

Apskatāmā teritorija atrodas Baltijas artēziskā baseina centrālajā daļā. Hidroģeoloģisko griezumū līdz izpētītajam dziļumam veido divi pazemes ūdens horizonti - kvartāra un augšējā devona Pļaviņu. Savukārt, Pļaviņu horizontu veido augšējo trīs pasvītu nogulumieži (dolomīti).

Kvartāra ģeoloģisko griezumū galvenokārt pārstāv nogulumū ar vājām filtrācijas spējām – morēnas smilšmāls un/vai mālsmilts ar granti un oļiem, kā arī glaciolimniskie nogulumū, kas galvenokārt pārstāvēti ar mālsmilts. Smilšaini nogulumū sastopami tikai starpslāņu veidā, vai arī kā atsevišķas lēcas morēnas ķermenī. Pateicoties tam, kā arī nelielam šo nogulumū biežumam un labi attīstītai meliorācijas sistēmai, vienots gruntsūdens horizonts vai nu neveidojas vispār, vai arī tam ir sporādiska izplatība. Hidroģeoloģisko situāciju plānotajā karjerā gruntsūdens horizonts faktiski ietekmēt nevarēs.

Augšējā devona Pļaviņu ūdens horizonts ir izplatīts visā apskatāmajā teritorijā; to veidojošie karbonātiskie ieži iegūļ monoklināli. Horizontu veido bezspiediena ūdeņi; tā statistiskais līmenis urbumos fiksēts 1,5 līdz 1,7 m dziļumā no zemes virsmas. Reģionāli (kopumā) Pļaviņu horizonta plūsma ir vērsta ziemeļaustrumu virzienā, tas ir - uz Gauju, taču ir iespējamās lokāla rakstura svārstības, kas saistītas ar Vecpalsas upītes ietekmi. Horizonta virsmas absolūtās atzīmes atradnes robežās svārstās pavisam nedaudz – no 87,3 līdz 87,5 metriem virs jūras līmeņa. Tas ir, atradnes teritorijā Pļaviņu horizonta līmeņa kritums ir niecīgs.

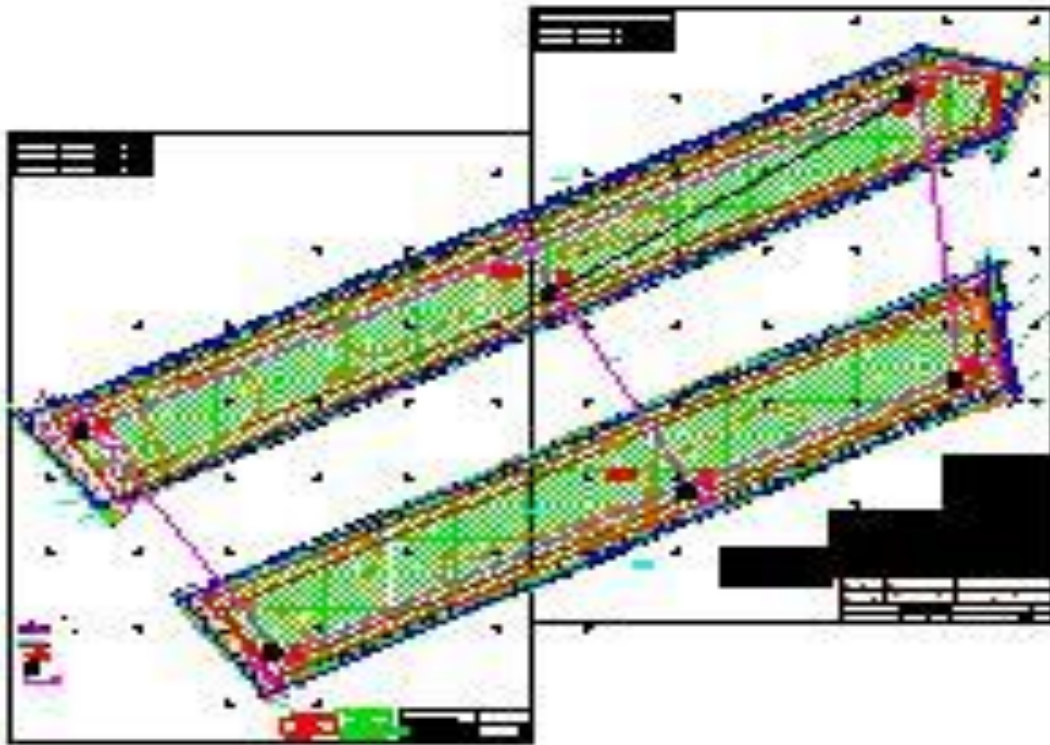
Plānā horizonts ir daļēji ierobežots, jo atbilstoši jaunākajai informācijai (Latvijas ... , 2002), Pļaviņu svīta izķīļējas ziemeļu virzienā aptuveni 2,8 – 3,0 km attālumā no darbu iecirkņa, tas ir – nedaudz uz ziemeļiem no Rīgas – Vecļaicenes šosejas. Vertikālajā griezumā horizonts arī ir ierobežots (hidrauliski izolēts), jo zemāk sagulošie Pļaviņu svītas apakšējās pasvītas mergēļi un mālainie dolomīti, kā arī augšējā devona Amatas svītas augšējā daļā iegulošie aleirolīti veido lokālu sprostsļāni vairāku metru biežumā. Līdz ar to, apskatāmā horizonta saistība ar zemāk segulošajiem augšējā devona Amatas – Gaujas horizontiem ir stipri apgrūtināta.

