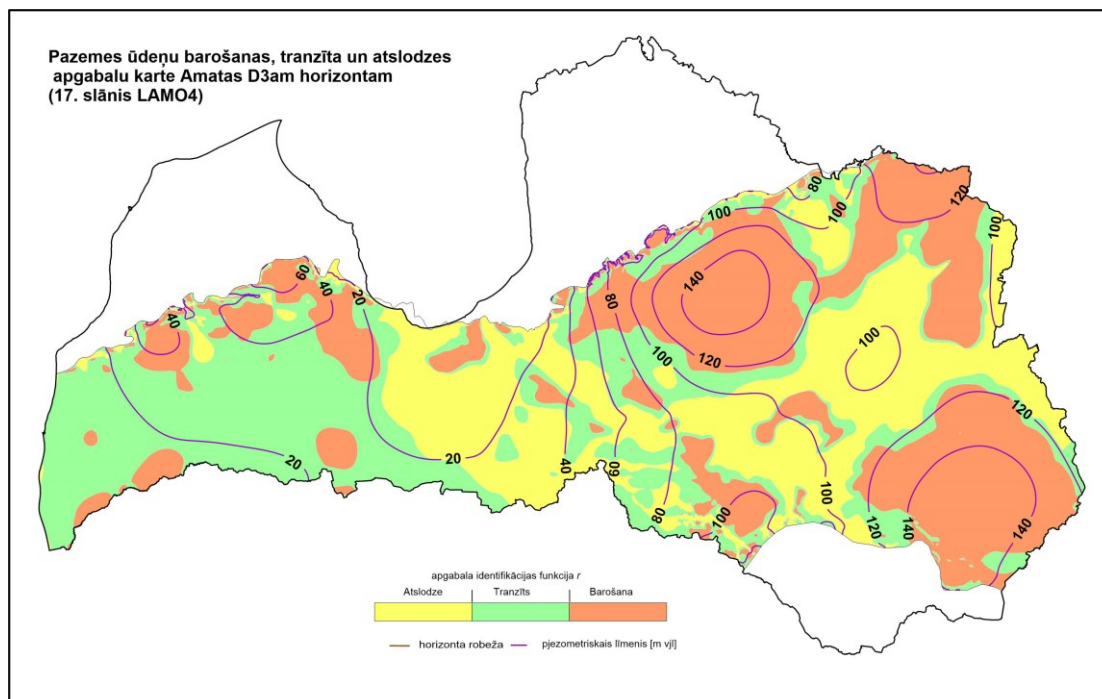


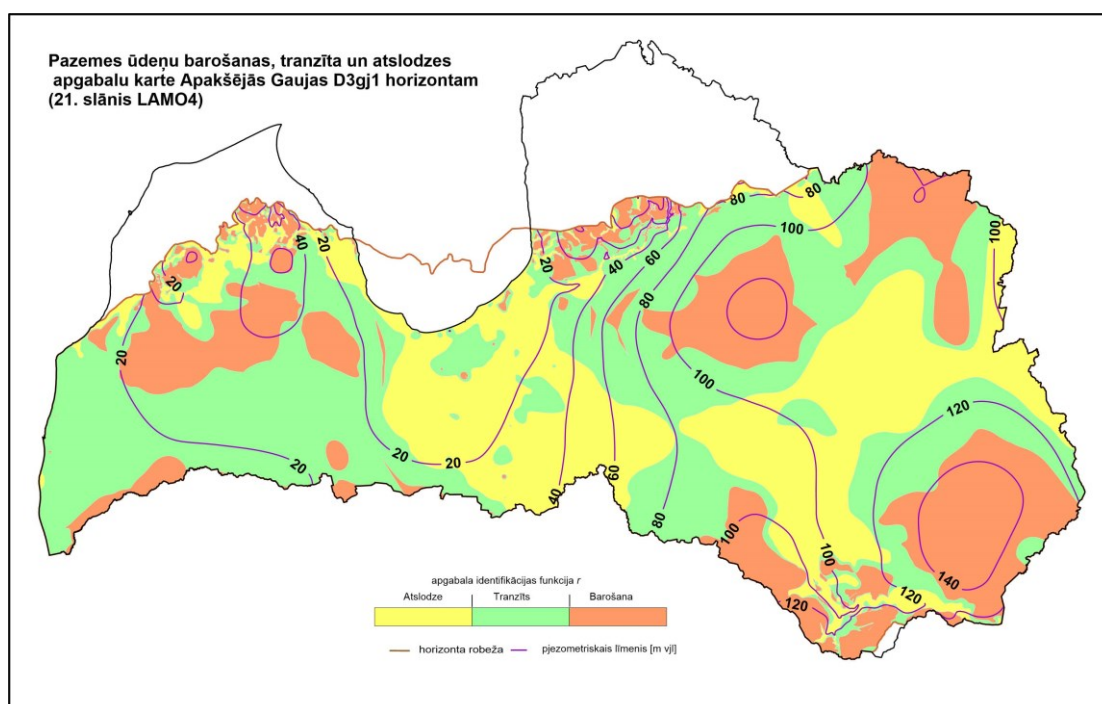
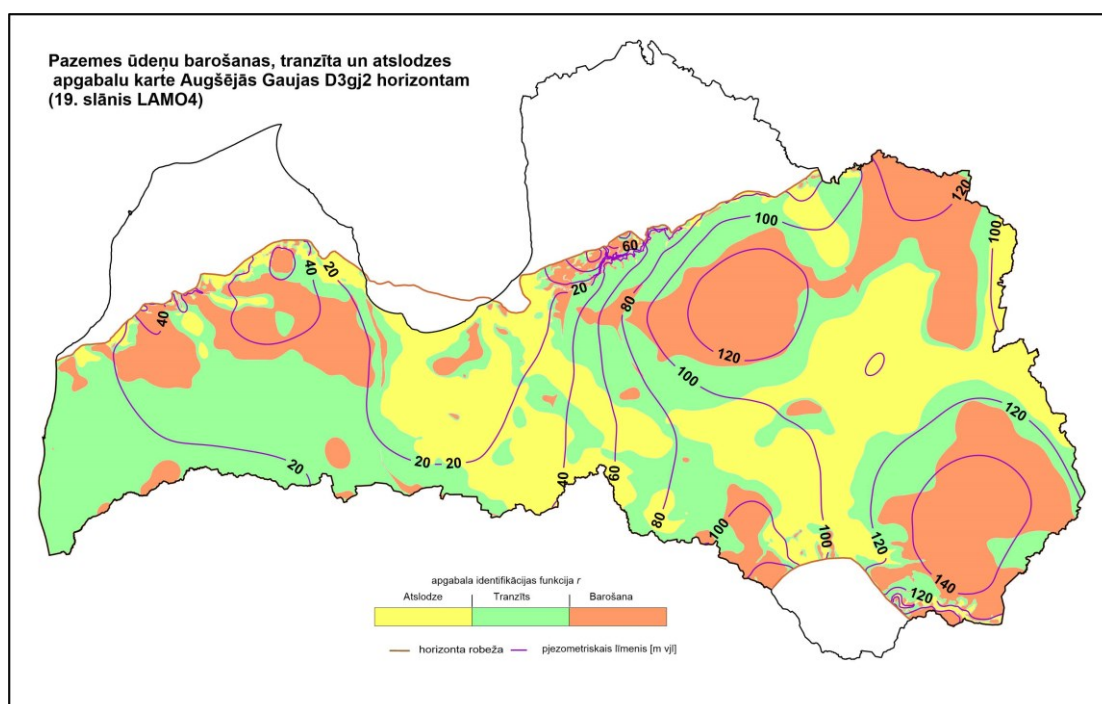


