

Rīgas Tehniskā universitāte

VIDES MODELĒŠANAS



PĀRSKATS

**Pazemes ūdensobjektu kartēšana
Lielupes upju baseinu apgabalā**

Rīga –novembris, 2013

Pazemes ūdensobjektu kartēšana Lielupes 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, 9 lpp teksta, 5 tabulas, 39 attēlus (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. Lielupes upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjekti	2
2. Kartēšanas rezultātu apskats	3
3. Pazemes ūdens plūsmu bilances raksturojums	4
4. Secinājumi	8
5. Izmantotā literatūra	9

ATTĒLI

1. att. Lielupes 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 4W-4E
33. att. Ģeoloģiskais griezumš 5W-5E
34. att. Ģeoloģiskais griezumš 3S-3N
35. att. Ģeoloģiskais griezumš 4S-4N
36. att. Ģeoloģiskais griezumš 5S-5N
37. att. Ģeoloģiskais griezumš pa Lielupes-Mēmeles upi
38. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Lielupes apgabalā (grafiskais skaidrojums 2. tabulai)
39. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Lielupes apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3. tabulai)

Pielikums Latvijas upju baseinu apgabalu kartēšanas materiālam

Ievads

Pazemes ūdensobjektu kartēšana Lielupes 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. Lielupes upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjekti

Lielupes upju baseinu apgabals aizņem 8842km² (13.7% no Latvijas sauszemes teritorijas). Apgabala kopskats dots 1. att. [2]. Kopskats ir daļa no Ūdensobjektu shēmas Latvijai (5p. att.) Apgabals robežojas ar Lietuvu, Daugavas un Ventas upju baseinu apgabaliem.

1. tabula

Lielupes upju baseinu apgabala pazemes ūdensobjektu raksturojums

Pazemes ūdensobjekti	Ūdens horizontu komplekss	Platība, km ²	LAMO plakņu Nr. skat. 3p. att.
D4_LP	D3pl-aml D2-3ar-am	6337	13-16 17-25
F3_LP	D3fm	2505	7-12
A_LP	D3pl-aml D2-3ar-am	2505	13-16 17-25

Lielupes apgabala kopskatā iekļauts LAMO hidrogrāfiskais tīkls (23 upes, 5 ezeri, Rīgas jūras līcis) un ģeoloģisko griezumumu izvietoējums. Šie griezumumi ir daļa no reģionālo griezumumu sistēmas, kura dota 13p. att. Izveidots arī ģeoloģiskais griezums pa Lielupes-Mēmeles upi (37. att.).

Apgabalā iekļauti ūdensobjekti D4_LP, F3_LP, A_LP. To raksturojums apkopots 1. tabulā [2]. Doti to LAMO plakņu numuri (skat. 3p. att. vertikālo shematizāciju), kuras modelē konkrēto ūdensobjektu. Piemēram, ūdensobjektu D4_LP 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, Lielupes upju baseinu apgabalam 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 griezumumi – 8 kartes (26. att.-33. att.).

Lielupes 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, Lielupes-Mēmeles upe ir kontaktā ar Q2, D3dg#, un Q2 horizontiem (37. 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.-12.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 D3dg#, D3pl, D3gj1 un D2brt laukumus, kuriem ūdens līmeņu sadalījumu nemaskē citi ģeoloģiskie slāņi.

Ūdens līmeņu sadalījums horizontam D2prn (15. att.) tiek izmantots kā robežnoteikums LAMO 27. plāknē. 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 biežumu 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 sprostsāni (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 sprostsāņu 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 Lielupes apgabalā neeksistējošam horizontu daļām (D3ktl#, D3zg#, D3krs#,D3dg#, D3pl, D3am, D3gj2, D3gj1). 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 sprostsāņos.. 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 apgabalu, kuri eksistē arī zemās infiltrācijas intensitātes gadījumā.

Ģeoloģiskie griezumī (32. att. – 37. att.) dod uzskatāmu informāciju par hidroģeoloģisko procesu raksturu komplikētas 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 hidrauliskais 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 bilance Lielupes upju baseinu apgabalam atspoguļota 2. tabulā, kuras saturu grafiski ilustrē 38. att. shēma. Bilances analīze veikta visiem Lielupes apgabalā eksistējošiem ūdens horizontiem. Aprēķinātas katra horizonta barošanas plūsma un tās notece upēs, ezeros, caur robežu un ūdens ņemšanas urbumos. Iegūta kopējā Lielupes apgabala bilance, 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 38. 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 (38. 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. Lielupes apgabalā šāda parādība ir novērojama (38. b) att.).

Trešajā etapā c) iegūst lokālo bilanci katram ūdens horizontam (38. 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. Lielupes apgabalā visaugstākās lokālās barojošās plūsmas (457; 156) [tūkst. m³/dienn] ir horizontiem Q2, D3dg#. Horizontiem Q1#, D3ktl#, D3zg#, D3krs# ir mazas barojošās plūsmas (1; 3; 6; 6) to mazā laukuma dēļ (ūdensobjekts F3). Horizontos D3am, D3gj2, D3gj1, D2brt, D2ar barojošās plūsmas ir negatīvas, jo šo horizontu pazemes ūdens resursus nodrošina augšupejošā plūsma.

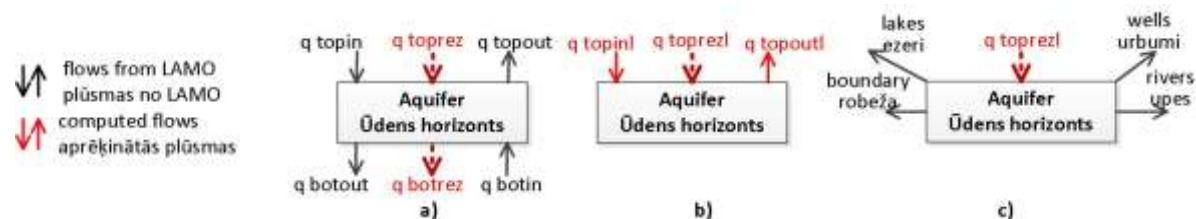
Lielupes apgabalā pazemes ūdens notece upēs (633 tūkst. m³/dienn) ir lielāka par apgabala lokālo barojošo plūsmu (608 tūkst. m³/dienn). Šo parādību galvenokārt izsauc upju notece D3dg# horizontā (150<197) tūkst. m³/dienn, kuru nodrošina robežu plūsma 47 tūkst. m³/dienn.

Augšupejošo plūsmu horizontos D3am, d3gj2, d3gj1, D2brt, D3ar nodrošina šo horizontu robežu plūsma

2. tabula
Table 2

LAMO pazemes ūdens plūsmu [tūkst m³/dienn] bilance Lielupes apgabalam (provizoriskie dati)
Groundwater flow balance of LAMO [thous m³/day] for Lielupe river basins 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	937	-341	596	-559	420	-139	378	79	457	-405	-50	-2	0
Q1#	559	-420	139	-558	420	-138	1	0	1	0	0	-1	0
D3ktl#	558	-420	138	-545	410	-135	13	-10	3	0	0	-3	0
D3zg#	545	-410	135	-496	367	-129	49	-43	6	-2	0	-4	0
D3krs#	496	-367	129	-475	352	-123	21	-15	6	-3	0	-2	-1
D3dg#	475	-352	123	-228	255	27	247	-97	150	-197	0	47	0
D3pl	228	-255	-27	-113	169	56	115	-86	29	-26	0	-3	0
D3am	113	-169	-56	-87	135	48	26	-34	-8	0	0	9	-1
D3gj2	87	-135	-48	-65	102	37	22	-33	-11	0	0	14	-3
D3gj1	65	-102	-37	-34	53	19	31	-49	-18	0	0	32	-14
D2brt	34	-53	-19	-20	33	13	14	-20	-6	0	0	7	-1
D2ar	20	-33	-13	-4	16	12	16	-17	-1	0	0	1	0
Model	937	-341	596	-4	16	12	933	-325	608	-633	-50	95	-20
Q1+Q2	937	-341	596	-558	420	-138	379	79	458	-405	-50	-3	0
Primary	558	-420	138	-4	16	12	554	-404	150	-228	0	98	-20



Legend of stages a), b), c) for obtaining flows of Table 2:

- a) computing of resulting flows: q_{toprez} , q_{botrez} ;
- b) computing of local flows q_{topinl} , $q_{topoutl}$, $q_{toprezl}$;
- c) local balance of aquifer

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 bilance

Iegūtas plūsmu bilances ūdensobjektiem D4_LP, F3_LP, A_LP. Rezultāti par ūdensobjektu bilancēm apkopoti 3. tabulā, kuru grafiski skaidro 39. att. shēma.

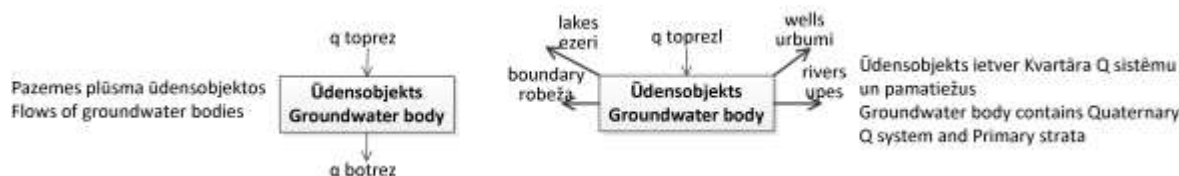
Aprēķināta katra ūdensobjekta kopīgā bilance, tā bilances kvartāra Q sistēmai un pamatiežiem. Ja 3. tabulā veic šo ūdensobjektu bilanču summēšanu, tad iegūtais rezultāts (kopsavilkums 3. tabulā) sakrīt ar 2. tabulas pārskatu par kopīgo bilanci Lielupes apgabalam un bilancēm Q sistēmai un pamatiežiem.

Bilances shēmā (39. att.) ir parādītas ūdensobjektu kopīgās bilances 39 a) att.; bilances Q sistēmai un pamatiežiem 39 b) att.; lokālās bilances 39 c) att. Vertikālā tranzīta plūsma 39 b) att. saista Q sistēmu ar pamatiežiem kā arī pazemes plūsmu atslodzes upēs, ezeros, urbumos un caur ūdensobjektu robežu.

3. tabula

LAMO pazemes ūdensobjektu plūsmu bilance [tūkst. m³/dienn] Lielupes upju baseinu apgabala ūdensobjektiem (provizoriskie dati)
Groundwater flow balance of LAMO [thous m³/day] for groundwater bodies of Lielupe 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
D4_LP	Objekts	452	8	460	-533	-46	138	-19
	Q sistēma	452	-102	350	-310	-46	6	0
	Pamatieži	102	8	110	-223	0	132	-19
F3_LP	Objekts	144	-21	123	-100	-4	-18	-1
	Q sistēma	144	-36	108	-95	-4	-9	0
	Pamatieži	36	-21	15	-5	0	-9	-1
A_LP (P bez F3)	Objekts	0	25	25	0	0	-25	0
	Q sistēma	0	0	0	0	0	0	0
	Pamatieži	0	25	25	0	0	-25	0
Kopsavilkums Lielupes apgabalam	Objekts	596	12	608	-633	-50	95	-20
	Q sistēma	596	-138	458	-405	-50	-3	0
	Pamatieži	138	12	150	-228	0	98	-20



Salīdzināsim pazemes ūdens plūsmu bilances Lielupes apgabala ūdensobjektiem (3. tabula). Salīdzināšanai izmantosim šādus kritērijus:

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

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

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

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

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 bilancē (3. tabula).

Parametru B dod formula:

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

kur plūsmas $q_{toprezl}$ un $q_{toprezLA}$ ņemtas no ūdensobjektu horizontu lokālajām bilancēm 3. tabulā; $q_{toprezLA}$ – 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 $B=100\%$; $N=1.0$.

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

4. tabula

Pazemes ūdens plūsmu bilances salīdzinājums Lielupes apgabala ūdensobjektiem

Objekts	Infiltrācija [mm/gadā]	Atslodze upēs [%]	B [%]	N [reizes]
D4_LP	26	116	76	1.06
F3_LP	21	81	20	0.71
A_LP	4	0	4	0.14
Apgabals	25	104	100	1.0

Ar 4. tabulas palīdzību var novērtēt atsevišķu pazemes ūdensobjektu bilances upes apgabala aspektā, ja izmanto 3. tabulas informāciju un datus par atsevišķu objektu laukumu (1. tabula).

Par iemesliem, kuri nosaka atšķirīgu pazemes ūdens procesu aktivitāti var spriest, ja izmanto 3. tabulas datus, kuri dod detalizētu plūsmu bilanci katram pazemes ūdensobjektam un pazemes ūdens noteces veidam (upes, ezeri, robeža, urbumi).

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

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

Plūsmu bilances salīdzinājums Lielupes apgabalam un Latvijai

Objekts	Infiltrācija [mm/gadā]		Atslodze upēs [%]		B [%]	N [reizes]
	Lielupes apgabalā	Latvijā	Lielupes apgabalā	Latvijā	Lielupes apgabalā	Lielupes apgabalā
Kopā	25	42	104	79	8.6	0.61
Q2+Q1	25	42	88	84	11.7	0.84
Pamatieži	6	20	152	72	4.6	0.33
D2brt	-0.8	6	0	67	-0.9	0.06

No 5. tabulas datiem var secināt, ka Lielupes apgabalā pazemes ūdens papildināšanas intensitāte ir mazāka nekā Latvijā kopumā ($25 < 16$); pamatiežu ūdens krājums tiek papildināts daudz sliktāk ($6 < 20$). Lielupes apgabalā upēs aizplūst vairāk pazemes ūdens nekā vidēji Latvijā ($104 > 79$). Nav upju atslodzes D2brt horizontā.

Par Lielupes apgabala pazemes ūdens plūsmu mazāku aktivitāti liecina arī parametri B un N. Parametrs N ņem vērā, ka Lielupes apgabals aizņem 13.7% no Latvijas teritorijas, t.i., N raksturo novirzi no vidējā vērtējuma. Lielupes apgabalā kopumā pazemes plūsmu procesiem $N = 0.61$; pamatiežiem $N = 0.33$, bet D2brt horizontam $N = 0.06$. Lielupes apgabalā atrodas tikai $B = 0.9\%$ no visiem Latvijas D2brt horizonta resursiem.

Dati par pazemes ūdens plūsmu bilancēm var stipri izmainīties, ja nākotnē tiks precizēta saite starp virszemes (upes, ezeri) un pazemes ūdensobjektiem. Tas varētu ietekmēt bilanci Lielupes apgabalā, kurā upju atslodze pamatiežos ir intensīva.

4. Secinājumi

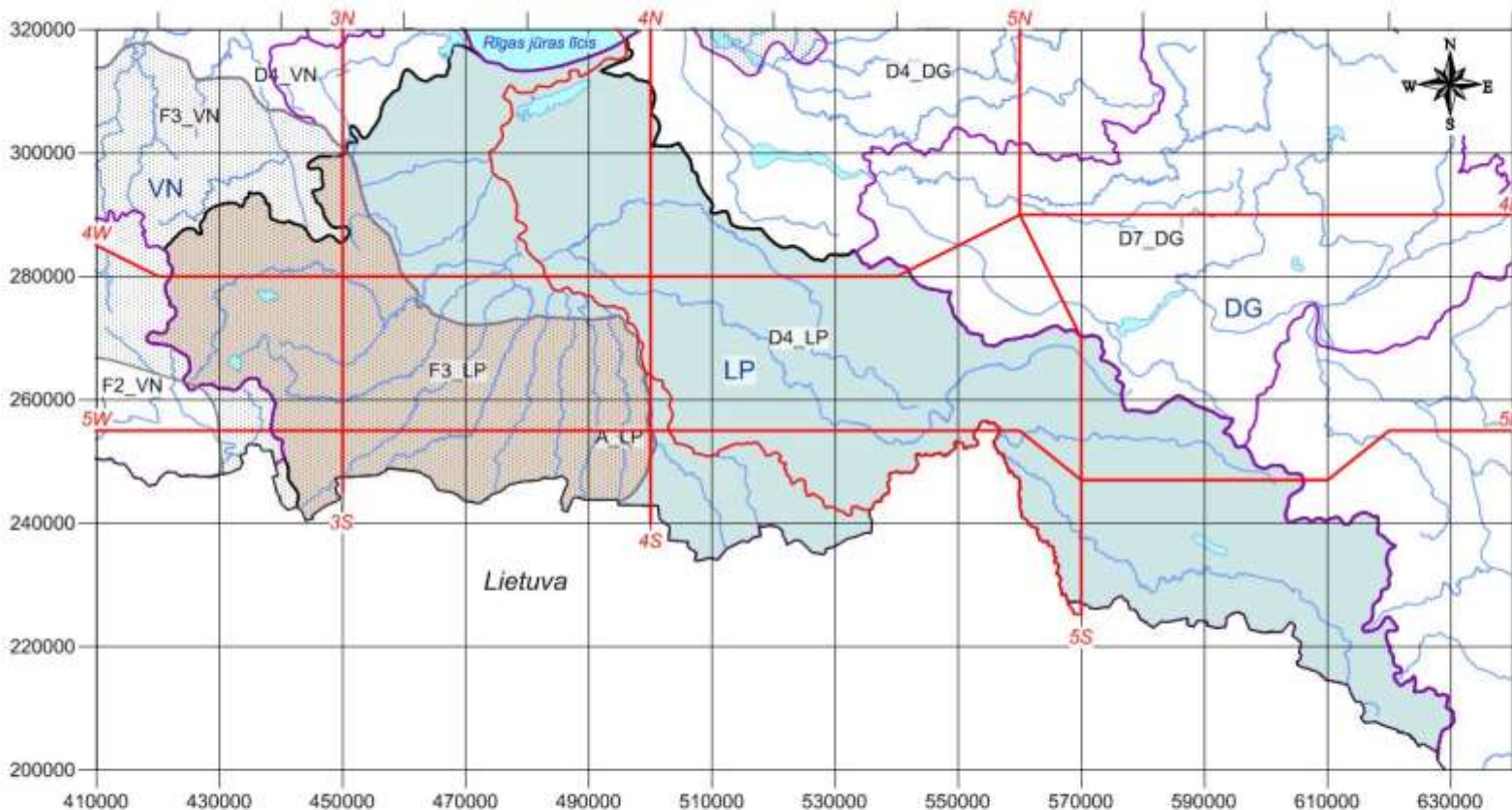
Kartēšanas materiāli Lielupes upju baseinu apgabalam būtiski papildina apgabala apsaimniekošanas plānu tā iedaļā par pazemes ūdens resursiem. Izmantojot Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO datus, ir izveidotas ūdens horizontu ūdens līmeņu un infiltrācijas kartes, iegūti ģeoloģisko griezumumu attēli, 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, Lielupes 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. LVĢMC, 2009. Daugavas 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

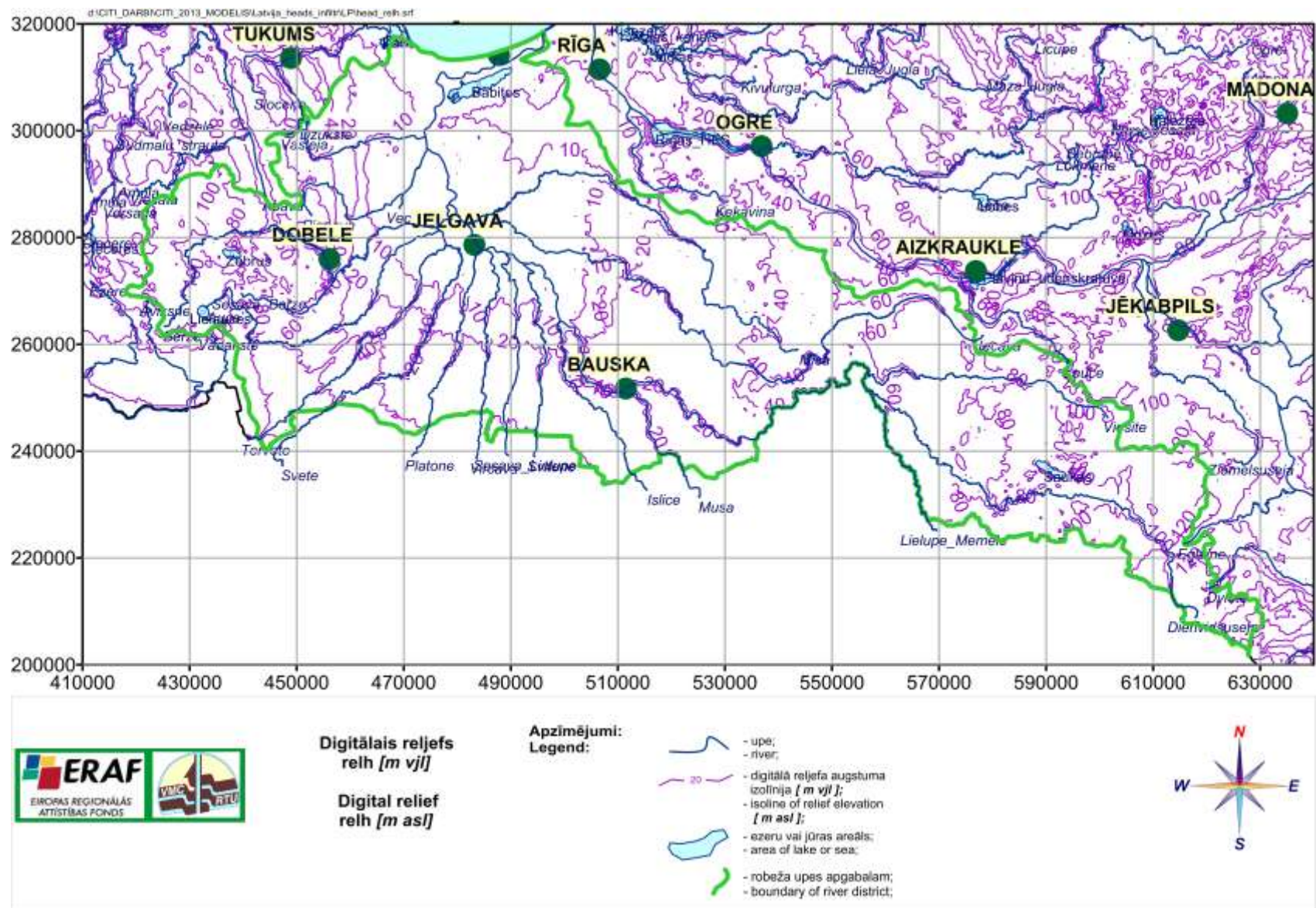
PAZEMES ŪDENSOBJEKTI UN LAMO HIDROGRĀFISKAIS TĪKLS UN ĢEOLOĢISKO GRIEZUMU IZVIETOJUMS LIELUPES BASEINA APGABALAM
 GROUNDWATER BODIES AND LAMO HYDROGRAPHICAL NETWORK AND LOCATIONS OF GEOLOGICAL PROFILES FOR LIELUPE BASIN DISTRICT



