

Pārskats

Hidroģeoloģiskās izpētes rezultāti objektā Dolomīta atradne „Arēni–Kalnagrāvīši” Ropažu novadā

Pārskatu sagatavoja:

Oļģerts Aleksāns
Hidroģeologs

SATURS

Ievads	2
1. Hidroģeoloģiskā modeļa izveide.....	3
2. Hidroģeoloģiskās modelēšanas rezultāti	4
1.1. Depresijas piltuves modelēšanas rezultāti	4
1.2. Ūdens pieplūdes karjerā modelēšanas rezultāti	8
3. Secinājumi un rekomendācijas	11
4. Literatūras saraksts	13

IEVADS

Pārskats sagatavots par hidroģeoloģiskās modelēšanas rezultātiem objektā dolomīta atradne „Arēni–Kalnagrāvīši” Ropažu novadā (dolomīta ieguve notiks *Daugavas* horizontā).

Hidroģeoloģiskā modelēšana veikta, izmantojot programmu paketi GROUNDWATER WISTAS un konkrēti – tās moduli MODFLOW. Datu vizualizācijai izmantota *Golden Software Incorporation* programma SURFER.

Modelis gatavots, pamatojoties tikai uz šī projekta ietvaros iegūto informāciju par konkrētās vietas ģeoloģisko uzbūvi un hidroģeoloģiskajiem apstākļiem. Ņemot vērā to, ka plānojamie pazemes ūdeņu pazemināšanas darbi visticamāk ietekmēs arī blakus esošo teritoriju, modeli bija nepieciešams izveidot teritorijai, kas pēc saviem izmēriem būtiski pārsniedz plānojamo darbu (karjera) platību. Sakarā ar to, ka ģeoloģiskā un hidroģeoloģiskā informācija par blakus teritorijām nebija pieejama pilnā apmērā, gan hidroģeoloģiskajos aprēķinos, gan arī modelēšanā nosacīti tika pieņemts, ka ārpus pētījumu laukuma visi apstākļi ir identiski tiem, kādi tie ir veikto pētījumu teritorijā.

Sakarā ar augstāk minēto Izpildītājs nenes atbildību par to, ja karjera izveides laikā atklājas, ka blakus teritorijās eksistē kādi neparedzēti apstākļi, kas var neprognozēti ietekmēt plānoto darbu norises procesu.

1. HIDROĢEOLOĢISKĀ MODEĻA IZVEIDE

Hidroģeoloģiskais modelis (HM) izveidots, lai ar tā palīdzību veiktu aprēķinus, kuri ir nepieciešami pazemes ūdeņu līmeņa pazeminājuma nodrošināšanai karjerā. Modeļa realizācijai bija noteikti sekojoši uzdevumi:

- noteikt sagaidāmo depresijas piltuvi un ūdens pieteces apjomu karjerā dažādiem karjera izstrādes dziļumiem;
- noteikt sagaidāmo depresijas piltuvi un ūdens pieteces apjomu karjerā, ņemot vērā blakus izstrādājamo karjeru „Tūrkalne”, un „Jaundutkas” kā arī šo divu karjeru pazemes ūdeņu līmeņa pazemināšanas mijiedarbību.

Modelēšanai izmantota sistēma Groundwater Vistas (GV) 6. versija [1]. Modelēšana aptver 10 km×10 km lielu teritoriju, kuras centrālajā daļā izvietojas perspektīvais karjers (6.att.). Modelēšanas rezultātu grafiskai attēlošanai izmantota sistēma SURFER 11 [2]. Modeļa rezultāti doti sistēmas GV xy - koordinātu sistēmā (modeļa kreisajam apakšējam stūrim $x = y = 0$).

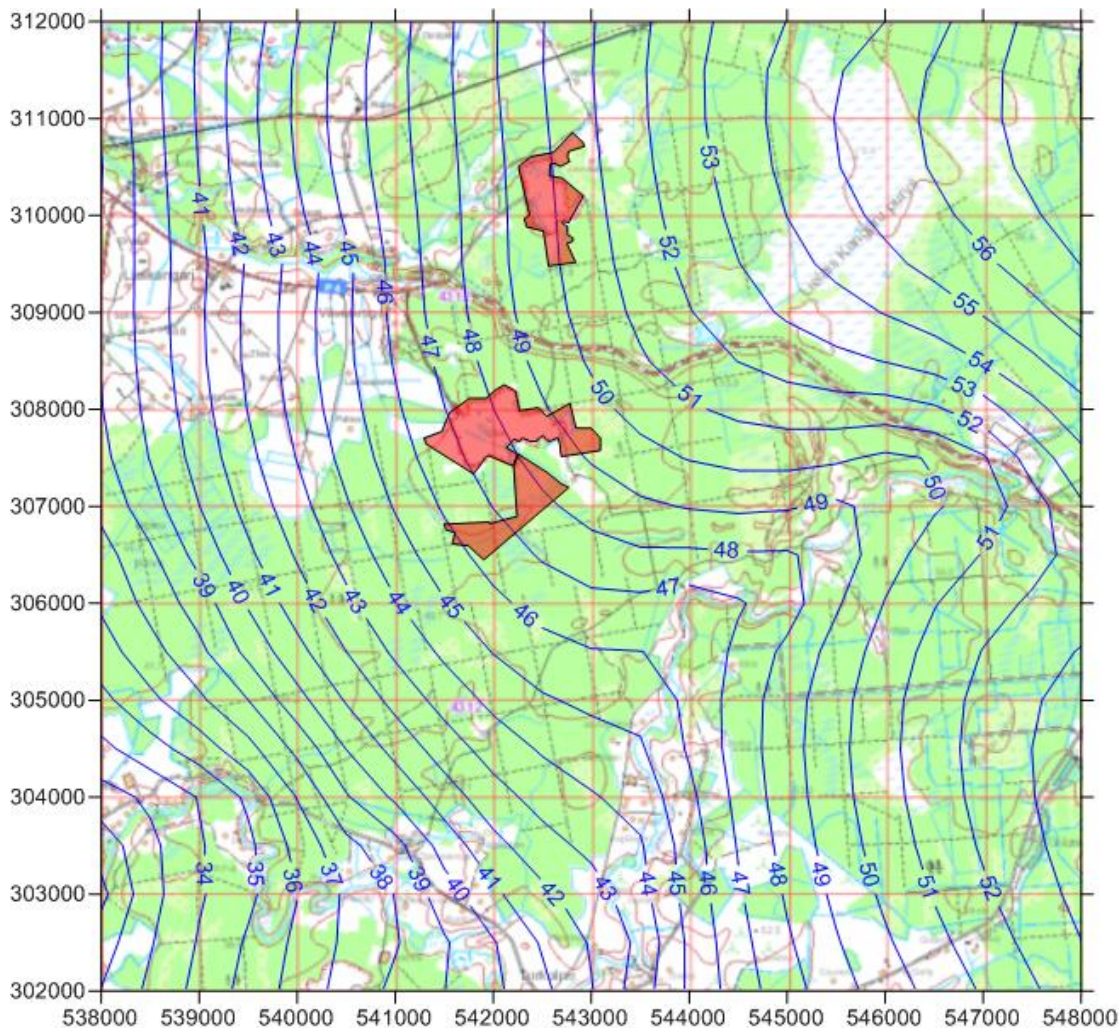
Par cik modelis aptver daudz plašāku teritoriju par to, kurai ir veikta ģeoloģiskā izpēte, tad izmantotie hidroģeoloģiskie dati dod tikai tuvinātu priekšstatu par pazemes ūdeņu plūsmu un ģeoloģiju visam modeļa apgabalam. Šī iemesla dēļ iegūtie modelēšanas rezultāti nevar precīzi attēlot reālo situāciju visai modelētajam teritorijai, taču tie ir pietiekami lēmuma pieņemšanai par karjera izveidi.

