

**UŽSAKOVAS: KAUNO RAJONO SAVIVALDYBĖS ADMINISTRACIJA**

**VYKDYTOJAI: UAB "VILNIAUS HIDROGEOLOGIJA"  
UAB "ARTVA"**

Apribojimo žyma

Egz. Nr.

**TVIRTINU:**

Lietuvos geologijos tarnybos  
prie Aplinkos ministerijos  
direktorius

2022 m. \_\_\_\_\_ d.

Žemės gelmių tyrimas  
Nr. 31260-2021

**Autoriai:**

dr. M. Gregorauskas  
A. Bendoraitis  
N. Šeirys  
E. Paplauskas

**DETALŪS HIDROGEOLOGINIAI TYRIMAI IR POŽEMINIO  
VANDENS IŠTEKLIŲ ĮVERTINIMAS PELENIŲ VANDENVIETĖJE  
PELENIŲ K., KARMĖLAVOS SEN., KAUNO R. SAV.,  
KAUNO LEZ POREIKIAMS UŽTIKRINTI**

**Hidrogeologinė ataskaita**

**UAB "Vilniaus hidrogeologija"**  
Direktorius  
Vyriausiasis hidrogeologas



A. Bendoraitis  
habil. dr. A. Klimas

**UAB „Artva“**  
Vyriausiasis hidrogeologas



N. Šeirys

**Vilnius, 2022**

## TURINYS

	<i>Psl.</i>
1. ĮVADAS.....	4
2. RAJONO GEOLOGINĖS – HIDROGEOLOGINĖS SĄLYGOS.....	6
3. TYRIMŲ METODIKA.....	15
4. PELENIŲ VANDENVIETĖS SKLYPO CHARAKTERISTIKA.....	22
4.1. Bendrieji duomenys ir geologinė sandara.....	22
4.2. Hidrogeologiniai parametrai.....	23
4.3. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir kokybė.....	27
5. POŽEMINIO VANDENS EKSPLOATAVINIŲ IŠTEKLIŲ ĮVERTINIMO REZULTATAI.....	37
5.1. Pelenių apylinkių požeminės hidrosferos matematinis modelis .....	37
5.2. Požeminio vandens ištekliai.....	40
6. IŠVADOS .....	52
LITERATŪRA.....	54

## ILIUSTRACIJOS

1.1. Detalių hidrogeologinių tyrimų ploto ir žvalgybos gręžinių gręžimo vietų Pelenių k., Karmėlavos sen., Kauno r. sav., planas.....	5
2.1. Pelenių vandenvietės apylinkių faktinės medžiagos schema.....	9
2.2. Geologinis – hidrogeologinis pjūvis A – B.....	10
2.3. Gruntinio vandeningojo sluoksnio slūgsojimo sąlygų Neries slėnyje schema.....	11
2.4. Gruntinio vandens lygio schema.....	12
2.5. Kvartero-kreidos vandeningojo komplekso slūgsojimo sąlygų schema.....	13
2.6. Kvartero-kreidos vandeningojo komplekso hidrogeologinė schema.....	14
4.1. Paieškos ir žvalgybos gręžinių planas (2 lapai).....	31
4.2. Pelenių vandenvietės sklypo schema.....	33
4.3. Geologinis–hidrogeologinis pjūvis I – I per Pelenių sklypą.....	34
4.4. Gruntinio vandeningojo sluoksnio slūgsojimo sąlygų Pelenių sklype schema.....	35
4.5. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio slūgsojimo sąlygų Pelenių sklype schema.....	36
5.1. Modeliuojamos teritorijos hidrogeologinių sąlygų filtracinė schema plane (I) ir pjūvyje (II).....	44
5.2. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio modelinis nepažeisto režimo pjezometrinis paviršius.....	46
5.3. Modelyje užduotos apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio filtracijos koeficiento vertės.....	47
5.4. Modelyje užduotos vandeniui silpnai laidžių darinių, dengiančių apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį, filtracijos koeficiento vertės.....	48
5.5. Projektinė požeminio vandens išteklių gavybos Pelenių vandenvietėje schema.....	49
5.6. Prognozinis modelinis apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio pjezometrinis paviršius.....	50
5.7. Prognozinis modelinis vandens lygio pažemėjimas apatinės kreidos vandeningajame sluoksnyje.....	51

## TEKSTINIAI PRIEDAI

*Psl.*

1.	Išrašas iš sutarties Nr. S-836 (2021-07-28) tarp Kauno rajono savivaldybės administracijos ir UAB “Artva” bei Detalių hidrogeologinių tyrimų atlikimo, vandens išteklių įvertinimo ataskaitos parengimo ir vandens išteklių aprobavimo preliminarinių kaštų įvertinimo Pelenių k., Karmėlavos sen., Kauno r. sav. atliekant žvalgybinius gręžinius techninė specifikacija.....	57
1a.	Išrašas iš sutarties Nr. 63/2022 (2022-05-06) tarp UAB “Artva” ir UAB “Vilniaus hidrogeologija”.....	60
1b.	Žemės gelmių geologinių tyrimų registracijos lapas.....	61
1c.	LEZ teritorijų vandens poreikių vertinimas (išrašas iš Vandens išteklių, užtikrinti Kauno LEZ poreikius, galimybių studijos).....	63
2.	Žemės gelmių tyrimo Nr. 31260-2021 metu išgręžtų gręžinių katalogas.....	64
3.	Detalių hidrogeologinių tyrimų Pelenių k., Karmėlavos sen., Kauno r. sav., gręžinių pagrindiniai duomenys ir techninės, hidrogeologinės charakteristikos.....	65
4.	Gręžinio Nr. 77881 hidrodinaminio išbandymo duomenys.....	67
5.	Gręžinio Nr. 77882 hidrodinaminio išbandymo duomenys.....	74
6.	Gręžinio Nr. 77883 hidrodinaminio išbandymo duomenys.....	80
7.	Vandens lygio matavimų gręžiniuose Nr. 77877 ir 77879 gręžinių Nr. 77881 ir 77883 bandymų metu duomenys.....	84
8.	Kontrolinių vandens lygio matavimų duomenų suvestinė.....	85
9.	Hidrogeologinių parametrų skaičiavimo pagal gręžinio Nr. 77881 hidrodinaminį išbandymą rezultatai.....	86
10.	Hidrogeologinių parametrų skaičiavimo pagal gręžinio Nr. 77882 hidrodinaminį išbandymą rezultatai.....	95
11.	Hidrogeologinių parametrų skaičiavimo pagal gręžinio Nr. 77883 hidrodinaminį išbandymą rezultatai.....	104
12.	Požeminio vandens temperatūros kitimas gręžinio Nr. 77881 bandymo metu.....	111
13.	Požeminio vandens temperatūros kitimas gręžinio Nr. 77882 bandymo metu.....	113
14.	Požeminio vandens temperatūros kitimas gręžinio Nr. 77883 bandymo metu.....	115
15.	Požeminio vandens fizikinių parametrų matavimo duomenys.....	117
16.	Požeminio vandens cheminės sudėties ir kokybės tyrimų rezultatų protokolai.....	118
16.1.	Gręžinys Nr. 77881.....	119
16.2.	Gręžinys Nr. 77882.....	132
16.3.	Gręžinys Nr. 77883.....	142
16.4.	Gręžiniai Nr. 77871, 77874, 77877, 77878, 77879, 77880, 77886, 77887.....	155
17.	Gręžinių likvidavimo aktas.....	171
17a.	Gręžinių konservavimo aktas.....	173

## 1. ĮVADAS

Kauno laisvoji ekonominė zona (toliau – LEZ) – sparčiai auganti pramonės ir verslo teritorija Lietuvoje, orientuota į „plyno lauko“ investicijų pritraukimą. Pastaraisiais metais LEZ vykstanti intensyvi investicijų plėtra paskatino peržiūrėti ir iš naujo įvertinti esamą infrastruktūrą, inžinerinių tinklų vystymo galimybes, įskaitant ir besikuriančių verslo subjektų aprūpinimą vandeniu. Tam 2018 m. UAB „Geomina“ specialistai atliko rajono hidrogeologinių sąlygų analizę ir parinko preliminaras būsimų vandenviečių vietas Karmėlavos ir Užliedžių apylinkėse [15], o 2019 m. buvo parengta ir vandens išteklių Kauno LEZ poreikiams užtikrinti galimybių studija [25].

Remdamasi minėtos studijos rezultatais, Kauno rajono savivaldybės administracija sudarė sutartį su UAB „Artva“ dėl perspektyvaus požeminio vandens vandenvietės įrengimui Pelenių sklypo, esančio Pelenių k., Karmėlavos sen., Kauno r., detalių hidrogeologinių tyrimų (1 priedas). Pastarųjų tikslas – įvertinti viešojo tiekimo vandenvietės įrengimo galimybes, siekiant darnaus Kauno rajono ekonominio ir socialinio vystymosi ilgalaikėje perspektyvoje, užtikrinant racionalų požeminio vandens išteklių naudojimą ir jo šaltinių apsaugą nuo užteršimo [15, 25]. Pagrindinis vandens vartotojas yra LEZ2 teritorija, kuriai prognozuojamas ganėtinai reikšmingas požeminio vandens išteklių perspektyvinis poreikis, pasiekiantis 2816 m<sup>3</sup>/d (1c priedas).

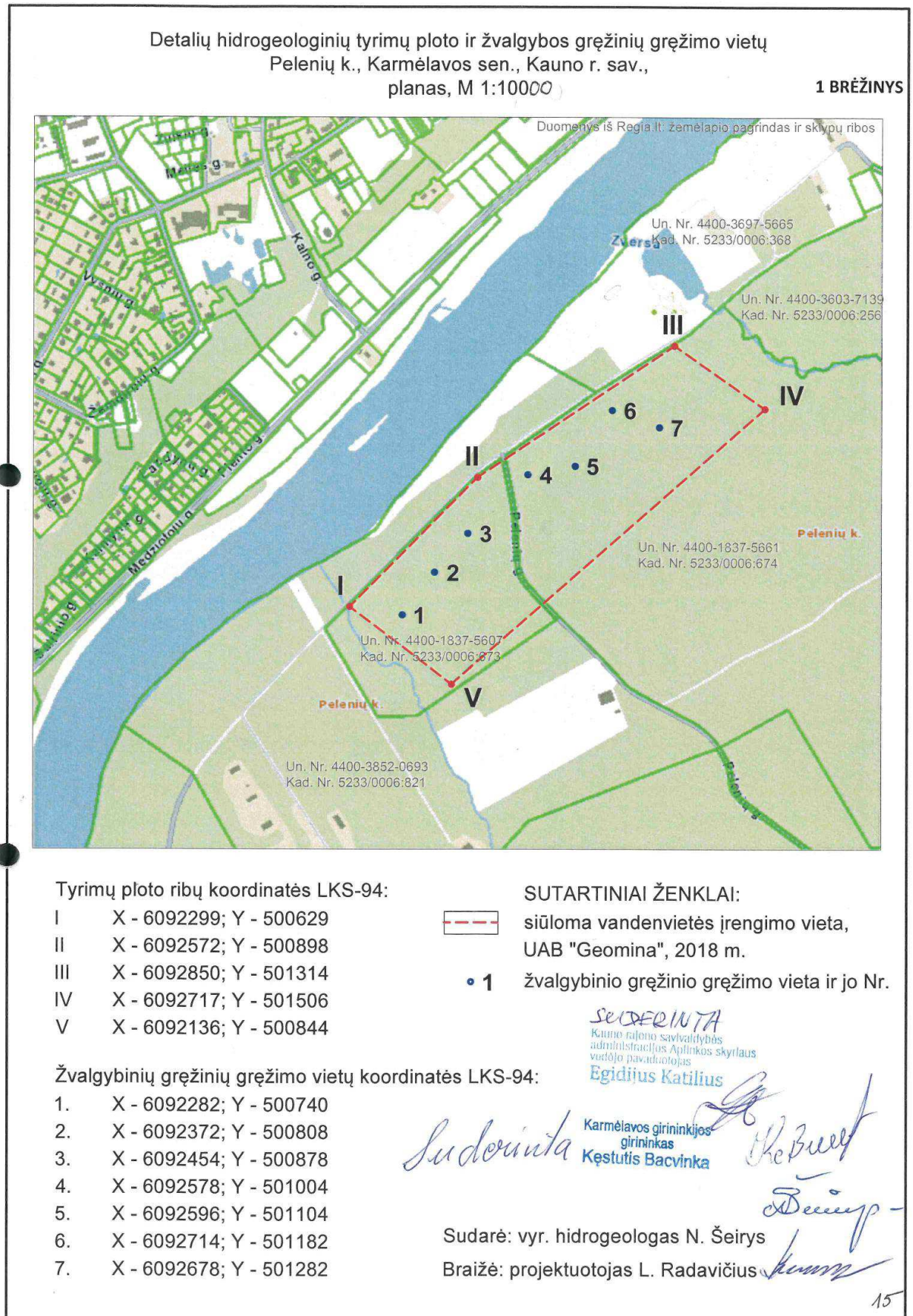
Kaip žinoma, remiantis Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos (toliau šios ataskaitos tekste – LGT) patvirtintu „Požeminio vandens išteklių aprobavimo tvarkos aprašu“ [18], požeminio vandens ištekliai turi būti hidrogeologiškai įvertinti (išžvalgyti) ir LGT aprobuoti. Be to, turi būti nustatyta vandenvietės apsaugos zona (VAZ), kurios paskirtis – saugoti požeminio vandens šaltinius nuo taršos, užtikrinti geriamojo vandens, tiekiamo vartotojams, saugą ir kokybę. Nuo 2015-12-15 VAZ nustatymo klausimai reglamentuojami „Požeminio vandens vandenviečių apsaugos zonų nustatymo tvarkos apraše“ [19], pakeitusiame Lietuvos higienos normą HN 44:2006 (Vandenviečių sanitarinių apsaugos zonų nustatymas ir priežiūra) bei dar ankstesnes analogiškas higienos normas.

Minėti hidrogeologiniai tyrimai atlikti pagal viešojo pirkimo Nr. 553376 techninę specifikaciją, parengus ir suderinus detalių tyrimų projektą, Lietuvos geologijos tarnyboje prie Aplinkos ministerijos įregistravus žemės gelmių tyrimą Nr. 31260-2021, kurio pradžios data 2021-11-03, pabaigos data 2022-10-24 (žr. 1b priedą). Šių tyrimų plotas – 23 ha, jo centro koordinatės: x – 6092454, y – 500878. Ši teritorija patenka į du žemės sklypus (kadastro Nr. 5233/0006:673 ir Nr. 5233/0006:674), kuriuos patikėjimo teise valdo VĮ Valstybinių miškų urėdija (1.1 pav.).

Visus sutartyje (žr. 1 priedą) numatytus tyrimus ir preliminarą jų rezultatų analizę atliko UAB „Artva“, o vandenvietės požeminio vandens išteklių ir VAZ įvertinimui bei atitinkamų hidrogeologinių ataskaitų parengimui buvo pasitelkta UAB „Vilniaus hidrogeologija“ (žr. 1a priedą). Atsižvelgiant į rajono hidrogeologinių sąlygų ypatybes, jų sudėtingumą bei išskirtinumą, požeminio vandens išteklių ir VAZ įvertinimas atliktas matematinio modeliavimo metodais.

Tad ši hidrogeologinė ataskaita, kurią rengė dr. M.Gregorauskas, A.Bendoraitis (UAB „Vilniaus hidrogeologija“), N. Šeirys, E. Paplauskas (UAB „Artva“), skirta išžvalgytos Pelenių vandenvietės gėlo požeminio vandens išteklių įvertinimui/aprobavimui. Pagal nustatytus reikalavimus vandenvietės apsaugos zonos nustatymo rezultatai pateikiami atskirame darbe – VAZ projekte.

Kaip ir kiti panašaus pobūdžio darbai, ši ataskaita sudaryta iš teksto su iliustracijomis, kurios sudėtos kiekvieno skyriaus pabaigoje, ir priedų, kuriuose pateikti atliktų tyrimų faktiniai duomenys ir kita reikalinga informacija apie išžvalgytą vandenvietę. Daugiau informacijos apie rajono hidrogeologines sąlygas, jų specifiką galima rasti įvairiose ankstesnių tyrimų ataskaitose bei studijose [2, 3, 5, 6, 15, 16, 25].



1.1 pav.

## 2. RAJONO GEOLOGINĖS – HIDROGEOLOGINĖS SĄLYGOS

Šiame darbe nagrinėjamas tyrimų plotas su perspektyvine Pelenių vandenviete, kurio dydis – apie 6,8x7,2 km, yra Kauno administraciniame rajone (2.1 pav.) ir patenka į Neries žemumio plynaukštės ir Nevėžio lygumos geomorfologinius rajonus, kuriuose vyraujantis reljefo absoliutus aukštis – apie 60-80 m virš jūros lygio (NN).

Rajonas prarėžtas gana gilaus ir plataus Neries slėnio, kurio žemiausių terasų paviršiaus altitudės – apie 30-40 m NN (tolstant nuo upės, terasų reljefas nežymiai kyla). Neris vandens lygis nuo šiaurietinės iki pietvakarinės rajono ribos žemėja maždaug nuo 28 iki 24 m NN.

Neris slėnio plotis siekia 1-1,6 km. Jis užsibaigia stačiu šlaitu, kuris kairiajame krante maždaug ties 60-70 m. abs. a. pereina į plato. Dešiniajame krante už Neris slėnio ribų vyrauja labiau kalvotas reljefas, tolstant nuo slėnio šlaito jis kyla ir maždaug už 1 km nuo slėnio ribos pasiekia 90 m abs. a., o vietomis ir didesnę aukštį [15].

Nagrinėjamos problemos sprendimui reikšmingiausia viršutinė geologinio nuogulų pjūvio dalis, sudaryta iš kvartero (Q), apatinės kreidos ( $K_1$ ), vidurinės ir viršutinės Juros ( $J_{2-3}$ ) bei apatinio triaso ( $T_1$ ) sluoksnių. Kaip pamatysime, tyrimų rajonas nepasižymi požeminio vandens gausa. Aktyvios apykaitos zonoje gėlas požeminis vanduo glūdi įvairios genezės, skirtingos litologinės sudėties smėlingose nuogulose. Ši sudėtinga hidraulinė sistema sudaryta iš kvartero bei apatinės kreidos vandeningųjų sluoksnių/ kompleksų (2.2 pav.). Iš apačios ji izoliuota fragmentiškai išplitusių iki 9-15 m storio viršutinės-vidurinės jūros smėlingo aleurito ir juodo molio sluoksnių bei giliau slūgsančios apatinio triaso regioninės vandensparos, suklotos iš tankių kompaktiškų molių ir mergelių. Pastarosios kraigas dažniausiai aptinkamas apie 60-100 m gylyje, maždaug ties -10÷-30 m NN. Tačiau rajone užfiksuota ir įvairaus gylio paleojūrinių (senslėnių), užpildytų vandeningomis bei silpnai laidžiomis vandeniu kvartero nuogulomis ir prarėžusių apatinio triaso molius net iki -67 m NN (žr. 2.2 pav.).

Po apatinio triaso dariniams slūgso viršutinio permio ( $P_2$ ) uolienos, suklotos iš kietų, plyšiuotų ir kaveringų vandeningų klinčių. Nagrinėjamame rajone jų slūgsojimo sąlygos nėra ištirtos. Iš platesnių regioninių tyrimų yra žinoma, jog šios sąlygos labai sudėtingos – rajonas tektoninių lūžių suskaldytas į tam tikrus vienas kito atžvilgiu vertikalčiai persistūmusius blokus. Pvz., ties Jonavos Pabartonių vandenviete, į šiaurės rytus nuo nagrinėjamo rajono, iškilusiame tektoniniame bloke  $P_2$  sluoksnis slūgso tiesiog po apatinės kreidos dariniais, vyraujančios jo kraigo altitudės – apie -5÷0 m NN, o klinčių storis siekia 50 m. Tačiau Jonavos apylinkėse esama ir tokių vietų, kur jų kraigas nugrimzdęs žymiai giliau – net iki -100 m NN [5, 6]. Šio sluoksnio požeminis vanduo Jonavoje gėlas, daugiausia kalcio, kalcio magnio hidrokarbonatinės sudėties, o ties mūsų nagrinėjamu rajonu jo bendroji mineralizacija gali siekti apie 3,6 g/l [15]. Kai kur Neris slėnyje sūrus vanduo tektoninių plyšių zonomis gali prasiskverbti ir į aukščiau išplitusius vandeninguosius sluoksnius.

Taigi aprašytoje geologinio pjūvio dalyje galima išskirti du svarbiausius vandeninguosius sluoksnius (horizontus) ar kompleksus: ♦ kvartero vandeningąjį kompleksą; ♦ apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį.

**Kvartero vandeningasis kompleksas** nagrinėjamame rajone sudarytas iš gruntinio ir keleto tarp sluoksnių spūdinių vandeningųjų sluoksnių. Bendras kvartero darinių storis rajone svyruoja maždaug tarp 20-100 m. Tai įvairaus amžiaus ir litologinės sudėties ledynų ir jų tirpsmo vandenų suklotos nuogulos – smėlis, rečiau žvyras bei silpnai laidūs vandeniu moreninis priemolis, priesmėlis, aleuritas, molis. Didesnę storymės dalį sudaro moreniniai horizontai, o sporadiškai išplitusių vandeningų akvaglaciacinių nuogulų storis paprastai neviršija 5-20 m (žr. 2.2 pav.).

**Gruntinis vanduo** – tai nespūdinis vanduo, slūgsantis pirmame nuo žemės paviršiaus vandeningajame sluoksnyje. Gruntinis vandeningasis horizontas rajone yra dvejopos struktūros.

Neries slėnyje vandenį talpina aliuvinės nuogulos – daugiausia įvairiagrūdis smėlis, rečiau žvyras. Neretai po aliuvio slūgso pleistoceno fliuvioglacialinės nuogulos, tad vyraujantis bendras smėlingų nuogulų storis – apie 5-20 m. Jų padas dažniausiai slūgso ties 10-30 m NN (2.3 pav.). Filtracinės savybės nėra gerai ištirtos, tačiau yra žinoma, kad Jonavos apylinkėse šių nuogulų filtracijos koeficiento  $k$  vertės siekia iki 10-25 m/d. Mažesnių upelių slėniuose nedidelio storio aliuvinių nuogulų sluoksniai sukloti iš molingų smėlių ir nėra itin laidūs vandeniui [6].

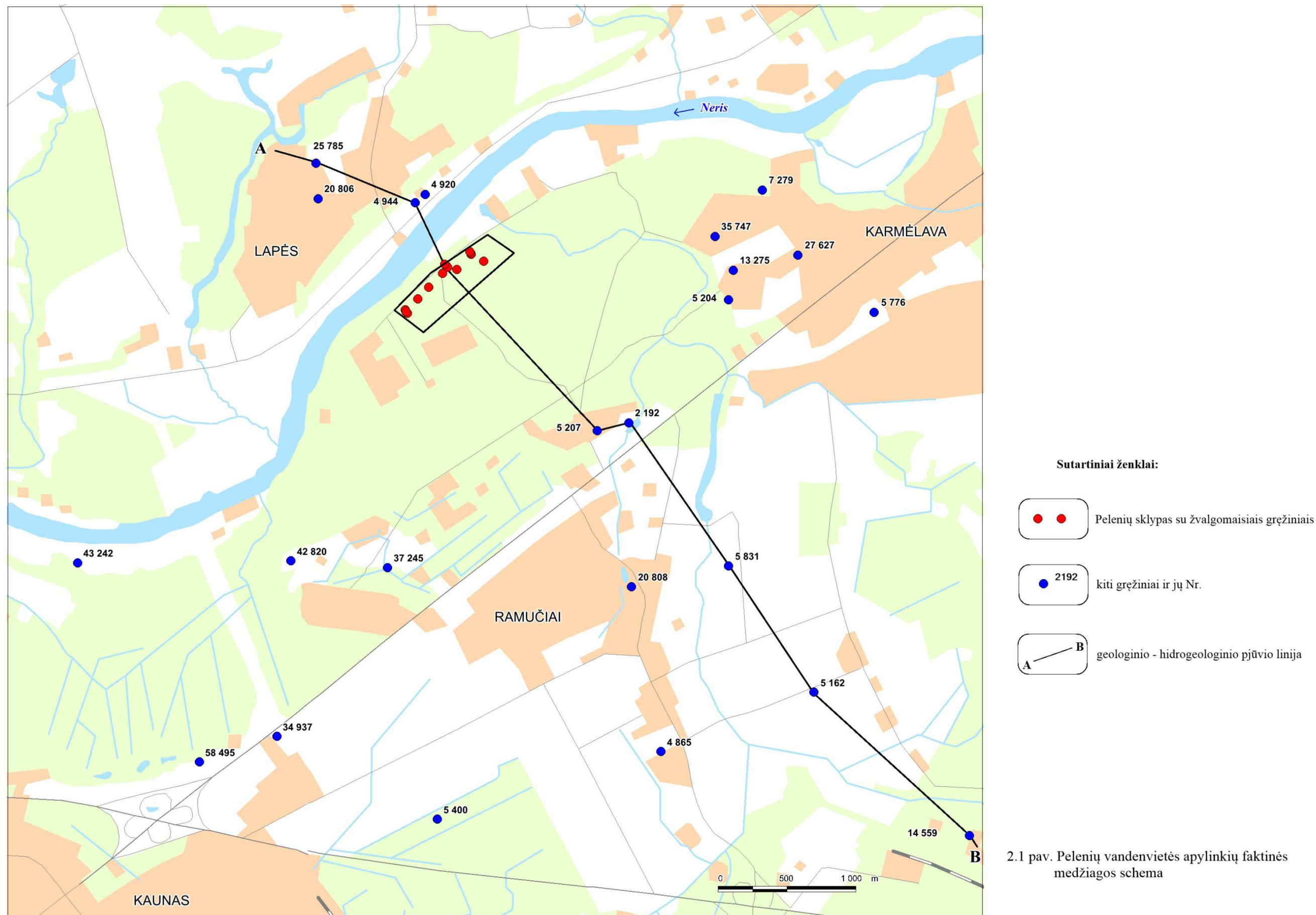
Už slėnio ribų gruntinis vanduo glūdi silpnai laidžiose vandeniui paskutiniojo apledėjimo glacialinėse (duginės morenos, kraštinių darinių), limnoglacialinėse, fliuvioglacialinėse, pelkių nuogulose. Tai moreninis priemolis, priesmėlis, įvairus (daugiausia smulkus) smėlis, aleuritas, durpė. Vandeningojo horizonto storis dažniausiai neviršija keleto metrų. Gruntinio vandens lygis rajone aptinkamas 0,5-15 m gylyje nuo žemės paviršiaus. Jis iš esmės kartoja žemės reljefo formas – gruntinio vandens srautas iš aukštesnių vietų krypsta link iškrovos sričių – Neries ir mažesnių upelių slėnių, jis srūva ir gilyn, maitindamas kitus vandeninguosius sluoksnius. Gruntinio vandens lygis žemėja maždaug nuo 70-75 m NN pietvakarinėje ir šiaurės vakarinėje rajono dalyje iki 25-30 m NN Neries slėnyje (2.4 pav.).

