|  |
| --- |
| C:\Users\aigars.antins\Desktop\LATGALE\GC_logo_bez_fona.png |



Projektu finansē:

**Piesārņojošo vielu koncentrāciju**

**izmaiņu tendenču novērtējuma izstrāde**

**riska pazemes ūdensobjektos**

Rīga, 2020

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\aigars.antins\Desktop\LATGALE\GC_logo_bez_fona.png | Sabiedrība ar ierobežotu atbildību  Reģistrācijas Nr. 40003340949  Olīvu iela 9, Rīga, LV 1004  Tālrunis 67627504, fakss 67623512  E – pasts: gc@geoconsultants.lv |

**Pasūtītājs: Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija**

**Piesārņojošo vielu koncentrāciju**

**izmaiņu tendenču novērtējuma izstrāde**

**riska pazemes ūdensobjektos**

Sagatavoja O. Stiebriņš

ģeologs

Rīga, 2020

**SATURS**

[TEKSTĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI 5](#_Toc62721192)

[IEVADS 6](#_Toc62721193)

[1. RISKA PAZEMES ŪDENSOBJEKTI; SITUĀCIJAS VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS 6](#_Toc62721194)

[2. PIESĀRŅOJOŠO VIELU KONCENTRĀCIJAS IZMAIŅU TENDENČU ANALĪZES METODIKAS ĪSS APRAKSTS 7](#_Toc62721195)

[3. PIESĀRŅOJOŠO VIELU KONCENTRĀCIJAS IZMAIŅU TENDENČU ANALĪZE RISKA PAZEMES ŪDENSOBJEKTOS 21](#_Toc62721196)

[3.1. Baltezera mākslīgā papildināšana (Q2) 21](#_Toc62721197)

[3.2. Inčukalna sērskābā gudrona dīķi (A11) 21](#_Toc62721198)

[3.3. Jūras ūdeņu intrūzija Liepājā (F5) 25](#_Toc62721199)

[3.4. Rīgas apkārtne (riska zona) 26](#_Toc62721200)

[NOBEIGUMS 29](#_Toc62721201)

[LITERATŪRAS AVOTU SARAKSTS 29](#_Toc62721202)

[PIELIKUMI 31](#_Toc62721203)

**PIELIKUMI**

1. PIELIKUMS. Piesārņojošo vielu un to grupu robežvērtības riska pazemes ūdensobjektos
2. PIELIKUMS. Piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu RPŪO teritorijā izvietotos valsts monitoringa urbumos tendenču novērtējums
3. PIELIKUMS. Piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu urbumos statistiskie aprēķini

**ATTĒLI**

[Attēls 1. Atsevišķu parametru izmaiņu piemērs (Dienvidu dīķis, urbums B26, gruntsūdeņu horizonts) 23](#_Toc62727939)

[Attēls 2. Atsevišķu parametru izmaiņu piemērs (Ziemeļu dīķis, urbums 57, augšdevona augšgaujas horizonts) 24](#_Toc62727940)

[Attēls 3. Hlorīdjonu satura izmaiņas pazemes ūdeņu atradnes “Otaņķi” urbumos (augšdevona Mūru – Žagares horizonts) 27](#_Toc62727941)

**TABULAS**

[Tabula 1. Riska pazemes ūdensobjektu īsa raksturojuma kopsavilkums 8](#_Toc62727867)

[Tabula 2. Piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu tendenču analīzes riska pazemes ūdensobjektos īss kopsavilkums 12](#_Toc62727868)

[Tabula 3. Piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu novērtējuma Inčukalna sērskābā gudrona Dienvidu dīķa tuvumā piemērs (urbums B26, gruntsūdeņu horizonts) 22](#_Toc62727869)

[Tabula 4. Piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu novērtējuma Inčukalna sērskābā gudrona Ziemeļu dīķa tuvumā piemērs (urbums 57, augšdevona augšgaujas horizonts) 23](#_Toc62727870)

# TEKSTĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

**BTEX –** gaistošie aromātiskie ogļūdeņraži (benzols, toluols, etilbenzols un ksiloli)

**DB** – datu bāze

**DUS** – degvielas uzpildes stacija

**ES** – Eiropas Savienība

**EVS** – elektrovadītspēja

**GŪL** – gruntsūdeņu līmenis

**HM** – hidroģeoloģiskais modelis

**ĶSP** – ķīmiskais skābekļa patēriņš

**LAMO** – Latvijas hidroģeoloģiskais modelis

**LKS** – Latvijas taisnleņķa koordinātu sistēma

**LVĢMC** – Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”

**MDL** – metodes noteikšanas (detektēšanas) robeža jeb limits

**MK** – Ministru kabinets

**MPN** – maksimāli pieļaujamā norma

**NB** – naftas bāze

**PCE** - tetrahloretilēns

**PPPV** – Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu informācijas sistēma

**PŪO** – pazemes ūdensobjekts

**RPŪO** – riska pazemes ūdensobjekts

**RVP** – reģionālā vides pārvalde

**SVAV** – sintētiskās virsmas aktīvās vielas

**TCE** – trihloretilēns

**ŪSD** - Ūdens Struktūrdirektīva (Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2000/60/EK)

**VARAM** – Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija

**VĢF** – Valsts ģeoloģijas fonds

**VŪO** – virszemes ūdensobjekts

**VVD** – Valsts vides dienests

# IEVADS

Pamatojoties uz 2020. gada 15. oktobra Iepirkuma līgumu Nr. IL/84/2020 starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju (turpmāk – VARAM un/vai Pasūtītājs) un SIA “Geo Consultants” (turpmāk – Izpildītājs), pēdējais veica atsevišķu piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu tendenču novērtējuma izstrādi riska pazemes ūdensobjektos (turpmāk – RPŪO).

Dotais pārskats satur agrāk izdalīto RPŪO vispārējo, tajā skaitā – svarīgāko piesārņojošo un/vai raksturojošo vielu robežvērtību, īsu raksturojumu un izvēlētās koncentrāciju izmaiņu, tajā skaitā – atgriezenisko, tendenču analīzes novērtējuma (atbilstoši Eiropas Komisijas vadlīnijām) metodikas aprakstu.

Atsevišķu piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu tendenču novērtējuma izstrāde ir 2000. gada 23. oktobrī pieņemtās Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvas 2000/60/EK jeb Ūdens Struktūrdirektīvas (turpmāk – ŪSD) ieviešanas Latvijā procesa sastāvdaļa un ir cieši saistīta ar agrāk veiktajiem minētās direktīvas ieviešanas pasākumiem, tādiem kā upju baseinu apgabalu noteikšana, virszemes un pazemes ūdensobjektu (turpmāk attiecīgi – VŪO un PŪO), tajā skaitā - RPŪO), izdalīšana un svarīgāko piesārņojošo vielu robežvērtību RPŪO noteikšana (1. pielikums).

Ņemot vērā iepriekš minēto, Izpildītājs ir balstījies uz jau veiktā novērtējuma materiāliem [4 – 8], rīkojies atbilstoši Eiropas Komisijas vadlīnijām [9, 10], kā arī iespēju robežās ņēmis vērā sekojošu dokumentu prasības:

1. Eiropas Parlamenta un Padomes 2006. gada 12. decembra direktīvas 2006/118/EK par gruntsūdeņu aizsardzību pret piesārņojumu un kvalitātes pasliktināšanos;
2. Ministru kabineta (turpmāk – MK) 2004. gada 17 .februāra noteikumu Nr. 92 “Prasības virszemes ūdeņu, pazemes ūdeņu un aizsargājamo teritoriju monitoringam un monitoringa programmu izstrādei”.

Pārskata otrajā pielikumā sniegta datu kopa par piesārņojošajām vielām riska pazemes ūdensobjektos un riska zonā, kas sagatavota pamatojoties uz Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” (turpmāk – LVĢMC) uzturētās Datu bāzes (turpmāk – DB) “Urbumi” datiem, Valsts ģeoloģijas fonda (turpmāk – VĢF) materiāliem, informāciju, kas iegūta konsultējoties ar LVĢMC speciālistiem, un atbilstoši izvēlētajai tendenču analīzes metodikai.

Pārskats sagatavots trīs identiskos eksemplāros, viens no tiem paredzēts Pasūtītājam – VARAM, otru plānots nodot Valsts ģeoloģijas fondā, bet trešais paliks Izpildītāja arhīvā.

Izmantojot gadījumu, izsakām pateicību Latvijas Universitātes Zemes zinātņu un ģeogrāfijas fakultātes vadošajai pētniecei Ingai Retiķes kundzei par Izpildītājam veltīto laiku, vērtīgiem padomiem un atsaucību.

# 1. RISKA PAZEMES ŪDENSOBJEKTI; SITUĀCIJAS VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

ŪSD ieviešanas Latvijā ietvaros izdalīti trīs riska pazemes ūdens objekti:

1) Ūdensgūtne "Baltezers" un "Baltezers II" līdz Mazajam Baltezeram (Q2[[1]](#footnote-1));

2) Inčukalna sērskābā gudrona dīķa apkārtne (A11);

3) Liepāja un pilsētas dienvidaustrumu apkārtne līdz ūdensgūtnei "Otaņķi" (F5),

bet Rīgas pilsētas teritorija no Rīgas jūras līča līdz izgāztuvei "Getliņi" tiek uzskatīta par riska zonu.

Savulaik ir tikusi apskatīta arī citu potenciālu RPŪO izdalīšanas iespēja [6], tomēr pagaidām dažādu iemeslu dēļ šos objektus ir nolemts saglabāt potenciāla riska zonas statusā (“Daugavpils kvartāra pazemes ūdeņi” un “Latvijas – Lietuvas pierobeža”) vai arī apsaimniekot kā pazemes ūdensobjekta A3 sastāvdaļu (“Ventspils kvartāra pazemes ūdeņi”).

Pamatojoties uz Ministru kabineta 2009. gada 13. janvāra noteikumu Nr. 42 “Noteikumi par pazemes ūdens resursu apzināšanas kārtību un kvalitātes kritērijiem” 22.3. apakšpunktu un saskaņā ar Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas ministra K. Gerharda 2016. gada 3. oktobra rīkojumu Nr. 257, ir apstiprinātas atsevišķu piesārņojošo vielu un/vai piesārņojošo vielu grupu robežvērtības iepriekš minētajos riska pazemes ūdensobjektos (1. pielikums). Pēdējos gados pētnieciskā monitoringa ietvaros [7, 8] divos RPŪO ir pārskatītas/mainītas robežvērtības vairākām piesārņojošām vielām un/vai to grupām.

