



Rīgas Tehniskā universitāte
VIDES MODELĒŠANAS
CENTRS

PĀRSKATS

Pazemes ūdensobjektu kartēšana
Ventas upju baseinu apgabalā

Rīga –decembris, 2013

Pazemes ūdensobjektu kartēšana Ventas upju baseinu apgabalā

Pārskats ietver kartēšanas rezultātus, kuri iegūti RTU Vides modelēšanas centrā, izmantojot Latvijas hidroģeoloģisko modeli LAMO, atbilstoši uzņēmuma līguma tehniskajai specifikācijai par Gaujas upju baseinu pazemes ūdensobjektu kartēšanu.

Pārskats ietver: satura rādītāju, 10 lpp teksta, 5 tabulas, 41 attēlu (kartes) un Pielikumu Latvijas upju baseinu apgabalu kartēšanas materiālam (22 lpp.).

Zinātniskais vadītājs Dr.sc.ing. .A.Spalviņš

Darba veikšanā piedalījās VMC darbinieki:

- J. Šlangens, Dr.sc.ing.,
- O. Aleksāns, Dr.geol.,
- I. Lāce M.sc.ing.,
- K. Krauklis, M.sc.ing.,
- V. Škibelis, M.sc. ing.
- A. Mačāns, zinātn. asist.,
- I. Tabaka, zinātn. asist.

Adrese:

Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs
Meža ielā 1/4, Rīga, LV-1007, Latvija
Tālr.: +371 67089511, +371 67089518; Fax: +371 67089531
E-mail: emc@cs.rtu.lv
URL: <http://www.emc.rtu.lv>

RTU, VMC direktors
_____A.Spalviņš

SATURS

Ievads	2
1. Ventas upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjekti	2
2. Kartēšanas rezultātu apskats	3
3. Pazemes ūdens plūsmu bilances raksturojums	4
4. Secinājumi	9
5. Izmantotā literatūra	10

ATTĒLI

1. att. Ventas upju baseinu apgabala kopskats
2. att. Digitālais reljefs **relh** [m vjl]
3. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **Q2** [m vjl]
4. att. Ūdens līmeņu sadalījums pamatiežu horizontos **preQ** [m vjl]
5. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3ktl#** [m vjl]
6. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3zg#** [m vjl]
7. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3krs#** [m vjl]
8. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3dg#** [m vjl]
9. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3pl** [m vjl]
10. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3am** [m vjl]
11. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3gj2** [m vjl]
12. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D3gj1** [m vjl]
13. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D2brt** [m vjl]
14. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D2ar** [m vjl]
15. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā **D2prn** [m vjl]
16. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **Q2** [mm/gadā]
17. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums pamatiežu horizontam **preQ** [mm/gadā]
18. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3ktl#** [mm/gadā]
19. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3zg#** [mm/gadā]
20. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3krs#** [mm/gadā]
21. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3dg#** [mm/gadā]
22. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3pl** [mm/gadā]
23. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3am** [mm/gadā]
24. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3gj2** [mm/gadā]
25. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3gj1** [mm/gadā]
26. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D2brt** [mm/gadā]
27. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D2ar** [mm/gadā]
28. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D2prn** [mm/gadā]
29. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā **Q2**
30. att. Pazemes ūdens plūsmas pamatiežu horizontā **preQ**
31. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā **D2ar**
32. att. Ģeoloģiskais griezumš 2W-2E
33. att. Ģeoloģiskais griezumš 3W-3E
34. att. Ģeoloģiskais griezumš 4W-4E
35. att. Ģeoloģiskais griezumš 5W-5E
36. att. Ģeoloģiskais griezumš 1S-1N
37. att. Ģeoloģiskais griezumš 2S-2N
38. att. Ģeoloģiskais griezumš pa Ventas upi
39. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabalā (grafiskais skaidrojums 2. tabulai)
40. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3.1. tabulai)
41. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3.2. tabulai)

Pielikums Latvijas upju baseinu apgabalu kartēšanas materiālam

Ievads

Pazemes ūdensobjektu kartēšana Ventas upju baseinu apgabalā veikta Rīgas tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centrā (VMC), pamatojoties uz VMC zinātnes budžeta un uzņēmuma līgumu finansējumu kopumu, kuru Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas centrs (LVĢMC) ir noslēdzis ar VMC darbiniekiem kā ekspertiem.

Kartēšanai izmantoti dati, kuri iegūti ar Latvijas hidroģeoloģisko modeli (LAMO). LAMO ir izstrādājuši VMC zinātnieki laikā no 2010.g. līdz 2012. gadam, īstenojot ERAF līdzfinansētu projektu "Hidroģeoloģiskā modeļa izveidošana Latvijas pazemes ūdens krājumu apsaimniekošanai un vides atveseļošanai". Kā kartēšanas prototips izmantots pārskats [1] Gaujas/Koivas upju baseinu apgabalā.

Sagatavotās kartes dotas elektroniskajā formā. Karšu papīra kopijas var izdrukāt A4 un A3 formātā.

Kartēšanas materiālus papildina Pielikums, kurā dots pārskats par pazemes ūdens aktīvo zonu visai Latvijas teritorijai, LAMO apraksts un tā modernizācijas nepieciešamības pamatojums. Pielikums kalpo kā atsaucis avots visiem upju baseinu apgabalu kartēšanas pārskatiem. Par to, ka veikta atsaucis uz Pielikuma attēlu, liecina papildinājums „p”, piemēram, 14p. att.

Kartēšanas pārskatā vārdu virknējumu „upju baseinu apgabals” un „pazemes ūdensobjekts” vietā ir izmantoti vārdi „apgabals” un „ūdensobjekts”, ja tādi saīsinājumi nerada pārpratumus.

1. Ventas upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjekti

Ventas upju baseinu apgabals aizņem 15633km² (24.2% no Latvijas sauszemes teritorijas). Apgabala kopskats dots 1. att. [2]. Kopskats ir daļa no Ūdensobjektu shēmas Latvijai (5p. att.) Apgabals robežojas ar Lietuvu un Lielupes upju baseinu apgabalu.

1. tabula

Ventas upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjektu raksturojums

Pazemes ūdensobjekti	Ūdens horizontu komplekss	Platība, km ²	LAMO plakņu Nr. skat. 3p. att.
D1_VN	gruntsūdeņi starpmorēnu ūdens D2-3ar-am	1530	3-4 5-6 17-25
D2_VN	gruntsūdeņi starpmorēnu ūdens D2-3ar-am	4788	3-4 5-6 17-25
D3_VN	gruntsūdeņi D2-3ar-am	2044	3-4 17-25
D4_VN	D3pl-aml D2-3ar-am	359	13-16 17-25
F1	starpmorēnu ūdens F3fm#	2955	5-6 7-12
F2	F3fm#	2970	7-12
F3	F3fm#	987	7-12
A	D2-3ar-am	4402	17-25

Ventas apgabala kopskatā iekļauts LAMO hidrogrāfiskais tīkls (63 upes, 10 ezeri, Rīgas jūras līcis, Baltijas jūra) un ģeoloģisko griezumu izvietojums. Šie griezumi ir daļa no reģionālo griezumu sistēmas, kura dota 13p. att. Izveidots arī ģeoloģiskais griezums pa Ventas upi (38. att.).

Apgabalā iekļauti ūdensobjekti D1_VN, D2_VN, D3_VN, D4_VN, F1_VN, F2_VN, F3_VN, A_VN. To raksturojums apkopots 1. tabulā [2]. Doti to LAMO plakņu numuri (skat. 3p. att. vertikālo shematizāciju), kuras modelē konkrēto ūdensobjektu. Piemēram, ūdensobjektu D4_VN pārstāv plaknes 13,14,15,16 (D3dg#, D3slp#z, D3pl, D3am#z); 17→25 (D3am, D3gj2z, D3gj2, D3gj1z, D3gj1, D2brtz, D2brt, D2arz, D2ar).

2. Kartēšanas rezultātu apskats

Izmantojot LAMO datus, Ventas upju baseinu apgabalā ir sagatavotas kartes, kuras nosacīti veido četras grupas:

- digitālais reljefs un pjezometrisko līmeņu [m vjl] sadalījums ūdens horizontos – 14 kartes (2. att.-15. att.);
- filtrācijas plūsmu [mm/gadā] sadalījums ūdens horizontiem – 13 kartes (16. att. – 28. att.);
- pazemes ūdens plūsmas ar iezīmētiem barošanas, atslodzes un tranzīta apgabaliem – 3 kartes (29. att., 30. att., 31. att.);
- ģeoloģiskie griezumi – 7 kartes (32. att.-38. att.).

Ventas apgabala kartes ir fragmenti no kartēm visai Latvijas teritorijai. Kā piemēri, dažas no tām ir dotas Pielikumā.

Ūdens līmeņu sadalījuma kartēs parādās, kuri upju posmi ir saistīti ar ūdens horizontiem. Šī saite var būt sarežģīta. Piemēram, Ventas upe ir kontaktā ar D3ktl#, D3zg#, D3krs#, D3dg#, D3pl, D3am, D3gj2, D3gj1 un Q2 horizontiem (38. att.). Informācija par upju saitēm ar horizontiem tiek izmantota, lai pieslēgtu upes modelim.

Kartēs parādīti pazemes ūdens plūsmu virzieni. Netiek rādītas ūdens līmeņu izolīnijas neeksistējošai ūdens horizonta daļai (5.att.-14.att.). Izņēmums ir karte (4. att.) pamatiežu horizontiem preQ. Šis sadalījums ir atsevišķu pamatiežu horizontu ūdens līmeņu „redzamo daļu” superpozīcija, kura novērota „no putna lidojuma, ja nav kvartāra slāņa”. Par to, kuras daļas pamatiežu slāņiem ir „redzamas” var spriest no 5p. att. Arī 4. att. var redzēt tos D3ktl#, D3zg#, D3krs#, D3dg#, D3pl, D3am, D3gj2, D3gj1, D2brt laukumus, kuriem ūdens līmeņu sadalījumu nemaskē citi ģeoloģiskie slāņi.

Ūdens līmeņu sadalījums horizontam D2prn (15. att.) tiek izmantots kā robežnoteikums LAMO 27. plaknē. Ūdens līmeņu karte šim LAMO horizontam iegūta, izmantojot I. Dzilnas grāmatas [3] atziņas.

Izmantojot LAMO aprēķinātās pazemes ūdens līmeņu sadalījuma, ģeoloģisko slāņu filtrācijas koeficientu un biezumu kartes ir sagatavoti ūdens horizontu infiltrācijas sadalījumi. Izšķiroša loma ir horizonta Q2 infiltrācijas sadalījumam, kurš pilnībā nosaka ar LAMO iegūtos ūdens līmeņus. Faktiski tiek aprēķināta pazemes un virszemes ūdeņu sasaiste caur aerācijas zonu. Šo uzdevumu LAMO risina izmantojot digitālo reljefu relh (kā robežnoteikumu) un fiktīvu sprostslāni (aer) ar regulējamu caurlaidību. (skat. 3p. att. shematizācija). Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam Q2 ir komplicēts (16. att.). Plūsmas maksimumi atbilst augstienēm, bet pazemes ūdeņu atslodze notiek zemienēs, ezeros un upju tuvumā.

Infiltrācijas sadalījums pamatiežu horizontam preQ (17. att.) raksturo to barošanu un atslodzi. Šis sadalījums parāda, ka infiltrācijas intensitāte horizontam preQ ir mazāka nekā horizontam Q2. Šo izmaiņu izsauc galvenokārt sprostslāņu gQ2z, gQ1#z ietekme. Arī horizonta preQ infiltrācijas karte ir superpozīcija no atsevišķu horizontu „redzamo daļu” infiltrācijas plūsmām (kā ūdens līmeņiem

4. att.). Infiltrācijas sadalījumi netiek rādīti Ventas apgabalā neeksistējošam horizontu daļām. Palielinoties ūdens horizontu ieguluma dziļumam, infiltrācijas plūsmu intensitāte būtiski samazinās, taču to sadalījuma maksimumi atbilst augstienēm reljefā (18. att. – 28. att.).

Horizontiem Q2, preQ un D2ar sagatavotas kartes (29. att., 30. att., 31. att.) ar ūdens līmeņu izolīnijām un iezīmētiem barošanas, atslodzes un tranzīta apgabaliem. Šīs kartes ir iegūtas apvienojot informāciju par ūdens līmeņu un infiltrācijas plūsmu sadalījumiem, kuri raksturo horizontālās plūsmas horizontos un vertikālās plūsmas sprostsļānos. Infiltrācijas kartēm ir lietota vienkāršota krāsu skala, kurā var mainīt mērogošanas diapazonu. Piemēram Q2 un preQ kartēm, tranzīta apgabaliem atbilst diapazons (0–60)mm/gadā, bet D2ar kartē izmantots diapazons (0–10)mm/gadā. Nepieciešamību mainīt diapazonu izsauc mazā infiltrācijas intensitāte horizontā D2ar. Šeit krāsu skala (0–60)mm/gadā neļauj iezīmēt barošanās apgabalus, kuri eksistē arī zemās infiltrācijas intensitātes gadījumā.

Ģeoloģiskie griezumumi (32. att. – 38. att.) dod uzskatāmu informāciju par hidroģeoloģisko procesu raksturu komplicētas ģeoloģiskās stratigrāfijas gadījumā. Griezumos parādīts ūdens līmeņu izolīniju sadalījums, ja tiek ievērots ūdens plūsmu būtiski atšķirīgais kustības raksturs sprostsļānos un ūdens horizontos. Ūdens horizontos izolīnijas ieņem praktiski vertikālu orientāciju (necīgs vertikālais hidroloģiskais gradients). Parādīti arī pazemes ūdens plūsmu virzieni.

3. Pazemes ūdens plūsmu bilances raksturojums

Izmantojot LAMO datus, ir iegūts provizorisks pārskats par aktīvās pazemes ūdens zonas bilanci visai Latvijas teritorijai (16p. att., 1p. tabula). Pazemes ūdens plūsmu balance Ventas upju baseinu apgabalā atspoguļota 2. tabulā, kuras saturu grafiski ilustrē 39. att. shēma. Bilances analīze veikta visiem Ventas apgabalā eksistējošiem ūdens horizontiem. Aprēķinātas katra horizonta barošanas plūsma un tās notece upēs, ezeros, caur robežu un ūdens ņemšanas urbumos. Iegūta kopējā Ventas apgabala balance, kvartāra Q sistēmas un pamatiežu bilances.

Informācija 2. tabulas aizpildīšanai iegūta trīs secīgos etapos: a), b) c). No LAMO tiek saņemti dati tabulas kolonām Nr. 2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14. Etapā a) tiek aprēķinātas rezultējošās plūsmas $q_{\text{toprez}} = q_{\text{topin}} + q_{\text{topout}}$, $q_{\text{botrez}} = q_{\text{botpin}} + q_{\text{botout}}$, kuras veido kolonas Nr. 4 un 7. Šīs plūsmas atbilst katra horizonta augšai un apakšai. Etapa grafisko skaidrojumu veic 39. a) att. kurš parāda vertikālo pazemes ūdens plūsmu kustību caur visiem horizontiem. Šo plūsmu pirmavots ir atmosfēras nokrišņi horizontā Q2. Vienlaicīgi eksistē divas plūsmas (lejupejošā un augšupejošā). Etapā a) iegūta viena lejupejoša plūsma, kura raksturo rezultējošo vertikālo pazemes ūdens pārnesi (tranzītu).

Taču arī rezultējošā plūsma nedod informāciju katra horizonta bilances novērtēšanai, jo plūsma ietver vertikālā pazemes ūdens tranzīta komponentes. Tās tiek izslēgtas b) etapā (39. b) att.), kurā notiek vertikālo plūsmu summēšana katram horizontam. Galvenais rezultāts ir plūsma (10. kolona) $q_{\text{toprezl}} = q_{\text{toprez}} + q_{\text{botrez}}$, kura raksturo horizonta barošanās intensitāti. Plūsmas q_{topinl} , q_{topoutl} (8. un 9. kolonas) dod iespēju noskaidrot, kā veidojas $q_{\text{toprezl}} = q_{\text{topinl}} + q_{\text{topoutl}}$ (kāda zīme ir plūsmai q_{topoutl}). Parasti q_{topoutl} ir negatīva, taču dažos gadījumos zīme var būt pozitīva un tad notiek horizonta ūdens resursu papildināšana ar augšupejošo plūsmu. Ventas apgabalā šāda parādība nav novērojama (39. b) att.).

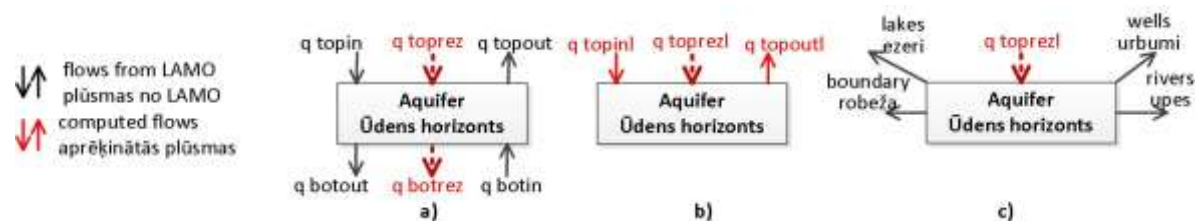
Trešajā etapā c) iegūst lokālo bilanci katram ūdens horizontam (39. c) att.). Iespējama vienkāršota pieeja, kad lokālo barojošo plūsmu q_{toprezl} aprēķina kā horizonta bilances komponenti, summējot kolonu 11, 12, 13, 14 saturu un piešķirot rezultātam "+" zīmi. Taču tad zūd iespēja novērtēt vertikālā tranzīta plūsmu lomu apgabala kopīgās bilances veidošanā.

Lokālās bilances ļauj novērtēt atsevišķu ūdens horizontu lomu. Ventas apgabalā visaugstākās lokālās barojošās plūsmas (864; 168; 150; 142) [tūkst. m³/dienn] ir horizontiem Q2, d3ktl#, D2brt, D3dg#.

2. tabula
Table 2

LAMO pazemes ūdens plūsmu [tūkst m³/dienn] balance Ventas apgabalam (provizoriskie dati)
Groundwater flow balance of LAMO [thous m³/day] for Venta river basin district (preliminarily data)

Name of aquifer	q _{topin}	q _{topout}	q _{toprez} (2+3)	q _{botout}	q _{botin}	q _{botrez} (5+6)	q _{topinl} (2+5)	q _{topoutl} (3+6)	q _{toprezl} (4+7) (8+9)	upes rivers	ezeri lakes	robeža boundary	urbumi wells
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q2	2754	-920	1834	-1613	643	-970	1141	-277	864	-643	-114	-107	0
Q1#	1613	-643	970	-1563	620	-943	50	-23	27	-7	0	-20	0
D3ctl#	1563	-620	943	-1246	471	-775	317	-149	168	-190	0	23	-1
D3zg#	1246	-471	775	-1055	337	-718	191	-134	57	-39	0	-14	-4
D3krs#	1055	-337	718	-1025	325	-700	30	-12	18	-8	0	-7	-3
D3dg#	1025	-325	700	-874	316	-558	151	-9	142	-122	0	-20	0
D3pl	874	-316	558	-793	294	-499	81	-22	59	-47	0	-12	0
D3am	793	-294	499	-709	273	-436	84	-21	63	-43	0	-20	0
D3gj2	709	-273	436	-579	234	-345	130	-39	91	-54	0	-36	-1
D3gj1	579	-234	345	-379	152	-227	200	-82	118	-48	0	-67	-3
D2brt	379	-152	227	-142	65	-77	237	-87	150	-84	0	-61	-5
D2ar	142	-65	77	-27	9	-18	115	-56	59	0	0	-50	-9
Model	2754	-920	1834	-27	9	-18	2727	-911	1816	-1285	-114	-391	-26
Q1+Q2	2754	-920	1834	-1563	620	-943	1191	-300	891	-650	-114	-127	0
Primary	1563	-620	943	-27	9	-18	1536	-611	925	-635	0	-264	-26



Leģenda etapiem a), b), c) plūsmu iegūšanai 2. tabulai:

a) rezultējošo plūsmu aprēķins: q_{toprez}, q_{botrez};
b) lokālo plūsmu aprēķins: q_{topinl}, q_{topoutl}, q_{toprezl};
c) lokālā horizonta balance

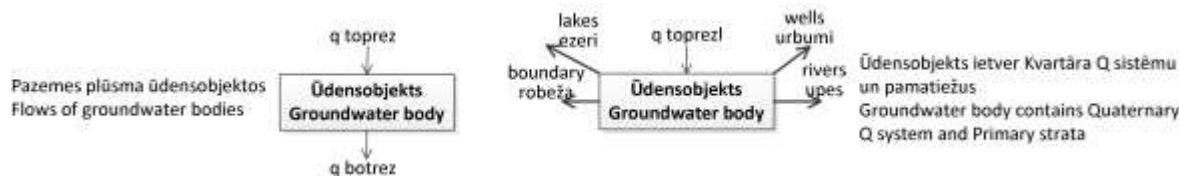
Horizontā D3ktl# upes plūsma ir lielāka par barojošo plūsmu ($190 > 168$) un tāpēc šim horizontam ir pozitīva robežas plūsma ($23 > 0$).

Iegūtas plūsmu bilances ūdensobjektiem D1_VN, D2_VN, D3_VN, D4_VN, F1_VN, F2_VN, F3_VN, A_VN. Rezultāti par ūdensobjektu bilancēm apkopoti tabulās 3.1. un 3.2., kuras grafiski skaidro 40. att. un 41. att. shēmas.

3.1. tabula

**LAZO pazemes ūdensobjektu plūsmu bilance [tūkst. m³/dienn] Ventas upju
baseinu apgabala ūdensobjektiem (provizoriskie dati)**
**Groundwater flow balance of LAZO [thous m³/day] for groundwater bodies of
Venta river district (preliminarily data)**

Ūdensobjekta nosaukums	Balances bloki	Ūdens plūsmas sadalījums [tūkst. m ³ /dienn]						
		q _{toprez}	q _{botrez}	(3+4) q _{toprezl}	upes rivers	ezeri lakes	robežas boundary	urbumi wells
1	2	3	4	5	6	7	8	9
D1_VN	Objekts	212	0	212	-97	-8	-107	0
	Q sistēma	212	-71	141	-97	-8	-36	0
	Pamatieži	71	0	71	0	0	-71	0
D2_VN	Objekts	708	-13	695	-524	-53	-107	-11
	Q sistēma	708	-437	271	-174	-53	-44	0
	Pamatieži	437	-13	424	-350	0	-63	-11
D3_VN	Objekts	185	-5	180	-91	-13	-76	0
	Q sistēma	185	-54	131	-68	-13	-50	0
	Pamatieži	54	-5	49	-23	0	-26	0
D4_VN	Objekts	72	0	72	-37	-3	-30	-2
	Q sistēma	72	-58	14	-10	-3	-1	0
	Pamatieži	58	0	58	-27	0	-29	-2
Kopsavilkums 3.1. tabulai	Objekts	1177	-18	1159	-749	-77	-320	-13
	Q sistēma	1177	-620	557	-349	-77	-131	0
	Pamatieži	620	-18	602	-400	0	-189	-13



Lai varētu novērtēt ūdensobjektu F1_VN, F2_VN, F3_VN, A_VN plūsmu bilances, 3.2. tabulā pamatieži sadalīti F-sistēmā un (P bez F) sistēmā, kura raksturo A-tipa ģeoloģisko struktūru.

**LAMO pazemes ūdensobjektu plūsmu balance [tūkst. m³/dienn] Ventas upju
baseinu apgabala ūdensobjektiem (provizoriskie dati)**
**Groundwater flow balance of LAMO [thous m³/day] for groundwater bodies of
Venta river district (preliminarily data)**

Ūdensobjekta nosaukums	Balances bloki	Ūdens plūsmas sadalījums [tūkst. m ³ /dienn]						
		q _{toprez}	q _{botrez}	(3+4) q _{toprezi}	upes rivers	ezeri lakes	robežas boundary	urbumi wells
1	2	3	4	5	6	7	8	9
F1_VN	Objekts	206	2	208	-161	-24	-12	-11
	Q sistēma	206	-30	176	-161	-24	9	0
	F sistēma	30	-25	5	0	0	1	-6
	P bez F	25	2	27	0	0	-22	-5
F2_VN	Objekts	361	0	361	-310	-13	-36	-2
	Q sistēma	367	-230	131	-114	-13	-4	0
	F sistēma	230	-38	192	-195	0	5	-2
	P bez F	38	0	38	-1	0	-37	0
F3_VN	Objekts	90	-2	88	-65	0	-23	0
	Q sistēma	90	-63	27	-26	0	-1	0
	F sistēma	63	-17	46	-39	0	-7	0
	P bez F	17	-2	15	0	0	-15	0
Kopsavilkums F1, F2, F3 objektiem	Objekts	657	0	657	-536	-37	-71	-13
	Q sistēma	657	-323	334	-301	-37	4	0
	F sistēma	323	-80	243	-234	0	-1	-8
	P bez F	80	0	80	-1	0	-74	-5
A_VN	Objekts	57	-7	50	0	0	-46	-4
	Q sistēma	0	0	0	0	0	0	0
	F sistēma	0	0	0	0	0	0	0
	P bez F	57	-7	50	0	0	-46	-4

Aprēķināta katra ūdensobjekta kopīgā balance, tā bilances kvartāra Q sistēmai un pamatiežiem. Ja 3.1. un 3.2. tabulās veic šo ūdensobjektu bilanču summēšanu, tad iegūtais rezultāts (kopsavilkums 3. tabulā) sakrīt ar 2. tabulas pārskatu par kopīgo bilanci Ventas apgabalā un bilancēm Q sistēmai un pamatiežiem.

Ūdensobjektam A_VN plūsmas ir mazākas nekā kopsumma P bez F sistēmai, jo šis ūdensobjekts aizņem mazāku laukumu nekā objekti F1_VN, F2_VN un F3_VN kopā.