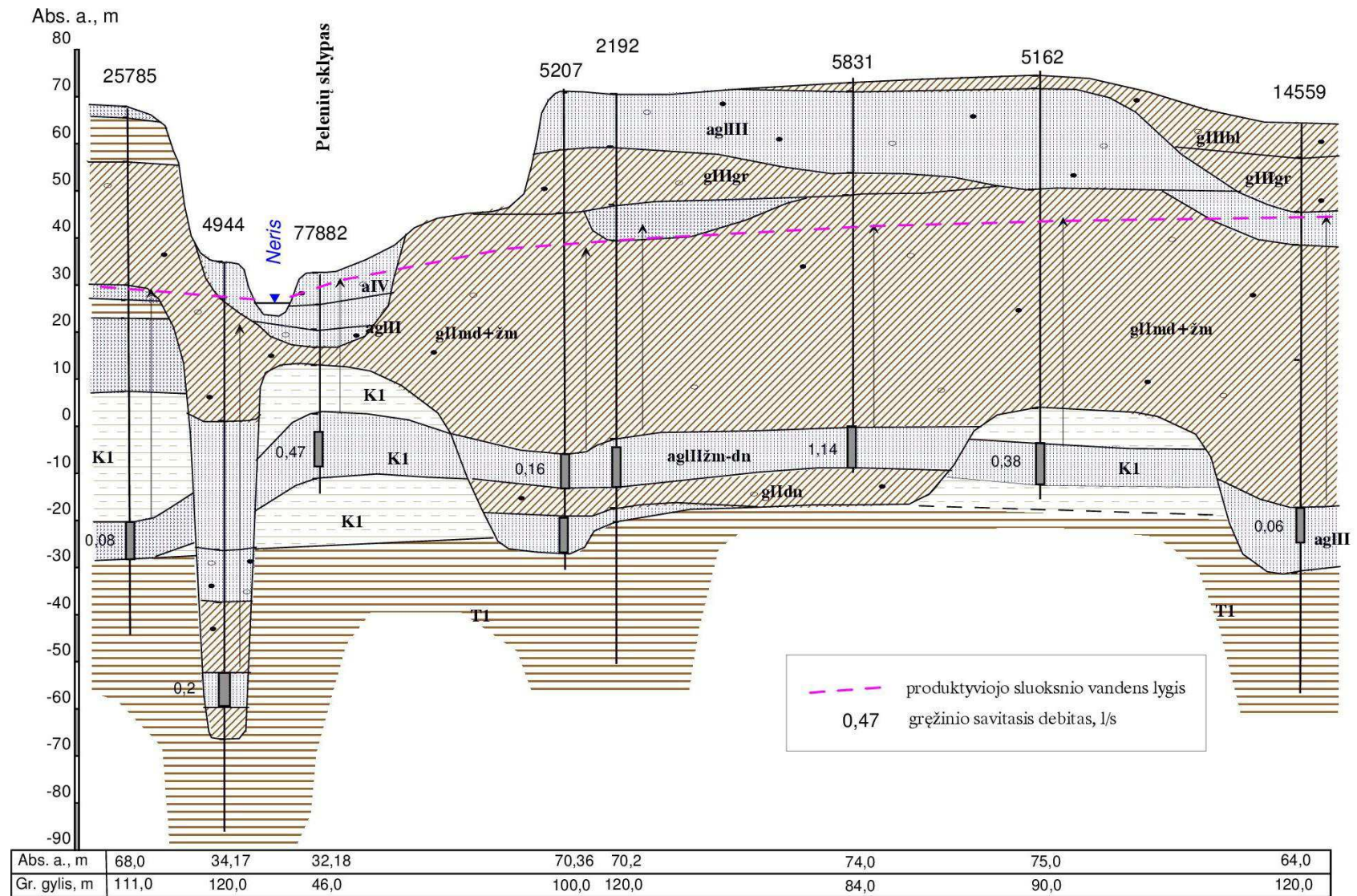
**Kvartero nuogulų tarp sluoksninis vanduo** glūdi daugiau ar mažiau tarpusavyje hidrauliškai susijusiuose Baltijos-Grūdų (aglIIIbl-gr), Grūdų-Medininkų (aglIII-IIgr-md), Medininkų-Žemaitijos (aglIIImd-žm), Žemaitijos-Dainavos (aglIIIžm-dn), Dainavos-Dzūkijos (aglIIIdn-dz) tarpmoreniniuose vandeninguosiuose sluoksniuose. Šie horizontai paplitę sporadiškai, nedideliuose plotuose ir dažniausiai būna mažo storio – apie 5-10 m, rečiau – iki 20 m. Jie sukloti iš įvairaus, neretai smulkaus smėlio su retais žvyro tarp sluoksniais (žr. 2.2 pav.). Rajone šių spūdinių sluoksnių požeminis vanduo eksploatuojamas pavieniais gręžiniais, kurių našumas gana menkas (savitasis debitas paprastai būna apie 0,05-0,5 l/s, tik retais atvejais pasiekia 1-1,1 l/s. Didžiausią praktinę reikšmę mūsų nagrinėjamu atveju čia turi kvartero nuogulų apatinėje dalyje kiek plačiau išplitęs Žemaitijos-Dainavos vandeningasis sluoksnis. Pagal slūgsojimo sąlygas jis artimas apatinės kreidos vandeningajam sluoksniui, su kuriuo praktiškai sudaro vieną vandeningąjį kompleksą. Tad toliau nagrinėdami ir matematiniam modelyje schematizuodami rajono hidrogeologines sąlygas, jį vadinsime **kvartero-kreidos vandeningoju kompleksu** (žr. 2.2 pav.).

Iš ankstesnių tyrimų yra žinoma, jog rajone bendras apatinės kreidos nuogulų storis siekia 10-53 m [15]. Jos suklotos iš Jiesios svitos ( $K_{js}$ ) 7-21 m storio smėlingo, molingio aleurito su glaukonito priemaiša ir vandeningo įvairiagrūdžio, kai kur molingio 7-32 metrų storio **Užupio svitos** ( $K_{už}$ ) smėlio. Rajone ir apylinkėse kreidos sluoksniai gana plačiai išplitę, jų nebūna gilesniuose paleoįrėžiuose, užpildytuose minėtomis vandeningomis kvartero nuogulomis (beje, tikėtina, jog gręžiant privačius vandens gavvybos gręžinius, šie sluoksniai ne visada teisingai identifikuojami). Bet koku atveju šiuos kvartero bei kreidos sluoksnius galime laikyti tiesiogine Pelenių vandenvietėje išžvalgyto apatinės kreidos (Užupio) vandeningojo sluoksnio tąsa rajone (žr. 2.2 pav.).

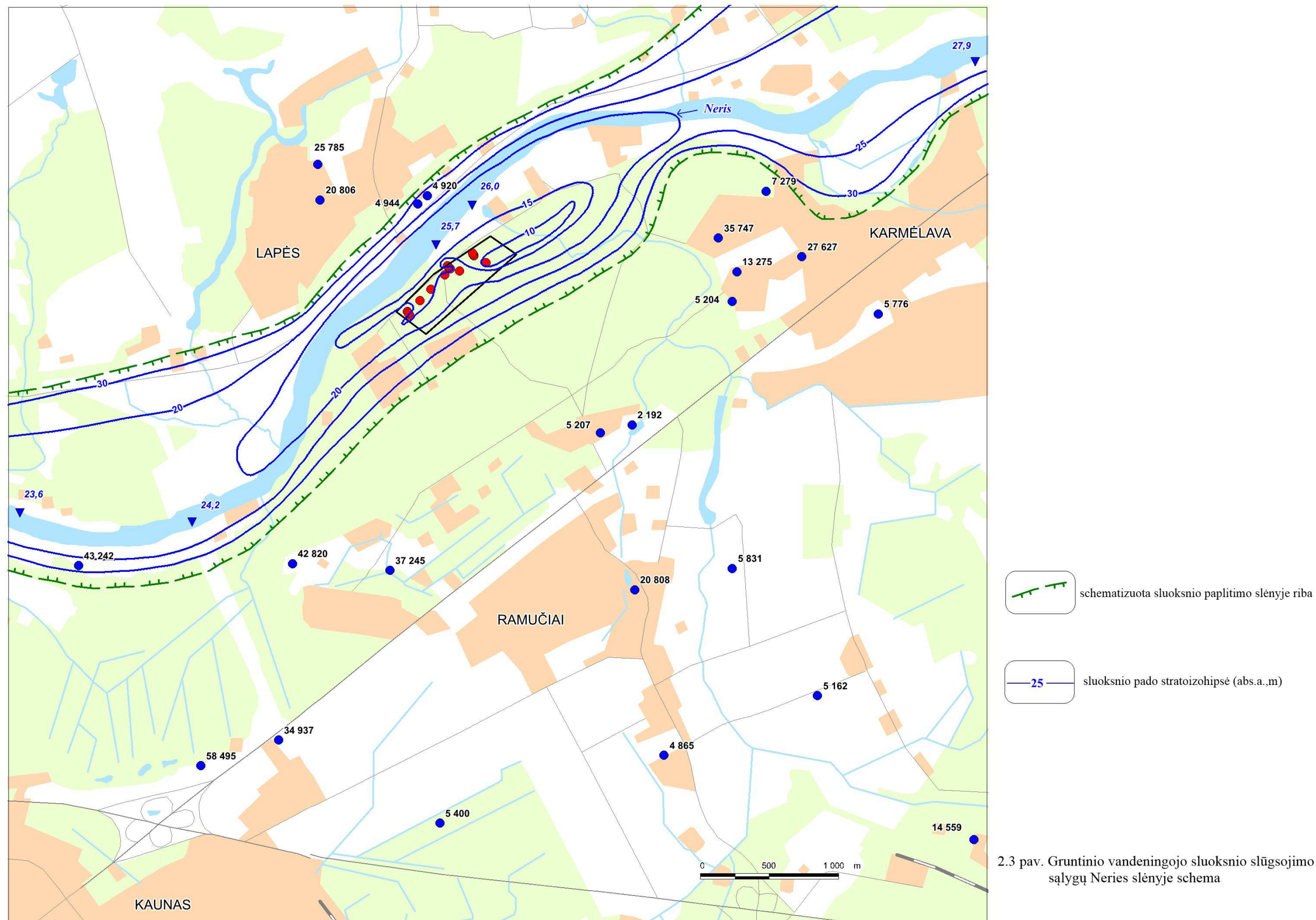
Šio apibendrinto kvartero-kreidos vandeningojo komplekso/sluoksnio kraigas slūgso nuo -28 iki 19 m NN (2.5 pav.). Jo efektyvus storis būna labai įvairus ir svyruoja nuo 4-8 iki 29-39 m, vyraujantis storis – apie 10-15 m. Požeminio vandens srauto struktūra sudėtinga. Kaip matome 2.6 pav., šio jungtinio sluoksnio požeminio vandens pjezometrinio lygio abs. aukštis rajone kinta nuo 50 iki 28-30 m NN. Gamtinėmis sąlygomis visų minėtų aktyvios apykaitos zonoje esančių horizontų vienodo vandens lygio izolinijos (hidroizopježės) daugiau ar mažiau kartoja reljefo formas, t.y. požeminio vandens srautas iš šiaurės vakarų ir pietvakarių krypsta link Neries slėnio, kuriame jis išsikrauna. Mitybos srityse (aukštumose) aukščiausiai slūgso gruntinio, o žemiausiai – apatinės kreidos horizontų vandens lygis. Spūdinių kvartero horizontų lygiai nusistovi tarp jų. Vandens lygių skirtumas tarp atskirų horizontų siekia nuo 1-2 iki 10-20 metrų. Savo ruožtu Neries slėniui būdingas atvirkščias lygių pasiskirstymas. Prie Neries apatinės kreidos sluoksnio lygis slūgso apie 1-2 m aukščiau už gruntinio vandens lygį.

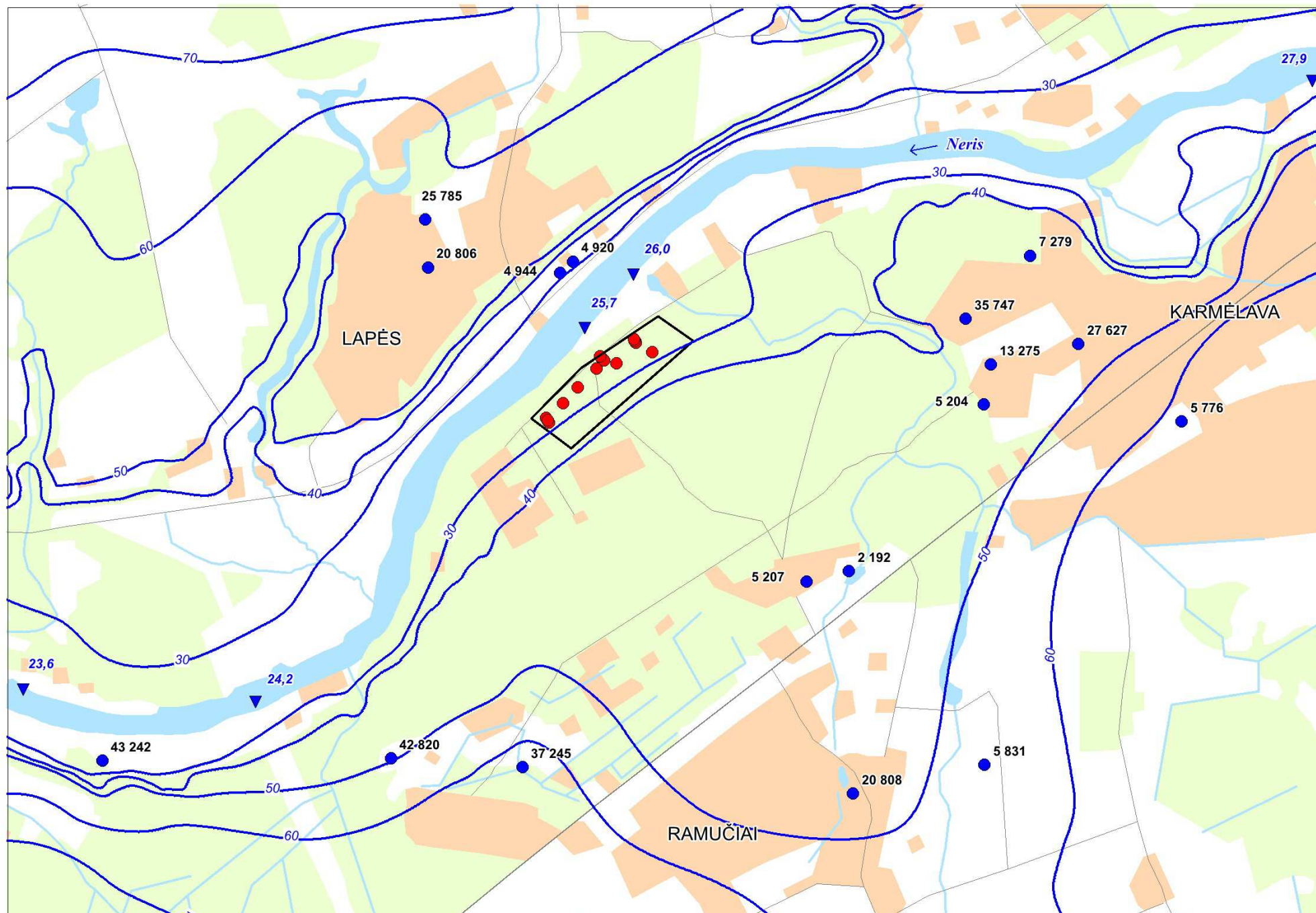
Kvartero-kreidos vandeningojo sluoksnio vandens pralaidumo (pratakumo) koeficientas km rajone nedidelis ir realiai gali siekti apie 40-80 m<sup>2</sup>/d. Vyraujančios nuogulų filtracijos koeficiento k vertės – apie 4-7 m/d, todėl ir gręžinių lyginamasis debitas palyginus mažas, jis svyruoja apie 0,05-0,7 l/s, tik pavieniais atvejais pasiekia 1,14 l/s. Šio sluoksnio vanduo dažniausiai gėlas, kalcio-magnio hidrokarbonatinės sudėties. Jo bendroji mineralizacija rajone svyruoja apie 0,3-0,8 g/l [15]. Kaip minėjome, kai kur Neries slėnyje galima ir gilesnio sūraus vandens intruzija. Pvz., su tuo susijęs žinomas Mažųjų Lapių hidroinjekcinis mineralinio vandens telkinys (gręž. 25785, žr. 2.1, 2.6 pav.), kuriame apatinės kreidos (Užupio) vandeningojo sluoksnio požeminio vandens bendroji mineralizacija (sausoji liekana) siekia 1,1-1,5 g/l), bendrasis ištirpusių medžiagų kiekis – 1,3-1,7 g/l [16].

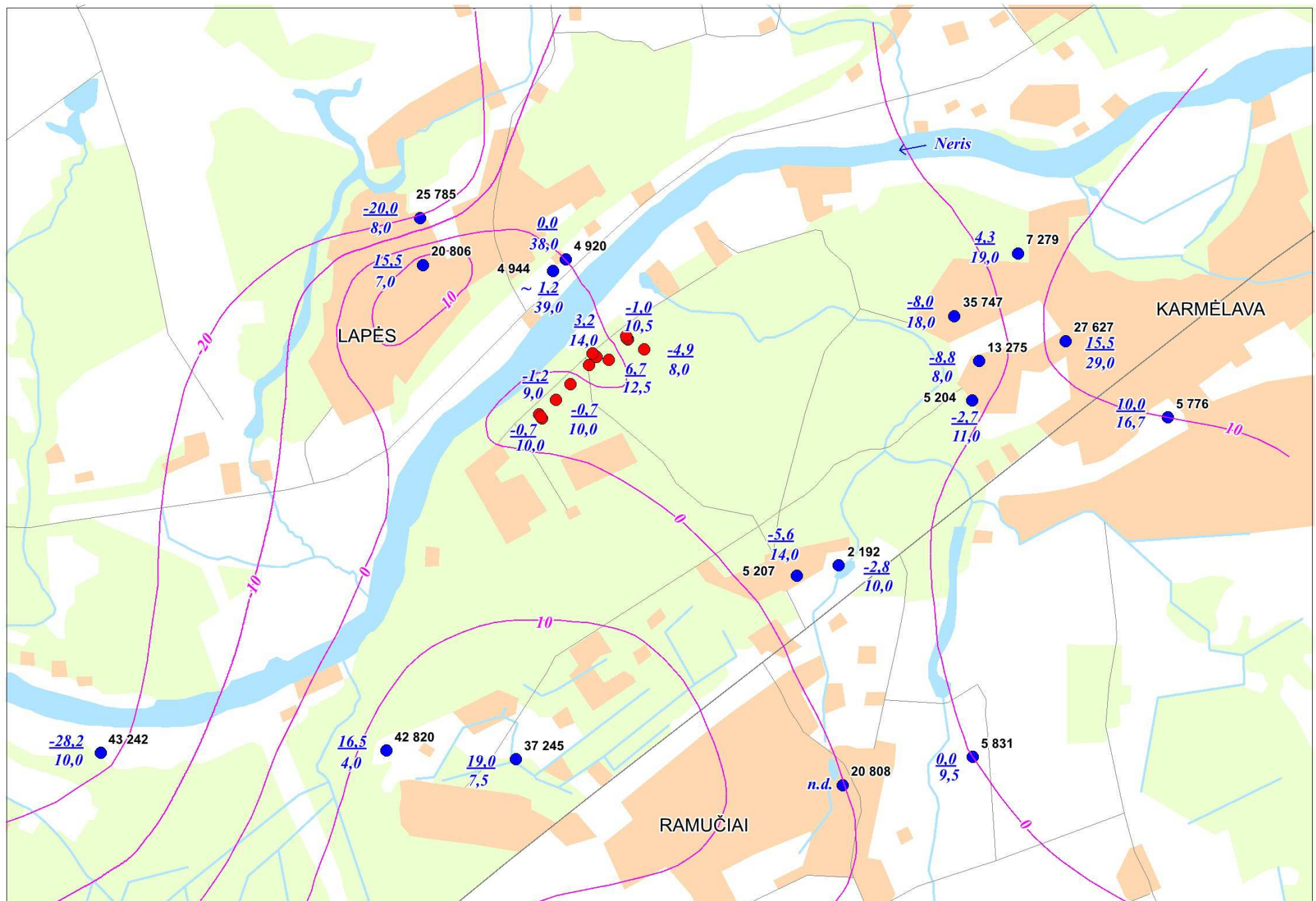


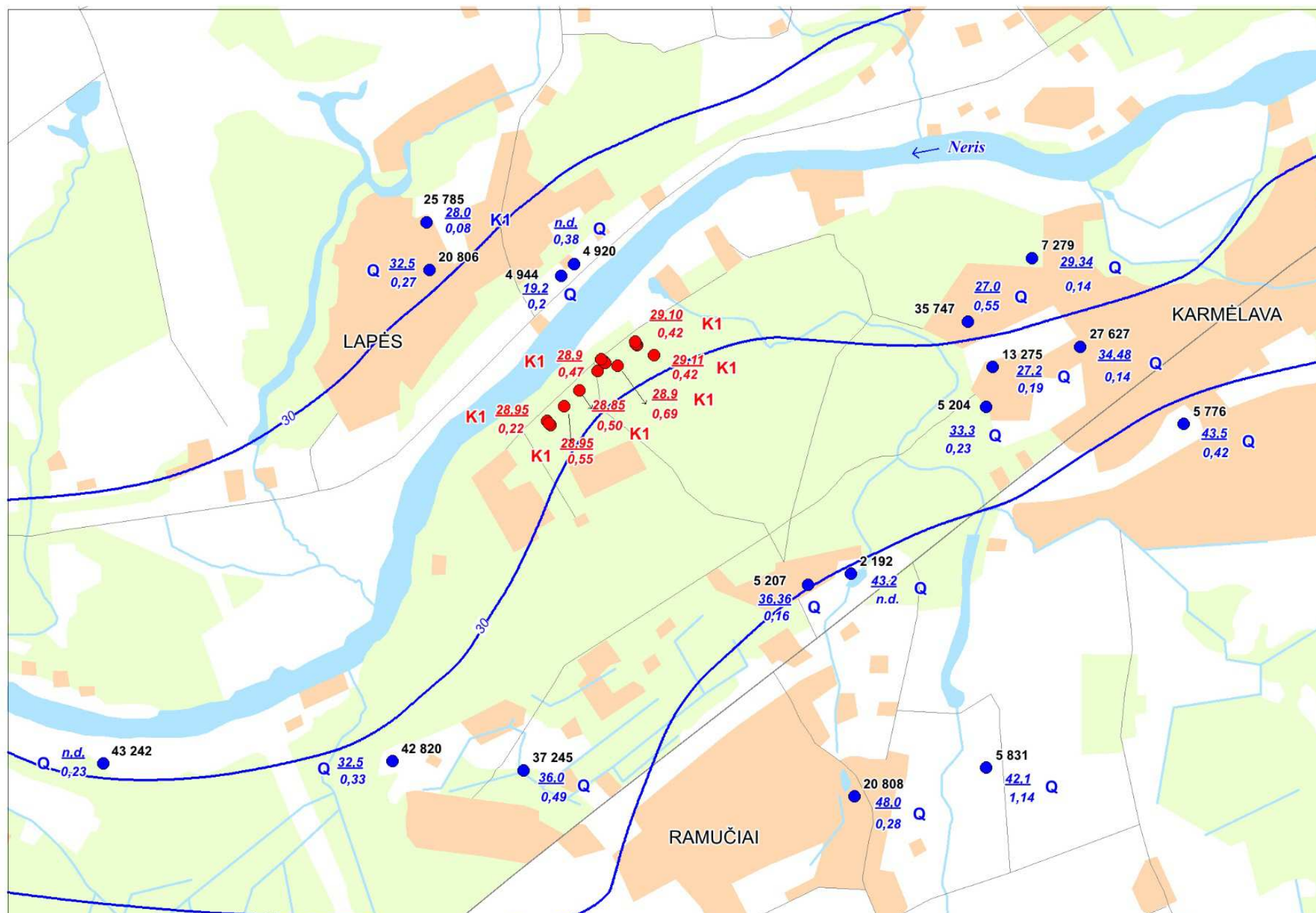


2.2 pav. Geologinis - hidrogeologinis pjūvis A-B









### 3. TYRIMŲ METODIKA

Pagrindiniai reikalavimai požeminio vandens išteklių ištyrimui, įvertinimui ir aprobavimui reglamentuoti „Požeminio vandens išteklių aprobavimo tvarkos apraše“, patvirtintame Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) direktoriaus 2022-05-16 įsakymu Nr. 1-220 [18] ir „Požeminio vandens išteklių klasifikacijoje“, patvirtintoje LGT direktoriaus 2021-11-24 įsakymu Nr. 1-494 [20]. Tvarkos reikalavimai taikomi visoms veikiančioms ir naujai projektuojamoms viešo vandens tiekimo ir mineralinio vandens vandenvietėms. Kiekvienoje tokioje vandenvietėje, jei jos ištekliai dar nėra aprobuoti LGT arba ji yra reikšmingai rekonstruojama, reikia atlikti tam tikrus nustatytus hidrogeologinius tyrimus, įvertinti ir pateikti tvirtinimui požeminio vandens išteklius ir apsaugos zonas [18].