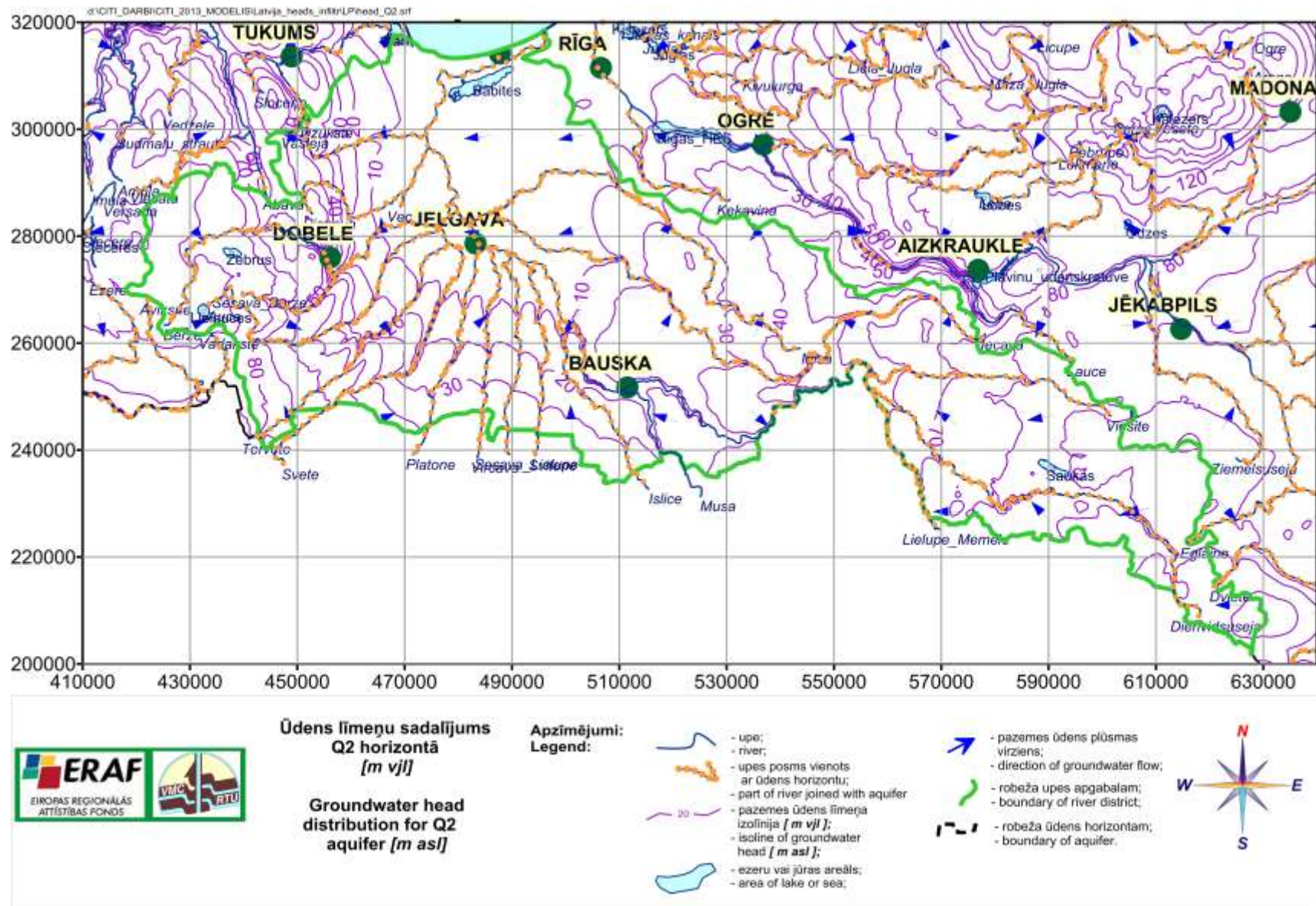
APZĪMĒJUMI
 LEGEND

- | | | | | |
|---|---|---|--|---|
| LP Lielupes baseina apgabals
Lielupe basin district | F3_LP Pazemes ūdensobjekts F3
upes baseina apgabalā LP
Groundwater body F3 in
river basin district LP | Pazemes ūdensobjekti
Groundwater bodies | Upe
River | 3N 3S Ģeoloģiskais griezumš
Geological profile |
| DG Daugavas baseina apgabals
Daugava basin district | | D4 F3 | Ezers vai jūras areāls
Area of lake or sea | |
| VN Venta baseina apgabals
Venta basin district | | A | Pazemes ūdensobjekta robeža
Groundwater body boundary | |

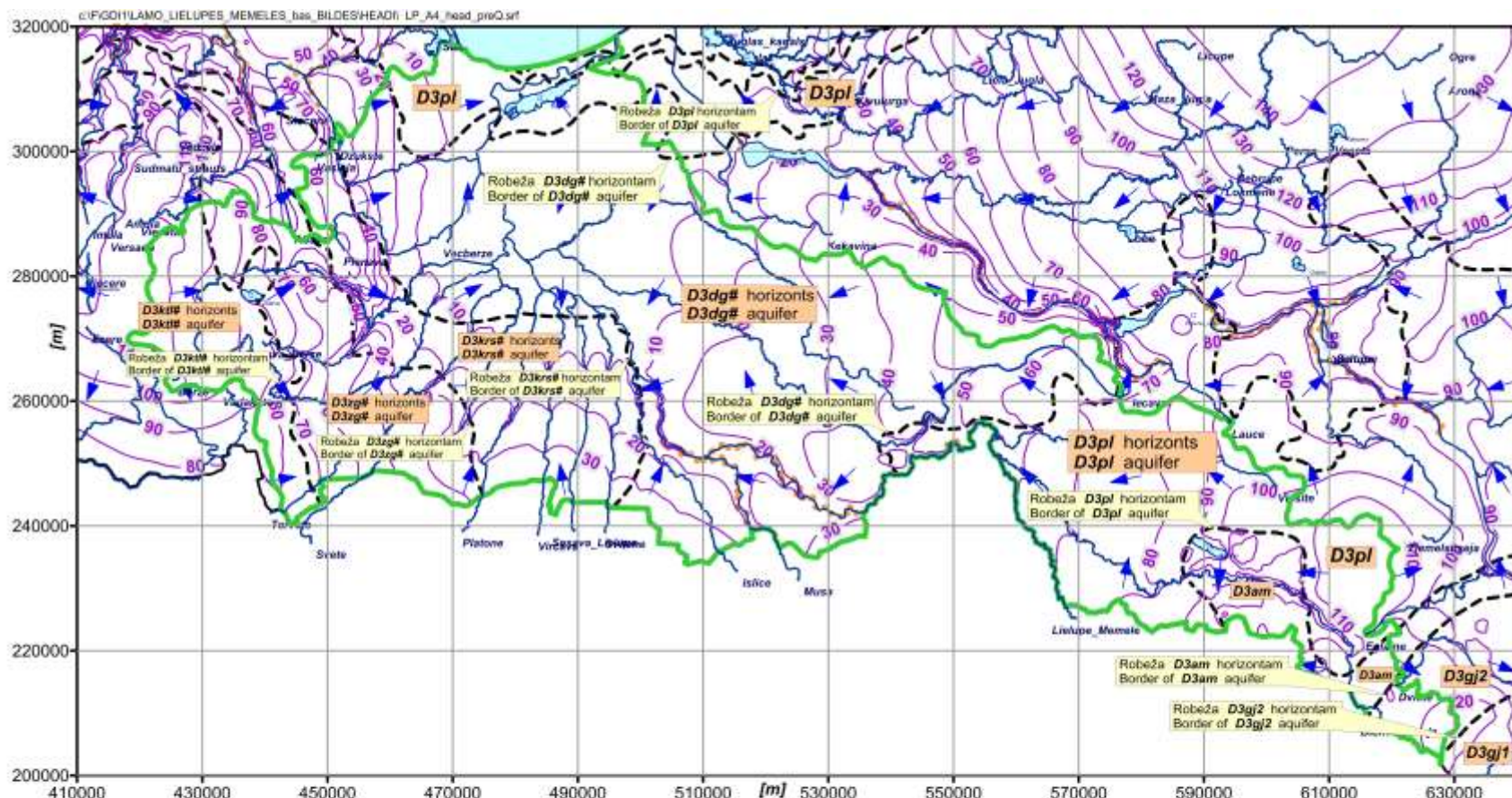
1. att. Lielupes upju baseinu apgabala kopskats



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



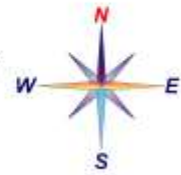
3. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā Q2 [m vjl]



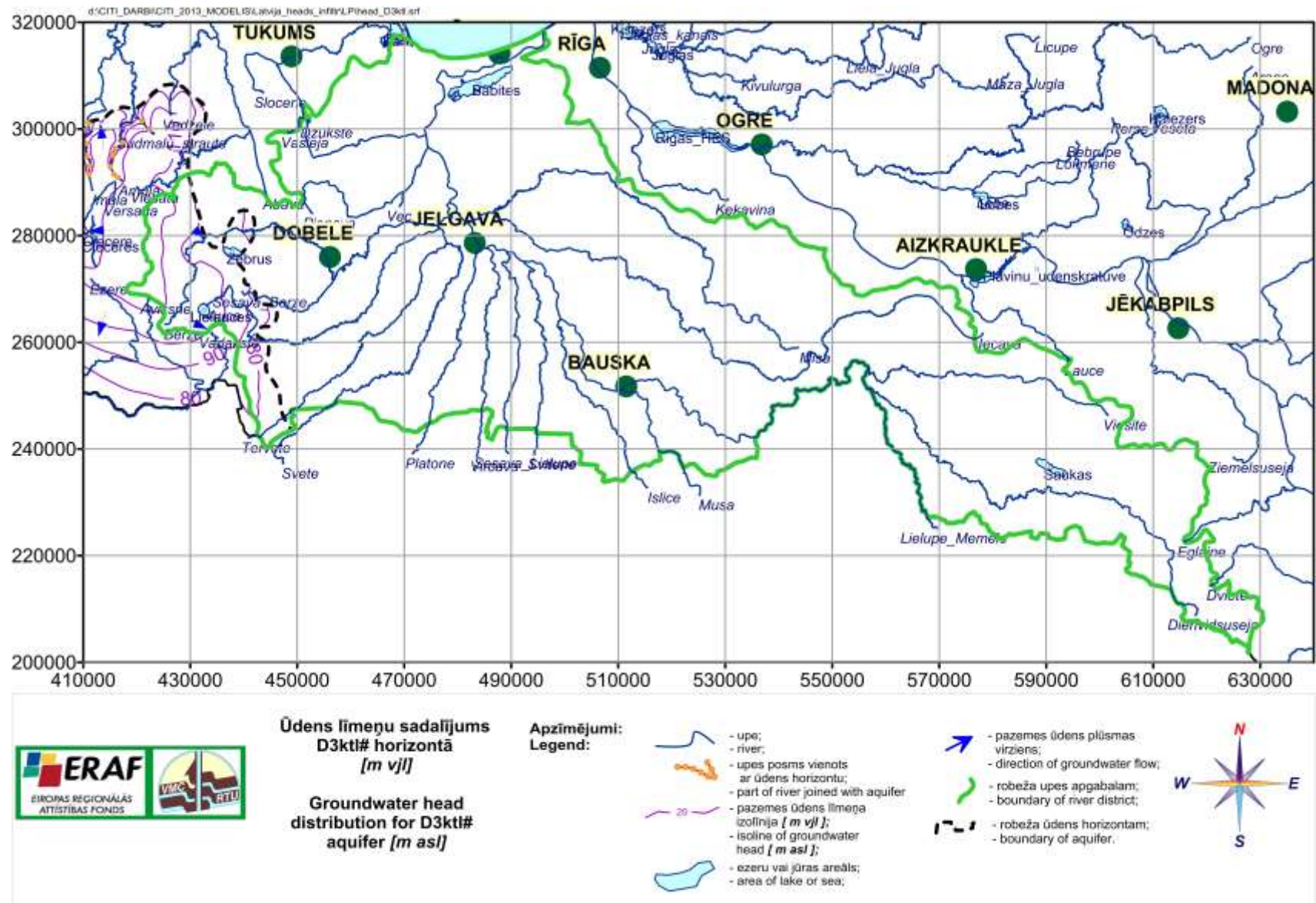
Ūdens līmeņu sadalījums pamatiežu horizontā [m vjl]
 Groundwater head distribution for primary aquifers [m asl]

Apzīmējumi:
 Legend:

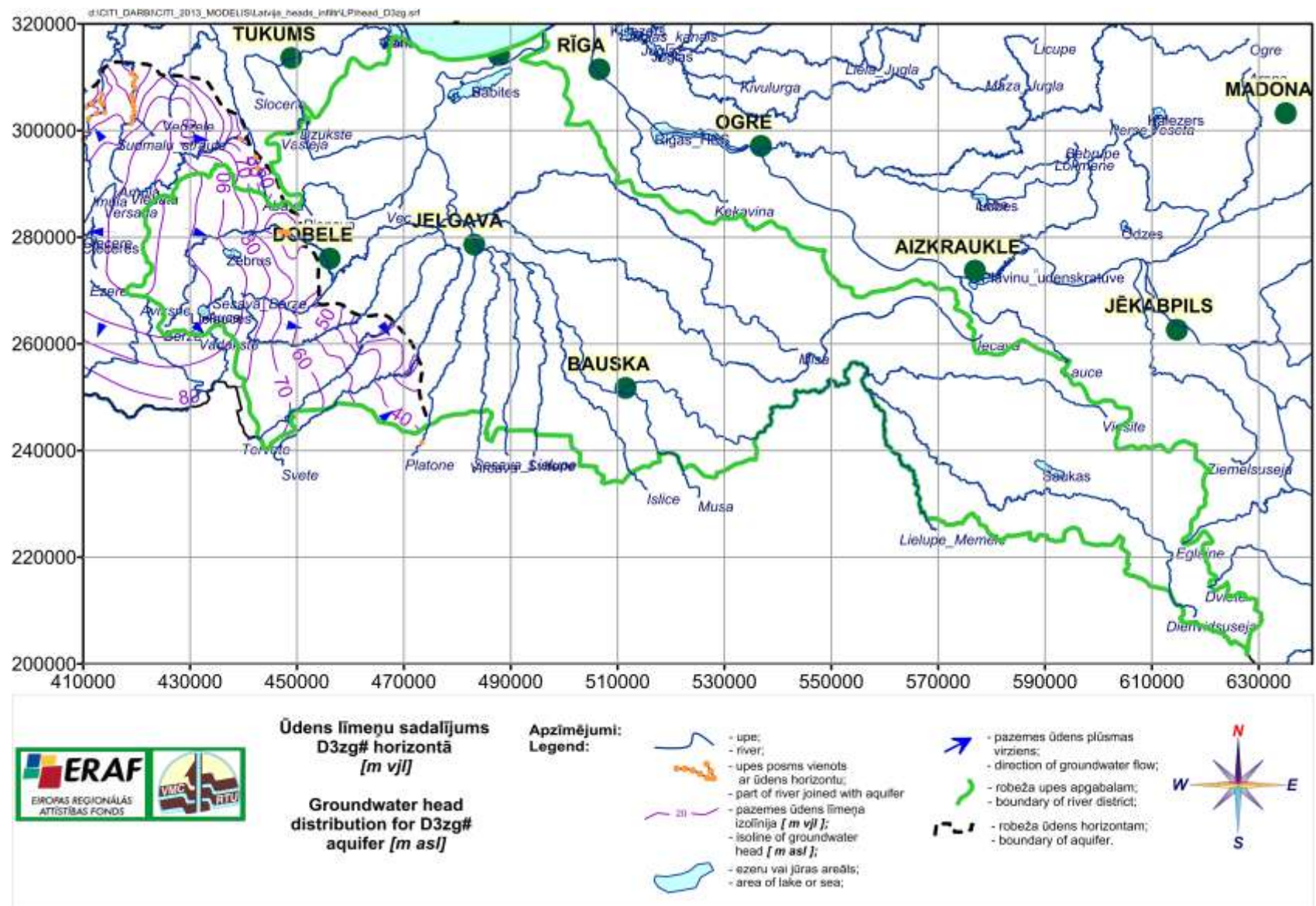
- upe;
- river;
- upes posms vienots ar ūdens horizontu;
- part of river joined with aquifer
- pazemes ūdens līmeņa izolīnija [m vjl];
- isoline of groundwater head [m asl];
- ezeru vai jūras areāls;
- area of lake or sea;
- pazemes ūdens plūsmas virziens;
- direction of groundwater flow;
- robeža upes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



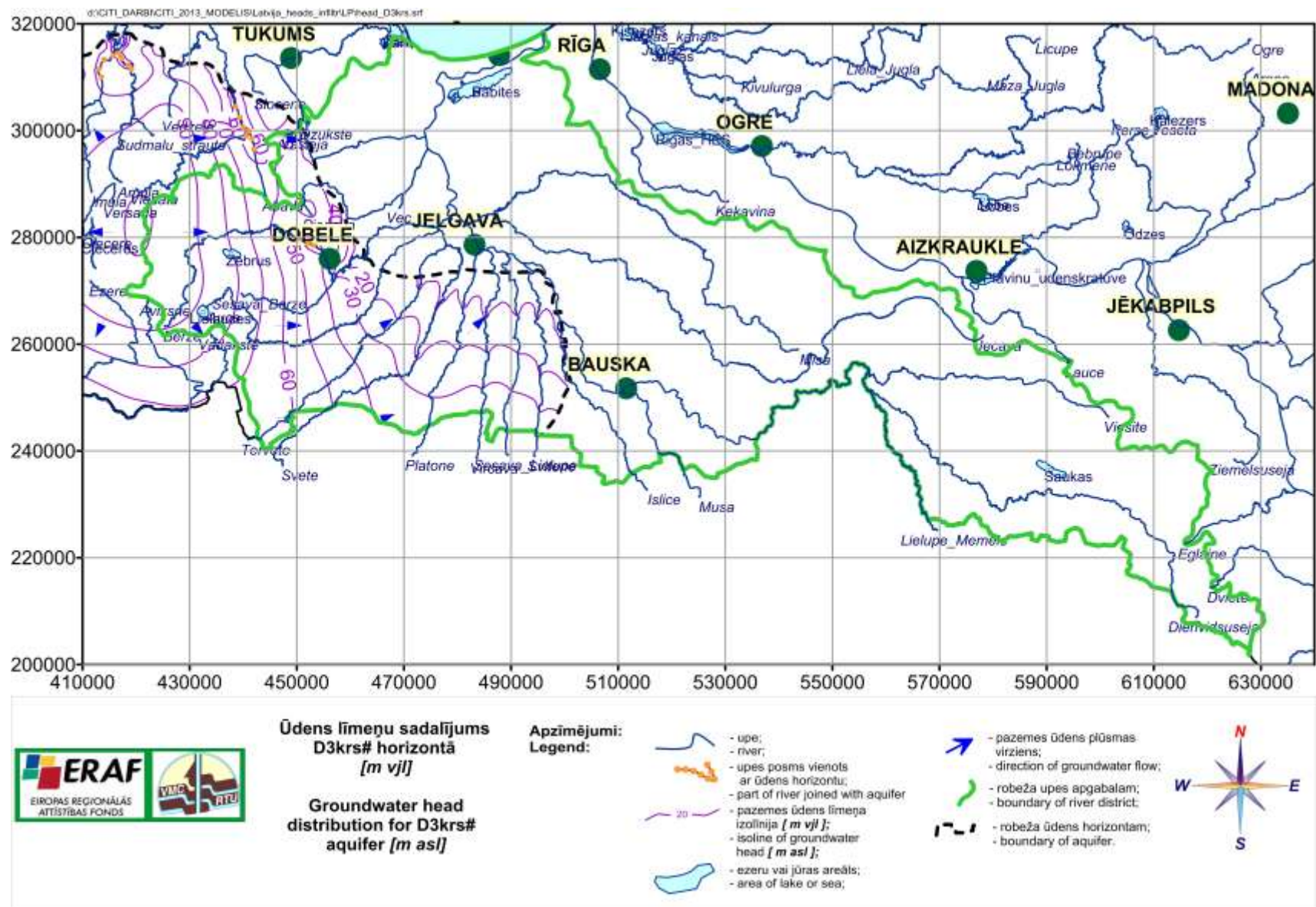
4. att. Ūdens līmeņu sadalījums pamatiežu horizontos preQ [m vjl]



