

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE**  
**GEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE**  
**ĢEOLOĢIJAS NODAĻA**  
**Lietišķās ģeoloģijas katedra**

Matrikulas numurs: Geol 040001

Oksana Puriņa

„Vingru” ūdensgūtnes ilgstošas ekspluatācijas ietekme uz  
pazemes ūdeņu režīmu

**Maģistra darbs**

Zinātniskais vadītājs  
asoc. prof. V. Seglinš

**Rīga 2006**

## SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS .....	7
<i>PĒTĪJUMĀ BIEŽĀK IZMANTOTO TERMINU UN SAISINĀJUMU SKAIDROJUMS.....</i>	<i>10</i>
<i>1. PROBLĒMAS NOSTĀDNE UN LITERATŪRAS APSKATS .....</i>	<i>11</i>
1.1. PROBLĒMAS AKTUALITĀTE .....	11
1.2. LITERATŪRAS APSKATS .....	12
1.2.1. <i>Gruntsūdeņi un to režīms.....</i>	<i>12</i>
1.2.1.1. Līmeņi.....	15
1.2.1.2. Ķīmiskais sastāvs un fizikāli ķīmiskās īpašības .....	20
1.2.2. <i>Gruntsūdeņu atradnes un to ekspluatācija.....</i>	<i>26</i>
1.2.3. <i>Gruntsūdeņu resursu aizsardzība.....</i>	<i>30</i>
2. PĒTĀMĀ OBJEKTA RAKSTUROJUMS .....	32
2.1. TERITORIJAS ĪSS FIZIOĢEOGRĀFISKS RAKSTUROJUMS .....	32
2.2. IZVEIDES VĒSTURE .....	34
2.3. GRUNTSŪDEŅU REŽĪMS ŪDENSĢŪTNĒ.....	36
3. PĒTĪJUMA MATERIĀLI UN METODES .....	38
3.1. NOVĒROJUMU DATI.....	38
3.2. PĒTĪJUMA METODIKA .....	40
4. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN TO APSPRIĒŠANA .....	46
4.1. ŪDENSĢŪTNES „VINGRI” DARBĪBA .....	46
4.2. GRUNTSŪDEŅU LĪMEŅU IZMAIŅAS.....	47
4.2.1. <i>Gruntsūdeņu netraucētais režīms ūdensgūtnes „Vingri” apkārtņē .....</i>	<i>49</i>
4.2.2. <i>Gruntsūdeņu traucētais režīms.....</i>	<i>53</i>
4.3. ŪDENS KVALITĀTES IZMAIŅAS EKSPLUATĀCIJAS LAIKĀ .....	58
5. DISKUSIJA .....	63
5.1. EKSPLUATĀCIJAS REŽĪMI .....	63
5.2. GRUNTSŪDEŅU LĪMEŅU IZMAIŅAS ANALĪZE .....	63
5.3. ŪDENS KVALITĀTES IZMAIŅAS ANALĪZE .....	65

5.4. PĒTĪJUMU REZULTĀTU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS .....	67
SECINĀJUMI .....	68
IZMANTOTĀ LITERETŪRA .....	70
PIELIKUMI.....	
1. DAUGAVPILS RAJONA ĢEOMORFOLOĢISKĀ KARTE, MĒROGS 1:50 000 .....	73
2. DAUGAVPILS RAJONA ĢEOLOĢISKIE GRIEZUMI .....	74
3. DAUGAVPILS RAJONA KVARTĀRĀ NOGULUMU KARTE, MĒROGS 1:50 000.....	75
4. ŪDENSGŪTNES „VINGRI ” SHĒMA.....	76
5. ŪDENSGŪTNES „VINGRI” ĢEOLOĢISKAIS GRIEZUMS .....	77
6. ŪDENSGŪTNES „VINGRI” ŪDENS PATERIŅŠ (DATI) .....	78
7. ŪDENS LĪMEŅI EKSPLUATĀCIJAS URBUMOS (DATI) .....	79
8. ŪDENS LĪMEŅI NOVĒROŠANAS URBUMOS (DATI) .....	82
9. GRUNTSŪDEŅU LĪMEŅU STARPĪBAS EKSPLUATĀCIJAS URBUMOS UN PJEZOMETROS .....	83
10. ATMOSFĒRAS NOKRIŠŅU DAUDZUMS, DAUGAVPILĪ (DATI) .....	85
11. ŪDENSGŪTNES „VINGRI” ŪDENS KVALITĀTE (DATI) .....	86