Čia nurodyta, kad požeminio vandens ištekliai pagal ištyrimo laipsnį skirstomi į ištirtus ir prognozuojamus. Jų patikimumas nusakomas A, B ir P kategorijomis, nurodančiomis ištirtumo mažėjimo tvarką. Ištirti ištekliai skirstomi į A ir B kategorijas. A kategorijai priskiriami ištekliai, kurių kiekis ir kokybė hidrogeologiniu požiūriu nustatyti patikimai, o B kategorijai – kai dėl sudėtingų hidrogeodinaminių ir hidrocheminių telkinio (vandenvietės) sąlygų nėra galimybės požeminio vandens išteklių kiekio ar kokybės kaitos nustatyti patikimai ir kurie kiekio bei kokybės požiūriu gali būti patikslinti papildomais tyrimais arba gavybos duomenimis. A kategorijos išteklių išgavimo galimybė turi būti įrodyta vandenviečių kaptažinių įrenginių eksploatavimo arba tiriamųjų išpumpavimų analize ir susieta su konkrečia kaptažinių įrenginių konstrukcija bei jų išdėstymo vandenvietėje schema.

Ištirtieji požeminio vandens ištekliai pagal kokybinius parametrus gali būti priskiriami AN ir BN subkategorijoms [20]. AN ir BN subkategorijoms priskiriami atitinkamai A ir B kategorijų požeminio vandens ištekliai, kurių požeminio vandens cheminė sudėtis neatitinka geriamajam vandeniui taikomų toksinių (cheminių) rodiklių reikalavimų, nurodytų Lietuvos higienos normoje HN 24:2017 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ [11]. Prognozuojamieji požeminio vandens ištekliai priskiriami požeminio vandens išteklių P kategorijai. Tai galimi naudoti mažiau tirtų vandeningųjų sluoksnių arba jų sistemų ištekliai, apskaičiuoti netiesioginio žemės gelmių tyrimo būdu. Jie naudojami rengiant regionų vandentiekos planus ir kt.

Žvalgomo telkinio geologinės ir hidrogeologinės sąlygos sudėtingos, o perspektyvinis išteklių poreikis siekia beveik 3,0 tūkst. m<sup>3</sup>/d. Dėl to atliekant tyrimus taikyti sudėtingiausi požeminio vandens išteklių vertinimo ir aprobavimo tvarkoje nustatyti reikalavimai [18].

Įvertinus Pelenių sklypo (žr. 1.1 pav.) plotą ir hidrogeologinį ištirtumą, hidrogeologiniai tyrimai jame atlikti trimis stadijomis: paieškos (kodas 32020), parengtinės žvalgybos (kodas 32031) ir detalios žvalgybos (kodas 32032). Tyrimų metu įrengti specialūs gręžiniai vandeningojo sluoksnio ribinių sąlygų ir ryšio su gruntiniu vandeninguoju sluoksniu nustatymui. Vertinant požeminio vandens išteklius, įvertintas produktyvus sluoksnio ryšys su paviršiniu vandeniu bei galima sąveika su kitais vandens išteklių naudotojais. Atlikus visus projekte numatytus darbus, parengta ši išžvalgytų požeminio vandens išteklių vertinimo ir telkinio apsaugos zonos projekto hidrogeologinė ataskaita.

Tiesioginiai hidrogeologiniai tyrimai atlikti tam tikslui Pelenių miške paruoštose hidrogeologinių tyrimų aikštelėse. Aikšteles parinktos ir suderintos vietose ir privažiavimo iki jų kelius paruošė VĮ Valstybinių miškų urėdijos Karmėlavos girininkija.

1. **PAIEŠKA** (kodas 32020) – žvalgybinis gręžimas DN139 septyniose (7), išilgai sklypo tolygiai išdėstytose, aikštelėse imtinai iki apatinio triaso (T<sub>1</sub>) vandensparinių uolienu, skirtas geologinių sąlygų nustatymui ir geriausiomis hidrogeologinėmis sąlygomis pasižyminčių vietų identifikavimui.

2. PARENGTINĖ ŽVALGYBA (kodas 32031) – keturiose (4) geriausiomis hidrogeologinėmis sąlygomis pasižyminčiose aikštelėse įrengti keturi (4) žvalgybos gręžiniai PVC DN125, hidrodinamiškai ir hidrochemiškai išbandyti.
3. DETALI ŽVALGYBA (kodas 32032) – pagal parengtinės žvalgybos duomenis, trijose (3) tinkamiausiose aikštelėse, įrengta po vieną (1) didelio skersmens žvalgybos gręžinį PVC DN225 tiriamiesiems išpumpavimams ir po du (2) žvalgybos (stebėjimo) gręžinius PVC DN125 į produktyvų ir gruntinį vandeninguosius sluoksnius, požeminio vandens lygio ir temperatūros stebėjimams tyrimų metu. Atlikti trys (3) nuoseklūs ilgalaikiai (7 dienų) išpumpavimai, su 3 – 5 stebėjimo gręžiniais kiekvienoje aikštelėje, vidutiniu debitu 22 m<sup>3</sup>/h. Įvertinti apatinės kreidos Užupio svitos (K<sub>1</sub> už) vandeningojo sluoksnio požeminio vandens ištekliai ir parengtas telkinio apsaugos zonos projektas.

Tyrimų metu UAB „Artva“ atliktų pagrindinių darbų, bandymų ir matavimų suvestinė pateikta 3.1 lentelėje.

**3.1 lentelė.** Atliktų pagrindinių darbų, bandymų ir matavimų suvestinė

Eil. Nr.	Darbai, bandymai ir matavimai	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1.	<i>Paieškos</i> (kodas 32020) gręžinių gręžimas d139 ir likvidavimas	$\frac{\text{vnt.}}{\text{m}}$	$\frac{7}{491}$	Nr. 1 – Nr. 7
2.	<i>Parengtinės</i> žvalgybos (kodas 32031) gręžinių PVC DN125 įrengimas ir likvidavimas	$\frac{\text{vnt.}}{\text{m}}$	$\frac{4}{173}$	Nr. 77877 - 77880
3.	<i>Detalios</i> žvalgybos (kodas 32032) gręžinių PVC DN225 įrengimas bandymams ir konservavimas	$\frac{\text{vnt.}}{\text{m}}$	$\frac{3}{131}$	Nr. 77881, 77882, 77883
4.	<i>Detalios</i> žvalgybos (kodas 32032) gręžinių PVC DN125 įrengimas stebėjimams ir likvidavimas	$\frac{\text{vnt.}}{\text{m}}$	$\frac{7}{227}$	Nr. 77871, 77874, 77876, 77884 - 77887
5.	Gręžinių PVC DN125 <i>bandomieji</i> išpumpavimai	$\frac{\text{vnt.}}{\text{diena}}$	$\frac{10}{0,3}$	Nr. 77871, 77874, 77877 – 77880, 77884 - 77887
6.	Gręžinių PVC DN125 vandens laboratoriniai matavimai	kompl.	8	Nr. 77871, 77874, 77877 – 77880, 77886, 77887
7.	<i>Tiriamieji</i> išpumpavimai: <b>gręž. 77881, debitas:</b> 14,0 – 18,9, vid. 18,2 m <sup>3</sup> /h <b>gręž. 77883, debitas:</b> 22,6 m <sup>3</sup> /h <b>gręž. 77882, debitas:</b> 25,2 m <sup>3</sup> /h	dienos „ „ „	$\frac{20,3}{6,78}$ 6,83 6,68	nuo 2022-07-20 15:00 2022-05-02 13:30 2022-05-12 13:10
8.	Požeminio vandens lygio ir temperatūros matavimai <i>tiriamųjų</i> išpumpavimų metu: <b>gręž. 77881:</b> stebėjimo gr. 77878, 77884, 77876 <b>gręž. 77883:</b> stebėjimo gr. 77880, 77887, 77871 <b>gręž. 77882:</b> stebėjimo gr. 77885, 77886, 77874, 77879, 77877	vnt. „ „	9172 11340 24258	vandens lygio ir temperatūros automatiniais registratoriais Edge M100 ir M5
9.	Kontroliniai požeminio vandens lygio matavimai <i>tiriamųjų</i> išpumpavimų metu iš gręžinių: gręž. 77881 gręž. 77883 gręž. 77882	vnt. „ „	208 206 216	elektrogarsinė vandens lygio matuoklė Hydrotechnik GmgH, tikslumas ±0,005 m

## 3.1 lentelės tęsinys

10.	Požeminio vandens fizikinių parametrų: pH, SEL, Eh, T, O <sub>2</sub> matavimai prie gręžinių <i>tiriamųjų</i> išpumpavimų metu: gręž. 77881 gręž. 77883 gręž. 77882	kompl. „ „	12 11 20	analizatorius CyberScan PCD 650 EUTECH instruments
11.	Siurbiamo vandens skaitiklio rodmenų stebėjimai <i>tiriamųjų</i> išpumpavimų metu: gręž. 77881 gręž. 77883 gręž. 77882	vnt. „ „	48 44 39	vandens skaitiklis Nr. SK 08 MI 001- SMU002, Qn – 60 m <sup>3</sup> /h
12.	Gręžinių Nr. 77881, 77882 ir 77883 vandens laboratoriniai matavimai <i>tiriamųjų</i> išpumpavimų metu: • HN 24:2017: pradžioje ir pabaigoje • BChA, ChDS ir Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> :trečią (3), penktą (5) ir šeštą (6) išpumpavimų dienomis	kompl. „	6 9	laboratorinius matavimus atliko UAB „Vandens tyrimai“ laboratorija

Lentelėje nurodytus darbus, bandymus ir matavimus apibūdinsime plačiau:

- 1. Paieškos gręžinių** gręžimas Nr. 1 – Nr. 7 septyniose (7) tyrimų aikštelėse atliktas d139 kalnu iki 70 m gylio, į regioninės triaso (T<sub>1</sub>) vandensparos kraigą (molį) įsigręžiant iki 3 - 5 m. Geologinio pjūvio apibūdinimas atliktas pagal gręžimo pobūdį, iš kirtavietės išnešamą šlamą ir grunto bandinius. Geologinių sluoksnių ribos patikslintos pagal geofizinių (elektrometrinių) matavimų duomenis. Gręžiniai likviduoti.
- 2. Parengtinės žvalgybos gręžiniai** PVC DN125, skirti tinkamiausių aikštelių tiriamiesiems išpumpavimams identifikavimui, gręžti keturiose (4) tyrimų aikštelėse Nr. 1, 3, 4 ir 6. Gręžinių konstrukcija, t.y. filtro nuleidimo gylis, nustatytas pagal šiose aikštelėse gręžtų paieškos gręžinių duomenis. Gręžinių filtrų užvamzdinė ertmė užpilta švriu plautu žvyru, aukščiau esanti užvamzdinė ertmė hermetizuota gamtiniu moliu (kompaktonitu) ir užsandarinta smėlio-molio mišiniu. Gręžiniai išvalyti iki pilno vandens atsivalymo. Atlikus hidrodinaminius bandymus, hidrocheminius tyrimus ir ilgalaikius stebėjimus tiriamųjų išpumpavimų metu, gręžiniai likviduoti.
- 3. Detalios žvalgybos gręžiniai** PVC DN225 ilgalaikiams tiriamiesiems išpumpavimams įrengti trijose (3) hidrogeologinių tyrimų aikštelėse Nr. 1, 4 ir 6. Gręžinių konstrukcija parinkta pagal gręžimo vietos geologinį pjūvį ir gręžskylės elektrometrinių matavimų duomenis. Gręžinių filtrų užvamzdinė ertmė užpilta švriu plautu žvyru, aukščiau - hermetizuota gamtiniu moliu (kompaktonitu) ir užsandarinta smėlio-molio mišiniu, ties gręžinio žiotimis - užcementuota. Gręžiniai išvalyti iki pilno vandens atsivalymo. Atlikus ilgalaikius tiriamuosius išpumpavimus, gręžiniai užkonservuoti.
- 4. Detalios žvalgybos gręžiniai** PVC DN125, skirti produktyvaus ir gruntinio vandens stebėjimams tiriamųjų išpumpavimų metu, įrengti trijose (3) tyrimų aikštelėse Nr. 1, 4, 6. Gręžinių konstrukcija, t.y. filtro nuleidimo gylis, nustatyta pagal gręžimo vietos geologinį pjūvį ir gręžskylės elektrometrinių matavimų duomenis. Gręžinių filtrų užvamzdinė ertmė užpilta švriu plautu žvyru, aukščiau esanti užvamzdinė ertmė hermetizuota gamtiniu moliu (kompaktonitu) ir užsandarinta smėlio-molio mišiniu. Gręžiniai išvalyti iki pilno vandens atsivalymo. Atlikus hidrodinaminius bandymus, hidrocheminius tyrimus ir tiriamuosius

išpumpavimus, gręžiniai likviduoti.

5. **Gręžinių PVC DN125 bandomieji išpumpavimai** skirti gręžinių pagrindinių hidrodinaminių parametrų (vandens lygio, debito ir pažemėjimo) ir našumo (pagal savitąjį debitą) nustatymui bei vandens bandinių laboratoriniams matavimams ėmimui. Hidrodinaminių parametrų vertės nustatytos, kai vandens dinaminis lygis gręžiniuose pasiekė esminę stabilizaciją.
6. **Gręžinių PVC DN125 vandens laboratoriniai matavimai.** Vandens bandiniai imti bandomųjų išpumpavimų pabaigoje, esant esminei dinaminio vandens lygio stabilizacijai. Produktivaus sluoksnio požeminio vandens bendroji cheminė sudėtis, organinės medžiagos (ChDS) ir geležies ( $\text{Fe}^{2+}$  ir  $\text{Fe}^{3+}$ ) koncentracija tirta keturiose (4) aikštelėse Nr. 1, 3, 4 ir 6. Analogiškai gruntinio vandens laboratoriniai matavimai atlikti dviejose (2) aikštelėse Nr. 4 ir 6.
7. **Tiriamieji išpumpavimai.** Gręžiniai PVC DN225 tiriamiesiems išpumpavimams paruošti laikantis esminių vandens gręžinių parengimo gavybai reikalavimų. Giluminiai siurbliai gręžiniuose sumontuoti naudojant PE DN63 vamzdžius, 2 – 3 m virš filtro. Gręžinių žiotys uždengtos hermetiška galvute su DN32 pjezometru. Automatinis vandens lygio ir temperatūros registratorius gręžiniuose nuleistas žemiau giluminio siurblio, į gręžinio filtrą. Įrengta vandens srauto reguliavimo sklendė, su mechaniniu skaitikliu ir čiaupu požeminio vandens savybių stebėjimams ir baninių ėmimui. Siurblio valdymo ir apsaugos pultas įrengtas skyde ant atramos, prie gręžinio. Siurbiamo vandens nuvedimui sumontuota laikina vamzdžių linija iki Neries upės. Išpumpavimai atlikti pagal grupinių tiriamųjų išpumpavimų su *stebėjimo* gręžiniais reikalavimus. Gręžinio Nr. 77881 tiriamasis išpumpavimas atliktas kintamu debitu, kitų dvejų gręžinių – pastoviu debitu. Kiekvieno gręžinio nepertraukiamo išpumpavimo trukmė 7 dienos. Išpumpavimai atlikti naudojant autonominį elektros tiekimo šaltinį (generatorių). Kiekvienoje tyrimų aikštelėje buvo po du (2) stebėjimo gręžinius, įrengtus į produktyvųjį sluoksnį. Stebėjimo gręžinių atstumas nuo bandymo gręžinio, per vandeningojo sluoksnio storį. Stebėjimo gręžiniai išdėstyti statmenai Neries upei, prieš bandymo gręžinį ir už jo. Taip pat, už 1 – 2 m nuo bandomo gręžinio įrengtas stebėtas gruntinio vandens lygis. Stebėjimams taip pat naudoti ir toliau, kitose aikštelėse įrengti žvalgybos gręžiniai.
8. **Požeminio vandens lygio ir temperatūros matavimai tiriamųjų išpumpavimų metu** buvo atliekami nuolat, kas 5 min., vandens lygio žemėjimo ir atsistatymo metu, baigus išpumpavimą. Bendra stebėjimų vienoje aikštelėje trukmė 9,9 – 14,6 dienų. Stebėjimai buvo atliekami į bandymo ir stebėjimo gręžinių filtrus įleistais automatiniais registratoriais „Solinst“ (Kanada). Iš viso atlikta 44770 matavimų. Požeminio vandens lygio stebėjimų duomenys apibendrinti ir produktyvaus sluoksnio pagrindinių geofiltracinių parametrų vertės nustatytos programine įranga Aqifer Test Pro 7.0.
9. **Kontroliniai požeminio vandens lygio matavimai** tiriamųjų išpumpavimų metu buvo atliekami visuose atliekamo tyrimo aikštelės gręžiniuose, kas dvi (2) valandas, šviesiu paros metu ir du (2) kartus per dieną toliau esančiuose gręžiniuose. Iš viso atlikta 630 kontrolinių lygio matavimų. Matavimai buvo atliekami nežiojama elektrogarsine matuokle, o duomenys užrašomi į vandens lygio matavimų gręžiniuose protokolus.
10. **Požeminio vandens fizikinių parametrų (pH, SEL, Eh, T, O<sub>2</sub>) matavimai prie gręžinių** buvo atliekami iki 3 kartų per dieną. Matavimai skirti galimam požeminio vandens mineralizacijos kitimui, jo operatyviam vertinimui ir galimam tiriamojo išpumpavimo režimo tikslinimui. To daryti nereikėjo, nes visų trijų išpumpavimų metu, požeminio vandens

savybės išliko stabilios.

11. **Siurbiamo vandens skaitiklio rodmenų stebėjimai tiriamųjų išpumpavimų metu** buvo atliekami nuolat, kas dvi (2) valandas šviesiu paros metu. Rodmenys užrašomi į gręžinio vandens skaitiklio rodmenų protokolą.
12. **Gręžinių Nr. 77881, 77882 ir 77883 vandens laboratorinių matavimų tiriamųjų išpumpavimų metu** tvarka: 1) bandiniai laboratoriniams matavimams pagal HN 24:2017 imti kiekvieno bandymo pradžioje (po 4 val. nuo bandymo pradžios) ir pabaigoje – paskutinę, septintą (7) bandymo dieną; bandiniai kontroliniams matavimams (bendroji cheminė analizė, organinės medžiagos koncentracija pagal ChDS,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) imti *pirmą* (po 4 val. nuo išpumpavimo pradžios), *trečią* (3), *penktą* (5) ir *šeštą* (6) išpumpavimų dienomis.

Tolesnius hidrogeologinius tyrimus, kuriuos atliko UAB „Vilniaus hidrogeologija“, sudarė tokie darbai: fondinės rajono geologinės-hidrogeologinės informacijos rinkimas ir analizė, hidrogeologinių parametrų tikslinimas; požeminio vandens filtracijos-migracijos matematinių modelių sudarymas ir kalibravimas; vandenvietės požeminio vandens eksploatacinių išteklių bei apsaugos zonos įvertinimas; hidrogeologinės ataskaitos parengimas.

Kaip jau minėjome, atsižvelgdami į itin sudėtingas rajono hidrogeologines sąlygas ir siekdami rezultatų tikslumo bei patikimumo, Pelenių vandenvietės požeminio vandens išteklių (ir VAZ) įvertinimui panaudojome trimačius (erdvinius) matematinius modelius.

Erdviniuose modeliuose bet kuriame skaičiuojamame taške įvertinama filtracijos greičio sudedamoji tiek vertikalia, tiek horizontalia kryptimi. Gaunamas erdvinis kintantis laike filtracijos greičio ir tėkmės linijų laukas, kuriame modeliuojama elementarių vandens dalelių migracija pagal srauto tėkmės linijas bei apibrėžiamos vandenvietės kaptazo sritys visuose modeliuojamuose vandeninguosiuose sluoksniuose.

Erdviniuose modeliuose trimatė požeminio vandens filtracija izotropinėje aplinkoje bendru atveju aprašoma lygtimi [8, 14]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_{xx} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_{yy} \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_{zz} \frac{\partial H}{\partial z} \right) - q = S \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (3.1)$$

kur  $K$  - filtracijos koeficientas;  $H$  - pjezometrinis lygis;  $q$  - debitas;  $x, y, z$  - linijinės koordinatės;  $S$  - vandengražos koeficientas;  $t$  - laikas.

Turint sukalibruotą erdvinį požeminio vandens filtracijos modelį, atskiruose jo blokuose užduodamas tam tikras elementarių dalelių  $p$  skaičius ir modeliuojama jų migracija trimatėje baigtinių skirtumų celėje pagal tėkmės liniją erdvėje ir laike.

Šiuo atveju dalelės migracijos greičio  $x$ -komponentės pokytis laike aprašomas lygtimi [4, 17]:

$$\left( \frac{\partial v_x}{\partial t} \right)_p = \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial x}{\partial t} \right)_p, \quad (3.2)$$

kur  $v$  - dalelės migracijos greitis ( $v = KI/n$ , kur  $I$  - srauto gradientas,  $n$  - horizonto uolienu aktyvusis poringumas). Narys  $\left( \frac{\partial v_x}{\partial t} \right)_p$  aprašo dalelės  $x$ -koordinatės pokytį laike:

$$v_{x_p} = \left( \frac{\partial x}{\partial t} \right)_p. \quad (3.3)$$

Atlikus atitinkamus diferencijavimo veiksmus gautume:

$$\left(\frac{\partial v_x}{\partial x}\right) = A_x = \frac{v_{x_2} - v_{x_1}}{\Delta x}, \quad (3.4)$$

kur  $v_{x_1}$  ir  $v_{x_2}$  - pagrindiniai greičio komponentai x-kryptimi dalelei patenkant į celę ir ją paliekant,  $A_x$  - konstanta, atspindinti greičio pokytį X ašies kryptimi. Įstatę lygtis (3.3) ir (3.4) į (3.2) gautume:

$$\left(\frac{\partial v_x}{\partial t_p}\right) = A_x v_{x_p}. \quad (3.5)$$

Analogiškos lygtys gali būti gautos ir Y bei Z kryptims:

$$\left(\frac{\partial v_y}{\partial t_p}\right) = A_y v_{y_p}, \quad (3.6)$$

$$\left(\frac{\partial v_z}{\partial t_p}\right) = A_z v_{z_p}. \quad (3.7)$$

Lygtys (3.5)-(3.7) gali būti užrašytos tokia forma:

$$\left(\frac{1}{v_{x_p}}\right) \partial (v_{x_p}) = A_x \partial t. \quad (3.8)$$

Lygtis (3.8) gali būti integruota dviejų laiko momentų  $t_1$  ir  $t_2$  atžvilgiu ( $t_2 > t_1$ ):

$$\ln \left( \frac{v_{x_p}(t_2)}{v_{x_p}(t_1)} \right) = A_x \Delta t, \quad (3.9)$$

kur  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Užrašydami kiekvieną lygties pusę eksponentinės priklausomybės pavidalu, gautume:

$$x_p(t_2) = x_1 + \left(\frac{1}{A_x}\right) \left\{ v_{x_p}(t_1) \exp(A_x \Delta t) - v_{x_1} \right\} \quad (3.10)$$

Analogiškos lygtys gali būti gautos Y ir Z kryptims:

$$y_p(t_2) = y_1 + \left(\frac{1}{A_y}\right) \left\{ v_{y_p}(t_1) \exp(A_y \Delta t) - v_{y_1} \right\} \quad (3.11)$$

$$z_p(t_2) = z_1 + \left(\frac{1}{A_z}\right) \left\{ v_{z_p}(t_1) \exp(A_z \Delta t) - v_{z_1} \right\}. \quad (3.12)$$

Lygtys (3.10)-(3.12) sudaro elementarių vandens dalelių migracijos modeliavimo pagrindą ir leidžia, uždavus tam tikrą kiekį elementarių dalelių ant modelio ribų arba vandenviečių blokuose, analizuoti kintančias laike ir erdvėje jų migracijos trajektorijas.

Dalelių migracijos modeliavimas gali būti atliekamas dviem kryptimis – pirmyn (pagal požeminio srauto tėkmės kryptį) ir atgal – prieš srautą. Pirmuoju atveju modelyje gaunamas hidrodinaminis tinklelis, leidžiantis įvertinti požeminio vandens arba teršiančių medžiagų migracijos kryptis ir laiką bei susidaryti aiškų vaizdą, kaip požemyje teka vanduo. Antruoju atveju galima įvertinti plotus, iš kurių vanduo per tam tikrą laiką pasiekia vandenvietę, t.y. apibrėžti jos kaptazo sritis modelyje užduotuose vandeninguosiuose sluoksniuose [17].

Modelių sudarymui naudotasi ne tik šiame objekte atliktų hidrodinaminių išbandymų duomenimis, bet ir įvairių hidrogeologinių tyrimų metu nagrinėjamame rajone įvertintų geofiltracinių parametrų reikšmėmis [2, 3, 5, 6, 15, 16 ir kt.]. Jų kalibravimas atliktas, remiantis pakankamai ilgų vandenvietėje atliktų tiriamųjų-eksploatacinių išpumpavimų rezultatais.

## 4. PELENIŲ VANDENVIETĖS SKLYPO CHARAKTERISTIKA

Šiame skyriuje pateikiama informacija apie išžvalgytos Pelenių vandenvietės hidrogeologines sąlygas, vandeningųjų sluoksnių geofiltracinius parametrus, požeminio vandens kokybę ir kt. duomenys, reikalingi požeminio vandens išteklių (ir VAZ) įvertinimui.

### 4.1. Bendrieji duomenys ir geologinė sandara

Nagrinėjama išžvalgyta perspektyvinė vandenvietė, kurios savininkas – Kauno rajono savivaldybės administracija, yra Pelenių kaime, Karmėlavos sen., Kauno r. sav. (žr. 2.1 pav.).