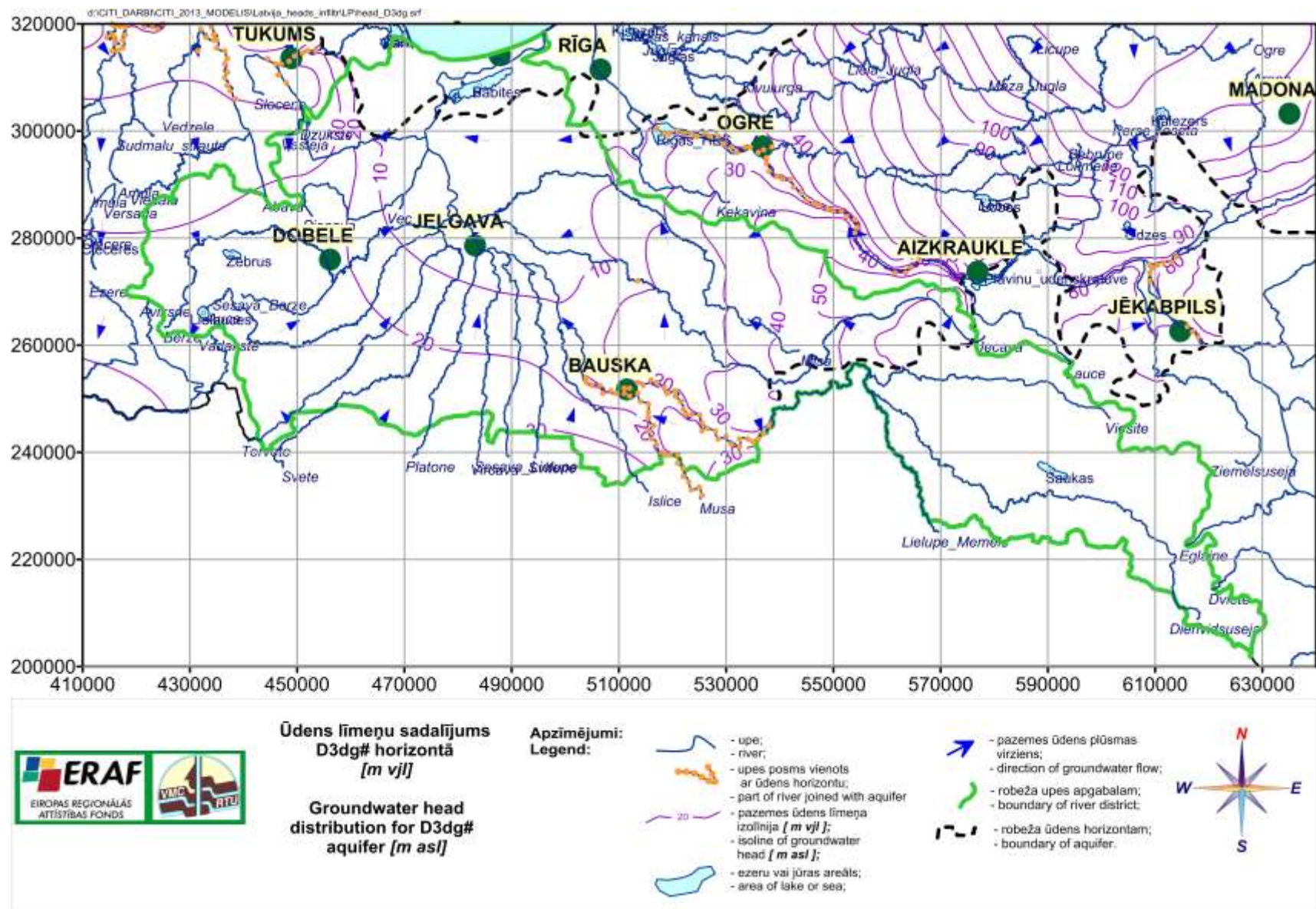
5. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3kt1# [m vjl]



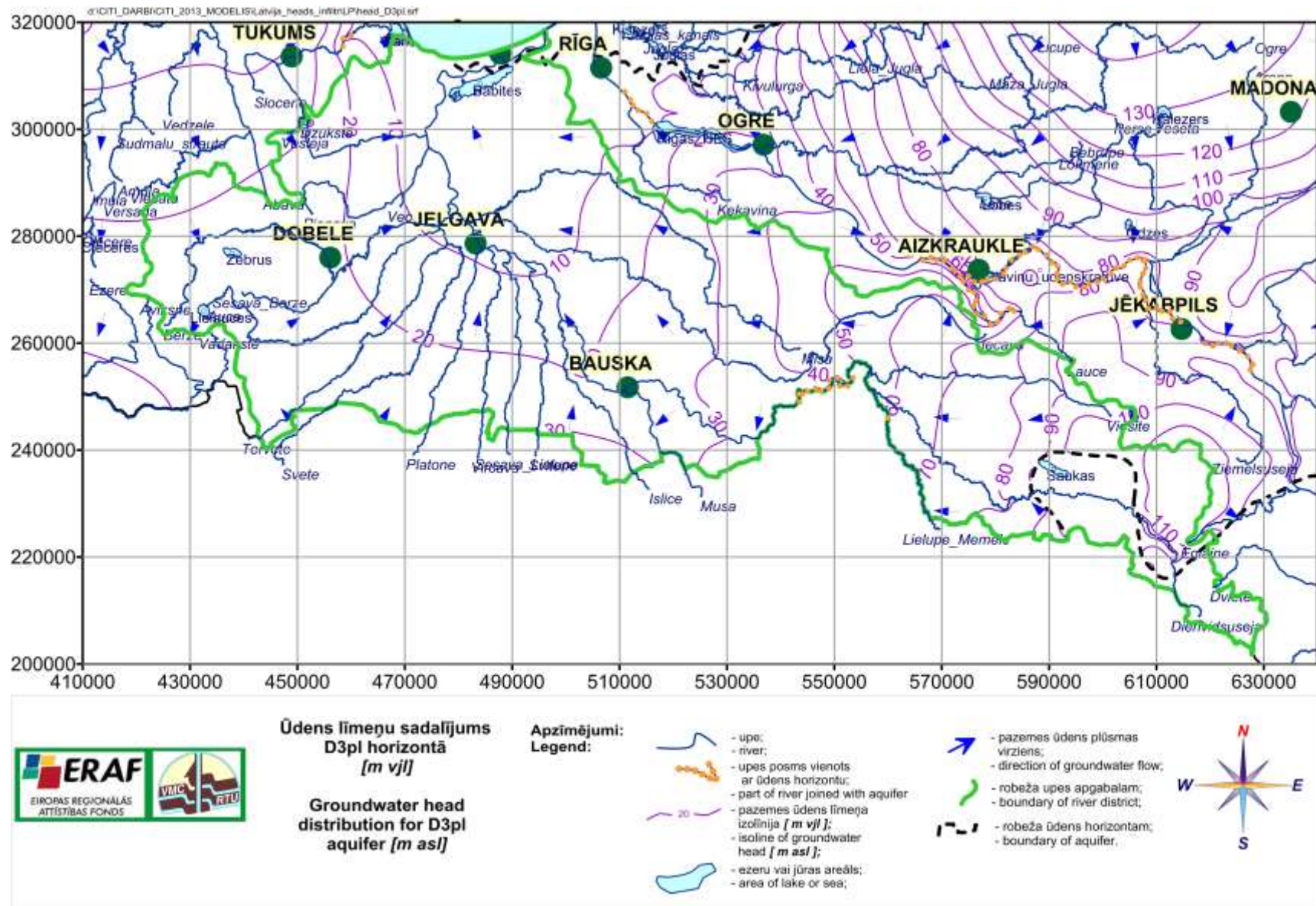
6. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3zg# [m vjl]



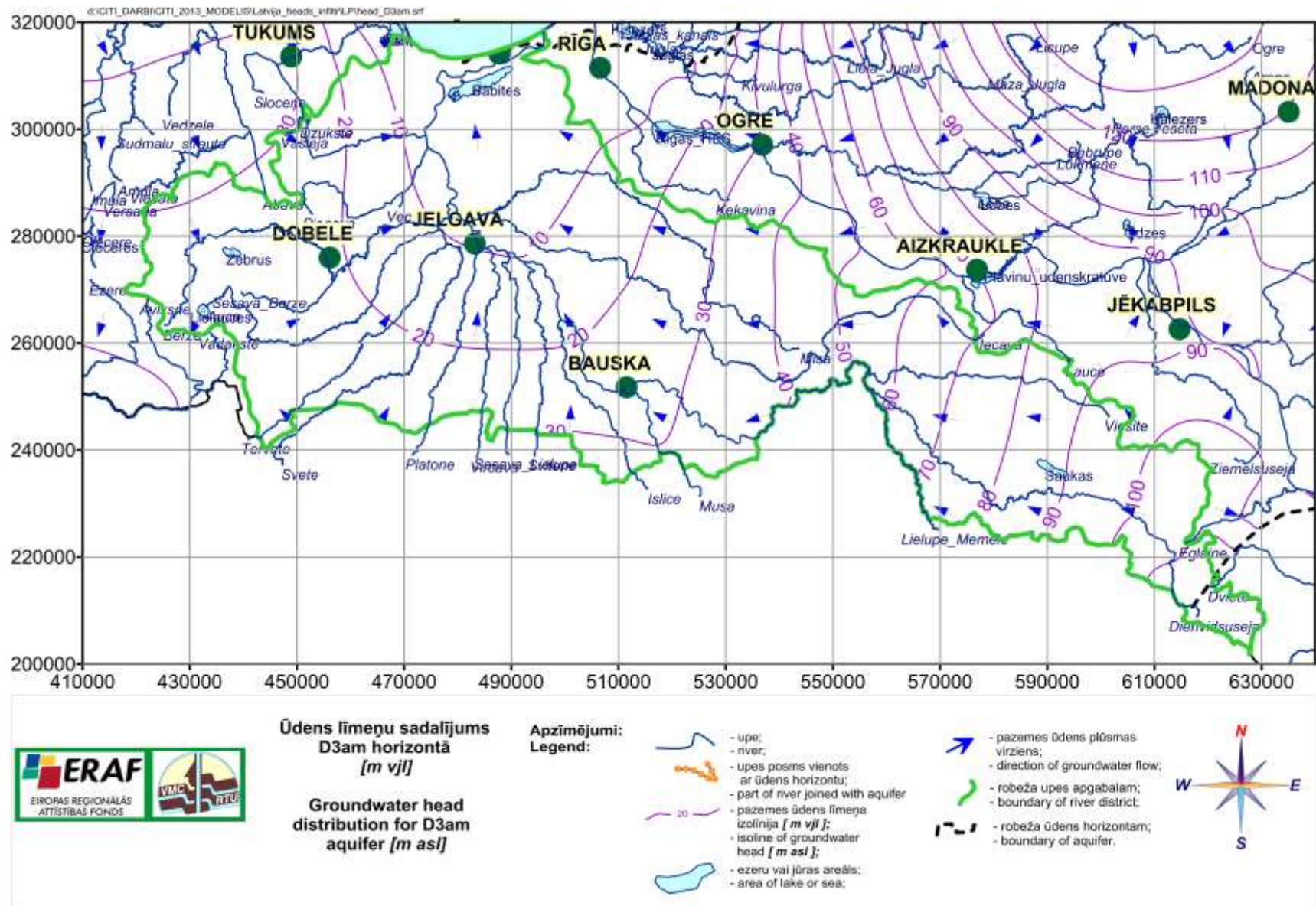
7. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3krs# [m vjl]



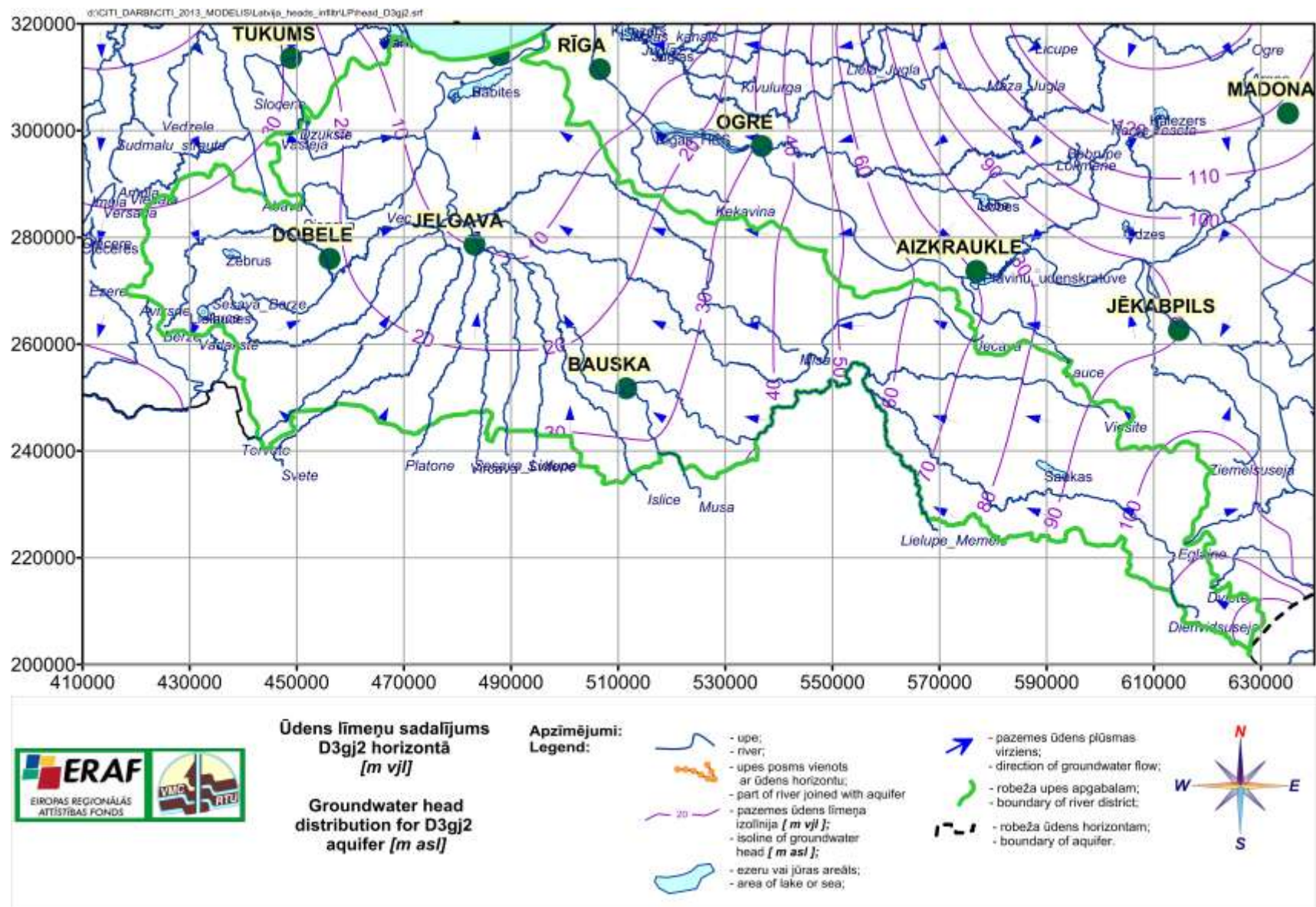
8. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3dg# [m vjl]



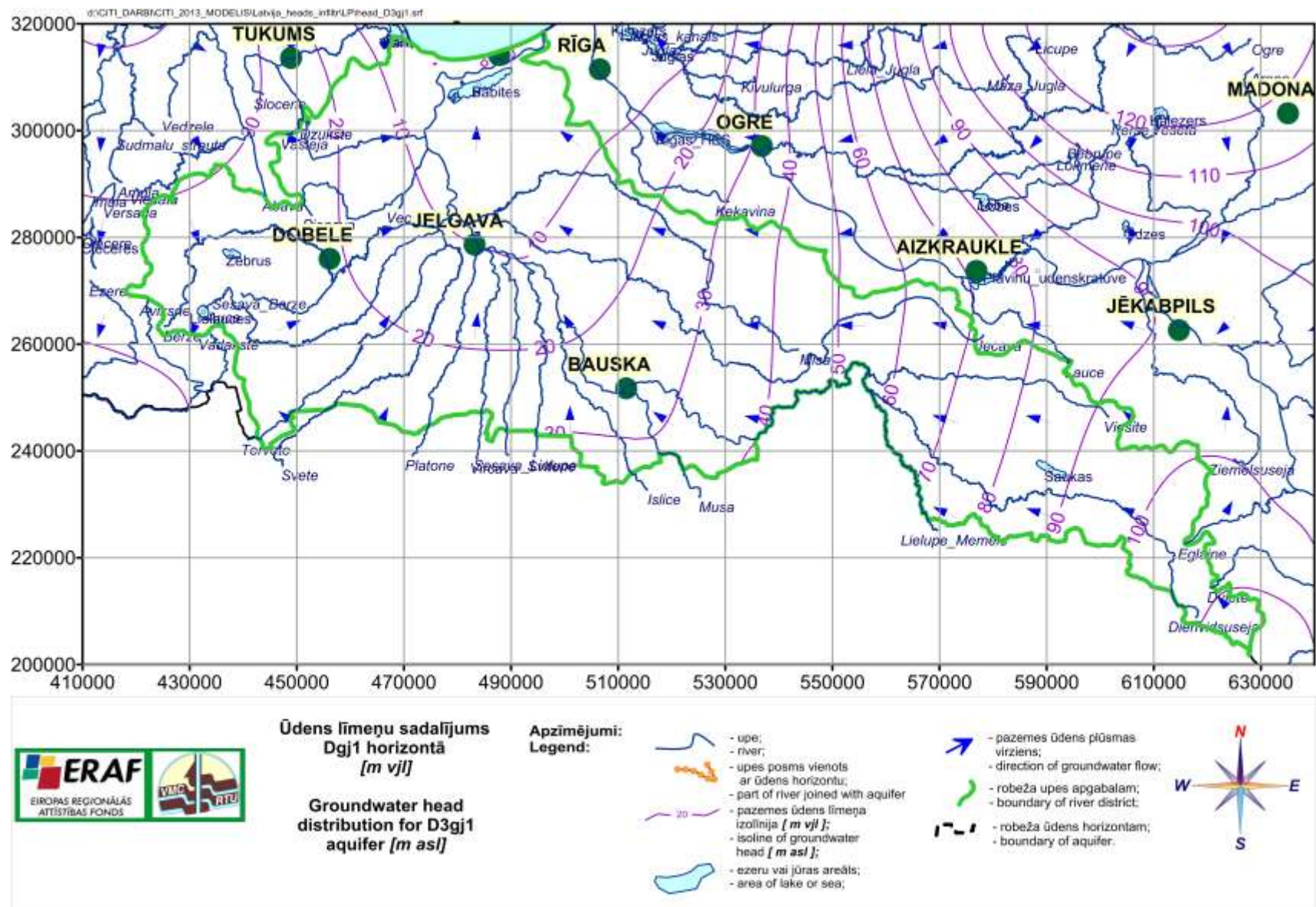
9. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3pl [m vjl]