Minēto RPŪO raksturojuma īss kopsavilkums sniegts 1. tabulā.

# 2. PIESĀRŅOJOŠO VIELU KONCENTRĀCIJAS IZMAIŅU TENDENČU ANALĪZES METODIKAS ĪSS APRAKSTS

Jau no agrāko pētījumu, saistītu ar ŪSD ieviešanu Latvijā, materiāliem [4 - 8] bija skaidrs, ka vislielākā problēma pazemes ūdeņu kvalitātes izmaiņu novērtējumā un šo izmaiņu tendenču noteikšanā ir saistīta ar nepietiekoši garu kvalitatīvu pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva testēšanas datu rindu, kā arī ar esošo datu zināmu pretrunīgumu/neviennozīmīgumu.

Saprotams, ka minimālais novērojumu periods precīzi nav definēts nevienā no normatīvajiem aktiem vai metodiskajām rokasgrāmatām, bet atbilstoši Eiropas Komisijas vadlīnijām [9, 10], tas ir 8 gadi. Turklāt vadlīnijas apskata tikai nepārtrauktu datu rindu. Līdz ar to, jau sākotnēji bija skaidrs, ka vispiemērotākie ir riska objekta tuvumā un Rīgas riska zonā izvietoto valsts monitoringa urbumu dati; īsa informācija par izmantotajiem valsts monitoringa 24 urbumiem un pazemes ūdeņu paraugos nosakāmajiem parametriem sniegta 1. tabulā. Ir jāņem vērā, ka katrs no novērojumu urbumiem ir ierīkots tikai vienā pazemes ūdeņu horizontā vai to kompleksā; līdz ar to, atsevišķos objektos pazemes ūdeņu kvalitātes izmaiņas novērtētas tikai pēc viena, bet citos (piemēram, Rīgas riska zonā vai F5) – pēc vairāku (līdz pat 5), urbumu datiem.

Neapšaubāmi tikai valsts monitoringa urbumu datu nav pietiekoši drošiem un pamatotiem secinājumiem; līdz ar to, analizēta ir arī cita pieejamā informācija, proti - paraugu testēšanas rezultāti no: pazemes ūdeņu atradnes “Otaņķi” urbumiem (objekta F5 raksturojumam) un Valsts vides dienesta (turpmāk – VVD) pavisam nesen ierīkotās novērojumu urbumu/aku kopas Inčukalna sērskābā gudrona dīķu apkārtnē[[2]](#footnote-2) (objekta A11 raksturojumam). Savukārt situācijas precizēšanai Rīgas riska zonā izmantoti paraugu testēšanas rezultāti no valsts monitoringa stacijas “Mārupe”, kas izvietota ārpus aktuālās riska zonas robežām, urbumiem.

**Tabula 1. Riska pazemes ūdensobjektu īsa raksturojuma kopsavilkums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **RPŪO** | | **Monitoringa urbums** | | | | **Nosakāmie parametri** | | | | | | | | | | | | | | | **Novērojumu periods** |
| **nosaukums** | **apzīmējums** | **Nr.** | **Nr. DB**  **“Urbu-mi”** | **Iecirknis** | **horizonts** | **ĶSP** | **SO4** | **SVAV** | **EVS** | **TCE+PCE** | **BTEX** | **As** | **Cd** | **Pb** | **Cl** | **Na** | **Trihlormetāns** | **1,2-dihloretāns** | **NO3** | **NH4** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** |
| Inčukalna sērskābā gudrona dīķi | A11 | 361 (360) | 1495 | | Q | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  | 13.02.97. - 31.03.20. |
| 359 | 1494 | | D3*gj2* | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  | 12.06.90. - 30.06.20. |
| Liepājas jūras ūdeņu intrūzija | F5 | 465 | 862 | Lauma | D3*mr-žg* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | 21.08.90. - 19.08.19. |
| XI | 2642 | Liepāja | D3*mr-žg* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | 22.08.90.-19.08.19. |
| XIV – Ž | 2644 | D3*jn-ak* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | Atsevišķas analīzes |
| XIV - E | 2645 | D3*mr-žg* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | 22.08.90. - 22.11.17. |
| XIV - G | 2647 | D3*mr-žg* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | 22.08.90. - 19.08.19. |
| XIV - V | 2648 | D3*ktl* |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  | 22.08.90. - 12.06.17. |
| Baltezera mākslīgā papildināšana | Q2 | 46N | 135 | | Q |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | 06.02.90. - 05.06.17. |
| 48A | 22624 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | 19.07.01. - 11.05.20. |
| 14A | 22681 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | 21.11.03. - 11.05.20. |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8;  Q1;  Q2;  D11;  D7 | 7a | 682 | Imanta | D3*gj* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 15.02.90. -01.04.20. |
| 6a | 683 | D3*gj* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 15.02.90.-01.04.20. |
| 5a | 684 | D3*am* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 1 analīze (21.11.91.) |
| 4a | 685 | D3*am* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 15.02.90.-01.04.20. |
| 3a | 686 | D3*pl* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 20.03.90.-01.04.20. |
| 1a | 688 | Q |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + |  | + | + | + | + | 11.01.90.-29.12.94. |
| 345 | 1501 | Jugla | D3*gj* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 14.03.90.-06.05.20. |
| 346 | 1502 | D3*gj* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | Atsevišķas analīzes |
| 349 | 1505 | Q |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + |  | + | + | + | + | 15.03.90.-06.05.20. |

1. tabula turpinās

1. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** |
| Rīgas apkārtne (riska zona)[[3]](#footnote-3) | A8;  Q1;  Q2;  D11;  D7 | 1 | 22760 | Akmens tilts | D3*gj* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 11.05.07.-31.03.20. |
| 2 | 22761 | D3*am* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 11.05.07. - 31.03.20. |
| 3 | 22762 | Q |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + |  | + | + | + | + | 11.05.07. - 31.03.20. |
| 4 | 22763 | D3*pl* |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + |  | + | + |  | + | 25.11.08. - 31.03.20. |

Ņemot vērā to, ka situācija katrā no RPŪO un Rīgas riska zonā ir stipri dažāda, tendenču novērtējuma sākuma punkta (gada) un ilguma (perioda) noteikšana katrā no tiem veikta atšķirīgi. Esošajā situācijā (ar kvalitatīvu testēšanas datu ievērojamu deficītu) objektā F5 un Rīgas riska zonā izmantoti faktiski visu analīžu dati, kaut arī tas zināmā mērā ir pretrunā ar Eiropas Komisijas vadlīnijām (maksimālais novērojumu perioda ilgums – 30 gadi). Ierobežojot novērojumu periodu ar 30 gadiem, var palaist garām potenciāli iespējamo tendenču maiņas punktu, jo tieši pagājušā gadsimta 90. – to gadu sākumā pazemes ūdeņu ieguvē iezīmējās krass samazinājums gan tā saucamajā “Lielās Rīgas”, gan Liepājas reģionā. Savukārt objektos Q2 un A11 izmantoti testēšanas rezultāti, kas iegūti, sākot ar 1990. gadu (tas ir – 30 gadu periodā), vai arī jaunāki, ja regulāru paraugu noņemšana uzsākta vēlāk.

Ņemot vērā to, ka regulāru pazemes ūdeņu paraugu testu uzsākšanas laiks ir neparasti plašs: no pagājušā gadsimta sešdesmito gadu sākuma Liepājā līdz 2007. gadam urbumu kopā pie Akmens tilta Rīgā un 2015. - 2016. gadam urbumos pie Inčukalna sērskābā gudrona dīķiem, bieži atšķiras dažādu piesārņotāju ar zināmām robežvērtībām koncentrācijas noteikšanas uzsākšanas laiks pat vienā urbumā, katrā no RPŪO novērojumu sākuma punkts ir atšķirīgs, turklāt tas var atšķirties arī viena objekta dažādos pazemes ūdeņu horizontos un pat viena horizonta dažādos urbumos.

Atbilstoši analītisko datu apstrādes vispārpieņemtajai praksei, vispirms veikta testēšanas rezultātu izvērtēšana, izmantojot tā saucamo jonu bilances vienādojumu:

*no𝑣i𝑟𝑧𝑒 % = ((Σkatjoni − Σanjoni)/(Σkatjoni + Σanjoni)) × 100* (1).

Teorētiski novirze ir pieļaujama tikai pavisam nelielās (± 1 %) robežās; ir iespējama kritēriju, balstītu uz anjonu kopējās koncentrācijas, izteiktas mg-ekv./l, izmantošanu. Tā, piemēram, pieļaujamā atšķirība jonu bilances vienādojumā nedrīkst pārsniegt 0,2 %, ja anjonu summa atrodas 0 – 3,0 mg-ekv./l robežās, 2 % (3,0 – 10,0 mg-ekv./l ietvaros) un 5 %, ja anjonu summa pārsniedz 10 mg-ekv./l. Saglabājot agrāko pētījumu [3, 4] principu, dotajā darbā tikai gadījumā, ja novirze pārsniedza 10 %, testēšanas rezultāts uzskatīts par pilnībā neatbilstošu. Neapšaubāmi, izvērtējot katru neatbilstības gadījumu atsevišķi un, attiecīgi apstrādājot rezultātus, iespējams izmantot arī šādu analīžu datus. Ņemot vērā to, ka ķīmisko datu apstrāde nebija dotā darba uzdevuma sastāvdaļa, rezultāti ar novirzi no jonu bilances vienādojuma, lielāku par 10 %, izslēgti no tendenču novērtējumā izmantojamo datu kopas. Diemžēl pat pie šādas, stipri atvieglinātas, pieejas, neatbilstošu analīžu ir samērā daudz, it īpaši – starp pēdējos gados veiktajām. Savukārt, izmantojot stingro (1 %) neatbilstības principu, lielākā daļa no analīzēm var tikt atzītas par nederīgām/neatbilstošām.

Datu apstrādes gaitā noskaidrojās, ka paraugu noņemšanas biežums ne tikai juridisku personu, bet arī valsts monitoringa, urbumos ir bijis stipri svārstīgs – no 4 reizēm viena gada laikā līdz 1 – 2 paraugiem 10 – 15, dažkārt – arī vairāk, gadu periodā; samērā bieži var novērot regulāru paraugu noņemšanas ciklu (piemēram, 5 gadi un ilgāk) un ilgstošu periodu bez paraugošanas (līdz pat vairākiem gadu desmitiem) miju.