## ANOTĀCIJA

Gruntsūdeņu režīms ir ūdens kvantitatīvas un kvalitātes pagaidu un telpiskas izmaiņas pazemes ūdens horizontā un šie raksturlielumi ir atkarīgi gan no klimatiskajiem, ģeoloģiskajiem, litoloģiskajiem apstākļiem, gan no antropogēnās ietekmes. Jebkura iejaukšanās pazemes ūdeņu dabiskajā režīmā (nosusināšana, ūdens ieguve ūdensapgādei, irigācija u.c.) var nelabvēlīgi ietekmēt augstāk minētos raksturlielumus.

Maģistra darba pētījuma mērķis bija noteikt konkrētā ūdensgūtnes tipa ietekmi uz gruntsūdeņu režīmu un tā sasniegšanai tika noteikti vairāki uzdevumi. To realizācijai, balstoties uz skaitliskiem ilglaicīgiem novērojumiem, tika pētītas gruntsūdeņu līmeņu svārstības dabiskos un traucētos apstākļos, kā arī analizētas ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņas (analizējot tādu svarīgus ķīmiskā sastāva rādītājus kā pH, hlorīdi, sulfāti, slāpekļa savienojumi u.c). Šāda pieeja ļāva izdarīt vairākus secinājumus, kas apliecina pētījuma mērķa sasniegšanu.

Pētījumā parādīts, ka ūdensgūtnes ilgstošās darbības rezultātā, notiek gruntsūdens slāņa izsīkšana un nekondicionālo virszemes ūdeņu pieplūde. Iegūtos datus var izmantot gan dotajai ūdensgūtni (ūdens krājumu pārrēķiniem, vides aizsardzības pasākumu izstrādāšanai), gan citiem analogiskajiem hidroloģiskajiem objektiem (prognozēšanai, analizēšanai, režīma pētīšanai)

Pētījumu veido anotācijas, ievads, teksta daļas( kas ietver 27 attēlus un 11 tabulās), secinājumi, literatūras saraksts ( ar 41 darbiem) un 11 pielikumi, kopā uz 86 lapām.

Tabulu un grafiku noformēšanai tika izmantota MS Excel datorprogramma, attēlu un rasējumi izveidei - Golden Sofrware Surfer 8 datorprogramma, bet pielikumu noformēšanai – MS Paint.

Atslēgvārdi: gruntsūdeņi, kvartāra nogulumī, režīms, ietekmējošie faktori, ekspluatācija.

## ANNOTATION

The groundwater regime is a time and spatial changes of quality and quantity of water in aquifer. The given characteristics depend as from climatic, geological, lithological conditions and on anthropogenous influence. Any intervention in a natural mode of underground waters (an irrigation, extraction of water for water supply, drainage ) can adversely affect the above-stated factors.

The purpose master theses were to define influence of concrete type of a water-intake on a regime of groundwater. For this purpose the certain tasks have been put forward. For realization of it, being based on long static supervision, have been studied fluctuations of groundwater both in natural, and in the broken condition, have been analysed changes qualitative structure of water (analyzing such important chemical parameters as pH, chlorides, sulphates, nitric connections)

In thesis it is shown, that as a result of long activity of a water-intake , occurs depletion of a layer of ground waters and inflow of sub-standard superficial waters. The received results in the further can be used as for the given water-intake (to recalculation of stocks of water, To development of actions on preservation of the environment), and for others analogical hydro-geological objects (for forecasting, the analysis, researches of a regime)

These includes the summary, introduction, a text part (which consist from 27 figures and 11 tables), conclusions, the literature (with 41 sources) and 11 Appendices, all on 86 pages.

For registration of schedules and tables program MS Excel, for drawing figures and images - Golden Sofrware Surfer 8 program, for registration of appendices - MS Paint was used.

Keywords - groundwater, quaternary deposits, regime, influencing factors, exploitation

## АННОТАЦИЯ

Режим грунтовых вод – это временное и пространственное изменение качества и количества воды в водоносном горизонте. Данные характеристики зависят как от климатических, геологических, литологических условий, так и от антропогенного воздействия. Любое вмешательство в природный режим подземных вод (осушение, добыча воды для водоснабжения, ирригация и др.) может неблагоприятно сказаться на вышеуказанных факторах.