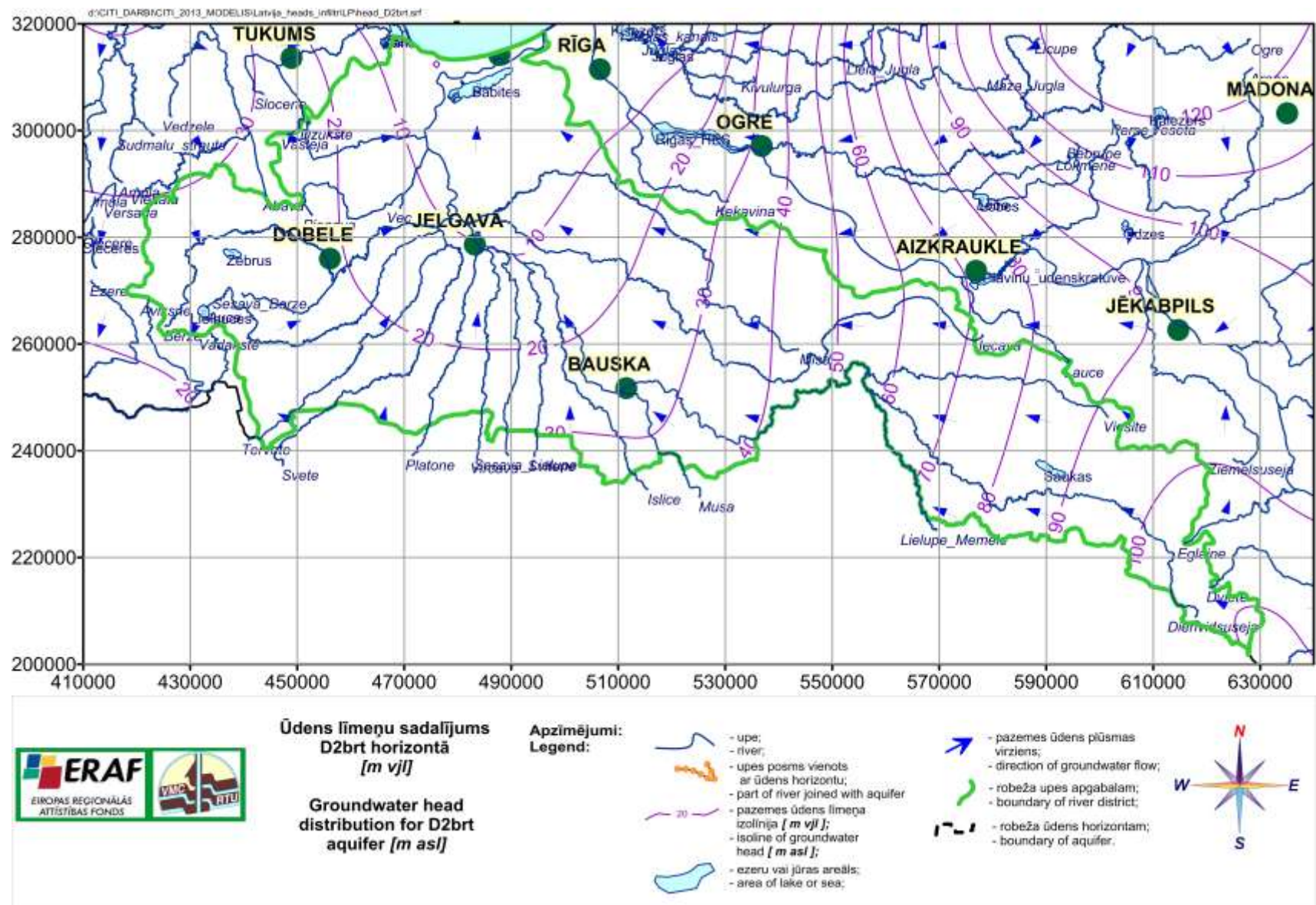
10. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3am [m vjl]



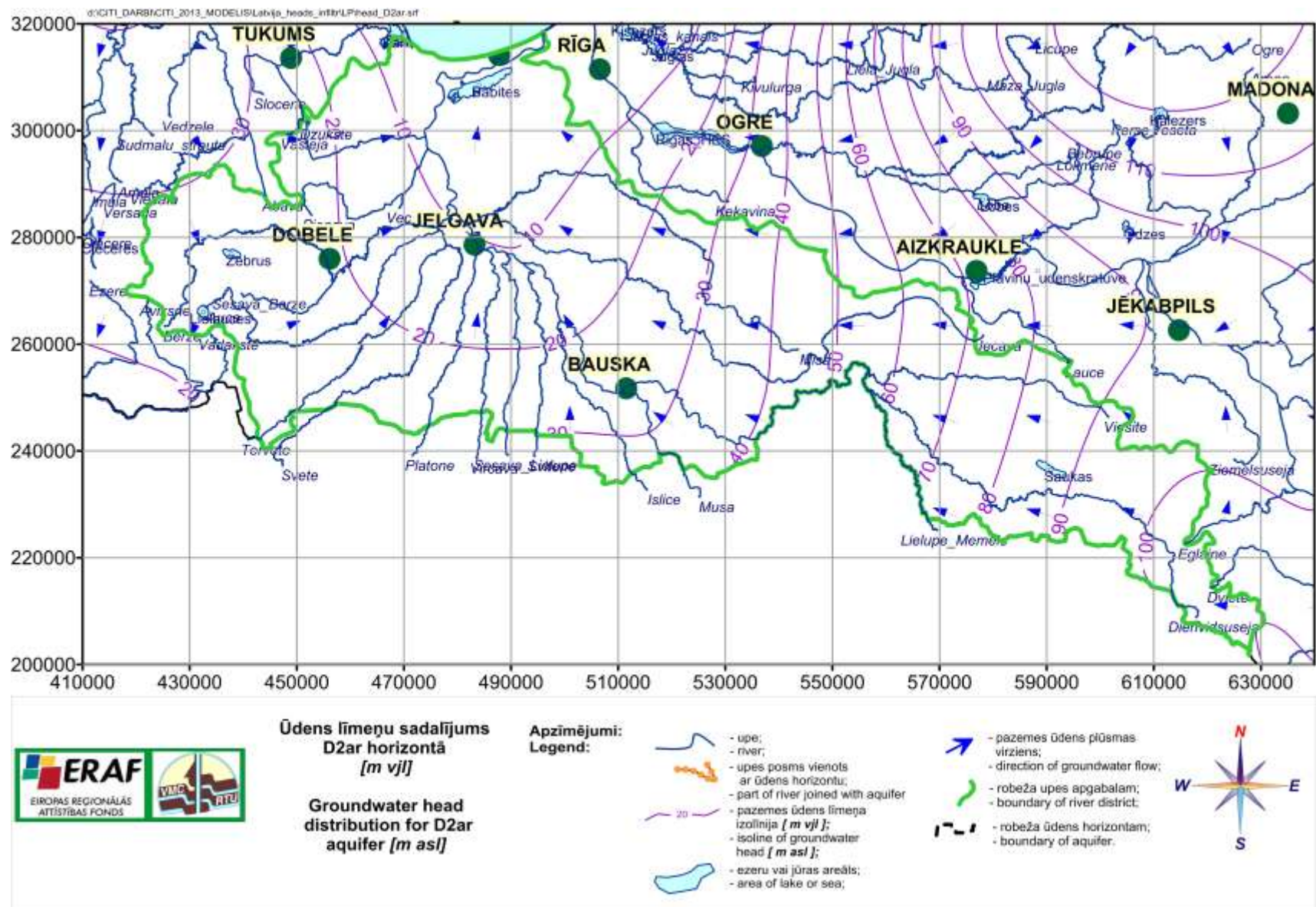
11. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3g2 [m vjl]



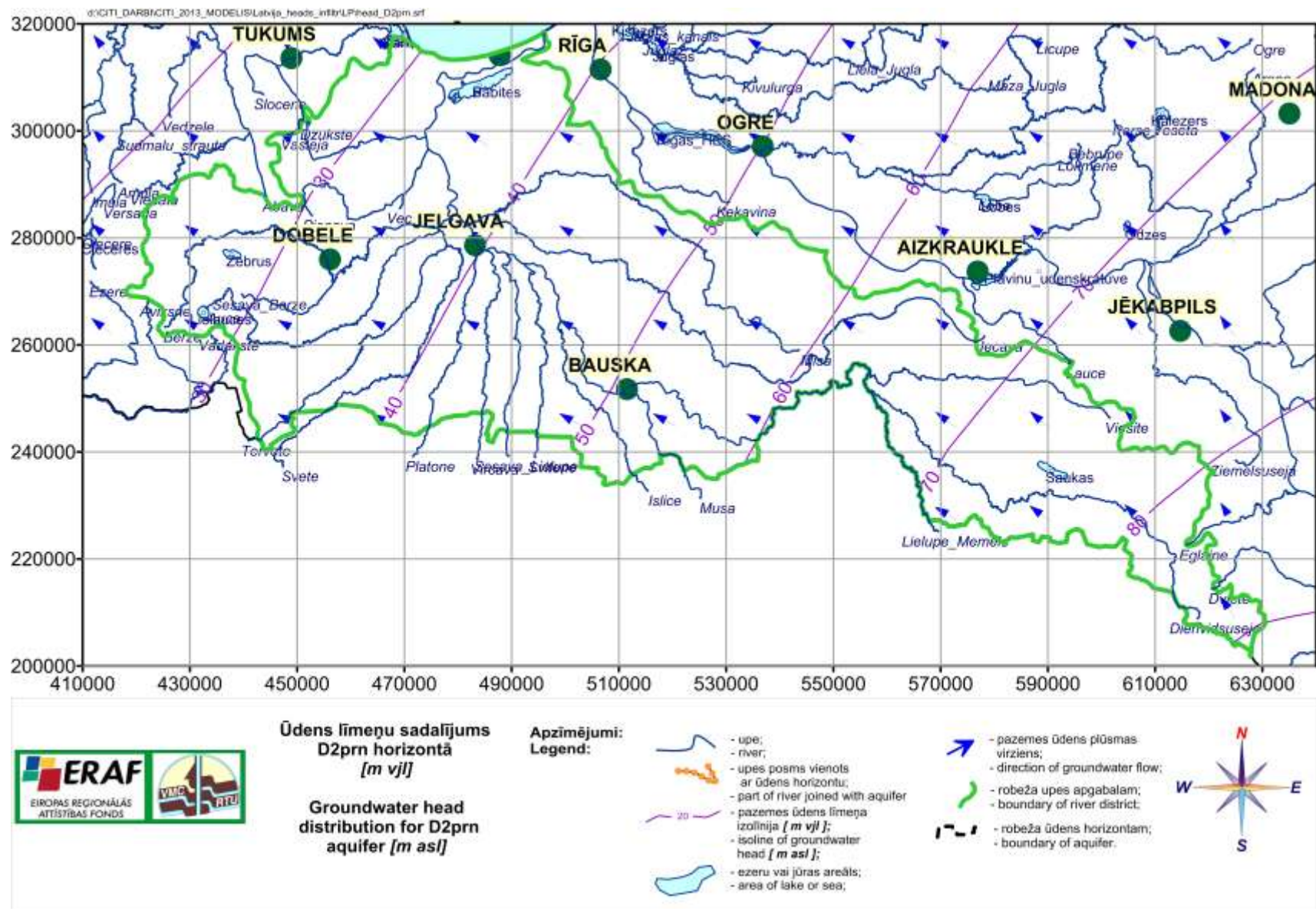
12. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D3g1 [m vjl]



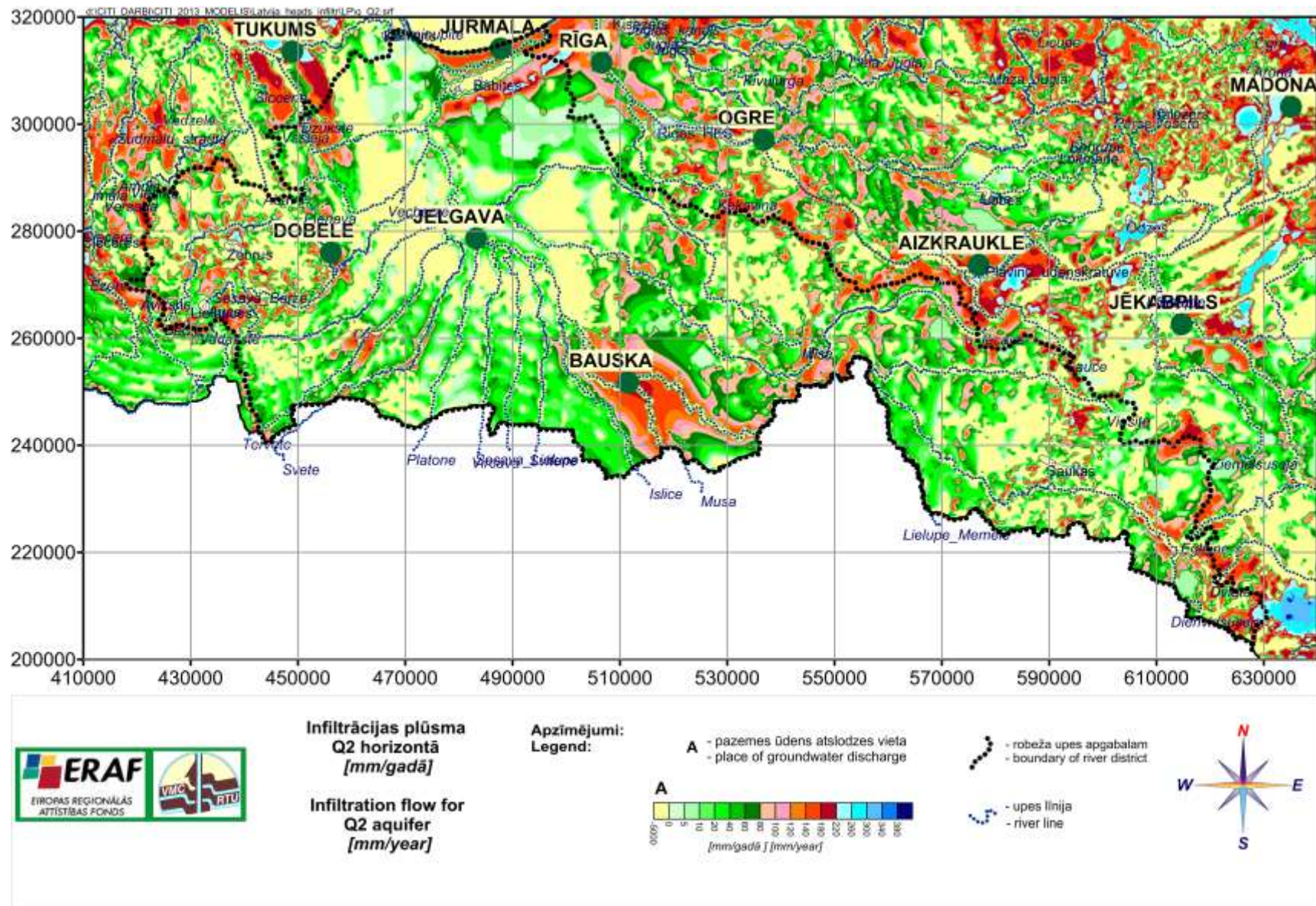
13. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2brt [m vjl]



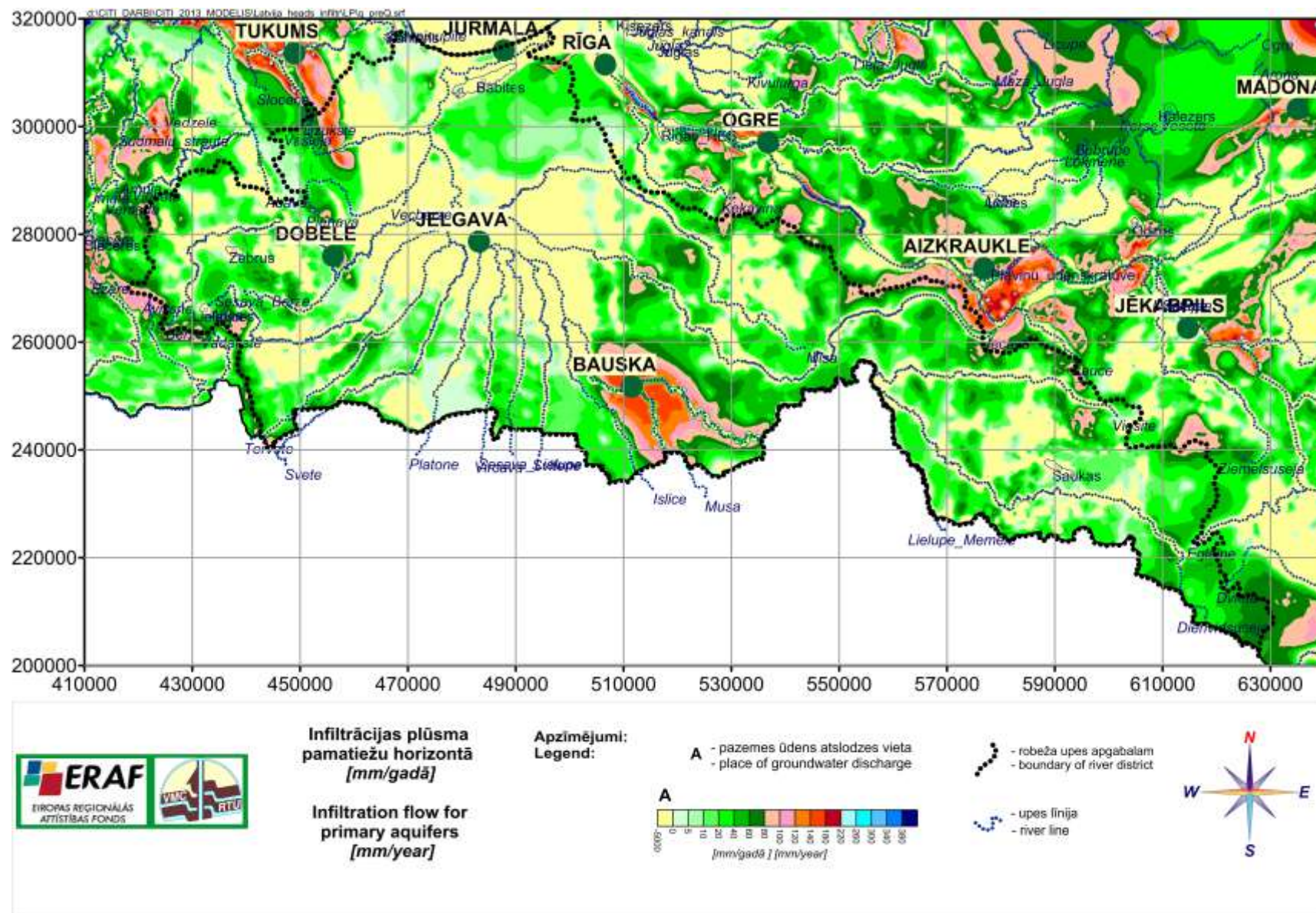
14. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2ar [m vjl]



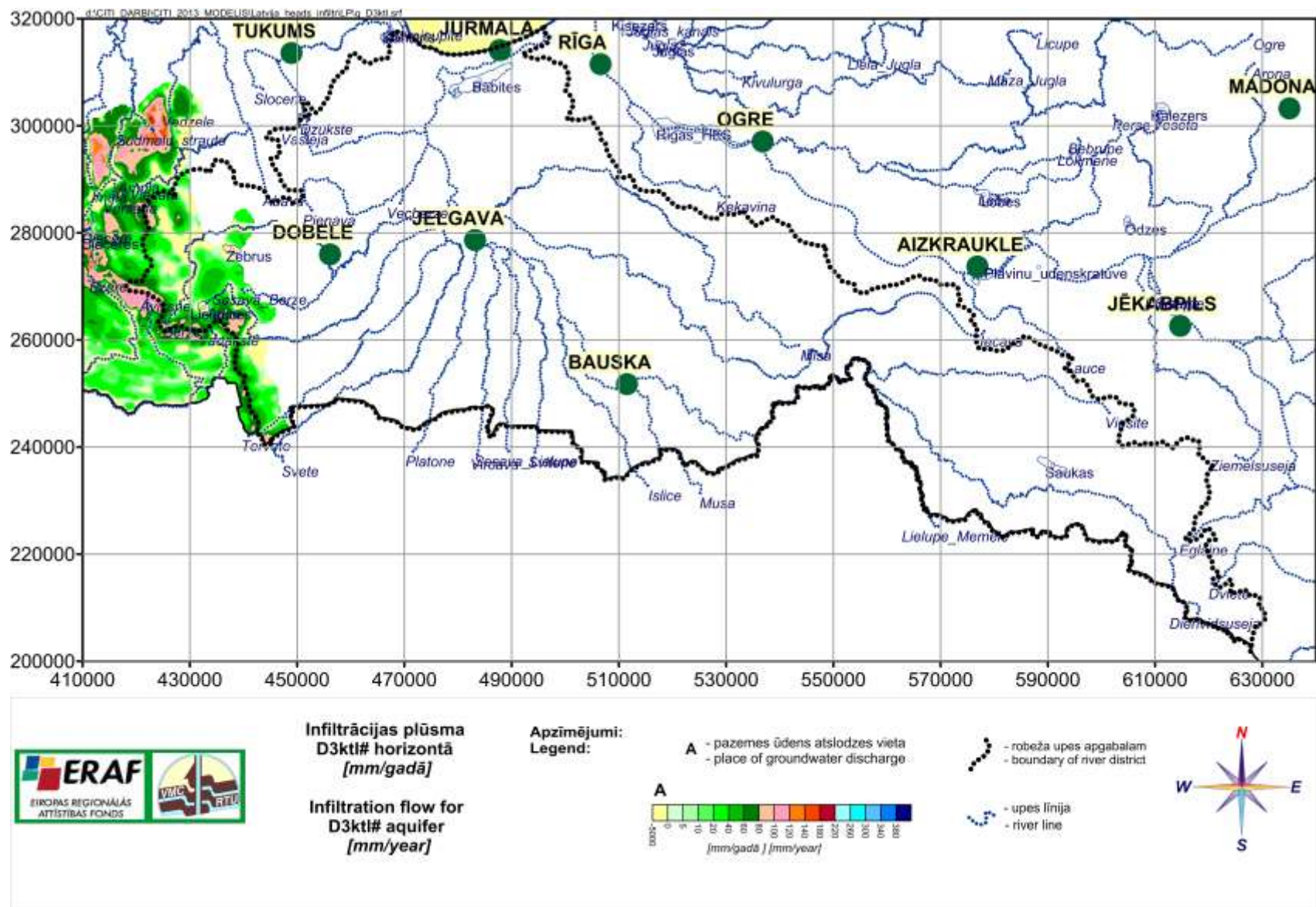
15. att. Ūdens līmeņu sadalījums horizontā D2prn [m vjl]