Viena gada laikā noņemtajiem (2, 3 vai 4) paraugiem, atbilstoši rekomendācijām [9, 10], veikta ķīmiskā sastāva rādītāju vienādošana, tas ir izskaitļots gada vidējais rādītājs, kas turpmāk izmantots datu apstrādē un analīzē. Ņemot vērā ķīmisko analīžu rezultātu plašo izkliedi un pārsvarā nelielo testu skaitu, tas ir – nelielu (n< 30) izlasi, var pieņemt, ka dati kopumā neatbilst normālam (Gausa) sadalījumam. Līdz ar to, turpmākajos statistiskajos aprēķinos izmantots nevis vidējais aritmētiskais, bet gan – mediāna, kā kopumā atbilstošāka datu Stjūdenta jeb t - sadalījumam.

Samērā bieži, it īpaši riska pazemes ūdensobjektā A11 un Rīgas riska zonā, sastopama situācija, kad piesārņojošo vielu un/vai to grupu, kam noteiktas robežvērtības, koncentrācija ir mazāka par izmantotās analītiskās noteikšanas metodes robežu jeb limitu (turpmāk – MDL). Šādos gadījumos testēšanas pārskatos (un DB “Urbumi”) sniegtais rezultāts “mazāks par MDL” aizstāts ar pusi no tā vērtības. Piemēram, ja DB “Urbumi” 1,2-dihloretāna analīzes rezultāts norādīts kā mazāks par 0,1 µg/l, tad tendenču novērtējuma datu kopā tas aizstāts ar 0,05 µg/l.

Pārbaudot pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva testēšanas datus, ir atklāti vairāki ekstremāli augsti/zemi rezultāti, kas viennozīmīgi uzskatāmi par neatbilstošiem, jo pārsniedz standarta novirzi vismaz 4 reizes. Tāpat kā gadījumā ar neatbilstību jonu bilances vienādojumā, arī šādu datu izmantošana ir iespējama, izskatot katru konkrētu gadījumu atsevišķi, tomēr dotā darba ietvaros šādi rezultāti ir izslēgti no tendenču novērtējumam paredzēto datu kopas. Ņemot kopumā, šādu ekstremālu, pilnībā neatbilstošu vērtību nav daudz un tām noteikti nav sistemātiska rakstura (iespējams, šeit ir darīšana ar tā saucamajām drukas kļūdām jeb “cilvēcisko faktoru”).

Datu atlases procesā sagatavotas piesārņojošo vielu un/vai to grupu satura izmaiņu tendenču novērtējumam paredzētas tabulas, tas ir – katram izvēlētajam urbumam sava tabula (2. pielikums).

Izmantojot sagatavotās datu tabulas, darbu turpinājumā noteikti atsevišķi statistiskie rādītāji; katrā urbumā katram no parametriem ar robežvērtību izskaitļota minimālā un maksimālā koncentrācija, mediāna, dispersija jeb neatbilstība (angliski - variance), standarta novirze un ticamības līmenis, kā arī atbilstošo analīžu (testu) skaits. Izmantojot datorprogrammu Excel, sagatavots katra parametra, kas vairāk vai mazāk regulāri noteikts vismaz 5 – 6 gadu laikā, izmaiņu grafiks (diagramma) ar tendences (trenda) līniju. Uz tendences līnijas parādīts vienādojums, kas liecina par pozitīvu (augošu) vai negatīvu (dilstošu) tendenci, kā arī noteikšanas koeficienta (angliski - R – Square) vērtība.

Sagatavotās diagrammas izvērtētas, raugoties no piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas pazemes ūdeņos izmaiņu laika gaitā viedokļa. Ja Izpildītāja izpratnē ir novērota koncentrācijas izmaiņu tendence - no stabila pieauguma uz izteiktu samazināšanos, datu rinda sadalīta divās daļās un katrai no tām aprēķināti statistiskie rādītāji. Diemžēl iespēju droši noteikt šādu tendenču maiņu (no tiešās uz atgriezenisko) nav daudz. Izpildītāja izpratnē tas ir iespējams objekta F5 urbumā Nr. 862 (hlorīdjoniem un sulfātjoniem), kā arī Rīgas riska zonas valsts monitoringa urbumā Nr. 1501 (amonija slāpeklim). Atgriezeniskās tendences sākumpunkts norādīts 2. tabulā.

Kā vispiemērotākā sakopoto ķīmiskās testēšanas datu apstrādei izvēlēta tā saucamā lineārās regresijas analīze jeb ANOVA tests, jo ļauj novērtēt rezultatīvās pazīmes (piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas pazemes ūdeņos) izmaiņu funkciju, mainoties faktoriālās pazīmes vērtībai (laikam). ANOVA tests veikts tikai reālas datu rindas esamības gadījumos. Ja gadu, ar ticamu analīžu datiem, skaits bija mazāks par 5 – 6, vai datu rindu veidoja tikai koncentrācija, mazāka par metodes detektēšanas robežu, regresijas analīze nav veikta.

Darbu turpinājumā sagatavota visiem Latvijā izdalītajiem RPŪO vienota tabula (otrā) ar piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu tendenču novērtējuma rezultātiem. Starp apkopotajiem datiem izcelti tie, kas pēc noteikšanas koeficienta (angliski - R – Square) jeb R2 un statistiskā nozīmīguma (angliski - significance) jeb F vērtībām ir neatbilstoši, proti – R2 mazāks par 0,5 (gaiši zilā krāsā) un F lielāks par 0,05 (zaļā krāsā). Citiem vārdiem runājot, par pieņemamām uzskatītas R2 vērtības, lielākas par 0,5, un F vērtības, mazākas par 0,05.

Diemžēl lielākajai datu daļai raksturīgas zemas noteikšanas koeficienta vērtības (jo tas ir tuvāks 1, jo labāk regresijas līkne atbilst datu kopai); savukārt nozīmīguma parametra vērtība samērā bieži pārsniedz 0,01 un liecina, ka izmantotajiem datiem ir zems nozīmīguma līmenis.

Darbu nobeigumā sagatavots īss situācijas apskats katrā no riska pazemes ūdensobjektiem (3. sadaļa), kā arī sniegtas atsevišķas rekomendācijas.