Pēc sava ķīmiskā sastāva augšējā devona Pļaviņu ūdeņi ir hidrokarbonātu Mg – Ca ūdeņi ar samērā zemu mineralizāciju (Шишов Г. П., 1989), tie ir cieti.

Pļaviņu horizonta hidroģeoloģisko parametru noteikšanai pielīta eksperimentālās atsūkņēšanas metode. Atsūkņēšana organizēta vienā iecirknī (kopā). Urbumu savstarpējais izvietojums kopā redzams 1. Attēlā, (precīzāk 1. Grafiskā pielīkuma). Hidroģeoloģiskie urbumi aprīkoti ar 160 mm diametra metāla apvalkcaurulēm. Mērījumu dati skaitliski apkopoti tabulā, bet grafiskā veidā sniegti 2. - 4. attēlā.

Darbi kopā bija organizēti sekojoši: atsūkņēja 2. urbumu, bet līmeņa mērījumus veica 1. un 3. urbumā. Pazemes ūdens atsūkņēšanai izmantoja virszemē izvietotu ar iekšdedzes dzinēju darbināmu sūkni. Sūkņēšanas debīts noteikts, izmantojot hronometru un 200 l mucu. Urbumu kopā tas bija 7 l/s. Sūkņēšanas darbi turpinājās no plkst. 11:27 šā gada 27. aprīlī līdz plkst. 11:30 28. aprīlī; līmeņa atjaunošanās gaitu novēroja līdz 29. aprīļa 13:36. Līdz ar to, kopējais eksperimenta ilgums – 2,09 diennaktis.

Pļaviņu horizonta caurplūdes (km) un spiedienizmaiņas koeficienta (a) aprēķini izpildīti pamatojoties uz Teisa formulas logaritmisko aproksimāciju (Боревский и др., 1979):



1. attēls

$$S = \frac{0,183 \cdot Q}{km} \lg \frac{2,25 \cdot a \cdot t}{r^2},$$

kur: S – pazeminājums, m;
 Q – sūkņēšanas debīts (7 l/s jeb 604,8 m³/d);
 k – filtrācijas koeficients, m/d;
 m – horizonta vidējais biezums (13,3 m);
 t – laiks, diennaktis,
 r – attālums starp centrālo un novērojumu urbumu, m.

Aprēķini veikti, izmantojot taisnes vienādojumu, kas iegūts puslogaritmiskajās koordinātās, novērojot pazeminājumu laikā, $S = f(\lg t)$. Gan caurplūdes, gan spiedienizmaiņas koeficientus noteica, izmantojot leņķisko koeficientu (C_t) un sākuma ordinātu (A_t) laika grafikos.