Shēmās (40. att. un 41. att.) ir parādītas ūdensobjektu kopīgās bilances un bilances Q sistēmai un pamatiežiem.

Salīdzināsim pazemes ūdens plūsmu bilances Ventas apgabala ūdensobjektiem (3.1. un 3.2. tabulas). Salīdzināšanai izmantosim šādus kritērijus:

- vidējā infiltrācija q_{infvid} [mm/gadā];

- atslodze upēs no infiltrētā ūdens daudzuma $q_{upesrel}$ [%];
- lokālo rezultējošo plūsmu attiecība B ūdensobjektos [%].

Vidējo infiltrācijas plūsmu q_{infvid} [mm/gadā] aprēķina pēc formulas:

$$q_{infvid} = 0.365 q / L,$$

kur q ir rezultējošā tranzīta plūsma [tūkst. m³/dienn] q_{toprez} no 3. tabulas; L – ūdensobjekta laukums [tūkst. km²].

Atslodzes upēs $q_{upesrel}$ [%] dod formula

$$q_{upesrel} = -100 q_{upes} / q_{toprezl},$$

kur q_{upes} un $q_{toprezl}$ ir plūsmas [tūkst.m³/dienn] lokālajā ūdens bilanciē (3. tabula).

Parametru B dod formula:

$$B = 100 q_{toprezl} / q_{toprezlA},$$

kur plūsmas $q_{toprezl}$ un $q_{toprezlA}$ ņemtas no ūdensobjektu horizontu lokālajām bilanciēm 3.1. un 3.2. tabulās; $q_{toprezlA}$ – kopīgā apgabala lokālā pietece.

Novirzi N no parametra B vidējās vērtības aprēķina kā attiecību:

$$N = B/n ; \quad n = 100 L_O/L_A,$$

kur skaitlis n atbilst ūdensobjekta L_O un upes apgabala L_A laukumu attiecībai [%]. Upes apgabalam $B=100\%$; $N=1.0$.

Ventas apgabala ūdensobjektu bilanču salīdzinājuma kritēriju vērtības apkopotas 4. tabulā.

4. tabula

Pazemes ūdens plūsmu bilances salīdzinājums Ventas apgabala ūdensobjektiem

Objekts	Infiltrācija [mm/gadā]	Atslodze upēs [%]	B [%]	N [reizes]
D1_VN	51	45	11.5	1.17
D2_VN	54	75	38.0	1.24
D3_VN	33	51	10	0.76
D4_VN	73	51	4	1.82
F1_VN	26	77	11.5	0.60
F2_VN	44	86	20	1.05
F3_VN	33	74	5.0	0.79
Apgabals	43	71	100	1
A_VN	4	0	3.0	0.12

Ar 4. tabulas palīdzību var novērtēt atsevišķu pazemes ūdensobjektu bilances upes apgabala aspektā, ja izmanto 3.1. un 3.2. tabulu informāciju un datus par atsevišķu objektu laukumu (1. tabula).

Par iemesliem, kuri nosaka atšķirīgu pazemes ūdens procesu aktivitāti var spriest, ja izmanto 3.1. un 3.2. tabulu datus, kuri dod detalizētu plūsmu bilanci katram pazemes ūdensobjektam un pazemes ūdens noteces veidam (upes, ezeri, robeža, urbumi).

Kritērijus, kuri izmantoti upes apgabalu ūdensobjektu bilanču salīdzināšanai, var lietot arī upes apgabala un Latvijas plūsmu bilanci. Tad objekta un apgabala datu vietā ir jālieto apgabala (2. tabula) un Latvijas dati (1p. tabula).

Ventas apgabala un Latvijas bilanču salīdzinājuma kritēriju vērtības apkopotas 5. tabulā.

5. tabula

Plūsmu bilances salīdzinājums Ventas apgabalam un Latvijai

Objekts	Infiltrācija [mm/gadā]		Atslodze upēs [%]		B [%]	N [reizes]
	Ventas apgabalā	Latvijā	Ventas apgabalā	Latvijā	Ventas apgabalā	Ventas apgabalā
Kopā	43	42	71	79	25	1.04
Q2+Q1	43	42	73	84	23	0.96
Pamatieži	22	20	69	72	28	1.16
D2brt	5	6	56	67	22	0.92

No 5. tabulas datiem var secināt, ka Ventas apgabalā pazemes ūdens bilances ir tuvas Latvijas bilanci. Ventas apgabalā upēs aizplūst nedaudz mazāk pazemes ūdens nekā vidēji Latvijā ($71 < 79$).

Par Ventas apgabala pazemes ūdens plūsmu aktivitātes tuvumu Latvijas rādītājiem liecina tas, ka N vērtība ir tuva 1.0. Parametrs N ņem vērā, ka Ventas apgabals aizņem 24.2% no Latvijas teritorijas, t.i., N raksturo novirzi no vidējā vērtējuma. Ventas apgabalā atrodas $B = 22\%$ no visiem Latvijas D2brt horizonta resursiem.

Dati par pazemes ūdens plūsmu bilanci var stipri izmainīties, ja nākotnē tiks precizēta saite starp virszemes (upes, ezeri) un pazemes ūdensobjektiem. Tas varētu ietekmēt bilanci Ventas apgabalā.

4. Secinājumi

Kartēšanas materiāli Ventas upju baseinu apgabalam būtiski papildina apgabala apsaimniekošanas plānu tā iedaļā par pazemes ūdens resursiem. Izmantojot Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO datus, ir izveidotas ūdens horizontu ūdens līmeņu un infiltrācijas kartes, iegūti ģeoloģisko griezumu attēli, kuros redzama ģeoloģiskā stratigrāfija, pazemes ūdens līmeņu izolīnijas un plūsmu virzieni. Apvienojot informāciju par ūdens līmeņiem un infiltrāciju, ir izveidotas kartes, kurās ir iezīmētas pazemes ūdens barošanās, tranzīta un atslodzes zonas.

Iegūtas pazemes ūdens plūsmu bilances Latvijai, Ventas upju baseinu apgabalam un tā ūdensobjektiem. Šo datu analīze dod jaunas zināšanas par pazemes un virszemes ūdensobjektu mijiedarbību.

5. Izmantotā literatūra

1. Pazemes ūdensobjektu kartēšana Gaujas/Koivas upju baseinu apgabalā. Pārskats iepirkuma līgumam Nr.62 starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju un Rīgas Tehnisko universitāti, Rīga, Janvāris, 2013, 19 lpp., 25 kartes
2. LVGMC, 2009. Ventas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns 2010.-2015. gadam. Rīga: Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs.
3. И. Дзилна, 1970. Ресурсы, состав и динамика подземных вод средней Прибалтики, изд. Зинатне, Рига, стр. 179

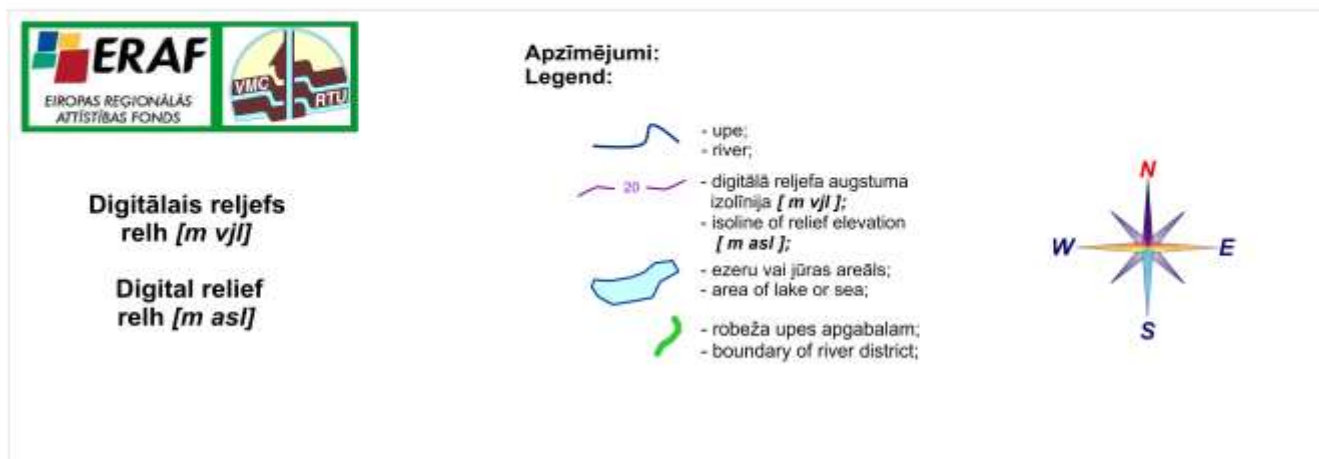
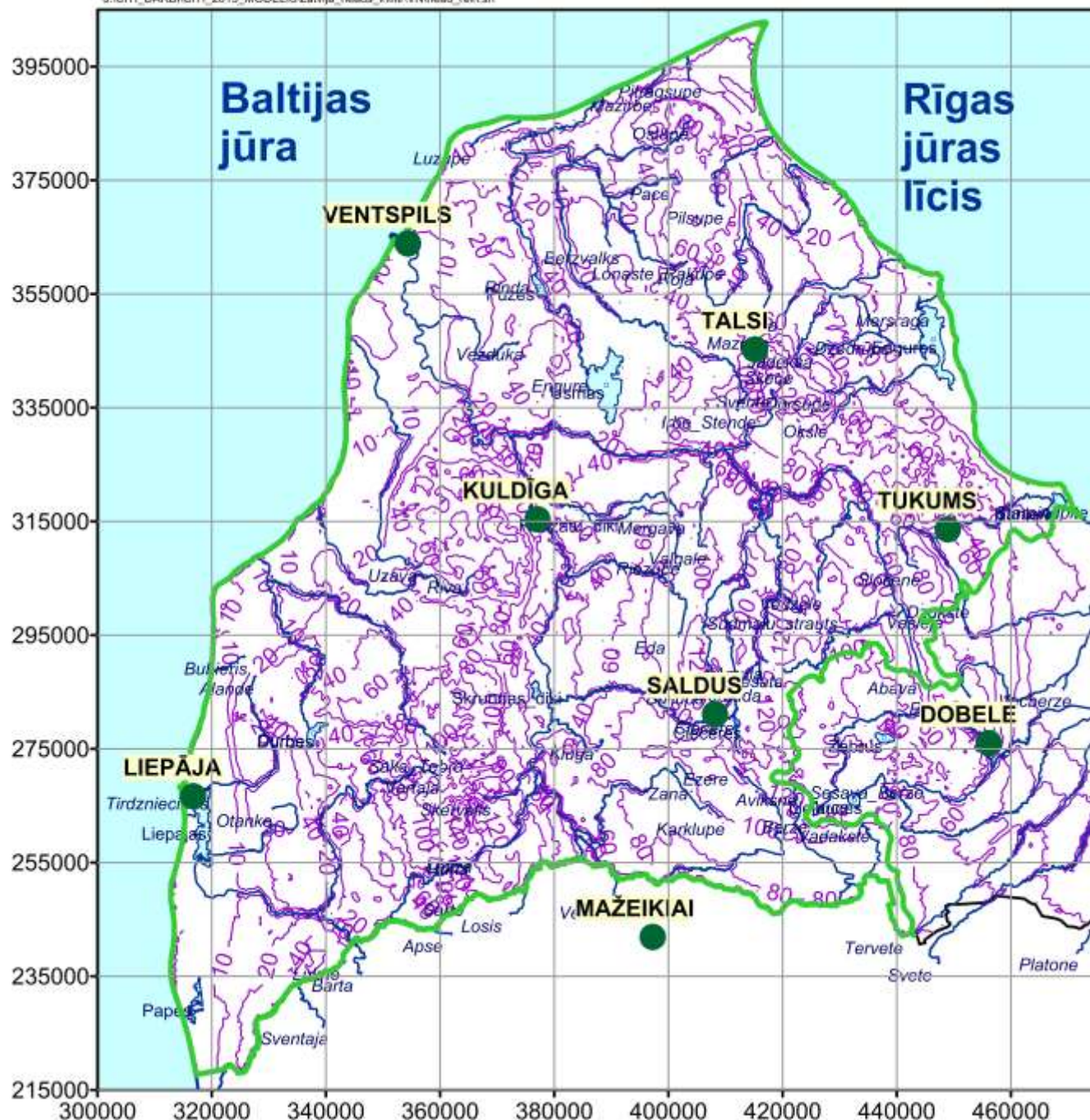
PAZEMES ŪDENSOBJEKTI, LAMO HIDROGRĀFISKAIS TĪKLS UN ĢEOLOĢISKO GRIEZUMU IZVIETOJUMS
VENTAS BASEINA APGABALAM
GROUNDWATER BODIES, LAMO HYDROGRAPHICAL NETWORK AND LOCATIONS OF GEOLOGICAL
PROFILES FOR VENTA BASIN DISTRICT



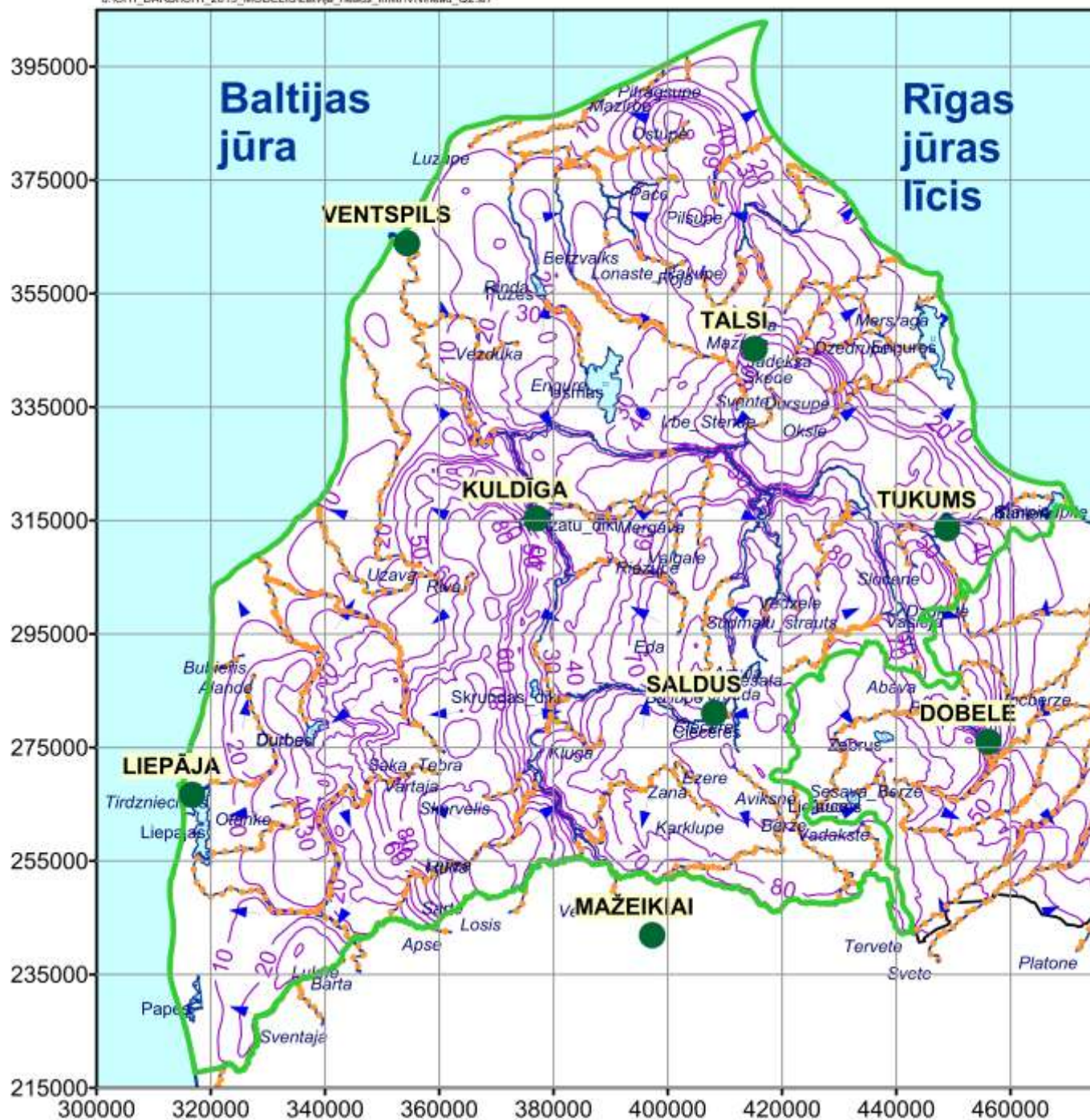
APZĪMĒJUMI
LEGEND

VN Ventas baseina apgabals Venta basin district	Pazemes ūdensobjekti Groundwater bodies		Ezers vai jūras areāls Area of lake or sea
LP Lielupes baseina apgabals Lielupe basin district	D1	F1	Upe River
	D2	F2	Pazemes ūdensobjekta robeža Groundwater body boundary
D3_VN Pazemes ūdensobjekts D3 upes baseina apgabalā VN Groundwater body D3 in river basin district VN	D3	F3	5N 5S Ģeoloģiskais griezumš Geological profile
	D4	A	

1. att. Ventas upju baseinu apgabala kopskats



2. att. Digitālais reljefs **relh** [m vjl]



**Ūdens līmeņu sadalījums
Q2 horizontā
[m vjl]**

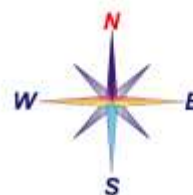
**Groundwater head
distribution for Q2
aquifer [m asl]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

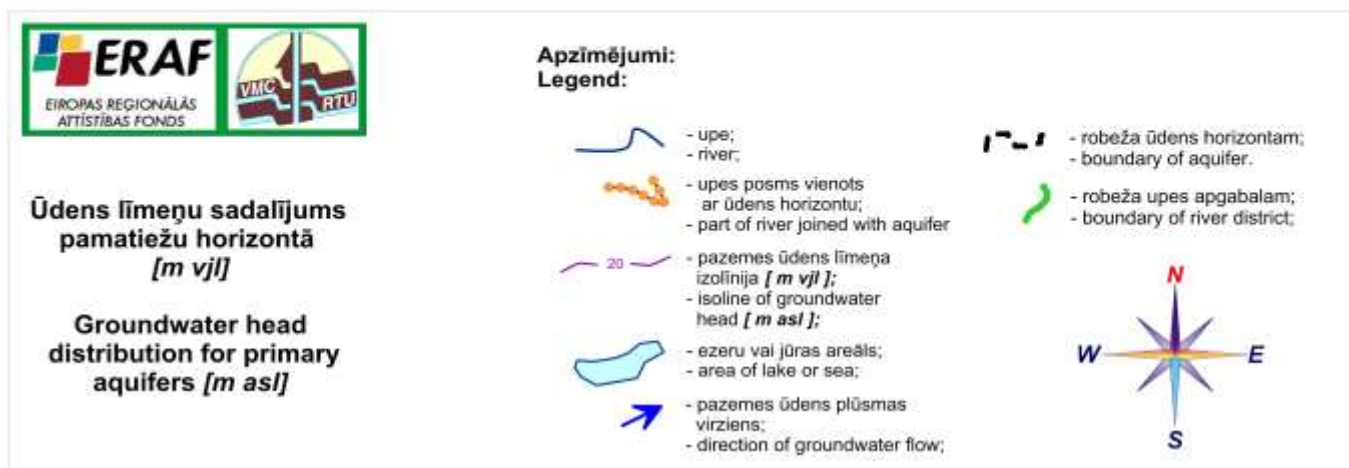
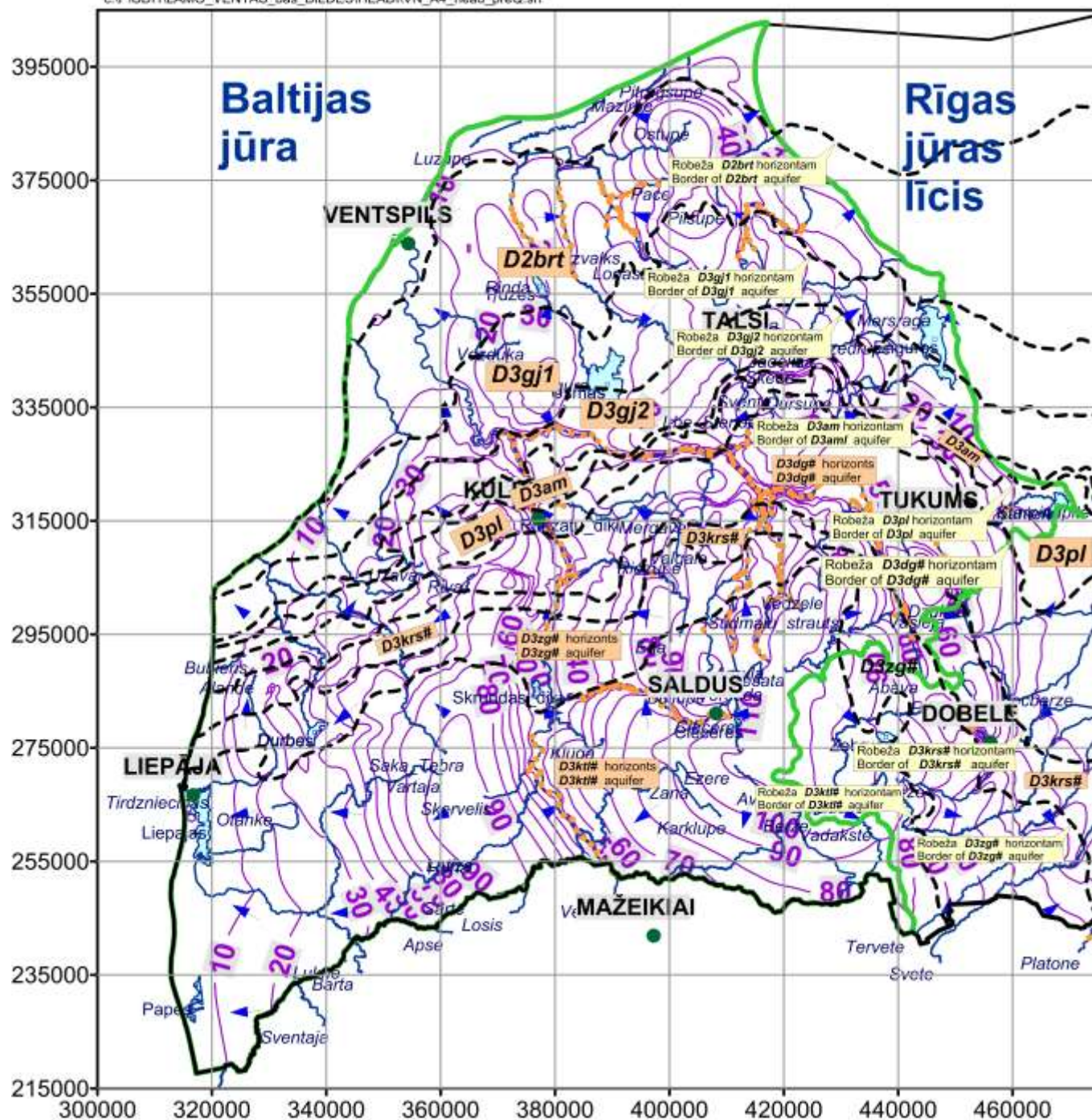
- upe;
- river;
- upes posms vienots
ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa
izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater
head [m asl];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas
virziens;
- direction of groundwater flow;

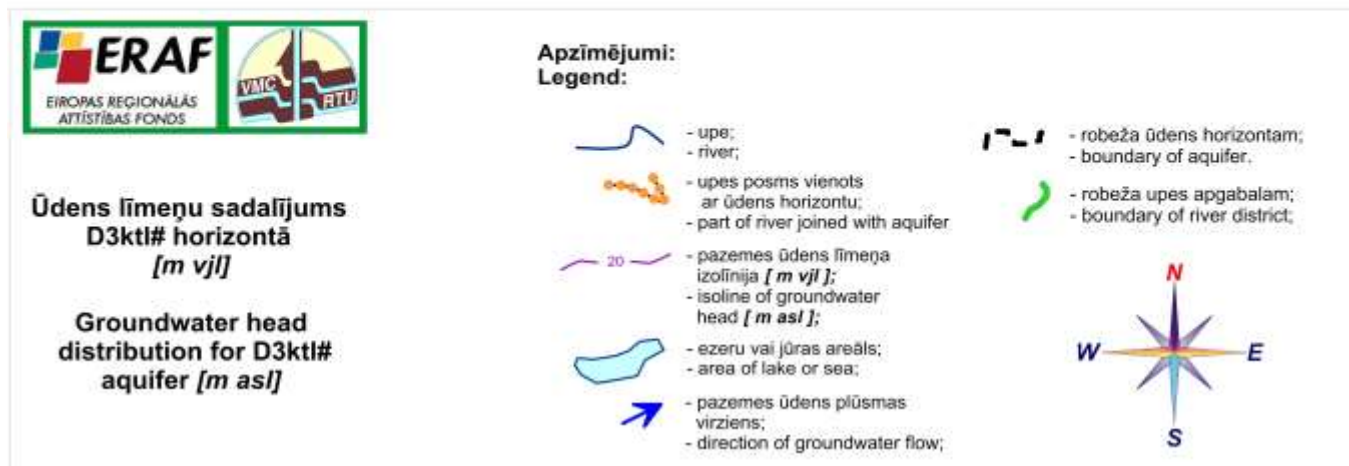
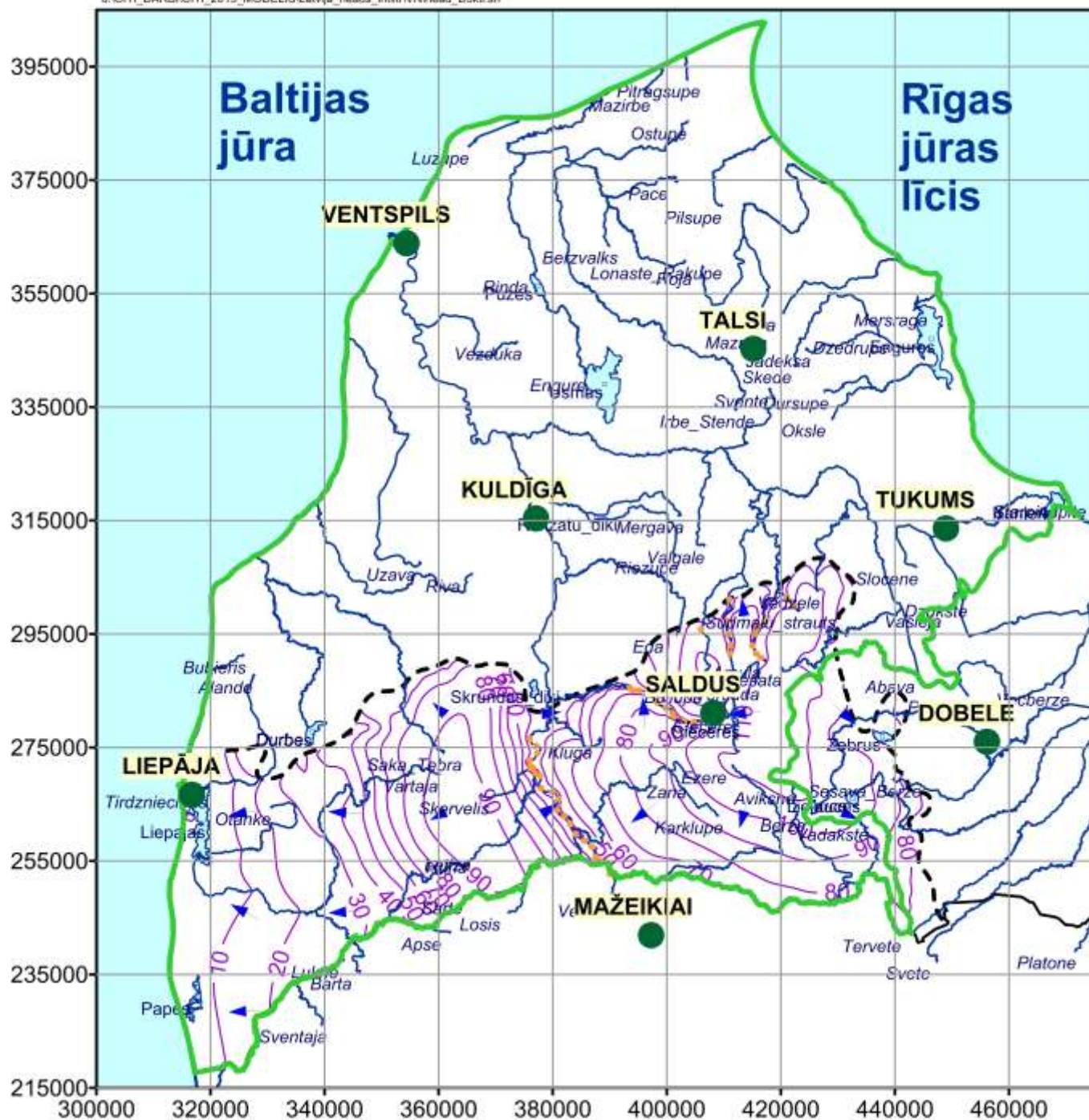
- robeža ūdens horizontam;
- boundary of aquifer.

