Ģeoloģiskā dabas pieminekļa “Bārbeles sērūdeņraža avots” hidroģeoloģiskā izpēte

# Bārbeles sērūdeņraža avota iepriekšējie ģeoloģiskie un hidroģeoloģiskie pētījumi

1739. gadā Bārbeles sēravota apkārtnē tika veikti ievērojami rakšanas darbi. To rezultātā izveidots dziļš un plats grāvis, kura galā iztecējis avots. Sēravota groda izmēri bija 1.18 x 1.70 m un grodi tika izbūvēti gandrīz taisnstūra veidā. Rakšanas darbu aprakstā minēts, ka avots sākotnēji bijis izteikti fontanējošs, ko apliecina arī dažādos avotos aprakstītie aculiecinieku novērojumi. Tomēr ne 1948. gadā veiktajā apsekošanā, ne pašreiz tas vairs nav novērojams. Ir pieņēmums, ka rakšanas darbu rezultātā būtiski krities ūdens līmenis un avota iztece tikusi pazemināta par aptuveni 2 m, attiecīgi avota fontanēšana ļoti iespējams bija rezultāts rakšanas darbiem un radītajam papildus spiedienam ūdens nesējslānī, kas ar laiku atjaunojies sākotnējā stāvoklī. Tāpat literatūrā ir saglabājušas liecības, ka sērūdeņraža (H2S) koncentrācija avotā pirms rakšanas darbiem bijusi ievērojami augstāka (Cukermanis, 1947; Vīksna, 1993).

Ir saglabājušas liecības par diviem 20. gs pirmajā pusē veiktajiem pētījumiem Bārbeles sēravotā. 1938. gadā ņemtās ūdens analīzes Bārbeles sēravotā uzrādīja H2S koncentrāciju 0.23 mg/L. Pēc desmit gadiem, 1948 .gadā atkārtotā pētījumā ņemtās analīzes uzrādīja jau augstāku H2S koncentrāciju - 0.6 mg/L. Tā paša pētījuma ietvaros Iecavas upes labajā krastā, uz augšu no Bārbeles sēravota ieteces upē, tika konstatēts avoksnājs un upes terases nogāzē tika identificēti divi nelieli sēravoti. Abos sēravotos vidējā H2S koncentrācija bija 0.5 mg/L (Cukermanis, 1947; Kīne, 1949).

1948. gada 15. jūlijā ar Tomsona pārgāzni nomērītais Bārbeles sēravota debits bija 7 L/s. Netālu konstatētajos divos sēravotos tā paša gada 18. jūlijā nomērītais kopējais debits ar Tomsona pārgāzni bija tikai 0,22 L/s (Cukermanis, 1947; Kīne, 1949). 2011. gadā iedzīvotāju nomērītais Bārbeles avota debits bija 24 L/s (RPR, 2012), kas sakrīt ar šī pētījuma ietvaros nomērīto debitu – ap 30 L/s.

1948. gada jūlijā veiktās apsekošanas laikā avota temperatūra konstatēta + 6°C. Vietējo māju iedzīvotāji esot stāstījuši, ka avota temperatūra esot nemainīga kā vasarā, tā ziemā, tādēļ avotu izmantojot piena dzesēšanai visu cauru gadu (Kīne, 1949). Ir ticams, ka avota temperatūra ir bijusi maz mainīga gada griezumā, jo tāda tā ir arī pašreiz. Pēc Valsts pazemes ūdeņu monitoringa datiem, vidējā temperatūra Bārbeles sēravotā ir + 7,6 °C un gada griezumā svārstības nepārsniedz ±0,5 °C (LVĢMC, 2018). Arī šī pētījuma ietvaros 2017. gada 12. decembrī avota temperatūra bija +7.6 °C.

Sistemātiski Bārbeles sēravota ķīmiskā sastāva novērojumi tika uzsākti 2006. gadā, kad avots tika iekļauts Valsts pazemes ūdeņu monitoringa programmā. Līdz 2018. gadam kopumā ir ievākti 19 pazemes ūdeņu paraugi turpmākām analīzēm. Jāatzīmē, ka pēdējos gados (2015.- 2017. gads) paraugi tika ievākti sezonāli, trīs līdz četras reizes gadā. Iepriekš šie dati nav tikuši apkopoti un analizēti.

Diemžēl Bārbeles sēravotā pazemes ūdeņu monitoringa ietvaros nav tikusi noteikta H2S koncentrācija, tomēr 1998. gadā tika noteikta sērūdeņraža koncentrācija divos Skaistkalnes monitoringa urbumos Nr. 3 un Nr. 5, kur H2S koncentrācija bija attiecīgi 0,06 mg/L un 1,1 mg/L. Abi urbumi ir ierīkoti Augšdevona Salapils svītas nogulumos ar filtra intervālu 11-21 m un atrodas aptuveni 7 km uz DA no Bārbeles sēravota (Levina un Levins, 1999).