**Tabula 2. Piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu tendenču analīzes riska pazemes ūdensobjektos īss kopsavilkums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **RPŪO** | **Apzīmējums** | **Horizonts** | **Urbums** | **Piesārņojošās vielas un/vai to grupas** | **Novērojumu sākuma gads** | **Testēšanas datu** | | | **Regresijas analīzes rezultāti** | | | **Piezīmes** |
| **mediāna** | **dispersija** | **standartnovirze** | **vienādojums** | **noteikšanas koeficients**  **(R2 vērtība)** | **nozīmīgums (significance)** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Inčukalna sērskābā gudrona dīķi | A11 | Q | 1495 | ĶSP | 2017. | 9,750 | 7,543 | 2,746 |  |  |  |  |
| SO4 | 1997. | 13,700 | 3,628 | 1,905 | y = 0,1571x + 13,643 | 0,024/0,014[[4]](#footnote-4) | 0,849 | Nebūtisks paaugstinājums; tendence nav ticama |
| SVAV | 2017. | 0,003 | 0,000001 | 0,001 |  |  |  |  |
| EVS | 1997. | 642,500 | 860,660 | 24,337 | y = -5,85x + 654,75 | 0,080/0,051 | 0,773 | Nebūtisks pazeminājums; tendence nav ticama |
| TCE+PCE | 2017. | 0,100 | 0,002 | 0,0041 |  |  |  |  |
| BTEX | 2017. | 1,050 | 0,003 | 0,0050 |  |  |  |  |
| As | 2013. | 0,100 | 0,0001 | 0,010 |  |  |  | Nebūtiskas, haotiskas konc. izmaiņas |
| Cd | 2013. | 0,004 | 0,0001 | 0,009 |  |  |  |
| Pb | 2013. | 1,005 | 0,093 | 0,305 |  |  |  |
| D3*gj*2 | 1494 | ĶSP | 2017. | 1,625 | 7,547 | 2,746 |  |  |  |  |
| SO4 | 1978. | 9,350 | 15,469 | 3,933 | y = -0,5358x + 16,398 | 0,500/0,371 | 0,009 | Sulfātjonu konc. pazeminās, tendence ir ticama |
| SVAV | 2017. | 0,002 | 0,000002 | 0,001 |  |  |  |  |
| EVS | 1993. | 278 | 2183,728 | 46,73 | y = 6,937x + 220,88 | 0,593/0,585 | 0,00035 | EVS paaugstinās; tendence ir ticama |
| TCE+PCE | 2017. | 0,100 | 0,000005 | 0,002 |  |  |  |  |
| BTEX | 2017. | 1,025 | 0,179 | 0,424 |  |  |  |  |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | | **12** | **13** |
|  | A11 | D3*gj*2 | 1494 | As | 2013. | 0,175 | 0,058 | 0,241 |  | |  |  |  |
| Liepājas jūras ūdeņu intrūzija | F5 | D3*ktl* | 2648 | SO4 | 1961. | 40,65 | 46,792 | 23,384 | y = 2,1792x + 30,553 | | 0,185/0,646 | 0,0003 | Sulfātjonu konc. pieaug; tendence maz ticama |
| D3*ktl* | 2648 | Cl | 1961. | 107,000 | 835,859 | 29,911 | y = 4,3882x + 72,575 | 0,490/0,867 | | 0,0000005 | Hlorīdjonu konc. pieaug; tendence ir ticama |
| Na | 2017. |  |  |  |  |  | |  | 1 paraugs |
| D3*mr-žg* | 862 | SO4 | 1985. | 461,920 | 31627,724 | 177,842 | y = -2,1458x + 4530,9; y = 17,874x – 35463 | 0,004/0,007;  0,465/0,355 | | 0,860/0,019 | Noteikts atgriezeniskās tendences sākumpunkts – 2000. g.; tendences maz ticamas |
| Cl | 1985. | 370,000 | 135569,300 | 368,197 | y = 12,077x – 23157;  y = -32,177x + 64935 | 0,131/0,215;  0,530/0,458 | | 0,295/0,006 | Noteikts atgriezeniskās tendences sākumpunkts – 2000. g.; tendences maz ticamas/ticamas |
| Na | 1994. | 75,500 | 16967,068 | 130,258 | y = -14,69x + 230,69 | 0,585/0,537 | | 0,001 | Konc. samazināšanās; tendence ir ticama |
| 2642 | SO4 | 1961. | 235,000 | 13102,231 | 114,465 | y = -2,3067x + 276,34 | 0,011/0,037 | | 0,511 | SO4 konc. samazinās; tendence nav ticama |
| Cl | 1961. | 1438,500 | 60491,205 | 126,456 | y = 15,21x + 1319 | 0,092/0,057 | | 0,373 | Cl konc. pieaug; tendence nav ticama |
| Na | 1997. | 623,000 | 35045,408 | 143,898 | y = 5,0794x + 652,24 | 0,009/0,002 | | 0,910 | Na konc. pieaug; tendence nav ticama |
| 2645 | SO4 | 1961. | 97,910 | 200,397 | 14,156 | y = -3,0396x + 107,76 | 0,184 | |  | SO4 konc. samazinās; tendence nav ticama |
| Cl | 1961. | 20,000 | 36,878 | 5,616 | y = -2,7x + 29,914 | 0,791 | |  | Hlorīdjonu konc. pazeminās; tendence ir ticama |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
|  | | F5 | D3*mr-žg* | 2645 | Na | 1979. | 26,500 | 6,250 | 2,500 |  |  |  |  |
| 2647 | SO4 | 1961. | 303,000 | 9027,974 | 95,016 | y = -1,2669x + 335,57 | 0,005/0,014 | 0,663 | SO4 konc. samazinās; tendence nav ticama |
| Liepājas jūras ūdeņu intrūzija | Cl | 1961. | 1985,000 | 112315,240 | 335,135 | y = 11,027x + 1740,9 | 0,029/0,020 | 0,590 | Cl konc. pieaug; tendence nav ticama |
| Na | 1976. | 956,000 | 45510,796 | 213,333 | y = 11,773x + 963,98 | 0,034/0,115 | 0,372 | Na konc. pieaug; tendence nav ticama |
| D3*jn-ak* | 2644 | SO4 | 1973. | 466,250 | 10128,807 | 100,642 | y = -7,8479x + 490,85 | 0,129/0,572 | 0,001 | Sulfātjonu saturs samazinās; tendence ir mazticama |
| Cl | 1973. | 44,000 | 818,140 | 28,603 | y = -0,4074x + 56,35 | 0,004/0,017 | 0,647 | Cl konc. samazinās; tendence nav ticama |
| Na | 1979. |  |  |  |  |  |  | 2 analīzes |
| Baltezera mākslīgā papildināšana | Q2 | Q | 135 | Cl | 1990. | 159,500 | 3514,133 | 59,280 | y = 6,104x - 12085 | 0,122/0,250 | 0,068 | Cl konc. paaugstināšanās; tendence nav ticama |
| 22624 | 2001. | 133,00 | 7346,701 | 85,713 | y = 8,634x + 73,539 | 0,189/0,359 | 0,024 | Cl konc. paaugstināšanās; tendence nav ticama |
| 22681 | 2003. | 93,550 | 6790,256 | 93,550 | y = -17,862x + 204,59 | 0,388/ | 0,019 | Cl konc. pazemināšanās; tendence maz ticama |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | Q | 688 | TCE + PCE |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BTEX |  |  |  |  |  |  |  |  |
| As |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cd |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pb |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cl | 1990. | 22,000 | 8,667 | 4,320 |  |  |  | 3 analīzes |
| Trihlormetāns |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | Q | 688 | 1,2-dihloretāns |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N/NO3 | 1990. | 0,310 | 0,096 | 0,310 |  |  |  | 2 analīzes |
| N/NH4 | 1990. | 0,150 | 0,003 | 0,050 |  |  |  | 2 analīzes |
| 1505 | TCE + PCE | 2004. | 0,100 | 0,002 | 0,047 |  |  |  |  |
| BTEX | 2013. | 0,543 | 0,209 | 0,458 |  |  |  |  |
| As | 2009. | 2,200 | 0,265 | 0,505 |  |  |  |  |
| Cd | 2009. | 0,008 | 0,0005 | 0,021 |  |  |  |  |
| Pb | 2009. | 0,859 | 0,412 | 0,642 |  |  |  |  |
| Cl | 1990. | 6,950 | 20,682 | 4,548 | y = -0,4089x + 829,35 | 0,687/0,006 | 0,774 | Cl konc. samazinās; tendence maz ticama |
| Trihlormetāns | 2013. | 0,100 |  |  |  |  |  | 2 analīzes |
| 1,2-dihloretāns | 2013. | 0,050 |  |  |  |  |  | 2 analīzes |
| N/NO3 | 1990. | 0,033 | 0,111 | 0,332 | y = -0,0146x + 29,337 | 0,163/0,205 | 0,068 | N/NO3 konc. samazinās; tendence nav ticama |
| N/NH4 | 1990. | 0,161 | 0,004 | 0,065 | y = 0,0021x - 4,1179 | 0,091/0,052 | 0,380 | N/NH4 konc. paaugstinās; tendence nav ticama |
| 22762 | TCE + PCE | 2007. | 0,100 | 0,006 | 0,080 |  |  |  |  |
| BTEX | 2013. | 1,075 | 0,255 | 0,505 |  |  |  |  |
| As | 2007. | 0,215 | 0,030 | 0,172 | y = 0,0384x + 0,051 | 0,309 |  | Konc. neliela paaugstināšanās; tendence maz ticama |
| Cd | 2007. | 0,006 | 0,0001 | 0,007 |  |  |  |  |

1. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | Q | 22762 | Pb | 2007. | 0,885 | 0,658 | 0,819 | y = 0,0302x + 0,811 | 0,0086 |  | Konc. neliela paaugstināšanās; tendence nav ticama |
| Cl | 2007. | 166,000 | 14627,051 | 120,942 | y = -17,191x + 302,69 | 0,135/0,012 | 0,795 | Cl konc. samazinās; tendence maz ticama |
| Trihlormetāns | 2013. | 0,130 | 0,002 | 0,045 |  |  |  |  |
| 22762 | 1,2-dihloretāns | 2013. | 0,050 | 0,001 | 0,027 |  |  |  |  |
| N/NO3 | 2007. | 0,046 | 0,013 | 0,114 | y = -0,021x + 0,1837 | 0,227/0,592 | 0,026 | Kopumā tendences nav; ja ņem vērā pirmo testu ar ļoti augstu koncentrāciju, novērojama pazemināšanās; tendence maz ticama |
| N/NH4 | 2007. | 5,250 | 0,935 | 0,967 | y = 0,229x + 3,842 | 0,373/0,497 | 0,051 | Konc. paaugstināšanās; tendence maz ticama |
| D3*pl-dg* | 686 | TCE + PCE | 2004. | 0,100 | 0,001 | 0,033 |  |  |  |  |
| BTEX | 2013. | 2,275 | 0,392 | 0,626 |  |  |  |  |
| As | 2008. | 1,370 | 1,044 | 1,022 | y = -0,1401x + 2,134 | 0,158 |  | Konc. samazināšanās; tendence nav ticama |
| Cl | 1997 | 1,000 | 151,861 | 12,323 | y = 0,0153x + 69,866 | 7E-05/0,001 | 0,913 | Konc. praktiski nemainās; tendence nav ticama |
| Trihlormetāns | 2013. | 0,100 | 0,002 | 0,040 |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | 2013. | 0,050 | 0,0002 | 0,015 |  |  |  |  |
| N/NH4 | 1991 | 0,345 | 0,051 | 0,226 | y = 0,0017x + 0,4315 | 0,002/0,019 | 0,560 | Konc. pieaug; tendence maz ticama |
| 22763 | TCE + PCE | 2013. | 0,100 |  |  |  |  |  |  |
| BTEX | 2013. | 1,075 | 0,216 | 0,464 |  |  |  |  |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | D3*pl-dg* | 22763 | As | 2013. | 0,165 | 0,142 | 0,377 | y = 0,1767x - 0,2543 | | 0,642 |  | Izteikta konc. paaugstināšanās; tendence ir ticama |
| Cl | 2008. | 889,100 | 41029,629 | 202,558 | y = - 85,689x + 1306,9 | | 0,716/0,669 | 0,047 | Izteikta konc. pazemināšanās; tendence ir ticama |
| Trihlormetāns | 2013. | 0,100 |  |  |  | |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | 2013. | 0,050 |  |  |  | |  |  |  |
| N/NH4 | 2008. | 0,825 | 0,367 | 0,606 | y = - 0,1997x + 1,7866 | | 0,435/0,182 | 0,400 | Izteikta konc. pazemināšanās; tendence nav ticama |
| 684 | TCE + PCE |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| BTEX |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| As |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| Cl | 1991. | 30,000 |  |  |  | |  |  | 1 analīze |
| Trihlormetāns |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| N/NH4 | 1991. | 0,000 |  |  |  | |  |  | 1 analīze |
| D3*am* | 685 | TCE + PCE | 2004. | 0,100 | 0,003 | 0,056 |  | |  |  |  |
| BTEX | 2016. | 1,000 | 0,038 | 0,194 |  | |  |  |  |
| As | 2008. | 0,445 | 0,409 | 0,639 | y = -0,1505x + 1,491 | | 0,465/0,732 | 0,007 | Konc. pazemināšanās; tendence maz ticama/ticama |
| Cl | 1990. | 18,825 | 6,961 | 2,638 | y = -0,2486x + 22,579 | | 0,357/0,419 | 0,002 | Konc. pazemināšanās; tendence maz ticama/ticama |
| Trihlormetāns | 2016. | 0,100 | 0,0001 | 0,010 |  | |  |  |  |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | D3*am* | 685 | 1,2-dihloretāns | 2016. | 0,050 | 0,0003 | 0,016 |  |  |  |  |
| N/NH4 | 1990. | 0,103 | 0,003 | 0,050 | y = -0,0009x + 0,1046 | 0,012/0,079 | 0,229 | Vāji izteikta konc. pazemināšanās; tendence nav ticama |
| 22761 | TCE + PCE | 2007. | 0,200 | 0,010 | 0,100 |  |  |  |  |
| BTEX | 2016. | 1,000 |  |  |  |  |  |  |
| As | 2007. | 0,200 | 0,140 | 0,374 |  |  |  | Dati līdz 2016. gadam |
| Cl | 2007. | 1303,850 | 4622,349 | 67,988 | y = 6,125x + 1283,7 | 0,043/0,048 | 0,639 | Konc. neizteikts paaugstinājums; tendence nav ticama |
| Trihlormetāns | 2016. | 0,200 |  |  |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | 2016. | 0,050 |  |  |  |  |  |  |
| N/NH4 | 2007. | 0,245 | 0,003 | 0,051 |  |  |  | Dati līdz 2016. gadam |
| 682 | TCE + PCE | 2004. | 0,100 | 0,003 | 0,056 |  |  |  |  |
| BTEX | 2016. | 1,000 | 0,002 | 0,040 |  |  |  |  |
| As | 2013. | 0,150 | 0,027 | 0,164 | y = -0,0293x + 0,3229 | 0,128/0,344 | 0,221 | Konc. pazemināšanās; tendence nav ticama |
| Cl | 1990. | 18,91 | 282,252 | 16,800 | y = 0,6638x - 1307,3 | 0,158/0,166 | 0,118 | Konc. paaugstināšanās; tendence nav ticama |
| Trihlormetāns | 2016. | 0,100 | 0,0004 | 0,020 |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | 2016. | 0,050 | 0,0003 | 0,016 |  |  |  |  |
| N/NH4 | 1990. | 0,100 | 0,047 | 0,217 | y = 0,0124x - 24,78 | 0,335/0,302 | 0,027 | Konc. paaugstināšanās; tendence maz ticama |
| 683 | TCE + PCE | 2004. | 0,100 | 0,003 | 0,056 |  |  |  |  |
| BTEX | 2016. | 1,000 | 0,138 | 0,372 |  |  |  |  |
| As | 2013. | 0,730 | 0,068 | 0,260 | y = 0,019x + 0,5881 | 0,021/0,023 | 0,772 | Neizteikts konc. pieaugums; tendence nav ticama |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | | **6** | | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | D3*am* | 683 | Cl | | 1990. | | 21,000 | 5,437 | 2,332 | y = 0,072x + 21,281 | 0,035/0,047 | 0,359 | Neizteikts konc. pieaugums; tendence nav ticama |
| Trihlormetāns | | 2016. | | 0,100 | 0,0003 | 0,017 |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | | 2016. | | 0,050 | 0,0003 | 0,016 |  |  |  |  |
| N/NH4 | | 1990. | | 0,116 | 0,002 | 0,050 | y = 3,321x + 21,281 | 0,035/0,047 | 0,359 | Neizteikts konc. pieaugums; tendence nav ticama |
| D3*gj* | 1501 | TCE + PCE | | 2013. | | 0,100 | 0,0004 | 0,020 |  |  |  |  |
| BTEX | | 2013. | | 1,000 | 0,161 | 0,402 |  |  |  |  |
| As | | 2009. | | 0,550 | 0,153 | 0,391 |  |  |  |  |
| Cl | | 1990. | | 97,500 | 1116,990 | 33,421 | y = 3,321x - 6579,6 | 0,823/0,688 | 0,00004 | Izteikts konc. pieaugums; tendence ir ticama |
| Trihlormetāns | | 2013. | | 0,100 | 0,0005 | 0,021 |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | | 2013. | | 0,050 | 0,0001 | 0,0009 |  |  |  |  |
| N/NH4 | | 1990. | | 0,148 | 0,005 | 0,068 | y = 0,0088x - 17,47;  y = -0,0117x + 23,634 | 0,523/0,385;  0,638/0,446 | 0,042;  0,147 | Noteikts atgriezeniskās tendences sākumpunkts – 2008. g.; tendences maz ticamas/ticamas |
| 1502 | TCE + PCE | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| BTEX | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| 1502 | | As | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cl | | 1990. | 358,000 | 40216,750 | 200,541 |  |  |  | Dati līdz 2002. gadam |
| Trihlormetāns | |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. tabula turpinās

2. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| Rīgas apkārtne (riska zona) | A8; Q1; Q2; D11; D7 | D3*gj* | 1502 | 1,2-dihloretāns |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N/NH4 | 1990. | 0,075 | 0,011 | 0,104 |  |  |  | Dati līdz 2002. gadam |
| 22760 | TCE + PCE | 2007. | 0,200 | 0,003 | 0,055 |  |  |  |  |
| BTEX | 2016. | 1,100 | 0,077 | 0,277 |  |  |  |  |
| As | 2007. | 1,318 | 0,314 | 0,560 | y = 0,1806x + 0,311 | 0,648/0,348 | 0,163 | Konc. pieaugums; tendence maz ticama/ticama |
| Cl | 2007. | 1315,000 | 2914,802 | 53,989 | y = 5,1232x + 1283,3 | 0,060/0,032 | 0,673 | Neliels konc. pieaugums; tendence nav ticama |
| Trihlormetāns | 2016. | 0,100 | 0,0001 | 0,010 |  |  |  |  |
| 1,2-dihloretāns | 2016. | 0,050 | 0,0001 | 0,008 |  |  |  |  |
| N/NH4 | 2007. | 0,210 | 0,001 | 0,034 | y = -0,0004x + 0,214 | 0,0008/0,145 | 0,352 | Pavisam neliela konc. samazināšanās; tendence nav ticama |

**Piezīmes**.

1. Ķīmiskā skābekļa patēriņa, sulfātjonu, sintētisko virsmas aktīvo vielu, nātrijjonu, hlorīdjonu koncentrācija sniegta mg/l; trihloretilēna un tetrahloretilēna summa, BTEX, trihlormetāna, 1,2-dihloretāna, As, Cd un Pb saturs - µg/l, bet elektrovadītspēja - µS/cm.

2. lauciņi ietonēti gadījumā, ja parametrs nav noteikts.

3. Ja Izpildītāja izpratnē ir novērota piesārņojošo vielu koncentrācijas izmaiņu tendence, sniegti divi (tiešās un atgriezeniskās) tendences parametru rādītāji, tajā skaitā – vienādojumi.

# 3. PIESĀRŅOJOŠO VIELU KONCENTRĀCIJAS IZMAIŅU TENDENČU ANALĪZE RISKA PAZEMES ŪDENSOBJEKTOS

Kopumā Latvijas teritorijā pagaidām izdalīti 3 riska pazemes ūdensobjekti – Baltezera mākslīgā papildināšana (Q2), Liepājas jūras ūdeņu intrūzija (F5) un Inčukalna sērskābā gudrona dīķi (A11), kā arī viena riska zona – Rīgas apkārtne, kas iekļaujas sekojošu 5 pazemes ūdens objektu (A8, Q1, Q2, D11 un D7) teritorijā.

Sekojošajā (otrajā) tabulā sakopoti veiktās piesārņojošo vielu un/vai to grupu koncentrācijas izmaiņu tendenču analīzes katrā no RPŪO svarīgākie rādītāji, bet īss rezultātu apskats sniegts turpmāk.

## *3.1. Baltezera mākslīgā papildināšana (Q2)*

Riska objektā Q2 regulāri novērojama hlorīdjonu paaugstināta koncentrācija, kas neapšaubāmi saistīta ar pazemes ūdeņu mākslīgu papildināšanu ar virszemes ūdeņiem no Mazā Baltezera, kurā savukārt regulāri ieplūst iesāļie ūdeņi Baltijas jūras uzplūdu periodos, kad tie no Daugavas grīvas caur Mīlgrāvi nokļūst Ķīšezera – Baltezera hidroloģiskajā sistēmā. Riska objekta kvartāra pazemes ūdeņu horizontam noteiktā hlorīdjonu robežkoncentrācija ir 152 mg/l.

Agrāko darbu rezultātā [4, 6] nonākts pie secinājuma, ka tikai hlorīdu saturs pazemes ūdeņu paraugos var raksturot riska pazemes ūdensobjektu, turklāt derīgi ir tikai valsts monitoringa urbumos noņemtie paraugi. Līdz ar to, arī šī darba ietvaros ir analizēts tikai hlorīdjonu saturs 3 (Nr. 135, 22624 un 22681) urbumos.

Ņemot vērā 2. sadaļā izklāstīto, par tendenču novērtējuma sākumpunktu izvēlēts 2003. gads, jo, tikai sākot ar šo gadu, ir pieejami hlorīdjonu koncentrācijas testēšanas dati no visiem minētajiem valsts monitoringa urbumiem.

Pat bez speciālas datu apstrādes redzams, ka hlorīdu saturs ir stipri mainīgs, turklāt var izsekot zināmu periodiskumu. Diemžēl šādas dabiski izsauktas koncentrācijas izmaiņas nav reāli kontrolējamas, ja paraugus noņem reizi 3 gados (piemēram, urbumā Nr. 22681 hlorīdjonu saturs testēts 2014., 2017. un 2020. gadā, bet urbumā Nr. 135 pēdējais kvalitatīvs rezultāts datēts ar 2014. gadu).

Atbilstoši aprēķiniem, urbumos Nr. 135 un 22624 novērojams samērā stabils, kaut arī neliels hlorīdu koncentrācijas pieaugums (pozitīva tendence jeb trends), bet urbumā Nr. 22681 – tikpat labi izteikts koncentrācijas samazinājums (2. pielikums)

Ņemot vērā ļoti plašo, dabiski izsaukto, rezultātu izkliedi (minimālā koncentrācija ir desmitiem reižu mazāka par maksimālo, bet standarta novirze sasniedz lielumu, kas tuvs mediānai (urbumā Nr. 22681)), var uzskatīt, ka dotajam RPŪO tendenču analīze vai nu ir pāragra, vai nav izmantojama vispār. Izpildītāja izpratnē tai būtu jēga tikai zināmu inženiertehnisko risinājumu gadījumā, piemēram, ja ūdensgūtņu rajonā tiktu veikti pasākumi jūras uzplūdu – atplūdu radītā efekta mazināšanai, bet pēc tiem – patiešām regulāri hlorīdjonu koncentrācijas testi.