Vandenvietė minėto kaimo pakraštyje, Pelenių miške, kairiojo Neries kranto I-oje ir II-oje viršsalpinėse terasose, užima apie 870 m ilgio ir 230-290 m pločio žemės sklypą, kurio koordinatės nurodytos 1.1 pav. Vandenvietės centro koordinatės:  $x - 6092454$ ,  $y - 500878$ . Žemės paviršiaus absoliutus aukštis ties vandenviete – apie 32-41 m NN, vyraujantis aukštis – 32-36 m NN.

Kaip minėjome įvade, pagrindinis būsimos vandenvietės vandens vartotojas – Kauno LEZ2, kurios perspektyvinis požeminio vandens išteklių poreikis siekia ne mažiau, kaip 2816 m<sup>3</sup>/d (žr. 1c priedą).

Žvalgant vandenvietę, minėtame sklype išgręžta 17 įvairios paskirties gręžinių (žr. 3.1 lentelę, 2 priedą), kurie, atsižvelgiant į būsimą vandenvietės kaptazo įrenginių schemą, pavieniui ar grupelėmis išdėstyti beveik per visą sklypo ilgį. Gręžiniai išgręžti nuo 130-150 m iki 200-230 m atstumu nuo Neries (4.1, 4.2 pav.). Jų gylis – nuo 19 iki 70 m. Giliausiais iš jų pragręžtos kvartero, apatinės kreidos bei jūros nuogulos ir keletą metrų įsigręžta į giliau slūgsančius apatinio triaso molius.

Net 11-ka gręžinių išbandytas produktyvus K<sub>1už</sub> vandeningasis sluoksnis, kurį toliau paprastumo dėlei vadinsime apatinės kreidos vandeninguoju sluoksniu. Be to, 3 seklūs gręžiniai buvo skirti gruntinio vandeningojo sluoksnio tyrimams/stebėjimams. Trijuose iš minėtų 11-kos gręžinių (gręž. 77881, 77882, 778830) buvo įrengtos didelio skersmens (225 mm) darbinės kolonos. Šie gręžiniai iš esmės tinkami būsimai požeminio vandens eksploatacijai, tad jie buvo užkonservuoti. Visi kiti gręžiniai – likviduoti (žr. 17, 17a priedus).

Vandenvietės sąranga apibendrintai parodyta geologiniame-hidrogeologiniame pjūvyje (4.3 pav.). Matome, jog ištirtoje nuogulų stovmėje iš esmės galima išskirti du vandeninguosius sluoksnius – nespūdinį gruntinį ir spūdinį apatinės kreidos.

Pirmasis iš minėtų sluoksnių suklotas daugiausia iš aliuvinio (aIV) ir giliau slūgsančio fliuvioglacialinio (aglIIImd-žm) smėlio. Smėlis įvairiagrūdis, vietomis su žvirgždo bei gargždo priemaiša. Tik šiaurinėje vandenvietės dalyje tarp jų aptinkami nemaži (iki 5-10 m storio) viršutinio pleistoceno moreninio priemolio, aleurito tarp sluoksniai. Gruntinio horizonto pado altitudės vandenvietės plote svyruoja apie 10-20 m NN, vyrauja 12-18 m NN (4.4 pav.). Šio nespūdinio vandeningojo sluoksnio vandens lygio paviršius siekia apie 27,0-28,8 m NN. Tad viršutinė keleto metrų sluoksnio dalis sudaro aeracijos zoną. o bendras jo vandeningos dalies storis ties vandenviete – apie 10-15 m,

Išbandant gruntinio horizonto gręžinius 77871, 77874, gautas 6,8-6,9 m<sup>3</sup>/h (1,89-1,92 l/s) debitas, esant 1,87-3,92 m vandens lygio pažemėjimui; jų savitasis debitas – 0,54-1,03 l/s (žr. 3 priedą). Apytikriais skaičiavimais, šio sluoksnio vandens pralaidumo (pratakumo) koeficiento km (arba kH) vertės čia gali siekti apie 70-130 m<sup>2</sup>/d.

**Produktyviojo apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio** kraigas ties vandenviete slūgso 29-44 m gylyje, jo abs. aukštis siekia nuo -4,9 iki 6,7 m NN, o gręžiniais pragręžtas sluoksnio storis – nuo 8,0 iki 14,5 m (4.5 pav.). Vandeningasis sluoksnis suklotas iš minėtos

Užupio svitos nuogulų – pilko ir žalsvai pilko įvairiagrūdžio (daugiausia smulkaus bei vidutinio) smėlio, vietomis su nedidele (iki 1-3 %) smulkaus žvirgždo priemaiša

Gruntinį ir produktyvųjį vandeninguosius sluoksnius skiria silpnai laidūs vandeniui Žemaitijos (gIIžm) moreninio priemolio, priesmėlio ir apatinės kreidos Jiesios svitos (K<sub>1</sub>js) tamsiai žalsvai pilko molingo, smėlingo glaukonitinio aleurito sluoksniai. Pirmojo storis svyruoja apie 2-15 m, antrojo – 7-14,5 m. Vyraujantis bendras šios vandensparos storis – apie 12-16 m (žr. 4.3 pav.).

Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio išbandymams daugelyje žvalgomųjų gręžinių įrengti 125 mm, o minėtuose 3 žvalgomuosiuose-eksplotaciniuose gręžiniuose – 225 mm skersmens, 5-6 m ilgio PVC filtrai. Jie įvairiuose gręžiniuose įstatyti nuo 33,5-40,0 m iki 39,5-46,0 m gylyje (žr. 3.1 lentelę, 3 priedą).

Įrengiant gręžinius, požeminio vandens lygis juose nusistovėjo 3,31-7,02 m gylyje (apie 28,85-29,11 m NN. Iš šių apatinės kreidos sluoksnio gręžinių gautas 6,0-25,2 m<sup>3</sup>/h (1,67-7,0 l/s) debitas, esant 1,74-24,0 m vandens lygio pažemėjimui. Nustatytas gręžinių savitasis debitas gana įvairus – nuo 0,22 iki 1,1 l/s, visgi daugelis gręžinių pasižymi gana vienodomis (0,42-0,69 l/s) jo vertėmis (žr. 3 priedą).

Produktyviojo sluoksnio gręžinių hidrodinaminių išbandymų duomenys ir jų rezultatai plačiau aptariami kitame ataskaitos skyriuje.

## 4.2. Hidrogeologiniai parametrai

Jau minėjome, jog produktyviojo apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio hidrogeologinių parametru, jo hidraulinio ryšio su gruntiniu sluoksniu bei galimų hidrocheminių pokyčių įvertinimui UAB "Artva" atliko 3 pakankami ilgus (6,68-6,83 parų) tiriamuosius išpumpavimus iš pavienių gręžinių 77881, 77882, 77883. Išpumpavimų metu buvo sistemingai stebimas minėtų centrinių (pumpuojamų) gręžinių debitas bei atliekama itin detali vandens lygio ir temperatūros centriniuose ir stebimuosiuose gręžiniuose registracija. Po išpumpavimų buvo atlikti atitinkami vandens lygio atsistatymo gręžiniuose stebėjimai. Šie duomenys sutrumpintai sudėti 4-7 bei 12-14 tekst. prieduose (visi išsamūs duomenys saugomi UAB "Artva" archyve).

Nustatyta, jog bandymų laikotarpiu (2022 m. balandžio-gegužės mėn.) produktyviojo vandeningojo sluoksnio požeminio vandens lygis nepažeisto režimo sąlygomis (neveikiant išpumpavimams) vandenvietės teritorijoje nusistovėdavo ties 28,70-29,10 m NN. Tuo metu gruntinio vandens lygis buvo truputį žemesnis ir siekė 26,87-28,75 m NN (4.1 lentelė).

**4.1 lentelė.** Požeminio vandens lygiai vandenvietėje nepažeisto režimo sąlygomis pagal tiriamųjų išpumpavimų metu atliktus vienalikius stebėjimus

Gręž. Nr.	Statinis vandens lygis, abs. a., m			
	2022-04-20	2022-05-02	2022-05-12	2022-05-26
<i>Apatinės kreidos sluoksnis:</i>				
77881	28,95	-	-	-
77878	28,95	-	-	-
77884	28,93	-	-	-
77883	-	29,08	29,06	-
77880	-	29,10	29,07	-
77887	-	29,09	29,06	-
77877	-	28,79	28,79	28,77
77879	-	28,70	28,85	28,84
77882	-	-	28,92	28,87

4.1 lentelės tęsinys

77885	-	-	28,84	28,82
77886	-	-	28,81	28,78
<b>Gruntinis sluoksnis:</b>				
77874	-	-	26,96	26,87
77876	27,29	-	-	-
77871	-	28,75	28,75	-

Išpumpavimas iš gręžinio 77881 atliktas kintančiu ( $14,0 - 18,9 \text{ m}^3/\text{h}$ , vid.  $18,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ), o iš gręž. 77882, 77883 – pastoviais  $25,2 \text{ m}^3/\text{h}$  ir  $22,6 \text{ m}^3/\text{h}$  debitais (4.2 lentelė).

4.2 lentelė. Gręžinių 77881, 77882, 77883 hidrodinaminio išbandymo duomenys

Gręž. Nr.	Bandymo stadija	Data, laikas: pradžią pabaiga	Vandens lygio gylis, m abs. a., m	Debitas, $\text{m}^3/\text{h}$ l/s	Vandens lygio pažemėjimas, m	Savitasis debitas, $\text{m}^3/\text{h}$ l/s
77881	Išpumpavimas (I pakopa)	2022.04.20, 15.00 2022.04.21, 10.50	3,39 28,95	13,99 3,89	7,89	1,77 0,49
	Išpumpavimas (II pakopa)	2022.04.21, 10.50 2022.04.22, 10.45	-	18,00 5,0	20,54	0,88 0,24
	Išpumpavimas (III pakopa)	2022.04.22, 10.45 2022.04.27, 9.50	-	18,90 5,25	23,78	0,79 0,22
	Lygio atsistatymas	2022.04.27, 9.50 2022.04.28, 11.00	3,51 28,83	-	-	-
77882	Išpumpavimas	2022.05.12, 13.10 2022.05.19, 5.25	3,26 28,92	25,2 6,99	14,78	1,71 0,47
	Lygio atsistatymas	2022.05.19, 5.25 2022.05.26, 16.10	3,31 28,87	-	-	-
77883	Išpumpavimas	2022.05.02, 13.30 2022.05.09, 9.30	6,42 29,08	22,6 6,28	15,03	1,50 0,42
	Lygio atsistatymas	2022.05.09, 9.30 2022.05.12, 10.35	6,44 29,06	-	-	-

Kaip matome, išpumpavimų pabaigoje maksimalus vandens lygio pažemėjimas centriniuose gręžiniuose pasiekė  $14,78 - 23,78 \text{ m}$ , o jų savitasis debitas, veikiausiai dėl geotechninių priežasčių, ganėtinai skirtingas – nuo  $0,22$  iki  $0,47 \text{ l/s}$ . Pastebimas gręž. 77881 savitojo debito mažėjimas skirtingų išpumpavimo debito pakopų metu susijęs su besitęsiančios nestacionarios filtracijos vandeningajame sluoksnyje įtaka.

Visų šių tiriamųjų išpumpavimų poveikis apatinės kreidos sluoksnio vandens lygiui aplinkiniuose stebėjimo gręžiniuose taipogi buvo gana ryškus. Pvz., už  $10 - 15 \text{ m}$  nuo centrinių gręžinių vandens lygio pažemėjimas sluoksnyje siekė iki  $4 - 5 \text{ m}$ , už  $60 - 250 \text{ m}$  –  $2 - 3 \text{ m}$  ir net už  $400 \text{ m}$  viršijo  $1 \text{ m}$ . Tačiau pažymėtina, jog greta esantys gruntinio vandeningojo sluoksnio gręžiniai į apatinės kreidos gręžinių išpumpavimus praktiškai nereagavo arba ši reakcija buvo visiškai nežymi – neviršijo vieno ar keleto centimetrų (žr. 4-7 priedus).

Šiame darbe labai didelis dėmesys skirtas įvairių hidrogeologinių parametų skaičiavimui pagal tiriamųjų išpumpavimų rezultatus. Ir tai suprantama, nes jau vien iš menkoko gręžinių našumo buvo galima numanyti, jog produktyvusis sluoksnis čia nepasižymi požeminio vandens gausa, ypač turint omenyje ištis nemažą jo poreikį. Skaičiuojant pagal apytikrą empirinę formulę  $km=Aq$  (kur  $q$  – vyraujantis gręžinių savitasis debitas, t.y.  $0,42 - 0,69 \text{ l/s}$ ,  $A$  – empirinis koeficientas, kuris šioms gręžiniams gali siekti  $130$ ) [1], nustatytos orientacinės vandens pratakumo koeficiento vertės tesiekia  $55 - 90 \text{ m}^2/\text{d}$ .

Tad remiantis tiriamųjų išpumpavimų iš gręž. 77881, 77882, 77883 duomenimis, detalūs produktyviojo vandeningojo sluoksnio hidrogeologinių parametrų skaičiavimai UAB „Artva“ specialistų buvo atlikti, naudojant Aqifer Test Pro 7.0 programą, pagal nestacionarios filtracijos formules neapribotam sluoksniui, remiantis Hantušo bei Teiso lygtimis (9, 10, 11 priedai). Manydami, jog dėl programos ypatumų, parenkant skaičiuojamuosius duomenų intervalus, šios vertės galėjo būti kiek netikslios ir norėdami aiškiau matyti išpumpavimų eigą bei identifikuoti vykstančius hidrodinaminius pokyčius, atlikome papildomus grafoanalitinius skaičiavimus, remdamiesi sudarytais S-lgt, S-lgr tipo grafikais.

S-lgt priklausomybės grafikai rodo (žr. 10, 11 priedus), jog bandymų pradžioje intensyvu požeminio vandens lygio žemėjimą (ar atsistatymą) lemia beveik vien „tikrieji“ produktyviojo vandeningojo sluoksnio parametrai, o nuo jų pradžios praėjus kiek daugiau nei parai, centriniuose ir artimiausiuose stebėjimo gręžiniuose lygis pradeda stabilizuotis. Pagrindinė to priežastis – vandens pertaka iš aukščiau slūgsančio (gruntinio) vandeningojo sluoksnio per skiriančius silpnai laidžius vandeniu darinius.

Visi hidrogeologinių parametrų skaičiavimų rezultatai pateikti 9-11 prieduose ir apibendrinti 4.3 lentelėje.

Kaip matome 4.3 lentelėje, įvairiais metodais paskaičiuotos vandens pratakumo koeficiento km vertės vandenvietėje svyruoja maždaug nuo 38-45 iki 100-135 m<sup>2</sup>/d. Tačiau kiek atidžiau panagrinėję gautus rezultatus ir atmetę ekstremalias vertes, gautas dėl minėtos vertikalios srūvos ar gręžinio „netobulumo“ poveikio, pastebėsime, kad daugeliu atvejų, naudojant skirtingus metodus, šio parametro reikšmės pakankamai stabilios ir svyruoja apie 60-75 m<sup>2</sup>/d.

Apibendrinant gautus rezultatus, matematinių modelių sudarymui atskirose vandenvietės dalyse, kurias charakterizuoja 3 minėti tiriamieji išpumpavimai, galima preliminariai nustatyti tokias vidutines parametrų vertes (čia iš anksčiau nepaminėtų: m – sluoksnio storis, k – uolienu filtracijos koeficientas, a – pjezolaidumo koeficientas, B – pertekėjimo parametras pagal Hantušą):

Gręž. 77881:	km – 70 m <sup>2</sup> /d, m – 10,0 m, k – 7 m/d; a – (1÷2)*10 <sup>5</sup> m <sup>2</sup> /d, B – 168-755 m (vidutiniškai apie 600 m);
Gręž. 77882:	km – 70 m <sup>2</sup> /d, m – 14,0 m, k – 5 m/d; a – 5*10 <sup>4</sup> ÷ 2*10 <sup>5</sup> m <sup>2</sup> /d, B – 196-835 m (vid. 400-500 m);
Gręž. 77883:	km – 60-65 m <sup>2</sup> /d, m – 12,3 m, k – 5 m/d; a – 8*10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> /d, B – 81-504 m (vid. 300 m).

Kaip matome iš pateiktų rezultatų, vandeningų uolienu (smulkaus ir vidutinio smėlio) realios filtracijos koeficiento vertės vandenvietėje svyruoja apie 5-7 m/d, vandeningojo sluoksnio pjezolaidumo koeficiento a – 5\*10<sup>4</sup> ÷ 2\*10<sup>5</sup> m<sup>2</sup>/d, o pertekėjimo parametro B – apie 300-600 m. Palyginus mažos pastarojo parametro reikšmės rodo, jog vertikalios srūvos iš gruntinio į produktyvųjį sluoksnį sąlygos čia gana palankios. Nustatytos hidrogeologinių parametrų vertės vėliau buvo tikslinamos, atliekant matematinį modeliavimą (žr. 5 ataskaitos skyrių).

Išpumpavimų duomenys leido nustatyti ir dar vieną svarbų rodiklį požeminio vandens išteklių įvertinimui – papildomą vandens lygio pažemėjimą, kitaip tariant, prognozuojamus neproduktyvius vandens spūdžio nuostolius projektuojamuose gręžiniuose, kuriuos lemia daugiausia geotechninės priežastys (gręžinių įrengimo „netobulumas“). Plačiau apie tai – 5 ataskaitos skyriuje.

### 4.3 lentelė. Hidrogeologinių parametrų skaičiavimo rezultatai

Gręžinio Nr.: centrinio (c), stebimojo (s)	Debitas, m <sup>3</sup> /d	Sluoksnio storis, m	Parametrų vertės: pagal išpumpavimą / pagal lygio atsistatymą									
			pagal Aquifer Test programą							pagal S = f (lgt)		pagal S = f (lgr)
			pagal Hantušo lygtis				pagal Teiso lygtis					
			km, m <sup>2</sup> /d	a, m <sup>2</sup> /d	μ	B, m	km, m <sup>2</sup> /d	a, m <sup>2</sup> /d	μ	km, m <sup>2</sup> /d	a, m <sup>2</sup> /d	km, m <sup>2</sup> /d
Gręžinio 77881 išbandymas												
77881 c	436,4	10,0	-	-	-	-	-	-	-	86	-	106
77878 s			$\frac{60,2}{80}$	$\frac{9,8 \times 10^4}{1,5 \times 10^5}$	$\frac{6,12 \times 10^{-4}}{5,50 \times 10^{-4}}$	$\frac{194}{673}$	$\frac{135}{85}$	$\frac{7,6 \times 10^6}{1,7 \times 10^5}$	$\frac{1,78 \times 10^{-5}}{5,0 \times 10^{-4}}$	-	-	
77884 s			$\frac{67}{82}$	$\frac{3,9 \times 10^5}{1,8 \times 10^5}$	$\frac{1,70 \times 10^{-4}}{4,50 \times 10^{-4}}$	$\frac{281}{755}$	$\frac{120}{82}$	$\frac{1,0 \times 10^6}{2,6 \times 10^5}$	$\frac{1,20 \times 10^{-4}}{3,17 \times 10^{-4}}$	-	-	
77881 c	336,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77878 s			$\frac{86,4}{-}$	$\frac{5,2 \times 10^4}{-}$	$\frac{1,67 \times 10^{-3}}{-}$	$\frac{168}{-}$	-	-	-	-	-	
77884 s			$\frac{112}{-}$	$\frac{1,5 \times 10^5}{-}$	$\frac{7,63 \times 10^{-4}}{-}$	$\frac{621}{-}$	-	-	-	-	-	
Gręžinio 77882 išbandymas												
77882 c	604	14,0	$\frac{57}{47}$	-	-	-	$\frac{60}{60}$	-	-	$\frac{70}{76}$	-	134
77886 s			$\frac{68}{71}$	$\frac{4,1 \times 10^4}{5,1 \times 10^4}$	$\frac{1,67 \times 10^{-3}}{1,40 \times 10^{-3}}$	$\frac{238}{265}$	$\frac{100}{88}$	$\frac{1,0 \times 10^5}{9,5 \times 10^4}$	$\frac{9,60 \times 10^{-4}}{9,30 \times 10^{-4}}$	$\frac{75}{75}$	$\frac{4,6 \times 10^4}{4,2 \times 10^4}$	
77885 s			$\frac{64}{69}$	$\frac{2,3 \times 10^4}{3,5 \times 10^4}$	$\frac{2,77 \times 10^{-3}}{2,00 \times 10^{-3}}$	$\frac{196}{250}$	$\frac{95}{99}$	$\frac{9,7 \times 10^4}{1,3 \times 10^5}$	$\frac{9,80 \times 10^{-4}}{7,70 \times 10^{-4}}$	$\frac{75}{75}$	$\frac{4,6 \times 10^4}{4,2 \times 10^4}$	
77879 s			$\frac{57}{68}$	$\frac{1,0 \times 10^5}{1,6 \times 10^5}$	$\frac{5,50 \times 10^{-4}}{4,20 \times 10^{-4}}$	$\frac{353}{610}$	$\frac{95}{68}$	$\frac{3,1 \times 10^5}{1,3 \times 10^5}$	$\frac{3,10 \times 10^{-4}}{5,30 \times 10^{-4}}$	$\frac{78}{76}$	$\frac{2,2 \times 10^5}{1,9 \times 10^5}$	
77887 s			$\frac{55}{67}$	$\frac{2,9 \times 10^5}{3,9 \times 10^5}$	$\frac{1,90 \times 10^{-4}}{1,70 \times 10^{-4}}$	$\frac{606}{835}$	$\frac{79,8}{99}$	$\frac{4,7 \times 10^5}{5,2 \times 10^5}$	$\frac{1,69 \times 10^{-4}}{1,90 \times 10^{-4}}$	$\frac{78}{80}$	$\frac{5,1 \times 10^5}{5,1 \times 10^5}$	
Gręžinio 77883 išbandymas												
77883 c	542,0	12,3	$\frac{40}{45}$	-	-	-	-	-	-	$\frac{62}{63}$	-	89
77887 s			$\frac{38}{50}$	$\frac{1,0 \times 10^4}{2,6 \times 10^4}$	$\frac{3,62 \times 10^{-3}}{1,93 \times 10^{-3}}$	$\frac{81}{183}$	-	-		$\frac{63}{63}$	$\frac{7,4 \times 10^4}{6,7 \times 10^4}$	
77880 s			$\frac{55}{65}$	$\frac{3,7 \times 10^4}{7,9 \times 10^4}$	$\frac{1,50 \times 10^{-3}}{8,22 \times 10^{-4}}$	$\frac{214}{504}$	-	-	-	$\frac{64}{64}$	$\frac{8,5 \times 10^4}{7,7 \times 10^4}$	

### 4.3. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir kokybė

Požeminio vandens cheminės sudėties ir kokybės žvalgomame Pelenių sklype įvertinimui buvo atlikti labai detalūs geriamajame vandenyje reglamentuojamų rodiklių tyrimai. Jie apėmė tiek produktyvųjų apatinės kreidos, tiek ir su juo hidrauliškai susijusį gruntinį vandeninguosius sluoksnius. Be to, galimų hidrocheminių pokyčių ir sūraus vandens prietakos iš gilesnių sluoksnių įvertinimui buvo atliekami sistemingi vandens cheminės sudėties stebėjimai trijų ilgalaikių tiriamųjų išpumpavimų iš gręžinių 77881, 77882, 77883 metu. Tam per bemaž 7 paras trukusius išpumpavimus paimta po 5 vandens mėginius bendrajai cheminei sudėčiai nustatyti. Visi faktiniai laboratorinių tyrimų duomenys pateikti šios ataskaitos 16 priede. Tuo metu 12-15 prieduose įdėti vandens gavybos vietoje, prie gręžinių, UAB „Artva“ atliktų vandens temperatūros bei kitų fizikinių-cheminių parametrų (pH, Eh, savitojo elektros laidžio SEL, ištirpusio deguonies O<sub>2</sub>) matavimų duomenys.

Nustatyta, jog apatinės kreidos vandeningajame sluoksnyje vandenvietėje išplitęs nedidelės mineralizacijos kalcio magnio hidrokarbonatinės sudėties požeminis vanduo. Vyraujanti požeminio vandens temperatūra – apie 7,3-7,9 °C (žr. 12-15 priedus). Pagal visus tyrimų duomenis vandens sausoji liekana (bendroji mineralizacija) svyruoja nuo 333 iki 437 mg/l, bendroji ištirpusių mineralinių medžiagų koncentracija (BIMMK) – 515-643 mg/l, laboratorijose nustatytas savitasis elektros laidis (SEL) – apie 538-676 μS/cm (vandens gavybos vietoje kilnojamu prietaisu nustatytos jo vertės – 631-682 μS/cm).

Produktyviajame vandeningajame sluoksnyje vyrauja silpnai šarminė, artima redukcinei hidrocheminė aplinka. Požeminio vandens rūgštingumo-šarmingumo rodiklis pH svyruoja apie 7,60-7,79 (gavybos vietoje pamatuotas pH – apie 7,1-7,5), o oksidacijos-redukcijos potencialas Eh siekia -6÷-31 mV (žr. 15 priedą).

Požeminis vanduo kietas, jo bendrasis kietumas – 5,91-7,92 mg-ekv/l. Iš įvairių gręžinių išgaunamo požeminio vandens cheminė sudėtis ganėtinai panaši, skirtumai tarp atskirų rodiklių verčių palyginus nedideli. Matyt, dėl tam tikrų giluminio ar gruntinio vandens prietakos skirtumų pastebimi tik kiek didesni bendrojo kietumo, kalcio, sulfato koncentracijų svyravimai.