- robeža upes apgabalam;
- boundary of river district;

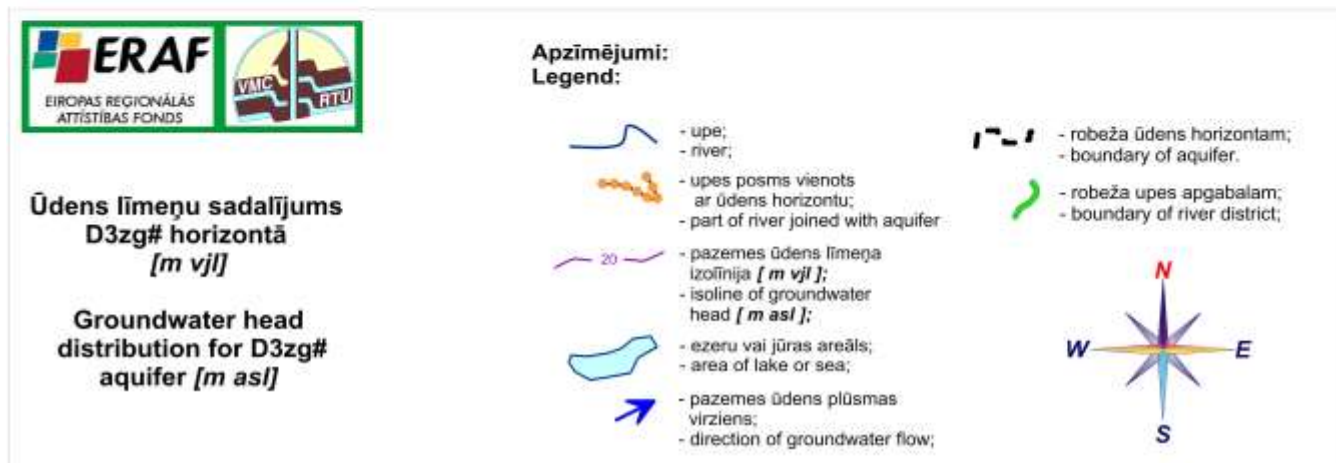
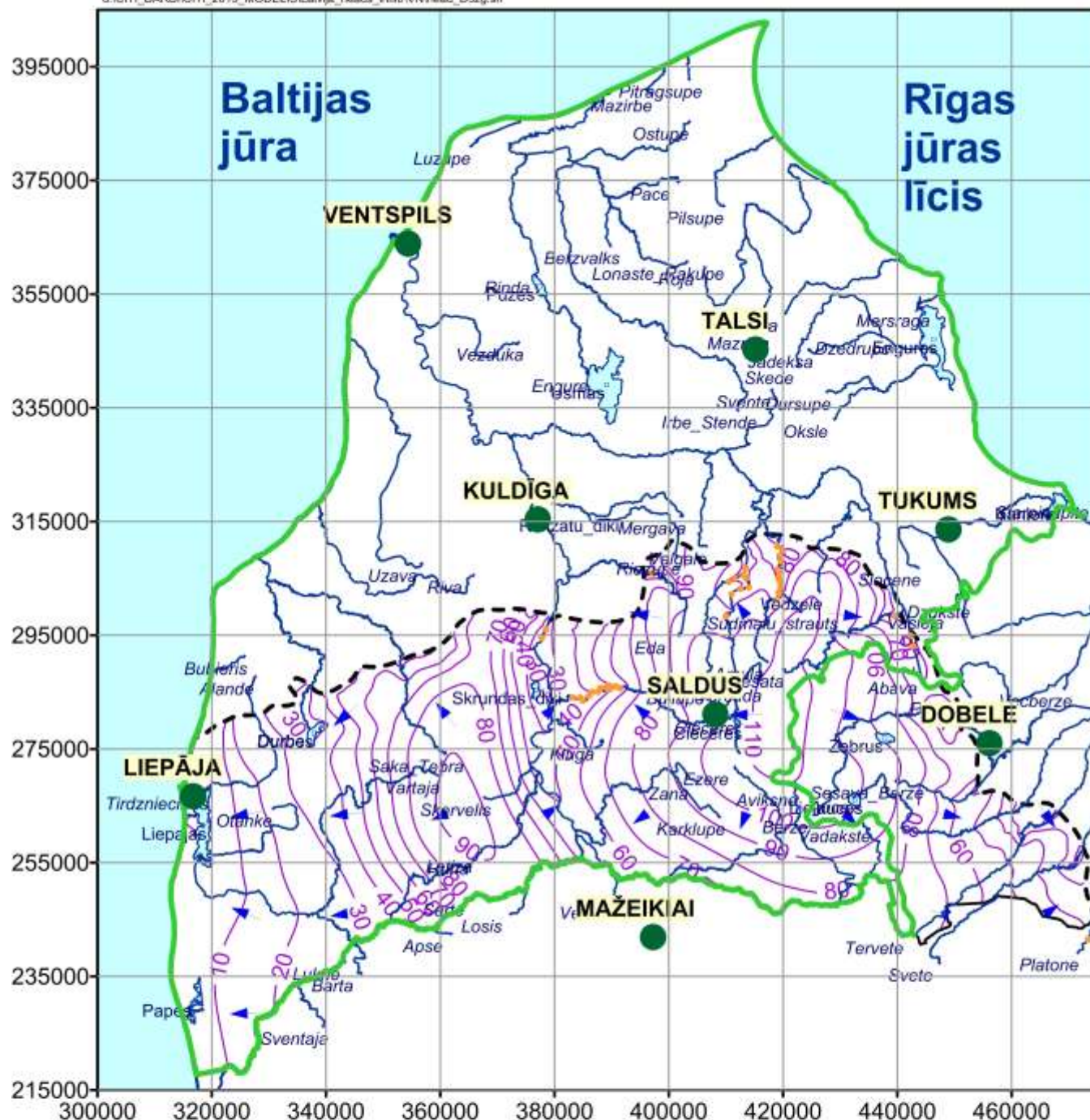


3. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā Q2 [m vjl]

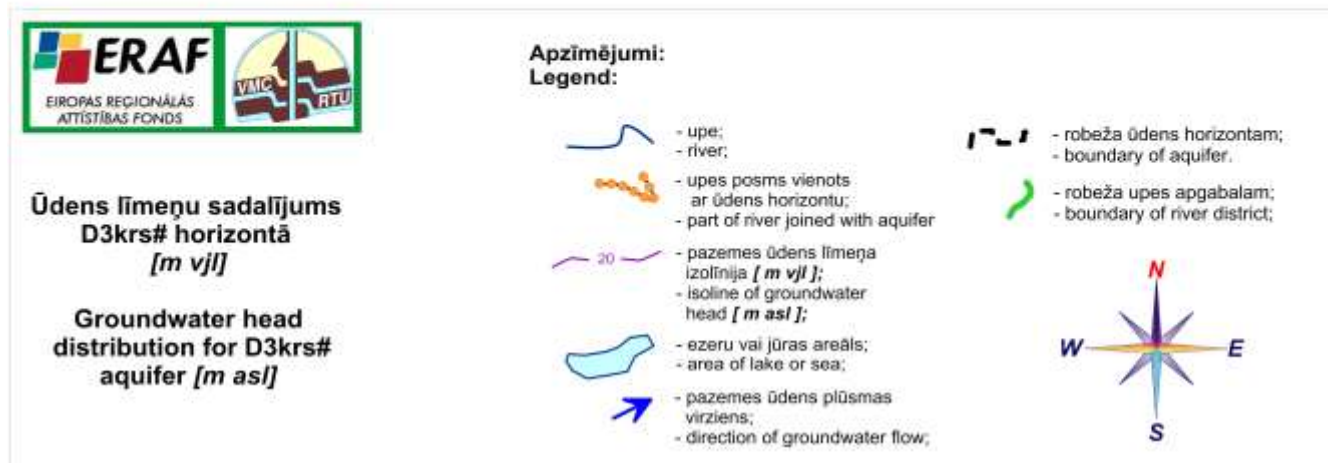
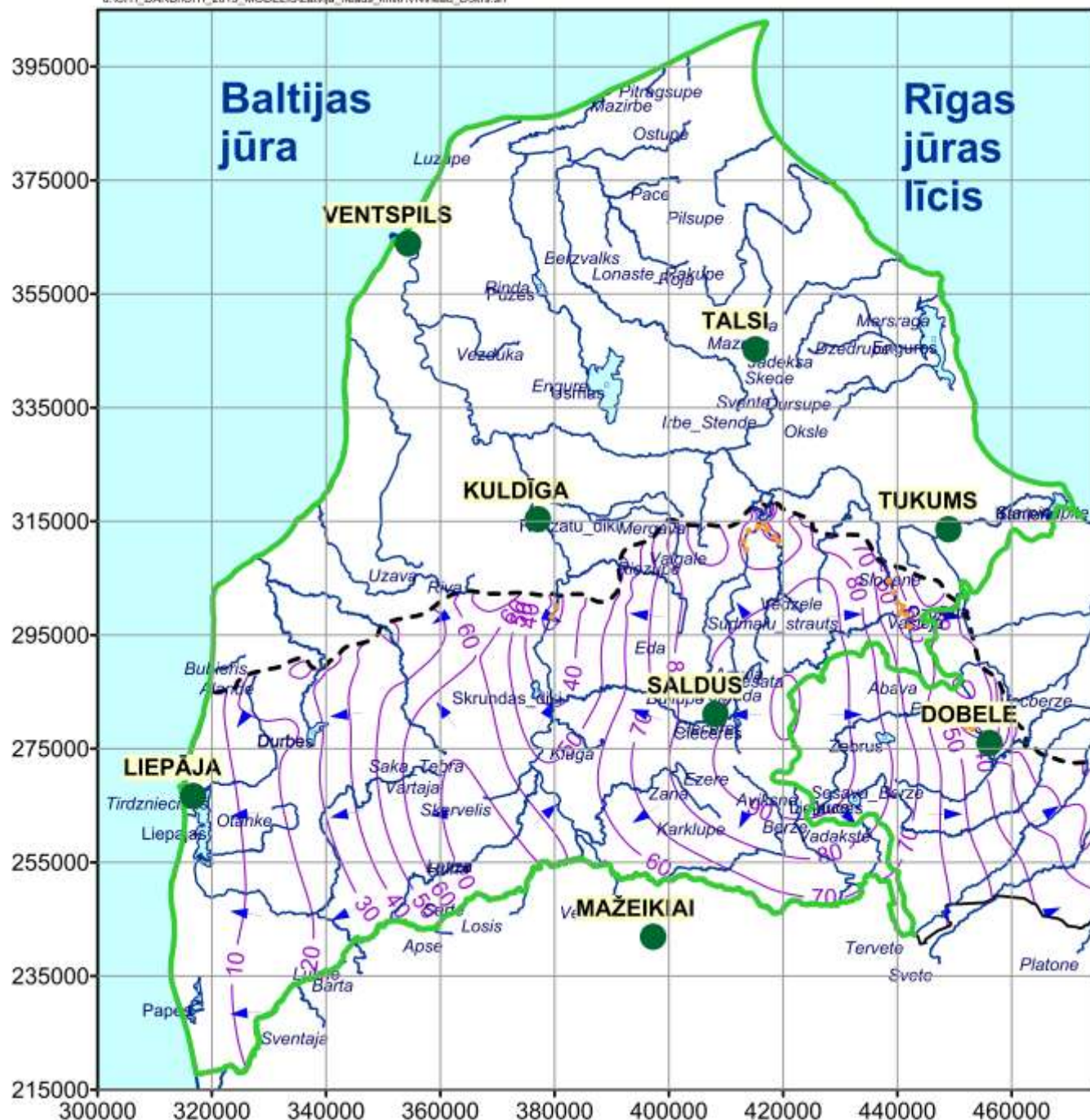
4. att. Ūdens līmeņu sadalījums pamatiežu horizontos **preQ** [m vjl]



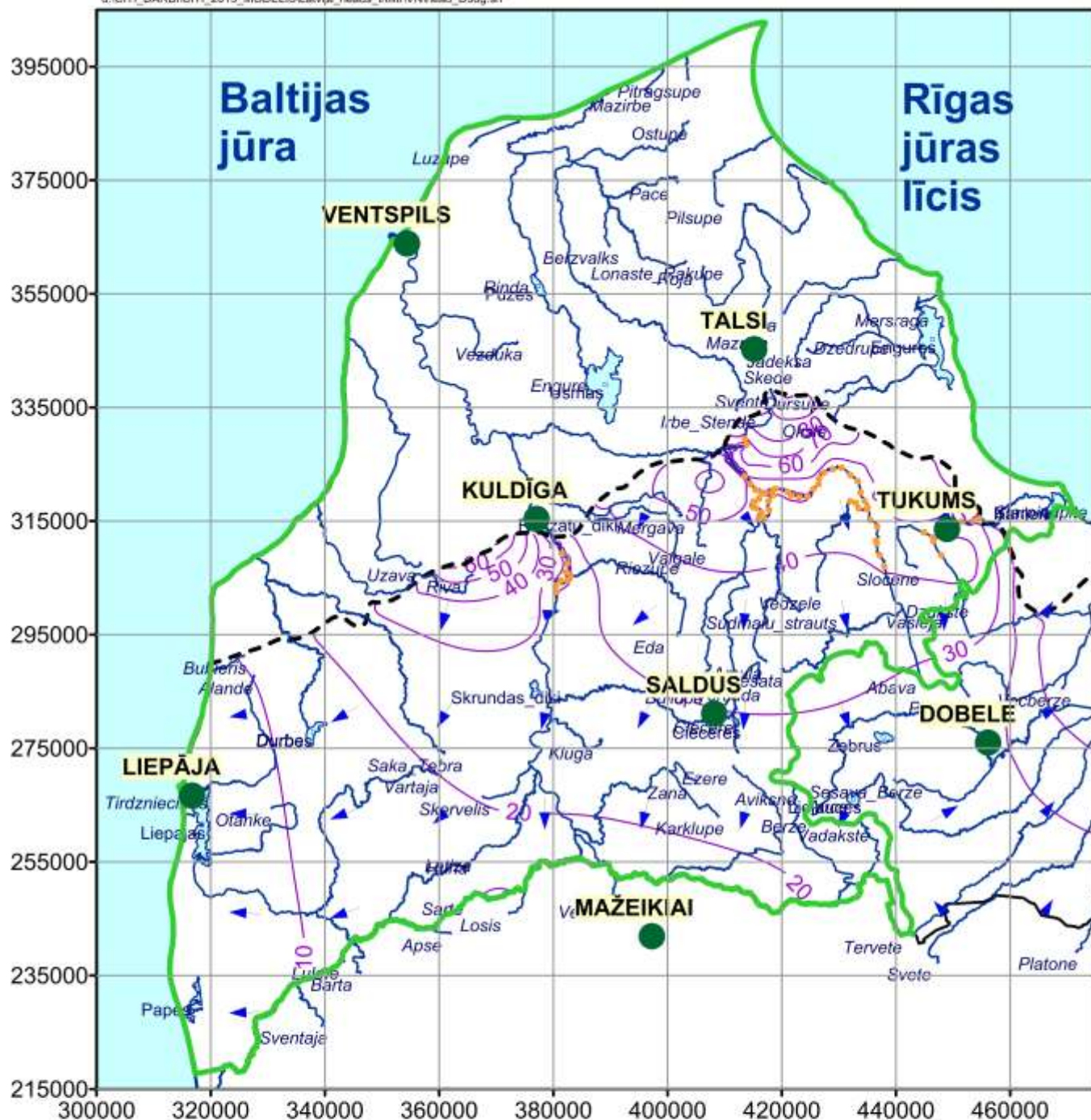
5. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3ktl# [m vjl]



6. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3zg# [m vjl]



7. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3krs# [m vjl]



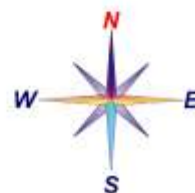
**Ūdens līmeņu sadalījums
D3dg# horizontā
[m vjl]**

**Groundwater head
distribution for D3dg#
aquifer [m a.s.l.]**

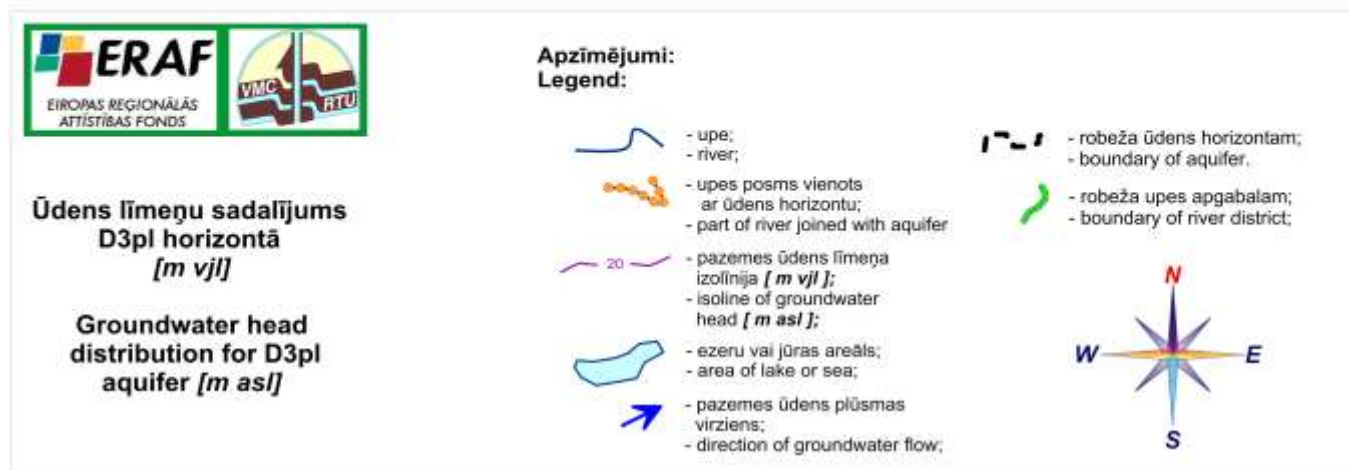
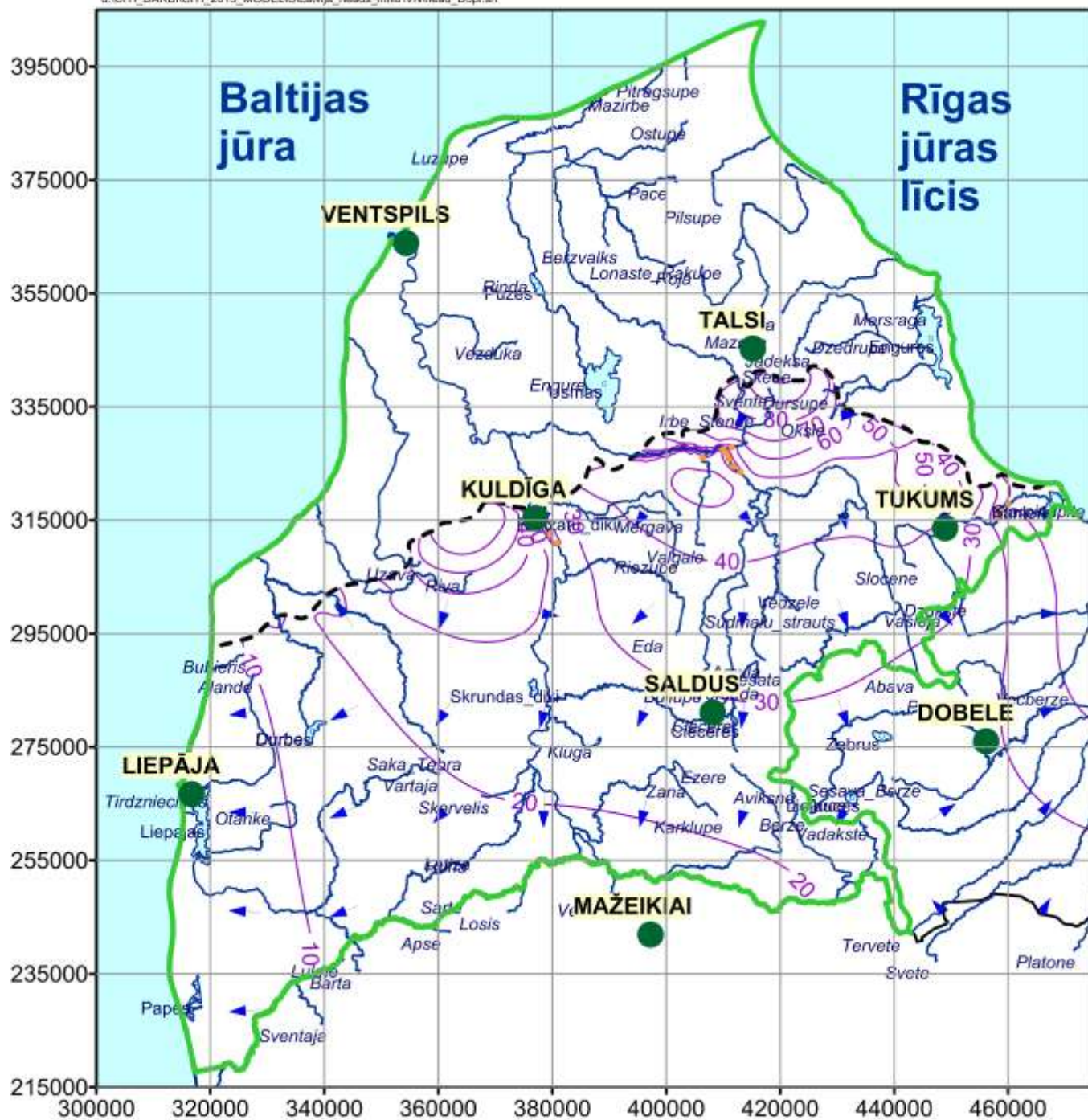
**Apzīmējumi:
Legend:**

- upe;
- river;
- upes posms vienots
ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa
izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater
head [m a.s.l.];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas
virziens;
- direction of groundwater flow;

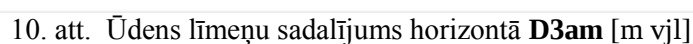
- robeža ūdens horizontam;
- boundary of aquifer;
- robeža upes apgabalam;
- boundary of river district;