HM izmērs ir 10 000 m×10 000 m izvēlēts, ievērojot prognozi par depresijas piltuves izmēriem. Izvēlētais plaknes aproksimācijas solis gan h_x , gan h_y virzienos ir mainīgs no 500 metri pa modeļa perifēriju līdz 25-50 m karjera izveides vietā, kur tas ir samazināts, lai nodrošinātu karjera kontūra aproksimāciju.

Situācijas vienkāršošanai modelī izmantoti divi plakani ģeoloģiskie slāņi:

1. augšējais slānis – ar ūdeni piesātināts plaisains dolomīts, vietām ar karsta veidojumiem, kas aizpildīti ar salīdzinoši vājāk filtrējošiem mālainiem dolomīta miltiem, vidējais pieņemtais dolomīta slāņa biezums orientējoši ir 27 metri, modelī pieņemtais dolomīta slāņa filtrācijas koeficients ir $k_1 = 15$ m/d.
2. apakšējais slānis – mālains dolomīts, dolomīta māla un merģeļa slāņojums, pieņemtais filtrācijas koeficients $k_2 = 0.01$ m/d.

Šeit gan nepieciešams piebilst, ka reāli dabā ģeoloģiskā griezumā augšējā daļā nosacīti var izdalīt vēl vienu slāni, kuru veido mālaina smilts, smilšmāls vai arī vietām kūdra. Šī slāņa biezums nav izturēts un tas var mainīties no dažiem desmitiem centimetru līdz 3-5 m. Tomēr modelī šis slānis netika ņemts vērā, jo, pirmkārt, paredzams, ka karjera eksploatācijas laikā tas tiks norakts un otrkārt, šis slānis ir vāji apūdeņots.



1. attēls. Modelējamās teritorijas karte netraucētam pazemes ūdeņu stāvoklim

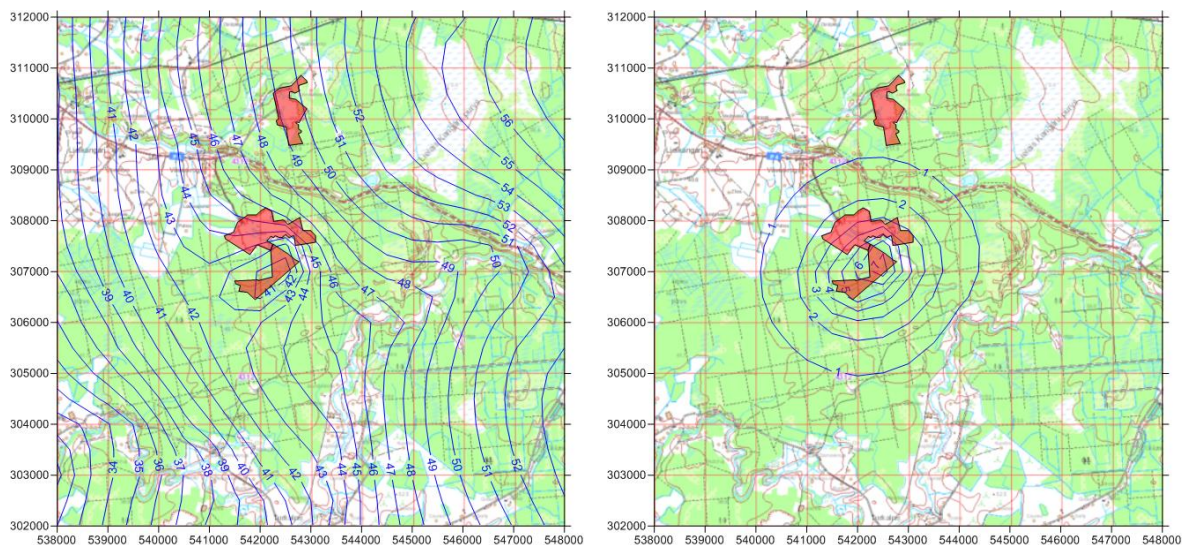
Dolomītu slānim lietotā vertikālā anizotropija $k_z/k_{xy} = \sim 0.1$. Šī slāņu elastīgās ūdens atdeves koeficients pieņemts 0.05. Modelī nav izmantota aerācijas zona ($m_{\text{aer}} = \sim 2,5$ m), jo tajā nav ūdens. Apakšējais slānis modelī izmantots, lai novērtētu vertikālo ūdens apmaiņu ar zemāk esošajiem ūdens horizontiem.