Bārbeles avota ģeoķīmijas raksturošanai tika izmantoti 2006.- 2017. gada pazemes ūdeņu monitoringa rezultāti (LVĢMC, 2018) un šī pētījuma ietvaros 2017. gada 20. decembrī veiktie mērījumi (skatīt 1. tabulu).

***1. tabula. Fizikālo un ķīmisko parametru mērījumi uz lauka un laboratorijā Bārbeles sēravotā 2017.gadā***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datums** | **Izšķīdušais skābeklis** | **ORP** | **EVS** | **pH** | **T** | **Aprēķinātais debits** | **H2S** |
| mg/L | mV | µS/cm | °C | l/s | mg/L |
| 20.12.2017 | 0.05 | -298 | 2190 | 6.58 | 7.6 | 30 | 0.3-0.5 (uz lauka); 8.2 (laboratorijā) |

Bārbeles sēravots pieder kalcija sulfāta tipa ūdeņiem ar augstu mineralizāciju. Vidējais Bārbeles sēravota ķīmiskais sastāvs atspoguļots 2. tabulā. Lauka parametri pH, temperatūra un EVS ir  sezonāli un laikā maz mainīgi. Sulfātjonu saturam ir stabila tendence pieaugt, no 1260 mg/L 2006. gadā līdz 1400 mg/L 2017. gadā, tomēr kontekstā ar maz mainīgu pārējo pamatjonu saturu, tas neliecina par kādām būtiskām izmaiņām avota ūdens ķīmiska sastāva veidošanās apstākļos. Nitrātjonu saturs gandrīz visos paraugos ir zem metodes noteikšanas robežas, tāpat nitrītjonu koncentrācijas ir zemas, bet paaugstināts amonija jonu saturs (0,5 mg/L dzeramā ūdens robežlielums pēc MK noteikumiem Nr.761) kopā ar pārējo slāpekļa savienojumu koncentrācijām norāda uz reducējošu vidi. Laikā maz mainīgs kopējais organiskā oglekļa (TOC) saturs norāda, ka avota veidojošajā ūdens nesējslānī ir pieejama organiskā viela, kas savienojumā ar reducējošu vidi ir labvēlīga sulfātjonu reducēšanās procesa par H2S nodrošināšanai. Slāpekļa savienojumu koncentrācijas un zemais fostājonu saturs (vidēji 0,09 mg/L) norāda, ka avotā nav vērojamas arī pazīmes par lauksaimniecības ietekmi.

***2. tabula. Vidējais Bārbeles sēravota ķīmiskais sastāvs pēc LVĢMC, 2018***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Laika posms** | **EVS** | **pH** | **T** | **Ca** | **Mg** | **SO4** | **HCO3** | **Fekop** | **NO3** | **NO2** | **NH4** | **TOC** |
| gads | µS/cm | °C | mg/L | | | | | | | | mg C/L |
| 2006-2017 | 2117 | 7.29 | 7.5 | 556 | 28 | 1313 | 267 | 0.18 | 0.091\* | 0.002 | 0.041 | 5.45 |

\* zem metodes noteikšanas robežas

Pētījuma ietvaros izmantojot indikatora papīrus uz lauka tika noteikta H2S koncentrācija 0,3-0,5 mg/L un arī vēsturiski H2S saturs ticis noteiks lauka apstākļos, ņemot vērā gāzes vājo stabilitāti. Tika paņemts paraugs arī turpmākām analīzēm laboratorijā, kas noteica H2S koncentrāciju 8,2 mg/L. Iemesls būtiskām atšķirībām varētu būt fakts, ka paraugs netika konservēts izmantojot baktericīdus un transportēšanas procesā paraugā bija labvēlīgi apstākļi papildus H2S radīšanai. Vēsturiskās lauka analīzes Bārbeles avotā ir uzrādījušas H2S saturu no 0.23-0.6 g/L, līdzīgi kā to uzrādīja testa strēmeles. Arī 1998. gadā Skaistkalnes monitoringa urbumos veiktajās lauka analīzēs H2S saturs nepārsniedza 1,1 mg/L.