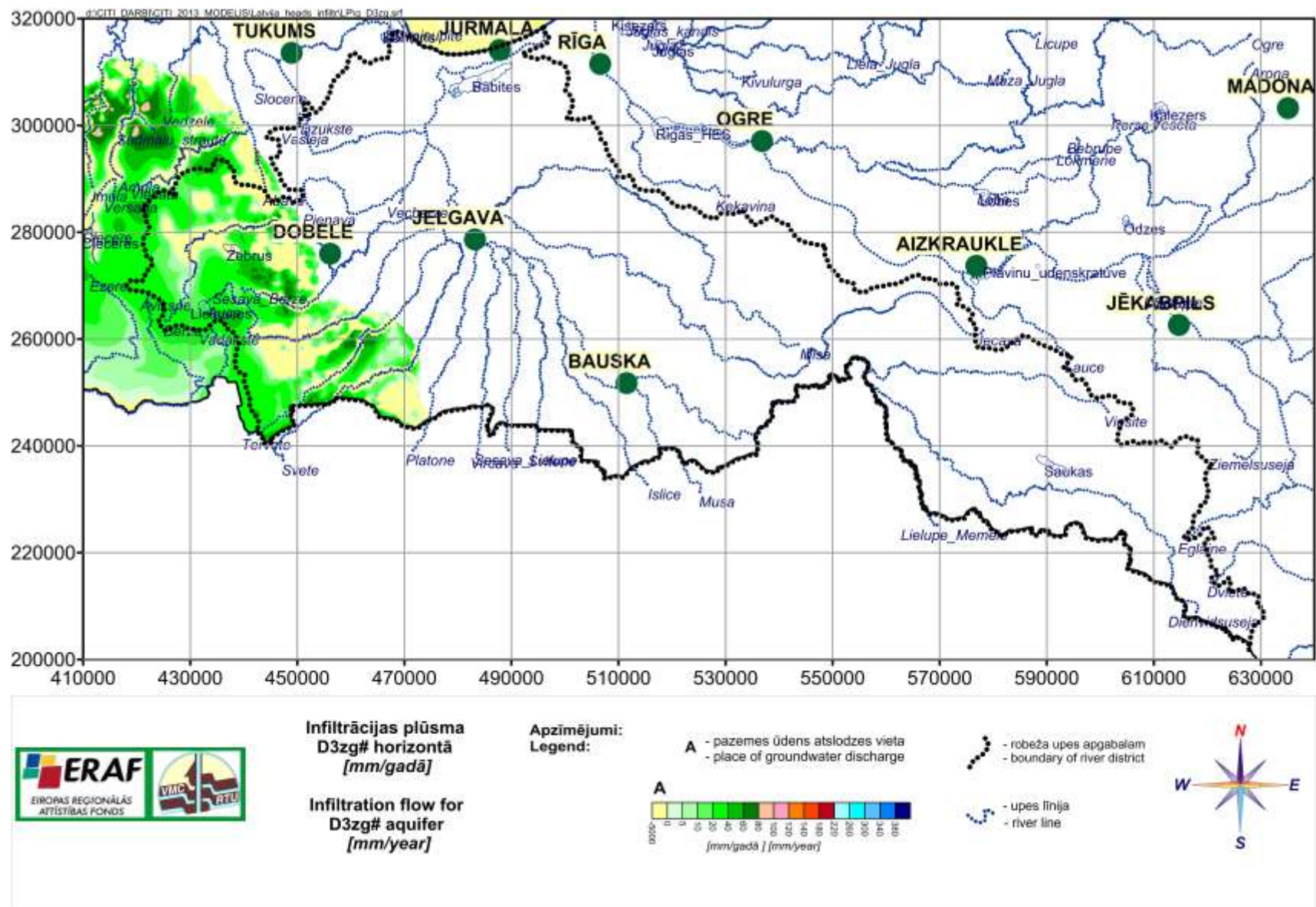
16. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam Q2 [mm/gadā]



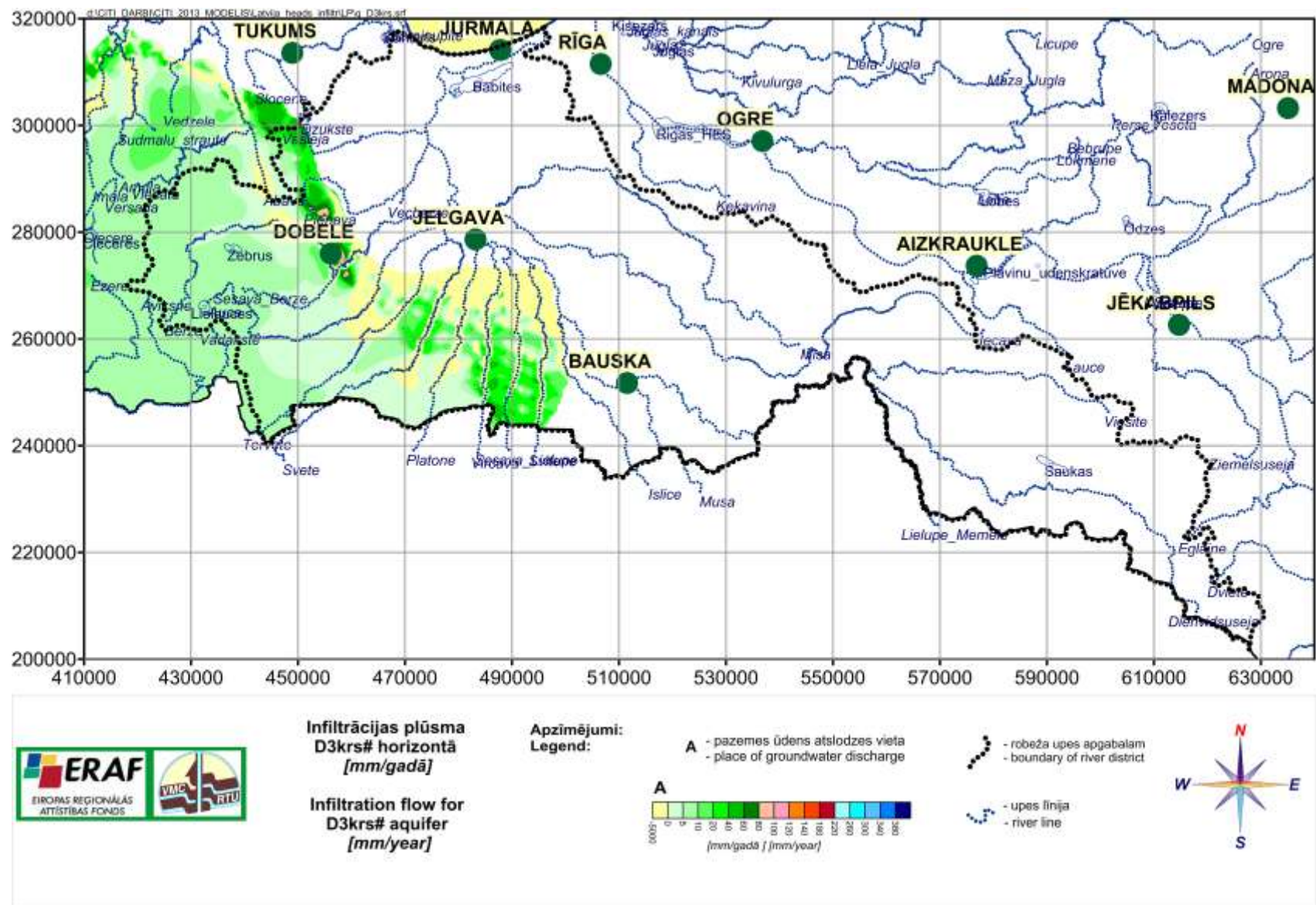
17. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums pamatiežu horizontam **preQ** [mm/gadā]



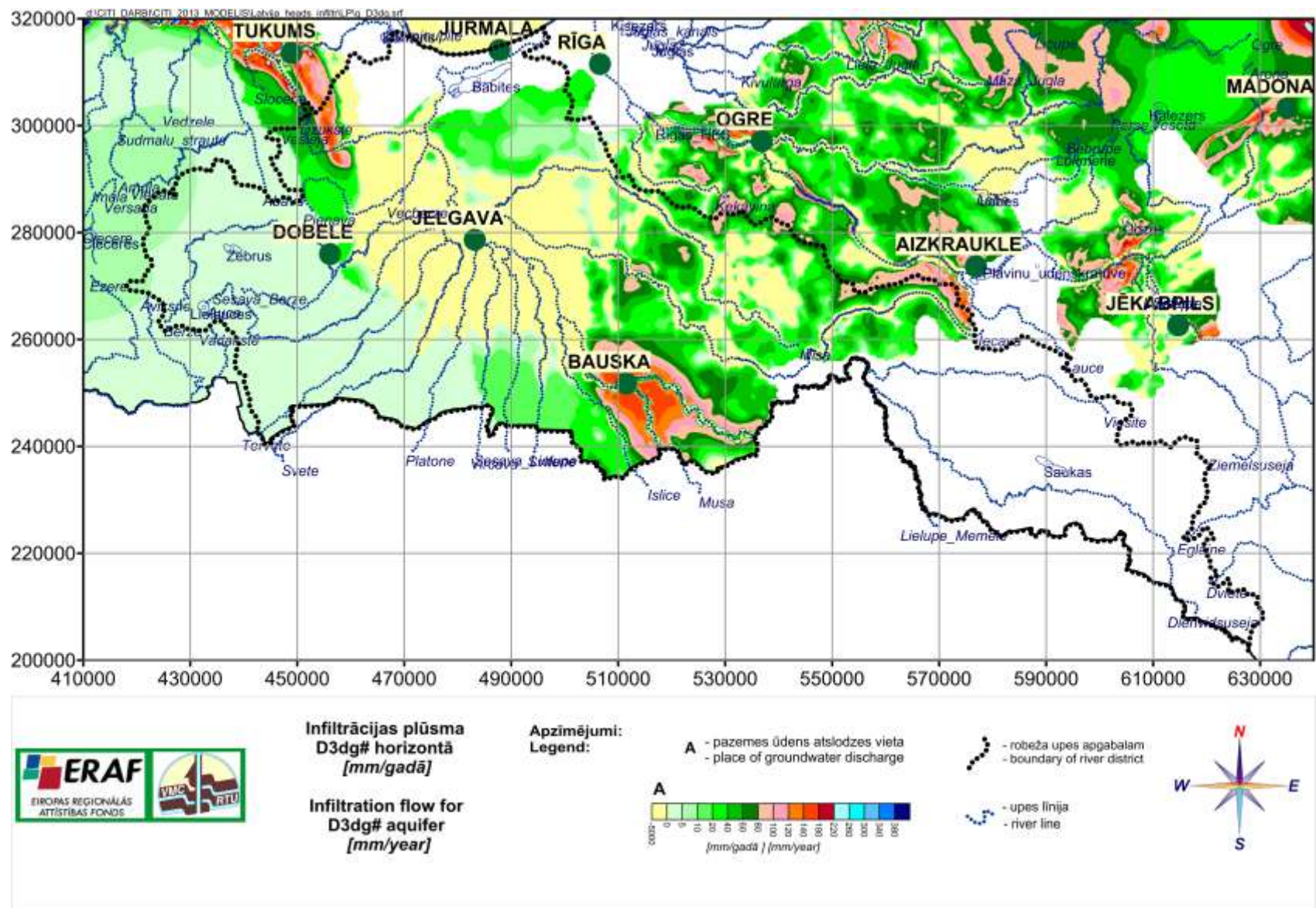
18. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3ktl# [mm/gadā]



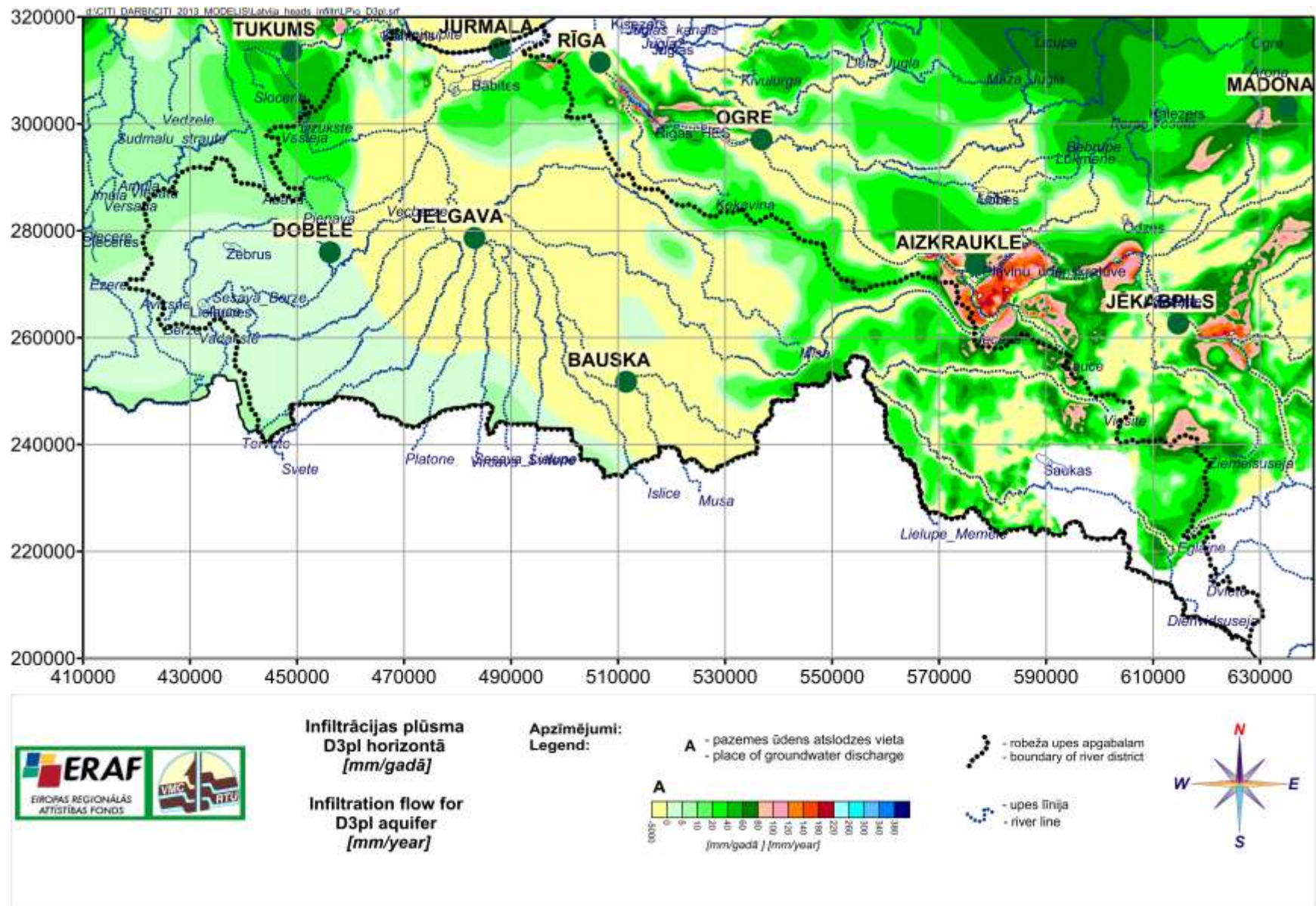
19. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3zg#** [mm/gadā]



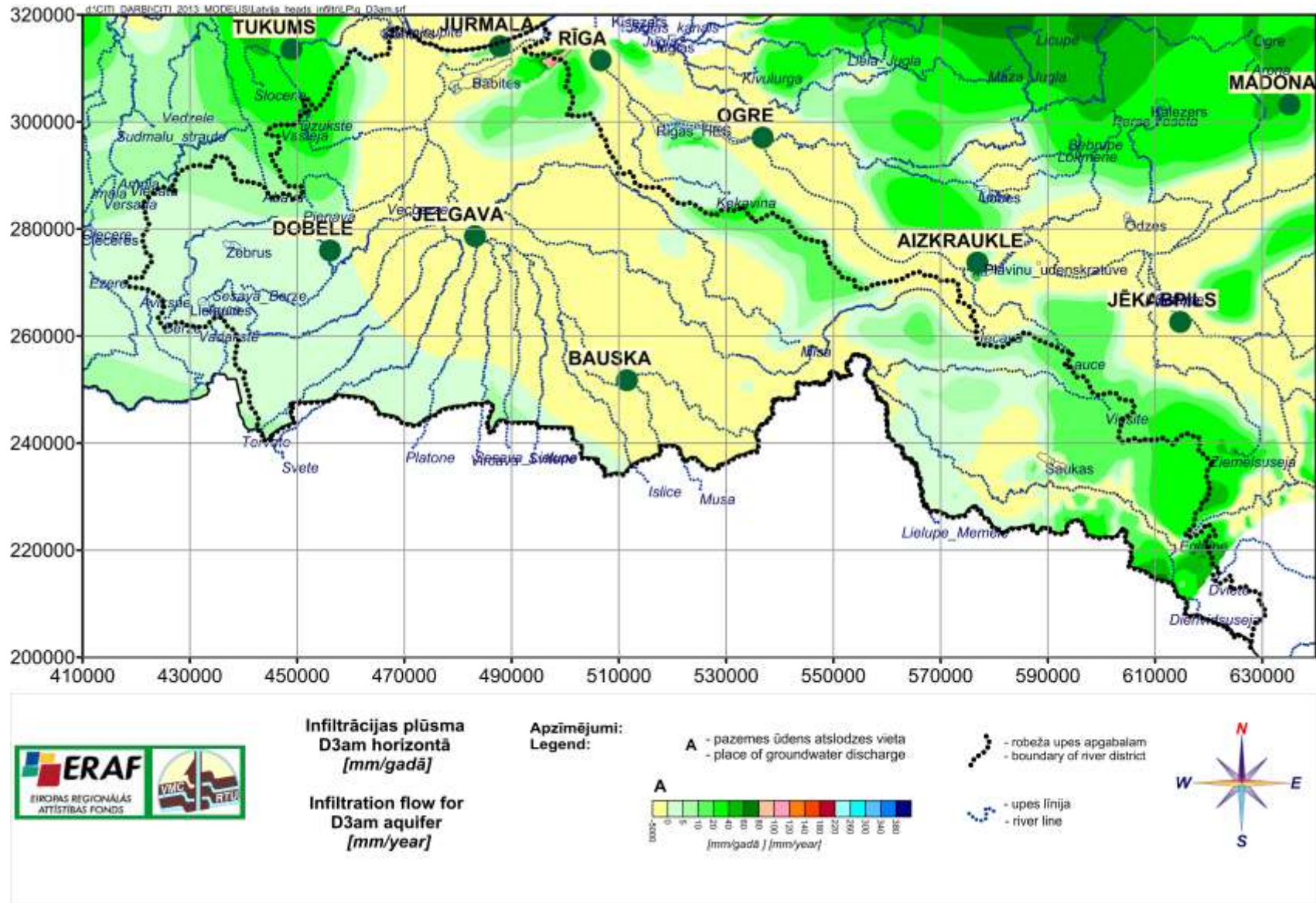
20. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3krš# [mm/gadā]



