



Latvijas vides aizsardzības fonda finansētā projekta “Fona un kvalitātes robežvērtību izstrāde Latvijas pazemes ūdensobjektiem”  
Reģ Nr. 1-08/191/2018

## **Fona līmeņi un robežvērtības Latvijas pazemes ūdensobjektiem**

Projekta realizētājs: **Latvijas Universitāte**  
Autori: **Jānis Bikše, Inga Retiķe**

Rīga, 2019

## Saturs

Ievads	3
1 Pētījumā izdalītās atšķirīga ķīmiskā sastāva zonas esošo PŪO ietvaros	4
1.1 Izdalītās zonas F3 pazemes ūdensobjektam	4
1.2 Izdalītās zonas A8 pazemes ūdensobjektam	5
1.3 Izdalītās zonas D11 pazemes ūdensobjektam	7
2 Izstrādātie fona līmeņi Latvijas PŪO	9
2.1 Fona līmeņi – dalījums pa atsevišķiem PŪO	10
2.2 Fona līmeņi – kopīgi visiem PŪO	11
2.3 Fona līmeņu dalījums grupās un to telpiskais sadalījums	12
2.3.1 Sulfātjonu fona līmeņi	12
2.3.2 Hlorīdjonu fona līmeņi	14
2.3.3 Hidrogēnkarbonātu fona līmeņi	16
2.3.4 Kalcija jonu fona līmeņi	18
2.3.5 Magnija jonu fona līmeņi	20
2.3.6 Nātrija jonu fona līmeņi	22
2.3.7 Kālija jonu fona līmeņi	24
2.3.8. Mangāna fona līmeņi	26
2.3.9 Dzelzs fona līmeņi anaerobajai videi	28
2.3.10 Amonija jonu fona līmeņi	30
3. Izstrādātās robežvērtības Latvijas PŪO	33
3.1. Robežvērtības – dalījums pa atsevišķiem PŪO	33
3.2. Robežvērtības – kopīgi visiem PŪO	35
Secinājumi un rekomendācijas	36

### Atsauce uz dokumentu:

Bikše, J., Retiķe I. (2019) *Fona līmeņi un robežvērtības Latvijas pazemes ūdensobjektiem*. LVAF finansētais projekts "Fona un kvalitātes robežvērtību izstrāde Latvijas pazemes ūdensobjektiem". Reģ Nr. 1-08/191/2018. Latvijas Universitāte, Rīga.

## levads

Latvijas vides aizsardzības fonda finansētā projekta “Fona un kvalitātes robežvērtību izstrāde Latvijas pazemes ūdensobjektiem”, Reģ Nr. 1-08/191/2018 ietvaros ir noteikti fona līmeņi un robežvērtības Latvijas pazemes ūdensobjektiem (PŪO), balstoties uz projekta ietvaros izstrādātajām metodikām. Fona līmeņi ir noteikti, izmantojot gan Valsts pazemes ūdeņu monitoringa tīkla jeb novērojumu datus, gan arī datus no ūdens ieguves urbumiem – abas datu kopas ir apvienotas, tām veikta datu kvalitātes kontrole un metodisko principu pielietošana, kas aprakstīti projekta atskaitē “Fona un robežvērtību noteikšanas metodikas”.

Ziņojuma 1. daļa veltīta atšķirīga sastāva PŪO zonu izdalīšanai un pamatojumam. Ziņojuma 2. daļa veltīta fona līmeņu rezultātu atspoguļošanai gan tabulu veidā, gan grupētu fona līmeņu vērtību attēlošana kartogrāfiskā materiālā, bet ziņojuma 3. daļa veltīta robežvērtību rezultātiem. Ziņojuma nobeigumā ir apkopoti galvenie secinājumi un sniegtas rekomendācijas, kas izriet gan no projekta teorētiskās, gan praktiskās daļas, kas var uzlabot pazemes ūdens objektu apsaimniekošanu un datu kvalitāti.

Fona līmeņi ir noteikti gan katram PŪO individuāli, gan kopīgi visiem PŪO, ko nosaka katram parametram pieejamais mērījumu skaits. Lielai daļai parametru mērījumu īpatsvars datu kopā ir nepietiekams, lai varētu izvilkt individuālus fona līmeņus katrā PŪO. Tiem parametriem, kuru mērījumu skaits ir bijis pietiekošs un fona līmeņi ir noteikti individuāli katram PŪO, ir veikta fona līmeņu vērtību grupēšanas līdzīgu vērtību grupās atbilstoši izstrādātajai metodei. Šāda pieeja ļauj samazināt dažādos Latvijas pazemes ūdensobjektos sastopamo fona līmeņu skaitu, kas var atvieglot turpmāko darbu ar tiem, kā arī vieglāk interpretēt rezultātus.

Robežvērtības ir noteiktas visiem tiem parametriem, kuriem MK noteikumos Nr. 671 ir noteikta maksimāli pieļaujamā norma. Robežvērtības ir noteikšanas princips – individuāla vērtība katrā PŪO vai vienota vērtība visos PŪO – ir līdzīgs kā fona līmeņu noteikšanā.

## 1 Pētījumā izdalītās atšķirīga ķīmiskā sastāva zonas esošo PŪO ietvaros

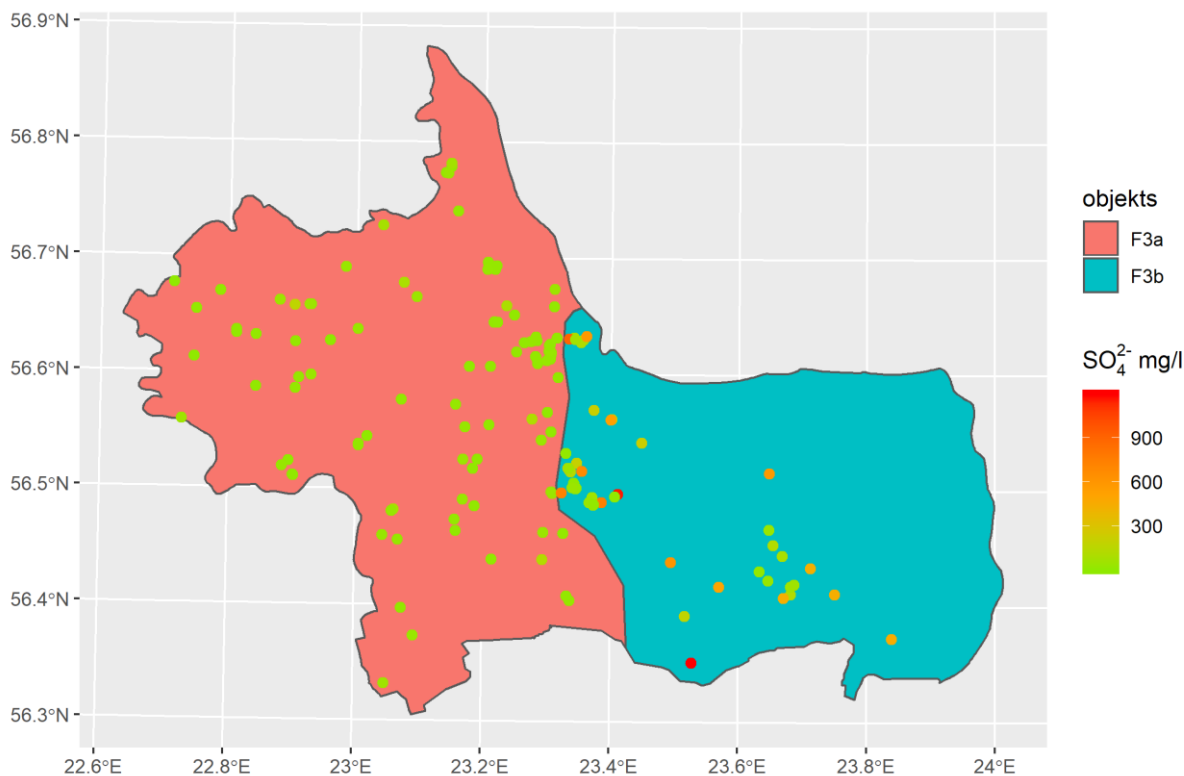
Pētījuma ietvaros tika identificēti trīs PŪO, kuros sastopami pazemes ūdeņi ar stipri atšķirīgu sastāvu. Katrs no šiem PŪO tika sadalīts divās zonās, nodalot dažāda sastāva pazemes ūdeņus. Šādu zonu izdalīšana ir nepieciešama, jo pretējā gadījumā izstrādātie fona līmeņi nespētu korekti raksturot ne viena, ne otra sastāva ūdeņus un rastos sekojošas problēmas:

- 1) monitoringa punktiem, kuriem koncentrācijas būtu ievērojami zemākas nekā fona līmenis, pastāvētu risks netapt pamanītiem brīdī, ja notiek PŪO ķīmiskā stāvokļa pasliktināšanās;
- 2) monitoringa punktos, kuros koncentrācijas būtu lielākas nekā noteiktais fona līmenis, pastāvētu risks uzrādīt nepamatotu PŪO ķīmiskā sastāva pasliktināšanos, lai gan faktiski pasliktināšanās nenotiktu.

Pazemes ūdensobjektos F3 un D11 atšķirīgu sastāva zonu izdalīšana balstās uz pārsvarā dabisku sastāva sadalījumu, izmantojot sulfātjonu koncentrācijas. Pazemes ūdensobjektam A8 atšķirīga sastāva zona izdalīta balstoties uz antropogēni ietekmētu pazemes ūdens ķīmisko sastāvu, kas ir identificēts pēc hlorīdjonu koncentrācijām.

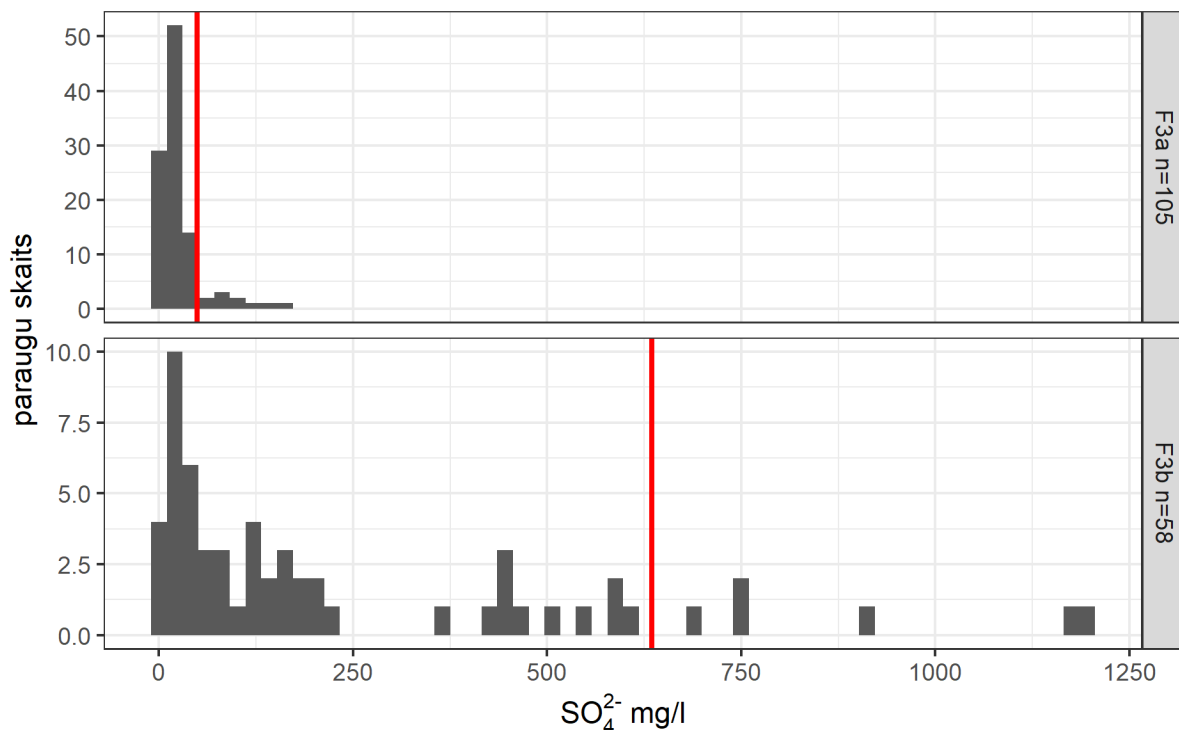
### 1.1 Izdalītās zonas F3 pazemes ūdensobjektam

Pazemes ūdensobjektā F3 atšķirīgas pazemes ūdens sastāva zonas izdalītas balstoties uz sulfātjonu koncentrācijām, kuras PŪO austrumu daļā ir ievērojami augstākas, sasniedzot 500 mg/l un lielākas koncentrācijas, bet PŪO rietumu daļā sasniedzot līdz 100 mg/l lielas vērtības. Galvenais iemesls ir ģipša nogulumu izplatība PŪO austrumu daļā.



1.1.attēls. Famenas F3 pazemes ūdensobjekta dalījums zonās F3a un F3b (punkti reprezentē monitoringa punktus ar konkrētu sulfātjonu vērtību)

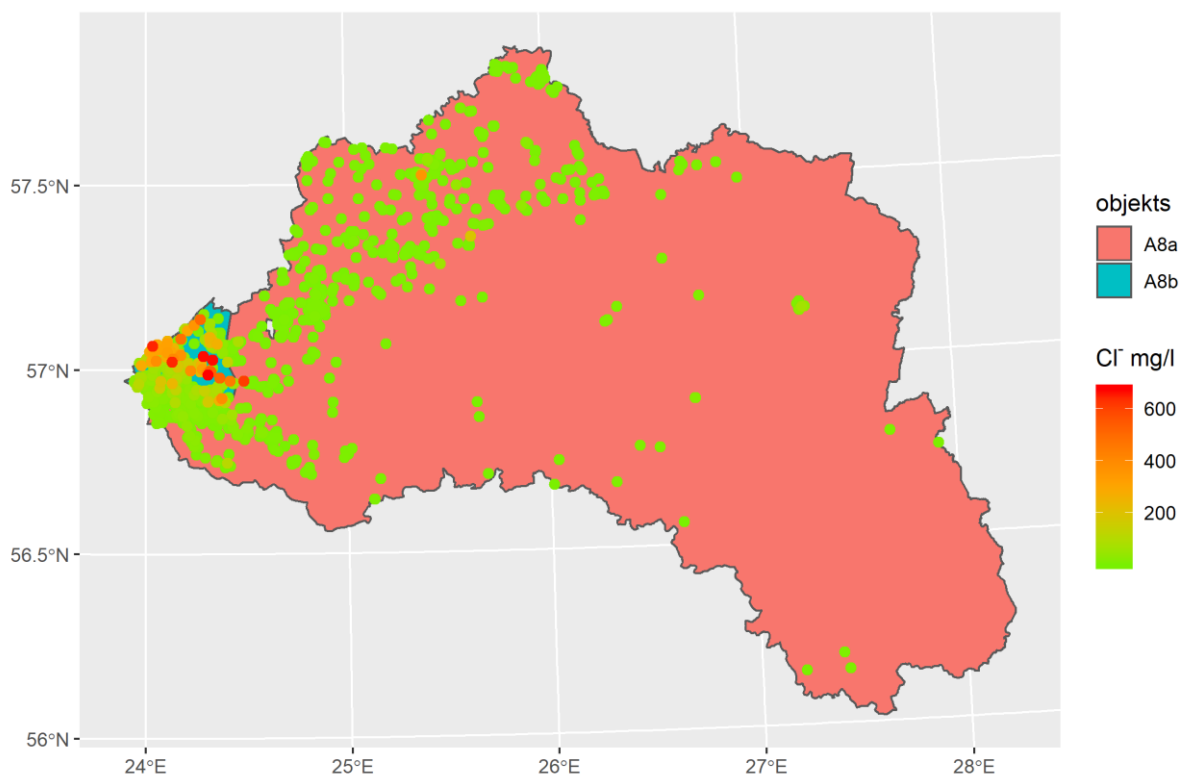
Dalījumu zonās F3a un F3b pamato šajās zonās esošo sulfātjonu vērtību histogrammas monitoringa punktiem (1.2.attēls). Zonā F3b ir sastopami monitoringa punkti gan ar lielām sulfātjonu vērtībām (pārsniedzot pat 1000 mg/l), gan ar nelielām vērtībām, savukārt, zonā F3a ir sastopami pazemes ūdeņi tikai ar nelielām sulfātjonu vērtībām, kuras nepārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.671 - 250 mg/l).



1.2.attēls. Famenas F3 pazemes ūdensobjekta izdalīto zonu F3a un F3b sulfātjonu koncentrāciju histogrammas ("n" norāda paraugu skaitu)

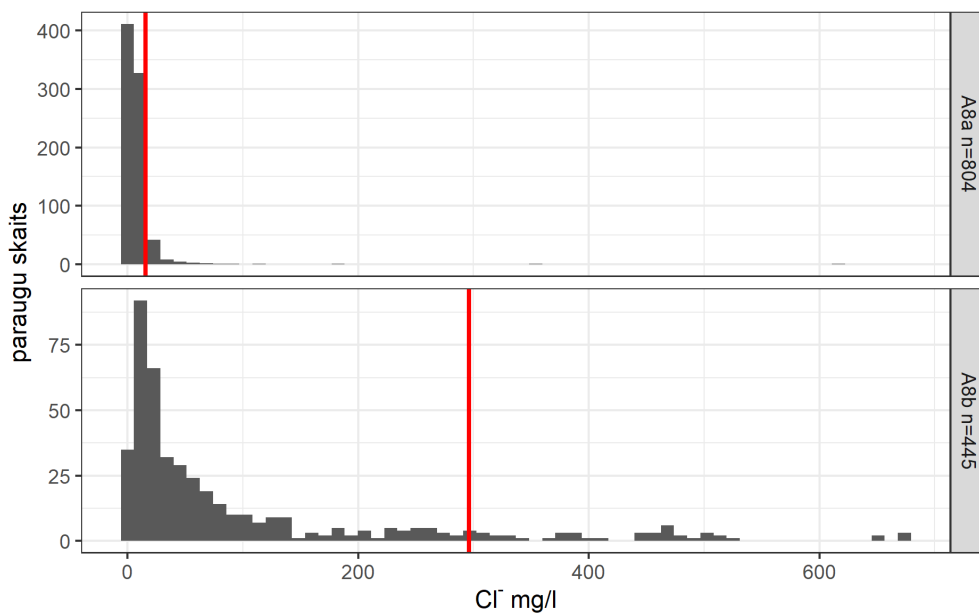
## 1.2 Izdalītās zonas A8 pazemes ūdensobjektam

Pazemes ūdensobjekts A8 ir ticis sadalīts divās atšķirīga ķīmiskā sastāva zonās A8a un A8b, kam par iemeslu ir Rīgas pilsētas teritorijā un tās tuvumā paaugstināts hlorīdjonu saturs Arukilas-Amatas ūdens horizonta kompleksa reprezentatīvajos urbumu paraugos. Paaugstinātas hlorīdjonu vērtības un augstāka kopējā mineralizācija izdalītajā zonā A8b saistīta ar diviem galvenajiem faktoriem: (1) dziļāk iegūļošo augstas mineralizācijas iesāļūdeņu un sāļūdeņu intrūzija caur tektoniskiem lūzumiem, kas izplatīti šajā teritorijā un (2) antropogēno ietekmi - pazemes ūdens līmeņu vēsturiska pazemināšanās intensīvas ūdens ieguves dēļ, kas ir izsūkusi depresijas piltuvi.