# Pētījumu teritorijas ģeoloģiskās uzbūves un hidroģeoloģisko apstākļu vispārīgs raksturojums

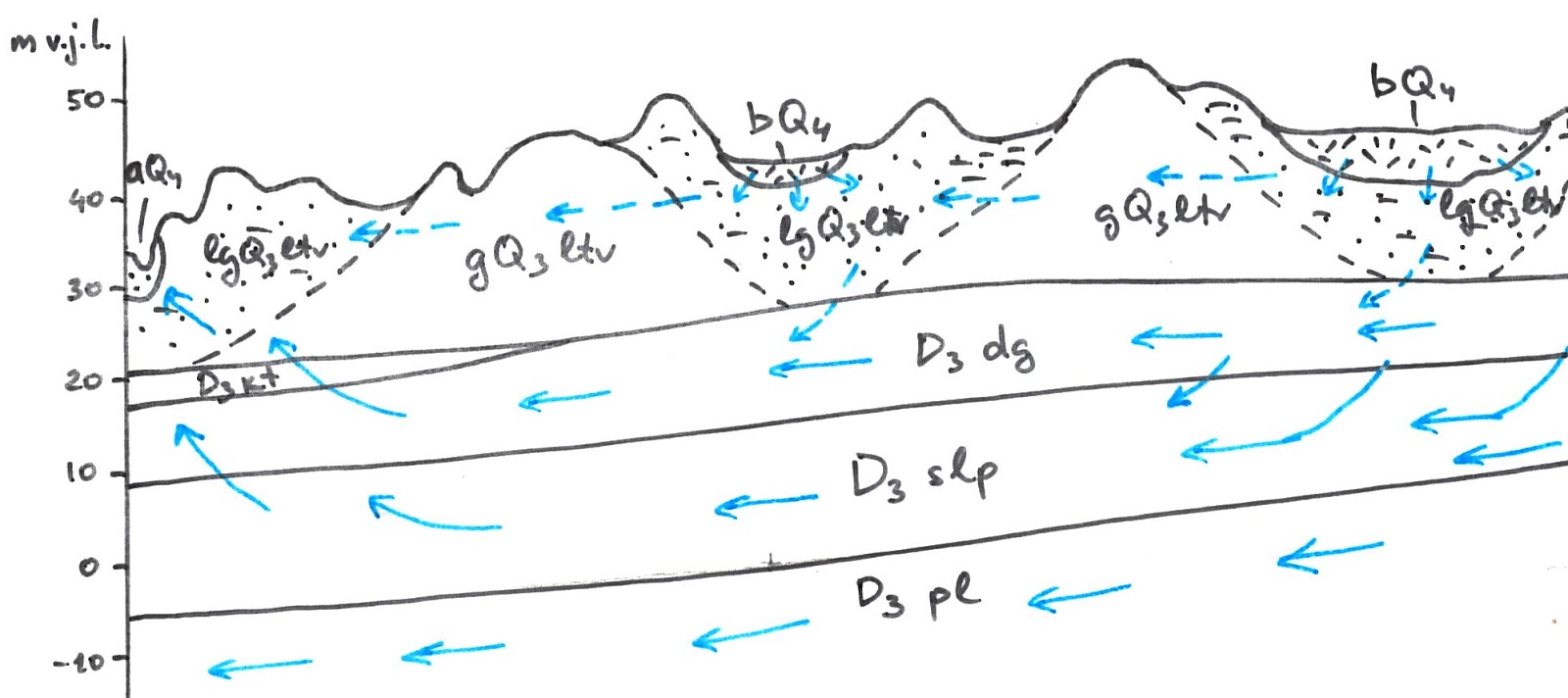
Sērūdeņraža veidošanās Latvijas pazemes ūdeņos detalizēti ir pētīta „Ķemeri–Jaunķemeri” pazemes ūdeņu atradnē (Prols, 2010). Klasiskā izpratnē sulfīdu veidošanās pazemes ūdeņos mikrobioloģiskās sulfātu reducēšanas procesā norisinās, ja ūdens horizontā ir anaeroba vide, pietiekams sulfātu (vairāk nekā 10 mg/l) un organisko vielu daudzums. Faktoru kopums, kas nosaka sērūdeņraža veidošanos Ķemeru tīreļa gadījumā ir:

1. Sulfātus saturošu pazemes ūdeņu veidošanās šķīstot Salaspils svītas nogulumos esošajam ģipsim
2. Ar organiskajām vielām bagātu ūdeņu pieplūde sulfātu ūdeņus saturošajā ūdens horizontā, vienlaikus nepieplūsto ūdeņiem, kas satur izšķīdušo skābekli
3. Mikrobioloģiska sulfāta reducēšana par sērūdeņradi anaerobos apstākļos (oksidēšanās-reducēšanās potenciāls, Eh no -50 līdz -240 mV)

Sulfīdu (sērūdeņraža) veidošanās notiek zonās, kur sulfātu tipa ūdeņus nesošajā Salaspils ūdens horizontā ieplūst kvartāra ūdens ar paaugstinātu organiskās vielas saturu. Ja ūdens horizonts satur dzels oksīdus daļa vai pat viss sērūdeņradis var tikt saistīts dzels sulfīdu minerālu formā (Appelo, Postma, 2005).

Bārbeles avotā nomērītās Eh vērtība ir no 37 līdz -70 mV, kas tikai daļēji pārklājas ar (Prols, 2010) aprakstītā pētījumā novērtēto Eh diapazonu apstākļos, kad notiek mikrobioloģiska sulfātu reducēšana. Sēra uzslāņojumu veidošanās avota izplūdes vietā liek domāt, ka jau zem zemes notiek sērūdeņradi saturošā ūdens sajaukšanās ūdeni, ar paaugstinātu izšķīdušā skābekļa saturu un aizsākas sērūdeņraža (sulfīdu) oksidācija (noārdīšanās). Savukārt sulfīdu degradācijas zonā pēc  Prols (2000) datiem raksturīgās Eh vērtības ir no -50 līdz 200 mV, kas pārklājas ar novēroto Bārbeles avotā.