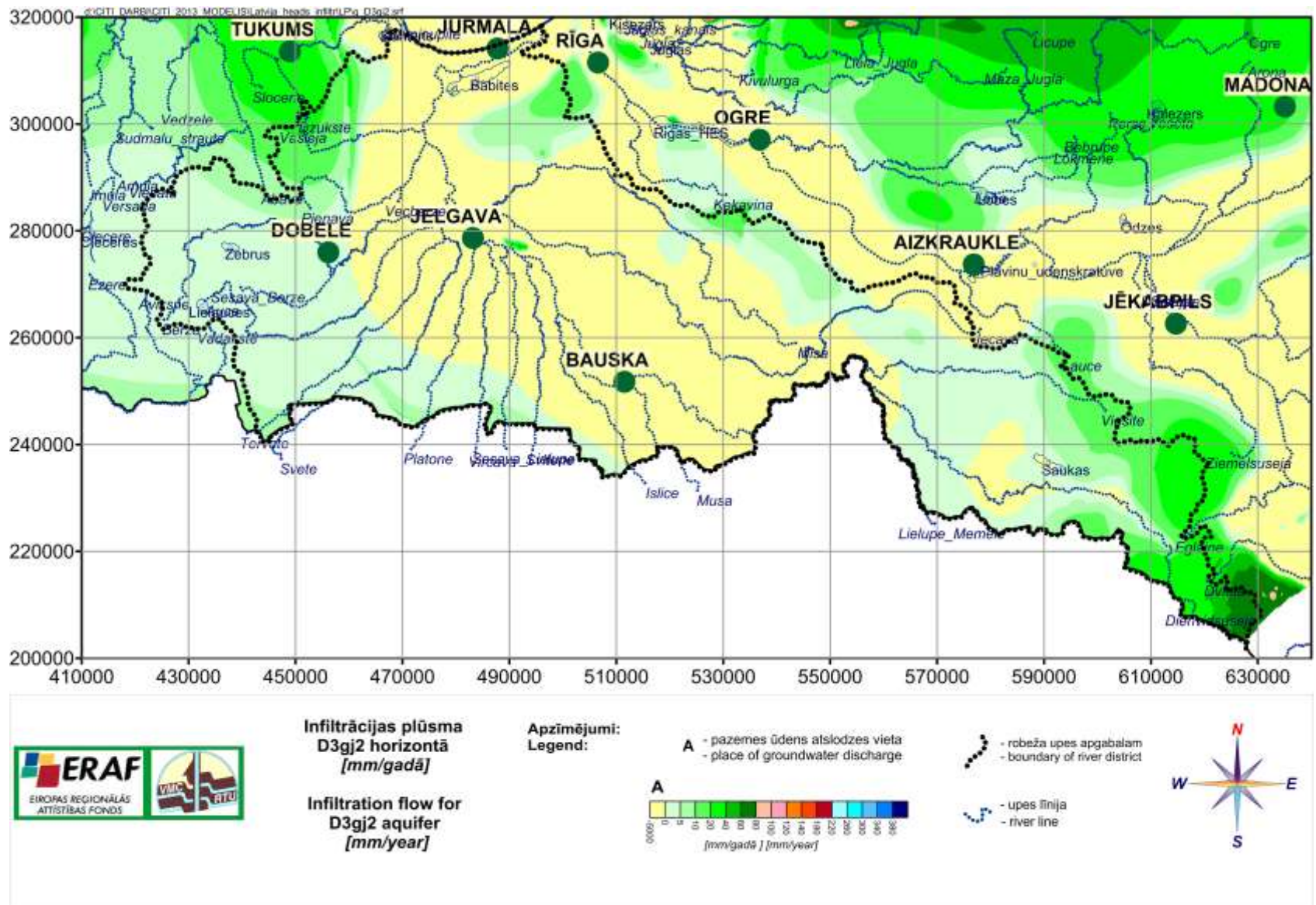
21. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3dg# [mm/gadā]



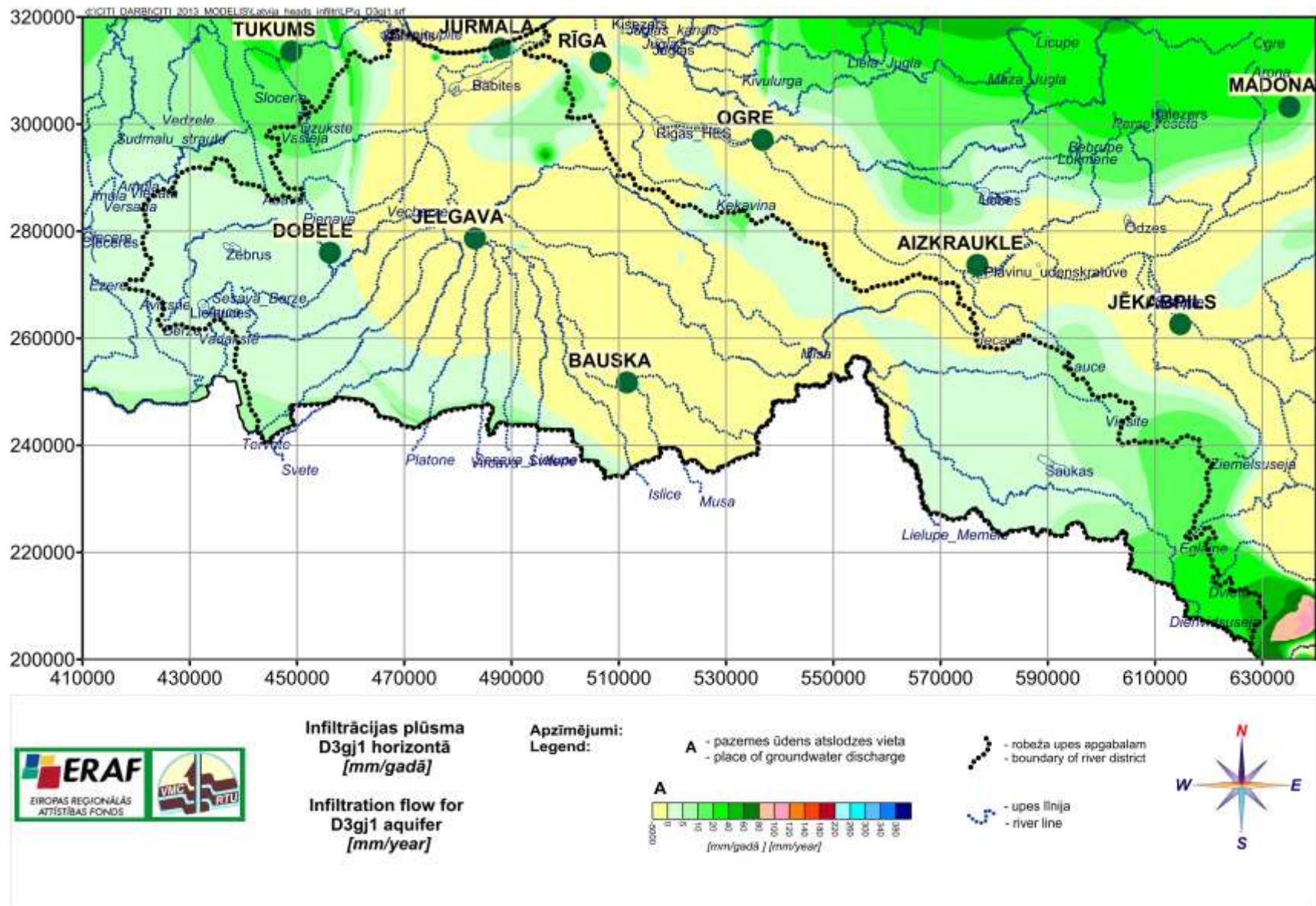
22. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3pl** [mm/gadā]



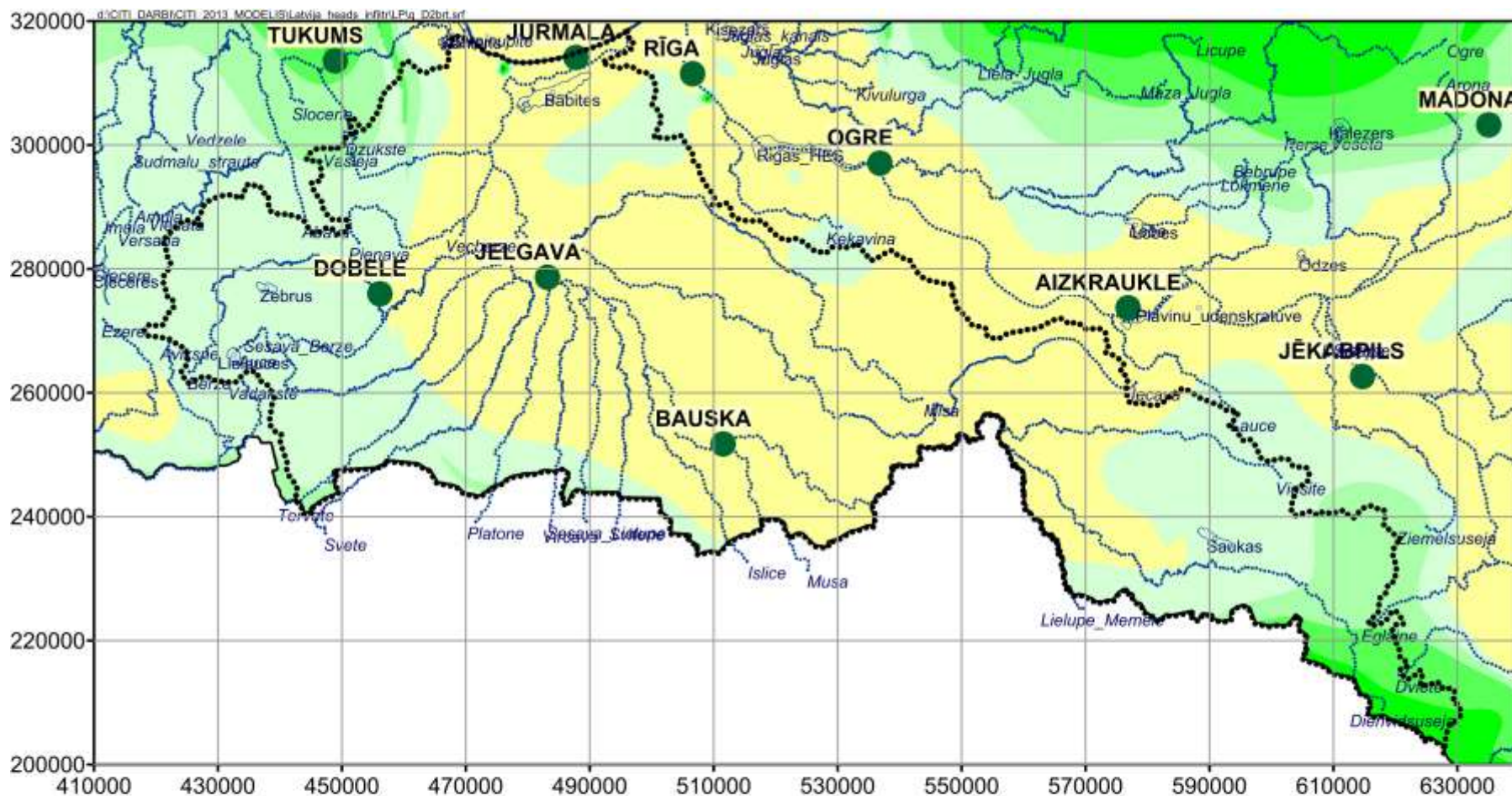
23. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D3am** [mm/gadā]



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



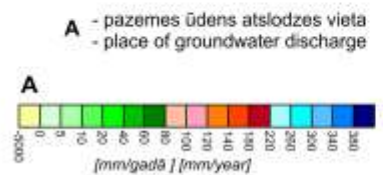
25. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D3gj1 [mm/gadā]



**Infiltrācijas plūsma
D2brt horizontā
[mm/gadā]**

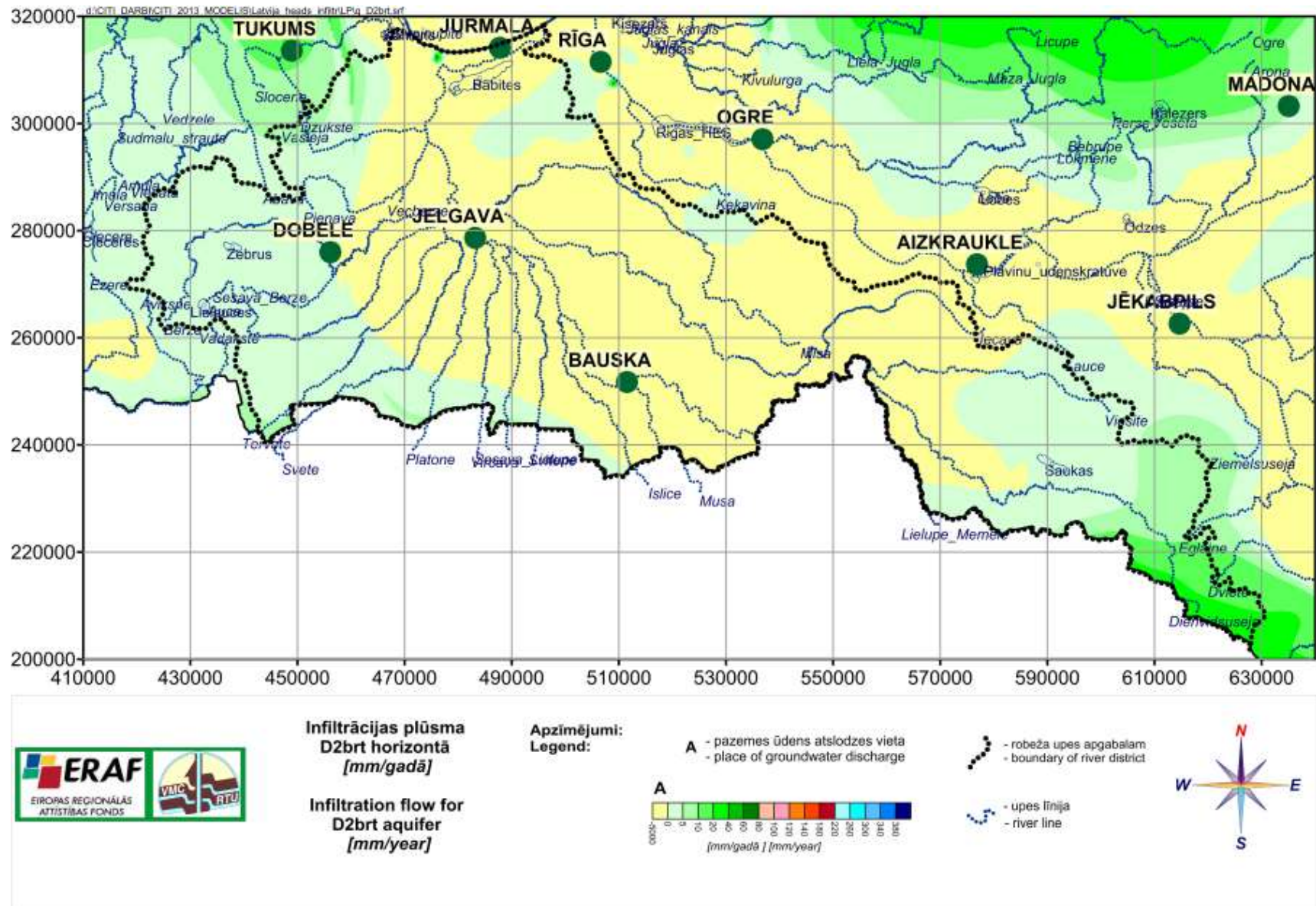
**Infiltration flow for
D2brt aquifer
[mm/year]**