Izmantojot 2. urbuma atsūkņēšanas radītā pazeminājuma datus 1. urbumā (20 m attālumā, 3. attēls), iegūstam:

$$C_t = \frac{0,1 - 0,048}{1} = 0,052; km = \frac{0,183 \cdot Q}{C_t} = \frac{0,183 \cdot 604,8}{0,052} = 2128 \text{ m}^2/\text{d};$$

$$\lg a = 2 \lg r - 0,35 + \frac{A_t}{C_t} = 2 \cdot 1,301 - 0,35 + \frac{0,1}{0,052} = 4,175; a = 1,5 \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{d}.$$

Izmantojot 2. urbuma atsūkņēšanas radītā pazeminājuma datus 3. urbumā (103 m attālumā, 4. attēls), iegūstam:

$$C_t = \frac{0,051 - 0,02}{1} = 0,031; km = \frac{0,183 \cdot Q}{C_t} = \frac{0,183 \cdot 604,8}{0,031} = 3570 \text{ m}^2/\text{d};$$

$$\lg a = 2 \lg r - 0,35 + \frac{A_t}{C_t} = 2 \cdot 2,013 - 0,35 + \frac{0,051}{0,031} = 5,321; a = 2,1 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{d}.$$

Parametru vidējās vērtības ir sekojošas:

- a) $km = 2849 \text{ m}^2/\text{d};$
- b) $a = 1,13 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{d}.$

Ja Pļaviņu ūdens horizonta vidējais biezums ir 13,3 metri, tad vidējais filtrācijas koeficients sasniedz 214 m/d.

Ņemot vērā to, ka urbumu kopas zonā bija izveidojies kvazistacionārs režīms, filtrācijas koeficienta noteikšana pieļaujama arī pēc vispārpieņemtās Djupjuī formulas:

$$k = \frac{0,336 \cdot Q \cdot \lg \frac{r_2}{r_1}}{m \cdot (S_1 - S_2)}, \text{ kur:}$$

Q – centrālā jeb atsūkņēšanas urbuma debīts - 604,8 m³/d;

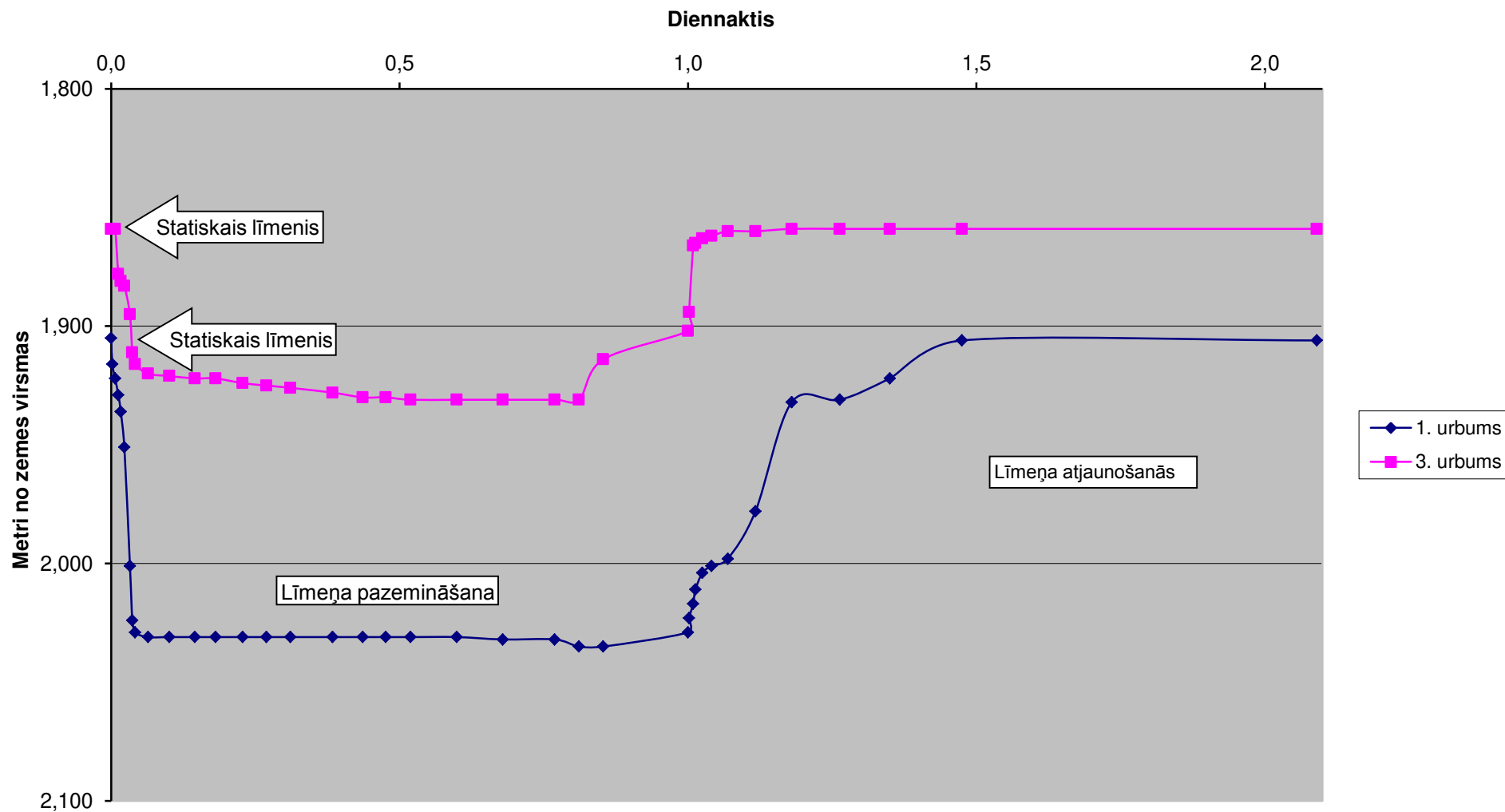
r_1 – attālums līdz tuvākajam (pirmajam) novērojumu urbūmam – 20 m;