Tiriamųjų išpumpavimų metu detalieji ištirto gręžinių 77881, 77882, 77883 vandens makrokomponentinę sudėtį galima išreikšti tokiomis apibendrintomis druskų sudėties formulėmis (ekv%):

$$\text{Gr. 77881: } M_{0,38-0,41} \frac{HCO_3 92 SO_4 5 Cl 3}{Ca 62 - 63 Mg 29 - 30 Na 6 K 1}$$

$$\text{Gr. 77882: } M_{0,33-0,34} \frac{HCO_3 95 - 96 SO_4 2 Cl 2}{Ca 63 Mg 30 Na 5 K 1}$$

$$\text{Gr. 77883: } M_{0,35-0,36} \frac{HCO_3 80 - 83 SO_4 13 - 15 Cl 4 - 5}{Ca 66 - 67 Mg 27 - 28 Na 5 - 6 K 1}$$

Jau vien iš šių formulių matyti, kad ilgalaikių išpumpavimų metu kiekviename gręžinyje vandens cheminė sudėtis keitėsi labai nežymiai. Tą akivaizdžiai patvirtina ir visi kiti atliktų stebėjimų duomenys (žr. 16.1-16.3 priedus). Iš minėtų 3 gręžinių tik gręžinyje 77883 stebimos kiek didesnės (42-50 mg/l) sulfatų koncentracijos, lyginant jas su foninėmis kituose 2 gręžiniuose (5-20 mg/l). Tuo metu chloridų koncentracijos visuose šiuose gręžiniuose neviršija 5-12 mg/l. Visų juose ištirtų požeminio vandens kokybės indikatorinių bei toksinių rodiklių vertės parodytos 4.4 lentelėje, kur jos palygintos su Lietuvos higienos normos HN 24:2017 reikalavimais geriamajam vandeniui [11].

#### 4.4 lentelė. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio požeminio vandens kokybės rodikliai ilgalaikių tiriamųjų išpumpavimų metu

Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	SRV, RRV pagal HN 24:2017	Rodiklio vertė (nuo-iki)/ gręžiniuose		
			Gr. 77881	Gr. 77882	Gr. 77883
Indikatoriniai rodikliai:					
Aliuminis, Al	µg/l	200	14-38	22-120	26-27
Amonis, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,50	0,45-0,57	0,33-0,37	<0,05-0,09
Chloridas, Cl <sup>-</sup>	mg/l	250	7,4-8,8	4,1-4,7	9,5-11,7
Spalva	mg/l Pt	30	4-5	7	2
Savitasis elektros laidis	µS cm <sup>-1</sup> 20°C	2500	590-622	538-548	543-560
Vandenilio jonų koncentracija, pH	pH vienetai	6,5-9,5	7,60-7,71	7,65-7,74	7,63-7,79
Bendroji geležis, Fe	µg/l	200	1050-1110	930-980	420-490
Manganas, Mn	µg/l	50	67-84	88-95	46-55
Kvapo slenkstis	-	Priimt. vartot. ir be nebūd. pokyčių	priimtinas	priimtinas	priimtinas
Permanganato indeksas	mg/l O <sub>2</sub>	5,0	<0,5-0,79	2,19-2,58	<0,5
Sulfatas, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250	17,9-19,8	5,1-7,6	41,9-50,1
Natris, Na <sup>+</sup>	mg/l	200	10,8-12,1	8,5-9,0	7,6-9,7
Skonio slenkstis	-	Priimt. vartot. ir be nebūd. pokyčių	priimtinas	priimtinas	priimtinas
Bendroji organinė anglis	mg/l	Be nebūdingų žymių pokyčių	1,9	2,3-2,8	1,1-2,1
Drumstumas	drumstumo vnt. (NTU)	4	1,0-2,0	2,0	1,0
Toksiniai rodikliai:					
Arsenas, As	µg/l	10	<1	<1	<1
Benzenas	µg/l	1,0	<0,2	<0,2	<0,2
Benzo(a)pirenas	µg/l	0,010	<0,002	<0,002	<0,002
Boras, B	mg/l	1,0	<0,1	<0,1	<0,1
Bromatas	µg/l	10	<5	<5	<5
Kadmis, Cd	µg/l	5,0	<0,3	<0,3	<0,3
Chromas, Cr	µg/l	50	<1	<1-2,4	<1
Cianidai	µg/l	50	<10	<10	<10
Daugiacikliai aromat. angliavandeniliai	µg/l	0,10	<0,002-<0,005	<0,002-<0,005	<0,002-<0,005
Varis, Cu	mg/l	2,0	<0,001	<0,001	<0,001
Fluoridas, F	mg/l	1,5	0,27-0,29	0,28-0,29	0,15-0,17
Švinas, Pb	µg/l	10	<1	<1	<1
Gyvsidabris, Hg	µg/l	1,0	<0,1	<0,1	<0,1
Nikelis, Ni	µg/l	20	<2	<2	<2
Nitratas, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	<0,10	<0,10	<0,10
Nitritas, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,50	<0,05	<0,05	<0,05
Selenas, Se	µg/l	10	<1	<1	<1
Stibis, Sb	µg/l	5,0	<1	<1	<1
1,2-dichlorešanas (DCA)	µg/l	3,0	<0,20	<0,20	<0,20
Tetrachlorešanas (PCE) ir trichlorešanas (TCE)	µg/l	10	<0,20 (<0,40)	<0,20 (<0,40)	<0,20 (<0,40)
Haloformų suma	µg/l	100	<0,20 (<0,80)	<0,20 (<0,80)	<0,20 (<0,80)
Kiti rodikliai:					
Bendroji ištirpusių min. medž. koncentracija	mg/l	-	604-643	525-537	515-533
Bendroji mineralizacija (SL)	mg/l	-	384-414	333-339	347-362

## 4.4 lentelės tęsinys

Bendrasis kietumas	mg-ekv/l	-	7,0-7,92	6,59-6,68	6,55-6,79
Hidrokarbonatas	mg/l	-	437-465	384-396	336-342
Kalcis	mg/l	-	95,8-108	89,6-90,8	93,1-96,2
Magnis	mg/l	-	27,1-30,8	25,7-26,1	23,0-24,2
Kalis	mg/l	-	3,2-3,7	2,9-3,2	1,7-2,0
Fe <sup>2+</sup>	mg/l	-	0,79-1,00	0,54-0,97	0,37-0,42
Fe <sup>3+</sup>	mg/l	-	0,05-0,26	<0,01-0,41	0,01-0,09
Bichromato indeksas (ChDS)	mg/l O <sub>2</sub>	-	4,2-6,1	5,9-14,3	<4,0 (2,3-3,0)

Pastabos: 1) simboliai: SRV, RRV – specifikuota ir ribinė rodiklio vertė pagal HN 24:2017; 2) paryškinta – didesnės už SRV ar RRV rodiklių vertės.

Kaip matome lentelėje, apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio vandens kokybė indikatorinių rodiklių atžvilgiu praktiškai atitinka visus nustatytus reikalavimus geriamajam vandeniui, išskyrus DLK viršijančias bendrosios geležies ir mangano, o itin epizodiškai – ir amonio koncentracijas. Bendrosios geležies kiekis, kurio didžiąją dalį sudaro divalentė geležis, vandenyje siekia 420-1110 µg/l, o mangano – 46-95 µg/l (mažiausiomis šių elementų vertėmis pasižymi gręž. 77883 vanduo). Vyraujančios amonio, kuris čia yra gamtinės kilmės, vertės neviršija 0,3-0,4 mg/l, tik gręžinyje 77881 pasiekia iki 0,52-0,57 mg/l. Tad vandens kokybės šių rodiklių atžvilgiu pagerinimui vandenvietėje bus reikalingi geležies (ir mangano) šalinimo įrenginiai.

Ištirpusios organinės medžiagos kiekis vandenyje čia apibūdinamas 3 rodikliais – tai permanganato indeksas (PI), bichromato indeksas (BI arba ChDS) ir bendroji organinė anglis (C<sub>org</sub>). Detalieji ištirtos PI vertės gręž. 77881, 77882, 77883 vandenyje svyruoja apie <0,5-2,58 mg/IO<sub>2</sub>. Bichromato indeksas – <4,0-14,3 mg/IO<sub>2</sub>, o laboratoriniais metodais nustatytas C<sub>org</sub> kiekis visai nedidelis – 1,1-2,8 mg/l.

Vandenvietėje išsamiai ištirtų toksinių rodiklių vertės yra gerokai mažesnės už leidžiamas ir daugeliu atvejų neviršija net laboratorinių metodų jautrumo ribų. Neaptikta vandenyje ir tokių antropogeninės taršos rodiklių, kaip nitritai ar nitratai, pėdsakų (žr. 4.4 lentelę, 16 priedą).

Žvalgomoisiais gręžiniais nustatyta (žr. 16.4 priedą), jog vandenvietės plote vandens cheminė sudėtis dažniausiai pasižymi palyginus nedideliais, įprastais požeminiame vandenyje, verčių svyravimais, kurie veikiausiai susiję su objektyviomis gamtinėmis sąlygomis – vandeningojo sluoksnio gamtinio fono netolygumais ir pan. (4.5 lentelė, 16.4 priedas).

## 4.5 lentelė. Gruntinio ir apatinės kreidos vandeningųjų sluoksnių požeminio vandens cheminė sudėtis pagal žvalgomųjų gręžinių bandomųjų išpumpavimų duomenis

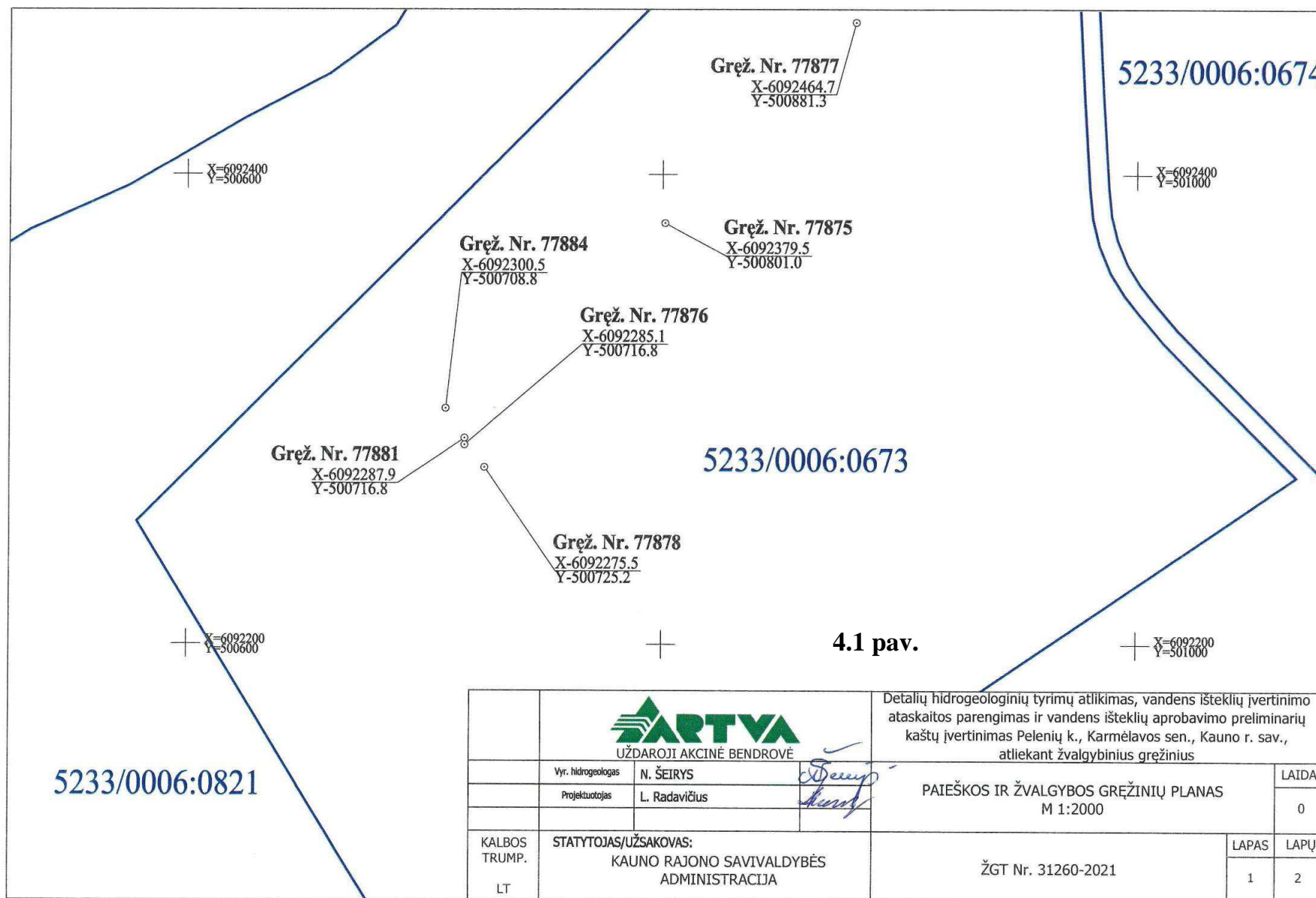
Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Rodiklio vertė (nuo-iki)	
		Gruntinis sluoksnis (gr. 77871, 77874)	Produktivusis K <sub>1</sub> sluoksnis (gr. 77877, 77878, 77879, 77880, 77886, 77887)
Bendroji ištirpusių min. medžiagų koncentracija (BIMMK)	mg/l	550-632	526-583
Bendroji mineralizacija (SL)	mg/l	365-437	333-410
Bendrasis kietumas	mg-ekv/l	6,32-7,23	5,91-7,37
Chloridas, Cl <sup>-</sup>	mg/l	19,29-31,33	3,63-16,28
Sulfatas, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	32,43-60,55	6,2-71,94
Hidrokarbonatas, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	371-390	347-433
Nitritas, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<0,2	<0,2
Nitratas, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<1,0	<1,0

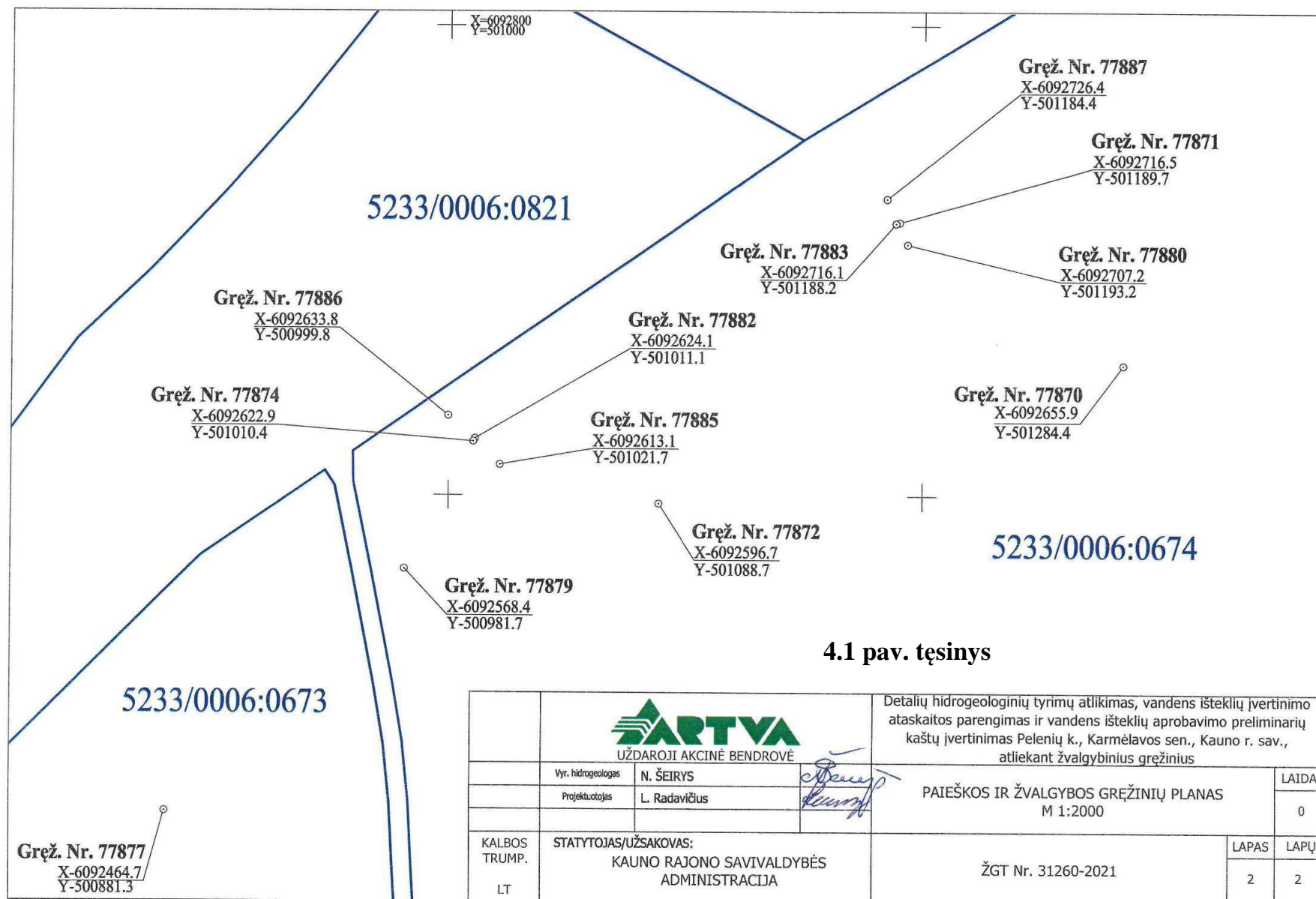
4.5 lentelės tęsinys

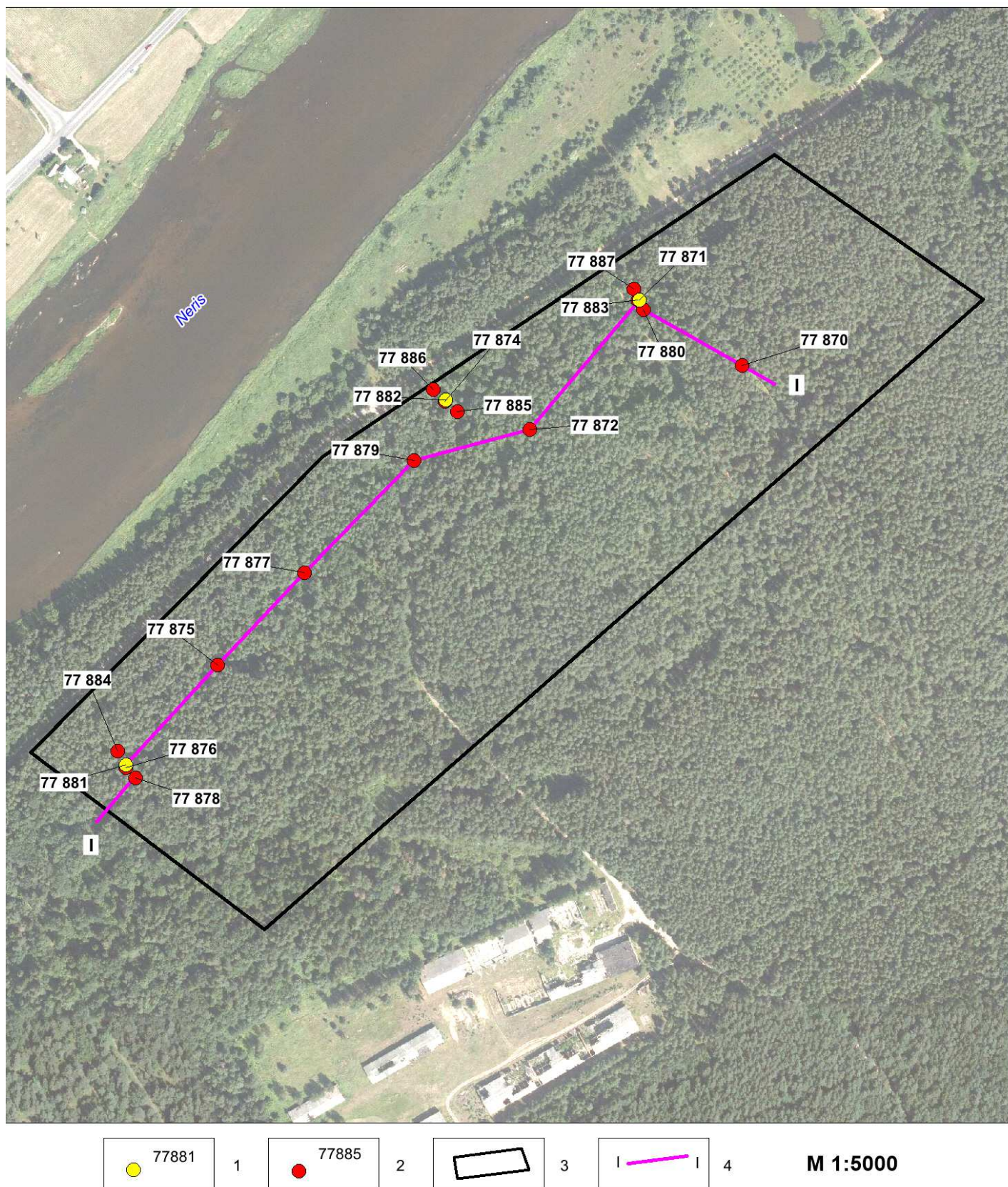
Kalcis, $\text{Ca}^{2+}$	mg/l	89,68-101,3	85,25-104,1
Magnis, $\text{Mg}^{2+}$	mg/l	22,35-26,46	20,07-26,39
Natris, $\text{Na}^+$	mg/l	12,67-18,05	8,27-13,64
Kalis, $\text{K}^+$	mg/l	2,51-3,75	1,78-3,77
Amonis, $\text{NH}_4^+$	mg/l	0,339-0,436	<0,02- <b>0,733</b>
Bendroji geležis, Fe	μg/l	<b>0,205-1,757</b>	<b>0,546-0,871</b>
Permanganato indeksas	mg/l $\text{O}_2$	1,85-2,15	<0,5-1,85
Bichromato indeksas (ChDS)	mg/l $\text{O}_2$	<4,0-4,91	<4

Lentelėje matome, kad ir gręžiniuose 77871, 77874 ištirtas produktyvųjį sluoksnį maitinantis gruntinis vanduo yra iš esmės švarus, jo sudėtis pagal daugelį rodiklių yra artima apatinės kreidos sluoksnio vandens sudėčiai.

Pastebėtas čia sulfatų ar chloridų koncentracijų padidėjimas palyginus nežymus ir kokio nors pavojaus išžvalgyto produktyviojo sluoksnio vandens kokybei nekelia – didesnių sūresnio vandens prietakos iš apačios ar paviršinės antropogeninės taršos pėdsakų vandenyje kol kas neaptinkama. Visgi ateityje ilgalaikės vandenvietės eksploatacijos metu, pakitus hidrodinaminėms sąlygoms, hipotetinis mineralizuoto vandens intruzijos pavojus gali padidėti, tad labai svarbu, kad nuo pat vandens gavybos pradžios vandenvietėje būtų vykdomas išplėstinis požeminio vandens monitoringas [24].