1.3.attēls. Arukilas-Amatas A8 pazemes ūdensobjekta dalījums zonās A8a un A8b (punkti reprezentē monitoringa punktus ar konkrētām hlorīdjonu vērtībām)

Dalījumu zonās A8a un A8b pamato šajās zonās esošo hlorīdjonu vērtību histogrammas monitoringa punktos (1.4.attēls). Zonā A8a ir sastopami pārsvarā dabiski, antropogēni neietekmēti pazemes ūdens monitoringa punktu paraugi, kuru hlorīdjonu koncentrācijas pārsvarā ir zem 20 mg/l, savukārt atsevišķi izdalītajā zonā A8b hlorīdjonu koncentrācijas ir ievērojami lielākas (1.4.attēls).

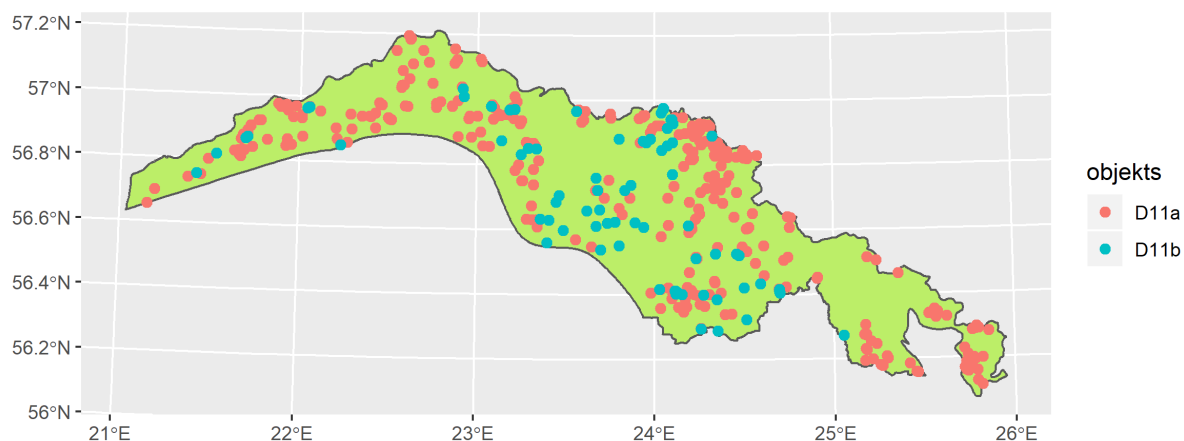


1.4.attēls. Arukilas-Amatas A8 PŪO izdalīto zonu A8a un A8b hlorīdjonu koncentrāciju histogrammas ("n" norāda paraugu skaitu)

Zonā A8b ir novērojams būtiski atšķirīgs pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs, kas veidojies dabisku un antropogēnu procesu mijiedarbībā. Ņemot vērā pašreizējo zināšanu bāzi un ierobežoto datu apjomu par ūdens ķīmisko sastāvu pirms depresijas piltuves izveidošanās, nav iespējams korekti noteikt dabiskās fona vērtības antropogēni ietekmētajā zonā A8b un pielietot vispārējo fona līmeņu noteikšanas metodiku. Attiecīgi zonā A8b fona līmeņi netiek aprēķināti, savukārt zonai A8a tie ir aprēķināti, ņemot vērā tikai izdalītajā zonā A8a izplatīto urbumu datus.

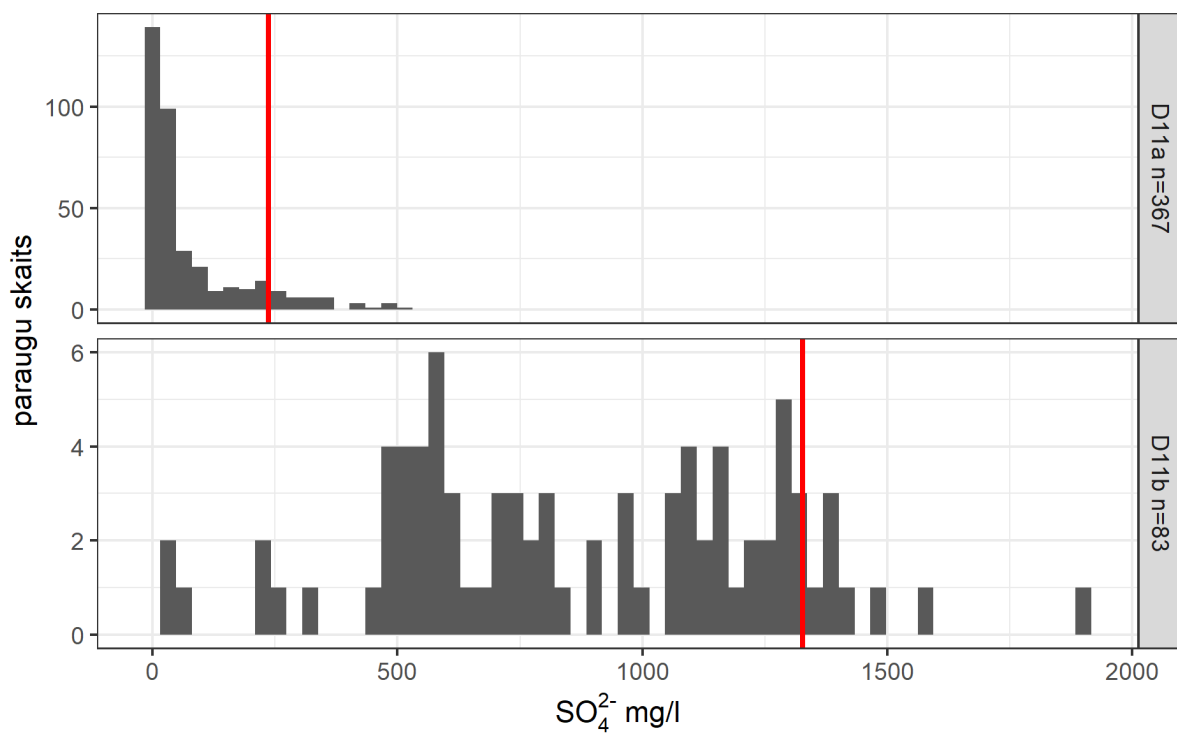
### 1.3 Izdalītās zonas D11 pazemes ūdensobjektam

Pazemes ūdensobjekts D11 izdalīts divās atšķirīgās sastāva zonās, jo tajā ir identificēti atšķirīga sastāva pazemes ūdeņi ar atšķirīgu mineralizāciju, ko lielā mērā nosaka sulfātjonu saturs. Tā kā šajā objektā nav iespējams izdalīt viennozīmīgu fiziski nodalītu zonu balstoties uz ķīmiskā sastāva telpisko izkliedi, tad šī objekta dalījumam izmantota mineralizācijas sliekšņa vērtība 1 mg/l, kas atdala saldūdeņus (<1 g/l) no iesālūdeņiem (1-3 g/l). Pēc šādas pieejas izdalītie apakšobjekti D11a un D11b uzrāda ķīmiski atšķirīgus ūdeņus, kā arī izkliede objekta D11 ietvaros ir nevienmērīga (1.5.attēls).



1.5.attēls. Pļaviņu-Amulas D11 pazemes ūdensobjekta dalījums zonās D11a un D11b (punkti reprezentē monitoringa punktus ar iedalījumu zonās)

Pazemes ūdensobjekta D11 dalījumu zonās D11a un D11b apstiprina arī histogramma sulfātjonu koncentrācijām abās izdalītajās zonās (1.6.attēls) un novērtējams, ka objekts D11a satur saldūdeņus, kuriem sulfātjonu koncentrācija reti pārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (250 mg/l), savukārt zonā D11b mineralizācija ir augstāka un sulfātjonu koncentrācijas pārsvarā pārsniedz 500 mg/l un nereti sasniedz pat 1500 mg/l augstas koncentrācijas (1.6.attēls).



1.6.attēls. Pļaviņu-Amulas D11 pazemes ūdensobjekta izdalīto zonu D11a un D11b sulfātjonu koncentrāciju histogrammas



## 2 Izstrādātie fona līmeņi Latvijas PŪO

Fona līmeņi ir noteikti vairākiem pazemes ūdens kvalitātes rādītājiem, kuru mērījumi ir pārstāvēti Latvijas pazemes ūdeņu monitoringa un ūdensapgādes urbumu analīžu datu kopā. Pamatjonu, izšķīdušā dzelzs, mangāna un amonija jonu fona līmeņi ir noteikti individuāli katram PŪO, jo šo parametru mērījumu īpatsvars atlasītajā datu kopā ir liels (94-100%), savukārt citiem parametriem fona līmeņu vērtības ir noteiktas vienotas visos PŪO, jo šo mērījumu īpatsvars datu kopā ir neliels (pārsvārā ap 10%). Atsevišķie parametri, kuru koncentrācijas ir atkarīgas no skābekļa daudzuma vidē, to fona līmeņi ir noteikti gan aerobajai, gan anaerobajai videi (1.tabula).

Tabula 1

Fona līmeņu izdalīšanas princips parametriem

Parametrs	Individuālas vērtības katrā PŪO		Visiem PŪO vienādas vērtības		
	Visām vidēm kopīgi	Anaerobajai videi	Visām vidēm kopīgi	Aerobajai videi	Anaerobajai videi
Pamatjoni					
Cl <sup>-</sup>	X				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	X				
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	X				
Ca <sup>2+</sup>	X				
Mg <sup>2+</sup>	X				
Na <sup>+</sup>	X				
K <sup>+</sup>	X				
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				X	X
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	X				
Fe <sub>kop</sub>		X		X	
Mn	X				
Mikroelementi					
Pb			X		
As			X		
Hg			X		
Cd			X		
Ni			X		
Cr			X		
F			X		
Cu			X		
PO <sub>4</sub>			X		
Zn			X		

## 2.1 Fona līmeņi – dalījums pa atsevišķiem PŪO

Lielai daļai parametru, kuriem mērījumu īpatsvars ir tuvu 100% no visas atlasītās paraugkopas, ir aprēķināti individuāli fona līmeņi katrā PŪO (2.tabula), neizdalot atsevišķas vērtības aerobajai un anaerobajai videi. Tie ir visi pamatjoni, amonija joni un mangāns. Izņēmums ir dzelzs, kam ir izdalītas fona līmeņu vērtības katrā PŪO tikai anaerobajai videi, kas dominē visos PŪO.

Tabula 2

Fona līmeņi PŪO

Katram PŪO aprēķināts fona līmenis										
PŪO	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (anaerobajai videi)
A1	95.2	13.1	6.1	33.8	15.2	390.8	39.8	0.284	0.11	2.8
A10	82	10	4.5	30.5	8	372.6	25	0.387	0.19	3.2
A2	79.5	17	4.1	28.6	34.8	327.3	15.8	0.271	0.07	2.6
A3	86.1	15.1	5.3	30.3	16.7	358.8	40.1	0.348	0.07	2.1
A4	129	33	13.2	54	51	320	441	0.341	0.05	1.9
A5	150.4	74	11.3	66.7	93.8	355.5	454.4	0.292	0.07	1.9
A6	104	52.5	10.1	42.4	45.4	379.4	210	0.308	0.06	1.9
A7	92	26.4	5.7	31	16.1	428.4	27.4	0.804	0.11	3.3
A8a	87	22.1	8.1	34	15.8	379.9	81.1	0.27	0.10	2.5
A9	79	12	7	31.3	8.7	380	22	0.271	0.10	2.1
D10	105	15.8	4.9	33.2	17.7	457.6	39	0.806	0.12	3.1
D11a	128.8	24.5	8.7	47.6	26	432.2	237	0.361	0.07	2.4
D11b	576.4	66.9	15.9	116.8	130	457.2	1327.4	0.628	0.10	2.5
D6	99	13.2	5.2	31.9	11.6	414.9	60.9	0.412	0.09	2.6
D7	98.9	15	6.3	34.3	14.4	407	42.6	0.409	0.07	2.1
D8	100	18	6.1	34	12.7	449	27	0.477	0.08	2.6
D9	106	16	6.6	36.9	19.3	440.8	37.5	0.501	0.12	2.7
F1	90.2	19.5	9.8	35.3	13.8	412	41	0.653	0.06	1.8
F2	97.8	12	6.9	33.6	10.8	428	41.5	0.35	0.06	2.1
F3a	104.4	18.6	7.4	36.5	12.8	467.6	48.7	0.373	0.06	2.6
F3b	223.7	24.3	13.8	64.3	24.9	365.2	635.2	0.487	0.05	1.8
F4	116	16.1	7	42.4	14	527	74.7	0.635	0.07	3.8
P	77.75	61.7	8.5	24.4	103.9	357	19.5	0.355	0.11	2.3
Q1	60.7	45.4	7.1	24.2	59.4	244.9	47.3	0.449	0.16	3.3

Izmantojot izstrādāto metodiku, iegūtie fona līmeņi PŪO ir apvienoti līdzīgu vērtību grupās, kas var tikt izmantoti vispārīgāku ietekmju vai likumsakarību novērtējumam (3.tabula).

## Fona līmeņi PŪO, kas apvienoti līdzīgu vērtību grupās

Līdzīgu fona līmeņu grupās apvienoto PŪO fona līmeņi										
PŪO	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (aenaerobajai videi)
A1	95	32	6	36	25	390	80	0.35	0.12	2.9
A10	80	13	4.5	32	18	390	30	0.45	0.19	3.8
A2	80	62	6	29	50	330	30	0.35	0.19	3.8
A3	95	18	6	32	25	390	50	0.45	0.1	2.3
A4	150	32	13.8	57	50	330	450	0.35	0.07	2.3
A5	150	75	11.4	67	130	360	450	0.35	0.07	2.3
A6	115	62	11.4	42	50	390	240	0.35	0.07	2.3
A7	95	32	6	32	25	440	30	0.85	0.16	3.8
A8a	95	32	8.7	36	18	390	80	0.35	0.12	2.9
A9	80	13	7.4	32	18	390	30	0.35	0.1	2.3
D10	105	18	6	36	18	470	50	0.85	0.16	3.8
D11a	130	24	8.7	48	25	440	240	0.45	0.1	2.9
D11b	580	75	16	117	130	530	1330	0.85	0.12	2.9
D6	130	13	6	32	18	440	80	0.45	0.12	2.9
D7	115	18	7.4	36	18	440	80	0.45	0.07	2.3
D8	105	18	7.4	36	18	470	50	0.65	0.12	2.9
D9	105	18	7.4	42	25	440	50	0.65	0.12	3.8
F1	95	18	11.4	36	18	440	50	0.85	0.07	2.3
F2	105	13	7.4	36	18	440	50	0.45	0.07	2.3
F3a	105	24	7.4	36	18	470	80	0.45	0.1	2.9
F3b	230	24	13.8	67	25	390	630	0.65	0.07	2.3
F4	115	18	8.7	42	18	530	80	0.65	0.07	3.8
P	80	62	8.7	29	130	360	30	0.35	0.12	2.3
Q1	80	75	8.7	29	130	250	50	0.45	0.16	3.8

## 2.2 Fona līmeņi – kopīgi visiem PŪO

Tiem parametriem, kuru mērījumu īpatsvars atlasītajā datu kopā ir neliels (ap 10%), kā arī atsevišķiem izņēmumiem fona līmeņu vērtības ir noteiktas vienotas visos PŪO, jo to izdalīšana katrā PŪO ir ierobežota.

Kā izņēmums ir minams dzelzs aerobajiem paraugiem – šādiem pazemes ūdeņiem visos PŪO ir noteikts vienots fona līmenis. **Fe<sub>kop</sub> aerobā vidē – 0,17 mg/l.**

Otrs izņēmums ir nitrātjoni – lai gan to mērījumu īpatsvars starp visiem atlasītajiem paraugiem ir liels, tomēr to izdalīšanu pa atsevišķie PŪO ierobežo aerobo paraugu skaits. Nitrātjoni ir sastopami aerobā vidē, bet nav sastopami anaerobā vidē, kuri dominē starp visiem atlasītajiem paraugiem. Ņemot vērā šos ierobežojumus, pēc metodikas ir izdalīti divi fona līmeņi nitrātjoniem atkarībā no vides:

- 1)  $\text{NO}_3^-$  aerobā vidē – 4 mg/l
- 2)  $\text{NO}_3^-$  anaerobā vidē – 0,4 mg/l

Citiem parametriem – mikroelementiem un fosfātjoniem paraugu skaits, kas pieejami fona līmeņu aprēķināšanai ir nepietiekams, lai tos izdalītu katram PŪO individuāli vai atkarībā no vides apstākļiem, līdz ar to šo parametru fona līmeņi ir noteikti visiem PŪO un visām vidēm vienādi (4. tabula).