1. tabula

2. urbūma atsūkņēšanas pamatdati

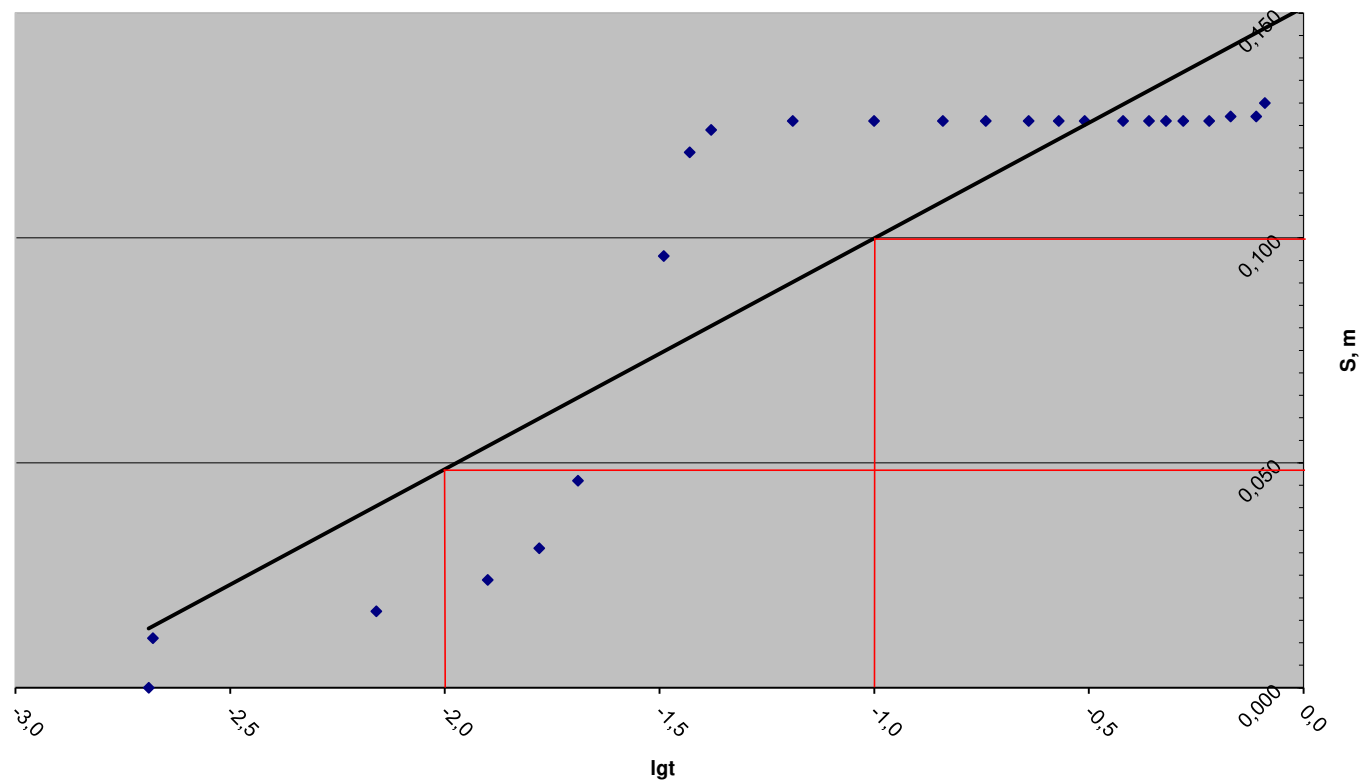
t, diennaktis	lgt	1. urbūms		2. urbūms		3. urbūms	
		Ūdens līmenis, m	S, m	Ūdens līmenis, m	S, m	Ūdens līmenis, m	S, m
0	-2,69	1,905	0	2,01		1,859	0
0,0021	-2,68	1,916	0,011			1,859	0
0,0069	-2,16	1,922	0,017			1,859	0
0,0125	-1,9	1,929	0,024			1,878	0,019
0,0167	-1,78	1,936	0,031			1,881	0,022
0,0229	-1,69	1,951	0,046			1,883	0,024
0,0326	-1,49	2,001	0,096			1,895	0,036
0,0368	-1,43	2,024	0,119			1,911	0,042
0,0417	-1,38	2,029	0,124			1,916	0,047
0,0639	-1,19	2,031	0,126			1,92	0,061
0,1007	-1	2,031	0,126			1,921	0,062
0,145	-0,84	2,031	0,126			1,922	0,063
0,181	-0,74	2,031	0,126			1,922	0,063
0,228	-0,64	2,031	0,126			1,924	0,065
0,269	-0,57	2,031	0,126			1,925	0,066
0,311	-0,51	2,031	0,126			1,926	0,067
0,384	-0,42	2,031	0,126			1,928	0,069
0,436	-0,36	2,031	0,126			1,93	0,071
0,476	-0,32	2,031	0,126			1,93	0,071
0,519	-0,28	2,031	0,126			1,931	0,072
0,599	-0,22	2,031	0,126			1,931	0,072
0,679	-0,17	2,032	0,127			1,931	0,072
0,769	-0,11	2,032	0,127			1,931	0,072
0,811	-0,09	2,035	0,13			1,931	0,072
0,853	-0,07	2,035		2,08		1,914	
1	0	2,029		2,071		1,902	
1,002	0,0008	2,023		2,064		1,894	
1,009	0,0039	2,017		2,057		1,866	
1,013	0,0056	2,011		2,053		1,865	
1,025	0,0107	2,004		2,047		1,863	
1,041	0,0175	2,001		2,042		1,862	
1,069	0,029	1,998		2,037		1,86	
1,117	0,0481	1,978		2,034		1,86	
1,18	0,0719	1,932		2,029		1,859	
1,263	0,1014	1,931		2,026		1,859	
1,35	0,1303	1,922		2,018		1,859	
1,475	0,1688	1,906		2,014		1,859	
2,09	0,3201	1,906		2,012		1,859	

Pazemes ūdens līmeņa izmaiņu grafiks (atsūknējot 2. urbumu)