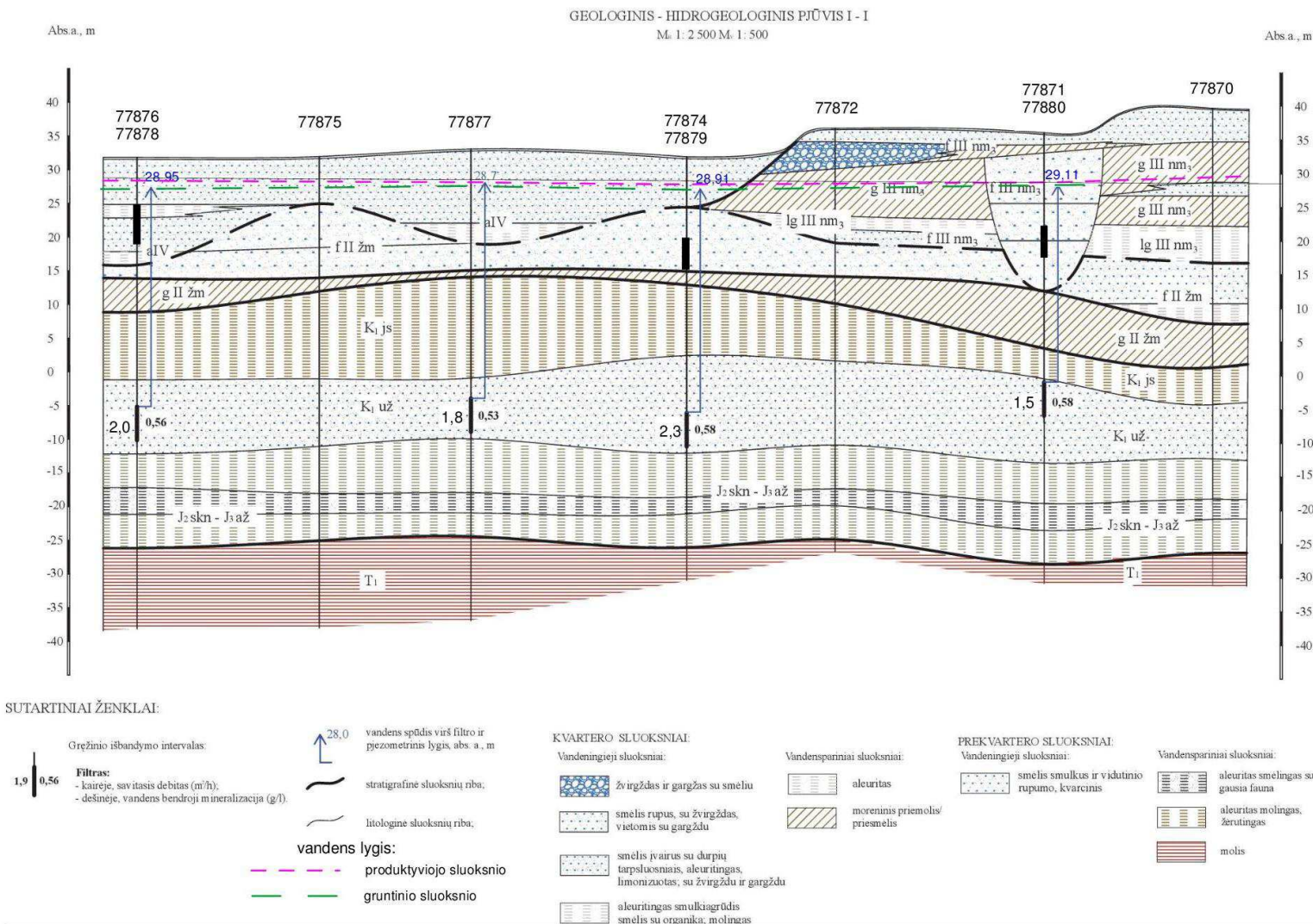




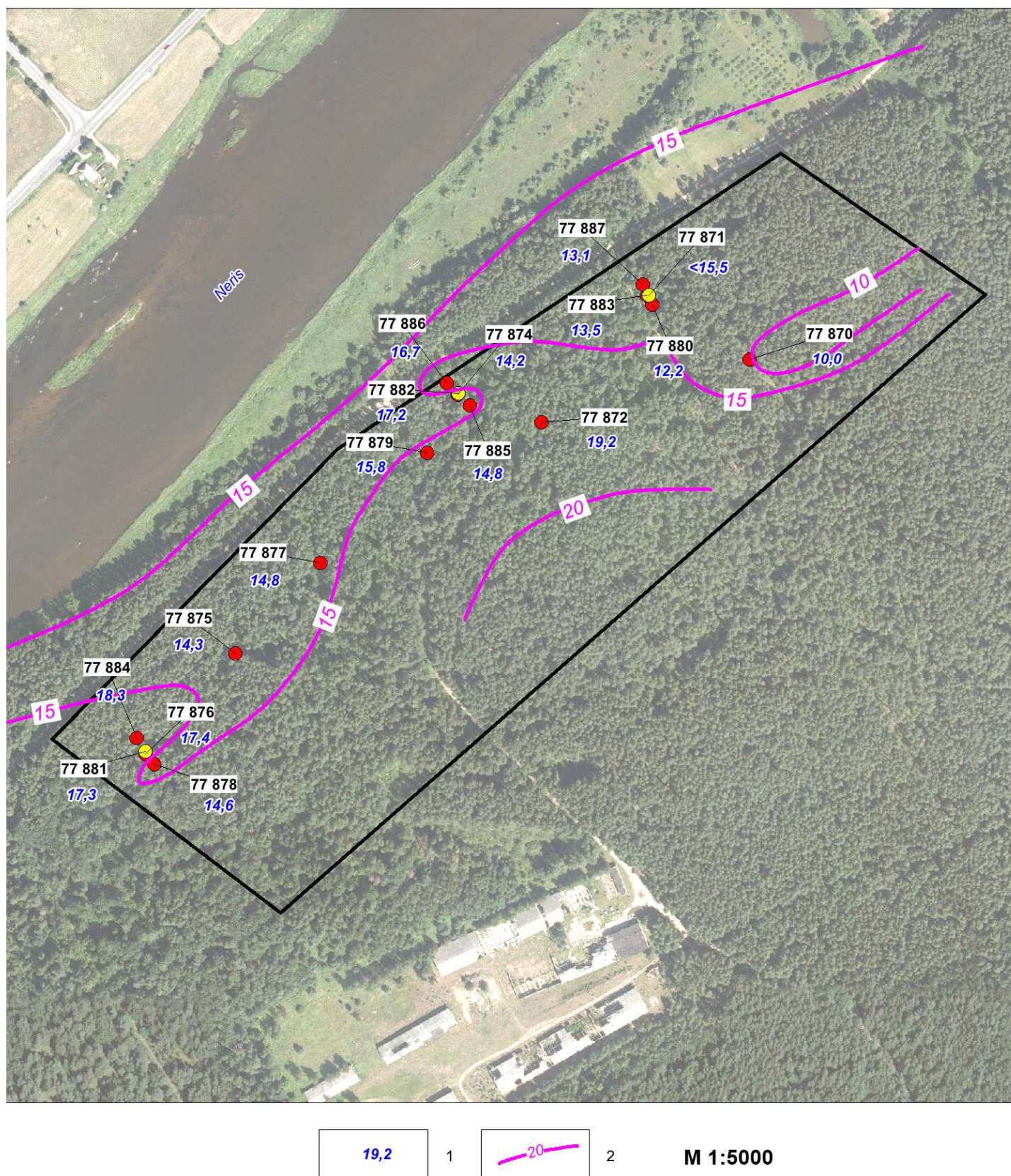


4.2 pav. Pelenių vandenvietės sklypo schema

1, 2 - gręžinys ir jo Nr.: 1 - žvalgybinis-ekspluatacinis (užkonservuotas), 2 - paieškos, žvalgybos (likviduotas); 3 - vandenvietės sklypas; 4 - geologinis pjūvis

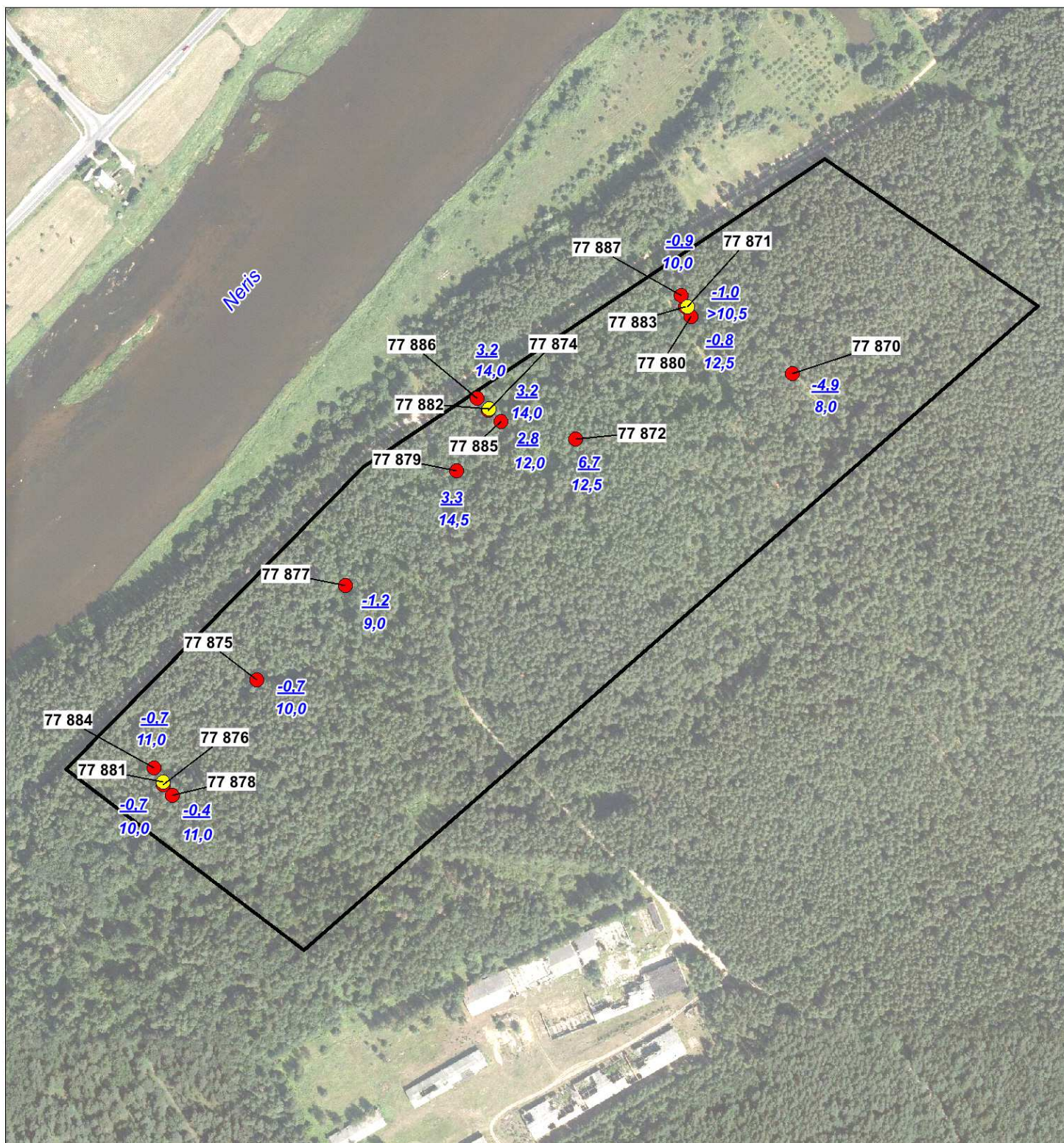


4.3 pav. Geologinis - hidrogeologinis pjūvis I - I per Pelenių sklypą



4.4 pav. Gruntinio vandeningojo sluoksnio slūgsojimo sąlygų Pelėnų sklype schema

1 - sluoksnio pado abs. a., m; 2 - sluoksnio pado stratoizohipsė (abs. a., m)



**2.8**  
**12.0**

skaitiklyje - sluoksnio kraigo abs. a., m,  
vardiklyje - sluoksnio storis, m

**M 1:5000**

4.5 pav. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio slūgsojimo sąlygų Pelenių sklype schema

## 5. POŽEMINIO VANDENS EKSPLOATACINIŲ IŠTEKLIŲ ĮVERTINIMO REZULTATAI

### 5.1. Pelenių apylinkių požeminės hidrosferos matematinis modelis

Pelenių apylinkių požeminė hidrosfera pasižymi pakankamai sudėtinga geologine-hidrogeologine sąranga, todėl būsimos vandenvietės požeminio vandens išteklių bei apsaugos zonos įvertinimui panaudoti matematinio modeliavimo metodai.

Vandenvietės apylinkių matematinio modelio, apimančio 49 km<sup>2</sup> teritoriją, filtracinėje schemoje išskirti 3 struktūriniai vienetai (modeliuojami sluoksniai) (5.1 pav.):

1. Gruntinis (aIV+agl III-II) vandeningasis sluoksnis.
2. Vandeniui silpnai laidūs kvartero Žemaitijos bei apatinės kreidos dariniai, skiriantys gruntinį vandenį nuo žemiau slūgsančių spūdinių vandeningųjų sluoksnių.
3. Apatinės kreidos vandeningasis sluoksnis, prie kurio modelyje prijungti ir modeliuotoje teritorijoje ne ištisai paplitę tarpmoreniniai apatinio pleistoceno dariniai. Kadangi pastarųjų ties vandenvietė nėra, toliau tekste trečiąjį modelio sluoksnį paprastumo dėlei vadinsime apatinės kreidos vandeninguoju sluoksniu.

Matematinio modelio teritorija yra suskaidytos į tolygius 100x100 m skaičiuojamuosius blokus, ties vandenvietė skaičiuojamųjų blokų tinklas yra sutankintas iki 10-25 m (žr. 5.1 pav.). Apatinės kreidos sluoksnio išorinėse planinėse ribose, nesutampančiose su požeminio vandens srauto tėkmės linijomis, modeliuose per filtracinę varžą užduotas į modeliuojamas teritorijas atitekančias ar iš jos nutekantis požeminio vandens srautas, t.y. III-io tipo ribinė sąlyga  $Q(x,y,F,\Delta H,t)$  arba vadinamoji "general head boundary condition" [7] (žr. 5.1 pav.). Šiuo atveju filtracinė varža  $F$  įvertinama pagal formulę:

$$F = K \cdot T \cdot W / L, \quad (5.1)$$

čia  $K$  – filtracijos koeficientas;  $W$  – modelio bloko plotis;  $T$  – vandeningojo sluoksnio storis modelio bloke;  $L$  – atstumas nuo detalaus modelio kraštinio bloko centro iki taško už modeliuojamos teritorijos ribų, kur modeliuojamo sluoksnio požeminio vandens spūdį galima laikyti nekintančiu laike (mūsų atveju – 1000 m).

Modeliuojamų vandeningųjų sluoksnių išorinėse planinėse ribose, sutampančiose su požeminio vandens srauto tėkmės linijomis, modelyje užduota II-o tipo ribinė sąlyga  $Q=0$ . Tokia pati ribinė sąlyga užduota ir vandeningus sluoksnius skiriančių silpnai laidžių darinių išorinėse planinėse ribose bei apatinėje modelio riboje Vidinėmis modelio hidrodinaminėmis ribomis yra modeliuojamos vandenvietės žvalgybiniai bei projektiniai gręžiniai (ribinė sąlyga  $Q(t)$ ) (žr. 5.1 pav.).

Viršutinėmis modelio hidrodinaminėmis ribomis yra gruntinio vandens daugiametė vidutinė infiltracinė mityba (II-o tipo ribinė sąlyga  $W=\text{const}(t)$ ), Neris upė bei gruntinio vandens lygis viršutinėje Neris slėnio dalyje. Neris modeliuota kaip III-io tipo ribinė sąlyga  $Q(x,y,R,\Delta H,t)$  [7]. Tai leidžia įskaityti kintančią laike požeminio vandens ištaką į upę ar paviršinio vandens prietaką iš jos ( $Q_u$ ) ne viso skaičiuojamojo bloko, o tik upės vagos plote:

$$Q_u = R_u \cdot \Delta H, \quad (5.2)$$

$$R_u = A_u \cdot S_u \cdot L_u, \quad (5.3)$$

čia  $R_u$  - upės dugno nuosėdų filtracinė varža;  $A_u$  - dugno nuosėdų vertikalios laidumo koeficientas ( $A_u = \frac{T}{\Delta L^2}$ , kur  $\Delta L$  - povaginių dugno nuosėdų pasipriešinimas,  $T$  – vandeningojo sluoksnio vandens pratakumo koeficientas);  $S_u$  ir  $L_u$  - upės plotis ir ilgis modelio bloke;  $\Delta H$  – upės ir su ja hidraulinių ryšių turinčio vandeningojo sluoksnio vandens lygių skirtumas.

Gruntinio vandens filtracija buvo modeliuojama tik apatinėje Neries slėnio dalyje, kur yra geras gruntinio ir apatinės kreidos sluoksnių hidraulinis ryšys, uždavus vidutinę daugiametę infiltracinę mitybą (II-o tipo ribinė sąlyga  $W = \text{const}(t)$ ) (žr. 5.1 pav.). Viršutinėje slėnio dalyje, kur gruntinį ir apatinės kreidos sluoksnius skiria vandeniui silpnai laidžių darinių stromė, tokia filtracija modeliuojama nebuvo – čia užduotas nekintantis laike gruntinio vandens lygis (I-o tipo ribinė sąlyga  $H(x, y) = \text{const}(t)$ ) (žr. 5.1 pav.). Šioje modelio vietoje buvo įskaitoma vertikali gruntinio vandens srūva į apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį juos skiriančią vandeniui silpnai laidžių darinių stromę.

Vandeninguosiuose sluoksniuose buvo modeliuojama tiek horizontali, tiek vertikali filtracija, o silpnai laidžiuose dariniuose – tik vertikali. Vandengrąža buvo įskaitoma tik vandeninguosiuose sluoksniuose.

Požeminio vandens filtracijos modeliavimui JAV Geologijos tarnybos licencinė programinė įranga MODFLOW2000 bei MODFLOW2005 [8, 14], elementarių vandens dalelių migracijos modeliavimui – MODPATH5.0 [4, 17]. Jų valdymui, grafiniam vaizdavimui bei rezultatų analizei taikyta JAV kompanijos Environmental Simulations Inc. licencinė programinė sistema GROUNDWATER VISTAS ENTERPRISE v6 [7].

Modelio kalibravimo metu buvo atkurti gruntinio bei apatinės kreidos sluoksnių nepažeisto režimo vandens lygio paviršiai, t. y. iki gręžinių hidrodinaminių išbandymų Pelenių sklype pradžios bei vandens lygio žemėjimo eiga gręžinių 77881, 77882 ir 77883 hidrodinaminių išbandymų metu. Modelio kalibravimo metu buvo tikslinamos vandeningųjų bei vandeniui silpnai laidžių darinių filtracijos koeficiento vertės, kad gautume kuo geresnį modelinio požeminio vandens lygio sutapimą su faktiniais jo matavimo gręžiniuose rezultatais.

Kalibravimas baigtas, pasiekus 5.2 pav. pavaizduotą nepažeisto režimo modelinio požeminio vandens lygio sutapimą su faktiniais jo matavimais gręžiniuose bei 5.1 lentelėje pateiktus modelinius vandens lygio pažemėjimus gręžinių hidrodinaminio išbandymo metu.

**5.1 lentelė.** Faktiniai ir modeliniai vandens lygio pažemėjimai gręžinių hidrodinaminio išbandymo pabaigoje

Centrinio (pumpuojamojo) gręžinio duomenys			Vandens lygio pažemėjimas išpumpavimo pabaigoje stebimuosiuose gręžiniuose			
Gręž. Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /d	Trukmė, paros	Gręž. Nr.	Atstumas nuo centrinio gręžinio, m	Faktinis vandens lygio pažemėjimas, m	Modelinis vandens lygio pažemėjimas, m
77881	436,4	6,78	77878	14,98	3,1	3,63
			77884	14,93	3,18	3,62
			77877	241,5	1,39	1,50
			77879	385,8	1,06	1,07
77882	604	6,68	77885	15,28	4,03	4,45
			77886	14,89	4,07	4,53
			77879	62,98	3,13	3,29
			77877	205,56	2,19	2,18
77883	542	6,83	77880	10,21	5,09	5,26
			77887	10,98	4,94	5,07
			77889	254	1,98	1,81
			77877	397	1,61	1,56

Iš pateiktų rezultatų matyti, jog modelio kalibravimo metu gautas modelinių rezultatų sutapimas su stebėjimais gręžiniuose yra visiškai pakankamas. Tai rodo, jog modelio filtracinė schema bei kalibravimo metu patikslintos filtracinių parametų vertės gali būti naudojamos prognoziniais skaičiavimams.

Modelio kalibravimo metu patikslintos apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio bei jį dengiančių vandeniu silpnai laidžių darinių filtracijos koeficiento vertės pateiktos 5.3 ir 5.4 pav. Pagal kalibravimo rezultatus šio vandeningojo sluoksnio filtracijos koeficientas apatinėje Neries slėnio dalyje ties Pelenių sklypu yra apie 7 m/d (vandens pratakumo koeficientas  $km$  – vidutiniškai 70 m<sup>2</sup>/d), tai pakankamai gerai sutampa su hidraulinių išbandymų rezultatais (žr. 4.2 skyrių, 5.3 pav.). Tolstant nuo sklypo pietryčių kryptimi filtracijos koeficiento vertė pagal modelio kalibravimo rezultatus sumažėja iki 3,5-4 m/d ( $km$  – 40-50 m<sup>2</sup>/d), pietvakarių kryptimi – iki 6 m/d ( $km$  – 60 m<sup>2</sup>/d). Priešingoje upės pusėje filtracijos koeficiento vidutinė vertė pagal modelio kalibravimo rezultatus yra apie 4,5 m/d ( $km$  – 40-50 m<sup>2</sup>/d) (žr. 5.3 pav.).

5.4 pav. pateiktos vandeniu silpnai laidžių darinių, dengiančių apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį, filtracijos koeficiento vertės rodo neblogą šio sluoksnio hidraulinių ryšių su gruntinio vandens sluoksniu apatinėje Neries slėnio dalyje. Čia vyraujančios šių darinių filtracijos koeficiento vertės yra apie 10<sup>-3</sup> - 3·10<sup>-3</sup> m/d. Tai reiškia, jog šioje teritorijos dalyje vandenvietės eksploatacijos metu gali formuotis jos kaptazo sritis gruntiniame vandeningajame sluoksnyje.

Modelio kalibravimo rezultatai rodo, jog viršutinėje Neries slėnio dalyje, didėjant silpnai laidžių darinių, dengiančių apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį, storiui, šio sluoksnio hidraulinis ryšis su gruntiniu vandeniu tampa dešimt ir daugiau kartų prastesnis – vyraujančios silpnai laidžių darinių filtracijos koeficiento vertės čia yra 10<sup>-4</sup> - 5·10<sup>-4</sup> m/d (žr. 5.4 pav.).

Gruntinio sluoksnio filtracijos koeficiento vertė apatinėje Neries slėnio dalyje, kur buvo modeliuojama filtracija šiame sluoksnyje, pagal modelio kalibravimo rezultatus yra apie 7 m/d ( $km$  – 70-130 m<sup>2</sup>/d). Upės povaginių dugno nuosėdų pasipriešinimas  $\Delta L$ , kaip ir netoli esančiose Eigulių-Klebonišio vandenvietėse, siekia 70-100 m, modelyje užduota gruntinio vandens infiltracinė mityba apatinėje upės slėnio dalyje yra 200 mm/metai.

Prognoziniai požeminio vandens lygio pažemėjimai būsimos vandenvietės eksploatacinių išteklių įvertinimui bei kaptazo sričių nustatymui atlikti 25 metų laikotarpiui, modelyje uždavus 10 projektinių gręžinių, kurių kiekvieno debitas – po 300 m<sup>3</sup>/d (plačiau apie tai – 5.2 skyriuje). Projektinių gręžinių vietos pateiktos 5.5 pav., o prognozinis vandens lygis bei jo pažemėjimas – 5.6, 5.7 pav. bei 5.2 lentelėje.

## 5.2 lentelė. Prognoziniai modeliniai požeminio vandens lygiai ir pažemėjimai apatinės kreidos vandeningajame sluoksnyje

Projektinio gręžinio Nr.	Modelinė nepažeisto režimo vandens lygio altitudė modelio bloke, m NN	Prognozinė vandens lygio altitudė modelio bloke, m NN	Prognozinis vandens lygio pažemėjimas modelio bloke, m NN
1	29,38	18,16	11,22
2	29,38	17,27	12,11
3	29,37	16,73	12,64
4	29,32	16,57	12,75
5	29,28	16,98	12,30
6	29,32	17,36	11,96
7	29,33	17,66	11,67
8	29,39	18,35	11,04
9	29,65	18,68	10,97
10	29,59	18,91	10,68

Kaip matysime vėliau, modelyje užduotas prognozinis vandenvietės debitas ( $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ ) praktiškai atitinka maksimalius šiame sklype turimus požeminio vandens išteklius, kuriuos eksploatuojant vandens lygis gavybos gręžiniuose pažemėtų bemaž iki leistinų ribų.

## 5.2. Požeminio vandens ištekliai

### Požeminio vandens išteklių įvertinimas

Įprastai požeminio vandens ištekliai skaičiuojami, remiantis perspektyviniais šio vandens poreikiais. Kaip jau minėta, Kauno r. savivaldybės duomenimis, Pelenių vandenvietėje pageidautina išgauti  $2816 \text{ m}^3/\text{d}$ , o esant galimybėms – ir dar daugiau vandens (1c priedas).

Atlikus įvairius preliminarinius skaičiavimus, nustatyta, jog vandenvietėje iš apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio įmanomas išgauti požeminio vandens kiekis siekia apie  $3,0$  tūkst.  $\text{m}^3/\text{d}$ . Atsižvelgiant į esamas hidrogeologines ir geotechnines sąlygas bei neišvengiamą būsimą gręžinių „senėjimą“, minėtą išteklių kiekį optimaliu atveju įmanoma išgauti 10-čia eksploatacinių gręžinių, kurių kiekvieno projektinis debitas –  $300 \text{ m}^3/\text{d}$ , t.y.  $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$  arba  $3,48 \text{ l/s}$ . Kaip matėme, tokio ir dar gerokai didesnio debito išgavimo galimybė čia jau buvo įrodyta, atliekant žvalgomųjų gręžinių išpumpavimus.

Skaičiuojant požeminio vandens eksploatacinius išteklius, reikia įvertinti, ar prognozuojamas vandens lygio pažemėjimas vandenvietės eksploataciniuose gręžiniuose neviršys leistino pažemėjimo. Teoriškai vandens lygį galima žeminti iki produktyviojo sluoksnio kraigo, tačiau reikia atsižvelgti ir į esamą/projektuojamą gręžinių konstrukciją. Sluoksnio kraigas išžvalgytos vandenvietės teritorijoje slūgso ties  $-4,9 \div 6,7 \text{ m NN}$  (žr. 4.5 pav.). Atsižvelgiant į atskirose vietose skirtingas jo slūgsojimo sąlygas, su nedidele atsarga nustatysime, kad būsimuose vandenvietės eksploataciniuose gręžiniuose įrengtų filtrų viršus neviršys  $1 \text{ m NN}$  altitudės. Pridėję dar apie  $2 \text{ m}$  rezervą techninėms reikmėms (panardinamų siurblių įrengimui), gauname, jog vandens lygį gręžiniuose galima pažeminti maždaug iki  $3 \text{ m NN}$ . Minimalus gamtinis produktyviojo sluoksnio požeminio vandens lygis – apie  $28 \text{ m NN}$ , tad leistinas vandens lygio pažemėjimas vidutiniškai siekia apie  $25 \text{ m}$ .

Vandenvietės ištekliai čia vertinami matematinio modeliavimo metodais. Tokiais atvejais prognozinis vandens lygio pažemėjimas gręžinyje gali būti apskaičiuotas pagal formulę [9, 23, 26]:

$$S = S_{bl} + S_s + S_{gr}, \quad (5.4)$$

kur  $S_{bl}$  – pažemėjimas, apskaičiuotas modelio bloke;  $S_s$  – papildomas pažemėjimas, susidarantis dėl perskaičiavimo iš modelio bloko į vandenvietės gręžinių sistemą – “didelį šulinį”;  $S_{gr}$  – papildomas pažemėjimas, susidarantis jį perskaičiuojant iš “didelio šulinio” į atskirą gręžinį (įskaitant ir pastarojo netobulumą).

Pirmąjį iš šių nežinomųjų jau nustatėme: įvairiuose modeliniuose blokuose  $S_{bl}$  dydis svyruoja nuo  $10,68$  iki  $12,75 \text{ m}$  (žr. 5.2 lentelę), o išteklius skaičiuosime pagal didžiausią vertę (apie  $12,8 \text{ m}$ ).

Antrąjį formulės (5.4) narį apytikriai galima apskaičiuoti taip:

$$S_s = \frac{Q_{bl}}{2\pi km} \ln \frac{R_{bl}}{r_{ekv}}, \quad (5.5)$$

kur  $Q_{bl}$  – modelio bloke užduotas debitas;  $km$  – vandens pratakumo koeficientas;  $R_{bl}$  – ekvivalentinis modelio bloko spindulys;  $r_{ekv}$  – ekvivalentinis “didelio šulinio” spindulys.