Tabula 4

Fona līmeņi mikroelementiem un fosfātjoniem

Parametrs	Vērtība	Mērvienība
Pb	1.65	μg/l
As	4.9	
Hg	0.16	
Cd	0.29	
Ni	2.2	
Cr	4	
Cu	10	
Zn	50	
$\text{PO}_4^{3-}$	30	
F	0.54	mg/l

### 2.3 Fona līmeņu dalījums grupās un to telpiskais sadalījums

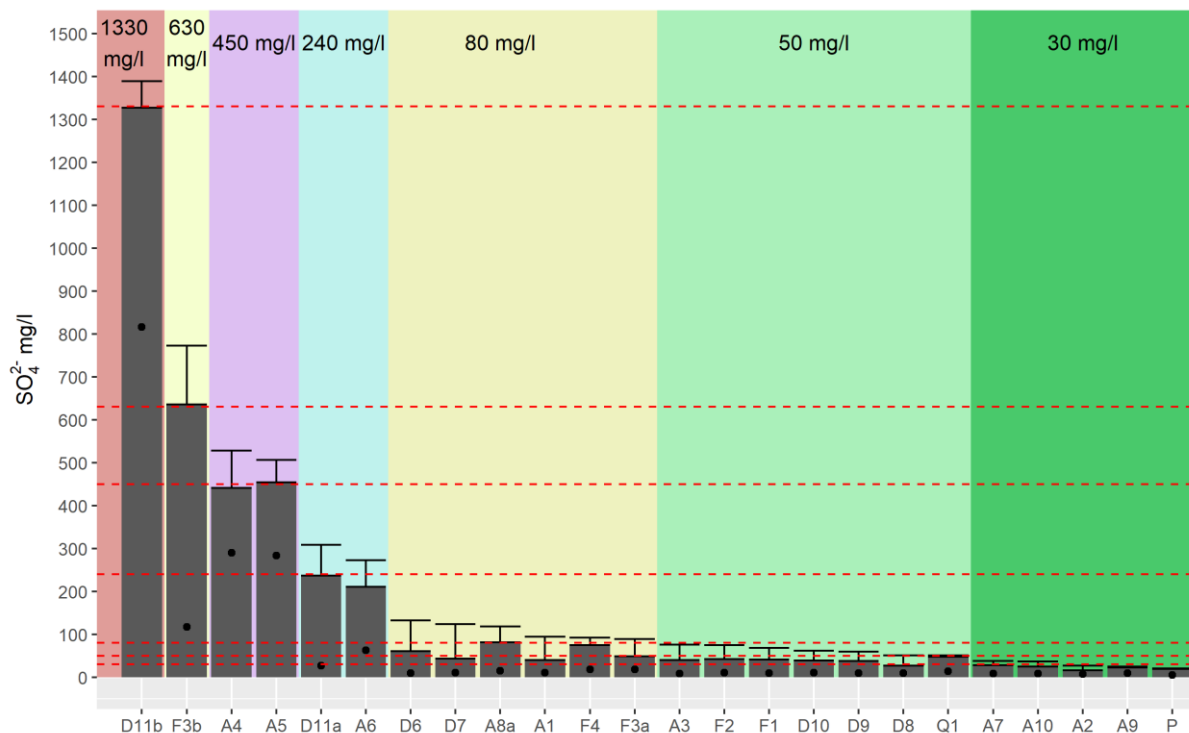
Fona līmeņi, kuri ir noteikti katram PŪO individuāli, ir sadalīti grupās, apvienojot PŪO ar līdzīgiem fona līmeņiem, kas atvieglo gan darbu ar fona līmeņiem (to skaits samazinās), kā arī šādu grupu attēlošana kartogrāfiskā materiālā ir vieglāk uztverama. Parasti fona līmeņi pazemes ūdens kompleksos mainās likumsakarīgi, ko nosaka dabiski faktori, līdz ar grupu attēlošana kartēs var palīdzēt identificēt dabiskus procesus pazemes ūdensobjektu mērogā. Dalīšana grupās ir balstīta uz izstrādāto metodiku, gala rezultāti ir atrodami 3. tabulā, bet šīs apakšnodaļas turpinājumā ir apkopoti grafiki, kas parāda PŪO grupēšanas procesu, kā arī kartes Famenas, Pļaviņu-Amulas un Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksu PŪO fona līmeņu sadalījumam.

**Grupu izdalīšanas grafiku lasīšana:** ar pelēku vertikālo stabiņu norādīts konkrētā PŪO fona līmenis, kas noteikta kā 90. procentile no datu kopas; virs pelēkā stabiņa esošais nogrieznis norāda šīs pašas datu kopas 95. procentiles vērtību; ar melnu punktu norādīta datu kopas mediānā vērtība katram PŪO; ar horizontālo sarkano raustīto līniju attēlotas PŪO apvienojošo grupu vērtības, bet ar krāsainajiem laukumiem – apvienotās fona līmeņu grupas ar norādītu grupas fona līmeņa vērtību grafika augšējā daļā.

#### 2.3.1 Sulfātjonu fona līmeņi

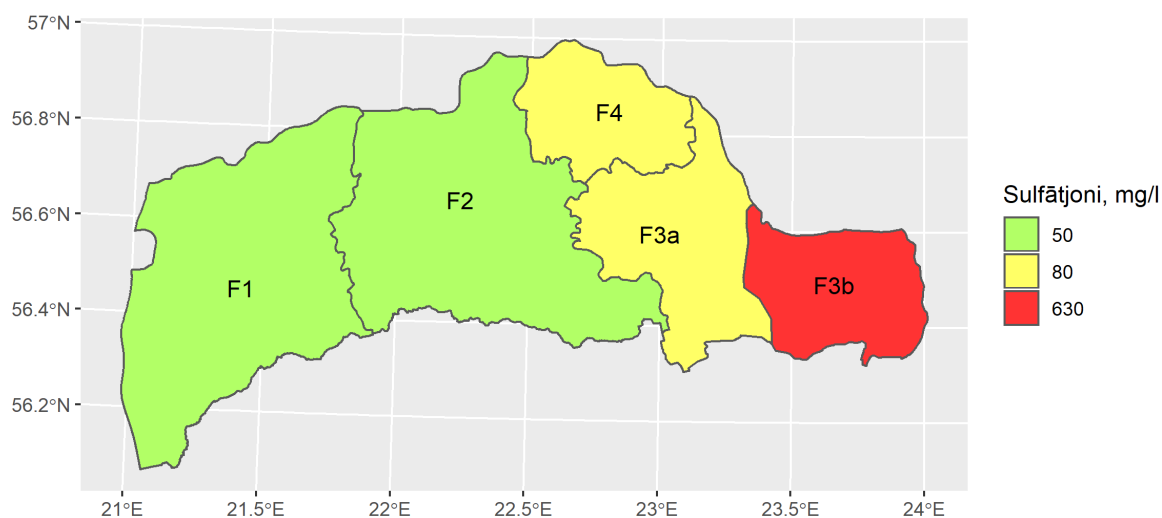
Sulfātjonu fona līmeņi pazemes ūdensobjektiem ir iedalīti 7 grupās (2.1.attēls), no kurām 3 grupu jeb četru PŪO fona līmeņi ir augstāki par MK noteikumos Nr. 671 noteikto dzeramā

ūdens nekaitīguma robežlielumu (250 mg/l). Visaugstākie fona līmeņi ir izdalītajām objektu D11 un F3 zonām D11b un F3b, kas norāda uz šo zonu pamatotu izdalīšanu.

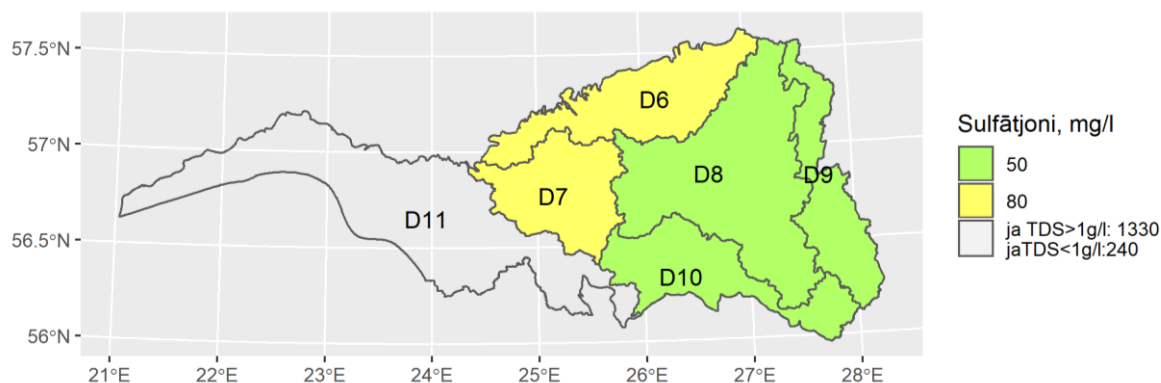


2.1.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks sulfātjonu fona līmeņiem

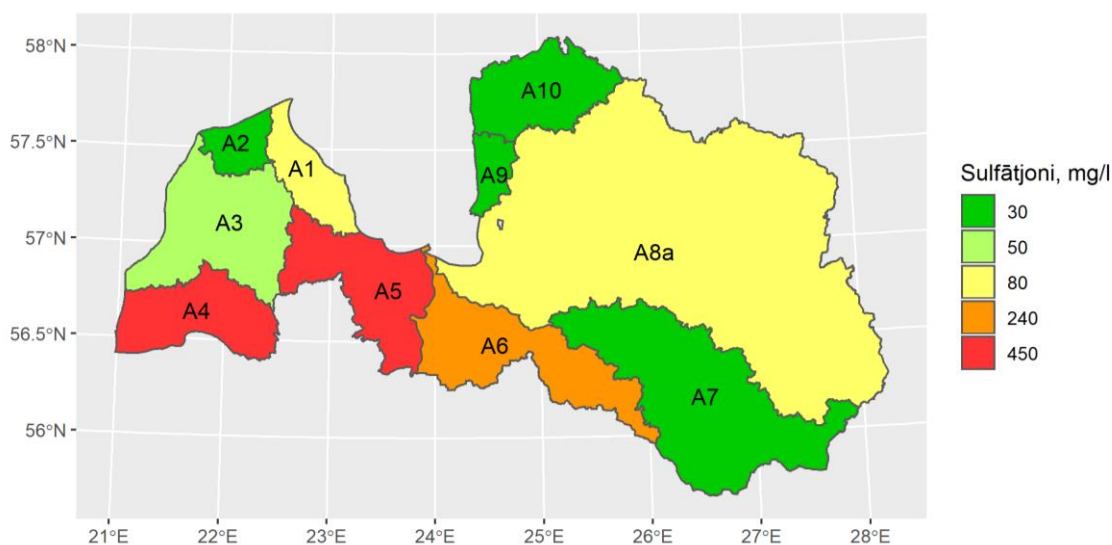
Fona līmeņu telpiskais sadalījums pazemes ūdeņu horizontu kompleksu ietvaros atspoguļo ģipša nogulumu izplatību, jo PŪO, kuros ir sastopami ģipša nogulumi, fona līmeņi ir augstāki (attēli 2.2. līdz 2.4.). Izteikti šī likumsakarība novērojama Latvijas centrālajā daļā, kur sastopami PŪO ar augstiem sulfātjonu fona līmeņiem – F3b, D11b un A5, kā arī Latvijas rietumu daļā – PŪO A4.



2.2.attēls. Sulfātjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



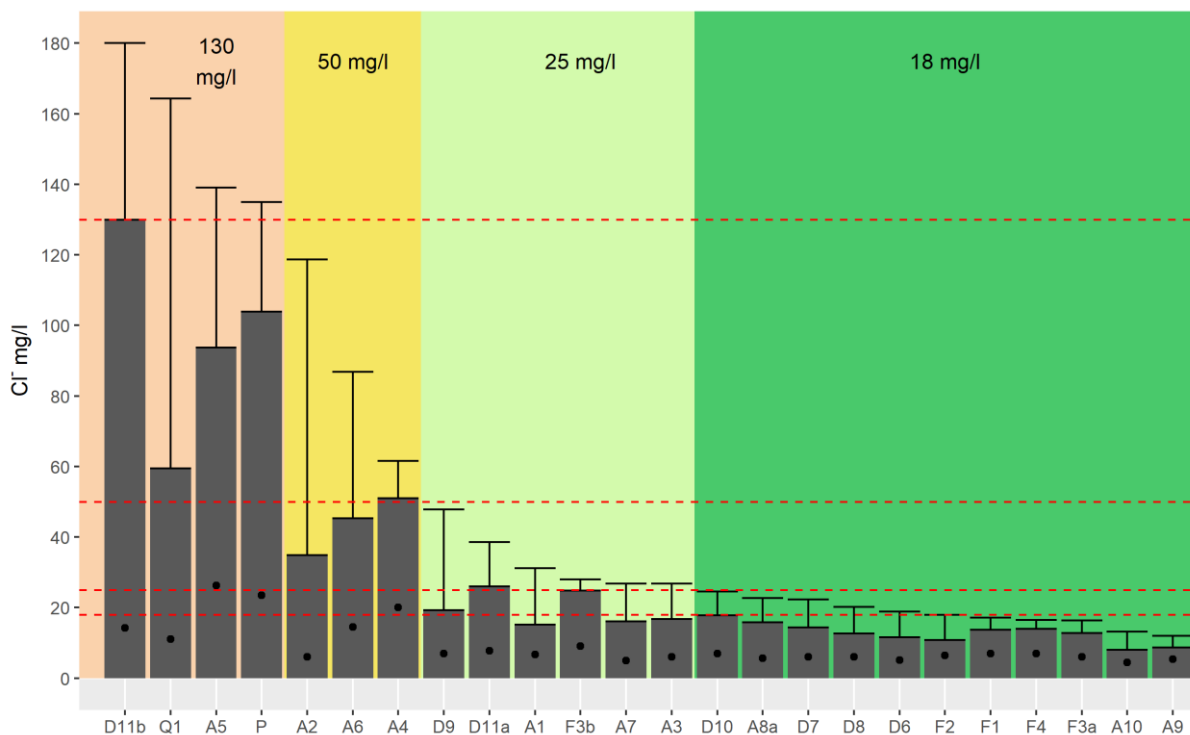
2.3.attēls. Sulfātjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.4.attēls. Sulfātjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

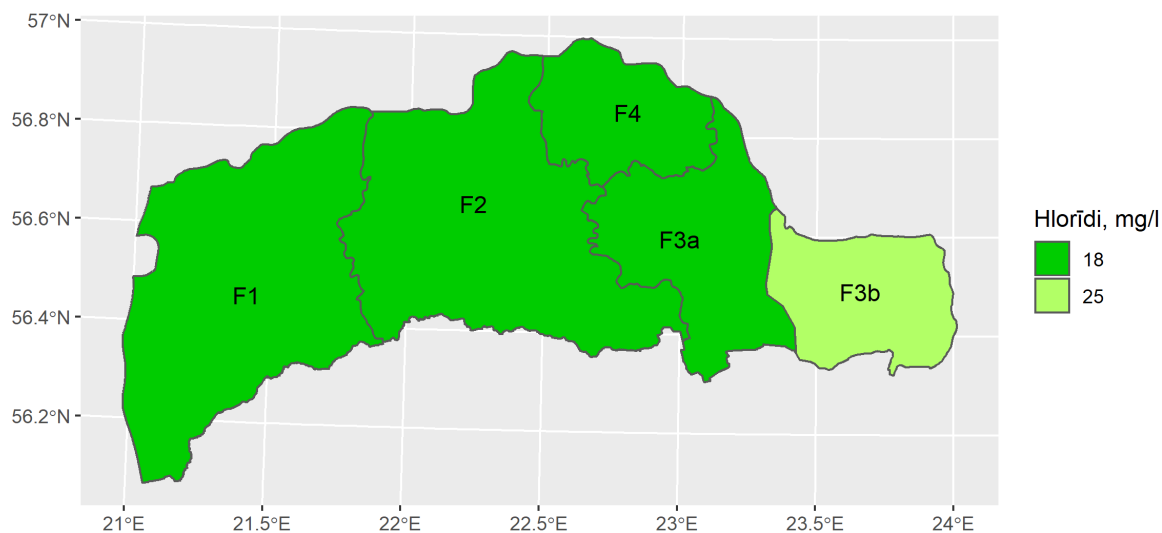
### 2.3.2 Hlorīdjonu fona līmeņi

Hlorīdjonu fona līmeņi Latvijas PŪO ir iedalīti 5 apvienotās grupās, no kurām dzeramā ūdens nekaitīguma prasību robežlielumu (MK noteikumi Nr.671 - 250 mg/l) nepārsniedz neviens PŪO. Lielākajai daļai Latvijas PŪO hlorīdjonu fona līmenis nepārsniedz 25 mg/l, savukārt vairākiem Arukilas-Amatas horizontu kompleksa pazemes ūdensobjektiem, kuri atrodas Latvijas vidienē vai Kurzemē ir nedaudz augstāki fona līmeņi (2.8.attēls). Paaugstināti fona līmeņi novērojami arī Kvarkāra ūdens objektam Q1, Ķemeru-Pērnavas pazemes ūdensobjektam (P) un atšķirīga sastāva zonai D11b (2.5. attēls).



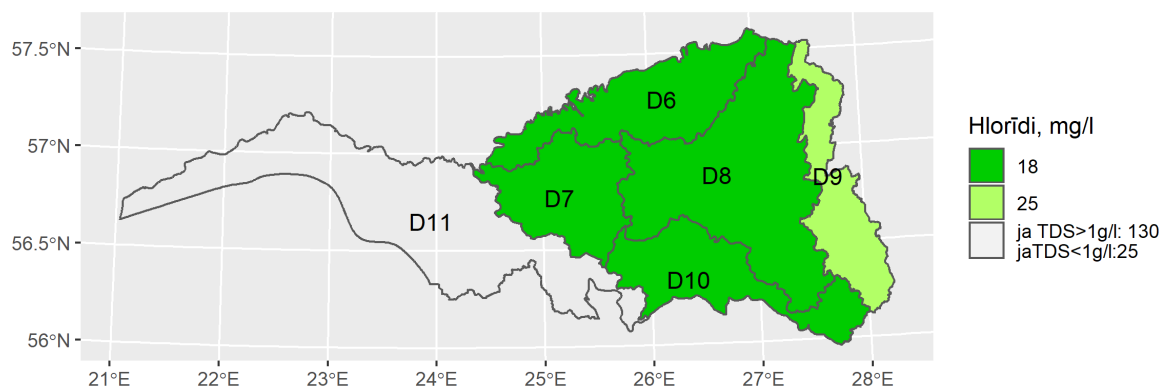
2.5.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks hlorīdjonu fona līmeņiem

Hlorīdjonu fona līmeņu sadalījums pa PŪO sniedz priekšstatu par hlorīdjonu izplatību visā Latvijas teritorijā. Famenas ūdens horizontu kompleksā PŪO pārsvarā satur hlorīdjonu fona līmeni ap 18 mg/l, kas ir neliela koncentrācija un norāda uz maz ietekmētiem pazemes ūdeņiem, kas vistīcāmāk veidojušies relatīvi nesēnā ģeoloģiskā pagātnē.