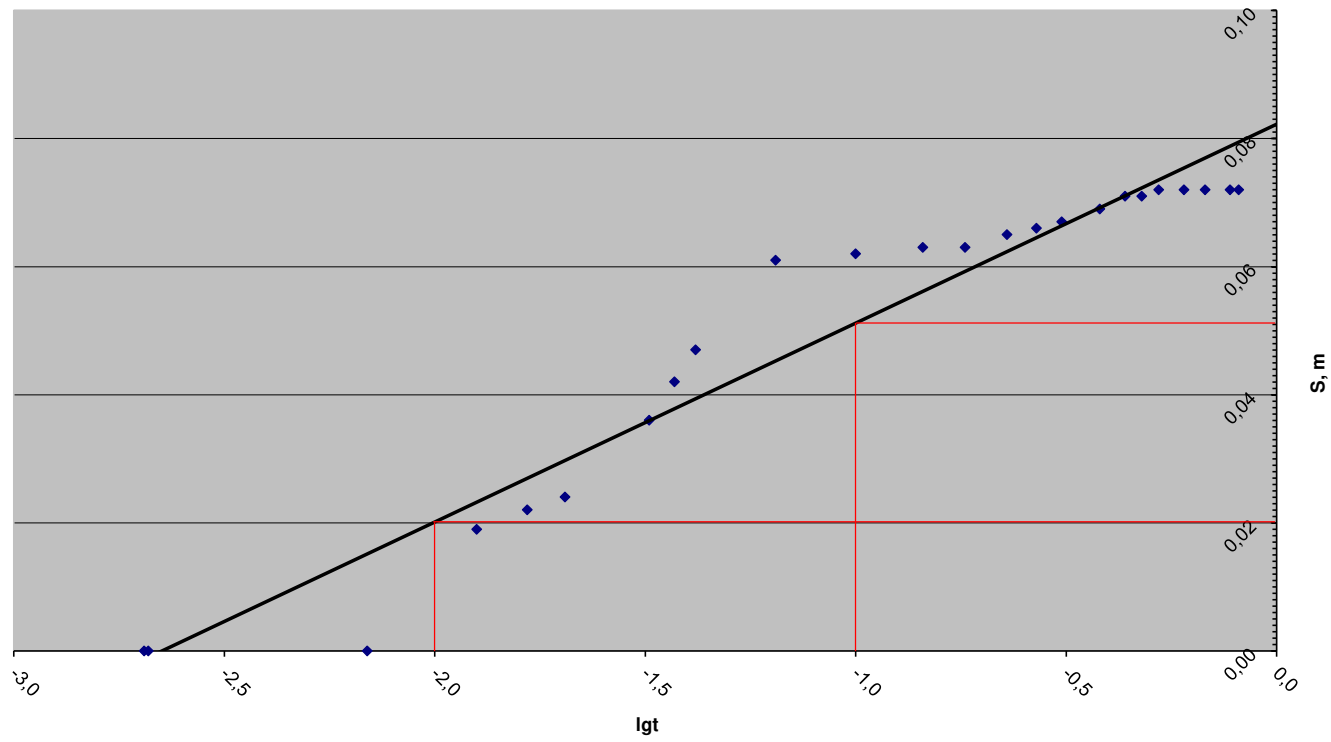


2. attēls

Līmeņa pazeminājums 1. urbumā (atsūnējot 2. urbumu, $r = 20$ m)



Līmeņa pazeminājums 3. urbumā (atsūknējot 2. urbumu, $r = 103$ m)



r_2 – attālums līdz tālākajam (trešajam) novērojumu urbumam - 103 m;
 m – pazemes ūdens horizonta vidējais biezums -13,3 m;
 S_1 – ūdens līmeņa pazeminājums tuvākajā novērojumu urbumā – 0,13 m;
 S_2 – ūdens līmeņa pazeminājums tālākajā novērojumu urbumā – 0,072 m.

Ievietojot skaitļus formulā, iegūstam:

$$k = \frac{0,336 \cdot 604,8 \cdot \lg \frac{103}{20}}{13,3 \cdot (0,13 - 0,072)} = \frac{203,213 \cdot 0,712}{0,771} = 187,7 \text{ m/d.}$$

Caurplūdes koeficients urbumu kopas iecirknī:

$$km = 187,7 \cdot 13,3 = 2496 \text{ m}^2/\text{d.}$$

Redzam, ka pēc divām metodēm aprēķinātie caurplūdes koeficienti ir līdzvērtīgi.

Ir saprotams, ka Pļaviņu horizonta ūdensvadāmība atradnes teritorijā ir ļoti augsta. Lai gan iegūtie rezultāti labi saskan ar agrāko pētījumu datiem (Шишов Г. П., 1989 un Bebrišs, 2008), visticamāk, ka nepietiekošā atsūkņēšanas debīta dēļ, iegūtie rezultāti pilnībā nav korekti. Ticamus Pļaviņu horizonta parametrus varētu noteikt tikai ilgstošas (vismaz 7 dienu) un liela debīta (20 – 40 l/s) atsūkņēšanas rezultātā ar sekojošu datu apstrādi stacionārā hidroģeoloģiskajā modelī. Diemžēl mazbudžeta projektu ietvaros šādu eksperimentu realizācija nav iespējama.