Pēc visu datu ievadīšanas, tika veikta modeļa kalibrēšanas procedūra, kuras gaitā tika panākts, ka modelis adekvāti ataino to faktisko hidroģeoloģisko situāciju objektā (1. attēls).

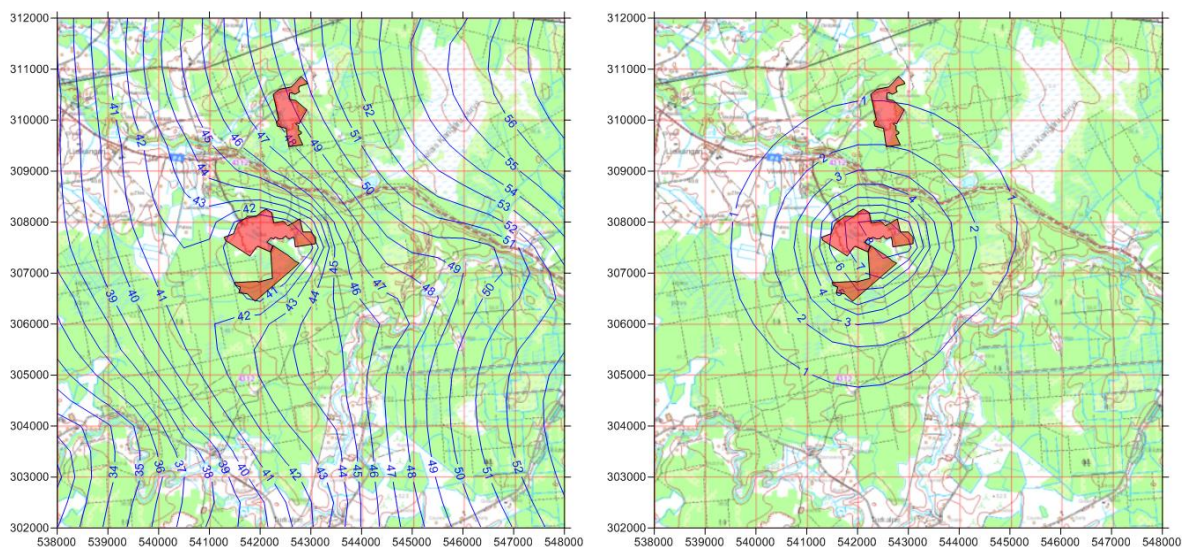
2. HIDROĢEOLOĢISKĀS MODELĒŠANAS REZULTĀTI

1.1. Depresijas piltuves modelēšanas rezultāti

Pirmais modelēšanas uzdevums bija pārbaudīt, kāds pazemes ūdeņu pazeminājums radīsies karjeram piegulošajā teritorijā, ja tā izstrādi veic visā perspektīvajā laukumā līdz dziļumam 40 metri absolūtajās atzīmēs virs jūras līmeņa un Pazemes ūdeņu līmeni visā karjera platībā pazemina aptuveni par 9 metriem. Modelēšanas rezultāti skatāmi 2.–4. attēlā.



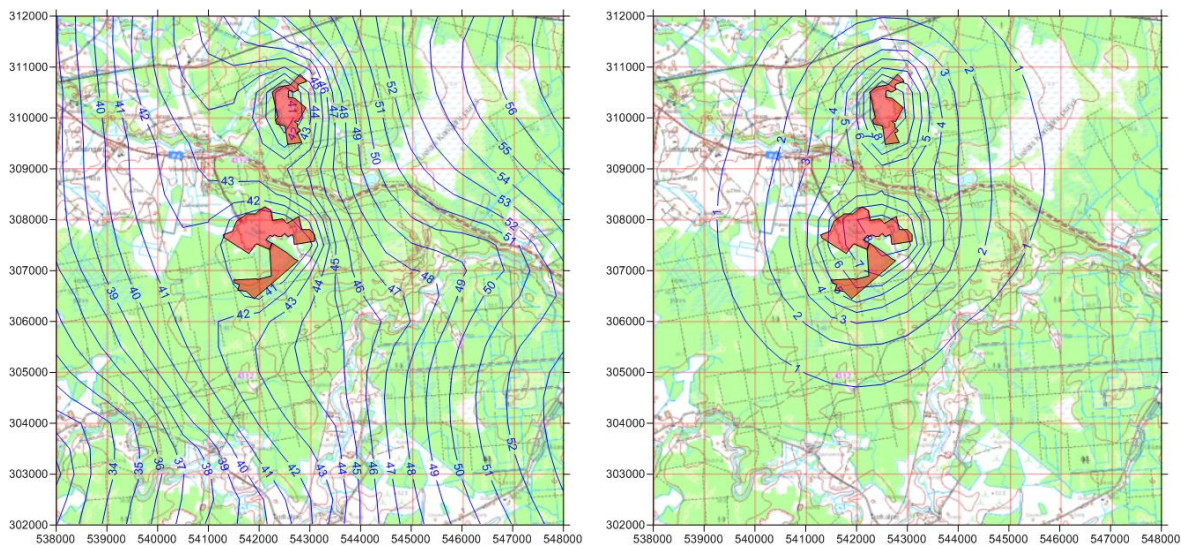
2. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums tikai karjera „Arēni-Kalnagrāviši” izstrādei dziļumā līdz 40,0 m abs. atz. vjl.



3. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums vienlaicīgi karjeru „Arēni-Kalnagrāviši” un „Tūrkalne” izstrādei dziļumā līdz 40,0 m abs. atz. vjl.