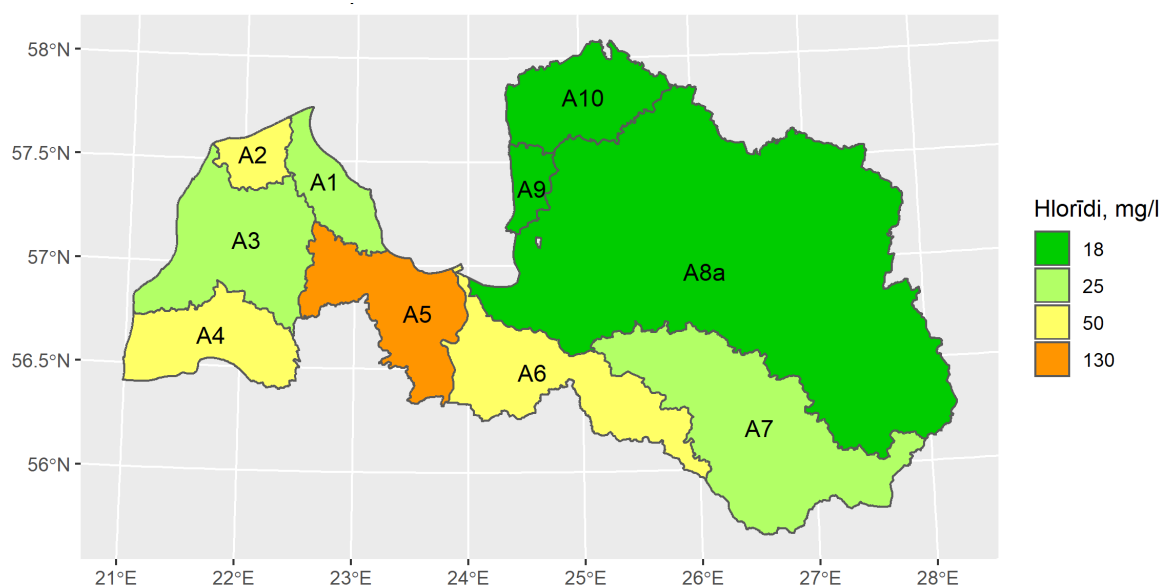
2.6.attēls. Hlorīdjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā

Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā lielākoties izplatīti zemi fona līmeņi hlorīdjoniem (ap 18 mg/l), bet PŪO D11b zonā hlorīdjonu fona līmenis sasniedz pat 130 mg/l (2.7.attēls). Šim objektam raksturīgs paaugstināts sulfātjonu saturs un tas iekrīt Lielās Rīgas pazemes ūdeņu depresijas piltuves ietekmes zonā, kas, iespējams, arī izskaidro paaugstināto hlorīdjonu koncentrāciju.



**2.7.attēls. Hlorīdjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā**

Arukilas-Amata ūdens horizonta PŪO izstrādātie fona līmeņi atspoguļo dabisko un, iespējams, arī antropogēni ietekmēto ķīmiskā sastāva sadalījumu (2.8.attēls). Latvijas ziemeļaustrumu un austrumu daļā hlorīdjonu fona līmenis ir neliels (ap 18 mg/l), savukārt pārējā Latvijas daļā tas ir augstāks, lielākās vērtības sasniedzot A5 PŪO, kas, visticamāk, saistīts ar vēsturisko pazemes ūdeņu depresijas piltuvi "Lielā Rīga".

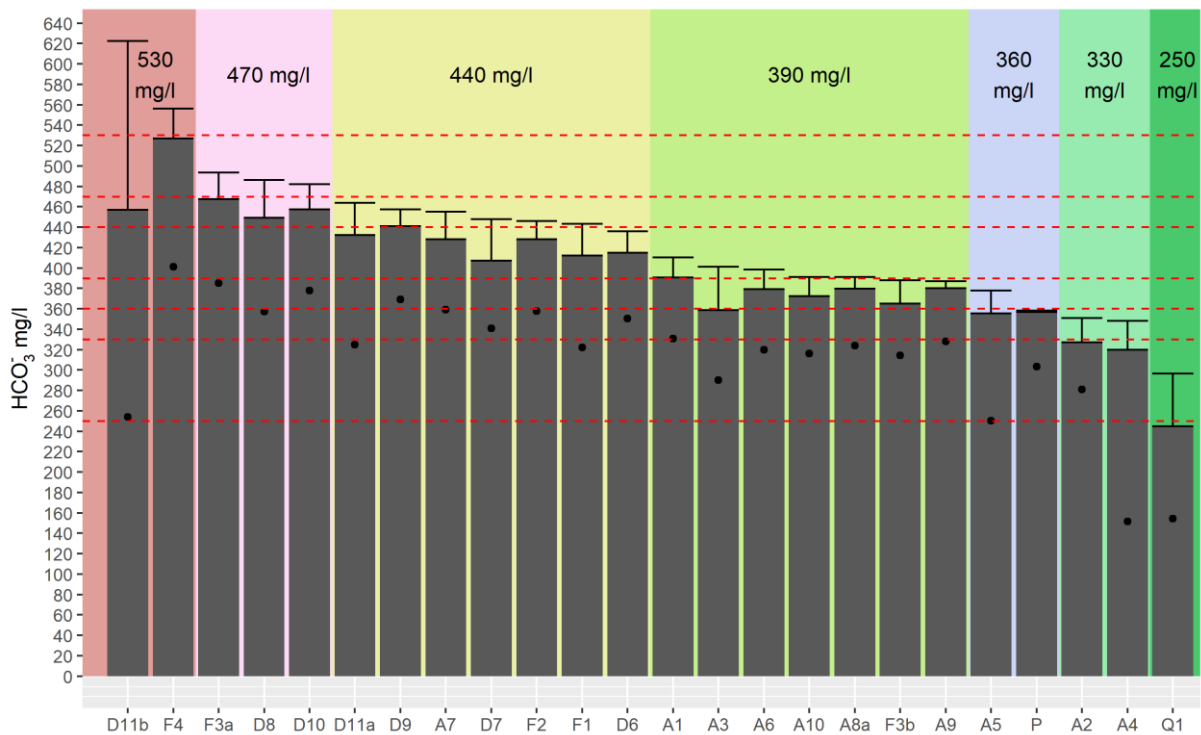


**2.8.attēls. Hlorīdjonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā**

### 2.3.3 Hidrogēnkarbonātu fona līmeņi

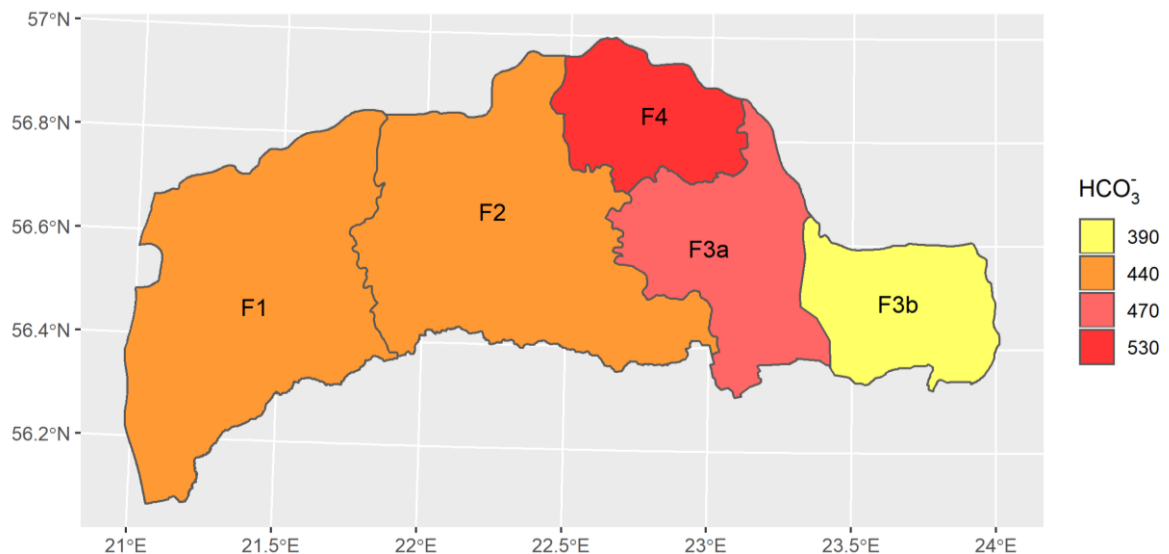
Hidrogēnkarbonātu joni lielākajā daļā Latvijas PŪO ir dominējošais anjons, līdz ar arī to fona līmeņu vērtības ir visaugstākās. Visi PŪO ir iedalīti 7 apvienotās līdzīgu vērtību hidrogēnkarbonātu fona līmeņu grupās, bet to vērtību diapazons ir relatīvi neliels (250 līdz 530 mg/l), kam par iemeslu ir Latvijas pazemes ūdeņos bieži sastopamie karbonātiskie nogulumu (2.9.attēls).



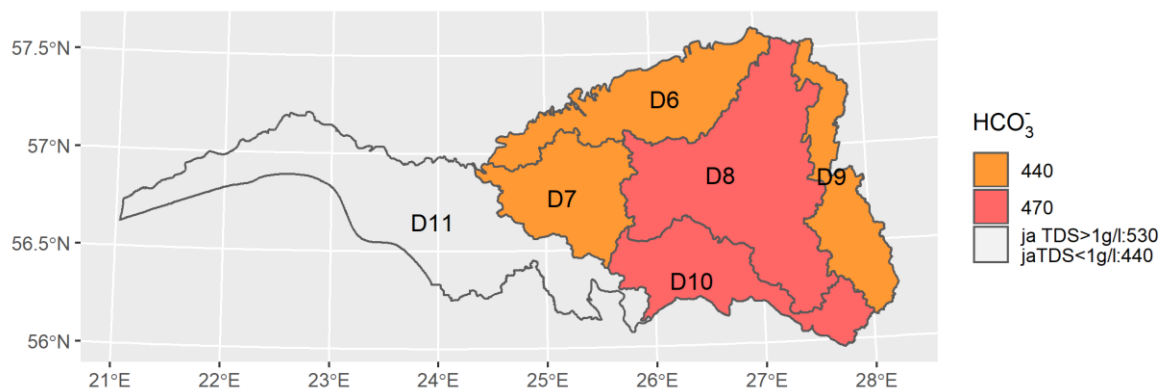


2.9.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks hidroģēnkarbonātu fona līmeņiem

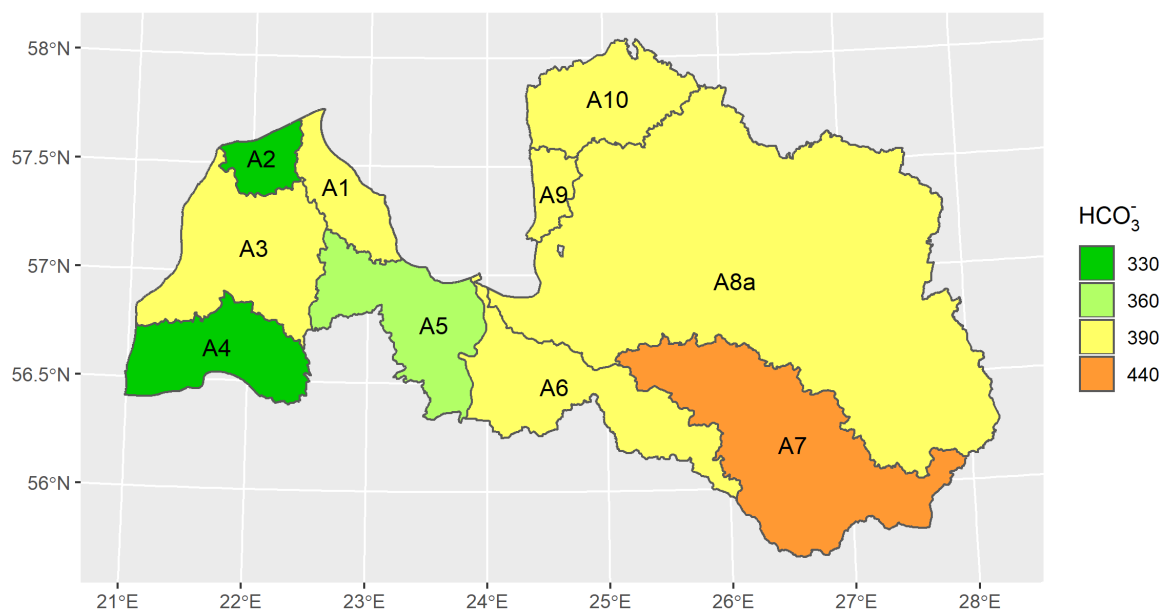
Zemākas hidroģēnkarbonātu fona līmeņu vērtības sastopamas pazemes ūdensobjektos, kuros ir mazāks karbonātisko nogulumu īpatsvars un lielākoties tie ir Arukilas-Amatas ūdens horizonta kompleksa ūdensobjekti (2.12.attēls). Famenas un Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksos hidroģēnkarbonātu fona līmeņu vērtības ir augstākas, kas skaidrojams ar lielāku karbonātisko nogulumu (dolomīts, kaļķakmeņi) īpatsvaru slāņkopās (2.10. un 2.11.attēli).



2.10.attēls. Hidroģēnkarbonātu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



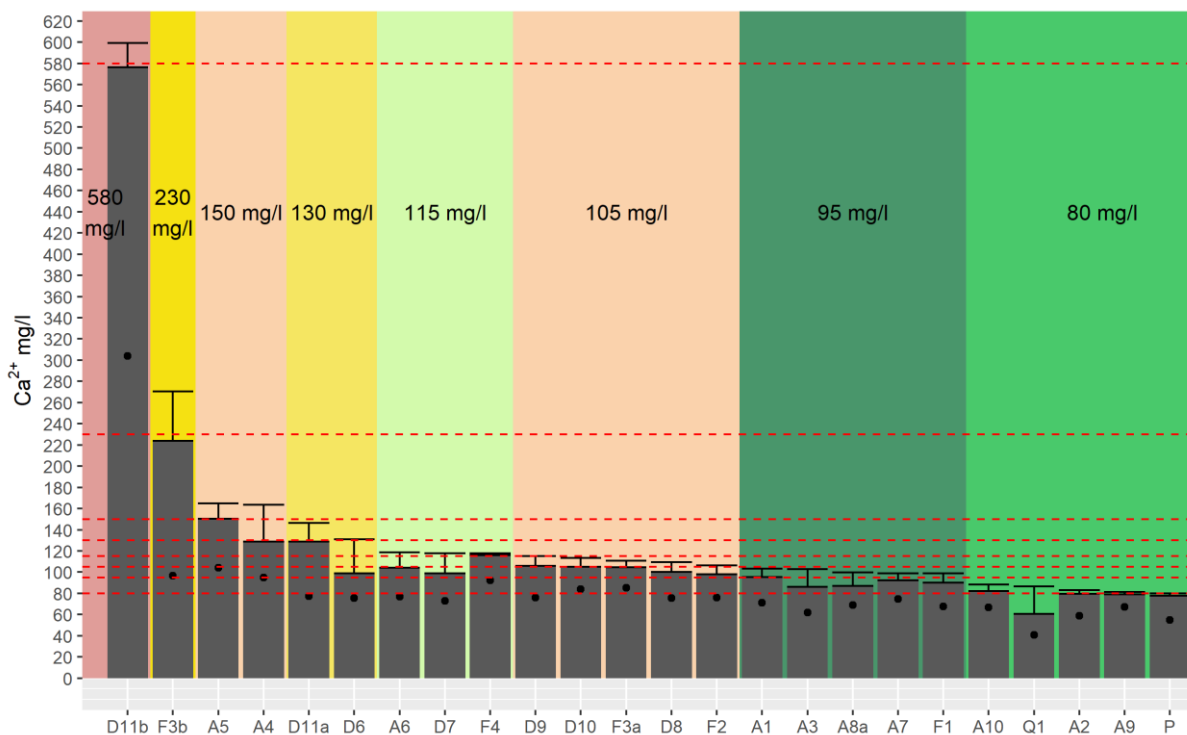
2.11.attēls. Hidrogēnkarbonātu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.12.attēls. Hidrogēnkarbonātu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

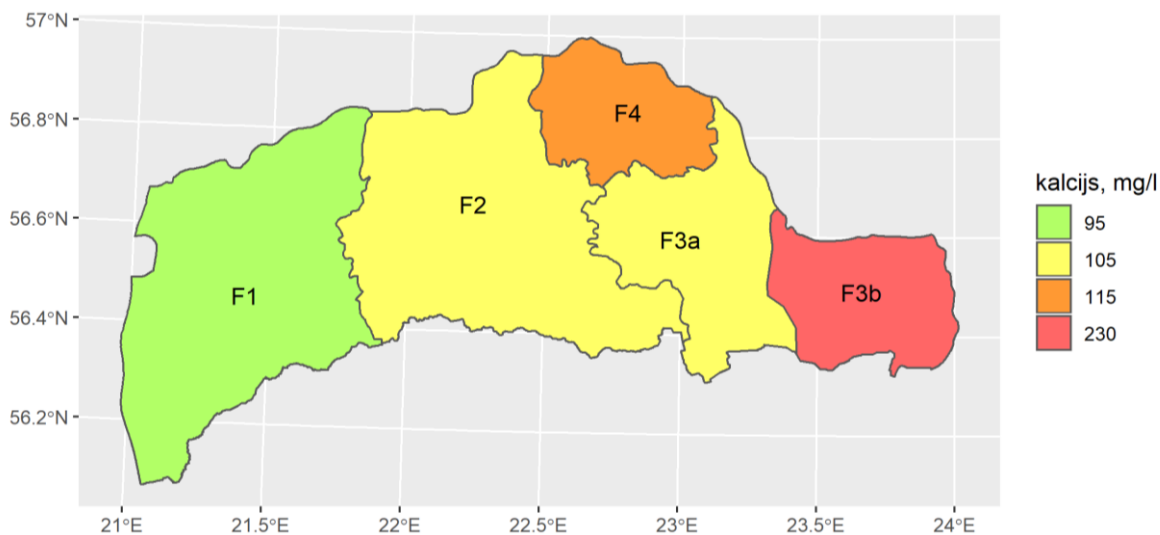
### 2.3.4 Kalcija jonu fona līmeņi

Kalcija jonu fona līmeņi ir iedalīti 9 dažādu vērtību grupās, no kurām ar augstākām fona līmeņa vērtībām izceļas šajā pētījumā izdalītās pazemes ūdensobjektu zonas, kurās sastopami ģipša nogulumu – D11b un F3b (2.13.attēls). Pārējos pazemes ūdensobjektos kalcīta jona fona līmeņa vērtības mainās relatīvi nelielā diapazonā – no 80 mg/l līdz 150 mg/l.