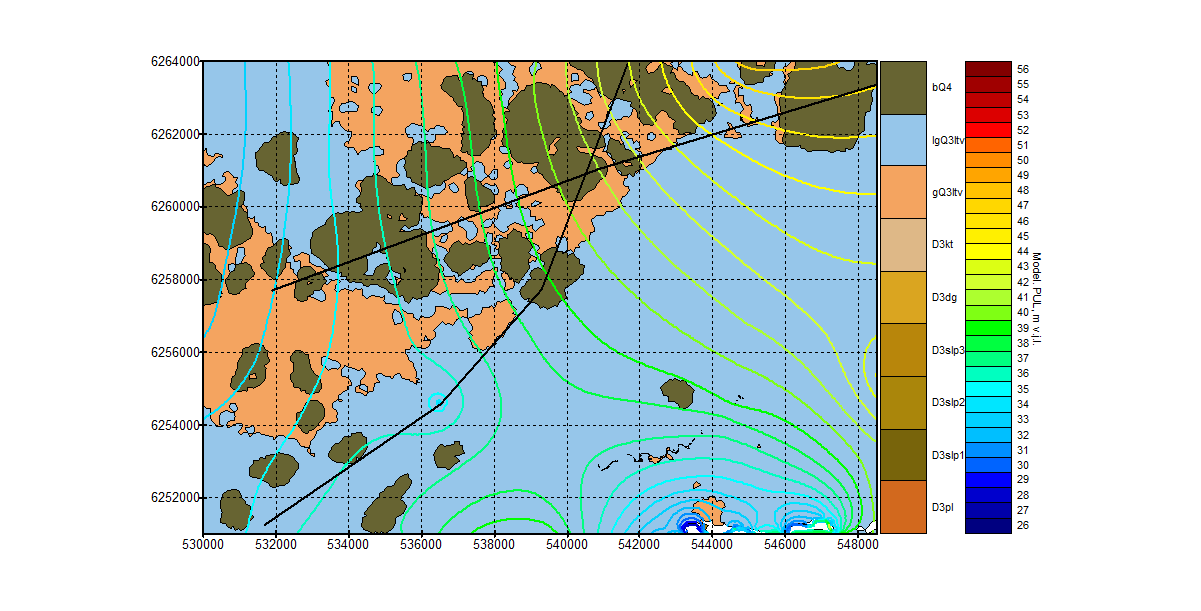
Balstoties uz sulfīdus saturošo pazemes ūdeņu ģenēzes pētījumiem Ķemeru - Jaunķemeru sērūdeņraža atradnē (Prols, 2010), izstrādāts konceptuāls Bārbeles sēravota hidroģeoloģiskais modelis (1. att.). Saskaņā ar J. Prola pētījumiem (2010), sērūdeņraža veidošanās un noārdīšanās ir tieši atkarīga no anaerobo un aerobo apstākļu sadalījuma Salaspils ūdens nesējsslānī. Un to savukārt var ietekmēt t.s. “hidroģeoloģisko logu” (morēnnogulumu iztrūkums) esamība pētījumu teritorijā.