No 2. attēla redzams, ka karjera ekspluatācijas laikā pie pazemes ūdeņu līmeņa pazeminājuma visā karjera “Arēni – Kalnagrāviši” perspektīvā laukuma platībā līdz 40,0 m absolūtajās atzīmēs vjl., depresijas piltuves rādiuss, kura ietvaros pazemes ūdeņu līmeņa pazemināšanās pārsniegs vienu metru, caurmērā nepārsniegs 2000 – 2500 metri. Savukārt tad, kad darbosies abi karjeri vienlaicīgi un vienlaicīgi tajos tiks pazemināts līmenis līdz 40,0 m atzīmei, situācija mainīsies, bet par cik abi karjeri atrodas blakus un to ietekmes pārklājas (3. att.), tad faktiski piltuves izmērs vairāk palielināsies pašu karjeru summārā laukuma

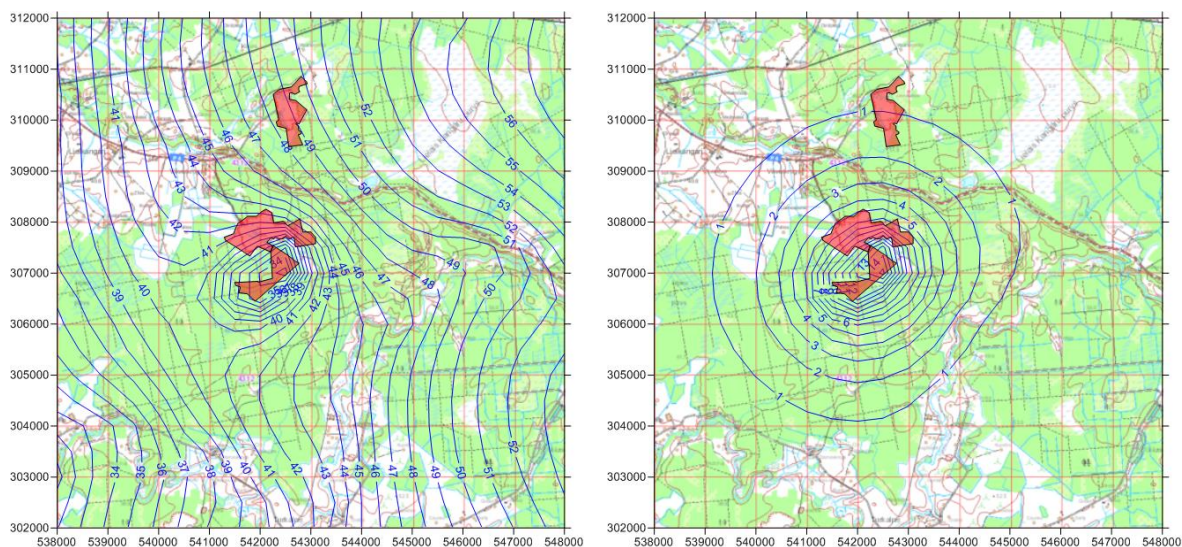
pieauguma dēļ, kā to kopējās ietekmes rezultātā. Nedaudz mainīsies piltuves konfigurācija (3. att.).



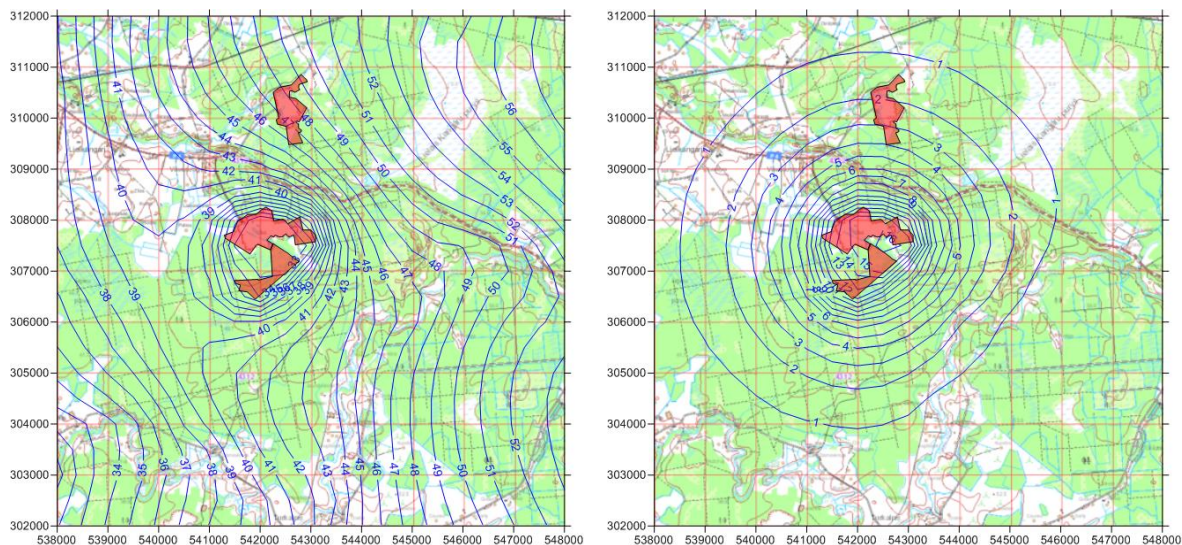
4. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums vienlaicīgai karjeru „Arēni-Kalnagrāviši”, „Tūrkalne” un „Jaundutkas” izstrādei dziļumā līdz 40,0 m abs. atz. vjl.

Triju karjeru vienlaicīgai ekspluatācijai modelī kopā ar karjeriem „Ārēni-Kalnagrāviši” un „Tūrkalne” kā trešais izmantots karjers „Jaundutkas”, jo karjers „Kangari” (atradne „Remīne”) pašlaik ir appludināts un nedarbojas. Šo triju karjeru darbības laikā (4. attēls) būs vērojama jūtama depresijas piltuves palielināšanās: 7-8 km dienvidu-ziemeļu virzienā un 6-7 km austrumu-rietumu virzienā. Piltuves formas deformācija skaidrojama ar šeit esošo upju ietekmi un karjeru izvietojumu ziemeļu-dienvidu ass virzienā.