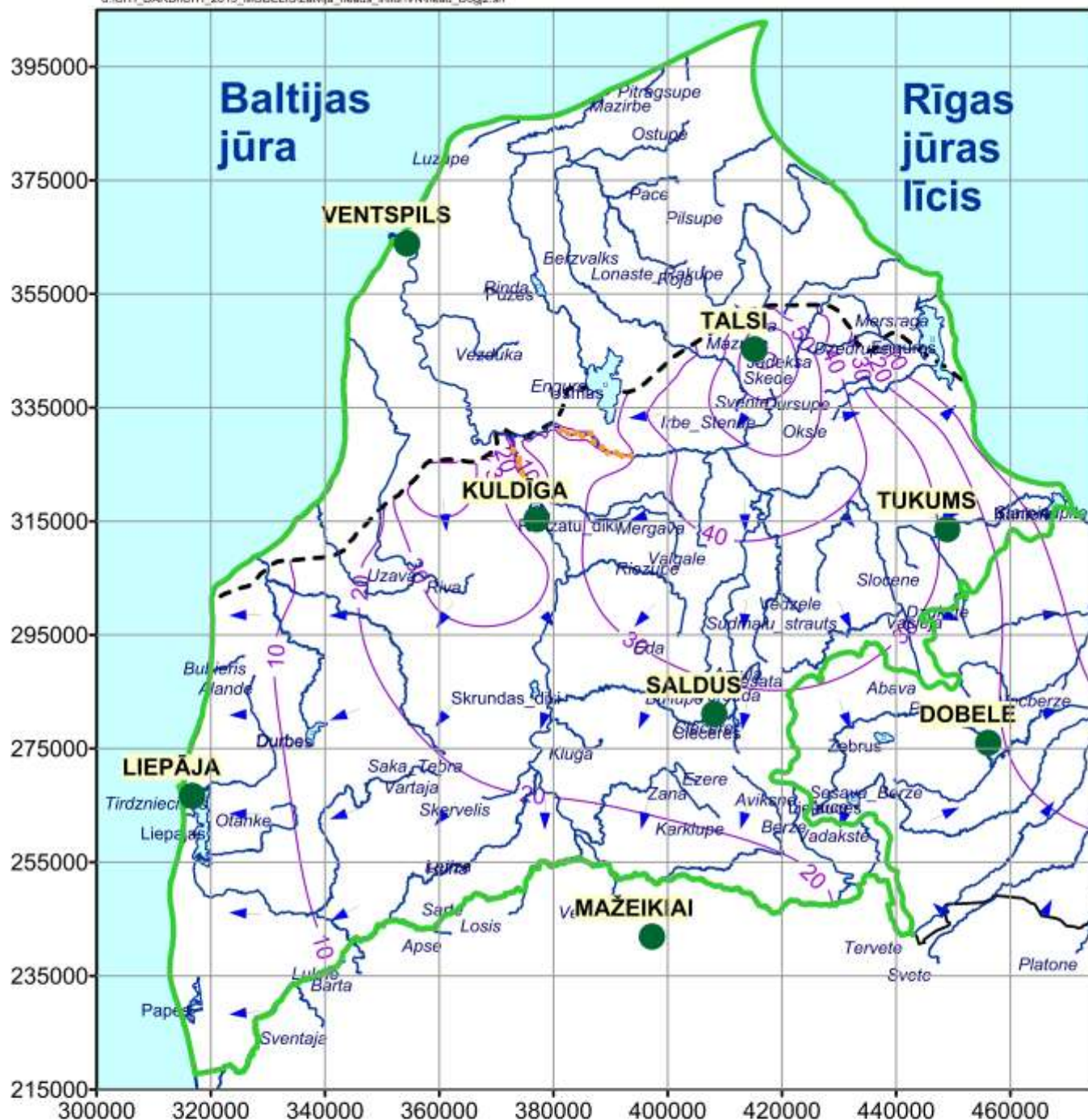


8. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3dg# [m vjl]



9. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3pl [m vjl]



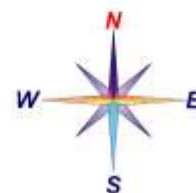


**Ūdens līmeņu sadalījums
D3gj2 horizontā
[m vjl]**

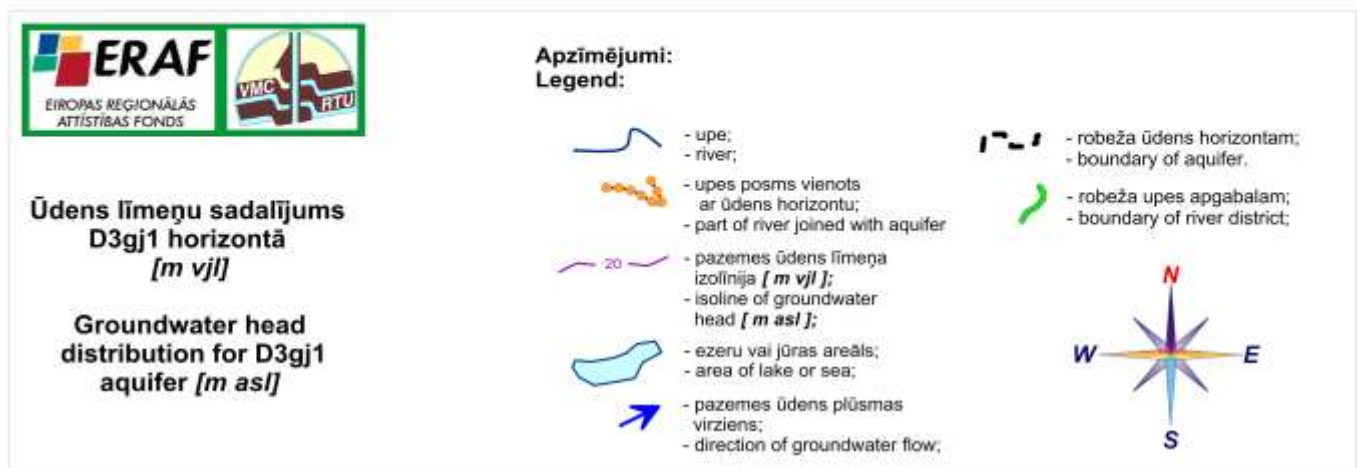
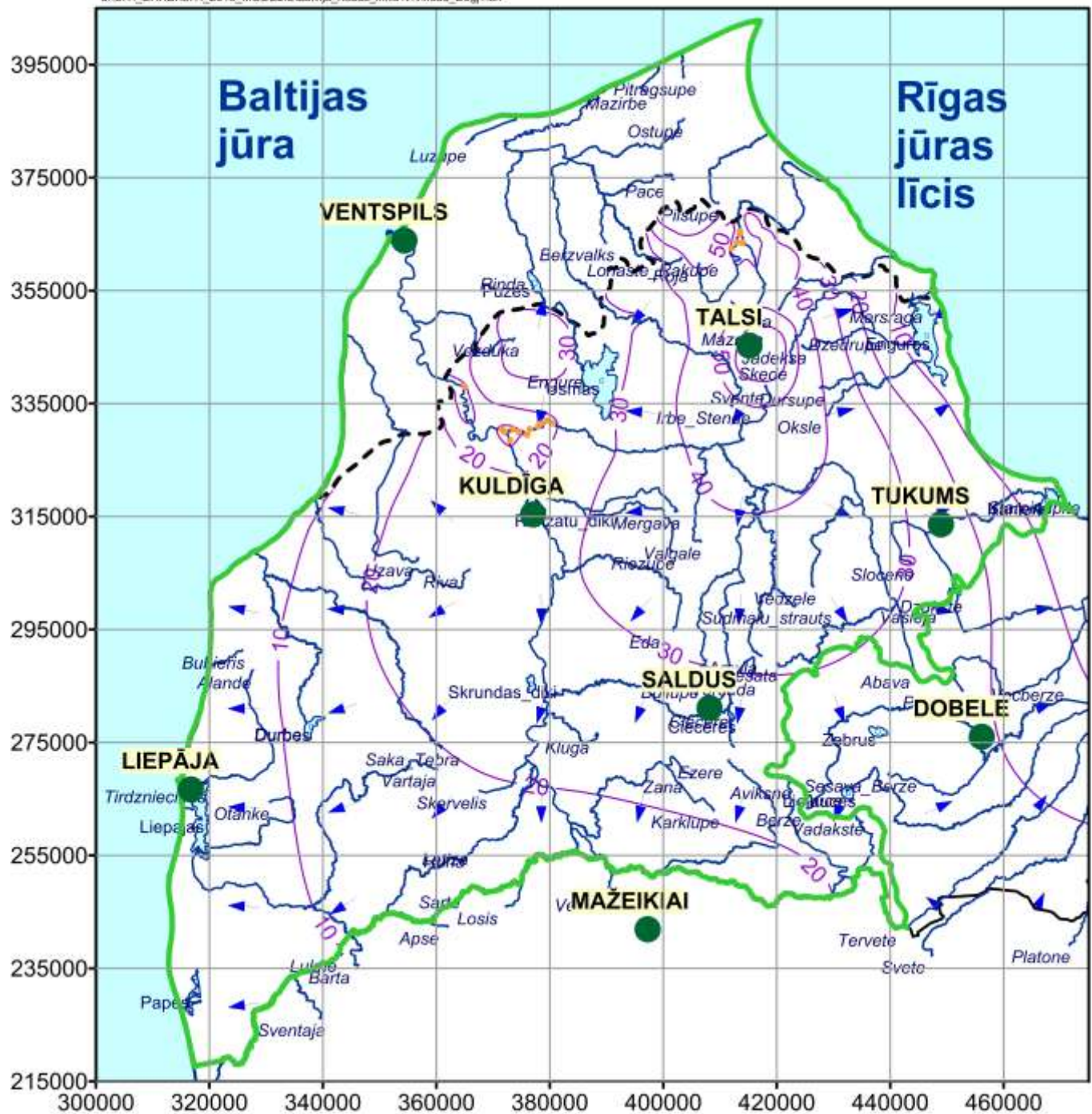
**Groundwater head
distribution for D3gj2
aquifer [m a.s.l.]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

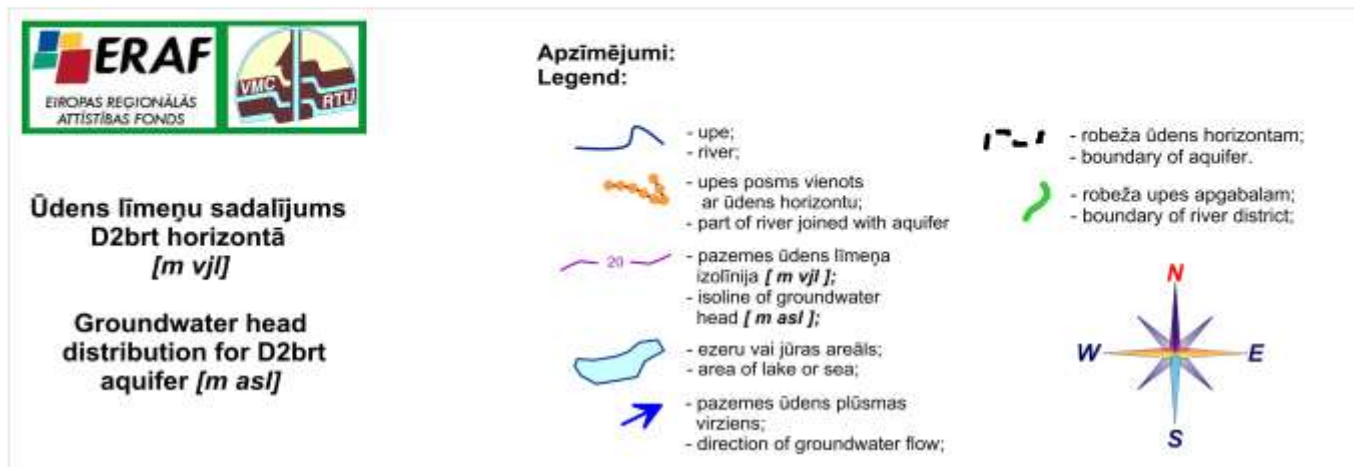
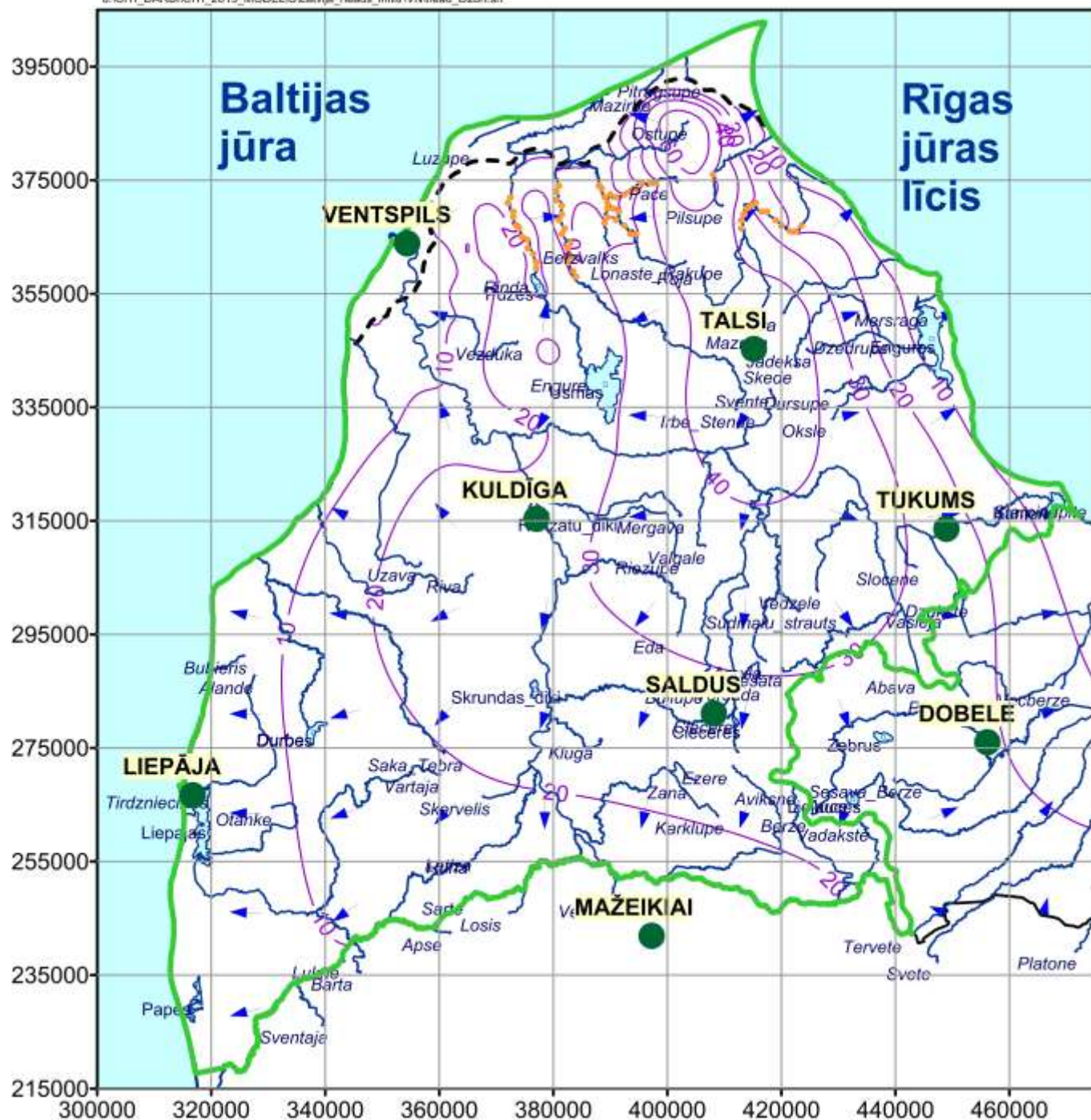
- upe;
- river;
- upes posms vienots
ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa
izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater
head [m a.s.l.];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas
virziens;
- direction of groundwater flow;
- robeža ūdens horizontam;
- boundary of aquifer.
- robeža upes apgabalam;
- boundary of river district;



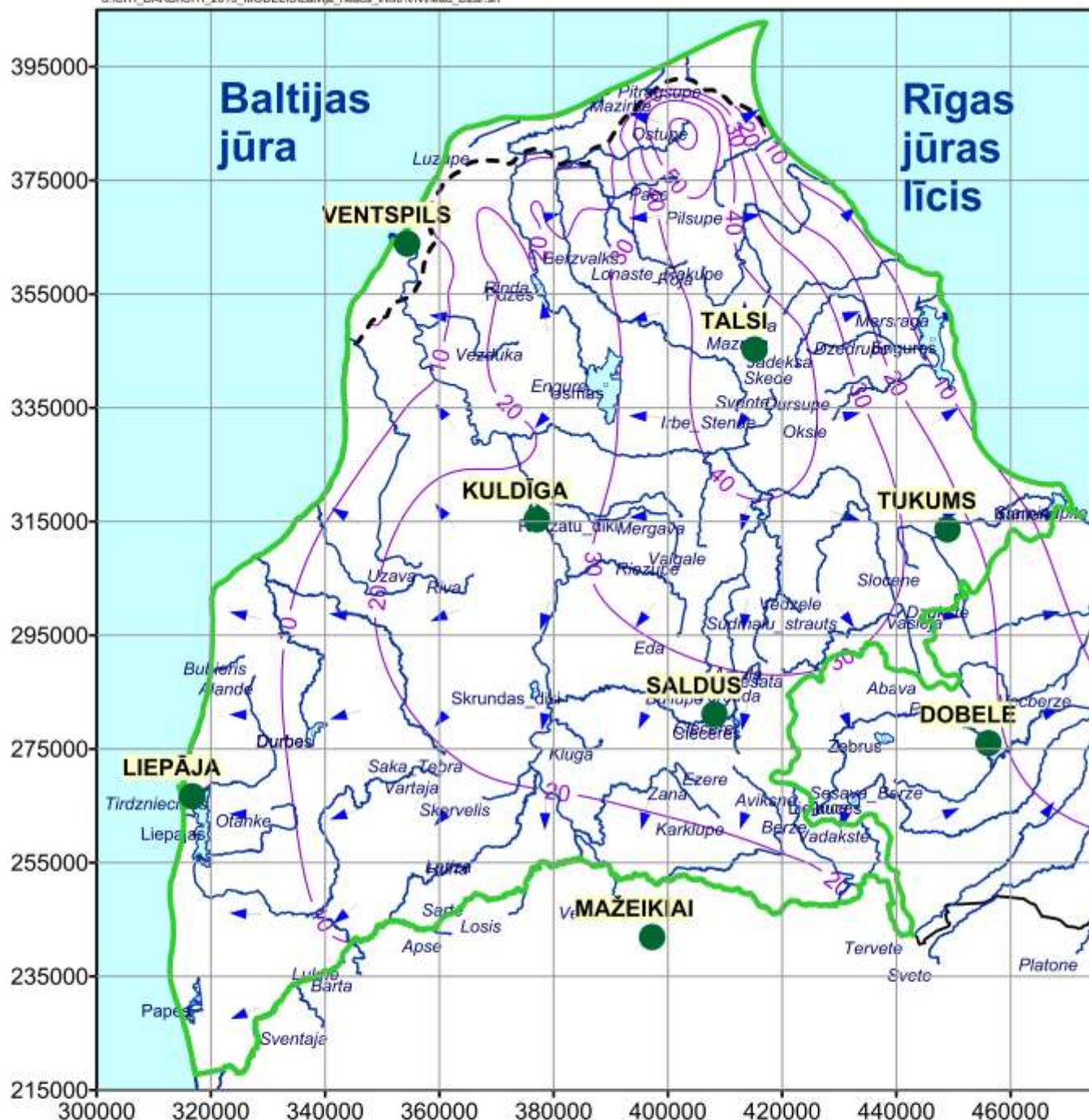
11. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3gj2 [m vjl]



12. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3gj1 [m vjl]



13. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2brt [m vjl]

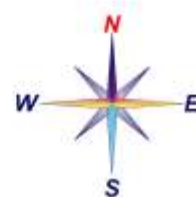


**Ūdens līmeņu sadalījums
D2ar horizontā
[m vjl]**

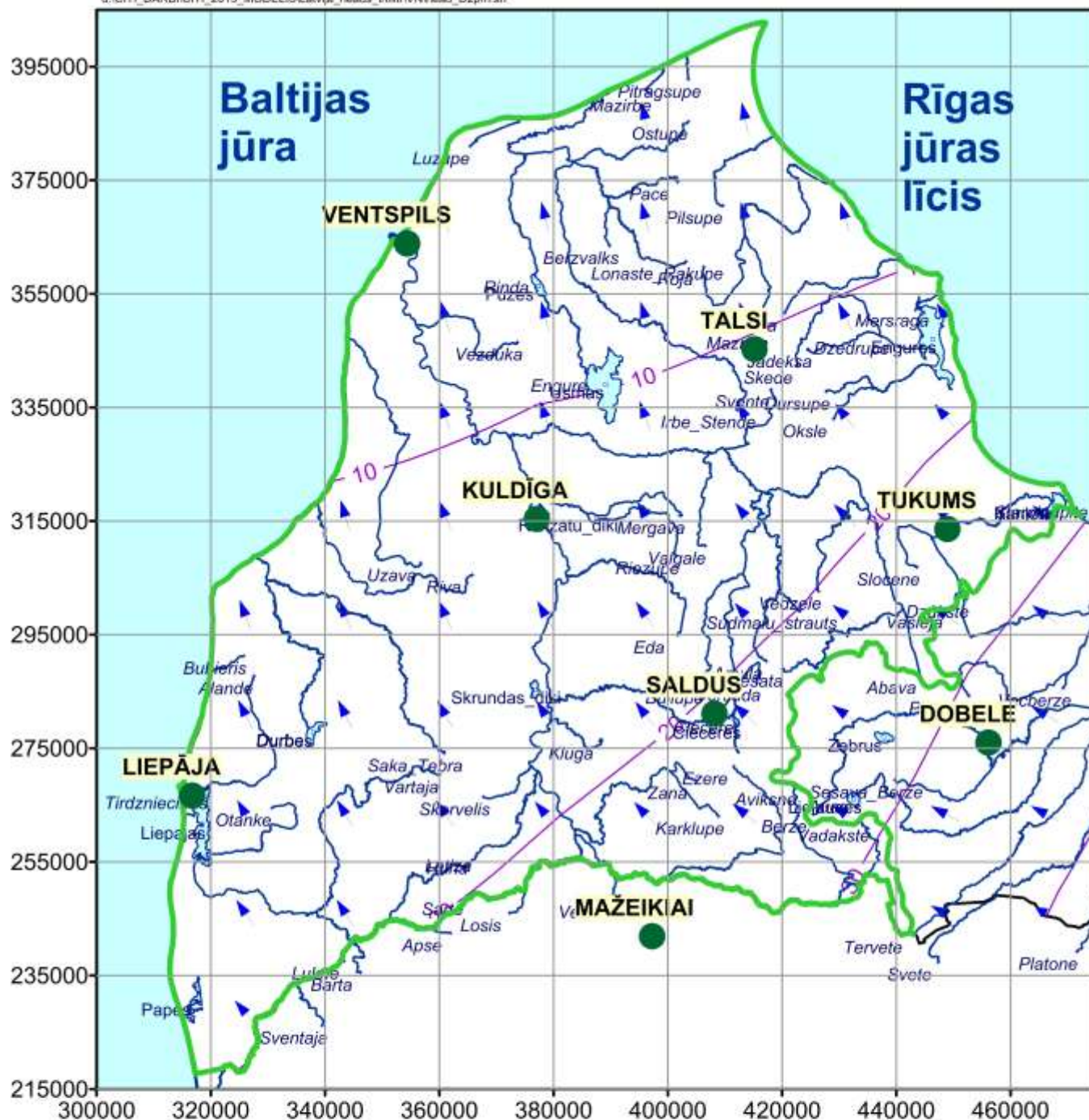
**Groundwater head
distribution for D2ar
aquifer [m asl]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

- upe;
- river;
- upes posms vienots ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa izoīnija [m vjl];
- isoline of groundwater head [m asl];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas virziens;
- direction of groundwater flow;
- robeža ūdens horizontam;
- boundary of aquifer;
- robeža upes apgabalam;
- boundary of river district;



14. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2ar [m vjl]



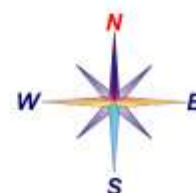
**Ūdens līmeņu sadalījums
D2prn horizontā
[m vjl]**