**Apzīmējumi:
Legend:**

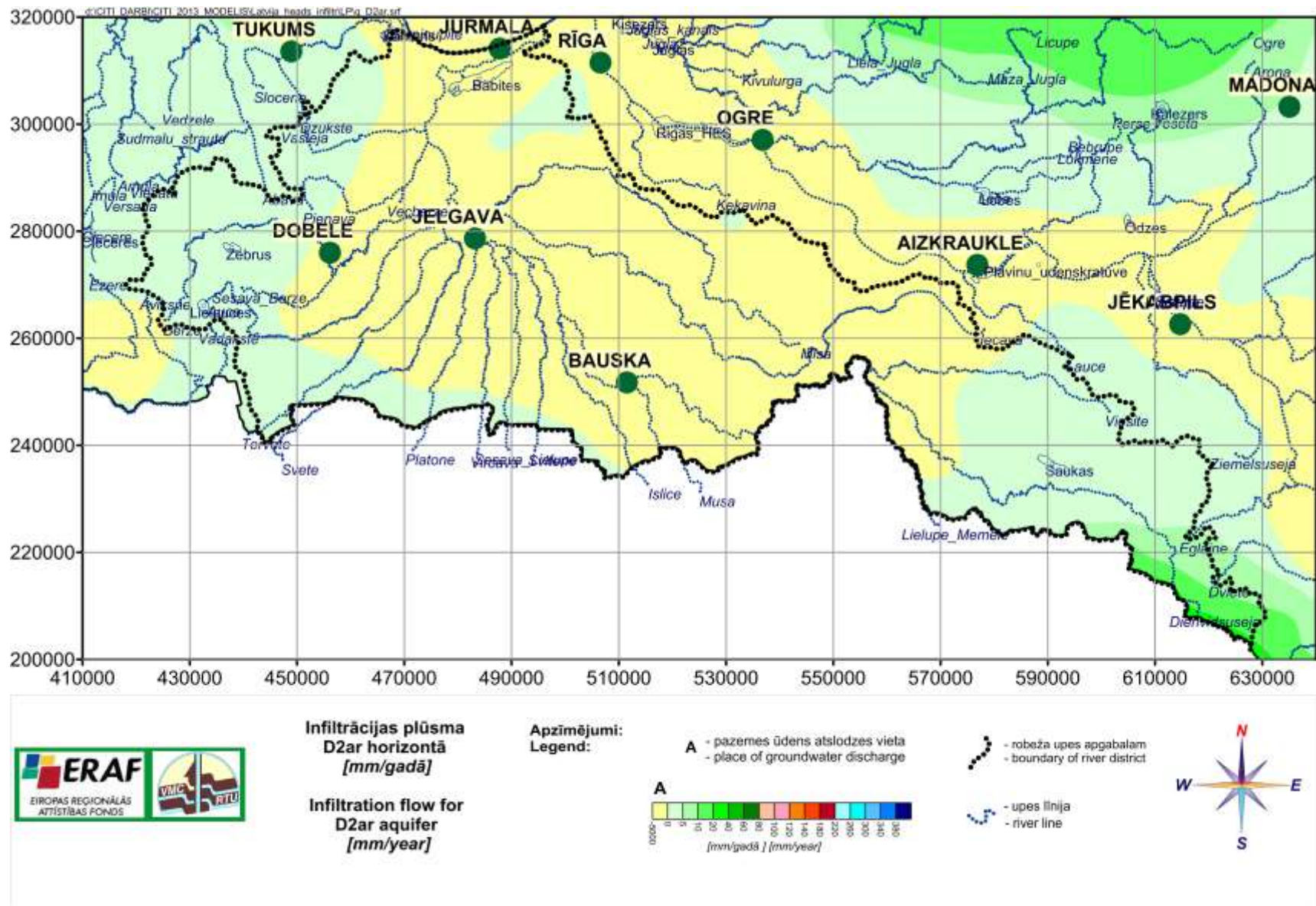


- robeža ūpes apgabalam
- boundary of river district
- ūpes līnija
- river line

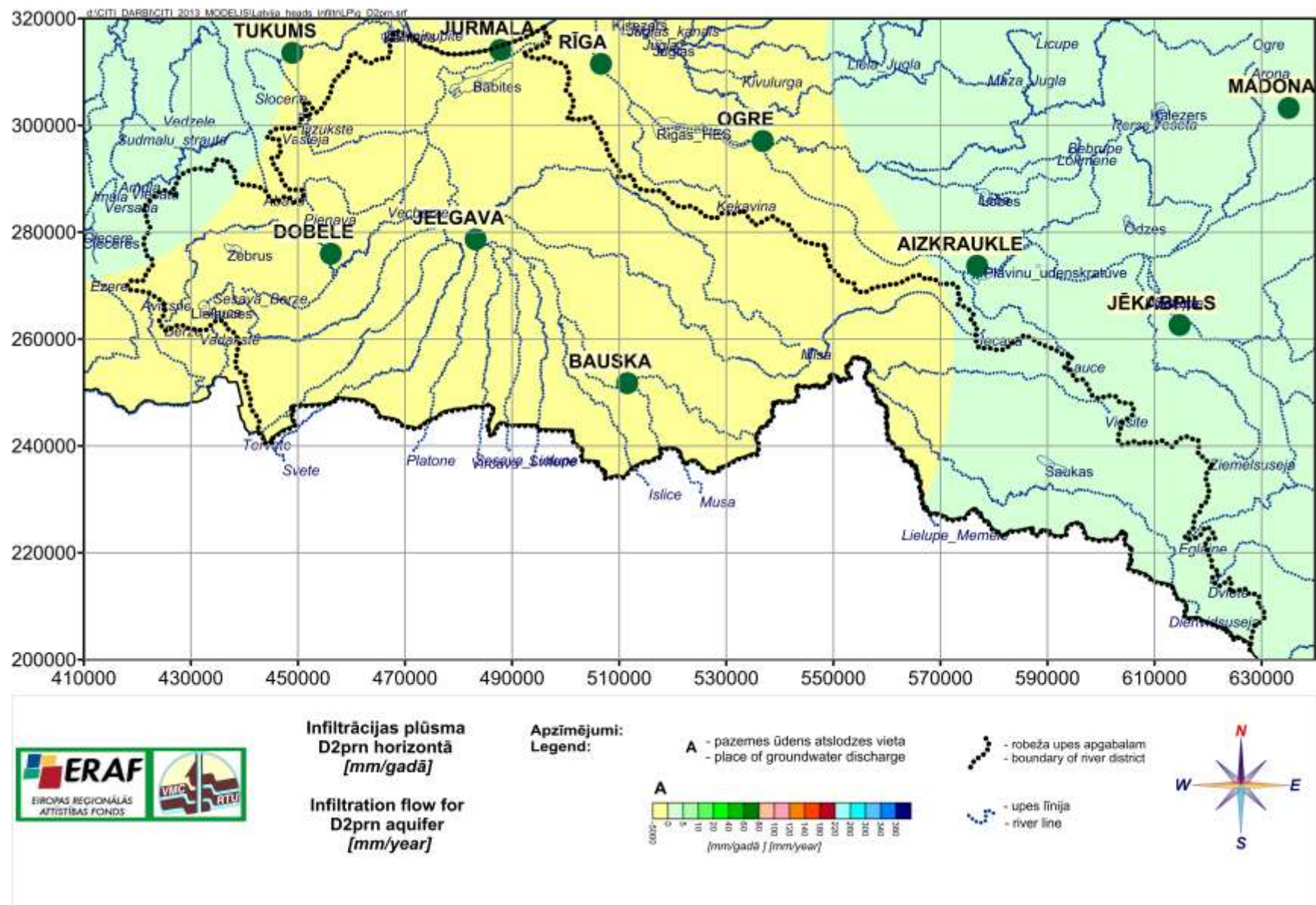




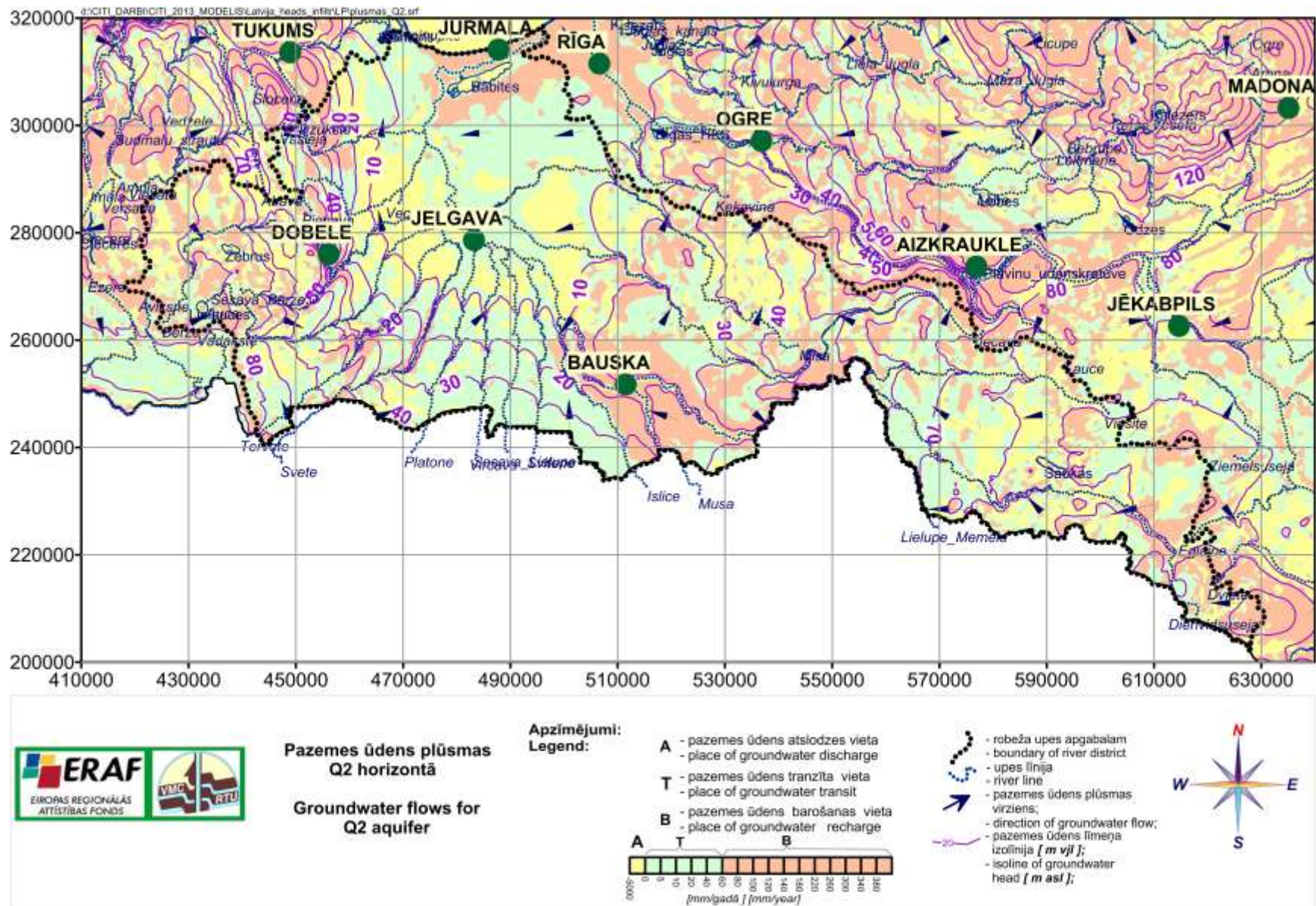
26. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D2brt** [mm/gadā]



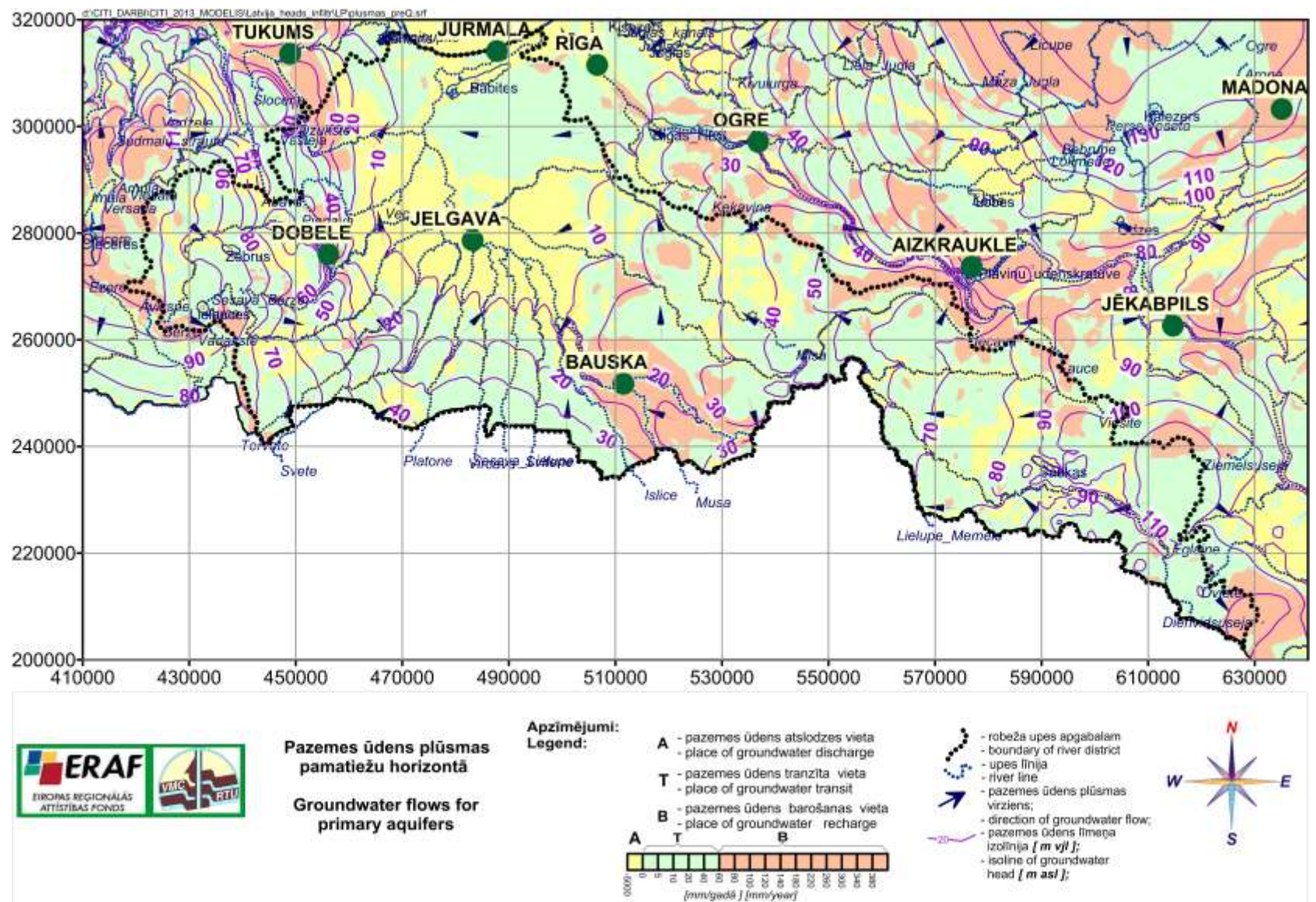
27. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam D2ar [mm/gadā]



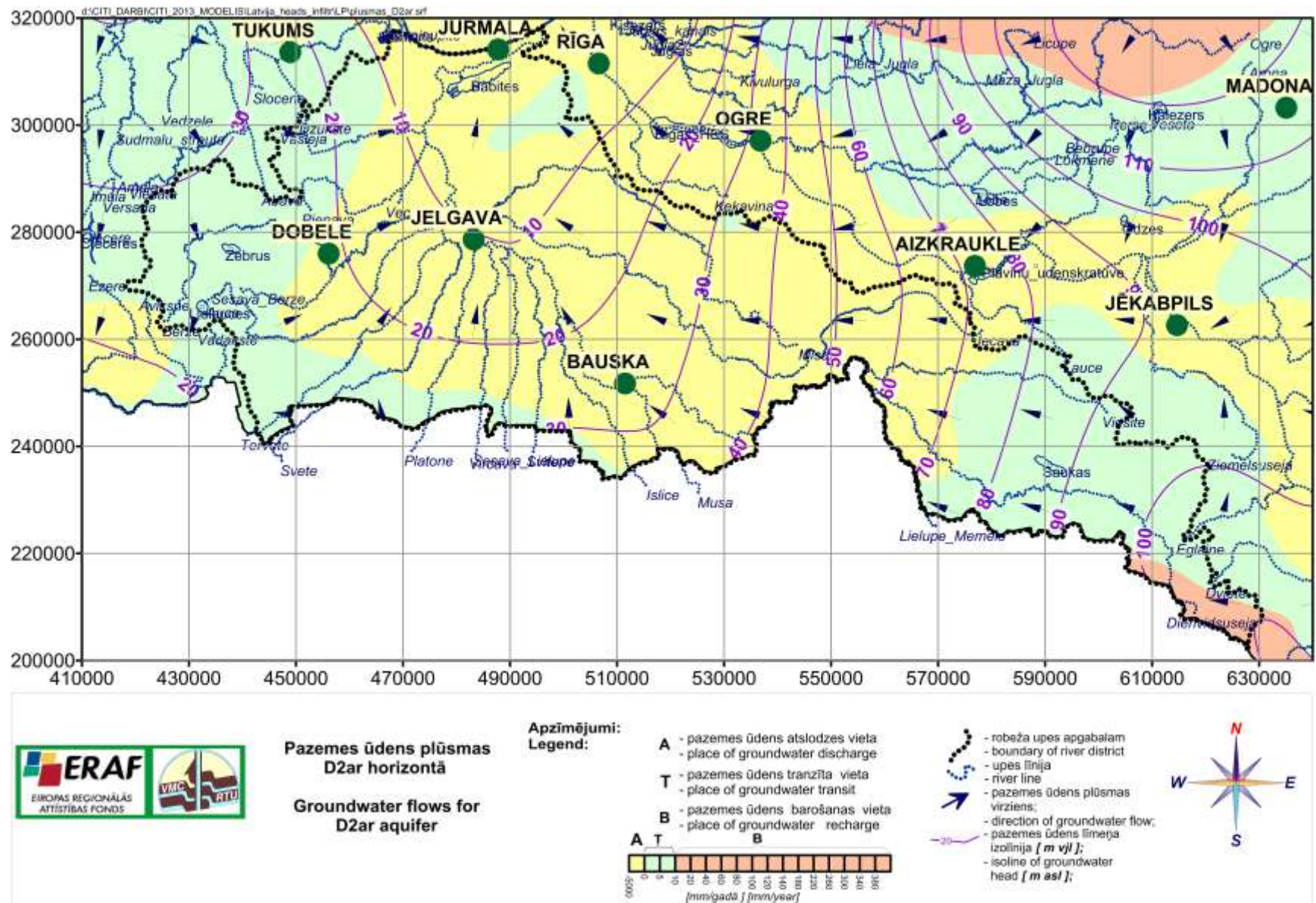
28. att. Infiltrācijas plūsmas sadalījums horizontam **D2prn** [mm/gadā]



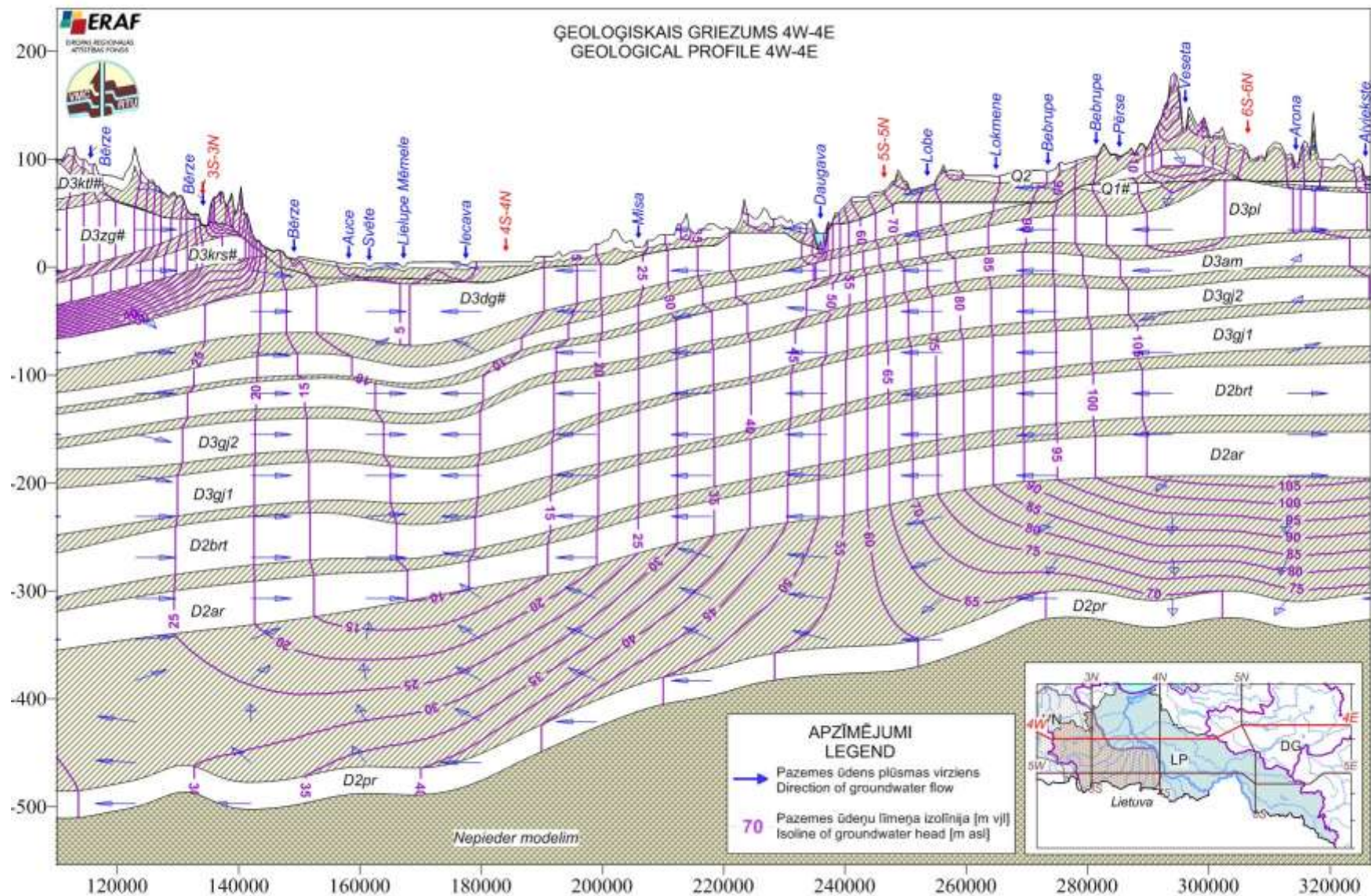
29. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā Q2



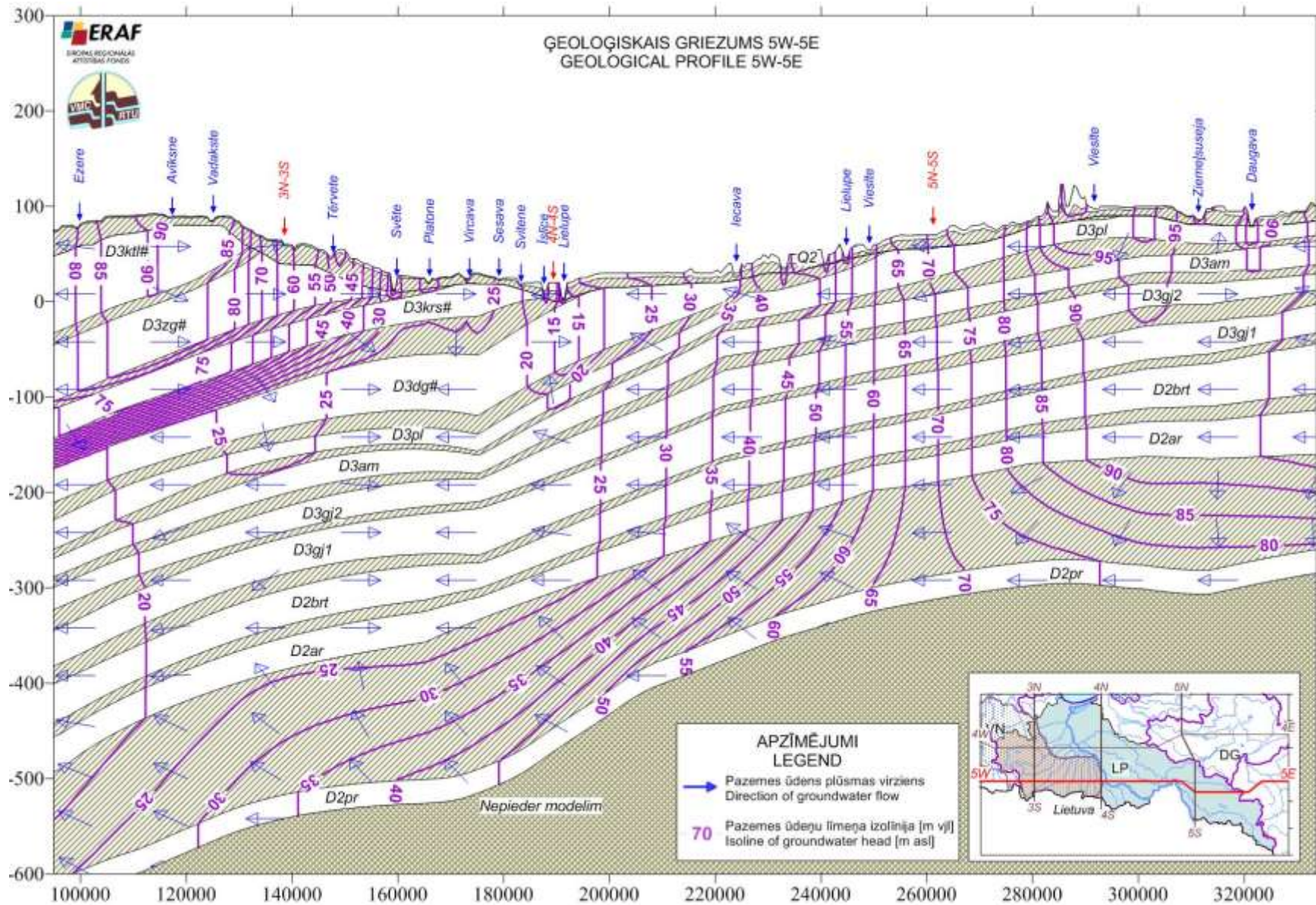
30. att. Pazemes ūdens plūsmas pamatiežu horizontā **preQ**