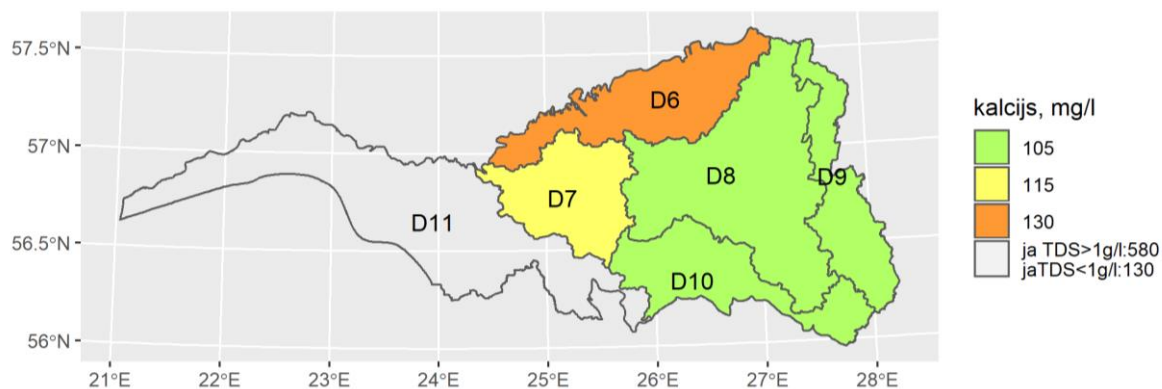


2.13.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks kalcīta jonu fona līmeņiem

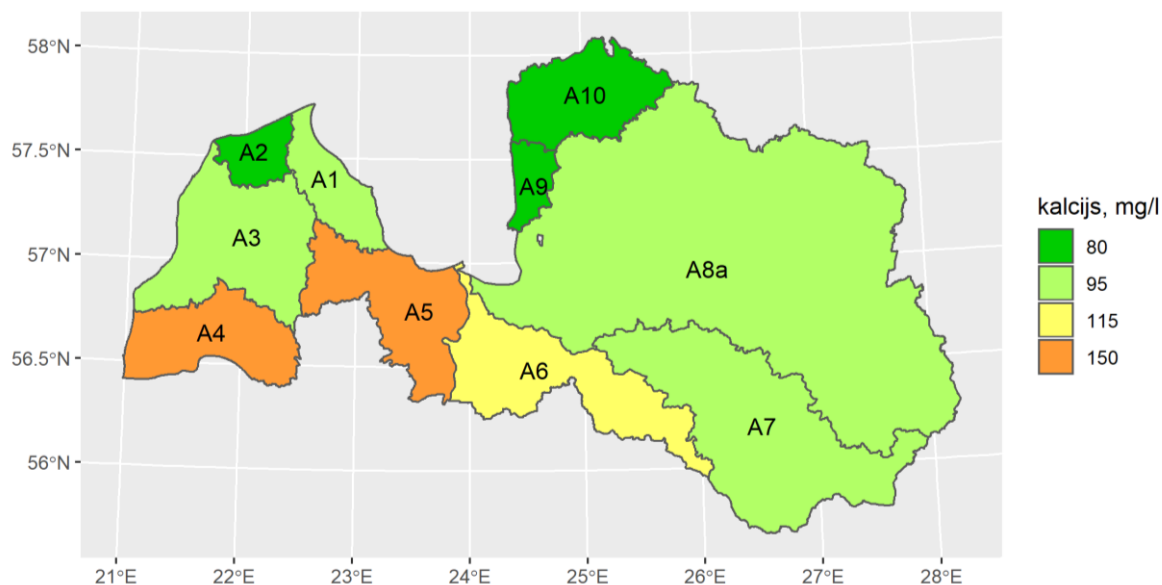
Kalcija jonu fona līmeņu telpiskais sadalījums nosaka karbonātisko iežu sastopamība un Latvijas centrālajā daļā – ģipšu nogulumu sastopamība. Zemākas fona līmeņu vērtības kalcija joniem sastopamas Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā jo šo ūdens horizonta kompleksu pārsvarā pārstāv smilšakmeņi un māli (2.16.attēls). Lielāki fona līmeņi sastopami Famenas un Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu pazemes ūdensobjektos, kur ir sastopami dolomīta un kaļķakmens nogulumu (2.14. un 2.15.attēli).



2.14.attēls. Kalcija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



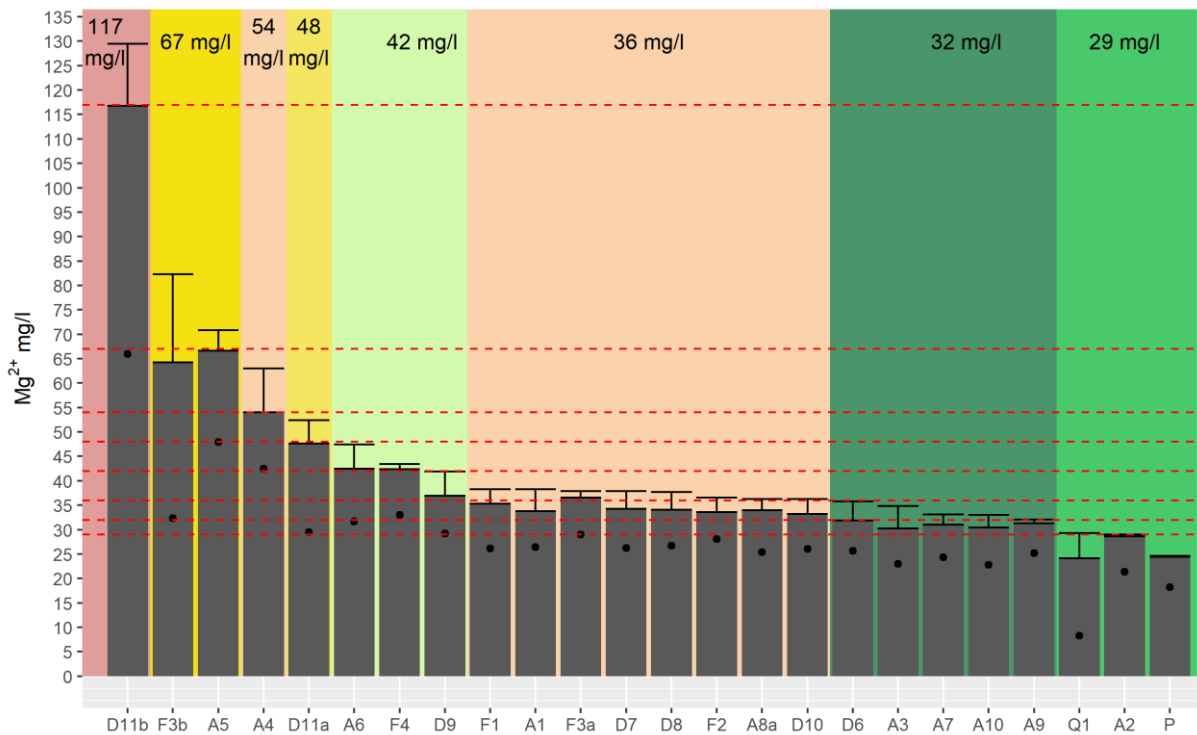
2.15.attēls. Kalcija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.16.attēls. Kalcija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

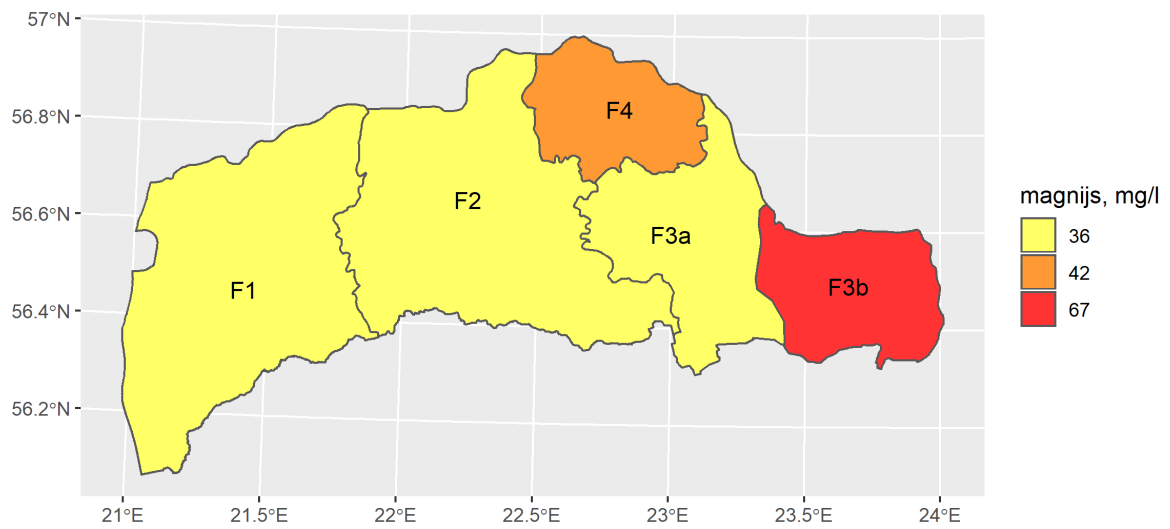
### 2.3.5 Magnija jonu fona līmeņi

Magnija jonu fona līmeņi ir iedalīti 8 dažādu vērtību grupās (2.17.attēls). Augstākais fona līmenis ir pazemes ūdensobjektam D11b ar fona līmeni 117 mg/l, bet lielākoties fona līmeņi ir robežās no 30 līdz 50 mg/l. Pazemes ūdensobjekts ar vismazāko fona līmeni magnija joniem ir kvartāra Q1 objekts, kuram fona līmenis ir 24.2 mg/l.

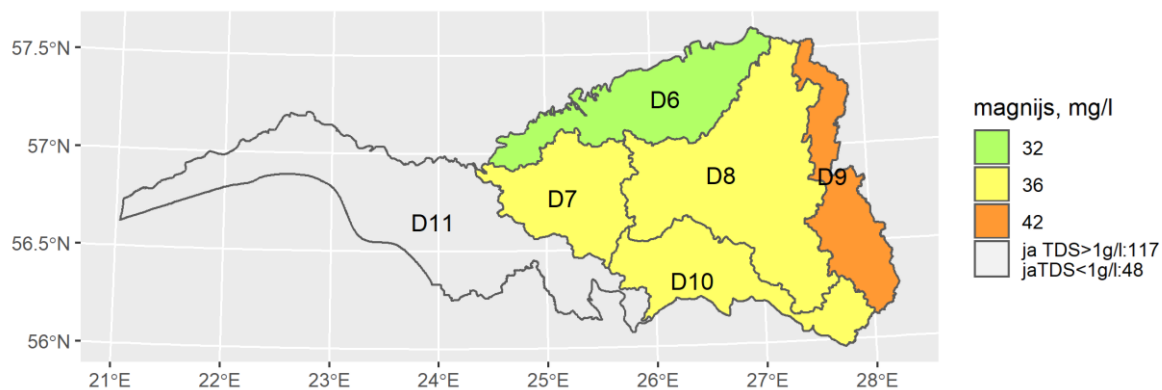


2.17.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks magnija jona fona līmeņiem

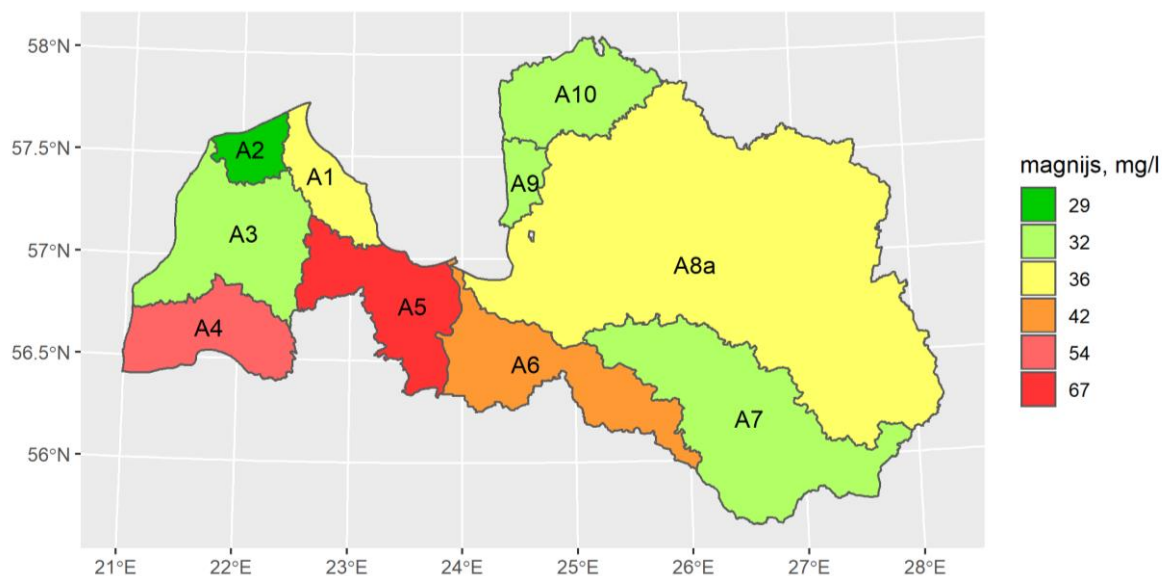
Augstākas magnija fona līmeņa vērtības sastopamas Latvijas centrālajā daļā visos pazemes ūdens horizontu kompleksos, bet viszemākās vērtības Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksa ziemeļu daļas PŪO (2.18.-2.20.attēli).



2.18.attēls. Magnija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



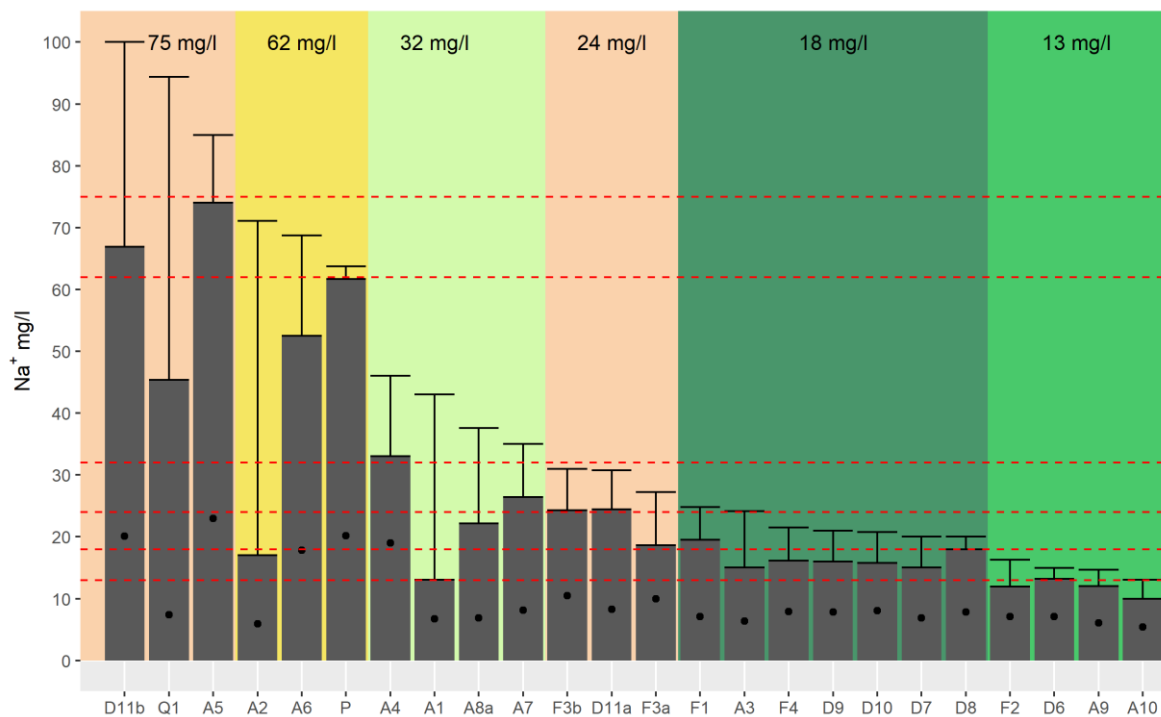
2.19.attēls. Magnija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.20.attēls. Magnija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

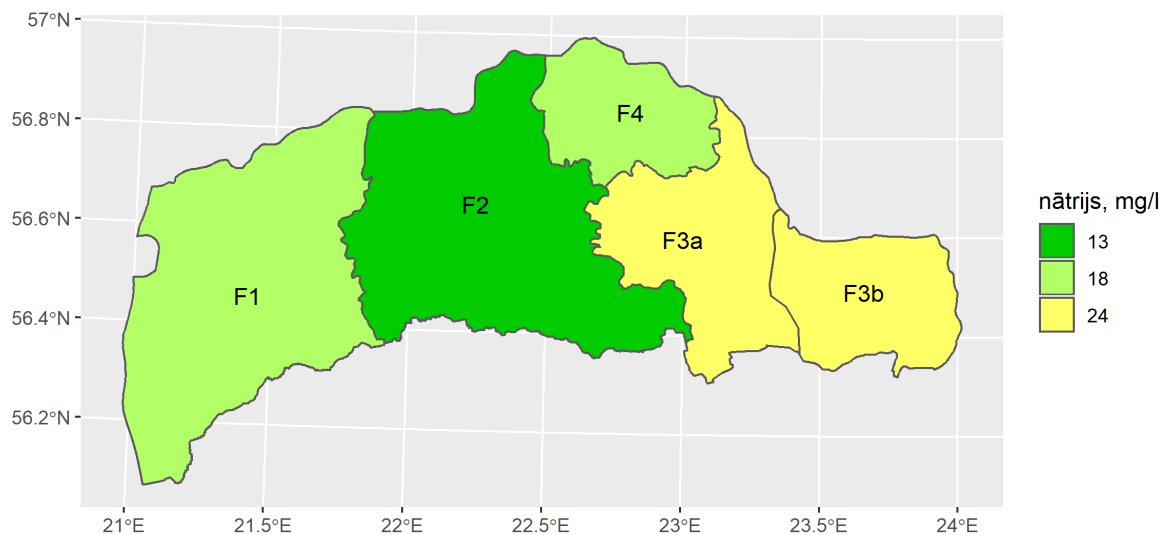
### 2.3.6 Nātrijs jonu fona līmeņi

Nātrijs jona fona līmeņi Latvijas PŪO ir iedalīti 7 apvienotās grupās, no kurām dzeramā ūdens nekaitīguma prasību robežlielumu (MK noteikumi Nr.671 - 200 mg/l) nepārsniedz neviens pazemes ūdensobjekts (2.21.attēls). Nedaudz vairāk kā pusei Latvijas pazemes ūdensobjektu nātrijs jona fona līmenis nepārsniedz 30 mg/l, bet ir vairāki objekti (piemēram, D11b, Q1, A5, A2, A6, P), kuri satur paaugstinātu fona līmeni, kas veido saistību arī ar paaugstinātiem hlorīdjonu līmeņiem (2.5.attēls).