**Groundwater head
distribution for D2prn
aquifer [m a.s.l.]**

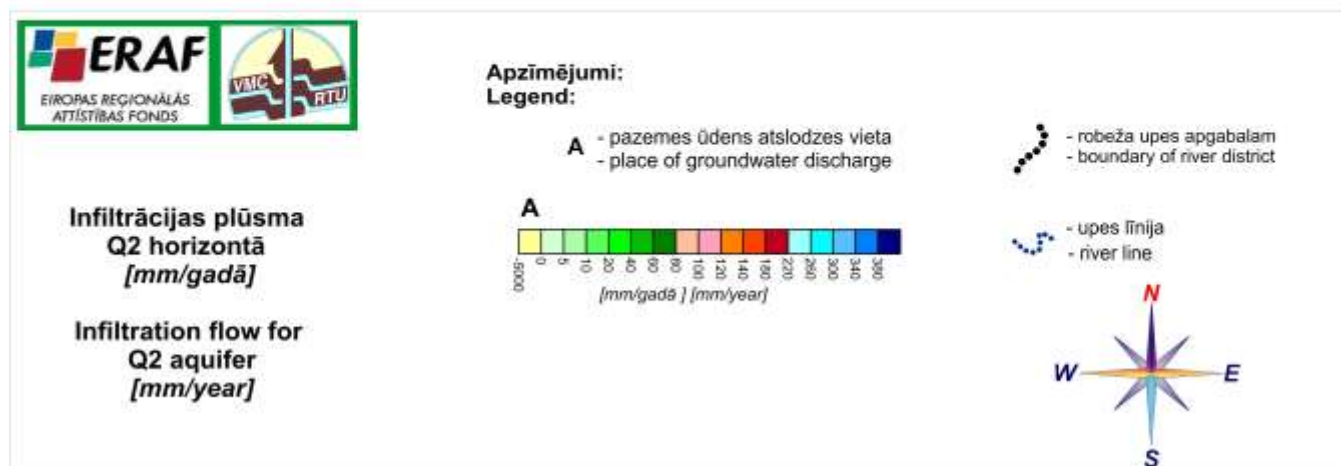
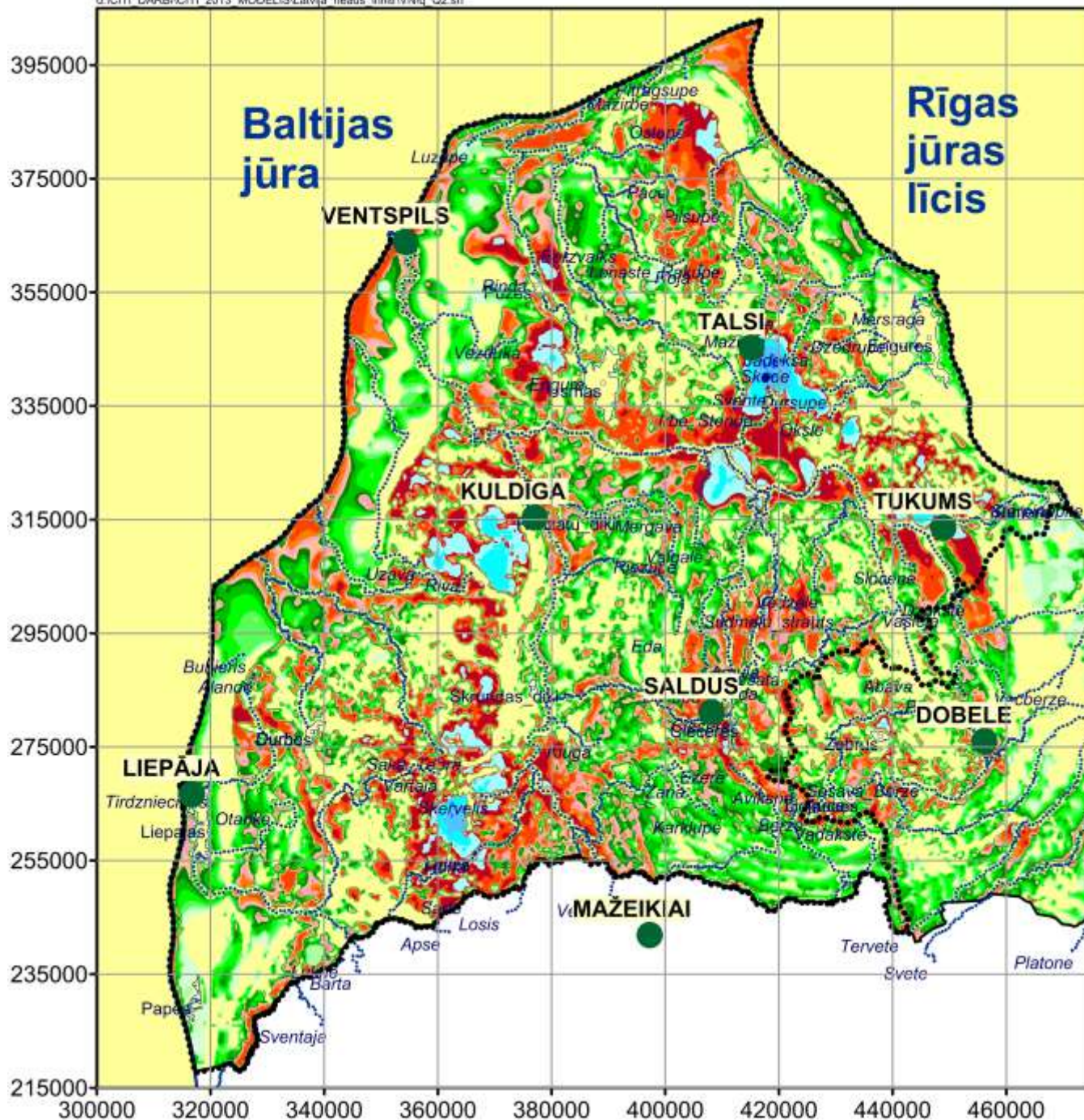
**Apzīmējumi:
Legend:**

- upe;
- river;
- upes posms vienots
ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa
izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater
head [m a.s.l.];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas
virziens;
- direction of groundwater flow;

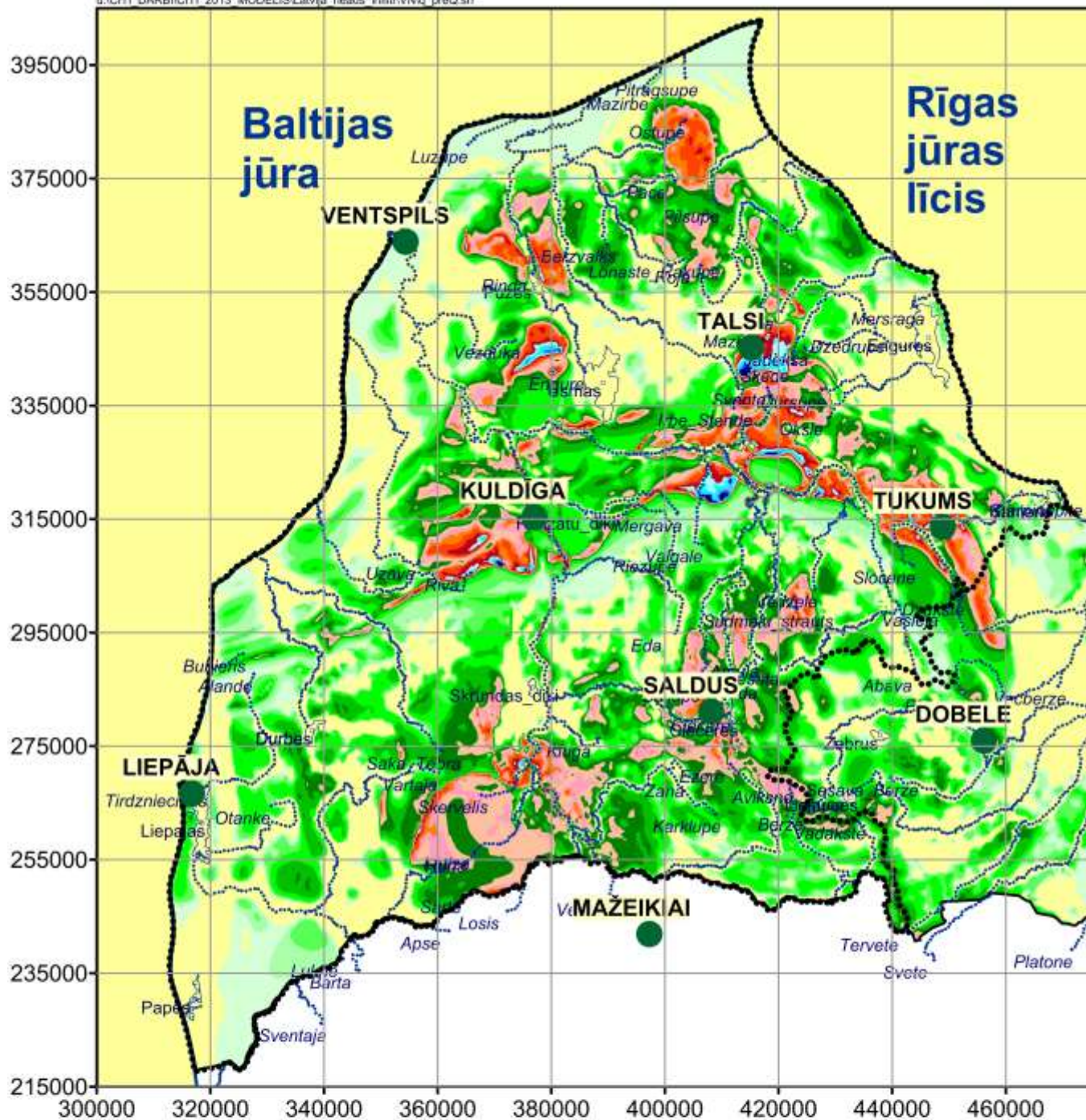
- robeža ūdens horizontam;
- boundary of aquifer;
- robeža upes apgabalam;
- boundary of river district;



15. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2prn [m vjl]



16. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam Q2 [mm/gadā]

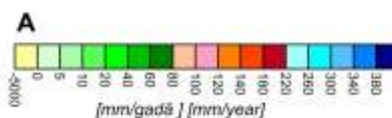


**Infiltrācijas plūsma
pamatiežu horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
primary aquifers
[mm/year]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

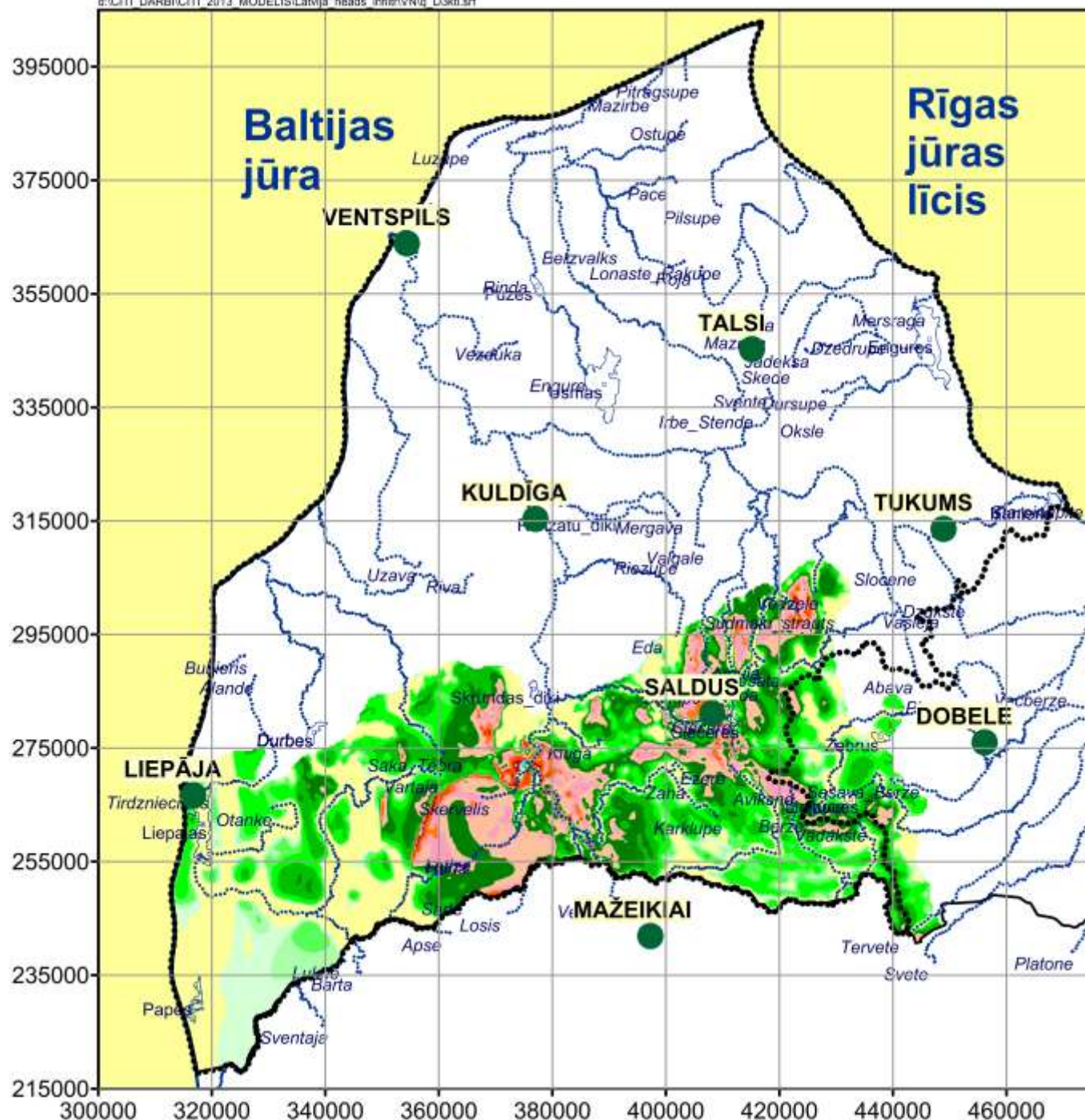


- robeža upes apgabalam
- boundary of river district

- upes līnija
- river line



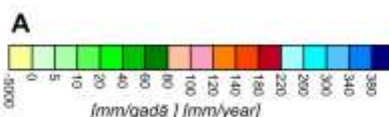
17. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums pamatiežu horizontam **preQ** [mm/gadā]



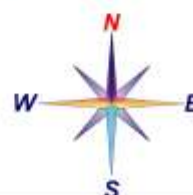
**Apzīmējumi:
Legend:**

- A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža upes apgabalam
- boundary of river district



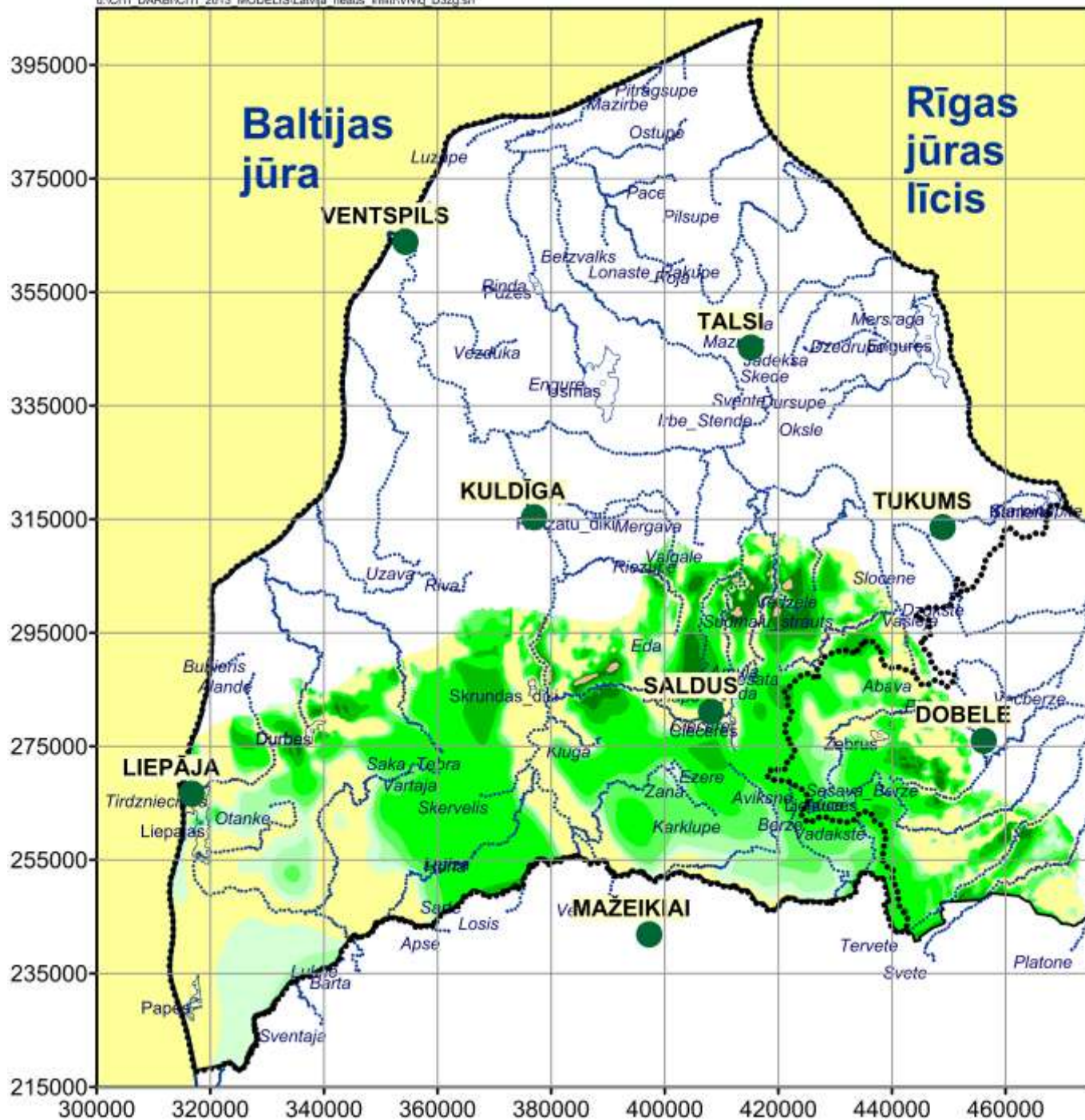
- upes līnija
- river line



**Infiltrācijas plūsma
D3kti# horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3kti# aquifer
[mm/year]**

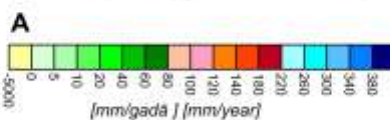
18. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3kti# [mm/gadā]



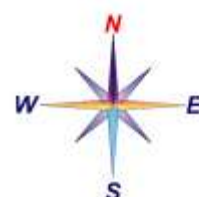
Apzīmējumi:
Legend:

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža upes apgabalam
- boundary of river district



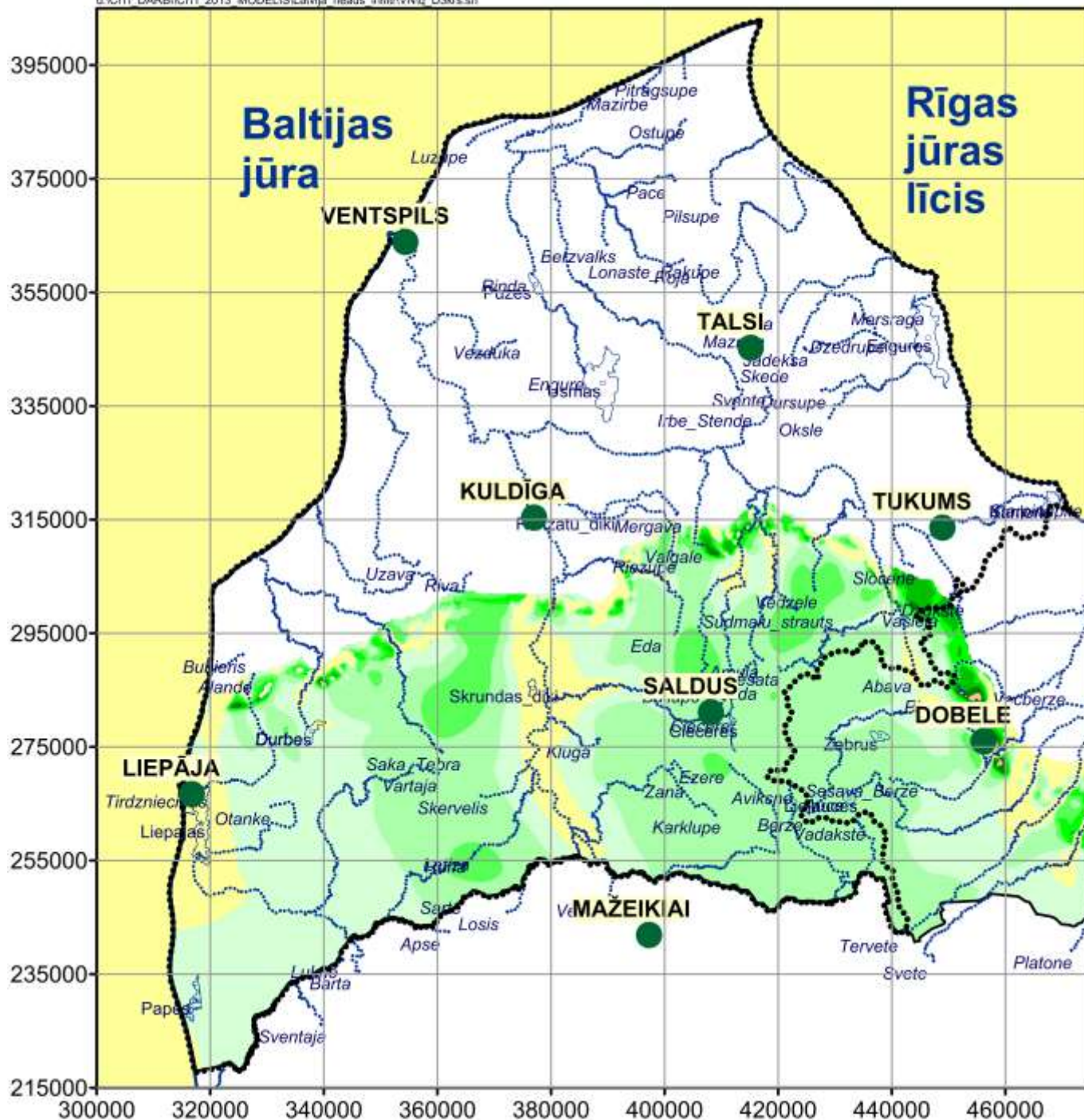
- upes līnija
- river line



Infiltrācijas plūsma
D3zg# horizontā
[mm/gadā]

Infiltration flow for
D3zg# aquifer
[mm/year]

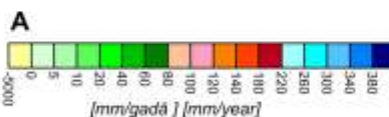
19. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3zg# [mm/gadā]



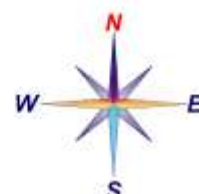
**Apzīmējumi:
Legend:**

- A** - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža ūpes apgabalam
- boundary of river district



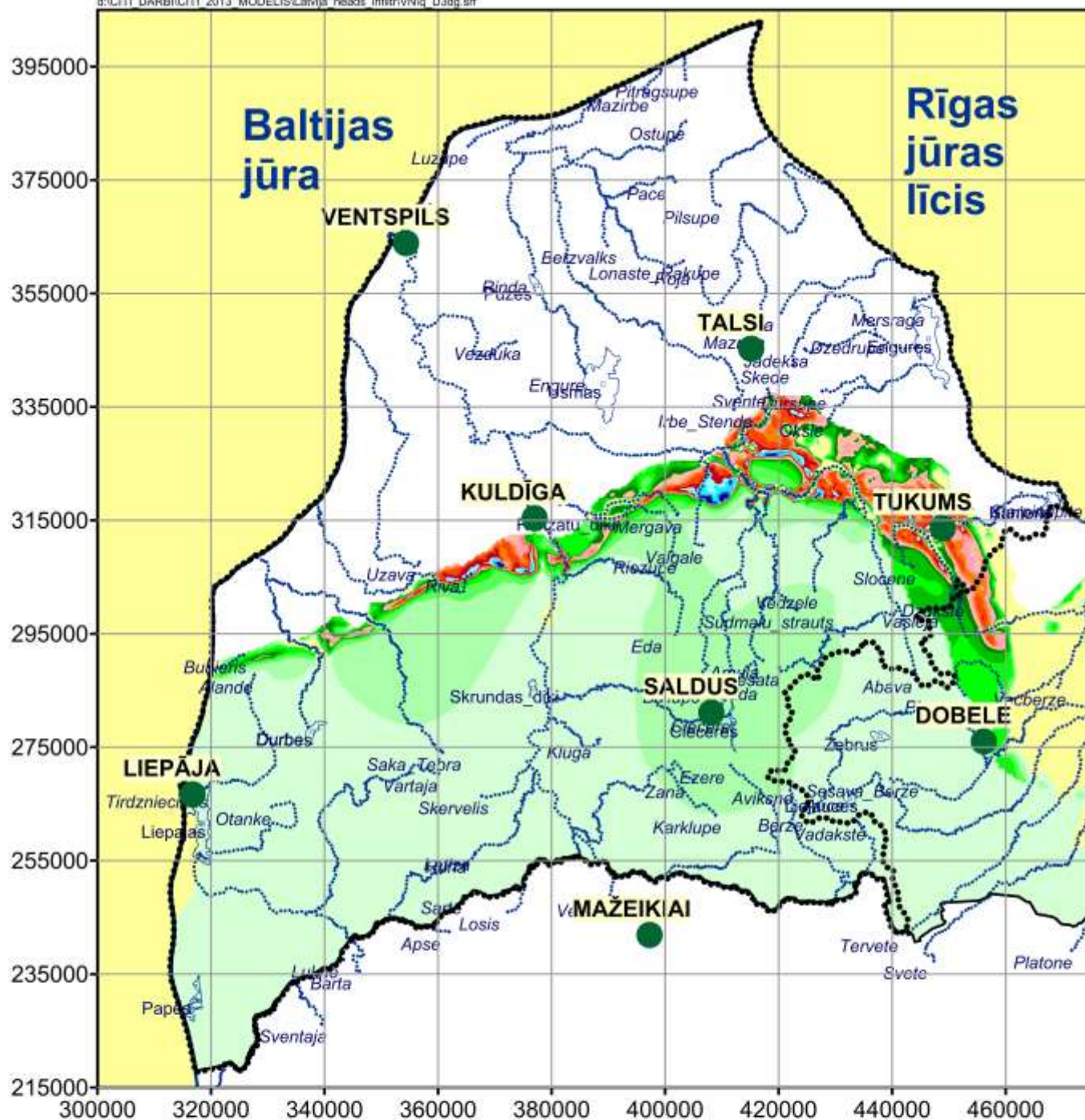
- ūpes līnija
- river line



**Infiltrācijas plūsma
D3krs# horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3krs# aquifer
[mm/year]**

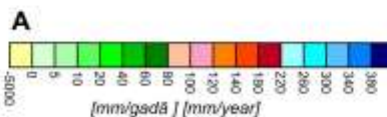
20. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3krs# [mm/gadā]



**Apzīmējumi:
Legend:**

- A** - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža upes apgabalam
- boundary of river district