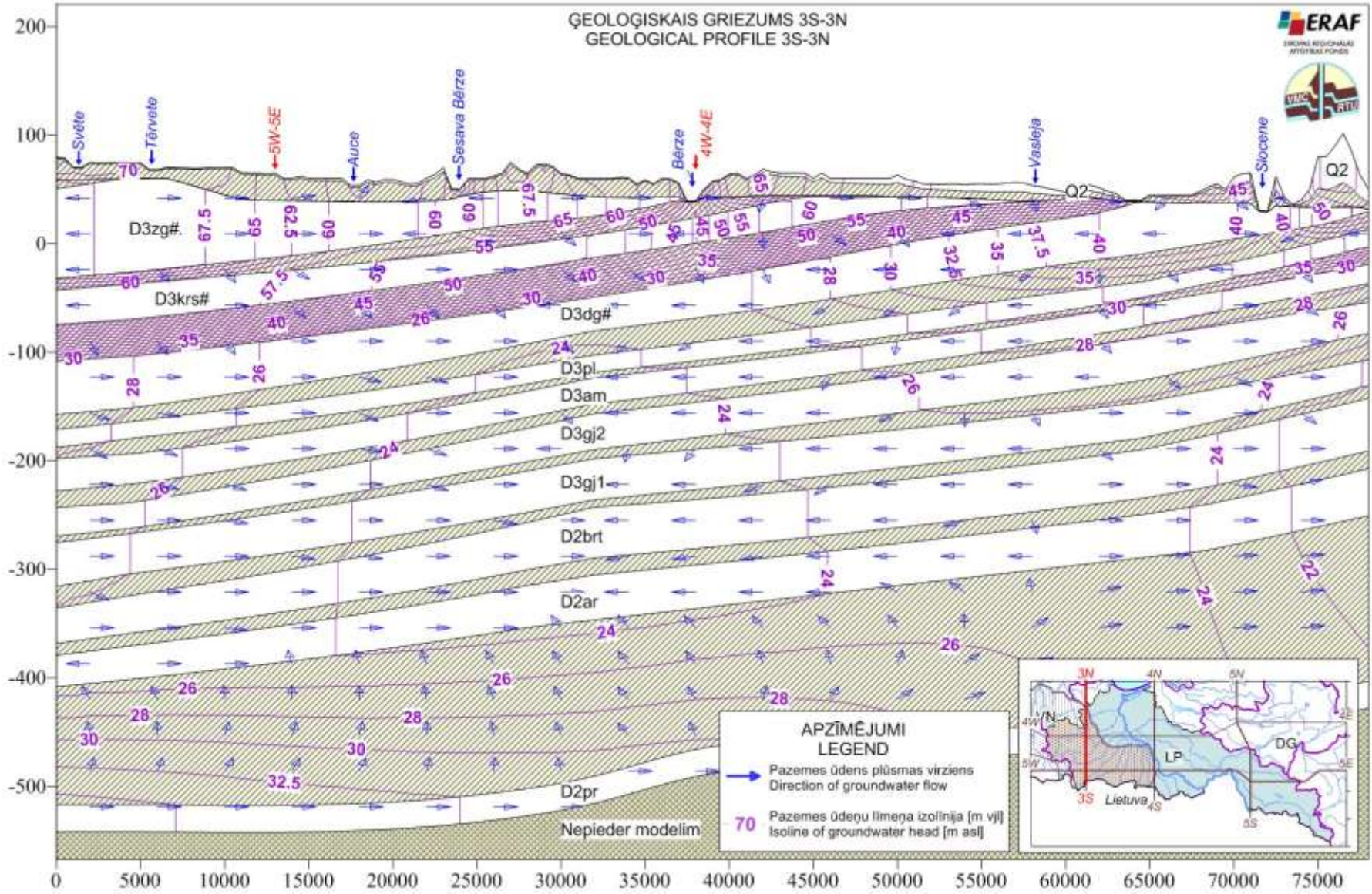
31. att. Pazemes ūdens plūsmas horizontā D2ar



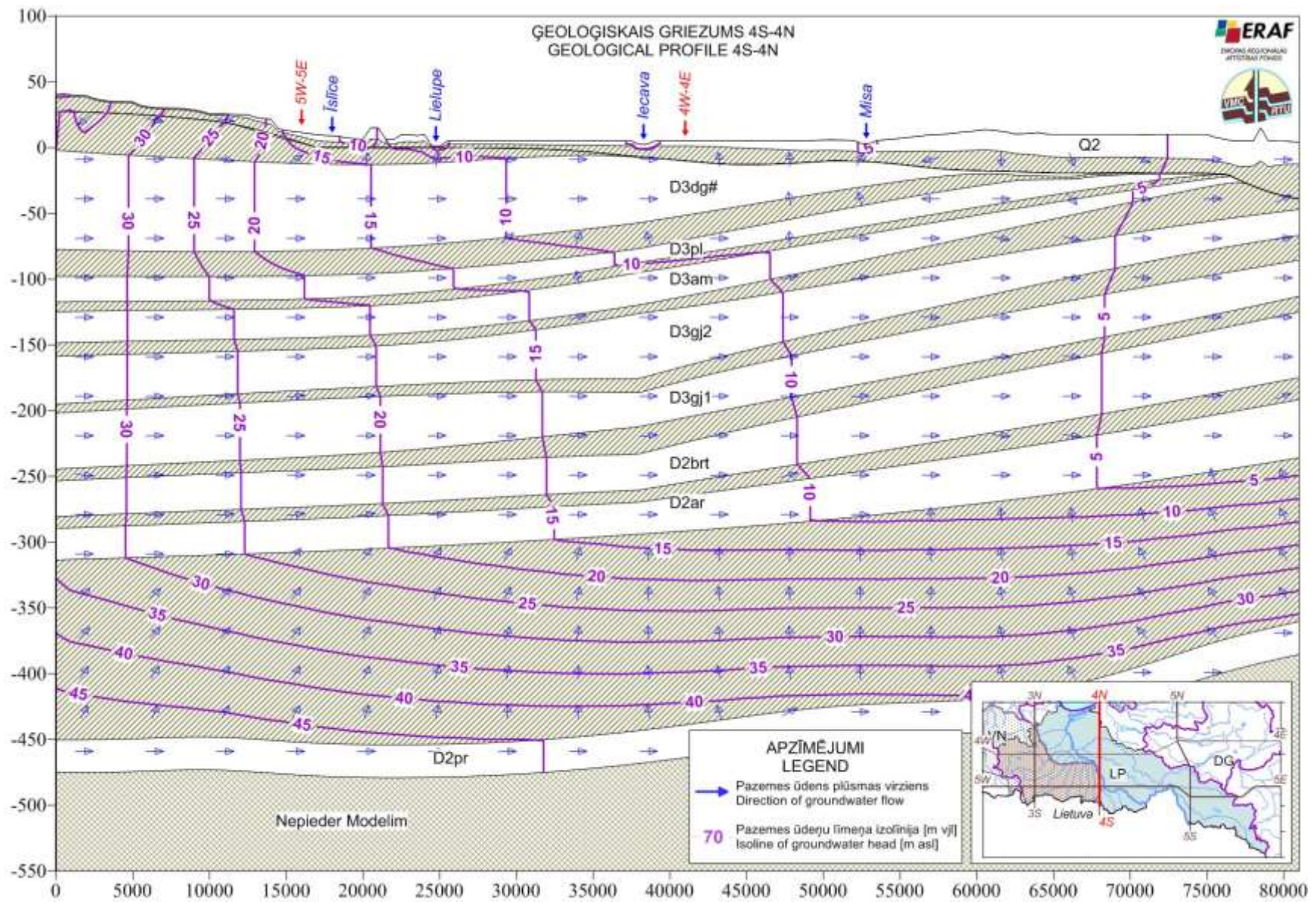
32. att. Ģeoloģiskais griezum 4W-4E



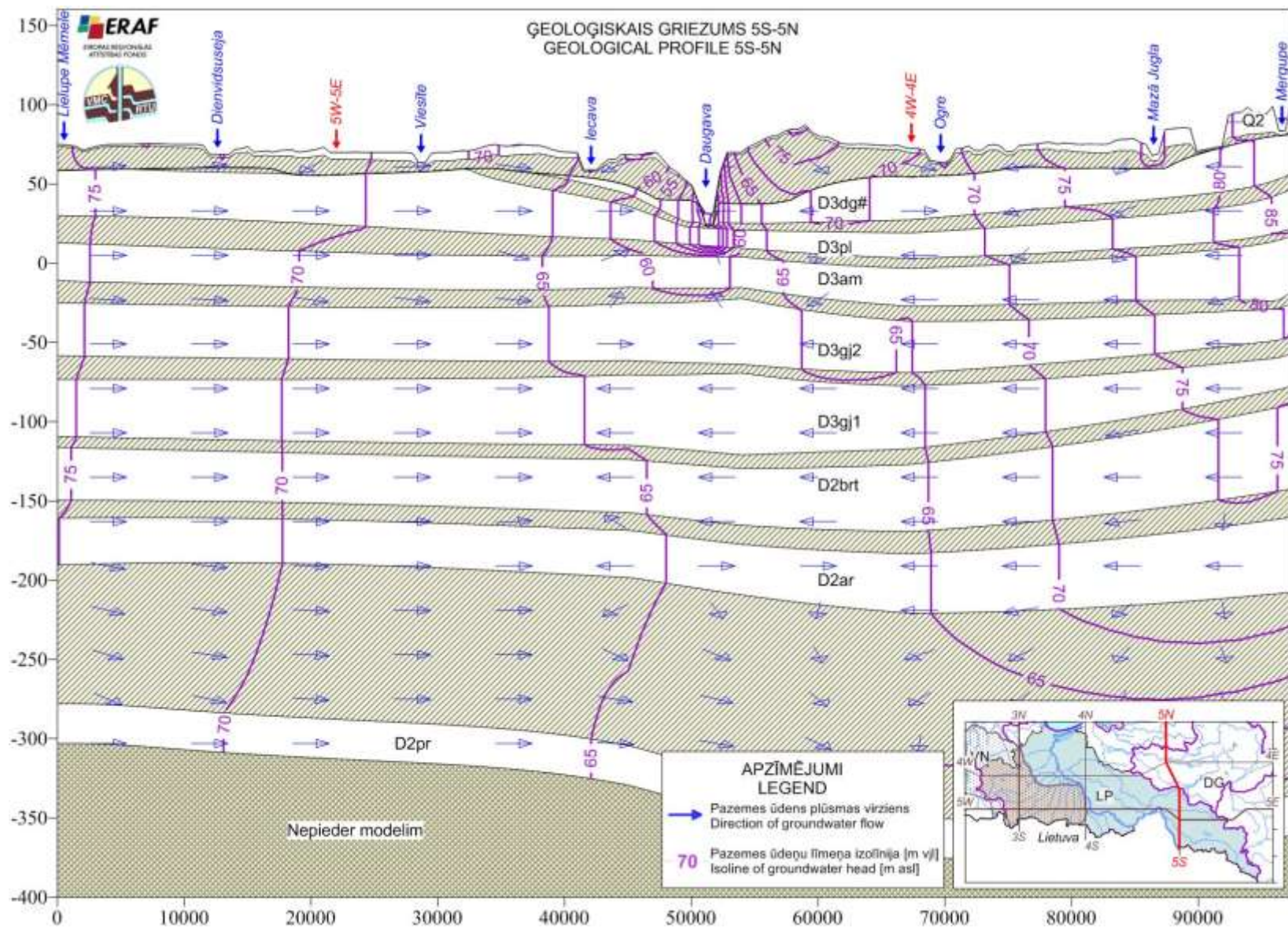
33. att. Ģeoloģiskais griezumus 5W-5E



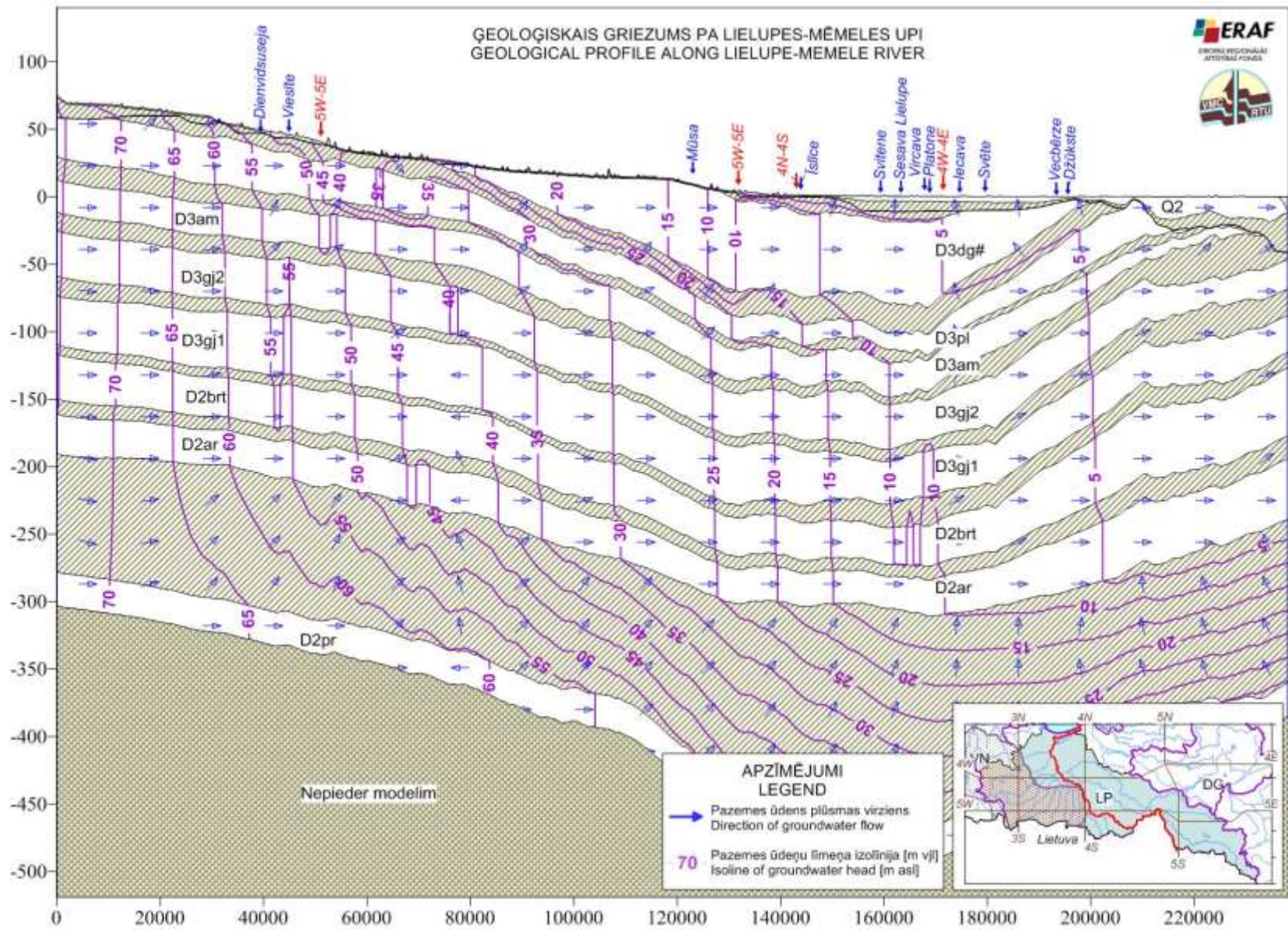
34. att. Ģeoloģiskais griezum 3S-3N



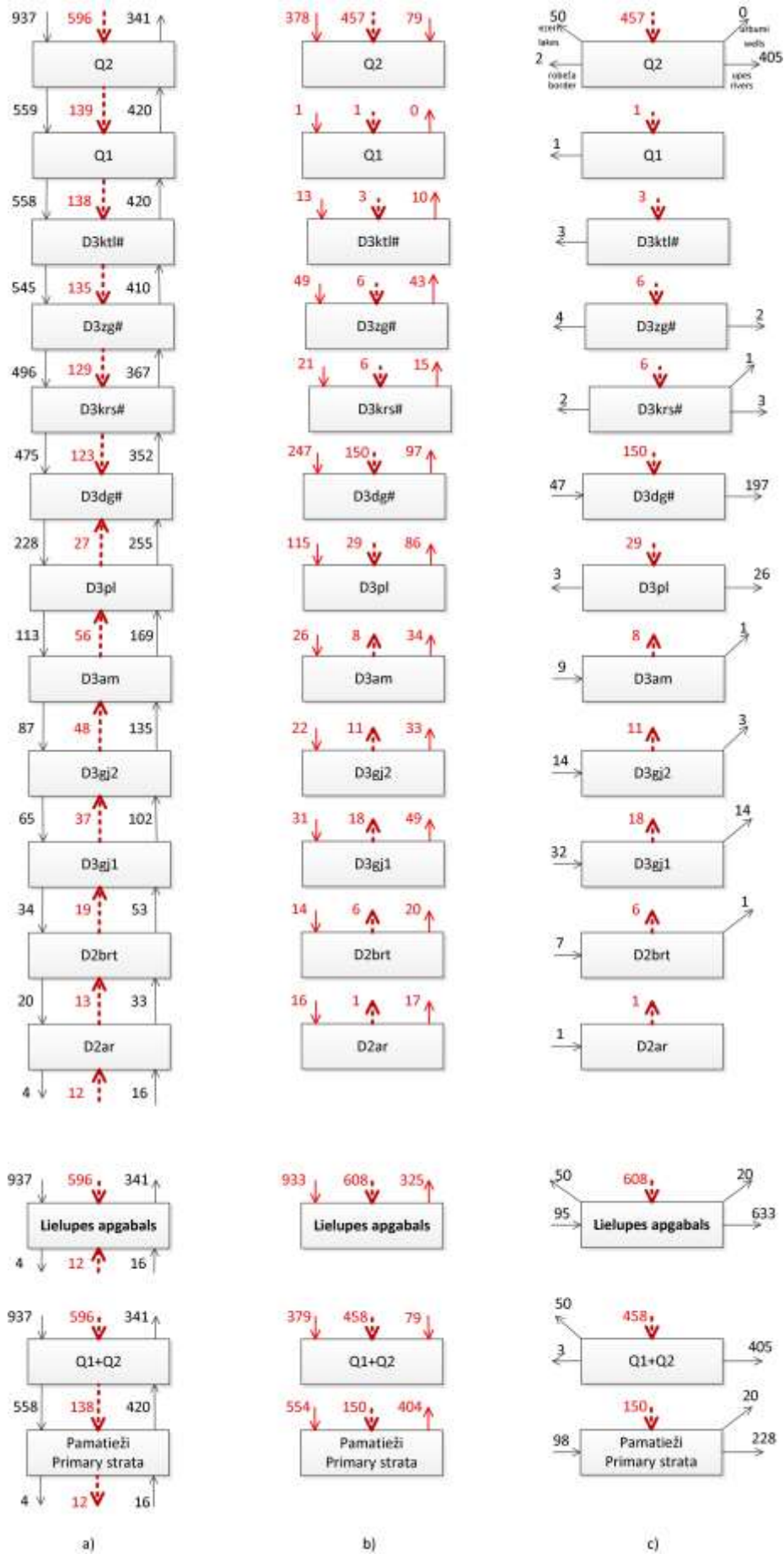
35. att. Ģeoloģiskais griezum 4S-4N



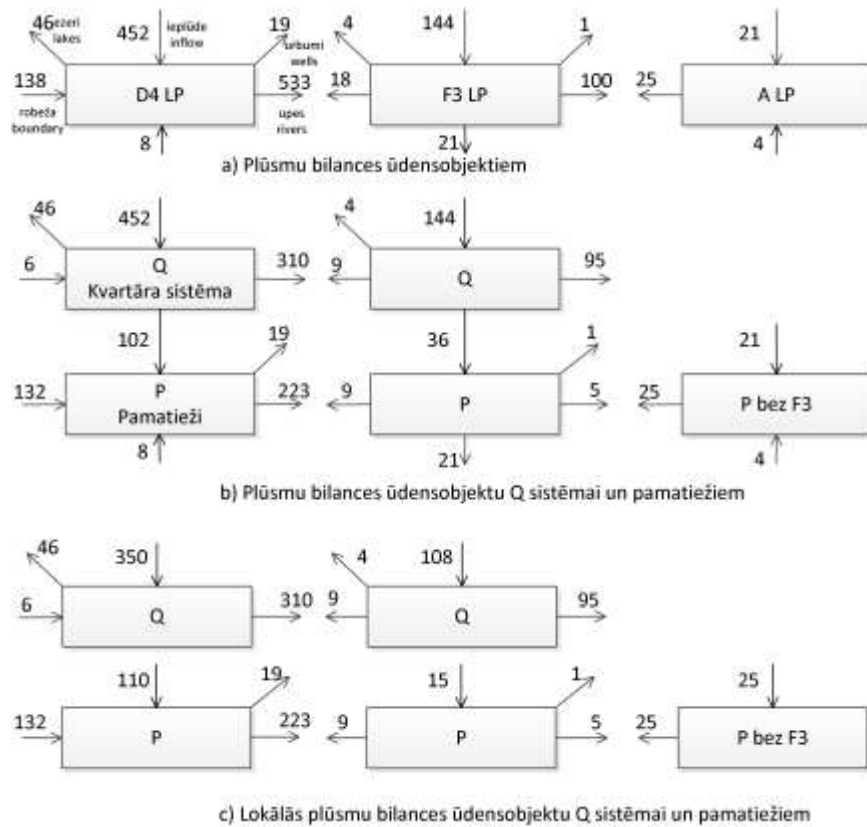
36. att. Ģeoloģiskais griezum 5S-5N



37. att. Ģeoloģiskais griezumā pa Lielupes-Mēmeles upi



38. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m^3/dienn] shēma Lielupes apgabalā (grafiskais skaidrojums 2. tabulai)



39. att. Pazemes ūdens bilances [tūkst m³/ dienn] shēma Lielupes apgabala ūdensobjektiem (grafiskais skaidrojums 3. tabulai)