**1. att. Konceptuāls Bārbeles sēravota hidroģeoloģiskais modelis**

# Bārbeles avota apkārtnes skaitliskais hidroģeoloģiskais modelis

## Modelēšanas rezultāti attēloti zemāk.



**D**

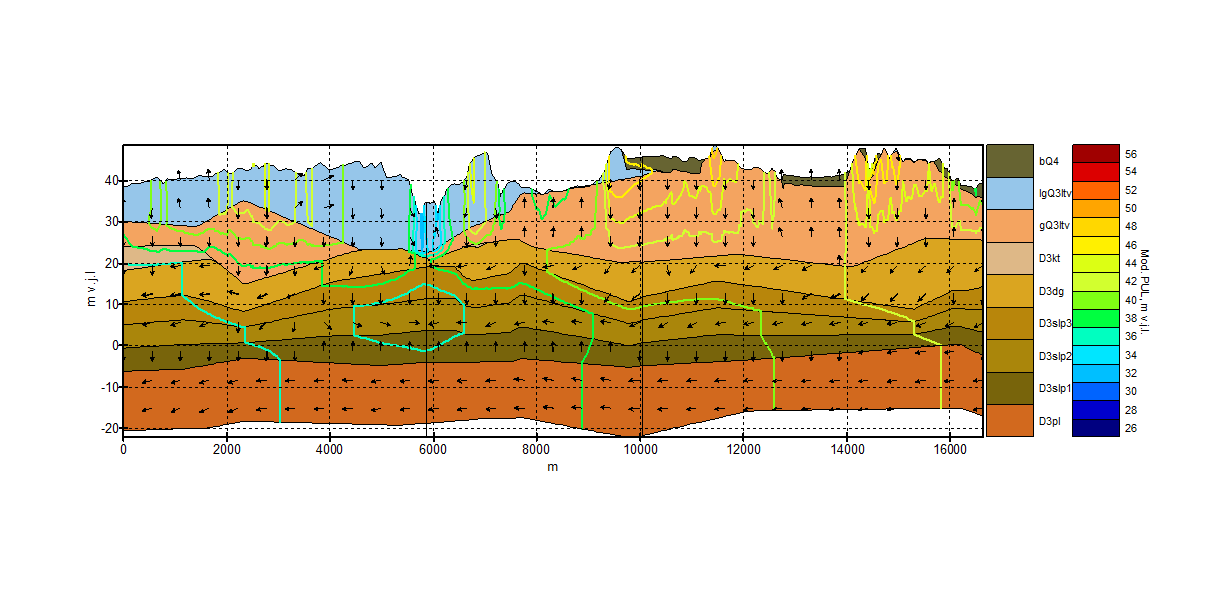
**C**

**B**

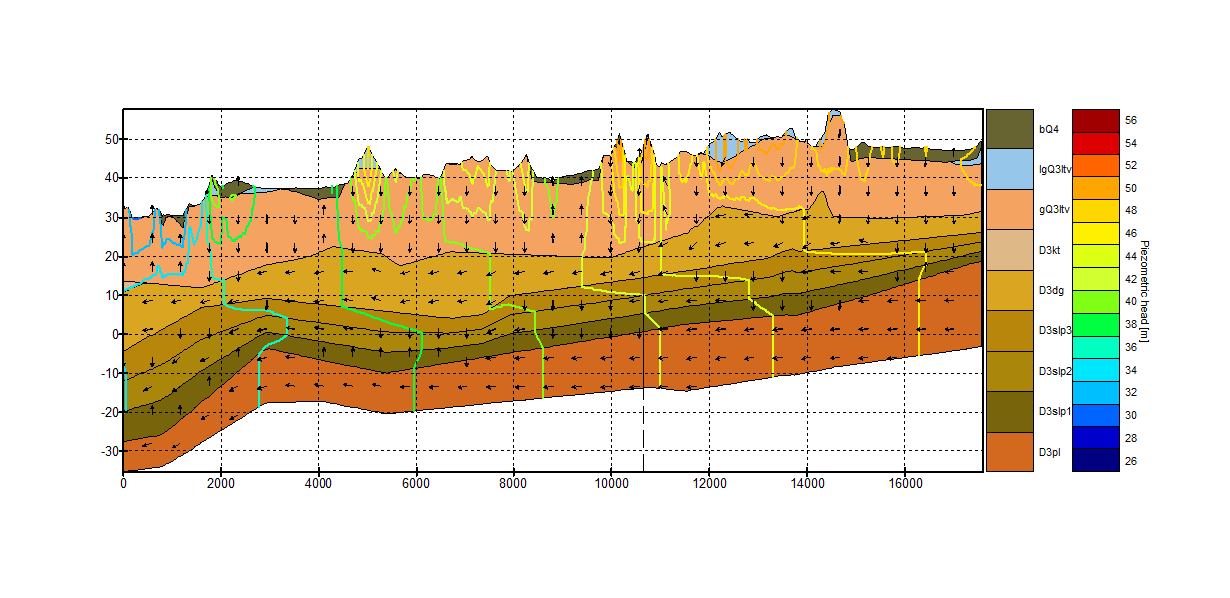
**A**

**2. att. Modelētais pazemes ūdeņu līmenis D3slp2 ūdens horizontā (ģipšu slānī).**

Krāsu laukumi – purvu, morēnas un glaciolimnisko nogulumu izplatības apgabali. Hidroģeoloģisko griezumu A-B un C-D līnijas