Ekvivalentinis spindulys skaičiuojamas pagal formules:

$$R_{bl} = \sqrt{\frac{F_i}{\pi}}, \quad F_i = \Delta X \times \Delta Y, \quad (5.6)$$

kur  $\Delta X, \Delta Y$  – bloko dydis pagal X ir Y ašis.

Pažemėjimas gręžinyje  $S_{gr}$  gali būti išreikštas taip:

$$S_{gr} = S_0 + \Delta S, \quad (5.7)$$

kur  $S_0$  – pažemėjimas “tobulame” gręžinyje,  $\Delta S$  – papildomas pažemėjimas dėl gręžinio netobulumo.

Pažemėjimas  $S_0$  apytikriai gali būti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S_0 = \frac{Q_0}{2\pi km} \ln \frac{r_{ekv.gr}}{r_0} = \frac{Q_0}{2\pi km} \ln \frac{\sigma}{\pi r_0}, \quad (5.8)$$

kur  $Q_0$  – gręžinio debitas;  $r_0$  – gręžinio spindulys;  $\sigma$  – pusė vidutinio atstumo tarp eksploatacinių gręžinių vandenvietėje.

Jei viename bloke modeliuojamas tik vienas gręžinys, formulę (5.4) supaprastėja:

$$S = S_{bl} + S_{gr}. \quad (5.9)$$

Tuomet  $S_0$  tikslinga skaičiuoti pagal formulę (5.8), vietoj  $r_{ekv.gr}$  įstačius  $R_{bl}$  reikšmę:

$$S_0 = \frac{Q_0}{2\pi km} \ln \frac{R_{bl}}{r_0}. \quad (5.10)$$

Kaip minėta, kiekvieno iš 10-ties reikiamo išteklių kiekio gavybai numatytų projektinių gręžinių eksploataciją modeliavome atskiruose matematinio modelio blokuose. Tuomet išteklių vertinimui naudosime formules (5.9, 5.10).

Papildomas pažemėjimas  $\Delta S$  gali būti įvertintas pagal atitinkamas formules arba grafoanalitiniu būdu, kaip tai parodyta 9-11 prieduose. Pagal tiriamųjų išpumpavimų duomenis nustatyta, kad gręžinyje 77881  $\Delta S$  siekia 17,45 m (iš bendro 23,81 m pažemėjimo  $S$ ). Atitinkamai gręžinyje 77882  $\Delta S=7,21$  m (kai  $S=14,73$  m), o gręžinyje 77883  $\Delta S=5,58$  m ( $S=9,45$  m). Pagal šiuos skaičiavimus papildomas pažemėjimas sudaro net 50-70% bendro pažemėjimo dydžio. Sprendžiant iš tuose pačiuose grafikuose nustatytų didokų koeficiento  $km$  reikšmių (tai susiję su vertikalios srūvos proceso poveikiu skaičiavimų rezultatams), gautos  $\Delta S$  vertės yra kiek padidintos. Tačiau vertinant išteklius, tai suteiks tam tikrą inžinerinę atsargą.

Bendru atveju, atliekant išteklių prognozę, reikia nustatyti gręžinio netobulumo rodiklį  $\xi$ , kuris su papildomu pažemėjimu  $\Delta S$  susietas tokia priklausomybe:

$$\Delta S = \frac{Q}{4\pi km} \xi. \quad (5.11)$$

Tuomet

$$\xi = \frac{4\pi km \Delta S}{Q}. \quad (5.12)$$

Šio rodiklio skaičiavimo pagal tiriamuosius išpumpavimus rezultatai pateikti 5.3 lentelėje, kurioje matome, jog gautos jo vertės svyruoja nuo 11,5 iki 53,2. Minėta didžiausia reikšmė nėra būdinga šio objekto gręžiniams, tad išteklius reikėtų skaičiuoti, remiantis vertėmis, nustatytomis pagal pakankamai efektyviai įrengtų gręžinių 77882, 77883 duomenis (su tam tikra atsarga priimsime didesnę iš jų, t.y.  $\xi = 20$ ).

### 5.3 lentelė. Gręžinių netobulumo rodiklio skaičiavimo rezultatai

Gręž. Nr.	Q, m <sup>3</sup> /d	km, m <sup>2</sup> /d	ΔS, m	ξ,
77881	436,4	106	17,45	53,2
77882	604	134	7,21	20,1
77883	542	89	5,58	11,5

Vidutinis modeliujamų blokų dydis ties vandenviete – 20x20 m. Tuomet pagal formulę (5.6) apskaičiuotas ekvivalentinis modelio bloko spindulys  $R_{bl} = 11,3$  m.

Įstatę į formules (5.10 ir 5.11) parametrų reikšmes ( $km = 70$  m<sup>2</sup>/d,  $r_0 = 0,11$  m,  $Q = 300$  m<sup>3</sup>/d) gauname:

$$S_0 = \frac{300}{2 \times 3,14 \times 70} \ln \frac{11,3}{0,11} = 3,16 = 3,2 \text{ m.}$$

$$\Delta S = \frac{300}{4 \times 3,14 \times 70} 20 = 6,82 = 6,8 \text{ m.}$$

Tuomet pagal (5.9):  $S = 12,8 + 3,2 + 6,8 = 22,8$  m.

Kaip matome, apskaičiuotas prognozinis vandens lygio pažemėjimo dydis (22,8 m) neviršija leistino pažemėjimo (25,0 m) ir dar lieka nedidelis spūdzio rezervas. Taigi įvertintas požeminio vandens eksploatacinių išteklių kiekis yra garantuotas.

### Išteklių kategorizavimas

Vandenvietėje išžvalgytus požeminio vandens išteklius pagal ištirtumą siūlome suskirstyti į A ir B kategorijas. Kaip jau minėjome 3 skyriuje, A kategorijai priskirtini ištekliai, kurių kiekis ir kokybė nustatyta patikimai, t.y, kurių išgavimo galimybė yra įrodyta požeminio vandens vandenviečių kaptažo įrenginių eksploatavimo arba tiriamųjų išpumpavimų analize ir susieta su konkrečia kaptažo įrenginių konstrukcija ir jų išdėstymo požeminio vandens vandenvietėje schema, taip pat įvertinta išgaunamo požeminio vandens kokybė [20].

B kategorijai priskiriami ištirti požeminio vandens ištekliai, kai dėl sudėtingų hidrogeodinaminių ir hidrocheminių požeminio vandens vandenvietės sąlygų požeminio vandens kiekis ir (ar) kokybė turi būti patikslinti papildomais žemės gelmių geologiniais tyrimais arba požeminio vandens išteklių gavybos duomenimis [20].

Mūsų nagrinėjamu atveju A kategorijai siūlome priskirti vandens kiekį, kurio išgavimo galimybė buvo įrodyta gręžinių 77881, 77882, 77883 ilgalaikiais tiriamaisiais išpumpavimais, t.y. faktinį suminį šių 3 gręžinių debitą, jį kiek suapvalinus (1500 m<sup>3</sup>/d). Likusi vandenvietėje išžvalgytų ir įvertintų išteklių dalis (1500 m<sup>3</sup>/d) skiriama į B kategoriją. Ištekliai apskaičiuoti 25 metams pagal 2022 m. rugsėjo 1 d. būklę (5.4 lentelė).

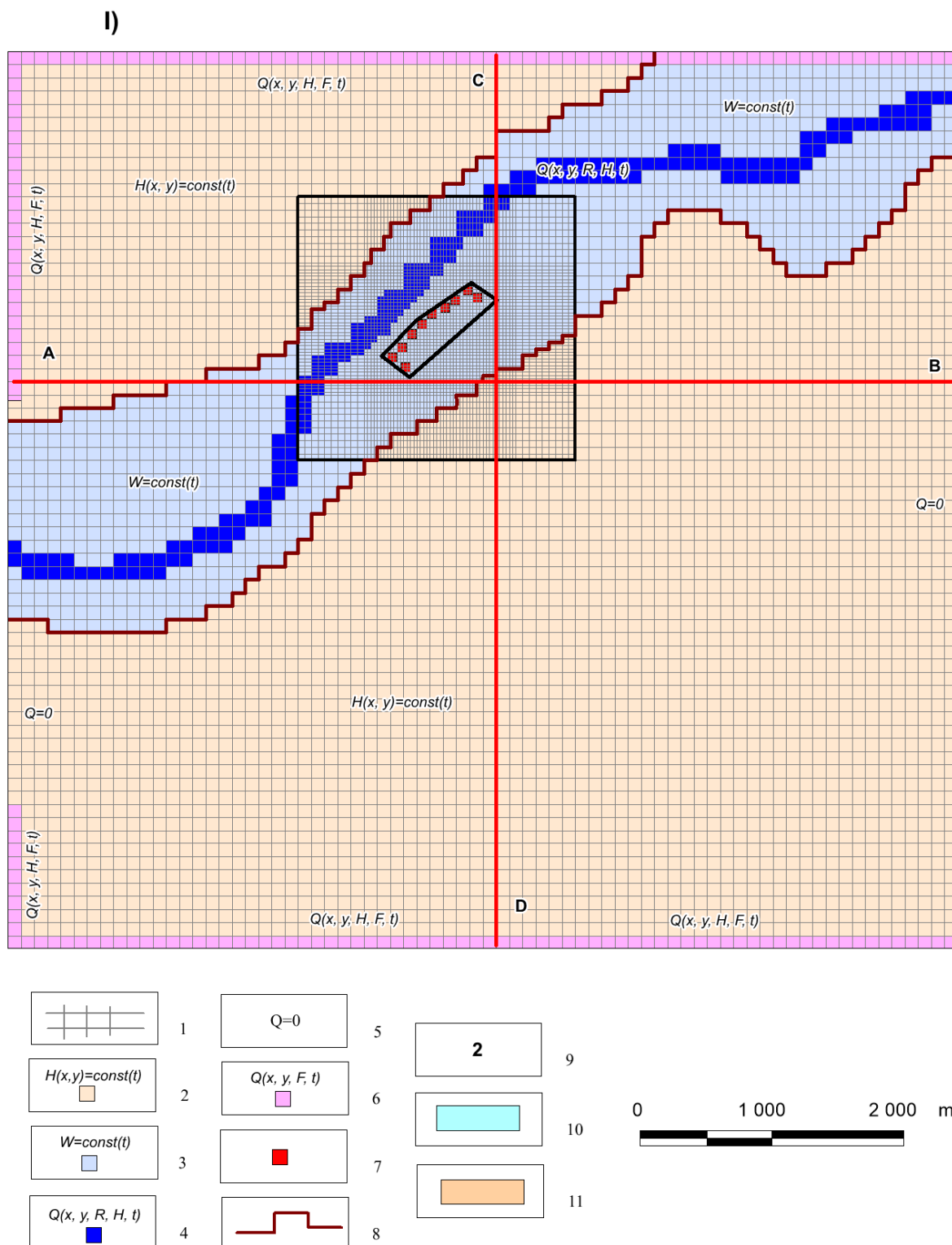
### 5.4 lentelė. Požeminio vandens ištekliai Pelenių vandenvietėse, apskaičiuoti 25 metams pagal 2022-09-01 būklę

Vandenvietė	Vandeningasis sluoksnis	Išteklių kiekis kategorijomis, m <sup>3</sup> per parą		
		A	B	A+B
Pelenių v-tė	Apatinės kreidos (K <sub>1</sub> už)	1500	1500	3000
<b>Iš viso:</b>		<b>1500</b>	<b>1500</b>	<b>3000</b>

Matematinio modeliavimo duomenimis, kaptuojant šiuos išteklius, formuosis nemažos dydžio požeminio vandens lygio depresija produktyviajame vandeningajame sluoksnyje (žr. 5.6,

5.7 pav.). Todėl Pelenių vandenvietės eksploatacija gali daryti tam tikrą neigiamą hidrodinaminį poveikį netoliese į tą patį sluoksnį įrengtoms vandenvietėms, kuris, esant reikalui, gali būti atskirai įvertintas.

Modeliavimo rezultatai rodo, jog dėl vandenvietės eksploatacijos gruntinio vandens lygis praktiškai nežemės arba pažemės labai nedaug, todėl jos eksploatacija nepadarys esminio neigiamo poveikio aplinkai.

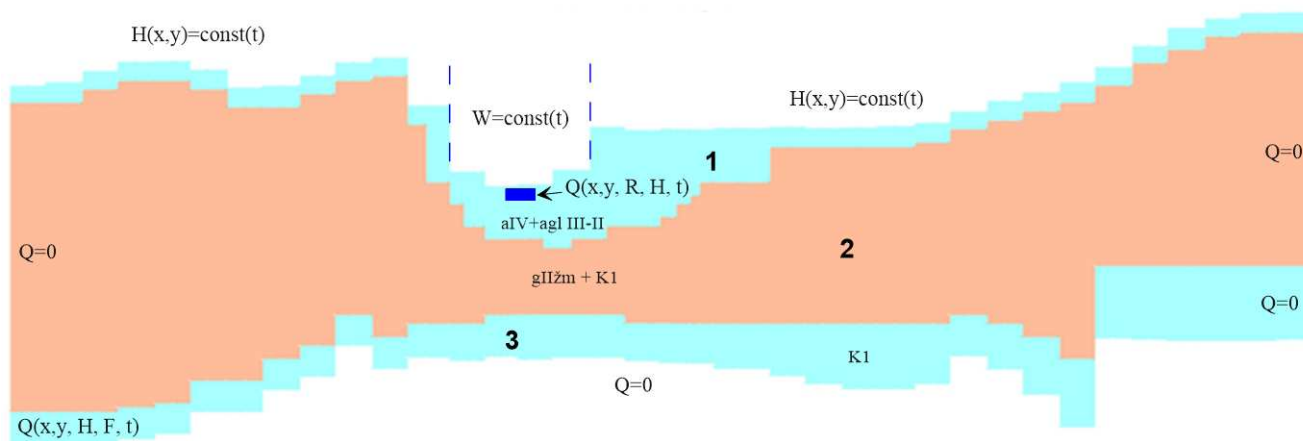


5.1 pav. Modeliuojamos teritorijos hidrogeologinių sąlygų filtracinė schema plane (I) ir pjūvyje (II)

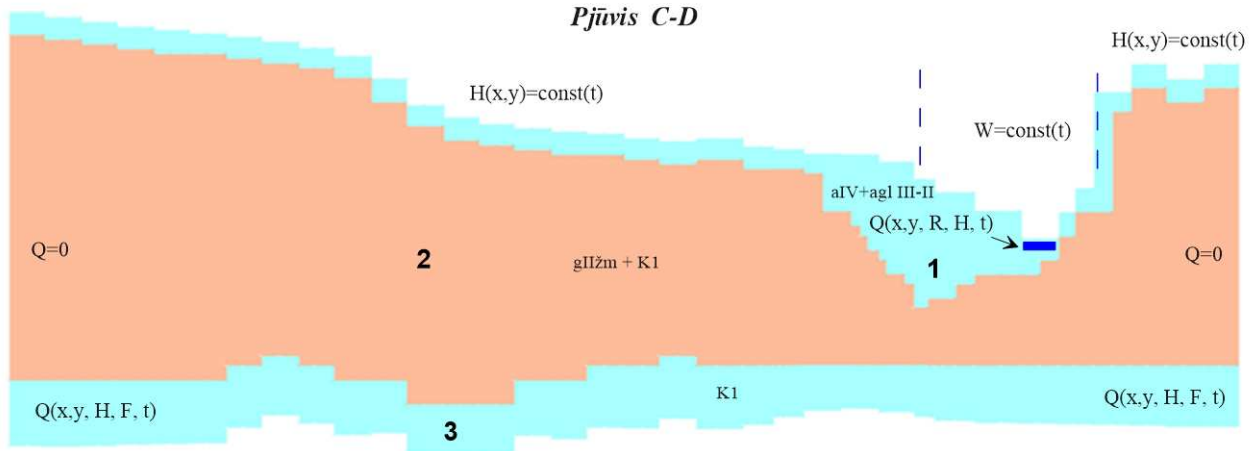
1 - skaičiuojamųjų blokų tinklas; 2-4 - modelio pirmo sluoksnio ribinės sąlygos: 2 - I tipo (vandens lygis), 3 - II tipo (infiltracinė mityba), 4 - III tipo (upė); 5-7 - modelio trečio sluoksnio ribinės sąlygos: 5 - II tipo (nelaidi riba), 6 - III tipo ("general head boundary"), 7 - II tipo (projektinis gręžinys); 8 - modelinė slėnio šlaito riba; 9 - sluoksnio Nr. modelyje (pjūvyje); 10 - vandeningasis sluoksnis (pjūvyje); 11 - vandeniui silpnai laidūs dariniai (pjūvyje)

II)

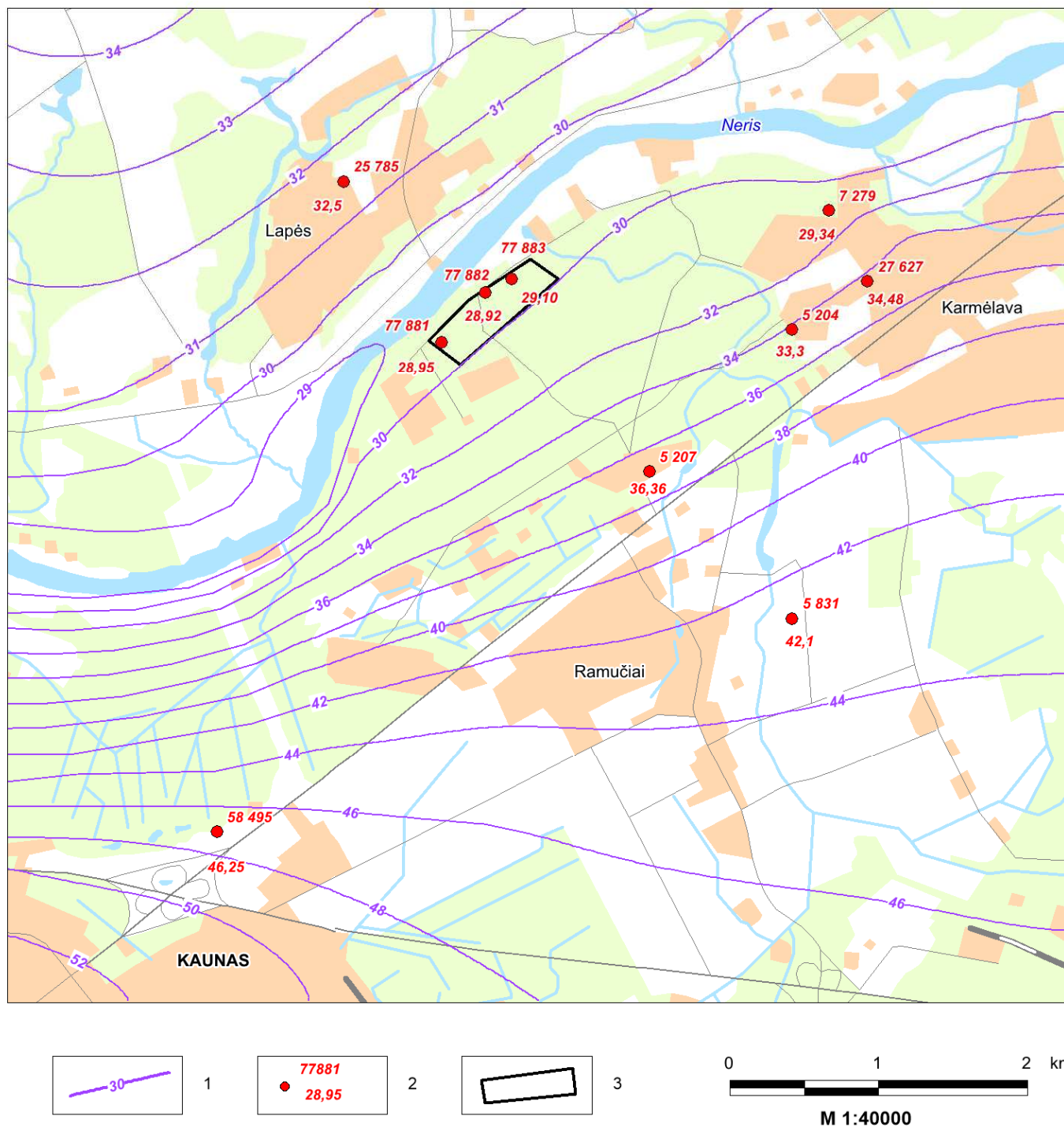
*Pjūvis A-B*



*Pjūvis C-D*

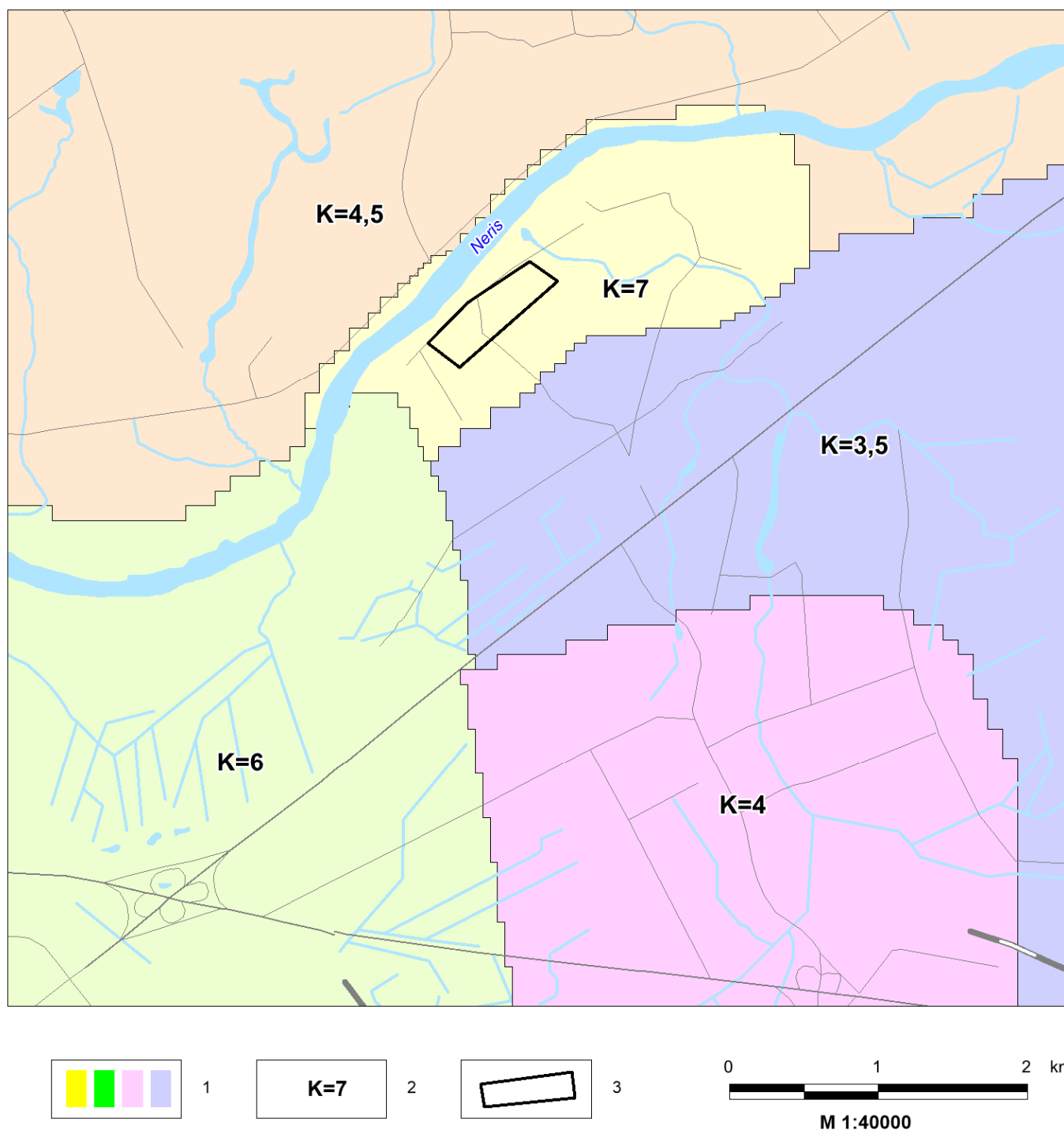


5.1 pav. tęsinys



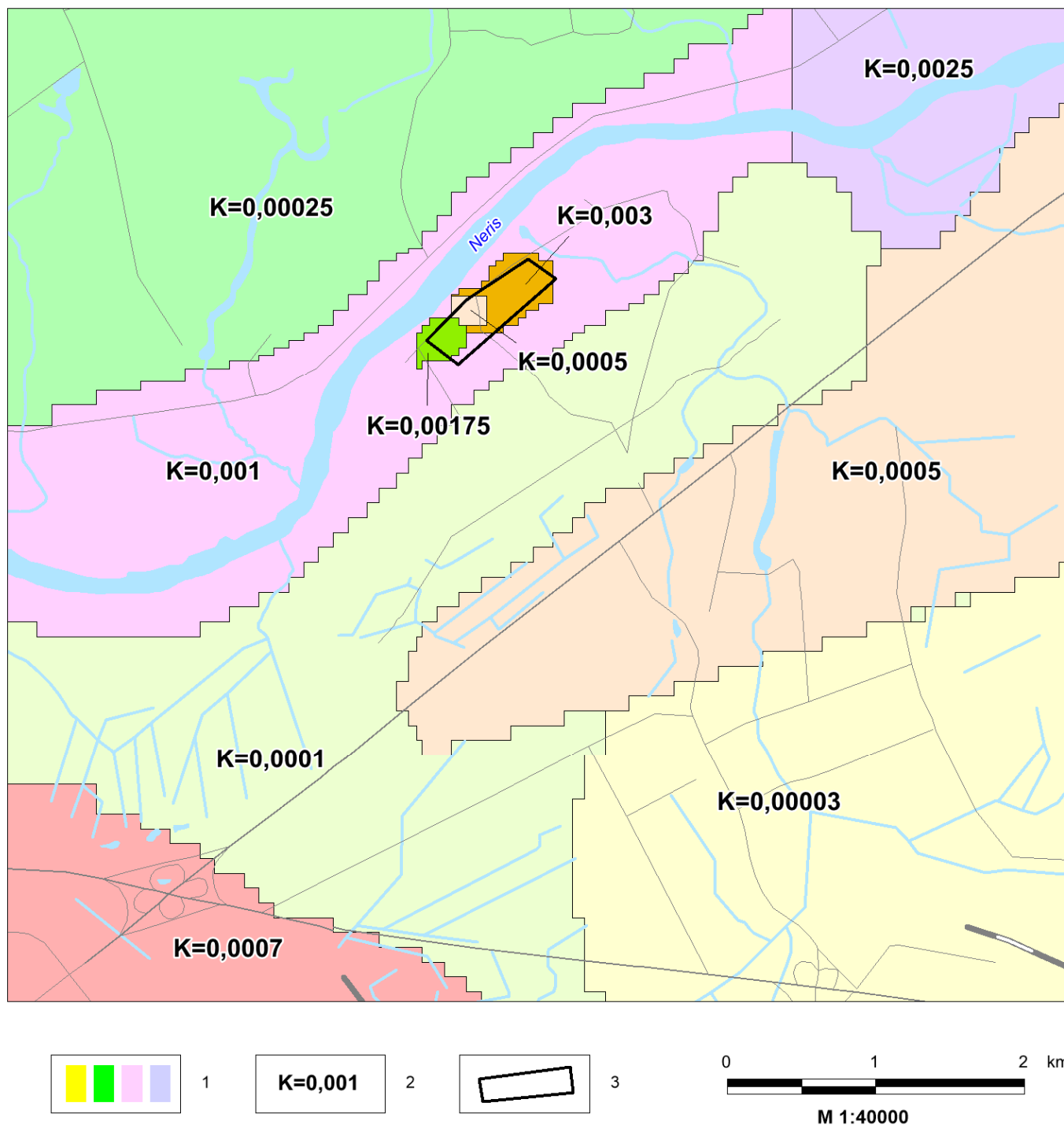
5.2 pav. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio modelinis nepažeisto režimo piezometrinis paviršius