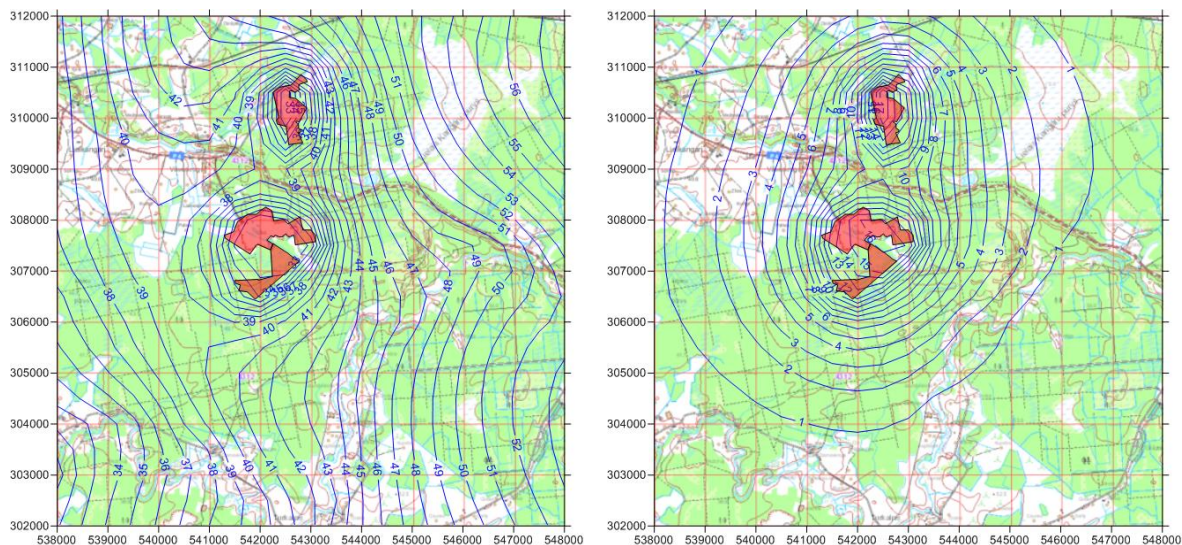
Otrajā scenārijā tika modelēts, ka karjeros līmenis tiek pazemināts maksimālajā dziļumā – tas ir par 17 metriem no tā netraucētā stāvokļa, jeb līdz absolūtajai atzīmei 32,0 metri virs jūras līmeņa. Modelēšanas rezultāti šim scenārijam skatāmi 5.-7. attēlā.



5. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums karjera „Arēni-Kalnagrāviši” izstrādei dziļumā līdz 32,0 m abs. atz. vjl.

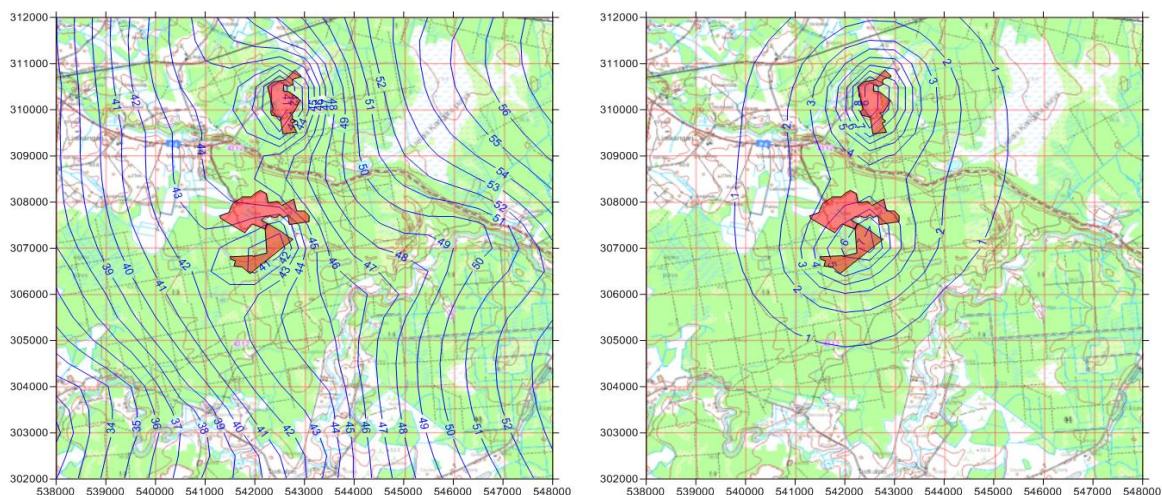


6. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums karjera „Arēni-Kalnagrāviši” un „Tūrkalne” izstrādei dziļumā līdz 32,0 m abs. atz. vjl.

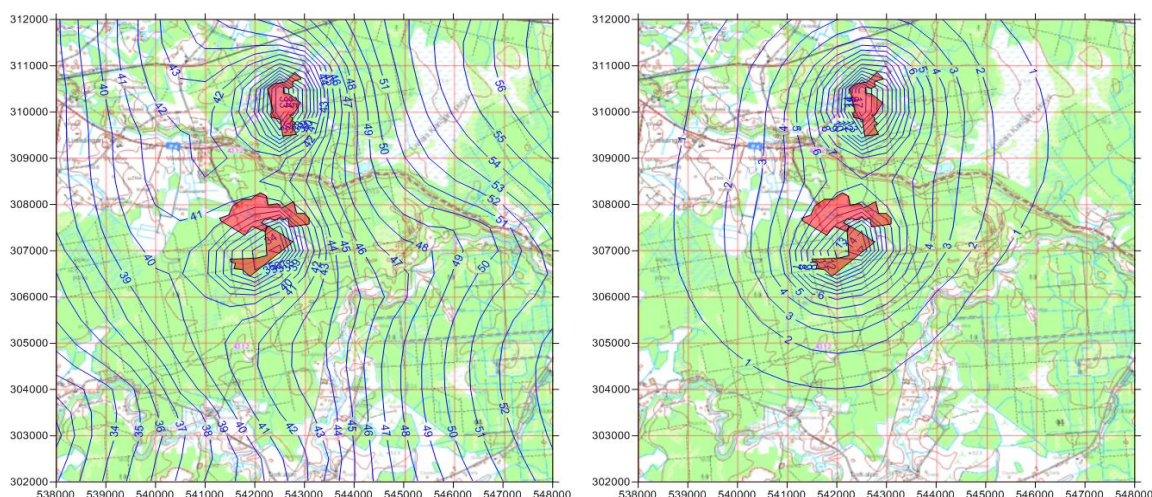


7. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums karjera „Arēni-Kalnagrāviši”, „Tūrkalne” un „Jaundutkas” izstrādei dziļumā līdz 32,0 m abs. atz. vjl.