**3. att. Hidroģeoloģiskais griezums pa līniju A-B. Modelēto pazemes ūdeņu līmeņu sadalījums, ūdens plūsmas virzieni**

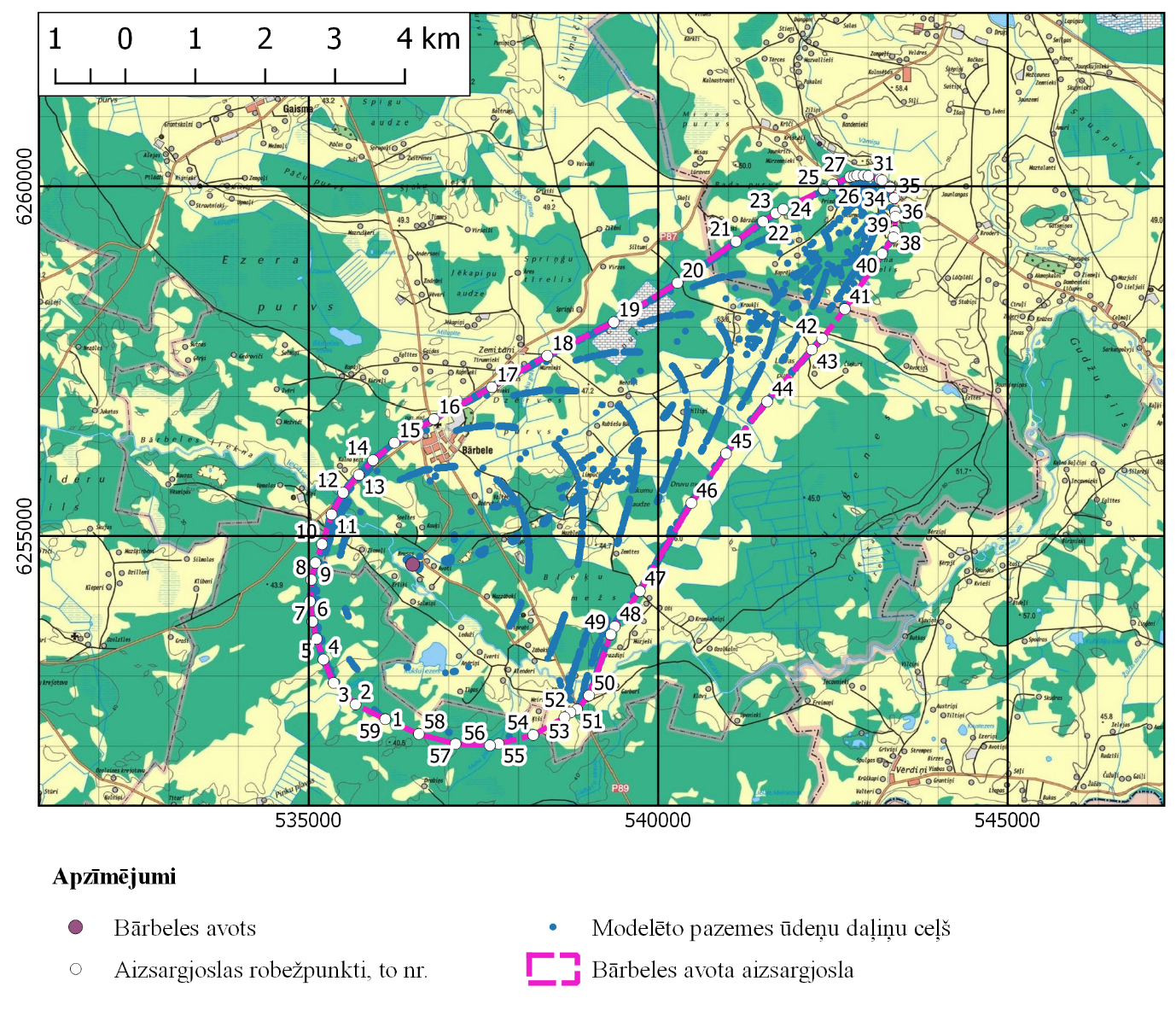


**4. att. Hidroģeoloģiskais griezums pa līniju C-D. Modelēto pazemes ūdeņu līmeņu sadalījums, ūdens plūsmas virzieni**

# Bārbeles sērūdeņraža avota apsaimniekošanas pasākumi

## Teritorijas aizsardzības zonas

Ņemot vērā to, ka avota galvenā vērtība ir sērūdeņradi saturošie ūdeņi, svarīgi ir aizsargāt ne tikai pašu avota izplūdes vietu, bet arī apgabalu, kur notiek sērūdeņraža veidošanās. Hidroģeoloģiskās modelēšanas rezultātā noteikts avota sateces apgabals, kas tad arī veido avota aizsargjoslu (5. att.). Aizsargjoslas robežpunktu koordinātas sniegtas 2. tabulā. Ja šajā aizsargjoslā tiek plānoti kādi darbi, kas skar zemes dzīles, nepieciešams veikt detalizētu hidroģeoloģisko izpēti, lai noteiktu plānotās darbības ietekmi uz pazemes ūdeņiem, un īpaši Bārbeles sēravotu un sērūdeņraža koncentrāciju tajā.