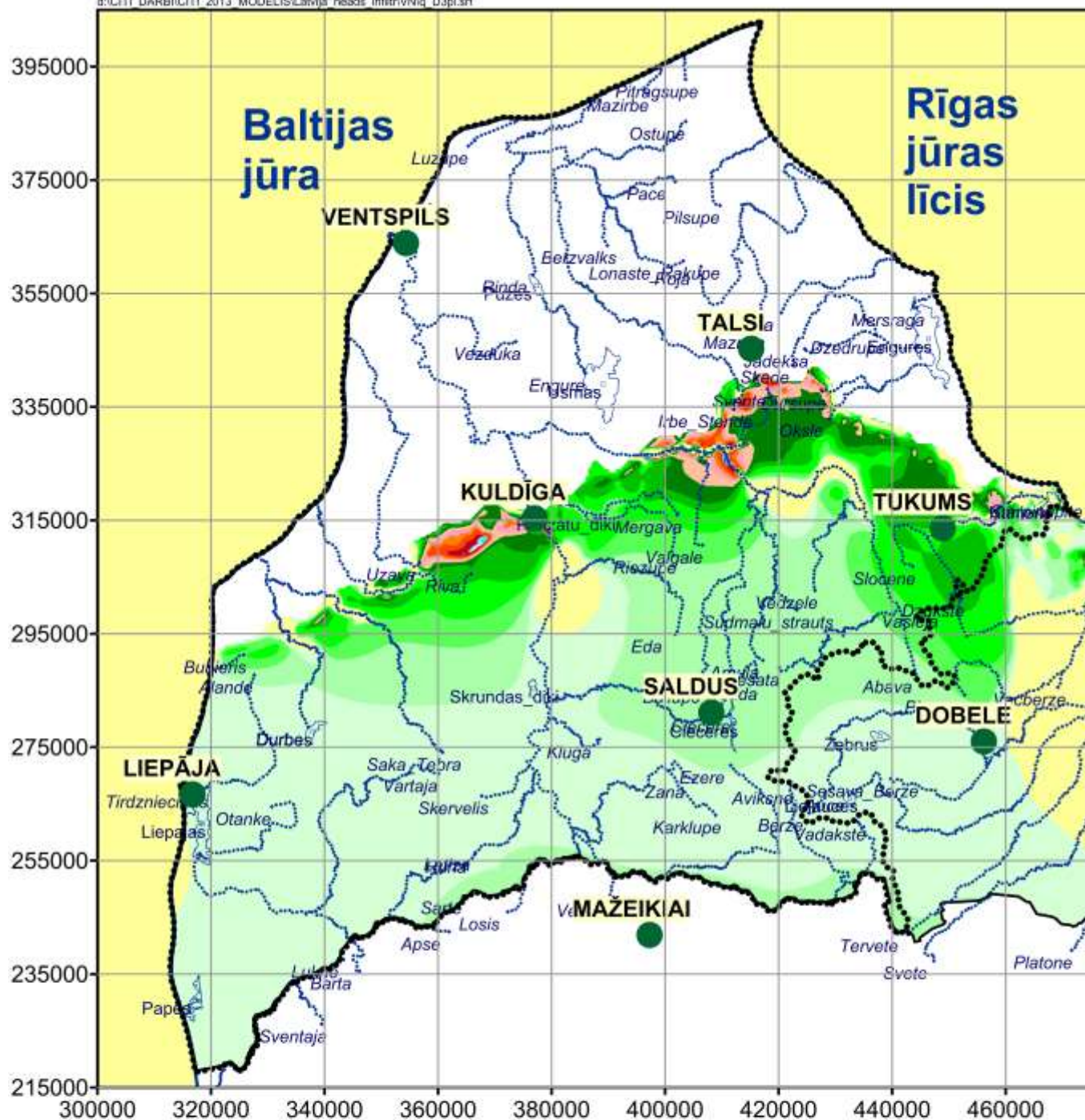
- upes līnija
- river line



**Infiltrācijas plūsma
D3dg# horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3dg# aquifer
[mm/year]**

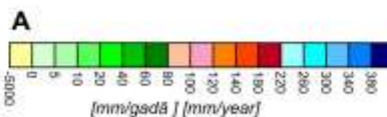
21. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3dg# [mm/gadā]



**Apzīmējumi:
Legend:**

- A** - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža upes apgabalam
- boundary of river district



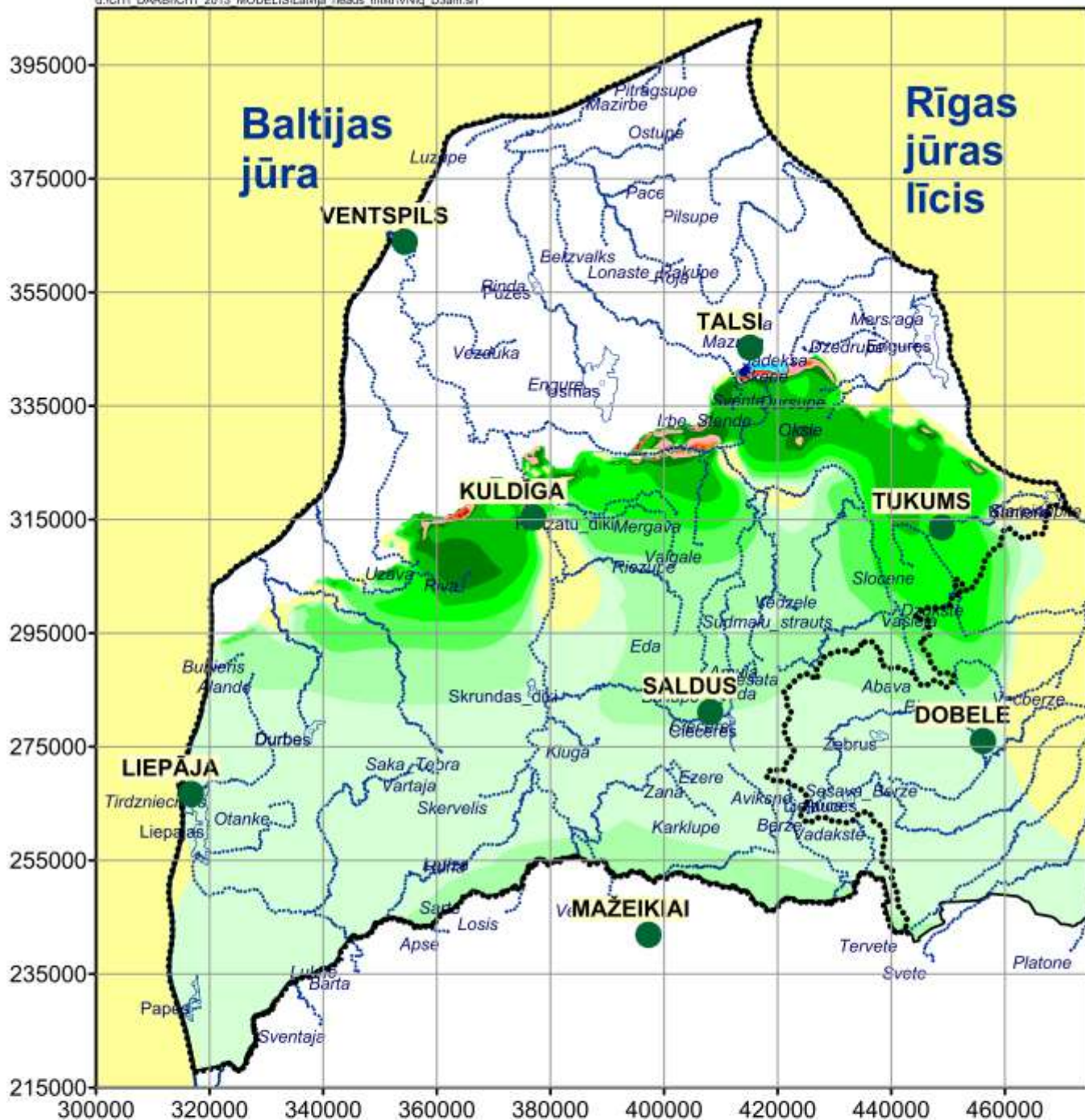
- upes līnija
- river line



**Infiltrācijas plūsma
D3pl horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3pl aquifer
[mm/year]**

22. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3pl [mm/gadā]

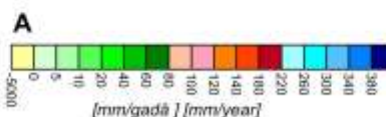


**Infiltrācijas plūsma
D3am horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3am aquifer
[mm/year]**

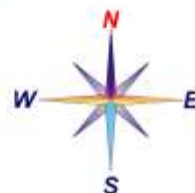
**Apzīmējumi:
Legend:**

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

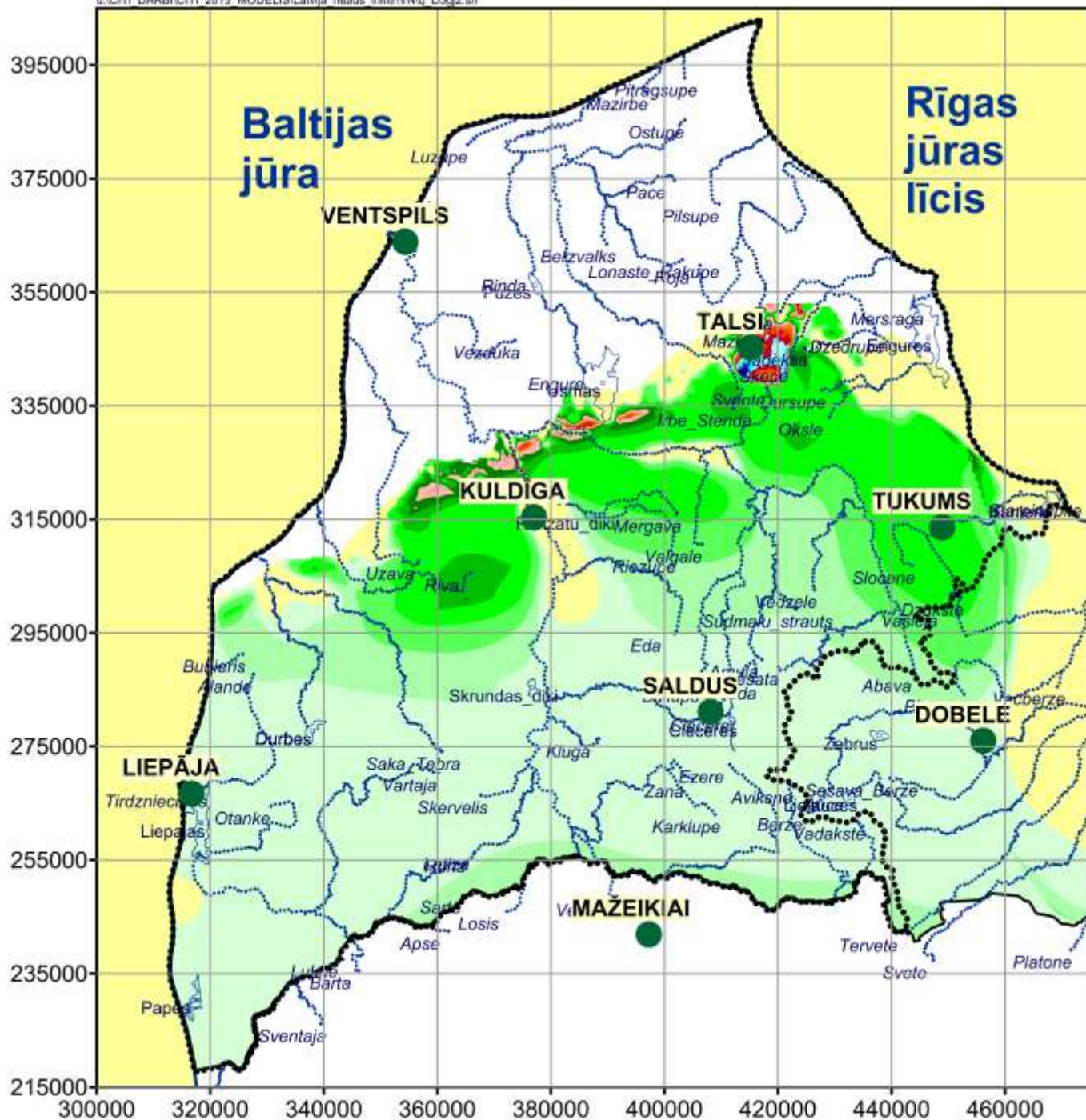


- robeža upes apgabalam
- boundary of river district

- upes līnija
- river line



23. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3am** [mm/gadā]

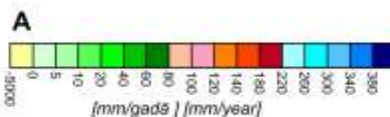


**Infiltrācijas plūsma
D3g2 horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3g2 aquifer
[mm/year]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

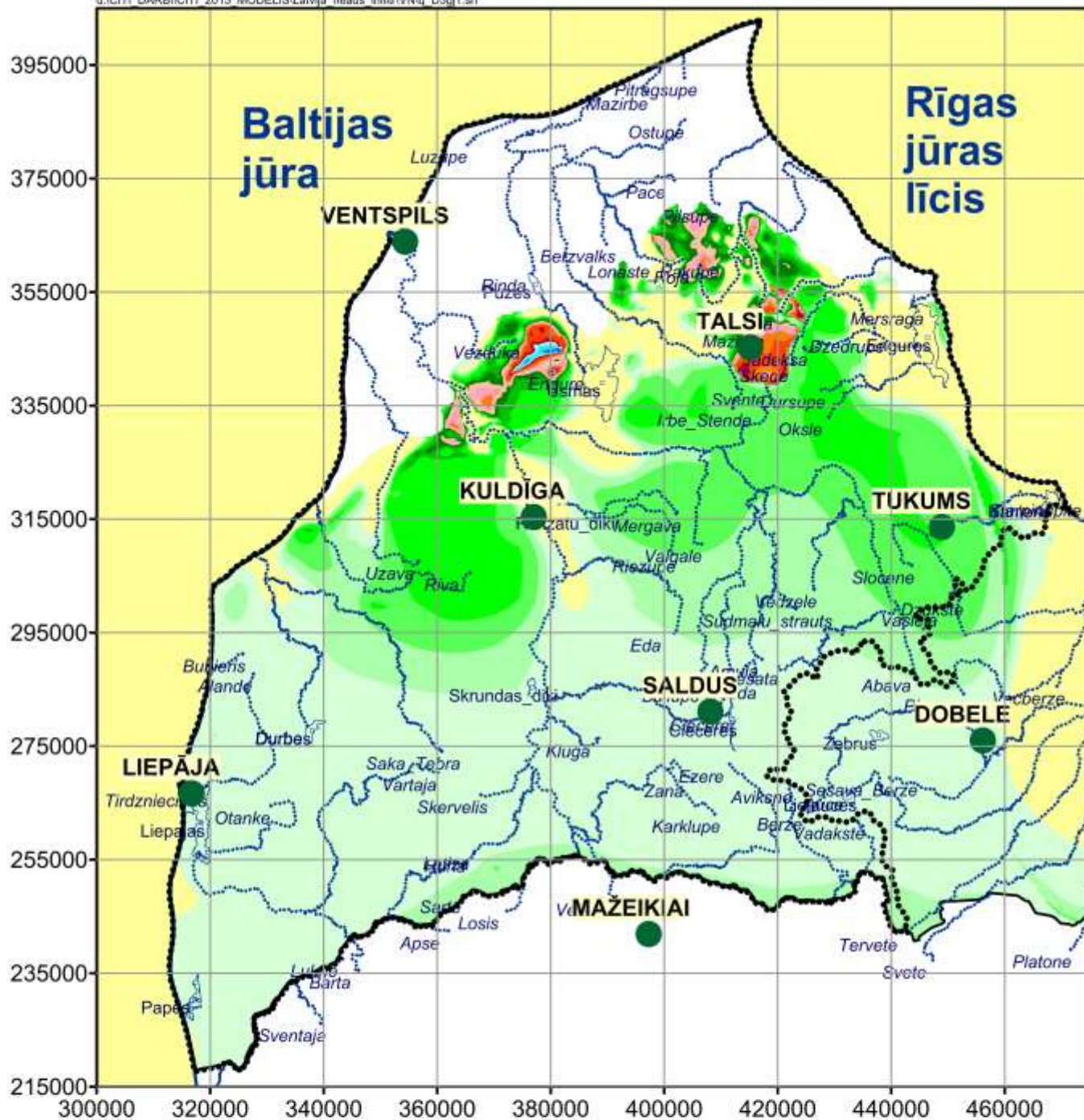


- robeža upes apgabalam
- boundary of river district

- upes līnija
- river line



24. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3g2 [mm/gadā]

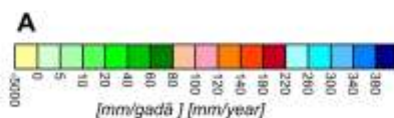


**Infiltrācijas plūsma
D3gj1 horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D3gj1 aquifer
[mm/year]**

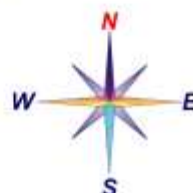
**Apzīmējumi:
Legend:**

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

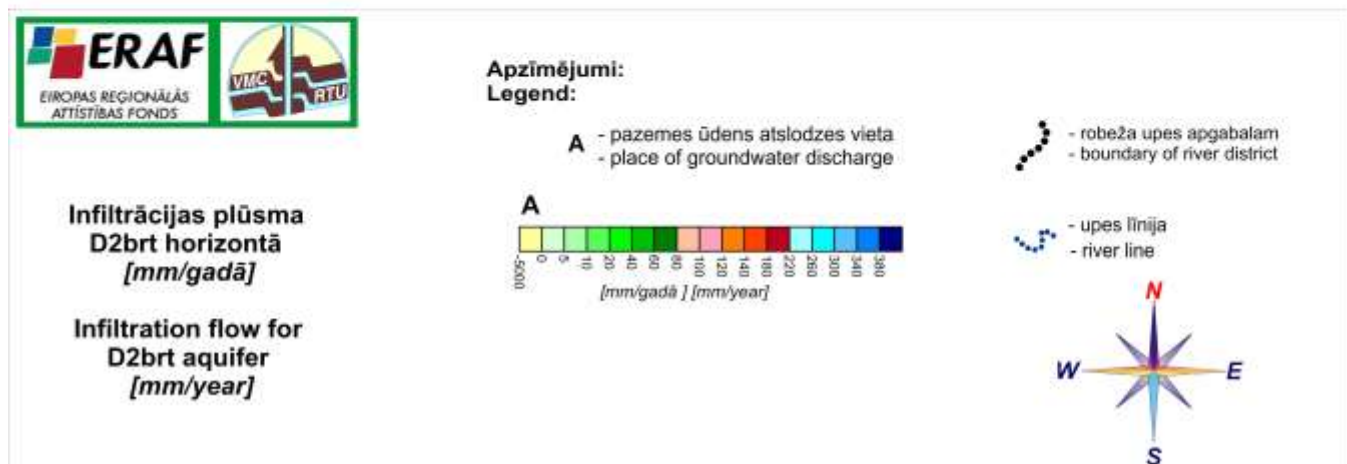
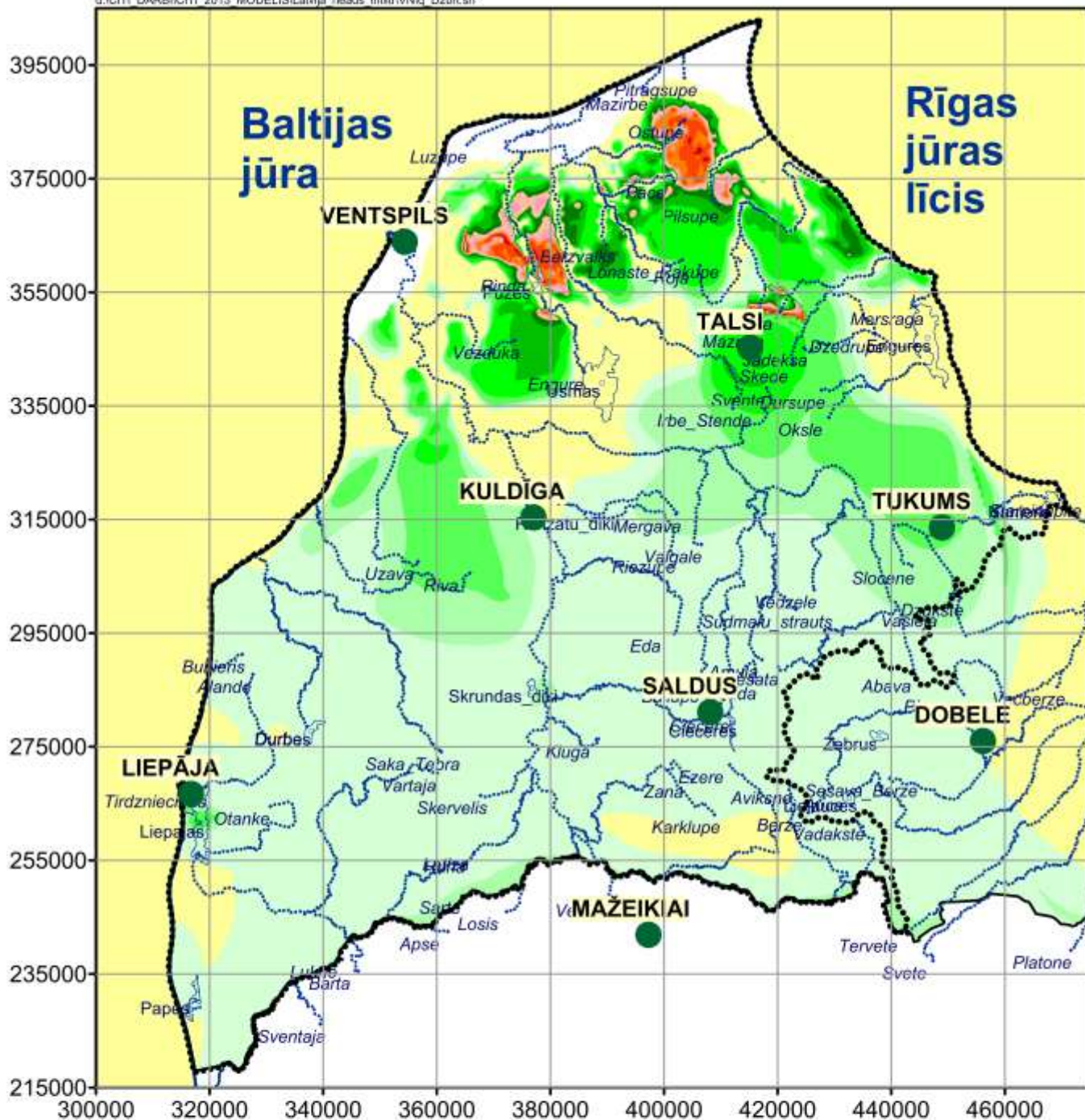


- robeža ūpes apgabalam
- boundary of river district

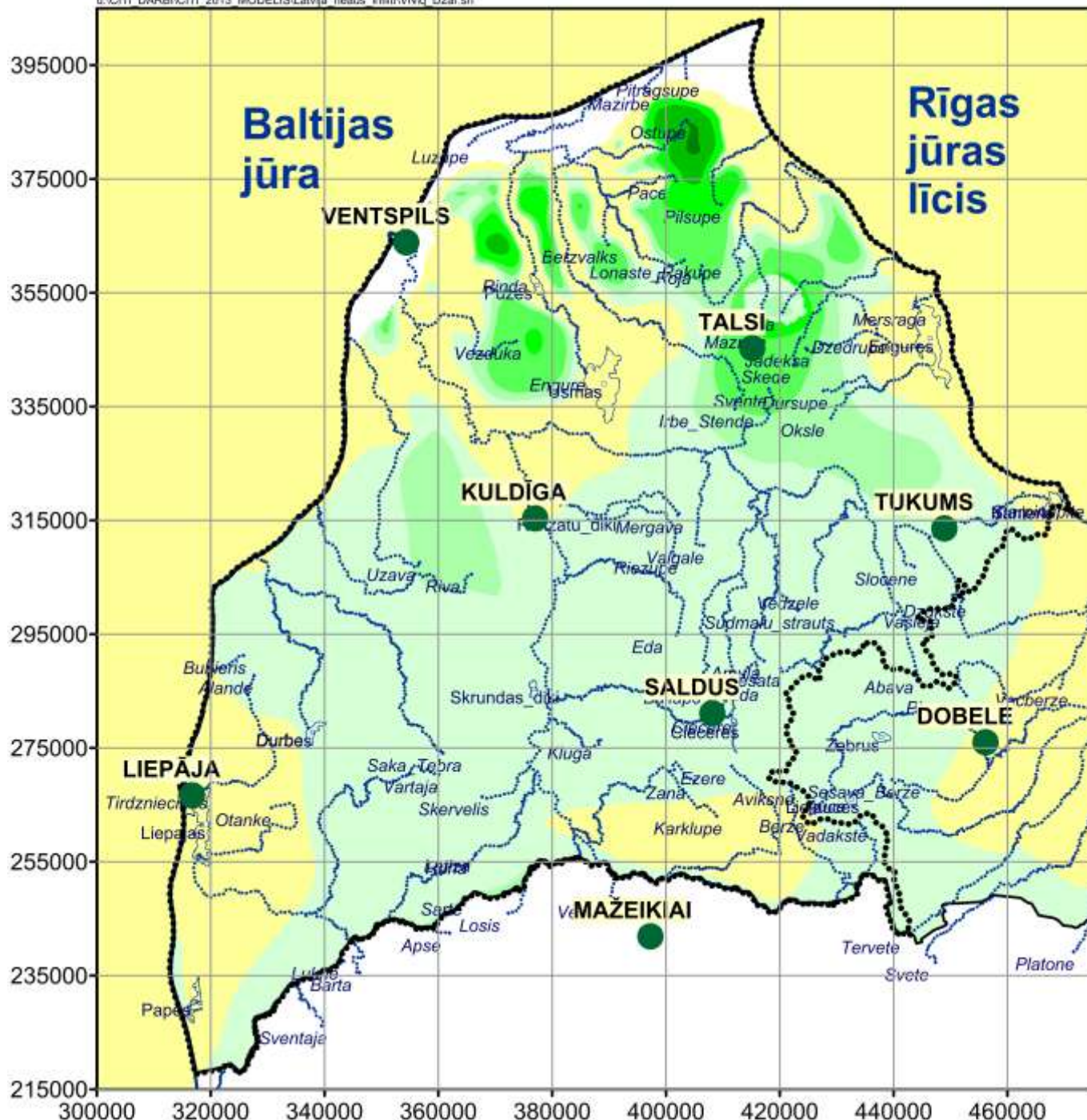
- ūpes līnija
- river line



25. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3gj1 [mm/gadā]