Kā alternatīvs risinājums ir veikta modelēšana arī situācijai, kad darbojas divi karjeri: „Arēni-Kalnagrāviši” un „Jaundutkas”. Modelēšanas rezultāti skatāmi 8. un 9. attēlā.



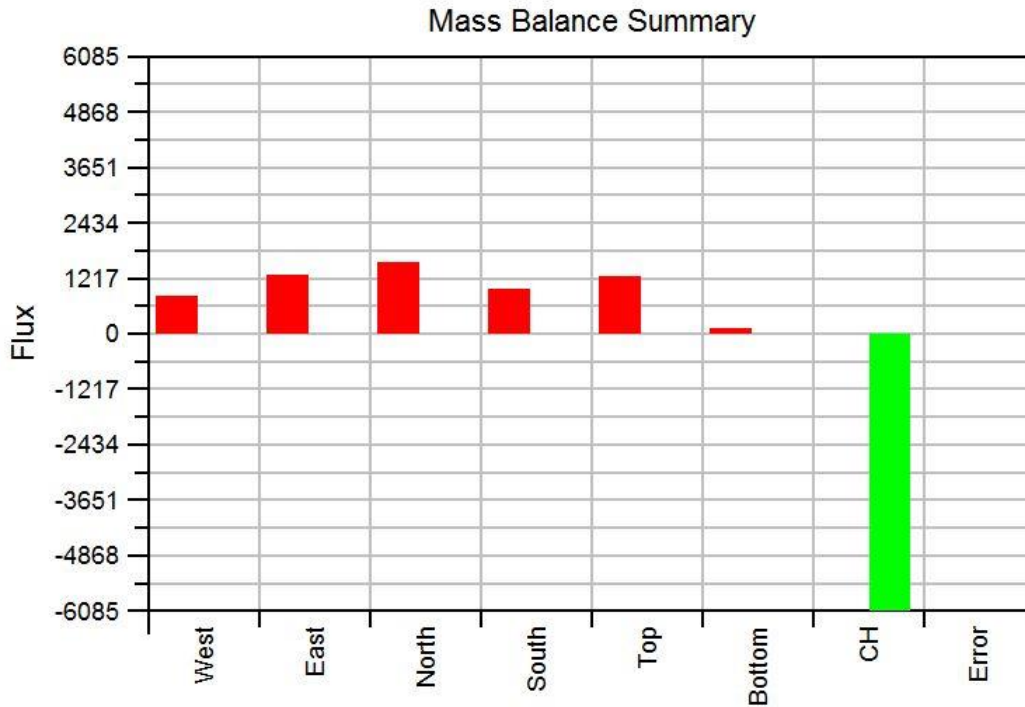
8. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums karjera „Arēni-Kalnagrāviši” un „Jaundutkas” izstrādei dziļumā līdz 40,0 m abs. atz. vjl.



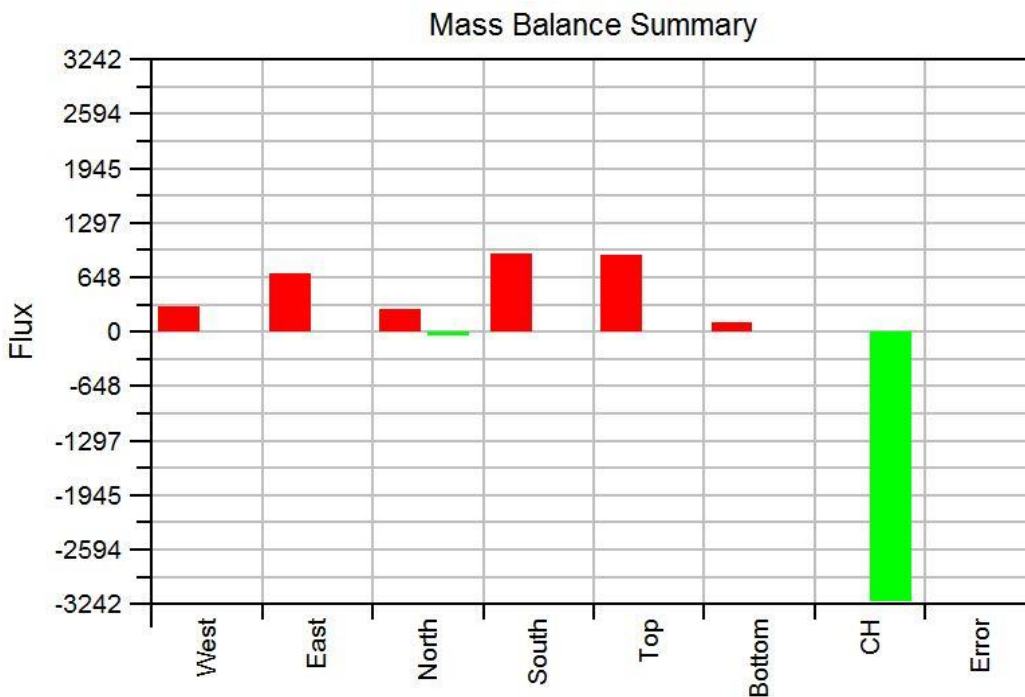
9. attēls. Pazemes ūdeņu līmenis un pazeminājums karjera „Arēni-Kalnagrāviši” un Jaundutkas izstrādei dziļumā līdz 32,0 m abs. atz. vjl.