## *3.2. Inčukalna sērskābā gudrona dīķi (A11)*

Riska pazemes ūdens objektā Inčukalna sērskābā gudrona dīķi (A11) novērojumu veikšanai ir izvēlēti 2 horizonti – kvartāra un augšdevona augšgaujas. Katrā no horizontiem ir izvēlēts pa 1 urbumam – Nr. 1495 (kvartāra horizontā) un 1494 (Augšgaujas horizontā). Starp nosakāmajiem parametriem minami tādi kā ķīmiskais skābekļa patēriņš (turpmāk – ĶSP), sulfātjonu (SO42-) saturs, sintētiskās virsmas aktīvās vielas (turpmāk – SVAV), elektrovadītspēja (turpmāk – EVS), trihloretēna (turpmāk – TCE) un tetrahloretēna (turpmāk – PCE) summa, kā arī atsevišķu smago metālu (arsēna abos horizontos, bet kadmija un svina – tikai kvartāra horizontā) satura noteikšanu.

Augšgaujas pazemes ūdeņu horizontā novērojumu cikls aptver vismaz 40 gadu laika periodu (no 1978. gada), kvartāra horizontā – 23 gadu periodu (kopš 1997. gada), taču datu atlases rezultātā par tendenču novērojuma sākumu bija iespējams izvēlēties tikai 1997. gadu. Kopš šī gada abos urbumos (tātad – arī abos horizontos) tiek novērotas sulfātjonu un EVS izmaiņas; šiem rādītājiem veikta regresijas analīze jeb ANOVA tests. Tāpat ir analizētas atsevišķu smago metālu koncentrācijas izmaiņas, turpretī organisko gaistošo savienojumu koncentrācijas izmaiņas, kas noteiktas tikai 4 pēdējo gadu laikā – nē. Turklāt ir jāņem vērā, ka lielākajā daļā paraugu šo savienojumu koncentrācija ir mazāka par izmantotās analītiskās metodes detektēšanas robežu.

Atbilstoši aprēķiniem, urbumā Nr. 1494 (augšdevona augšgaujas horizontā) novērojams neliels sulfātu satura samazinājums (ar gandrīz pilnīgu stabilizāciju dažu pēdējo gadu laikā) un neliels EVS pieaugums. Ņemot vērā ievērojamo urbuma attālumu no piesārņojuma avotiem, šīs izmaiņas vērtējamas kā viennozīmīgi dabiskas. Kvartāra horizontā (urbumā Nr. 1495) gan sulfātjonu koncentrācija, gan EVS ir gandrīz nemainīga. Šāda situācija kopumā gan nav tipiska kvartāra ūdeņiem, tomēr neapšaubāmi apliecina, ka piesārņojums šo urbumu un, līdz ar to, arī Gauju, nav sasniedzis.

Tāpat kā gadījumā ar riska objektu Q2, arī objektā A11 piesārņojošo vielu un/vai to savienojumu koncentrāciju izmaiņu tendenču aprēķins uzskatāms par pāragru, jo tieši 2020. gadā ir noslēgusies piesārņojuma avotu – sērskābā gudrona dīķu likvidācija (sanācija). Visticamāk tieši šo gadu vajadzētu uzskatīt par laiku (pagrieziena punktu), kad pazemes ūdeņu piesārņojumam būtu jāsamazinās, tas ir – jāsākas atgriezeniskajai tendencei. Saprotams, ka šā punkta fiksācijai jāizmanto urbumi, ko pēdējos gados ierīkojis Valsts vides dienests (sanācijas procesa kontrolei).

3. pielikumā sniegti gan gruntsūdeņu, gan spiedienūdeņu ķīmiskā sastāva paraugu no atsevišķiem jaunierīkotajiem novērojumu (monitoringa) urbumiem statistiskie aprēķini, bet to piemēri – 3. un 4. tabulā un 1. – 2. attēlā.

**Tabula 3. Piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu novērtējuma Inčukalna sērskābā gudrona Dienvidu dīķa tuvumā piemērs (urbums B26, gruntsūdeņu horizonts)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gads** | **ĶSP** | **SO4** | **SVAV** | **EVS** | **TCE+PCE** | **BTEX** | **As** |
| 2015 | 30,2 | 6,4 | **0,48** | 180 |  | 2,00 |  |
| 2016 | **105,0** | 8,9 | **0,37** |  |  | **5,00** |  |
| 2018 | 2,7 | 56,6 | **0,36** | 201 | 0,55 | 3,48 |  |
| 2019 | **69,0** | 38,4 | 0,08 | 108 | 0,42 | 1,10 |  |
| **Robežvērtība** | **45** | **137,5** | **0,1** | **580** | **5** | **5** | **7,45** |
| Mērvienība | mg/l | | | µS/cm | µg/l | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skaits | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 |  |
| Min | 2,7 | 6,4 | 0,08 | 108 | 0,42 | 1,10 |  |
| Max | 105 | 56,6 | 0,480 | 201 | 0,55 | 5,00 |  |
| Mediāna | 49,600 | 23,650 | 0,365 | 180,000 | 0,485 | 2,740 |  |
| Dispersija | 1502,083 | 439,192 | 0,022 | 1586,000 | 0,004 | 2,199 |  |
| Standartnovirze | 38,757 | 20,957 | 0,148 | 39,825 | 0,065 | 1,483 |  |
| Ticamības līmenis | 61,671 | 33,347 | 0,235 | 98,930 | 0,584 | 2,360 |  |

**Piezīme.** Izcelti rādītāji, kas sasniedz vai pārsniedz robežvērtību (attiecas arī uz 4. tabulu).

**Attēls 1. Atsevišķu parametru izmaiņu piemērs (Dienvidu dīķis, urbums B26, gruntsūdeņu horizonts)**

**Tabula 4. Piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu novērtējuma Inčukalna sērskābā gudrona Ziemeļu dīķa tuvumā piemērs (urbums 57, augšdevona augšgaujas horizonts)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gads** | **ĶSP** | **SO4** | **SVAV** | **EVS** | **TCE+PCE** | **BTEX** |
| **mg/l** | | | **µS/cm** | **µg/l** | |
| **2015** | 18,90 | 15,2 | 0,02 | **644** |  | 1,0 |
| **2016** | **133,00** | 38,4 | **0,42** | **705** |  | 4,0 |
| **2018** | 42,05 | **317,0** | **21,80** | **906** |  | 0,8 |
| **2019** | **388,00** | **338,0** | **42,10** | **736** |  | 0,8 |
| **Robežvērtība** | **45** | **137,5** | **0,1** | **580** | **5** | **5** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Skaits | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 4 |
| Min | 18,90 | 15,2 | 0,02 | 644 |  | 0,80 |
| Max | 388,00 | 338,0 | 42,10 | 906 |  | 4,00 |
| Mediāna | 87,525 | 177,700 | 11,110 | 720,500 |  | 0,900 |
| Dispersija | 21422,990 | 22727,528 | 303,229 | 9403,672 |  | 1,848 |
| Standartnovirze | 146,366 | 150,757 | 17,413 | 96,973 |  | 1,359 |
| Ticamības līmenis | 232,901 | 239,887 | 27,709 | 154,305 |  | 2,163 |

Nepieciešams piebilst, ka RPŪO novērojumu (monitoringa) urbumos netiek noteikti atsevišķi rādītāji, kam ir apstiprinātas robežvērtības (piemēram, arsēna koncentrācija gruntsūdeņos un trihloretēna un tetrahloretēna summa spiedienūdeņos).

**Attēls 2. Atsevišķu parametru izmaiņu piemērs (Ziemeļu dīķis, urbums 57, augšdevona augšgaujas horizonts)**

3. un 4. tabulā sakopotie dati vēlreiz apstiprina iepriekš izklāstīto, proti – ir pāragri noteikt piesārņojošo vielu izmaiņu tendences riska pazemes ūdensobjektā A11, jo lielākajai daļai laika posmā no 2015. – 2016. gada līdz šim brīdim noteikto parametru raksturīgas ievērojamas svārstības; standartnovirze ir tuva vidējam (mediānas) rādītājam, vai pat to pārsniedz, bet datu ticamības līmenis ir īpaši zems (iespējams - ar atsevišķiem izņēmumiem).

Minētais ir viegli saprotams, jo šajā periodā RPŪO turpinājās sanācijas darbi, turklāt ar dažādu intensitāti un vairākiem pārtraukumiem (it īpaši – Dienvidu dīķī).

Risinot jautājumu par piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu tendenču noteikšanu nākotnē, ir jāņem vērā ne tikai formālie statistiskie rādītāji (jāsavāc reprezentatīvu datu rinda), bet arī faktu, ka pazemes ūdeņos arī pēc piesārņojuma avota likvidācijas neapšaubāmi var saglabāties ievērojams piesārņojums, turklāt tā lielākā daļa ir pārvietojusies Gaujas virzienā un pazemes ūdeņu piesārņojuma kodols šobrīd atrodas jau ievērojamā attālumā no tagad jau bijušajiem piesārņojuma avotiem - dīķiem.

## *3.3. Jūras ūdeņu intrūzija Liepājā (F5)*

Liepājas jūras intrūzijas ietekmētā daļa ir izdalīta kā riska pazemes ūdensobjekts “Liepāja un pilsētas dienvidaustrumu apkārtne līdz ūdensgūtnei “Otaņķi”” (F5); ūdensobjektā noteiktas sekojošas robežvērtības: hlorīdjoni – 131,6 mg/l, nātrijs – 111,2 mg/l un sulfātjoni – 146,3 mg/l (1.pielikums).

Riska objekts F5 aptver 3 pazemes ūdeņu augšdevona horizontus – Ketleru, Mūru – Žagares un Jonišķu – Akmenes. Pirmais un pēdējais no tiem pārstāvēti ar vienu urbumu (Nr. 2648 un 2644 attiecīgi), tāpēc to sākumpunkta noteikšanai izmantots pirmais novērojumu gads katrā no tiem. Savukārt Mūru – Žagares horizontu raksturo 3 urbumi, turklāt vienā no tiem (Nr. 862) ir iespējams noteikt atgriezeniskās tendences sākumu. Iespējams, tas varētu tikt noteikts arī urbumos Nr. 2645 un 2648, tomēr analīžu skaits ir nepietiekošs (minētajos urbumos pēdējo 27 gadu laikā ir veiktas tikai 3 analīzes).