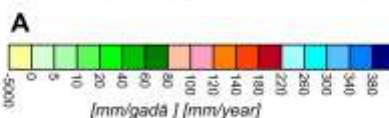
26. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D2brt [mm/gadā]



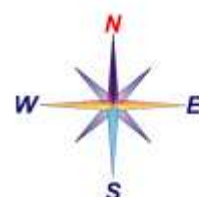
Apzīmējumi:
Legend:

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža upes apgabalam
- boundary of river district



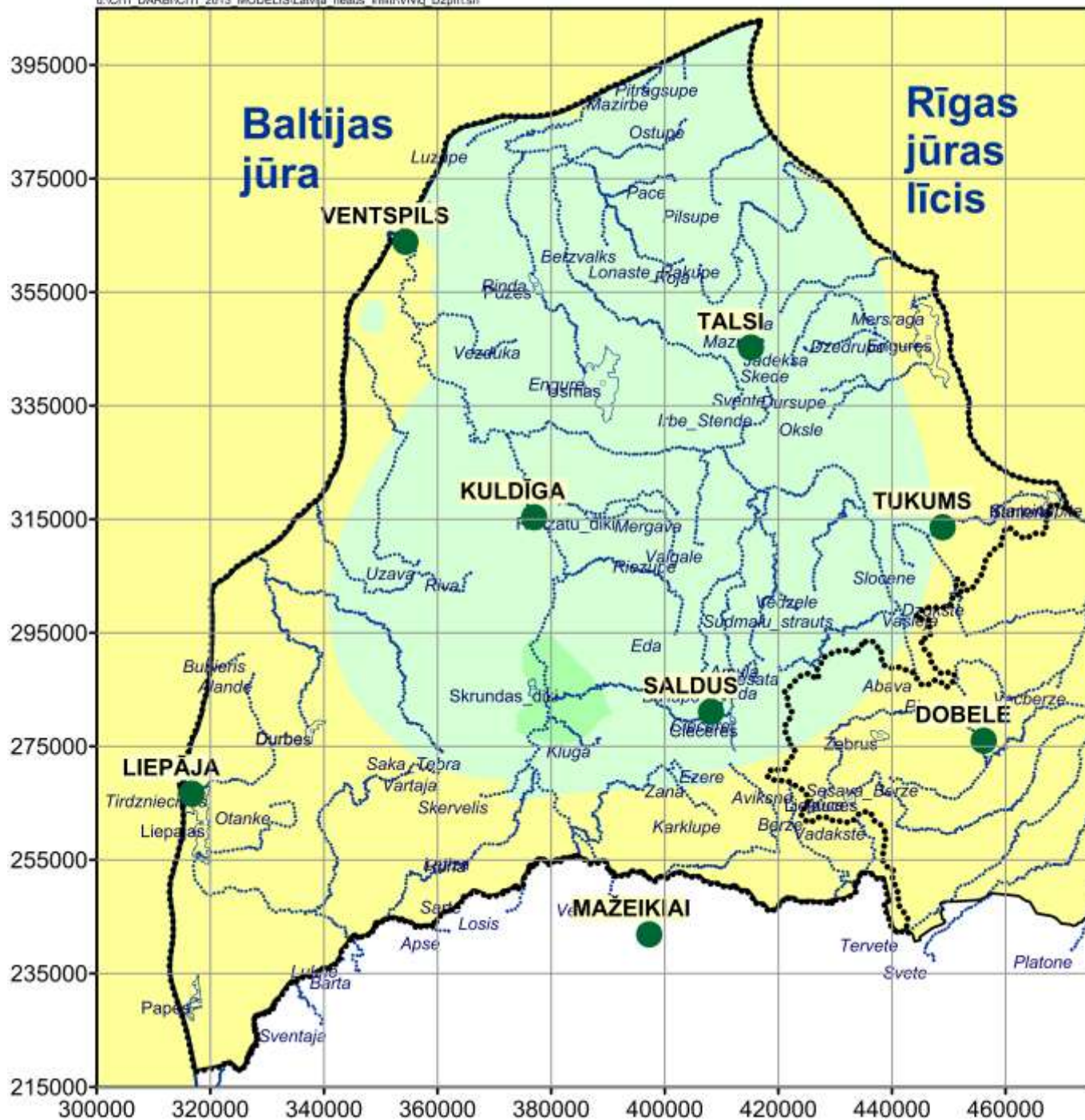
- upes līnija
- river line



**Infiltrācijas plūsma
D2ar horizontā
[mm/gadā]**

**Infiltration flow for
D2ar aquifer
[mm/year]**

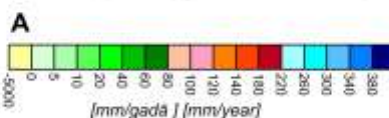
27. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D2ar [mm/gadā]



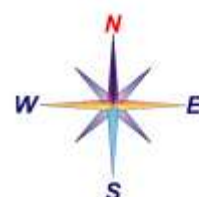
Apzīmējumi:
Legend:

A - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge

- robeža ūpes apgabalam
- boundary of river district



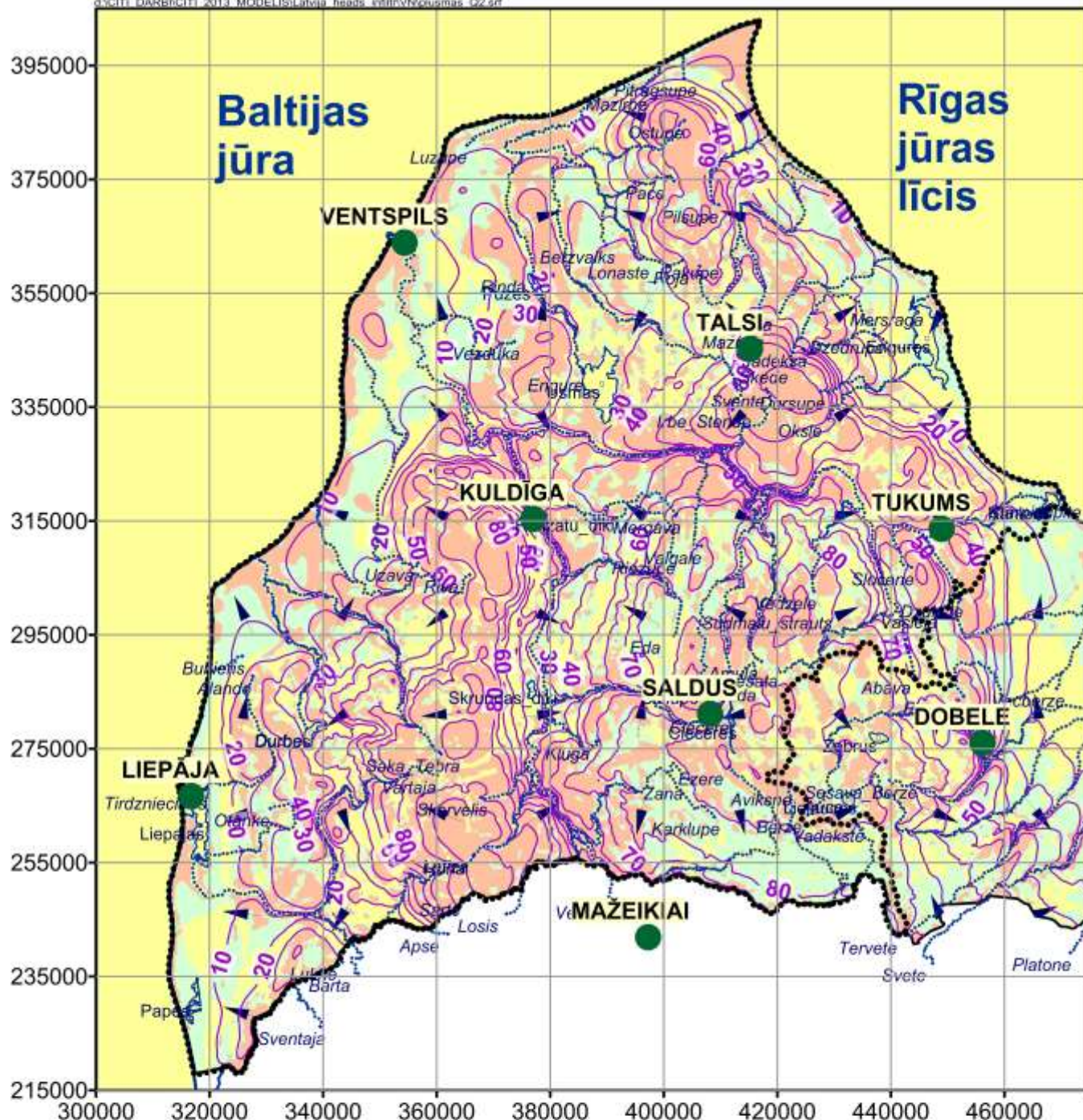
- ūpes līnija
- river line



Infiltrācijas plūsma
D2prn horizontā
[mm/gadā]

Infiltration flow for
D2prn aquifer
[mm/year]

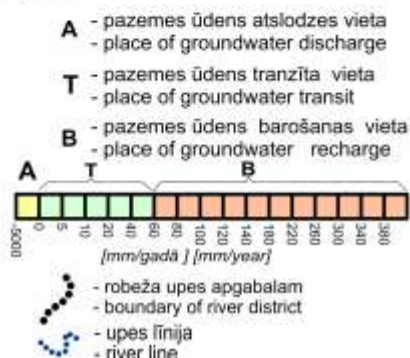
28. att. Infīltriācijas plūsmas sadalījums horizontam D2prn [mm/gadā]



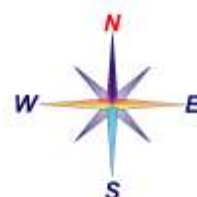
Pazemes ūdens plūsmas Q2 horizontā

Groundwater flows for Q2 aquifer

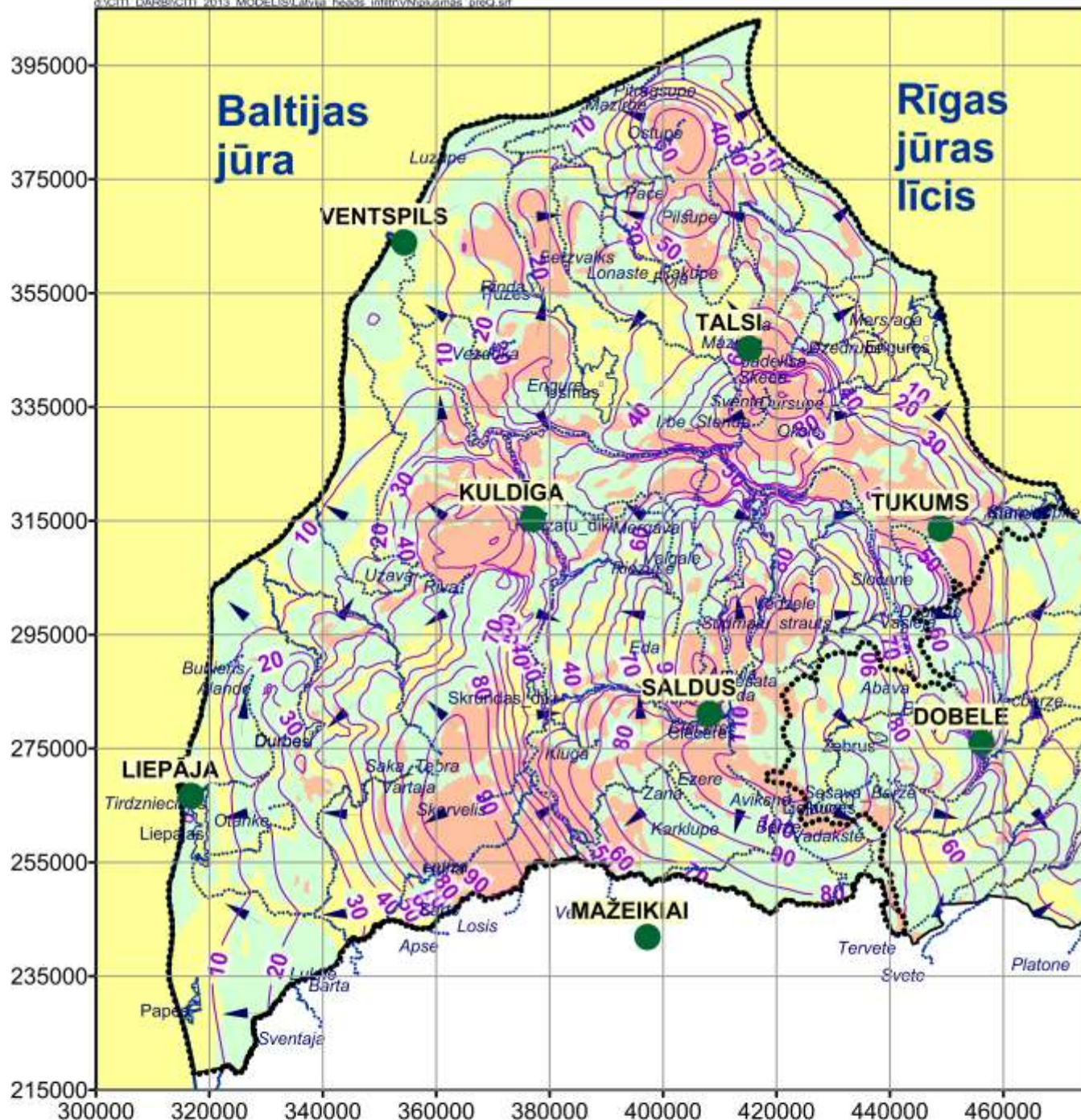
Apzīmējumi: Legend:



- ↗ - pazemes ūdens plūsmas virziens;
- direction of groundwater flow;
- 20— - pazemes ūdens līmeņa izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater head [m asl];



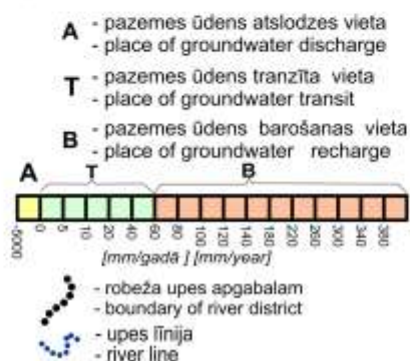
29. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā Q2



Pazemes ūdens plūsmas pamatiežu horizontā

Groundwater flows for preQ aquifers

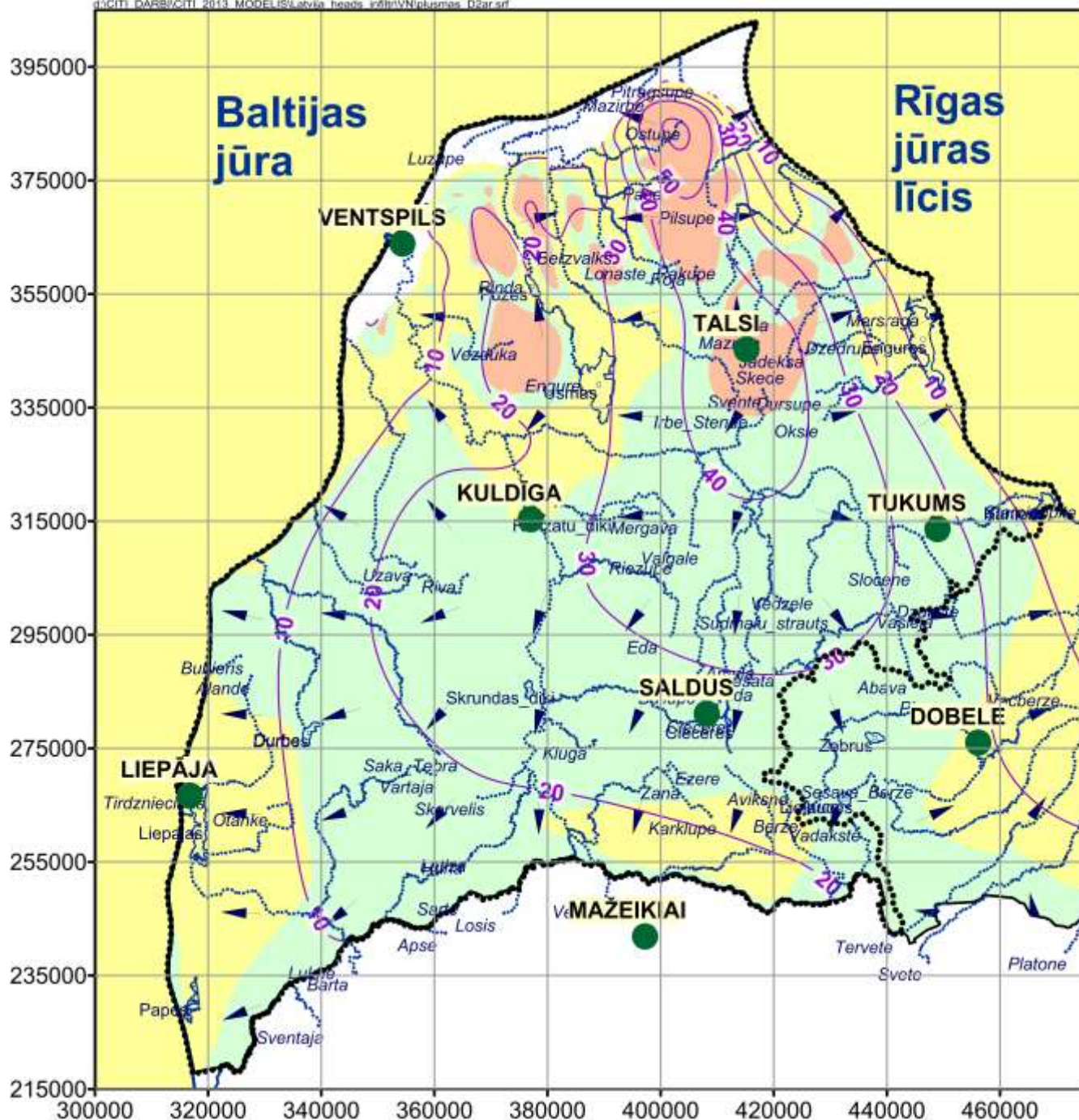
Apzīmējumi: Legend:



- pazemes ūdens plūsmas virziens;
- direction of groundwater flow;
- pazemes ūdens līmeņa izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater head [m asl];



30. att. Pazemes ūdens plūsmas pamatiežu horizontā preQ

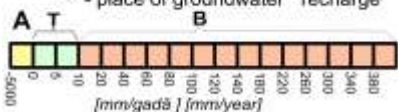


Pazemes ūdens plūsmas D2ar horizontā

Groundwater flows for D2ar aquifer

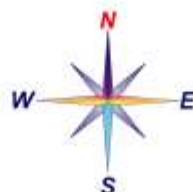
Apzīmējumi: Legend:

- A** - pazemes ūdens atslodzes vieta
- place of groundwater discharge
- T** - pazemes ūdens tranzīta vieta
- place of groundwater transit
- B** - pazemes ūdens barošanas vieta
- place of groundwater recharge

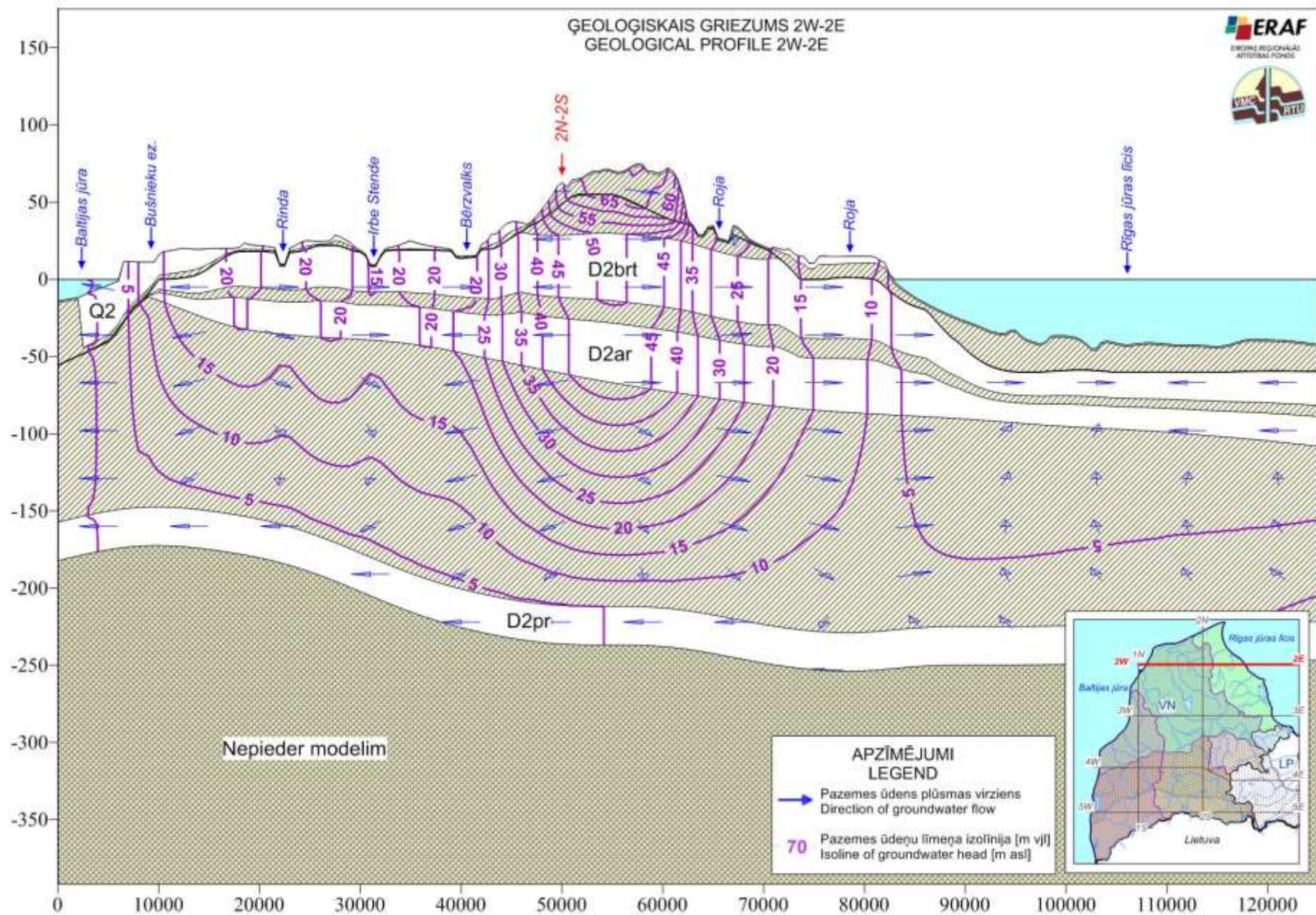


- robeža ūdens apgabalam
- boundary of river district
- ūdens līnija
- river line

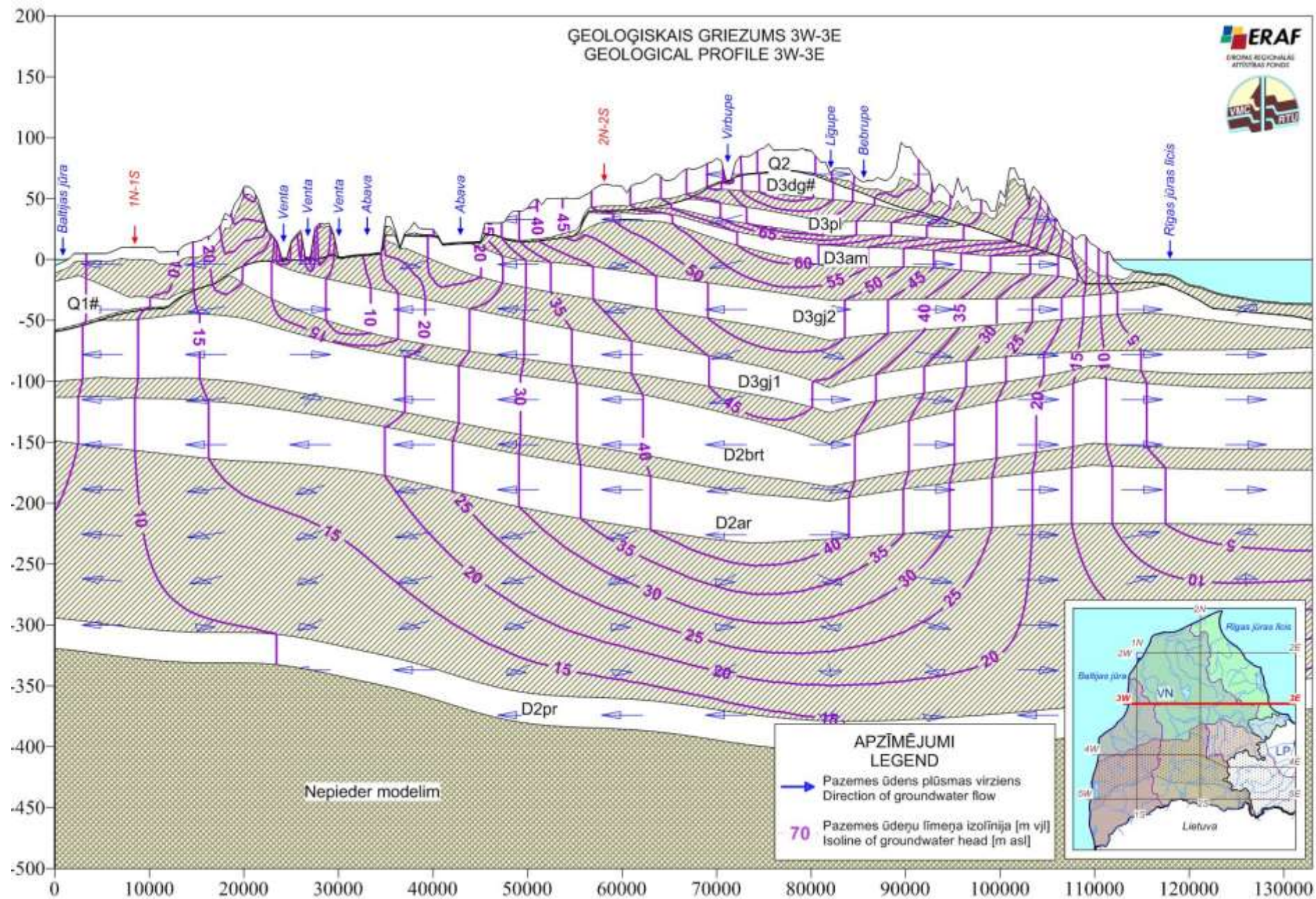
- pazemes ūdens plūsmas virziens;
- direction of groundwater flow;
- pazemes ūdens līmeņa izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater head [m asl];