1.2. Ūdens pieplūdes karjerā modelēšanas rezultāti

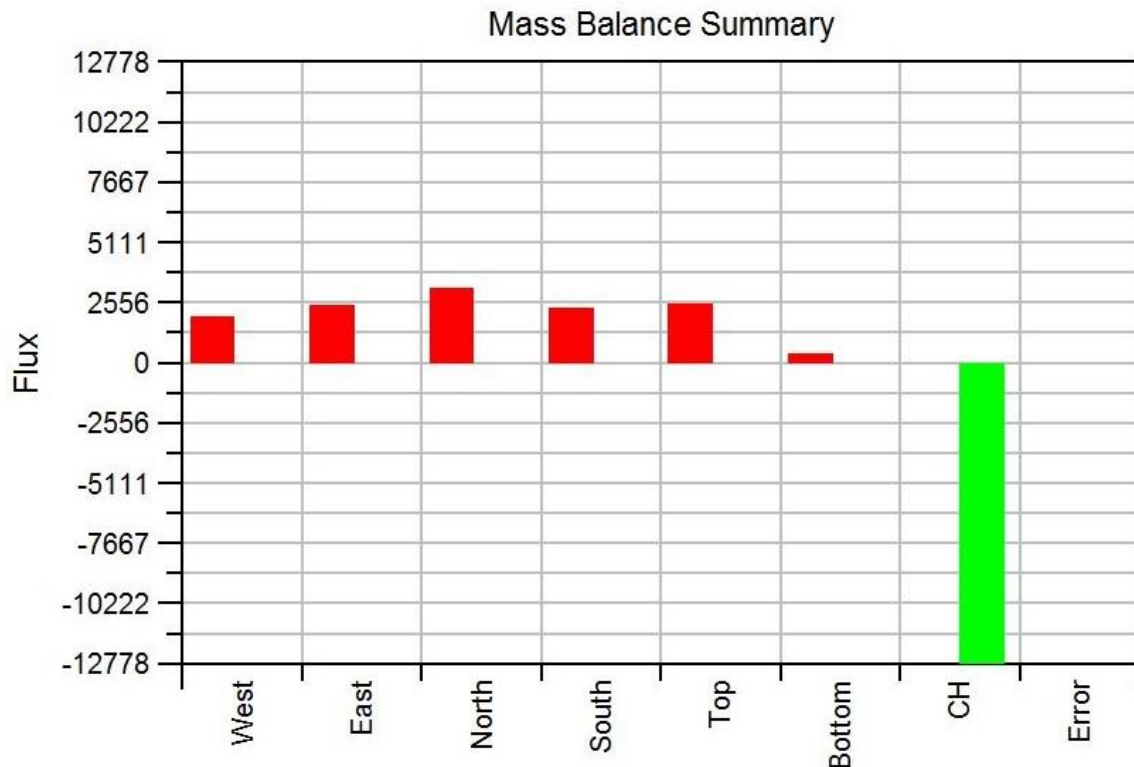
Modelis tāpat ļauj aprēķināt arī to ūdens daudzumu, kuru nāksies atsūknēt no karjera tā ilgstošas ekspluatācijas laikā (nostabilizējušās filtrācijas apstākļos). Aprēķinu rezultātus ilustrē 10.–13. attēls, no kuriem redzams, ka caurmērā karjerā diennakts laikā pie dažādiem scenārijiem varētu ieplūst no 3205 m³ līdz 12778 m³ ūdens, kura atsūkņēšanai vajadzēs izmantot sūkņus ar kopējo jaudu, attiecīgi, 38 l/s. un 148 l/s. Protams, šeit ir jāpiebilst, ka karjera sākuma izstrādes stadijā šie rādītāji un arī pašas depresijas piltuves izmēri būs daudz mazāki.



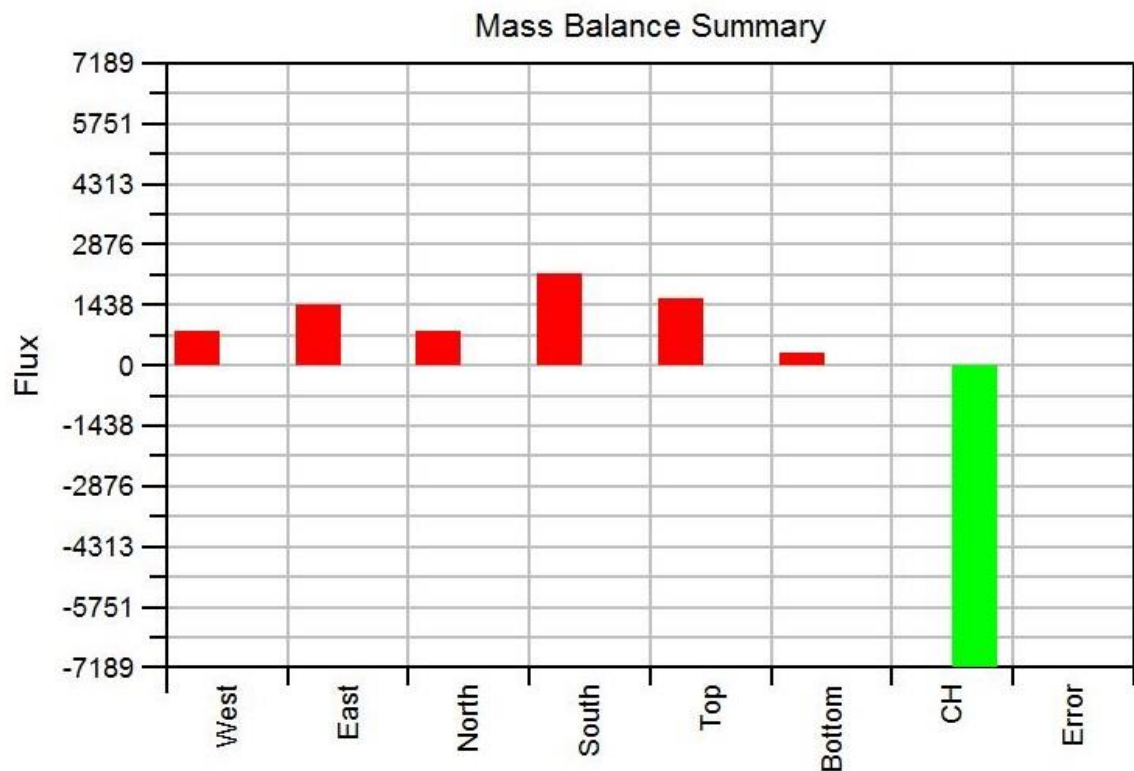
10. attēls. Atsūknējamā pazemes ūdeņu masas bilances elementu sadalījums karjerā „Ārēni-Kalnagrāvīši” („Tūrkalne” nedarbojas) pie ūdens līmeņa pazeminājuma līdz 40,0 m abs. atz. vjl.



11. attēls. Atsūknējamā pazemes ūdeņu masas bilances elementu sadalījums karjerā „Ārēni-Kalnagrāvīši” („Tūrkalne” darbojas) pie ūdens līmeņa pazeminājuma līdz 40,0 m abs. atz. vjl.