Par tendenču novērtējuma sākumpunktu Mūru – Žagares horizontā noteikts 1985. gads, kad divi svarīgākie (hlorīdi un sulfāti) no 3 parametriem ar robežvērtībām ir regulāri noteikti. Visraksturīgākais riska objekta novērojumu urbums ir urbums Nr. 862, jo atbilstoši paraugu analīzēm no tā, sākot aptuveni ar 2000. gadu, ir novērojama atgriezeniskā tendence – sulfātu koncentrācijas paaugstināšanās, bet hlorīdu un Na koncentrācijas – samazināšanās, turklāt – samērā ievērojama. Ņemot vērā to, ka urbums izvietots pazemes ūdeņu atradnē “Lauma” (Liepājas pilsētas centrālajā daļā), tas patiešām var raksturot pakāpenisko depresijas piltuves aizpildīšanās procesu un ķīmiskā sastāva pakāpenisku atgriešanos sākotnējā (līdz pagājušā gadsimta piecdesmito gadu beigām) stāvoklī, tomēr, pamatojoties tikai uz statistiskās analīzes datiem, tālejošus secinājumus izdarīt vēl nedrīkst.

Neapšaubāmi, pat bez datorizētas datu apstrādes, ir saprotams, ka apskatāmajos monitoringa urbumos analīžu biežums ir absolūti nepietiekams nopietnai analīzei un vēl jo vairāk – būtiskiem secinājumiem. Kā jau minēts, atsevišķos urbumos pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs ir analizēts 1993., 2000. un 2017. gadā. Nav iespējama ticama tendenču analīze, kas būtu balstīta uz tik retu testu datiem.

Diemžēl situāciju īpaši neuzlabo arī datu no citiem urbumiem izmantošana, jo:

1. nevienā no urbumiem ārpus valsts monitoringa stacijām, nav iespējams iegūt 50 – 60 gadu ilgu regulāru novērojumu virkni; izņēmums - pazemes ūdeņu atradņu “Liepājas metalurgs” un “Otaņķi” atsevišķi urbumi;
2. Diemžēl pazemes ūdeņu paraugi no atradnes “Liepājas metalurgs” urbumiem pēdējo reizi testēti 2013. gadā; lai cik kvalitatīvi un reprezentatīvi būtu līdz tam iegūtie dati, tendenču novērtējumam tas nav pietiekoši;
3. Datu bāzē “Urbumi” ir informācija par no kopumā 23 dziļurbumiem, izvietotiem atradnē “Otaņķi”, noņemtiem pazemes ūdeņu paraugiem un to testēšanas datiem. Šo datu apstrādes gaitā noskaidrojās, ka no atsevišķiem urbumiem (Nr. 2631, 2635, 2478 un citiem) paraugi noņemti tikai 1 vai 2 reizes un, līdz ar to, šie urbumi noteikti nav izmantojami. Tāpat noskaidrojās, ka lielākā daļa no atradnes urbumiem ir izvietota zināmā attālumā no RPŪO F5 ārējās (austrumu) robežas, bet hlorīdjonu vidējais saturs tajos svārstās no apmēram 37 (urbums Nr. 2467) līdz 8 (urbums Nr. 2474) mg/l, tas ir – atrodas dabiskā fona robežās. Hlorīdjonu saturam atsevišķos no šiem urbumiem (Nr. 2474, 2476 un 2477) gan piemīt zināmas svārstības (3. pielikums), tomēr nav iespējams viennozīmīgi novērtēt, vai tās varētu būt saistītas ar depresijas piltuves pakāpenisku aizpildīšanos un hidroģeoloģisko apstākļu maiņu.
4. Lai gan novērojumu (analīžu) periods ir ievērojams un aptver gan laiku pirms depresijas piltuves izveidošanās, gan tās maksimumu un arī atkāpšanās posmu, tomēr pārtraukumi starp atsevišķām analīzēm sasniedz 6 – 8 (maksimāli – 34) gadus, kas faktiski neļauj tos izmantot tendenču novērtējumā.
5. Atbilstoši 3. un 4. punktā izklāstītajam, kā piemēroti tendenču novērtējumam ir atzīti dati no 4 pazemes ūdeņu atradnes “Otaņķi” dziļurbumiem – Nr. 8849 – 8851 un 10391, kas izvietoti RPŪO F5 robežās [7]. Vairāk vai mazāk regulāri paraugu no šiem urbumiem testēšanas dati ir pieejami, sākot ar 2007. gadu, bet atbilstoši stingrākajiem nosacījumiem (viena RPŪO ietvaros novērojumu, izmantotu tendenču novērtējumā, sākuma punkts (gads) ir vienāds visos urbumos) – 2016. gads.

Trešajā attēlā redzamas hlorīdjonu koncentrācijas izmaiņas četros pazemes ūdeņu atradnes “Otaņķi’ dziļurbumos, kas izvietoti riska pazemes ūdensobjekta F5 teritorijā. Neņemot vērā dažas atkāpes analīžu datos, var pieņemt, ka 3 no šiem 4 urbumiem hlorījonu saturs pēdējo 20 gadu laikā pazeminās. Par izņēmumu jāuzskata urbumu Nr. 10391 ar hlorīdjonu koncentrācijas pieaugumu, kaut arī nelielu. Minēto datu ticamību nedaudz paaugstina arī fakts, ka līnijveidā izvietotajos urbumos hlorīdjonu vidējā koncentrācija viennozīmīgi pieaug Baltijas jūras virzienā (no aptuveni 13 mg/l urbumā Nr. 8849, līdz 72 mg/l urbumā Nr. 8851 un ~ 600 mg/l urbumā Nr. 8850). Diemžēl arī šoreiz urbums Nr. 10391 ir jāuzskata par izņēmumu, jo neskatoties uz tā izvietojumu RPŪO teritorijas centrālajā daļā, paraugos no tā nekad (nedz 1969. , nedz 2003., nedz arī 2019. gadā) nav fiksēts paaugstināts hlorīdjonu saturs. Ar nožēlu jākonstatē, ka bez hlorīdjonu satura, citi parametri pazemes ūdeņu paraugos no šiem 4 dziļurbumiem praktiski nav testēti (sulfātu un Na koncentrācija noteikta tikai 1 vai 2 reizes pēdējo 50 gadu laikā).

## *3.4. Rīgas apkārtne (riska zona)*

Rīgas teritorijā, kas izdalīta kā riska pazemes ūdeņu zona, ir izvietoti vairāki valsts monitoringa posteņi, katrs no kuriem sastāv no vairākiem urbumiem. Turklāt iespēju robežās ir aptverti dažādi pazemes ūdeņu horizonti. Tendenču novērtējumā iekļauti 4 urbumi Akmens tilta novērojumu postenī, 3 urbumi Juglas postenī un 6 urbumi Imantas postenī. Tāpat tendenču novērtējums veikts arī Mārupes posteņa urbumiem, kaut arī tas ģeogrāfiski izvietots ārpus riska zonas robežām.

Tendenču novērtējuma rezultāti sakopoti 2. tabulā un sniegti 2. pielikumā. Neapšaubāmi hidroģeoloģiskā situācija Rīgā ir sarežģīta. Novērojumu urbumos fiksēto ķīmiskā satura svārstību tendences nav izteiktas, it īpaši tas attiecas uz organiskajiem piesārņotājiem, tajā skaitā – monoaromātiskajiem ogļūdeņražiem.

Tikai urbumā Nr. 1501 (Juglas stacijā) amonija koncentrācijas līkne veido izteiktu lauzuma punktu un, līdz ar to, var uzskatīt, ka šeit ir darīšana ar tiešo un atgriezenisko tendenci. Tomēr jāņem vērā, ka amonija jonu koncentrācija kopumā ir zema, analīžu rezultāti bieži ir tuvi metodes detektēšanas limitam (robežai), vai pat atrodas zem tās. Līdz ar to, pieaug neprecizitāte, iespējamas kļūdas. Ar ko reāli varētu būt saistīta šāda amonija satura samazināšanās augšdevona Gaujas horizontā, pagaidām nav saprotams.

Kas attiecas uz hlorīdu saturu pazemes ūdeņos Rīgas teritorijā, tad pārsvarā tiek novērota augšupejoša tendence, piemēram, urbumā Nr. 1501 Juglas postenī, urbumos Nr. 22760 un 22761 pie Akmens tilta un tml. Turklāt hlorīdjonu paaugstinājums galvenokārt novērojams spiedienūdeņu horizontos, bet kvartāra horizontos ir arī pretēja tendence – hlorīdjonu saturs kaut nedaudz, bet tomēr samazinās (piemēram, urbumā Nr. 22762).

Īpaši sarežģīta situācija veidojas ar no monitoringa stacijas “Akmens tilts” urbumiem iegūto datu interpretāciju. Novērojumi ir uzsākti 2007. gadā, tas ir, tie aptver tikai depresijas piltuves aizpildīšanās beigu periodu. Ņemot vērā to, ka šajā Rīgas iecirknī (Daugavas ielejas beigu posmā) iespējams ir izteikta vairāk mineralizēto ūdeņu augšupejoša filtrācija no vidusdevona Arukilas un Burtnieku horizontiem, nav skaidrs, vai minētais process bija pilnībā dabisks process, kuru nespēja ietekmēt

**Attēls 3. Hlorīdjonu satura izmaiņas pazemes ūdeņu atradnes “Otaņķi” urbumos (augšdevona Mūru – Žagares horizonts)**

1. *urbumā Nr. 8849*
2. *urbumā Nr. 8850*
3. *urbumā Nr. 8851*
4. *urbumā Nr. 10391*

pat “Lielās Rīgas” depresijas piltuves izveide, vai to tomēr izsauca paaugstinātā pazemes ūdeņu ieguve līdz Rīgas HES būvniecībai un virszemes ūdeņu izmantošanai Rīgas centralizētās ūdensapgādes vajadzībām.

Laika periodā no novērojumu urbumu pie Akmens tilta ierīkošanas līdz šim brīdim ir novērojamas faktiski pilnīgi pretējas tendences, proti – hlorīdjonu koncentrācijas samērā izteikta samazināšanās gruntsūdeņu horizontā (urbums Nr. 22762) un augšdevona Pļaviņu horizontā (urbums Nr. 22763) un paaugstināšanās, kaut arī neliela augšdevona Amatas (urbums Nr. 22761) un Gaujas (urbums Nr. 22760) horizontos.

Jebkurā gadījumā, datu minētajā stacijā pagaidām ir par maz, lai to droši noteiktu.