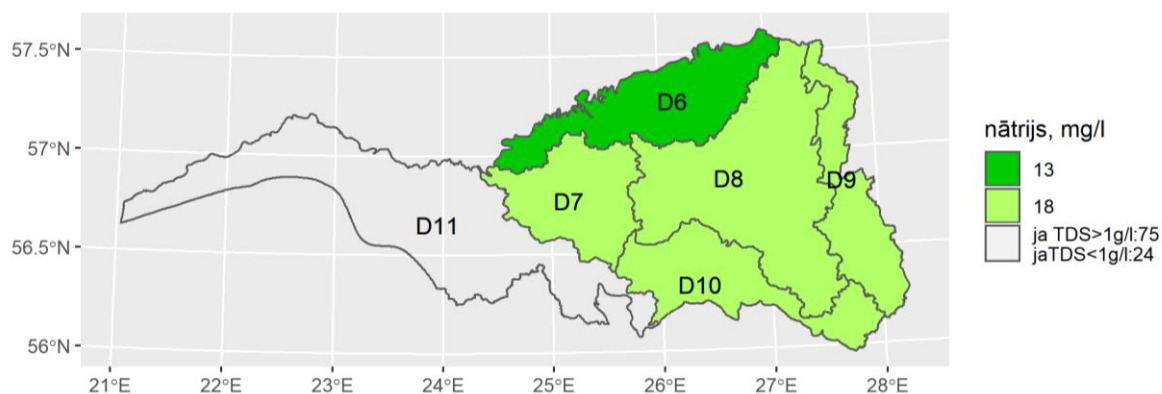


2.21.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks nātrija jonu fona līmeņiem

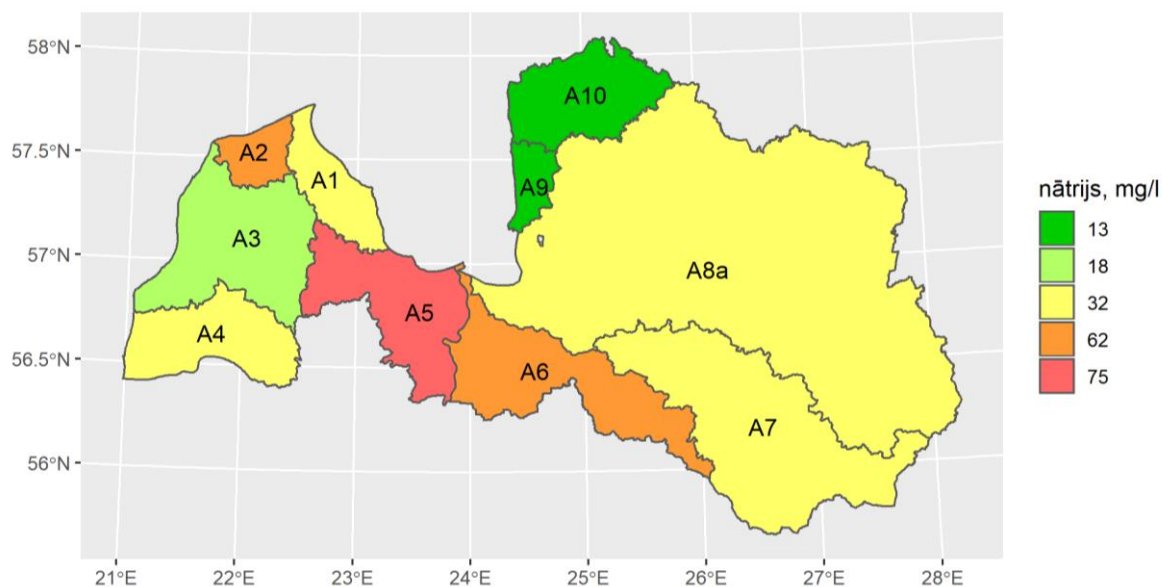
Nātrija jonu fona līmeņu sadalījums pa PŪO sniedz priekšstatu par nātrija jonu koncentrācijām visā Latvijas teritorijā. Famenas un Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksi pārsvarā ir pārstāvēti ar zemiem nātrija jona fona līmeņiem, izņemot Latvijas centrālo daļu (2.22. un 2.23.attēli). Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksa centrālajā daļā raksturīgi paaugstināti nātrija fona līmeņi, bet Ziemeļvidzemē esošie PŪO sastopami zemi fona līmeņi (2.24.attēls).



2.22.attēls. Nātrija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



2.23.attēls. Nātrija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā

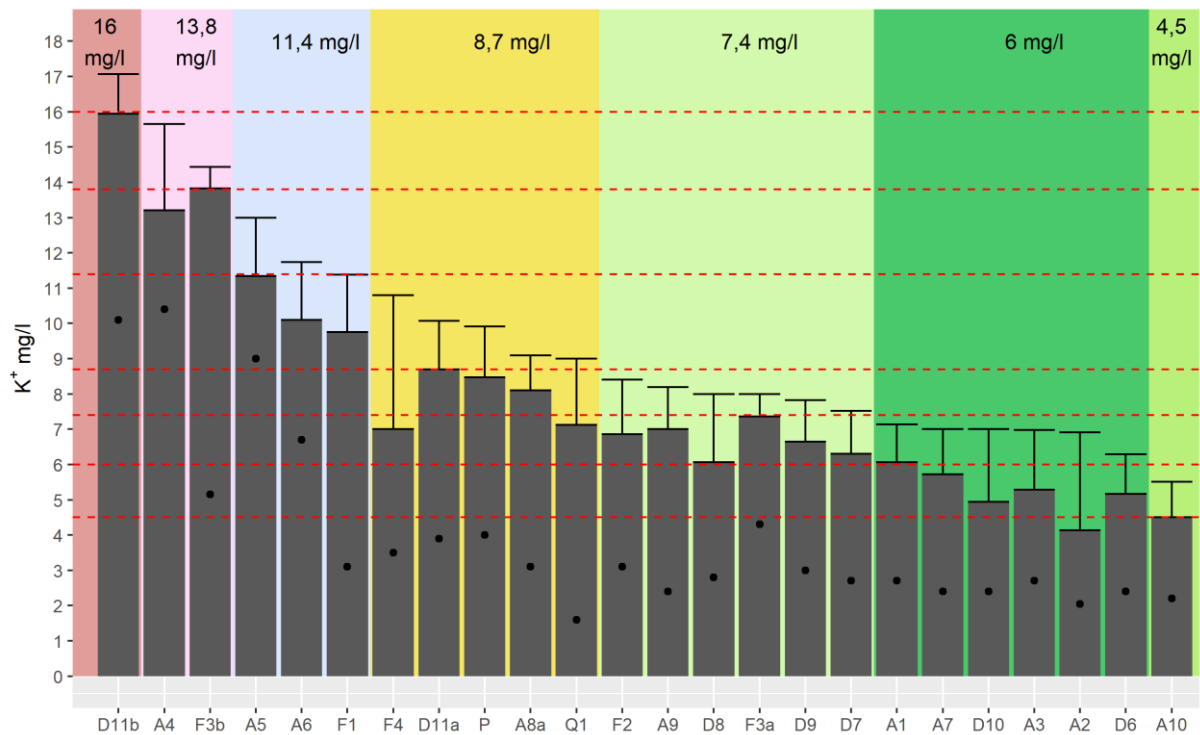


2.24.attēls. Nātrija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

### 2.3.7 Kālija jonu fona līmeņi

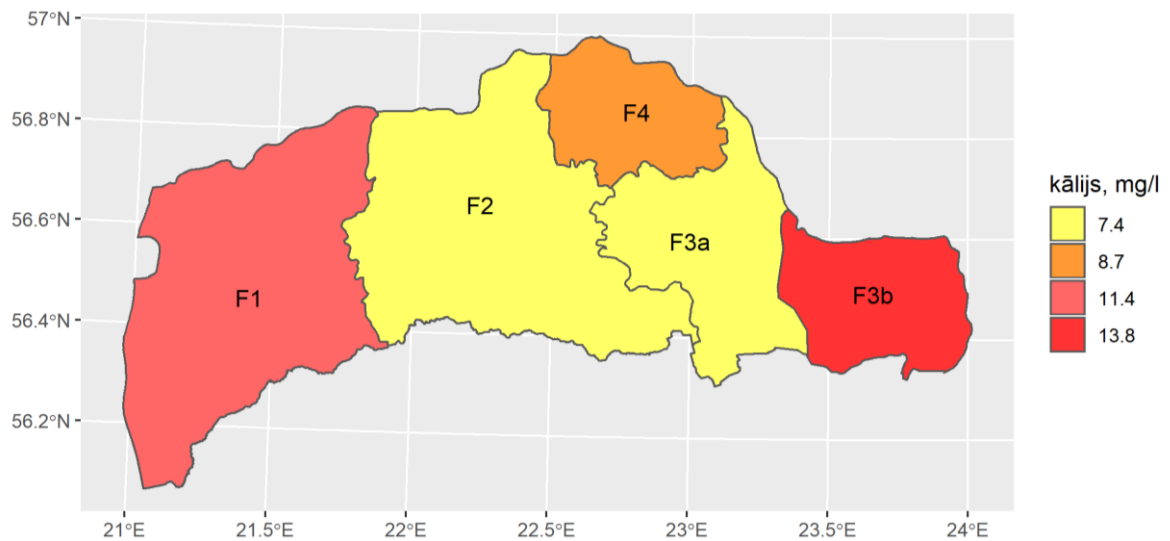
Kālija jona fona līmeņi Latvijas PŪO ir iedalīti 7 apvienotās grupās, kurās lielākoties satur zemas kālija jona vērtības, nepārsniedzot 10 mg/l (2.25.attēls). Augstākās kālija jona fona vērtības lielākoties ir tajos pašos pazemes ūdensobjektos, kuros konstatēti paaugstināti nātrija jona fona līmeņi, izņemot, piemēram, objekta F3 zonu F3b, kur, iespējams, ir paaugstināta lauksaimnieciskās darbības ietekme uz ūdens ķīmisko sastāvu.



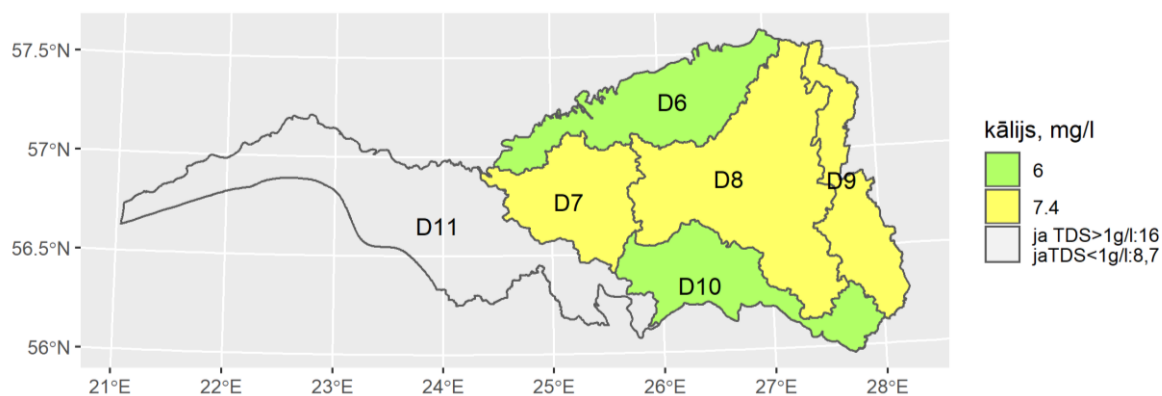


2.25.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks kālija jonu fona līmeņiem

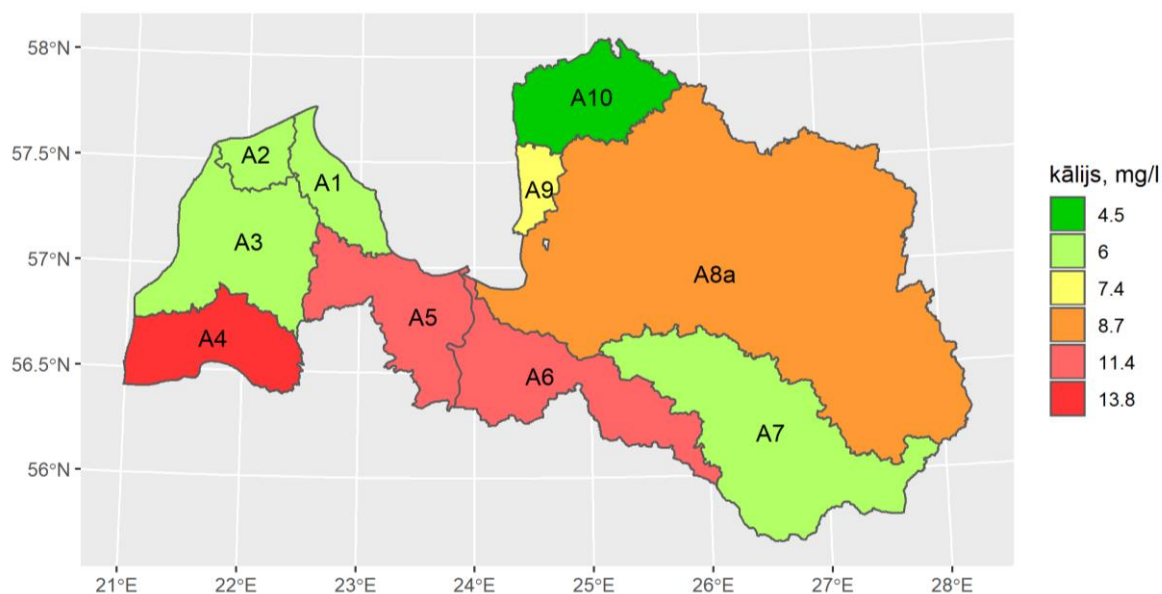
Kālija jonu fona līmeņu sadalījums pazemes ūdensobjektos ir telpiski nevienmērīgs, augstākās vērtības sasniedzot Latvijas centrālajā daļā visos ūdens horizontu kompleksos, bet zemākas vērtības Latvijas teritorijas ziemeļu, ziemeļrietumu un dienvidaustrumu daļās (2.26.-2.28.attēli).



2.26.attēls. Kālija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



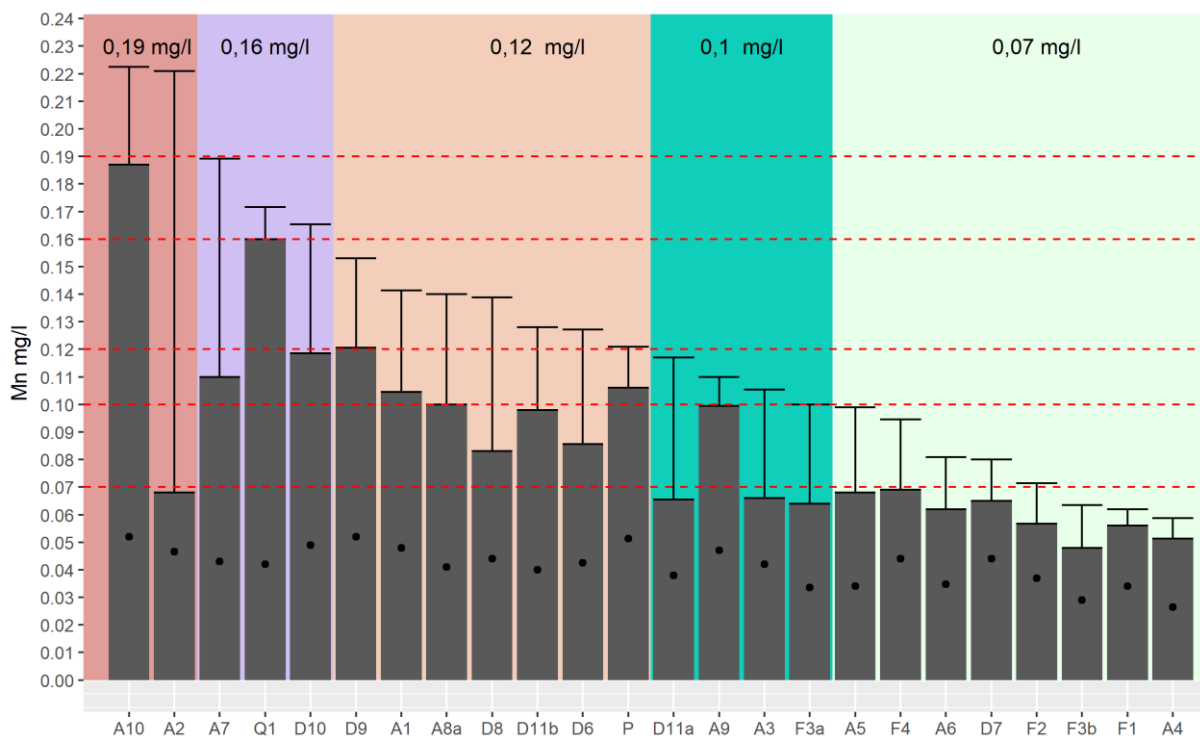
2.27.attēls. Kālija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.28.attēls. Kālija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

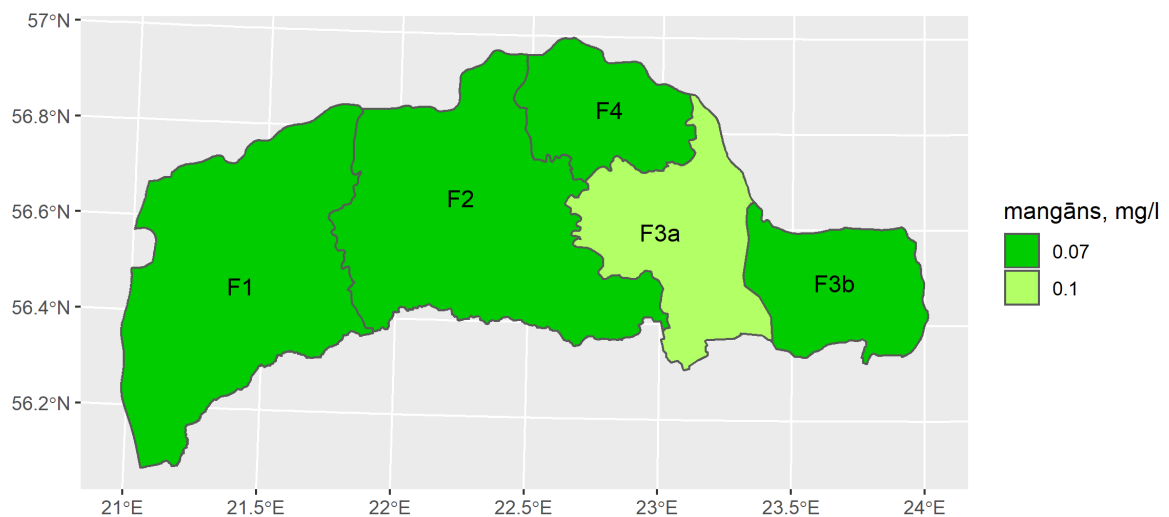
### 2.3.8. Mangāna fona līmeņi

Mangāna fona līmeņi Latvijas PŪO ir iedalīti 5 apvienotās grupās, kuras visas satur relatīvi augstas fona līmeņa vērtības, pārsniedzot dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.671 - 0.05 mg/l) (2.29.attēls). Zemākās fona līmeņa vērtības mangānam ir Famenas ūdens horizonta kompleksa PŪO, kur fona līmeņi nepārsniedz 0.1 mg/l.