Iegūtās filtrācijas koeficienta vērtības, iespējams, ir raksturīgas pašai dolomīta atradnei, bet Pļaviņu horizontam kopumā atbilst daudz zemāki filtrācijas rādītāji. Tā, piemēram, ģeoloģiskās kartēšanas gaitā noteiktais horizonta filtrācijas koeficients dolomīta atradnes „Bemberu pļava” apkārtnē ir tikai 7 – 13 m/d. Pamatojoties uz visu pieejamo materiālu analīzi, tuvināti var pieņemt, ka Pļaviņu horizontu veidojošo dolomītu filtrācijas koeficients ir 150 m/d (atradnē) un 10 m/d (atradnes tuvākajā apkārtnē), bet spiedienizmaiņš koeficients $a = 1 \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{d}$.

Ņemot vērā to, ka atradnes izstrādes projekta pagaidām vēl nav, nav zināmi arī tie rādītāji, kas nepieciešami karjera nosusināšanas aprēķiniem. Var pieņemt, ka derīgo izrakteni izstrādās pilnā tā biezumā - 13,3 m (konkrētajā gadījumā derīgā slāņa biezums sakrīt ar nepieciešamo pazemes ūdeņu līmeņa pazeminājumu), bet karjera platība 1. izstrādes gadā nepārsniegs 1,5 ha jeb 15 000 m².

Ūdens pieteci karjerā no augšējā devona Pļaviņu ūdens horizonta var aprēķināt pēc tā saucamās „lielās akas” formulas, pieņemot, ka tas ir daļēji ierobežots slānis ar necaur laidīgu robežu:

$$Q = \frac{2\pi \cdot km \cdot S}{\lg \frac{2,25 \cdot a \cdot t}{2r_k \cdot L}}, \text{ kur:}$$

t - aprēķina laiks, diennaktis;

r_k – reducētais karjera rādiuss;

L – attālums no karjera centra līdz ūdensnesošā horizonta necaur laidīgai robežai metros ($L \sim 2900 \text{ m}$).

Plānotā karjera reducēto rādiusu var noteikt pēc formulas:

$$r_k = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \text{ kur:}$$

F – karjera platība, m².

Pirmajā izstrādes gadā F = 15 000 m², līdz ar to: $r_k = \sqrt{\frac{15000}{\pi}} = \sqrt{4777,07} = 69,12 \text{ m}$.

Ievietojot „lielās akas” formulā datus, iegūstam:

$$Q = \frac{2\pi \cdot km \cdot S}{\lg \frac{2,25 \cdot a \cdot t}{2r_k \cdot L}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 150 \cdot 13,3}{\lg \frac{2,25 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 365}{2 \cdot 69,12 \cdot 2900}} = \frac{12528,6}{1,311} = 9557 \text{ m}^3/\text{d}.$$

Bez pieplūdes no Pļaviņu ūdens horizonta, karjerā ieplūdis ūdens arī nokrišņu veidā. Nokrišņu radīto ūdens apjomu (Q_{atm}) var aprēķināt pēc formulas:

$$Q_{\text{atm}} = 1000 \cdot H_D \cdot \alpha \cdot F_b, \text{ kur:}$$

H_D – diennakts vidējais nokrišņu daudzums, mm;

α – virszemes noteces no laukuma, ko aizņem karjera borti un gultne, koeficients;

F_b – ūdens sateces laukums, km².

Atbilstoši Latvijas būvnormatīvam LBN 003 – 01 „Būvklimatoloģija”, tuvākajā novērojumu punktā (Alūksnē) gada vidējā nokrišņu summa ir 691 mm, jeb diennaktī:

$$\frac{691}{365} = 1,9 \text{ mm}.$$

Klinšainos iežos α = 0,8 ÷ 0,9 (turpmākajos aprēķinos pieņemts 0,85). Ūdens sateces laukums ir pieņemts vienāds ar plānotā karjera laukumu 1. izstrādes gadā: F_b = 15 000 m², jeb 0,015 km².

Ievietojot sagatavotos datus formulā, iegūstam:

$$Q_{\text{atm}} = 1000 \cdot 1,9 \cdot 0,85 \cdot 0,015 = 24 \text{ m}^3.$$

Summārā dienas ūdens pietece karjerā 1. izstrādes gadā: 9557 + 24 = 9581 kubikmetrs.