7. pielikums

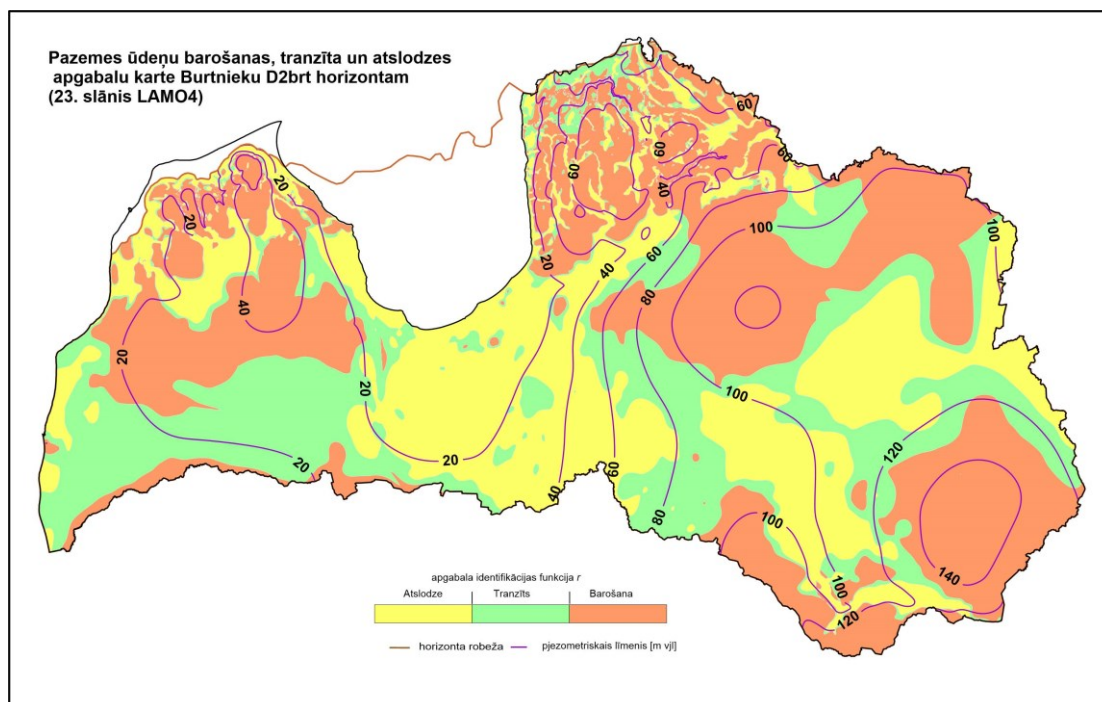


8. pielikums





11. pielikums



12. pielikums