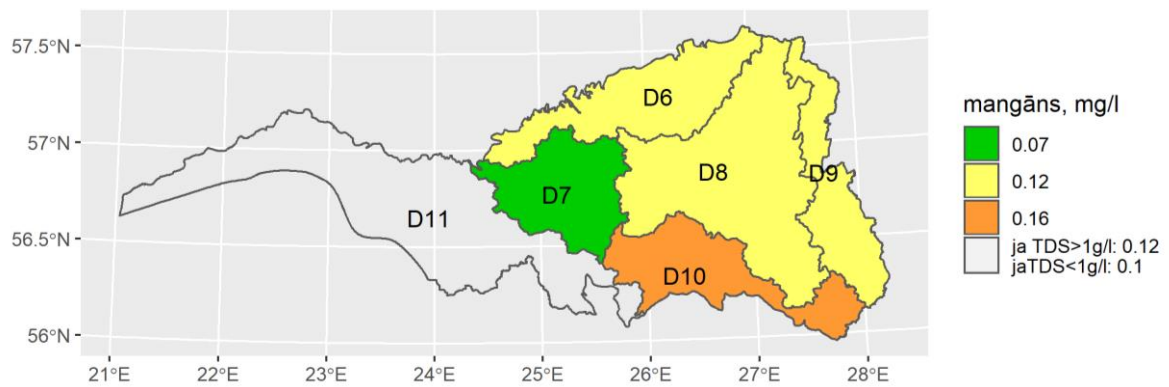


2.29.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks mangāna fona līmeņiem

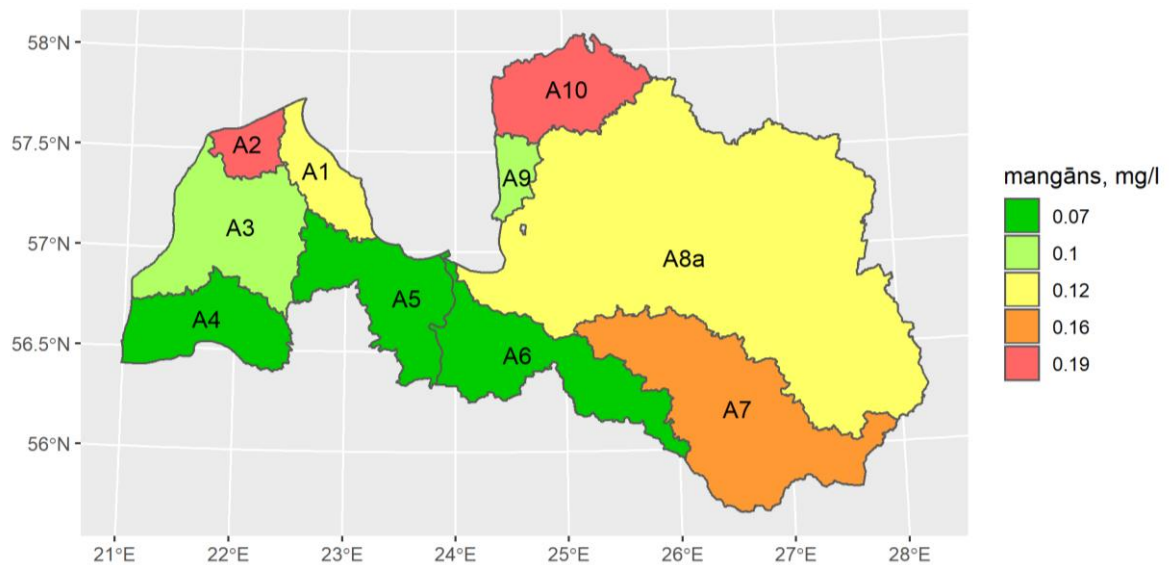
Mangāna fona līmeņu sadalījums pazemes ūdensobjektos atklāj likumsakarības – Famenas ūdens horizontu kompleksā tā fona līmeņi ir relatīvi zemi (2.30.attēls), bet Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā augstākais fona līmenis sastopams pazemes ūdensobjektā D10 Latvijas dienvidaustrumu daļā (2.31.attēls). Augstākie fona līmeņi sastopami Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksa ziemeļu daļā pazemes ūdensobjektos A2 un A10 (2.32.attēls).



2.30.attēls. Mangāna fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



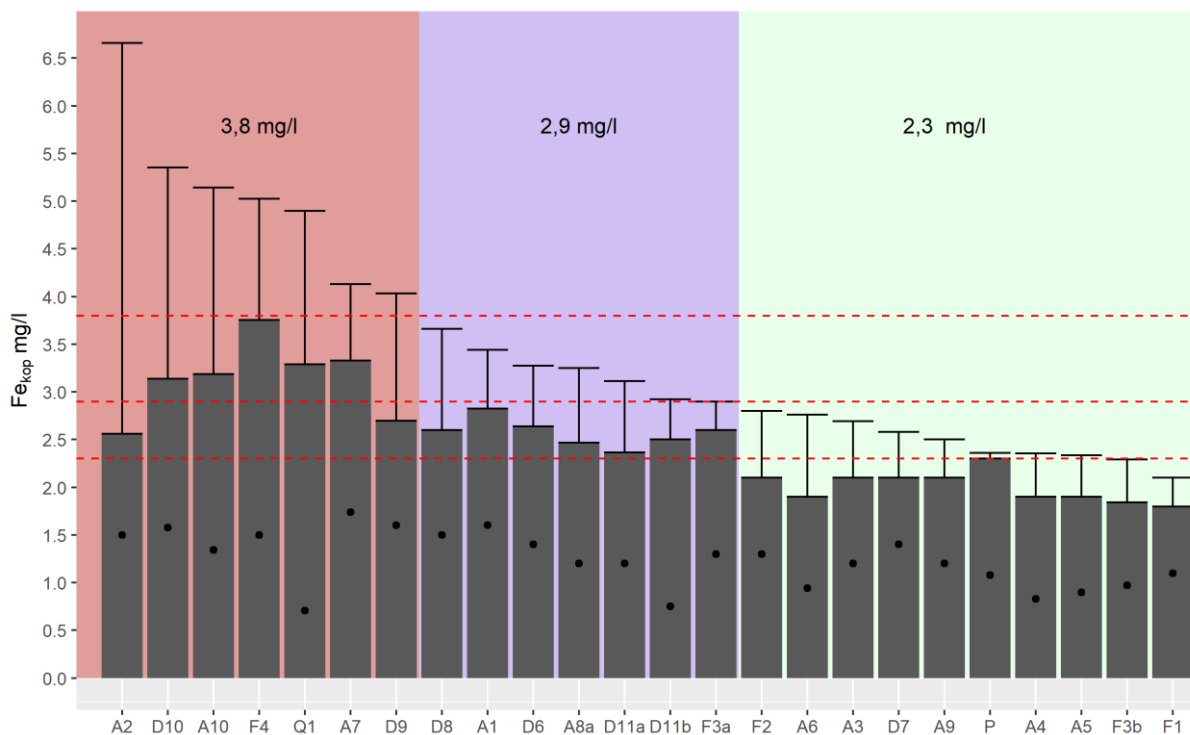
2.31.attēls. Mangāna fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.32.attēls. Mangāna fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā

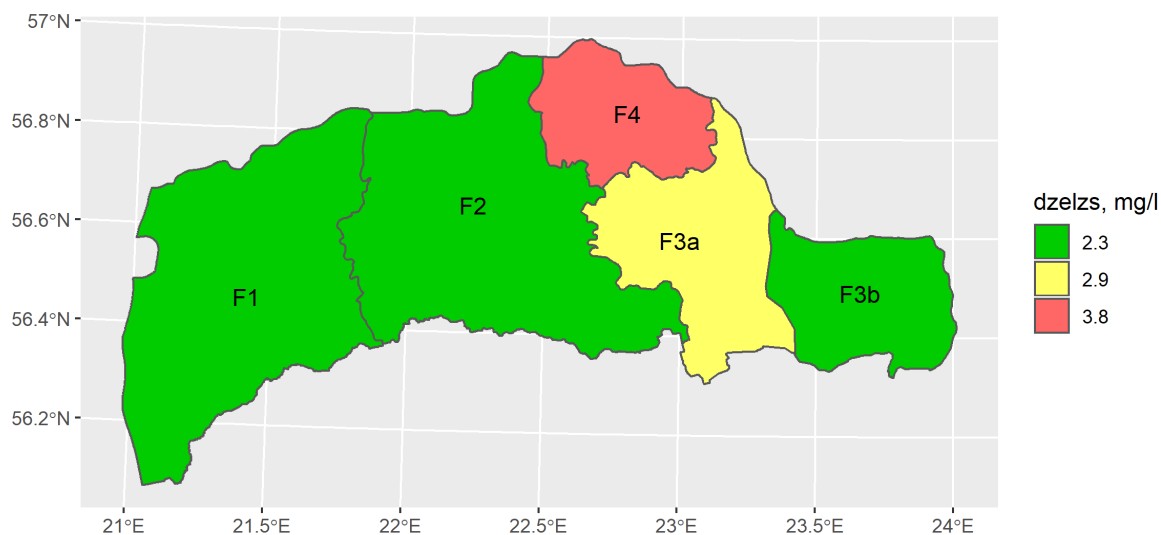
### 2.3.9 Dzelzs fona līmeņi anaerobajai videi

Izšķīdušā dzelzs fona līmeņi ir aprēķināti anaerobajai videi piederošajiem pazemes ūdeņiem katram pazemes ūdensobjektam. Ir izstrādātas trīs apvienotas fona līmeņu grupas, kuras visas ievērojami pārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.671 – 0,2 mg/l), norādot, ka visos Latvijas pazemes ūdensobjektos ir problēmas ar paaugstinātu izšķīdušā dzelzs saturu (2.33.attēls).

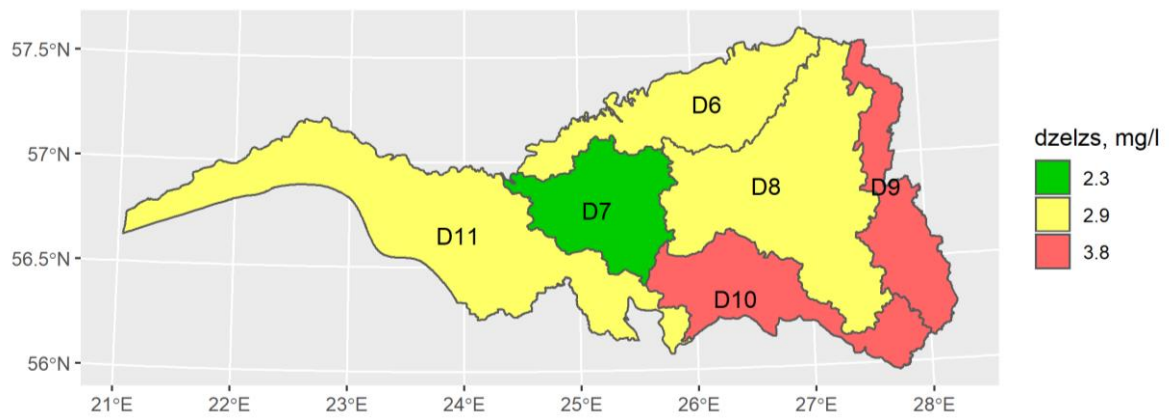


2.33.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks dzelzs fona līmeņiem anaerobā vidē

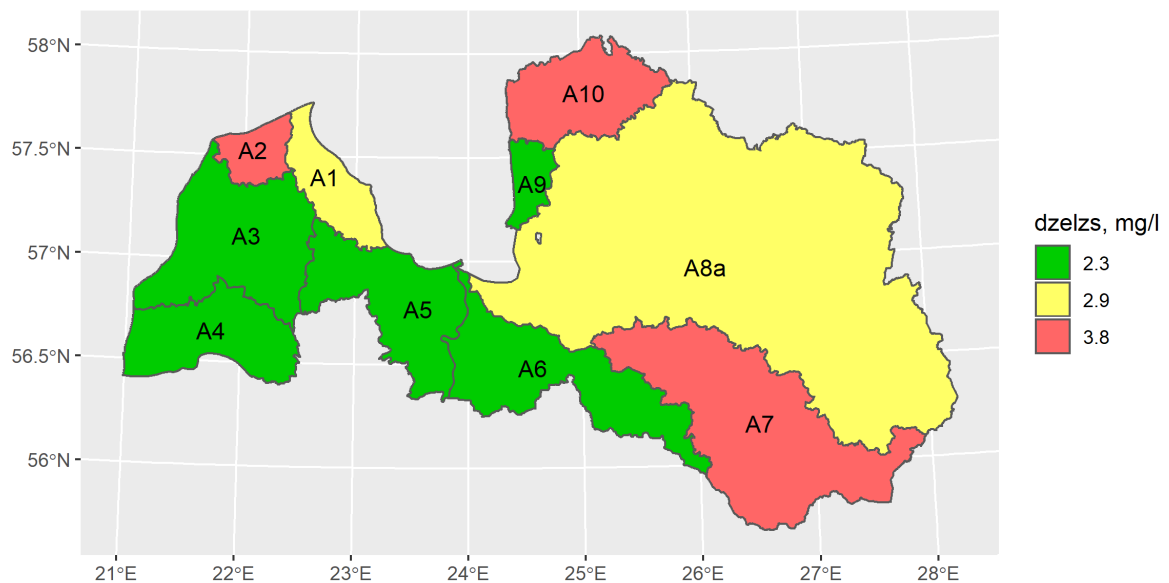
Izšķīdušā dzelzs fona līmeņi anaerobajiem pazemes ūdeņiem ir augsti visā Latvijas teritorijā, bet telpiskais sadalījums pazemes ūdens horizontu kompleksu ietvaros norāda uz likumsakarīgu sadalījumu. Latvijas dienvidrietumu daļā gan Famenas, gan Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksos ir novērojama relatīvi zemāks dzelzs fona līmenis (2.3 mg/l), nekā pārējā Latvijas teritorijā (2.34. un 2.36.attēli). Augstākie fona līmeņi izšķīdušajai dzelzij ir pārsvarā sastopami Latvijas ziemeļu un dienvidaustrumu perifērā daļā (2.35. un 2.36.attēli).



2.34.attēls. Dzelzs fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā anaerobai videi



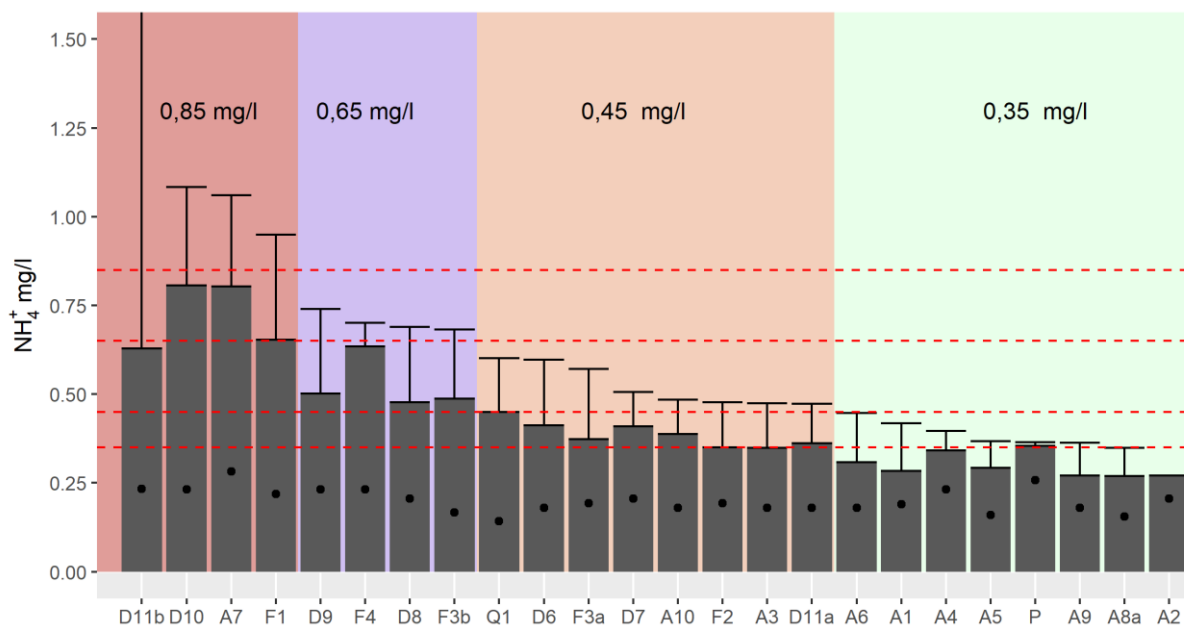
2.35.attēls. Dzelzs fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā anaerobai videi



2.36.attēls. Dzelzs fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā anaerobai videi

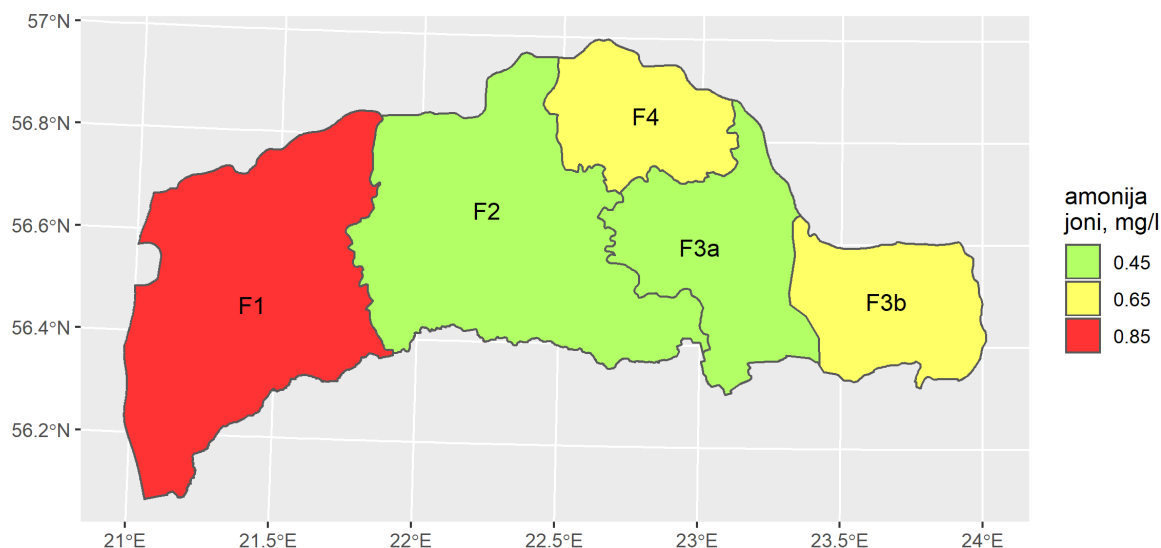
### 2.3.10 Amonija jonu fona līmeņi

Amonija jonu fona līmeņi visiem Latvijas PŪO ir iedalīti četrās apvienotās fona līmeņu grupās, no kurām divas grupas, jeb 8 pazemes ūdensobjekti pārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.671 – 0,5 mg/l) (2.37.attēls). Visaugstākie amonija jona fona līmeņi noteikti pazemes ūdensobjektiem D10 un A7, kuros fona līmenis sasniedz 0,8 mg/l.