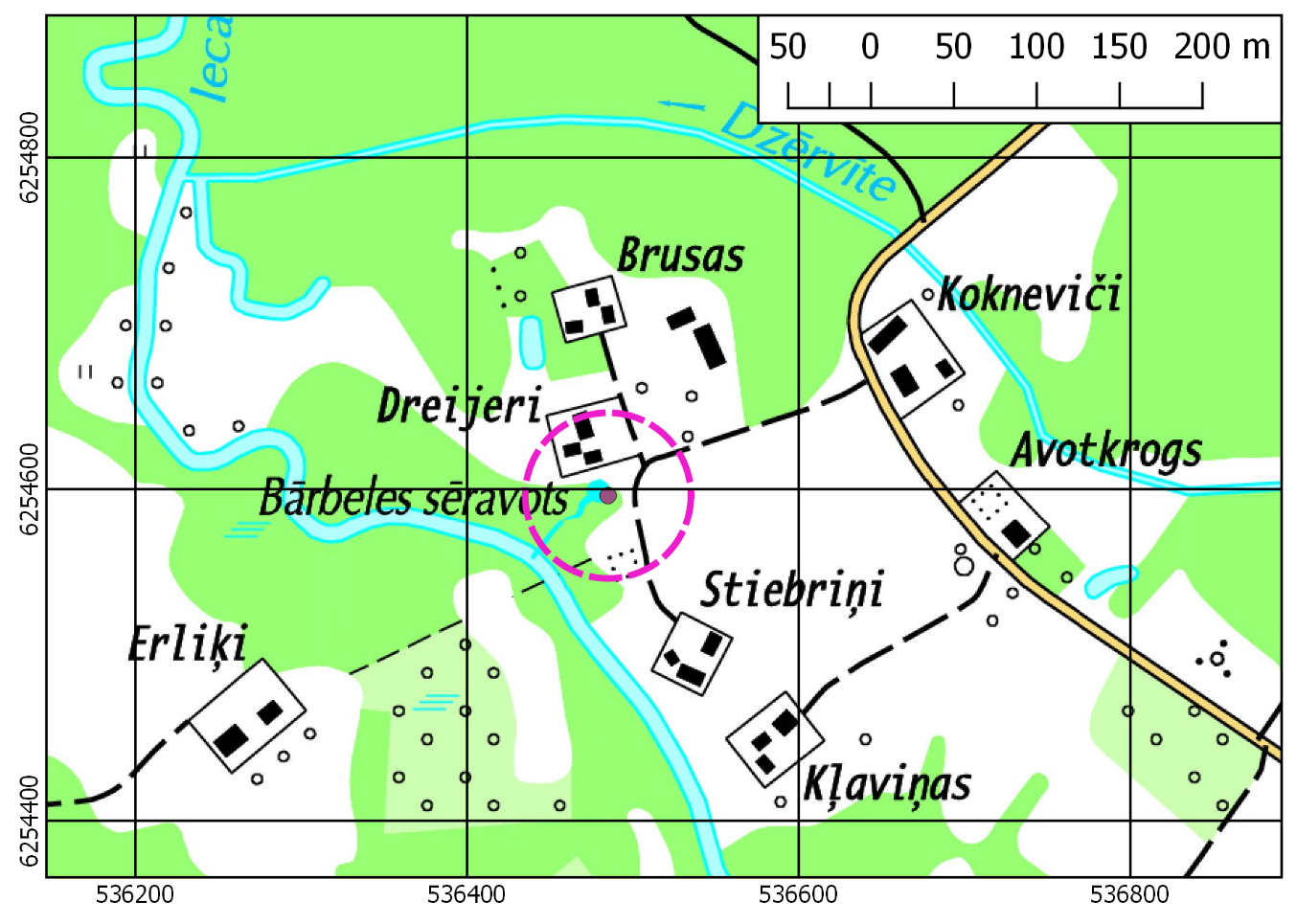
**5. att. ĢDP “Bārbeles sērūdeņraža avots” aizsargjoslas izvietojums**

(kartes pamatne: VZD satelītkarte karte M 1:50 000, © VZD)

***2. tabula. ĢDP “Bārbeles sērūdeņraža avots” aizsargjoslas robežpunktu koordinātas (LKS-92)***

| **Nr.** | **X, m** | **Y, m** | **Nr.** | **X, m** | **Y, m** | **Nr.** | **X, m** | **Y, m** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 252383 | 536094 | 21 | 259212 | 541110 | 41 | 258247 | 542667 |
| 2 | 252594 | 535670 | 22 | 259498 | 541497 | 42 | 257822 | 542343 |
| 3 | 252902 | 535355 | 23 | 259616 | 541680 | 43 | 257666 | 542195 |
| 4 | 253236 | 535210 | 24 | 259673 | 541786 | 44 | 256923 | 541557 |
| 5 | 253532 | 535112 | 25 | 259953 | 542369 | 45 | 256181 | 540968 |
| 6 | 253778 | 535051 | 26 | 260028 | 542497 | 46 | 255474 | 540474 |
| 7 | 254066 | 535016 | 27 | 260134 | 542741 | 47 | 254213 | 539735 |
| 8 | 254376 | 535035 | 28 | 260146 | 542800 | 48 | 253706 | 539377 |
| 9 | 254619 | 535095 | 29 | 260159 | 542843 | 49 | 253593 | 539320 |
| 10 | 254886 | 535189 | 30 | 260157 | 542938 | 50 | 252721 | 539007 |
| 11 | 255310 | 535326 | 31 | 260148 | 543005 | 51 | 252523 | 538838 |
| 12 | 255621 | 535491 | 32 | 260101 | 543171 | 52 | 252479 | 538742 |
| 13 | 255875 | 535716 | 33 | 260087 | 543200 | 53 | 252410 | 538657 |
| 14 | 256084 | 535919 | 34 | 259985 | 543314 | 54 | 252157 | 538211 |
| 15 | 256334 | 536224 | 35 | 259830 | 543374 | 55 | 252031 | 537715 |
| 16 | 256672 | 536790 | 36 | 259638 | 543386 | 56 | 252008 | 537591 |
| 17 | 257129 | 537619 | 37 | 259566 | 543390 | 57 | 252030 | 537099 |
| 18 | 257578 | 538411 | 38 | 259358 | 543382 | 58 | 252171 | 536575 |
| 19 | 258059 | 539362 | 39 | 259271 | 543362 | 59 | 252383 | 536094 |
| 20 | 258620 | 540275 | 40 | 259038 | 543201 |  |  |  |

Paša avota izplūdes vietas aizsardzībai veidojama teritorija 50 m rādiusā ap avotu (6. att.).