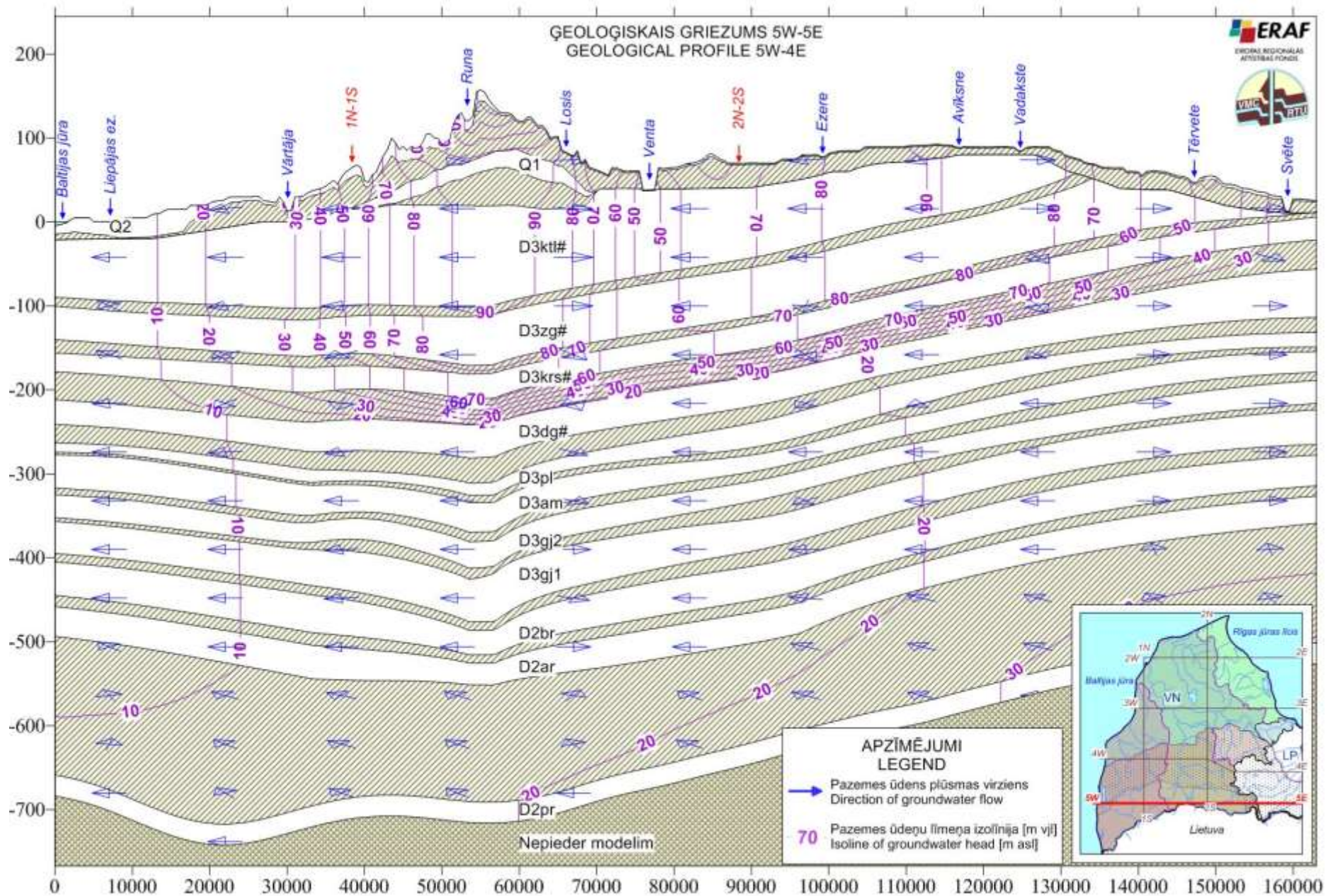


31. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā D2ar

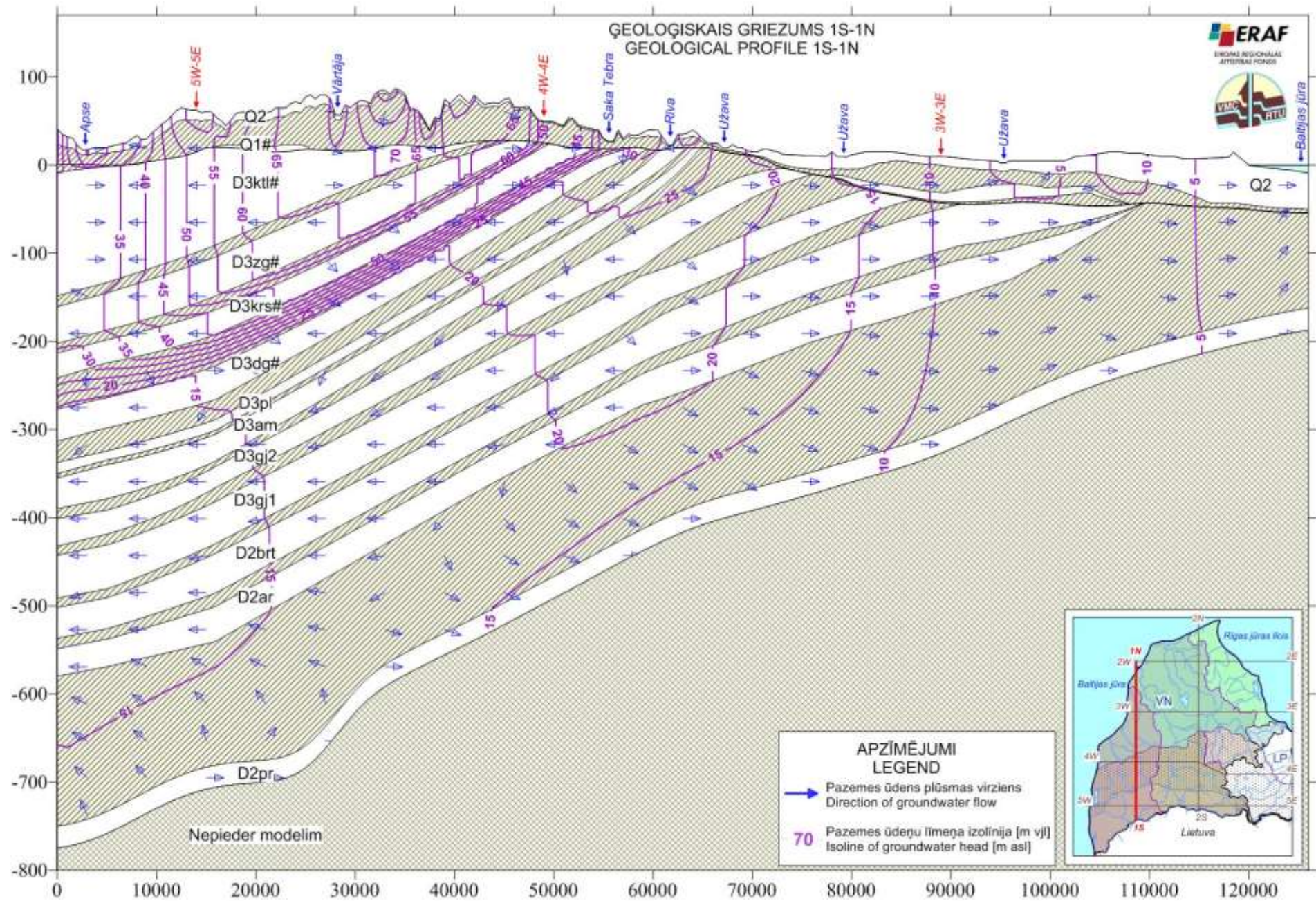


32. att. Ģeoloģiskais griezumums 2W-2E

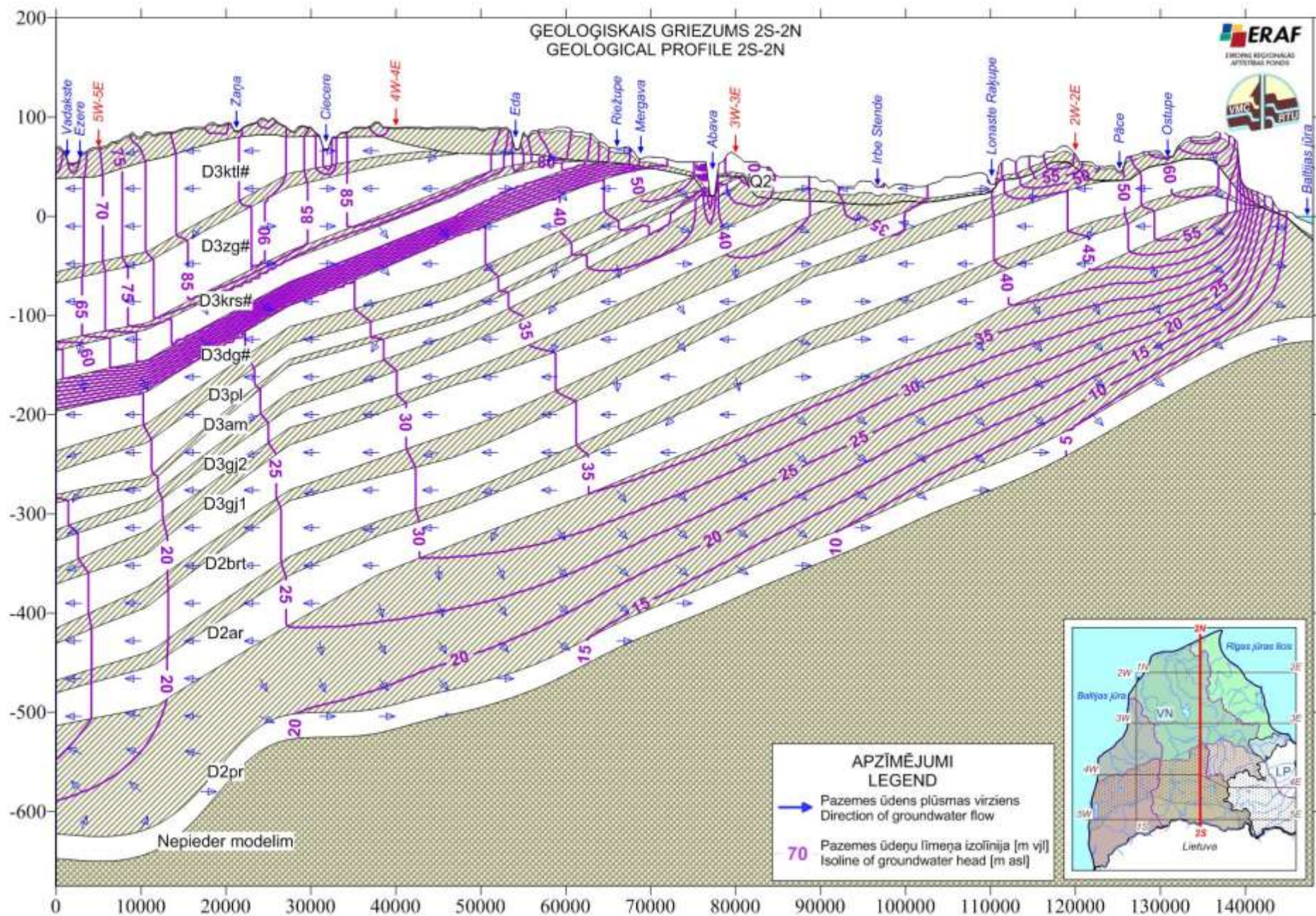




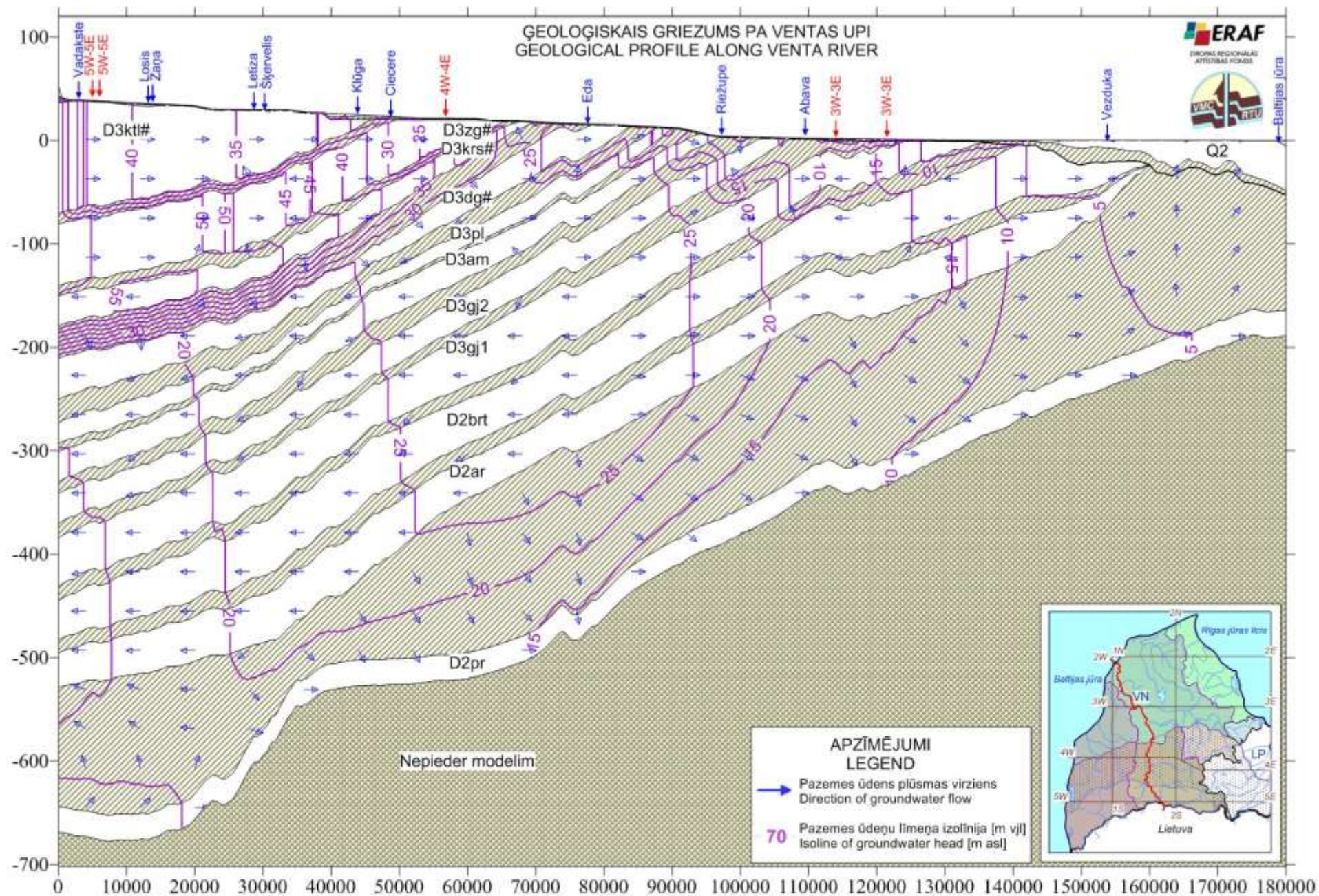
35. att. Ģeoloģiskais griezumš 5W-5E



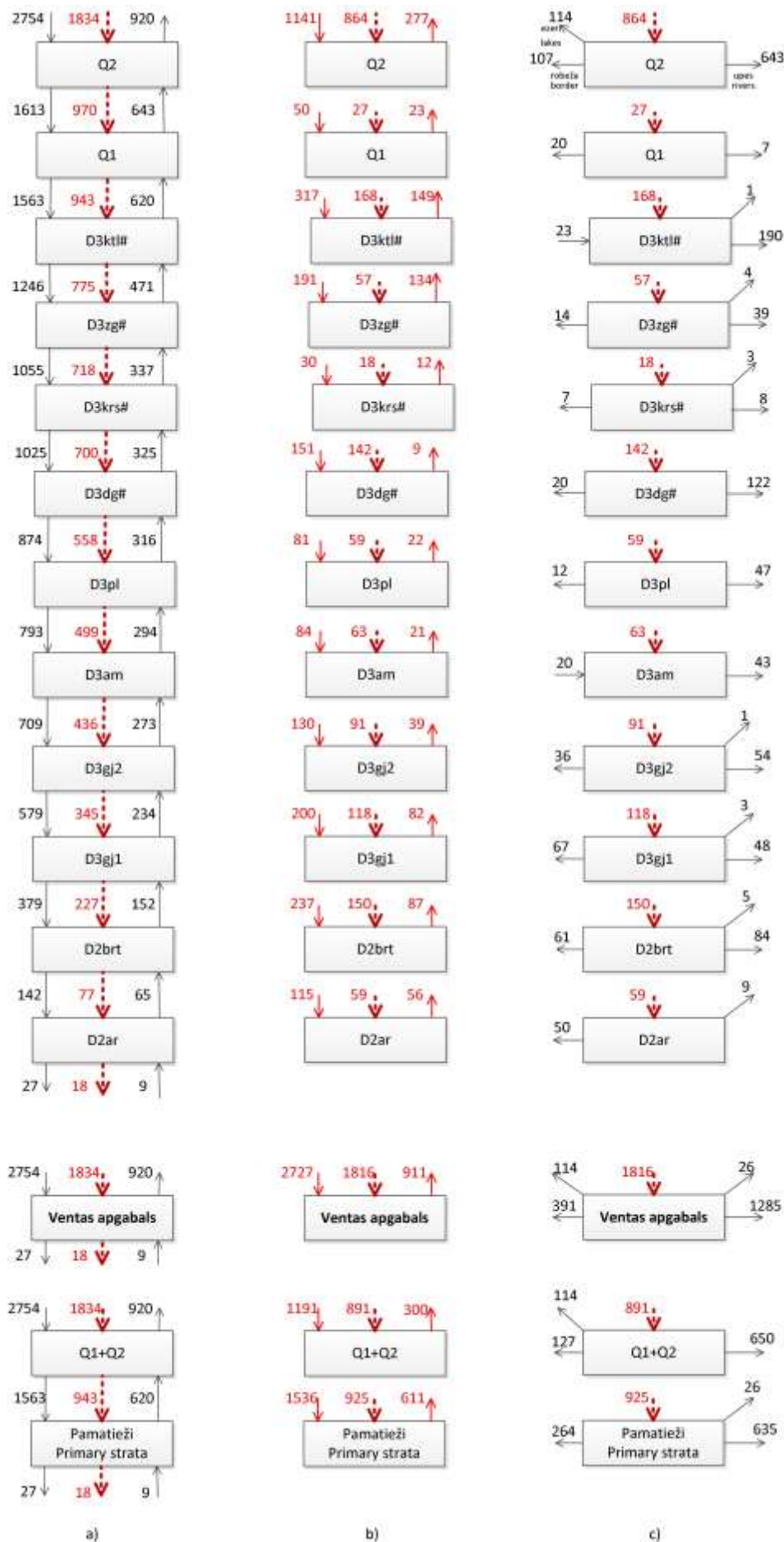
36. att. Ģeoloģiskais griezum 1S-1N



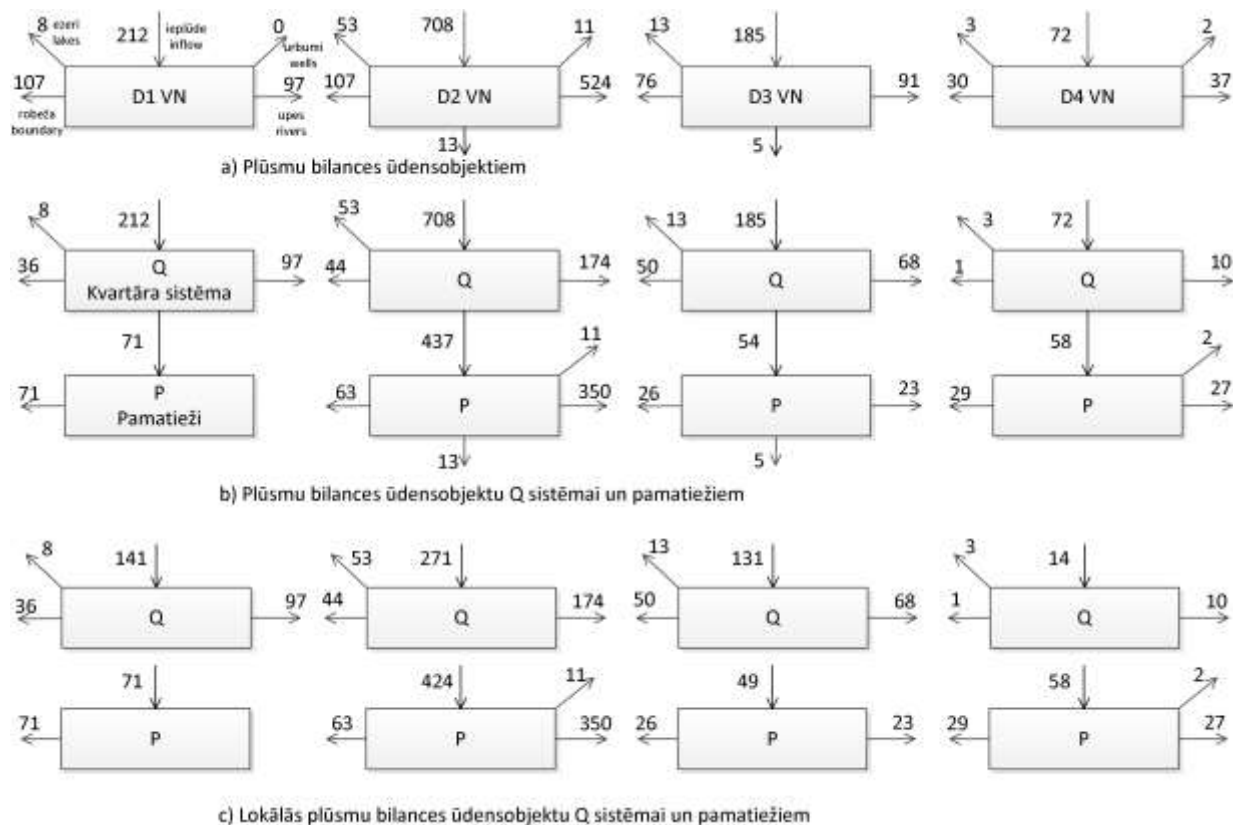
37. att. Ģeoloģiskais griezumums 2S-2N



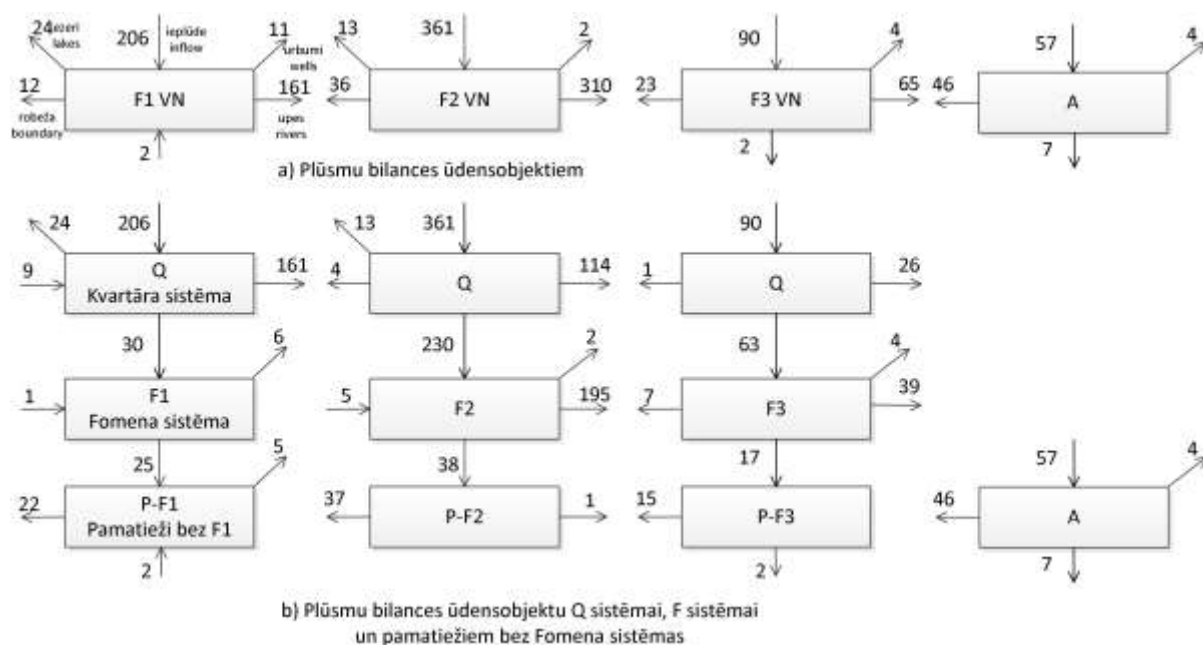
38. att. Ģeoloģiskais griezumš pa Ventas upi



39. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabalā (grafiskais skaidrojums 2. tabulai)



40. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3.1. tabulai)



41. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Ventas apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3.2. tabulai)