12. attēls. Atsūknējamā pazemes ūdeņu masas bilances elementu sadalījums karjerā „Ārēni-Kalnagrāviši” („Tūrkalne” nedarbojas) pie ūdens līmeņa pazeminājuma līdz 32,0 m abs. atz. vjl.



13. attēls. Atsūknējamā pazemes ūdeņu masas bilances elementu sadalījums karjerā „Ārēni-Kalnagrāviši” („Tūrkalne” darbojas) pie ūdens līmeņa pazeminājuma līdz 32,0 m abs. atz. vjl.

No pārējiem ūdens bilances elementiem jāatzīmē, ka dominējošā nozīme ūdens pieplūdei karjerā ir horizontālai pazemes plūsmi ekspluatējamajā dolomīta slānī (skat grafikus 8.-10. attēlā). Vērā ņemama ir arī ūdens pieplūdes daļa „no augšas – *Top*”, kuru veido infiltrācija no virszemes ūdens objektiem un nokrišņi.

Kopsavilkums par ūdens pieplūdes daudzumiem karjeros to izstrādes dažādiem scenārijiem skatāms 1. tabulā.

1. tabula

Pazemes ūdeņu masas bilances elementu sadalījuma kopsavilkums karjeriem pie to dažādiem ekspluatācijas režīmiem

Scenārijs	Prognozētais pieplūdes apjoms			Kopā m ³ /d
	Arēni m ³ /d	Tūrkalne m ³ /d	Jaundutkas m ³ /d	
Darbojas tikai „Arēni-Kalnagrāvīši”. Pazeminājums 9 m	6085	0	0	6085
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši” un „Tūrkalne”. Pazeminājums 9 m	3205	6876	0	10081
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši”, „Tūrkalne” un „Jaundutkas”. Pazeminājums 9 m	7110	12630	6148	25888
Darbojas tikai „Arēni-Kalnagrāvīši”. Pazeminājums 17 m	12778	0	0	12778
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši” un „Tūrkalne”. Pazeminājums 17 m	7189	11774	0	18963
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši”, „Tūrkalne” un „Jaundutkas”. Pazeminājums 17 m	7022	11774	12629	31425
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši” un „Jaundutkas”. Pazeminājums 9 m	5603	0	7570	13173
Darbojas „Arēni-Kalnagrāvīši” un „Jaundutkas”. Pazeminājums 17 m	11912	0	12629	24541

3. SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS

1. Izveidots teritorijas hidroģeoloģiskais modelis ar 10×10 km neregulāru režģi; modelis apraksta neierobežotu plānā pazemes ūdeņu horizontu, kuru veido plaisaini un kavernozi devona dolomīti vietām ar karsta veidojumiem, aizpildītiem ar mālainiem dolomīta miltiem, modelējamā slāņa pamatnē – vāji filtrējoša mālaina dolomīta un merģeļa slāņojums.
2. Veikta modeļa kalibrēšana, kuras gaitā panākts, ka modelis adekvāti atkārto dabā novērojamos (pēc urbumiem noteiktos) ūdens līmeņus horizontā.

3. Veikta modelēšana sešiem iespējamajiem karjera „Arēni-Kalnagrāvīši” ekspluatācijas scenārijiem – diviem iespējamajiem tā izstrādes dziļumiem (9 un 17 m), kā arī 3 tā mijiedarbības variantiem ar blakus esošajiem karjeriem „Tūrkalne” un „Jaundutkas”.
4. Modelēšanas rezultāti rāda, ka veicot pazemes ūdeņu līmeņa pazemināšanu karjerā līdz absolūtajai atzīmei 40 m un 32 m vjl., pazemes ūdeņu horizontā plašā teritorijā veidosies depresijas piltuve, kuras izmēri lielā mērā būs atkarīgi gan no karjera izstrādes dziļuma, gan arī no blakus esošo karjeru darbības režīma.
5. Noteikti galvenie ūdens bilances elementi karjeram tā izstrādes dažādiem scenārijiem, noteicošo lomu, starp kuriem spēlē, horizontālā pazemes ūdeņu plūsma ekspluatējamajā horizontā.
6. Noteikts prognozētais ūdens pieplūdes apjoms karjerā tā dažādiem ekspluatācijas scenārijiem atkarībā no dolomītu slāņa izstrādes dziļuma un tuvumā esošo karjeru mijiedarbības.
7. Kopējais ūdens apjoms, kas ieplūdis karjerā diennakts laikā pie pazemes ūdeņu līmeņa pazeminājuma līdz 9 metri (40 metru atzīmei virs jūras līmeņa), atkarībā no blakus esošo karjeru darbības režīma, mainīsies robežās no 3205 m³/d līdz aptuveni 7110 m³/d, bet pie pazeminājuma 17 metri (32 m vjl.) šie rādītāji, attiecīgi, būs – 7022 m³/d un 12778 m³/d.
8. Visi hidroģeoloģiskie aprēķini veikti, balstoties uz pesimistisko (nelabvēlīgo) prognozi, tas ir – modelī speciāli pieņemti neizdevīgākie gan hidroģeoloģiskie gan arī ģeoloģiskie parametri, kas praksē var būt arī labvēlīgāki. Šāda pieeja parasti ļauj projekta izstrādes stadijā paredzēt iespējamus nelabvēlīgos faktoros un laicīgi nodrošināties pret tiem darbu realizācijas stadijā.
9. Ņemot vērā to, ka plānojamie pazemes ūdeņu pazemināšanas darbi ietekmēs arī blakus esošo teritoriju vairāk kā 5000 m attālumā, par kuru nav pietiekamas ģeoloģiskās informācijas, var izrādīties, ka karjeru ekspluatācijas laikā blakus esošajā teritorijā atklājas kādi neparedzēti apstākļi, kā rezultātā modelētās prognozes var atšķirties no faktiskās situācijas, kāda tā izveidosies karjera izstrādes laikā.

4. LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Environmental Simulations, Inc. (2004) Groundwater Vistas. Guide to Using.
2. Golden Software, Inc (2002), SURFER8. User's Guide