**6. att. ĢDP “Bārbeles sērūdeņraža avots” teritorijas robeža**

(kartes pamatne: LĢIA topogrāfiskā karte M 1:10 000, © LĢIA)

## Teritorijas apsaimniekošanas pasākumi

Bārbeles sēravots ir ūdens sastāva ziņā unikāls Latvijas dabas objekts un avotam ir liela nozīme sabiedrības intereses par šajā vietā noritošajiem dabas procesiem veicināšanā. Kaut arī šī brīža sērūdeņraža saturs avotā nav pietiekoši augsts, lai šo vietu uzskatītu par potenciālu balneoloģijas pakalpojumu attīstībai, avotam ir kultūrvēsturiska vērtība un tradīcijām bagāta vēsture. Teritorija ir labiekārtota un nākotnē ir atbalstāma papildus informatīvo stendu izvietošana, kas sabiedrībai izskaidrotu sērūdeņraža veidošanās procesus un informētu par darbībām, kas var negatīvi ietekmēt avota stāvokli. Rekomendējams uzsākt regulārus sērūdeņraža mērījumus, lai uzraudzītu avota stāvokli un iegūtu papildus datu kopu gadījumam, ja nepieciešams novērtēt kādas darbības radīto ietekmi uz avotu. Tāpat regulārs sērūdeņraža monitorings būtu publiskojams un radītu papildus interesi no avota apmeklētāju puses.

Avota turpmākai aizsardzībai ir nosakāma stingra režīma aizsargjosla 50m rādiusā ap avota izplūdes vietu, kurā atļautas tikai tādas darbības, ka saistītas ar paša avota un tā infrastruktūras uzturēšanu (piemēram, zāles pļaušana vai sniega un lapu aizvākšana). Lielajā zonā ir pieļaujama augsnes meliorācija, bet pirms urbumu ierīkošanas, kas skar un ekspluatē Augšdevona Salaspils svītu, sākotnēji nepieciešams hidroģeoloģijas eksperta novērtējums par ūdens ieguves iespējamo ietekmi uz avota stāvokli. Pirms jebkādas zemes dzīļu izstrādes lielajā zonā, attiecīgi purvu izstrādes, derīgo izrakteņu ieguves, kas skar Augšdevona Salaspils svītu, nepieciešama teritorijas ģeoloģiskā un hidroģeoloģiskā izpēte jeb sākotnējais ietekmes uz vidi novērtējums.

# Izmantotā literatūra:

Cukermanis, K., 1947. Latvijas PSR kūrorti, to minerālūdeņi un dziedniecības dūņas. Valsts ģeoloģijas fonda Inv. nr. 10581.

Kīne, E., 1949. Bārbeles sēravots un tā aizsargājamā apvidus projekta pamatojums. Latvijas PSR zinātņu akadēmijas Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūts. Rīga. Valsts ģeoloģijas fonda Inv. nr. 11260.

Levina, N., Levins, I., 1999. Pazemes ūdeņu monitorings, 1998.g., Latvijas Republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Valsts Ģeoloģijas dienests. Rīga. Valsts ģeoloģijas fonda inventāra Nr.11978.

RPR, 2012. Bārbeles sēravots, Rīgas plānošanas reģions. Pieejams: [http://www.ancientsites.eu/Lv/objects/spring/397-barbele-sulphur-spring](http://www.ancientsites.eu/lv/objects/spring/397-barbele-sulphur-spring)

Vīksna, A., 1993. Medicīnas sākumi Latvijas novados, Latvijas Ārstu biedrība, Rīga.

LVĢMC, 2018. Novērojuma tīkla datu arhīvs. Pieejams: [www.meteo.lv](http://www.meteo.lv)

Appelo CAJ, Postma D. 2005. Geochemistry, groundwater and pollution.

Driķis V. 1980. Pārskats par 1:50 000 mēroga komplekso kvartāra nogulumu hidroģeoloģisko un inženierģeoloģisko kartēšanu melioratīvajai celtniecībai Bauskas rajonā (1977.-1980.g.). Latvijas ģeoloģija, Rīga, 446 lpp. VĢF nr. 09698.

Prols J. 2010. Sulfīdus saturošo pazemes ūdeņu ģenēze. Disertācija. Rīga, Latvijas Universitāte, 168 lpp.

Dabas aizsardzības pārvaldes priekšlikums dabas pieminekļa robežām

Map

Description automatically generated