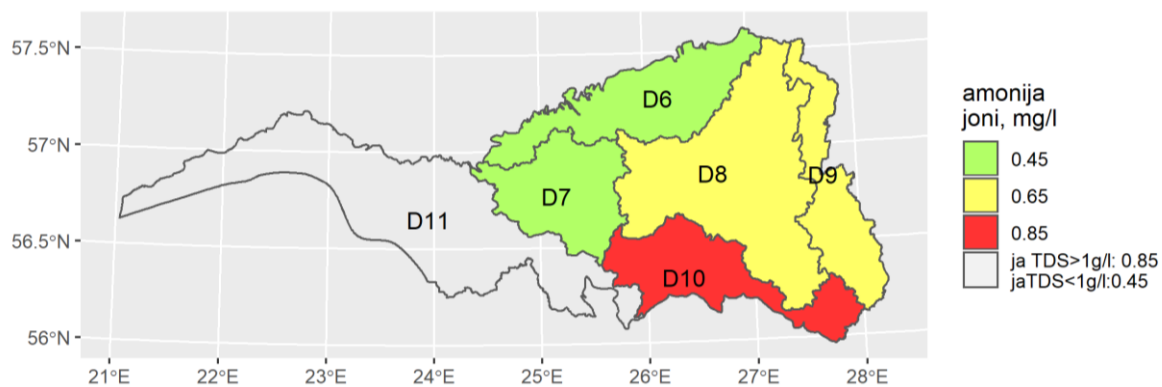


2.37.attēls. Grupu izdalīšanas grafiks amonija jonu fona līmeņiem

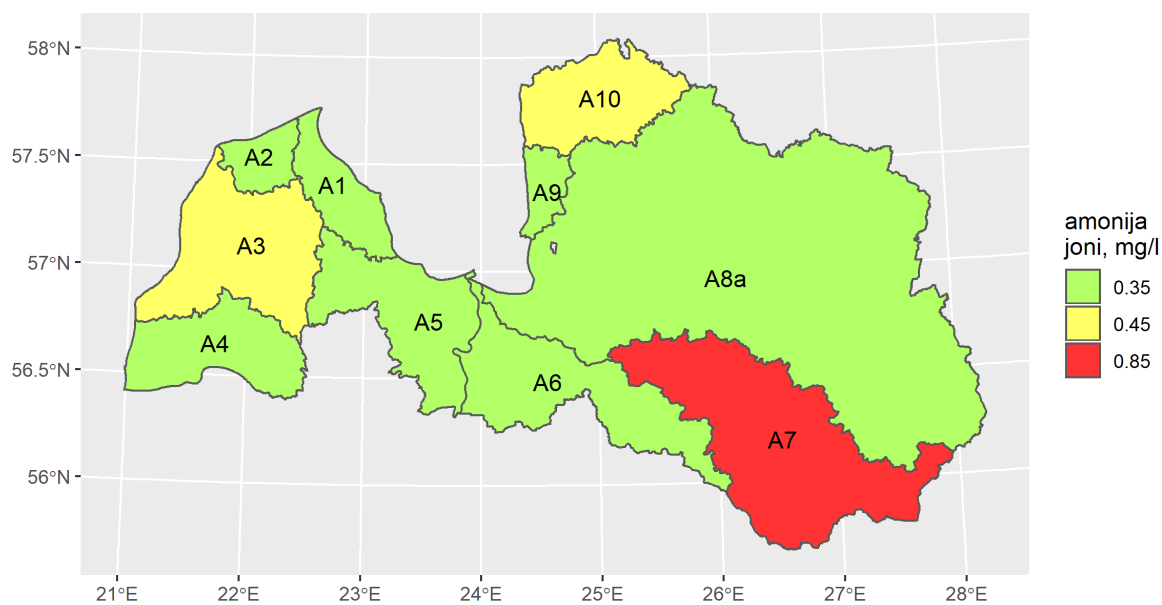
Amonija jona fona līmeņi lielākajā daļā pazemes ūdensobjektu nepārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības. Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā pārsvarā ir relatīvi zemi amonija jona fona līmeņi, izņemot objektu A7 Latvijas dienvidaustrumos (2.40.attēls). Arī Pļaviņu-Amulas horizontu kompleksā Latvijas dienvidaustrumos esošais objekts D10 satur augstu amonija jonu fona līmeni (2.39.attēls). Augsts amonija fona līmenis identificēts arī Famenas ūdens horizontu kompleksa rietumu daļā F1 objektā, un paaugstināts līmenis Latvijas centrālajā daļā objektā F4 un F3b, kā arī Pļaviņu-Amulas kompleksa objektā D11b (2.38. un 2.39.attēli).



2.38.attēls. Amonija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Famenas ūdens horizontu kompleksā



2.39.attēls. Amonija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksā



2.40.attēls. Amonija jonu fona līmeņu grupu telpiskais sadalījums Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā



### 3. Izstrādātās robežvērtības Latvijas PŪO

Robežvērtības Latvijas pazemes ūdensobjektiem noteiktas, izmantojot šajā projektā izstrādāto metodiku. Robežvērtību noteikšana balstās uz noteiktajiem fona līmeņiem, kas aprakstīti 2. nodaļā, un uz katram parametram atbilstošo references vērtību. Par references vērtību Latvijas pazemes ūdensobjektiem ir uzdots katram parametram atbilstošā dzeramā ūdens nekaitīguma prasība (MK noteikumi Nr. 671), jo pazemes ūdensobjekti ir izstrādāti ar mērķi aizsargāt dzeramā ūdens resursus. Par references vērtību nākotnē var tikt izmantotas arī citas vērtības, ja dzeramā ūdens nekaitīguma prasības mainās, vai arī mainās pazemes ūdensobjekta aizsargājamais mērķis (piemēram, ekosistēmas). Iespējamās references vērtības izmaiņas nākotnē būs iespējams ņemt vērā, pārrēķinot robežvērtības pēc projektā izstrādātās metodikas. Jāatzīmē, ka projekta ietvaros izstrādātie fona līmeņi ir robustāki pret izmaiņām nākotnē un tām nevajadzētu ievērojami mainīties, ja vien netiek ievākts ievērojams jaunu datu apjoms par pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu, vai arī ja netiek izmainīts pazemes ūdens sastāvs.

Robežvērtības ir noteiktas tikai tiem parametriem, kuriem ir pieejamas references vērtības, līdz ar to daļai parametru, kam noteikti fona līmeņi, nav noteiktas robežvērtības. Robežvērtību noteikšanas princips, tos aprēķinot pa pazemes ūdensobjektiem vai pa visu Latvijas teritoriju, ir līdzīgs fona līmeņu noteikšanas sadalījumam, līdz ar to sekojošo tabulu apzīmējumi ir līdzīgi 2. nodaļā sastopamajām tabulām.

#### 3.1. Robežvērtības – dalījums pa atsevišķiem PŪO

Katram pazemes ūdensobjektam, kuram ir noteikti individuāli fona līmeņi (2.tabula), ir noteikti arī individuālas robežvērtības (5.tabula). Robežvērtības noteiktas ir tikai tiem parametriem, kuriem ir MK noteiktumos Nr.671 noteiktas dzeramā ūdens nekaitīguma prasības. Visām mangāna un dzelzs vērtībām par robežvērtību ir uzdots atbilstošā pazemes ūdensobjekta fona līmenis, jo references vērtība ir augstāka par fona līmeni visos PŪO. Arī viena pazemes ūdensobjekta hlorīdjonu un atsevišķu PŪO sulfātjonu un amonija jonu robežvērtības ir uzdotas kā atbilstošā PŪO fona līmenis, jo tas pārsniedz references vērtības (5.tabula).

Tabula 5

Robežvērtības PŪO

Katram PŪO aprēķināta robežvērtība						
PŪO	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (anaerobajai videi)
A1	106.6	132.6	144.9	0.39	0.11	2.8
A10	105	129	137.5	0.44	0.19	3.2
A2	108.5	142.4	132.9	0.39	0.07	2.6
A3	107.6	133.4	145.1	0.42	0.07	2.1
A4	116.5	150.5	441	0.42	0.05	1.9
A5	137	171.9	454.4	0.40	0.07	1.9
A6	126.3	147.7	230	0.40	0.06	1.9
A7	113.2	133.1	138.7	0.80	0.11	3.3
A8a	111.1	132.9	165.6	0.39	0.10	2.5
A9	106	129.4	136	0.39	0.10	2.1
D10	107.9	133.9	144.5	0.81	0.12	3.1

Katram PŪO aprēķināta robežvērtība						
PŪO	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (anaerobajai videi)
D11a	112.3	138	243.5	0.43	0.07	2.4
D11b	133.5	190	1327.4	0.63	0.10	2.5
D6	106.6	130.8	155.5	0.46	0.09	2.6
D7	107.5	132.2	146.3	0.45	0.07	2.1
D8	109	131.4	138.5	0.49	0.08	2.6
D9	108	134.7	143.8	0.50	0.12	2.7
F1	109.8	131.9	145.5	0.65	0.06	1.8
F2	106	130.4	145.8	0.43	0.06	2.1
F3a	109.3	131.4	149.4	0.44	0.06	2.6
F3b	112.2	137.5	635.2	0.49	0.05	1.8
F4	108.1	132	162.4	0.64	0.07	3.8
P	130.9	177	134.8	0.43	0.11	2.3
Q1	122.7	154.7	148.7	0.4	0.16	3.3

Robežvērtības noteiktas arī pazemes ūdensobjektu grupām, kuras izveidotas fona līmeņu izstrādes ietvaros, balstoties uz apvienoto grupu fonu līmeņu vērtībām (6.tabula). Arī apvienotajās robežvērtību grupās visas mangāna un dzelzs robežvērtības, kā arī atsevišķas hlorīdjonu, sulfātjonu un amonija jonu robežvērtības ir noteiktas kā atbilstošais fona līmenis augsto fona līmeņu dēļ, kuri pārsniedz references vērtības.

Tabula 6

**Robežvērtības PŪO, kas apvienoti līdzīgu fona līmeņu grupās**

Līdzīgu fona līmeņu grupās apvienoto PŪO robežvērtības						
PŪO	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (anaerobajai videi)
A1	116	137.5	165	0.425	0.12	2.9
A10	106.5	134	140	0.475	0.19	3.8
A2	131	150	140	0.425	0.19	3.8
A3	109	137.5	150	0.475	0.1	2.3
A4	116	150	450	0.425	0.07	2.3
A5	137.5	190	450	0.425	0.07	2.3
A6	131	150	245	0.425	0.07	2.3
A7	116	137.5	140	0.85	0.16	3.8
A8a	116	134	165	0.425	0.12	2.9
A9	106.5	134	140	0.425	0.1	2.3
D10	109	134	150	0.85	0.16	3.8
D11a	112	137.5	245	0.475	0.1	2.9
D11b	137.5	190	1330	0.85	0.12	2.9
D6	106.5	134	165	0.475	0.12	2.9
D7	109	134	165	0.475	0.07	2.3
D8	109	134	150	0.65	0.12	2.9
D9	109	137.5	150	0.65	0.12	3.8

Līdzīgu fona līmeņu grupās apvienoto PŪO robežvērtības						
PŪO	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mn	Fe <sub>kop</sub> (anaerobajai videi)
F1	109	134	150	0.85	0.07	2.3
F2	106.5	134	150	0.475	0.07	2.3
F3a	112	134	165	0.475	0.1	2.9
F3b	112	137.5	630	0.65	0.07	2.3
F4	109	134	165	0.65	0.07	3.8
P	131	190	140	0.425	0.12	2.3
Q1	137.5	190	150	0.475	0.16	3.8

### 3.2. Robežvērtības – kopīgi visiem PŪO

Tiem parametriem, kuriem fona līmenis ir noteikts kopīgs visiem pazemes ūdensobjektiem, arī robežvērtības ir noteiktas kopīgas visiem pazemes ūdensobjektiem. Tam par iemeslu ir nepietiekamais paraugu skaits, lai būtu iespējams korekti noteikt fona līmeni katrā individuālā pazemes ūdensobjektā. Izņēmums ir nitrātjonu vērtības anaerobajā vidē, kam paraugu skaits ir liels, bet nitrātjonu vērtības anaerobajā vidē pārsvarā ir tuvu nullei, tāpēc to izdalīšana pa atsevišķiem PŪO nav pamatota.

Visas robežvērtības, kuras aprēķinātas kopīgas visiem pazemes ūdensobjektiem, apkopotas 7. tabulā kopā ar atbilstošo parametru fona līmeņiem un references vērtībām. Vienam parametram – varam – par robežvērtību ir uzdota parametra fona līmenis, jo tas pārsniedz varam noteiktu references vērtību MK noteikumos Nr.671.

Tabula 7

Robežvērtības pārējiem parametriem

Parametrs	Vērtība	References vērtība (MK Nr.671)	Robežvērtība	Mērvienība
Pb	1.65	10	5.83	μg/l
As	4.9	10	7.45	
Hg	0.16	1	0.58	
Cd	0.29	5	2.65	
Ni	2.2	20	11.1	
Cr	4	50	27	
Cu	10	2	10	
F	0.54	1.5	1.0	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> aerobajai videi	4	50	27	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> anaerobajai videi	0.4	50	25.2	
Fe <sub>kop</sub> aerobajai videi	0.17	0.2	0.19	

## Secinājumi un rekomendācijas

- Izstrādātie fona līmeņi ir izmantojami pazemes ūdensobjektu ķīmiskā stāvokļa novērtēšanai – gan vispārējam novērtējumam, gan negatīvu tendenču identificēšanai;
- Izstrādātie fona līmeņi ir robusti – tie ir neatkarīgi no spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem, tāpēc nav paredzamas to izmaiņas pārskatāmā nākotnē, izņemot gadījumus, kad ūdens ķīmiskais sastāvs tiek būtiski ietekmēts vai mainītas pazemes ūdensobjektu robežas;
- Izstrādātās robežvērtības ir atkarīgas no spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem, bet tās ir iespējams viegli pārrēķināt pēc izstrādātās metodikas gadījumos, ja mainās prasības dzeramā ūdens kvalitātei, vai arī tiek nolemts ar robežvērtību aizsargāt pazemes ūdensobjekta stāvokli attiecībā pret atkarīgajām ekosistēmām vai citiem dominējošajiem lietošanas mērķiem;
- Izstrādātās metodikas ir detalizēti aprakstītas, tās ir iespējams atkārtot un koriģēt, ja nākotnē rodas tāda nepieciešamība (piemēram, jauniem pazemes ūdensobjektiem);
- Lai apsaimniekotu Rīgas depresijas piltuves apkārtni Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā, tiek rekomendētas divas pieejas:
  - (1) Ņemot vērā nepieciešamību pēc robežvērtībām, lai aizsargātu dzeramā ūdens resursus Rīgas pilsētā un tās tuvā apkārtnē galvenajos saldūdens horizontos (Gaujas, Amatas un Pļaviņu), tiek rekomendēts izmantot jau iepriekšējos pētījumos izstrādāto robežvērtību Rīgas teritorijai no Rīgas jūras līča līdz izgāztuvei "Getliņi", kura ir 190 mg/l. Šī vērtība sniedz tādu pašus rezultātus, kā viena no pieejām (EC 2015), kas aprēķina robežvērtības, neizmantojot fona vērtības. Šī pieeja kā robežvērtību izmanto 75% no dzeramā ūdens normām, kas Latvijā aprakstītas MK noteikumos Nr.671 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība". Piemēram, hlorīdjonu maksimāli pieļaujamā norma ir 250 mg/l, bet 75% no vērtības ir 187,5 mg/l, kas noapaļojot atbilst iepriekš minētajai vērtībai 190 mg/l.
  - (2) Vai pielietot objekta A8 izdalītās antropogēni neietekmētās zonas A8a fona un robežvērtības pieņemot, ka dabiskos apstākļos sastāvs Rīgas apkārtnē ir bijis līdzīgs visa hidroģeoloģiski izdalītā pazemes ūdensobjekta A8 sastāvam. Tomēr jāatzīmē, ka šī pieeja ir samērā strikta.
- Fona līmeņu izstrādes gaitā ir izdalītas atšķirīga sastāva zonas pazemes ūdensobjektā F3, kuram ir noteikti atšķirīgi fona līmeņi un robežvērtības. Tiek rekomendēts pazemes ūdens apsaimniekošanā ņemt vērā izdalītās atšķirīga sastāva zonas F3a un F3b ūdensobjektā vai arī izdalīt šīs zonas kā atsevišķus pazemes (iespējams, riska) ūdensobjektus;
- Ir veikta pazemes ūdensobjektu grupēšana pēc līdzīgām fona vērtībām katram parametram, ar mērķi atvieglot pazemes ūdensobjektu apsaimniekošanu un izstrādāto vērtību pielietošanu praksē. Apsaimniekošanas vajadzībām var tikt izmantoti gan negrupētie, gan grupētie rezultāti, tomēr tiek rekomendēts izmantot grupētos fona līmeņus un robežvērtības;
- Projekta ietvaros apkopotajā datu kopā monitoringa punkti ir iedalīti aerobajā vidē un anaerobajā vidē, balstoties uz nestandarta principu, kas atšķiras no citās Eiropas valstīs

pielietotā principa, kam par iemeslu ir mangāna vērtību dabiskais sadalījums Latvijas pazemes ūdensobjektos, kas lielākoties ir robežās no 0.05 līdz 0.5 mg/l. Projektā īstenotā pieeja spēj iedalīt pazemes ūdens paraugus aerobajā un anaerobajā vidē, bet šādā gadījumā tiek rekomendēts noteikt mangāna fona līmeni, neiedalot paraugus atšķirīgās vidēs.

- Aerobās vides paraugu īpatsvars gala datu kopā ir neliels (~5%), kas ierobežo to parametru fona līmeņa noteikšanu pa individuāliem pazemes ūdensobjektiem, kuru koncentrācijas ir atkarīgas no reducēšanās-oksidēšanās vides. Svarīgi tas ir nitrātjonu fona līmeņu identificēšanai, kas ierobežoto aerobo paraugu skaita dēļ ir noteikts kā viena fona līmeņa vērtība visiem pazemes ūdensobjektiem. Tiek rekomendēts paplašināt Valsts pazemes ūdens monitoringa tīklu ar tādiem urbumiem, kuri spēj reprezentēt aerobās vides paraugus. Šādu urbumu paredzamais dziļums pārsvarā ir līdz 5 metriem, lai gan tas ir atkarīgs no vairākiem faktoriem (reljefs, nogulumu veids, to īpašības u.c.).
- Datu kopā par ūdens ieguves urbumiem tiek rekomendēts ieviest aili jeb tabulas lauku, kurā tiktu atzīmēta papildus informācija katram paraugam, katram parametram. Īpaši noderīga informācija ir par mērījuma vērtību, kas uzdots kā metodes noteikšanas robeža.