Nemot vērā ticamu izejas datu trūkumu, depresijas piltuves, kas izveidosies nosusinot plānoto karjeru, rādiusa aprēķināšanai var izmantot M. V. Sedenko empīrisku formulu (sniegta 1956. gada mācību grāmatā „Гидрогеология”):

$$R = \frac{H - h}{l_o},$$

kur: H – ūdens horizonta biezums, H = 13,3 m; h – ūdens līmeņa paaugstinājums virs ūdenssaturošā slāņa (spiediena augstums), h = 0 (atradnē Pļaviņu horizontam spiediena

nav) m; l_0 – depresijas piltuves vidējais slīpums, $l_0 = 0,003 \div 0,006$, konkrētajā gadījumā pieņemam $l_0 = 0,004$.

Ievietojot formulā datus, iegūstam:

$$R = \frac{12,9 - 0}{0,004} = 3325 \text{ m.}$$

Tas ir, šādā attālumā no plānotā karjera centra būs novērojams pazeminājums augšējā devona Pļaviņu horizontā.

Līdz ar to, neskatoties, ka atradnes „Bemberu pļava” tuvākajā apkārtnē atrodas tikai viensēta „Kalna Kades”, uzsākot dolomīta ieguvu un veicot atsūkņēšanu, viensētā ierīkotajā grodu akā varētu izzust ūdens, jo, ņemot vērā atradnes ģeoloģisko griezumu, aka ir ierīkota Pļaviņu svītas dolomītos.

Iepriekš veiktie hidroģeoloģiskie pētījumi (E.Bebrišs, 2008) liecina, ka Pļaviņu horizonts saistīts ar Vecpalsas upi. Tas nozīmē, ka depresijas piltuves izplatība upes ietekmes rezultātā tiks ierobežota ziemeļaustrumu un dienvidrietumu virzienā no atradnes. Līdz ar to līmeņa pazemināšana karjerā par 1 m iespējams neatstās būtisku ietekmi uz tuvējo viensētu grodu akām, bet līmenim pazeminoties par 2 m un vairāk šāda ietekme ir iespējama.

Iespējamās depresijas piltuves ietekmes zonā rietumos un ziemeļrietumos no atradnes izvietotas viensētas „Kalniņi”, „Atvases” un „Stirnas”. Šīs teritorijas absolūtie augstumi svārstās no 90 līdz 95 m vjl. Savukārt atradnē zemes virsmas absolūtais augstums nepārsniedz 87.3 m vjl. Minētajās viensētās grodu akas vistīcāmāk ierīkotas kvartāra nogulumos (morēnas smilšmālā vai mālsmilītī), kuru biezums pārsniedz 10 m. Iespēja, ka karjera atsūkņēšanas laikā minētajās grodu akās varētu pazemināties līmenis vai izzust ūdens, ir gandrīz neiespējama.

Ņemot vērā iepriekš izklāstīto, pirms ieguves darbu uzsākšanas atradnē nepieciešams apsekot minēto viensētu grodu akas, nosakot ūdens līmeņa un akas dziļumu. Savukārt ieguves darbu laikā akās jāveic regulāri ūdens līmeņa mērījumi. Gadījumā, ja grodu akās tiks novērota jūtama ūdens līmeņa pazemināšanās vai tā izzušana, viensētās būs jāierīko ūdens apgādes urbumi.

Literatūras avotu saraksts

Bebrišs E. Pārskats par dolomīta atradnes „Dzeņi” iecirkņa „Jaunpurgaiļi” ģeoloģisko izpēti (Valkas rajons Grundzāles pagasts). SIA „GeoConsultants”. Rīga, 2008.

Latvijas ģeoloģiskā karte. Mērogs 1:200 000. 44. – 45. – 54. lapa – Alūksne – Viļaka – Valka. Paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts Ģeoloģijas dienests. Rīga, 2002.

Боревский Б. В. , Самсонов Б. Г., Язвин Л. С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., 1979.

Шишов Г. П. Результаты предварительной и детальной разведки месторождения строительных доломитов Дзени в Валкском районе. Отчет Нерудной партии за 1987 – 1989 г.г. Латвийское производственное объединение по геологоразведочным работам. Рига, 1989.