Ja valsts monitoringa staciju izmantošanas gadījumā nākas saskarties ar reālām, tomēr – atsevišķām, problēmām tendenču novērtējumā, tad citu avotu (piemēram, urbumu no atsevišķām pazemes ūdeņu atradnēm) izmantošanas gadījumā šādu problēmu var būt daudz vairāk, turklāt bieži vien tās ir praktiski nepārvaramas. Šajā sakarā būtiskākie momenti attiecībā tieši uz Rīgu kā riska pazemes ūdeņu zonu, ir sekojoši:

1. Rīgā un tās tiešā tuvumā nav pazemes ūdeņu atradņu, kuru ūdens ieguves urbumos ilgstoši un regulāri (vismaz reizi gadā) tiktu pārbaudīta organisko piesārņotāju - trihloretēna, tetrahloretēna, trihlormetāna un 1,2-dihloretēna, kam noteiktas robežvērtības, koncentrācija, jo to neparedz pazemes ūdeņu atradnes ekspluatācijas nosacījumi (nav atspoguļoti atradnes pasē);
2. Rīgā un tās tuvākajā apkārtnē nav pazemes ūdeņu atradņu, kas ekspluatētu kvartāra horizontu (izņemot Baltezera atradņu grupu, veidojošu atsevišķu riska pazemes ūdeņu objektu Q2); līdz ar to, sameklēt ilgstošu nepārtrauktu analītisko datu rindu kvartāra (gruntsūdeņu) horizonta raksturojumam ar konkrētiem piesārņotājiem ir problemātiski;
3. reālas ķīmiskā sastāva izmaiņu tendences Rīgā (tāpat kā Liepājā), varētu tikt fiksētas apstrādājot tikai ilgstošu novērojumu virkni, piemēram, pagājušā gadsimta 80. – to gadu vidus ar vislielāko pazemes ūdeņu ieguvi un maksimālo depresijas piltuvi → 90. – tie gadi (ieguves krass samazinājums) → XXI gadsimta sākums (ilgstošs monitorings ar atgriezeniskās tendences iestāšanos vai bez tās). No šāda viedokļa raugoties, nav iespējams sameklēt urbumus (ārpus valsts monitoringa tīkla stacijām) ar tik ilgstošiem un regulāriem novērojumiem. Ja novērtējumu varam uzsākt tikai ar 2007., 2013. vai vēl nesenāku, gadu, nav saprotams, kādas tendences varētu tikt novērtētas, ar ko tās varētu būt saistītas un kādu praktisko labumu tas dotu;
4. kvartāra horizontā (gruntsūdeņos) varbūt ir iespējams izsekot tehnogēnā piesārņojuma pakāpes izmaiņu atsevišķas tendences, it īpaši - sākot ar1995. – 1998. gadu (intensīvas ģeoekoloģiskās izpētes un gruntsūdeņu monitoringa sākuma periodu). Taču: a) ir jāņem vērā, ka tehnogēnā piesārņojuma (piemēram, naftas produktu) izplatībai gruntsūdeņos galvenokārt ir izteikti lokāls raksturs. Ja kādā no novērojumu urbumiem, kas izvietots piesārņojuma areālā vai tā robežas tuvumā, arī var novērot piesārņojuma koncentrācijas izmaiņu tendenci, tad tas nekādā ziņā nav attiecināms uz visu riska zonu un pat ne uz pilnu kvartāra horizonta biezumu konkrētajā iecirknī; b) lai izsekotu šādas tendences, jāmeklē novērojumu urbumi (akas), kas ierīkoti degvielas uzpildes stacijās (turpmāk – DUS) un naftas bāzēs (turpmāk – NB), kā arī izgāztuvēs/atkritumu poligonos un tml. Tomēr ir jāsaprot, ka šādu datu rindas nesaturēs visu piesārņotāju, kam Rīgas riska zonā ir noteiktas robežvērtības, testēšanas datus (piemēram, novērojot DUS un NB darbības ietekmi uz vidi, hlorīdjonu un sulfātu saturu nenesaka, vismaz regulāri – noteikti);
5. DUS un NB monitoringa datu izmantošana piesārņojuma tendenču novērtējumā gan ir iespējama, tomēr problemātiska, kas galvenokārt izriet no novērojumu specifikas. Ja novērošanas aku tīkls ir ticis izveidots nepiesārņotā teritorijā (atbilstoši likumdošanai, piesārņotā vai potenciāli iesārņotā teritorijā būvēt ir aizliegts), bet darbība norisinās videi draudzīgi un bez avārijām, piesārņotāju koncentrācijas būtiskām izmaiņām nav jābūt (absolūti lielākās analizējamo organisko piesārņotāju daļas koncentrācija būs fona līmenī, tas ir - zemāka par izmantotās metodes detektēšanas robežu), jo pretējā gadījumā ir jāveic preventīvie pasākumi, avārijas seku likvidācija, sanācijas darbi un tml., jeb objekts jāslēdz.
6. Saprotams, ka var būt izņēmumi (piemēram, objekts ir nodots ekspluatācijā vēl pirms svarīgāko šobrīd spēkā esošo vides likumdošanas aktu pieņemšanas, tajā ir fiksēts pazemes ūdeņu piesārņojums, kas pakāpeniski gan dabisku (bioloģiskā noārdīšanās) procesu, gan cilvēka darbības (inženiertehnisko pasākumu) rezultātā samazinās (ir iespējams novērot zināmu tendenci vai pat tiešo un atgriezenisko tendenci), tomēr šādu gadījumu nav daudz un katrs no tiem ir jāizvērtē atsevišķi.
7. Tāpat ir saprotams, ka Rīgas zonā ir ļoti lieli/plaši piesārņojuma objekti, piemēram, cieto sadzīves atkritumu poligons (bijusī izgāztuve) “Getliņi”, “Sarkandaugava” un tml., kas atstāj iespaidu uz pazemes ūdeņu kvalitāti plašā teritorijā ap sevi. Tomēr arī šādos gadījumos (pēc izgāztuves slēgšanas un/vai sanācijas) piesārņotāju koncentrācijas izmaiņu tendences (ja tādas patiešām tiek noteiktas) nevar tikt attiecinātas uz visu riska zonu.

# NOBEIGUMS

Veikta piesārņojošo vielu un to grupu koncentrācijas izmaiņu tendenču sākotnējā analīze četros Latvijas teritorijā izdalītos riska pazemes ūdens objektos. Materiāli sakopoti 1. un 2. tabulā, kā arī 2. un 3. pielikumā (datu kopā ar statistiskās apstrādes elementiem). Svarīgākais secinājums, izrietošs pēc veiktās analīzes/novērtējuma ir saistīts ar to, ka pagaidām ir pāragri sagatavot tendenču novērtējuma gala variantu visiem RPŪO, turklāt - vienlaicīgi. Minētā iemesli ir dažādi, tomēr svarīgākais no tiem – reālu regulāru datu (analīžu) iztrūkums.

Tāpat jāņem vērā, ka riska pazemes ūdens objektā A11 nupat ir veikti sanācijas darbi, likvidēts piesārņojuma avots. Līdz ar to, par tendenču maiņas brīdi visticamāk varēs pieņemt tieši šo – 2020., gadu. Savukārt riska objektā Q2 iespējams vispār nav reāla ticamu piesārņojošo vielu koncentrāciju izmaiņu tendenču noteikšana, ja pirms tam netiek veikti specializēti inženiertehniskie pasākumi jūras ūdeņu intrūzijas seku ierobežošanai.

# LITERATŪRAS AVOTU SARAKSTS

1. Latvijas ģeoloģiskā karte, mērogs 1:200 000. 44. – 45. – 54. lapa – Alūksne – Viļaka - Valka. Paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts ģeoloģijas dienests. Rīga, 2002.
2. Levina N. Pazemes ūdens krājumi un to izmantošana. Grāmatā: Pazemes ūdeņu aizsardzība Latvijā. Rīga, 1997., lpp. 324 – 349.
3. Levins I., Levina N., Gavena I. Latvijas pazemes ūdeņu resursi. Valsts ģeoloģijas dienests. Rīga, 1998.
4. Pazemes riska ūdensobjektu izdalīšana, raksturojums un stāvokļa novērtējums nākamo upju baseinu apsaimniekošanas plānošanu sagatavošanai. 1. nodevums. II sējums. Riska pazemes ūdensobjekta “Ūdensgūtne “Baltezers” un “Baltezers II” līdz Mazajam Baltezeram” apraksts. Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”. Rīga, 2019.
5. Pazemes riska ūdensobjektu izdalīšana, raksturojums un stāvokļa novērtējums nākamo upju baseinu apsaimniekošanas plānošanu sagatavošanai. 1. nodevums. V sējums. Riska pazemes ūdensobjekta “Rīgas teritorija no Rīgas jūras līča līdz izgāztuvei Ģetliņi” apraksts. Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”. Rīga, 2019.
6. Pazemes riska ūdensobjektu izdalīšana, raksturojums un stāvokļa novērtējums nākamo upju baseinu apsaimniekošanas plānošanu sagatavošanai. 4. nodevums. Noslēguma pārskats. Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”. Rīga, 2019.
7. Pārskats. Pētnieciskais pazemes ūdeņu monitorings riska pazemes ūdensobjektā F1 – Liepāja un teritorijā uz dienvidaustrumiem no tās līdz ūdensgūtnei ”Otaņķi”. Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”. Rīga, 2018.
8. Pārskats. Riska pazemes ūdensobjekta A11 “Inčukalna sērskābā gudrona dīķi” robežu noteikšanas metodika un stāvokļa raksturojums. Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”. Rīga, 2018.
9. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical report n 1. The EU Water Framework Directive: statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results.
10. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 18. Guidance on groundwater status and trend assessment.

1. Šeit un turpmāk – pieņemts riska pazemes ūdens objekta šifrs. [↑](#footnote-ref-1)
2. Šeit noteikti jāuzsver, ka Inčukalna sērskābā gudrona dīķu sanācija ir pabeigta (vai gandrīz pabeigta) tikai šogad. Par sanācijas darbu pabeigšanas saistību ar iespējamajām izmaiņām pazemes ūdeņu ķīmiskajā sastāvā skatīt 3. un 4. sadaļā. [↑](#footnote-ref-2)
3. Rīgas riska zonas novērtējumam izvēlētas raksturīgākās stacijas, izvietotas tās centrālajā daļā. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ja veikta regresijas analīze, sniegti 2 koeficienti, noteikti: sagatavojot diagrammu (automātiski)/regresijas analīzes gaitā. [↑](#footnote-ref-4)