1 - modelinė hidroizopjezė, m NN; 2 - gręžinys: viršuje - jo Nr., apačioje - faktinė vandens lygio altitudė, m NN; 3 - vandenvietės sklypas



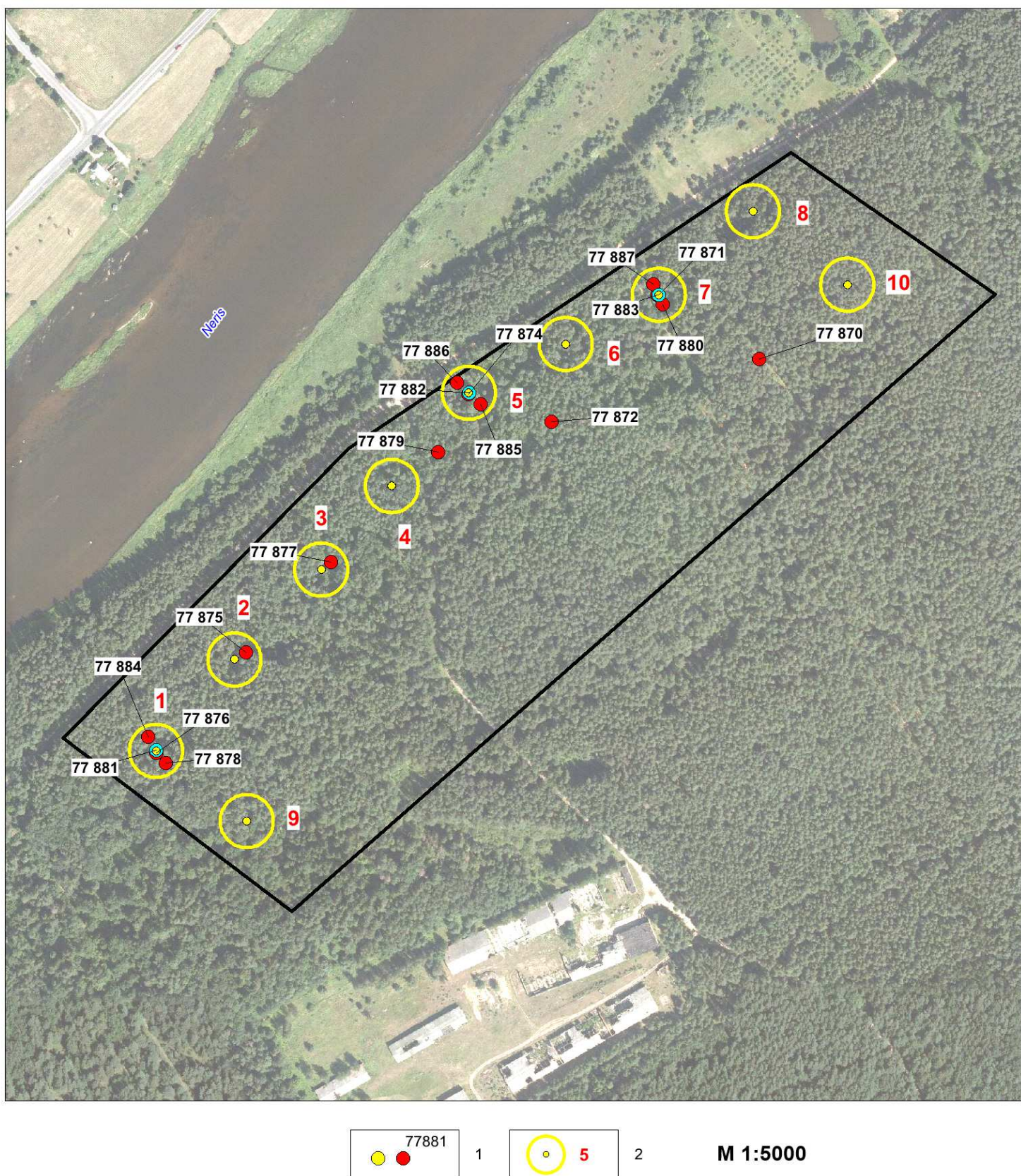
5.3 pav. Modelyje užduotos apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio filtracijos koeficiento vertės

- 1 - modelio zonos su skirtingomis vidutinėmis filtracijos koeficiento vertėmis;
- 2 - filtracijos koeficiento vertė, m/d; 3 - vandenvietės sklypas



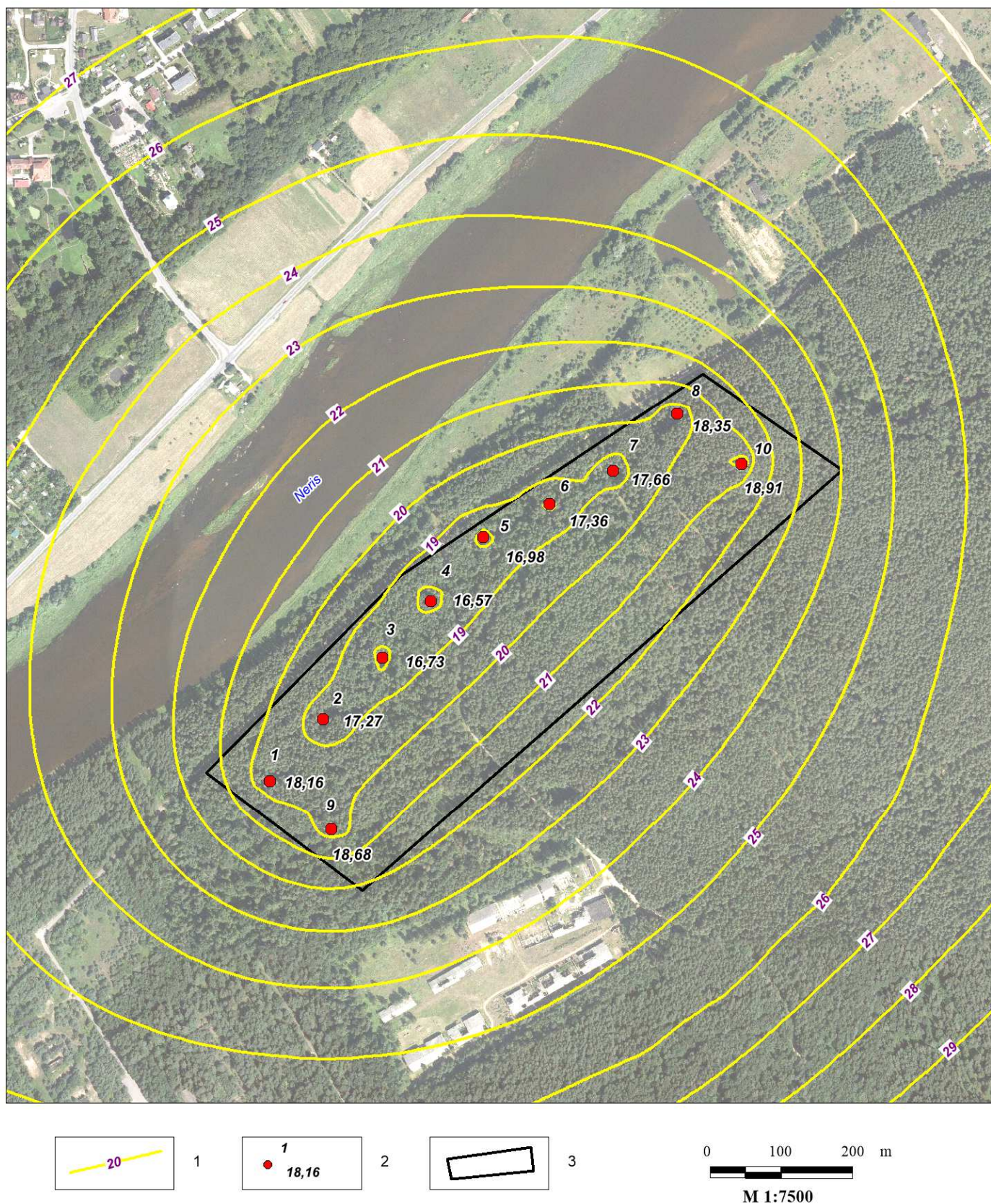
5.4 pav. Modelyje užduotos vandeniui silpnai laidžių darinių, dengiančių apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį, filtracijos koeficiento vertės

1 - modelio zonos su skirtingomis vidutinėmis filtracijos koeficiento vertėmis;  
2 - filtracijos koeficiento vertė, m/d; 3 - vandenvietės sklypas

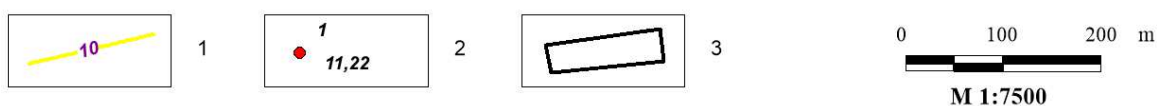
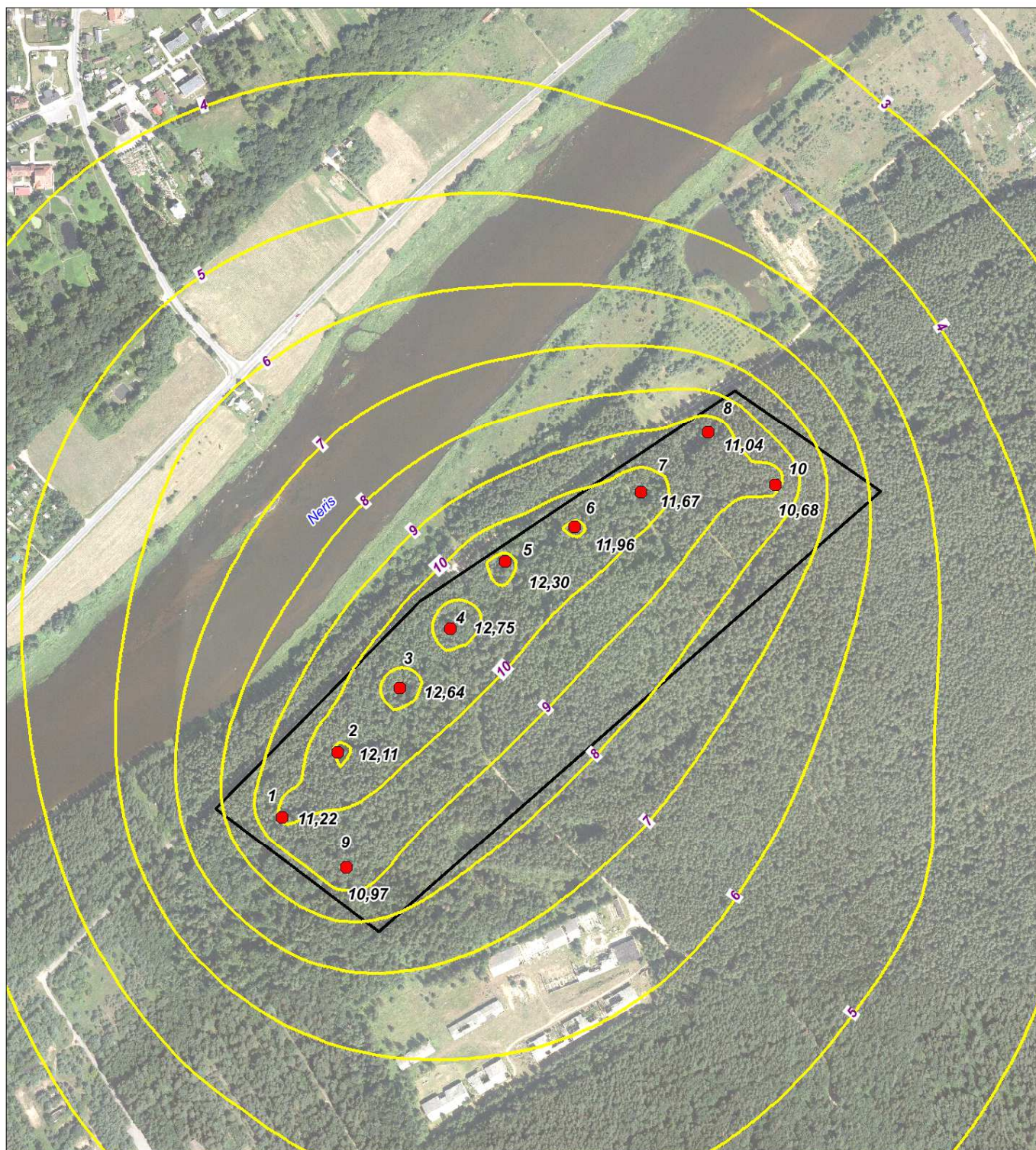


5.5 pav. Projektinė požeminio vandens išteklių gavybos Pelenių vandenvietėje schema

1 - žvalgomasis gręžinys ir jo Nr; 2 - projektinis eksploatacinis gręžinys ir jo Nr.



5.6 pav. Prognozinis modelinis apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio piezometrinis paviršius  
 1 - modelinė hidroizopjezė, m NN; 2 - projektinis gręžinys: viršuje - jo Nr., modelyje,  
 apačioje - prognozinė vandens lygio altitudė modelio bloke, m NN; 3 - vandenvietės sklypas



5.7 pav. Prognozinis modelinis vandens lygio pažemėjimas apatinės kreidos vandeningajame sluoksnyje

1 - modelinė vandens lygio pažemėjimo izolinija, m; 2 - projektinis gręžinys: viršuje - jo Nr., modelyje, apačioje - prognozinis vandens lygio pažemėjimas modelio bloke, m; 3 - vandenvietės sklypas

## 6. IŠVADOS

1. Šiame Kauno r. savivaldybės administracijos užsakymu atliktame darbe pateikiami perspektyvus požeminio vandens gavybai Pelenių sklypo, esančio Pelenių k., Karmėlavos sen., Kauno r. sav., detalių hidrogeologinių tyrimų požeminio vandens išteklių įvertinimui rezultatai. Išžvalgytą Pelenių vandenvietę numatoma naudoti papildomiems Kauno LEZ poreikiams, kurie perspektyvoje siekia  $2816 \text{ m}^3/\text{d}$ .

2. Hidrogeologiniai tyrimai buvo atliekami trimis stadijomis: paieškos, parengtinės ir detalios žvalgybos. Jų metu atlikti gręžimo darbai (išgręžta 17 įvairios paskirties gręžinių), hidrodinaminiai išbandymai (10 bandomųjų ir 3 ilgalaikiai tiriamieji išpumpavimai iš specialių didelio skersmens žvalgomųjų-eksploatacinių gręžinių) vandeningųjų sluoksnių geofiltracinių parametrų, tarpusavio hidraulinio ryšio sąlygų bei galimų hidrocheminių pokyčių įvertinimui, o taip pat išsamūs laboratoriniai požeminio vandens cheminės sudėties ir kokybės tyrimai. Visus sutartyje su Užsakovu numatytus darbus ir preliminarą jų rezultatų analizę atliko UAB „Artva“, o hidrogeologinių sąlygų matematiniam modeliavimui, vandenvietės požeminio vandens išteklių ir VAZ įvertinimui bei atitinkamų hidrogeologinių ataskaitų parengimui buvo pasitelkta UAB „Vilniaus hidrogeologija“.

3. Tyrimų metu Pelenių vandenvietės apylinkėse nustatytas žvalgomųjų-eksploatacinių gręžinių savitasis debitas  $q - 0,22-0,47 \text{ l/s}$ , produktyviojo apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio vandens pratakumo koeficientas  $km - \text{apie } 60-75 \text{ m}^2/\text{d}$ , pjzolaidumo koeficientas  $a - 5 \times 10^4 - 2 \times 10^5 \text{ m}^2/\text{d}$ , vidutinė vandeningų nuogulų filtracijos koeficiento  $k$  vertė –  $5-7 \text{ m/d}$ . Vandeniui silpnai laidžių darinių, dengiančių apatinės kreidos vandeningąjį sluoksnį, filtracijos koeficiento vertės (apie  $10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/d}$ ) parodė neblogą šio sluoksnio hidraulinį ryšį su gruntinio vandens sluoksniu žemutinėje Neries slėnio dalyje.

4. Apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio požeminis vanduo yra kalcio magnio hidrokarbonatinės sudėties. Jo sausoji liekana (bendroji mineralizacija) svyruoja apie  $333-437 \text{ mg/l}$ , bendroji ištirpusių mineralinių medžiagų koncentracija –  $515-643 \text{ mg/l}$ . Vandens kokybė praktiškai atitinka visus higienos normoje HN 24:1017 nustatytus reikalavimus geriamajam vandeniui, išskyrus DLK viršijančias bendrosios geležies ir mangano, o itin epizodiškai – ir amonio koncentracijas. Bendrosios geležies kiekis vandenyje siekia  $420-1110 \mu\text{g/l}$ , o mangano –  $46-95 \mu\text{g/l}$ . Vyraujančios gamtinės kilmės amonio vertės neviršija  $0,3-0,4 \text{ mg/l}$ , tik retais atvejais atskiruose gręžiniuose pasiekia  $0,52-0,73 \text{ mg/l}$ . Tad vandens kokybės šių rodiklių atžvilgiu pagerinimui vandenvietėje reikalingi geležies (ir mangano) šalinimo įrenginiai. Vandenvietėje išsamiai ištirtų toksinių rodiklių vertės yra gerokai mažesnės už leidžiamas ir daugeliu atvejų neviršija net laboratorinių metodų jautrumo ribų.

5. Nustatyta, jog vandenvietės plote vandens cheminė sudėtis dažniausiai pasižymi palyginus nedideliais verčių svyravimais, kurie veikiausiai susiję su gamtinėmis sąlygomis – vandeningojo sluoksnio gamtinio fono netolygumais ir pan. Pastebėtas palyginus nežymus sulfatų ar chloridų koncentracijų padidėjimas kokio nors pavojaus išžvalgyto produktyviojo sluoksnio vandens kokybei nekelia – didesnių sūresnio vandens prietakos iš apačios ar paviršinės antropogeninės taršos pėdsakų vandenyje kol kas neaptinkama. Visgi ateityje ilgalaikės vandenvietės eksploatacijos metu, pakitus hidrodinaminėms sąlygoms, hipotetinis mineralizuoto vandens intruzijos pavojus gali padidėti, tad labai svarbu, kad nuo pat vandens gavybos pradžios vandenvietėje būtų vykdomas išplėstinis požeminio vandens monitoringas.

6. Požeminio vandens ištekliai įvertinti matematinio modeliavimo metodais. Bendras pateikiamų tvirtinti apatinės kreidos vandeningojo sluoksnio gėlo požeminio vandens eksploatacinių išteklių kiekis Pelenių vandenvietėje sudaro  $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ . Jį numatoma kaupti išilgai vandenvietės sklypo išdėstytais 10-čia projektinių eksploatacinių gręžinių. Ištekliai gali būti priskirti A ( $1500 \text{ m}^3/\text{d}$ ) ir B ( $1500 \text{ m}^3/\text{d}$ ) ištirtumo kategorijoms. Jie apskaičiuoti 25 metų

laikotarpiui pagal 2022 m. rugsėjo 1 d. būklę. Šios vandenvietės eksploatacija nepadarys esminio neigiamo poveikio aplinkai, tačiau gali daryti tam tikrą hidrodinaminį poveikį kitoms netoliese į tą patį vandeningąjį sluoksnį įrengtoms vandenvietėms, kuris kiekvienu atveju turi būti atskirai įvertintas.

7. Pagal Lietuvos geologijos tarnybos nustatytą Ištirtų požeminio vandens išteklių aprobavimo tvarką ši hidrogeologinė ataskaita pristatoma LGT ekspertizei bei išteklių aprobavimui. Pagal nustatytus reikalavimus parengtas Pelenių vandenvietės apsaugos zonos projektas (VAZ) pateikiamas atskirame darbe.

## LITERATŪRA

1. Borevskij B.V., Samsonov B.G., Jazvin L.S. Metodika opredelenija parametrov vodonosnyh gorizontov po dannym otkačok. Moskva, "Nedra", 1979 (rusų k.).
2. Diliūnas J., D. Karvelienė. Požeminio vandens išteklių įvertinimas Lietuvoje. Nemuno ir Neris, Nevėžio žemupio pabasinio turimi vandens ištekliai. Galutinė ataskaita. Geologijos ir geografijos institutas. V., 2008.
3. Diliūnas J., Kusas A. Otčiot o poiskovyh gidrogeologičeskich issledovanijach dlja vodosnabženija g. Kaunas. Hidrogeologinė ekspedicija. V., 1967 (rusų k.).
4. Gelhar L.W. L'hydraulique souterraine stochastique: de la theory a la pratique // Hydrologie. 1986. No 2, p. 125-139.
5. Gregorauskas M., Klimas A., Bendoraitis A. Požeminio vandens išteklių įvertinimas Lietuvoje. Kainozojaus-mezozojaus hidrogeologinės sistemos turimi požeminio vandens ištekliai. Galutinė ataskaita. UAB „Vilniaus hidrogeologija“. V., 2012.
6. Gregorauskas M., Bendoraitis A. UAB „Jonavos vandenys“ Jonavos Pabartonių, Batėgalos ir Žeimių vandenviečių požeminio vandens eksploatacinių išteklių bei sanitarinių apsaugos zonų įvertinimas (hidrogeologinė ataskaita). UAB „Vilniaus hidrogeologija“. V., 2007.
7. Groundwater Vistas Version 6.0. Guide to using // Environmental Simulations Inc., 2011.
8. Harbaugh A.W., 2005, MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular groundwater model – the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16, 253 p.
9. Juodkasis V., Gregorauskas M., Mokrik R. Regioninė hidrogeodinamika: požeminio vandens telkiniai ir ištekliai. Vilniaus universiteto vadovėlis. V., 2012.
10. Klimas A. Geriamojo vandens hidrogeochemija. Vadovėlis aukštosioms mokykloms. Vilniaus universiteto leidykla, V., 2003, 140 p.
11. Lietuvos higienos norma HN 24:2017. Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai.
12. Lietuvos Respublikos Specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymas (TAR, 2019-06-19 Nr. 9862).
13. Lietuvos Respublikos žemės gelmių įstatymas (TAR 2019-10-31, i.k. 2019-17357).
14. McDonald Michael G. User's Guide for MODFLOW-USGS Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model. Reston, Virginia, September 1994.
15. Plankis M. Perspektyvių plotų vandenvietėms įrengti Karmėlavos ir Užliedžių apylinkėse parinkimo ataskaita. UAB „Geomina“. Šiauliai, 2018.
16. Plankis M. M.Lapių mineralinio ir gėlo vandens vandenvietės sanitarinės apsaugos zonų nustatymo projektas. UAB „Vilniaus hidrogeologija“, V., 2004.
17. Pollock David W. USER's Guide for MODPATH/MODPATH-PLOT, Version 3: A particle tracking post-processing package for MODFLOW, the U.S. Geological Survey finite-difference ground-water flow model. Reston, Virginia, September 1994.
18. Požeminio vandens išteklių aprobavimo tvarkos aprašas (TAR, 2022-05-17, Nr. 10365).
19. Požeminio vandens vandenviečių apsaugos zonų nustatymo tvarkos aprašas (TAR, 2021-12-28, Nr. 27315).
20. Požeminio vandens išteklių klasifikacija (TAR, 2021-11-24, Nr. 24095).
21. Požeminio vandens gręžinių projektavimo, įrengimo, konservavimo ir likvidavimo tvarkos aprašas (TAR, 2021-04-29, i.k. 2021-08923).
22. Rumbaugh D., Rumbaugh J. Guide to Using Aquifer<sup>Win32</sup> version 4. Environmental Simulations Inc., 2011, 438 p.

23. Spravočnoje rukovodstvo gidrogeologa; tom I. Leningrad, „Nedra“, 1979 (rusų k.).
24. Ūkio subjektų aplinkos monitoringo nuostatai (TAR 2021-06606, galiojanti suvestinė redakcija nuo 2021-04-01).
25. Vandens išteklių, užtikrinti Kauno LEZ poreikius, galimybių studija. Užsakovas UAB „Giraitės vandenys“, 2019.
26. Veselov V.V. Upravlenije modelirovanijem gidrogeologičeskich objektov i processov. Alma-Ata, 1989 (rusų k.).
27. Žemės gelmių registro objektų duomenų klasifikatorius (TAR 2020-09-03, i.k. 2020-18637).



## TEKSTINIAI PRIEDAI