Целью магистерской работы было определение влияния конкретного типа водозабора на режим грунтовых вод, для чего были поставлены определенные задания. Для реализации этого, основываясь на длительные статические наблюдения, были изучены колебания грунтовых вод как в природном, так и в нарушенном состоянии; проанализированы изменения в химическом составе воды (анализируя такие важные химические показатели как рН, хлориды, сульфаты, азотные соединения).

В исследовании показано, что в результате длительной деятельности водозабора, происходит истощения слоя грунтовых вод и приток некондиционных поверхностных вод. Полученные результаты в дальнейшем можно использовать как для данного водозабора (перерасчету запасов воды, разработке мероприятий по охране окружающей среды), так и для других аналогичных гидрогеологических объектов (для прогнозирования, анализа, исследования режима)

Магистерская работа изложена на 86 страницах, включает 27 графиков и 11 таблиц, 11 приложений, всего было использовано 41 литературных источников

Для оформления графиков и таблиц использовалась программа MS Excel для рисования графиков и разрезов - Golden Software Surfer 8, для оформления приложений – MS Paint.

*Ключевые слова – грунтовые воды, четвертичные отложения, режим, факторы влияния, эксплуатация*

## IEVADS

Pazemes ūdeņi ir cilvēkiem vitāli nepieciešami dabas resursi. Iedzīvotāji Latvijā kopumā ir nodrošināti ar pazemes ūdeņu krājumiem, bet teritoriāli nevienmērīga un intensīva pazemes ūdeņu izmantošana rada pazemes ūdeņu depresijas apgabalus, kur pieļaujama tikai kontrolēta pazemes ūdeņu izmantošana, tiek ietekmēts arī pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs.

Pazemes ūdeņu izvietojuma vertikālajā griezumā novērojama virkne hidrodinamisko un hidroķīmisko likumsakarību. Ģeoloģiskajā griezumā, no augšas uz leju zonas ar dažādu ūdens apmaiņas aktivitāti (aktīvā un palēninātā) un ķīmisko sastāvu (saldūdeņi, sāļūdeņi, sālsūdeņi) klasiski nomaina viena otru. Saldūdeņi, izmantojamie ūdensapgādei, pārsvarā saistīti ar aktīvās ūdens apmaiņas zonu. Tā ietver Kvartāra, Famenas, Pļaviņu Amulas, Arikulas-Amatas ūdens horizontus vai ūdens horizontu kompleksus (ūdens horizontu nosaukumi ir norādīti saskaņā ar jauno hidroģeoloģiskā griezuma stratifikāciju (*MK noteikumi Nr.235,2003*)).

Ir vispārzināms (*Levina N., Levins I.,1995*), ka kvartāra ūdeņu komplekss izplatīts visā Latvijā un pazemes ūdeņu režīmu ļoti būtiski ietekmē ūdensguve, tomēr šāda ietekme ne vienmēr ir tikusi novērtēta skaitliskā izteiksmē. Tā pēc 1995.gada aprēķiniem, Latvijas potenciālie pazemes ūdeņu ekspluatācijas resursi sastādīja 4690,7 tūkst. m<sup>3</sup>/diennaktī, no tiem 11,3 tūkst. m<sup>3</sup>/diennaktī pieder kvartāra ūdens horizontu kompleksam.

Maģistra darba pētījums ir veltīts tehnogēno faktoru ietekmes novērtēšanai uz pazemes ūdeņiem, detalizēti izskatot ūdensgūtnes ilgstošas ekspluatācijas ietekmi uz kvartāra horizonta pazemes ūdeņu režīmu. Pētījuma ietvaros tiek pieņemts, ka *pazemes ūdeņi* ir visi ūdeņi, kas iegul zem zemes virsas, bet *pazemes ūdeņu režīms* – pazemes ūdeņu kvalitātes un kvantitātes rādītāju likumsakarību kopuma izmaiņas laika gaitā.

Nemot vērā iepriekšēji minēto par **pētījuma mērķi** tika noteikts apzināt un novērtēt pārmaiņas pazemes ūdeņos ūdensgūtnē “Vingri” ilgstošas ekspluatācijas laika periodā. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi autore izvirzīja vairākus **uzdevumus**, no tiem kā svarīgākie:

- apzināt literatūru un dažādu pētījumu rezultātus par pazemes ūdeņu režīmu un sastāvu līdzīgos apstākļos;
- ievākt, izvērtēt, apkopot un analizēt pieejamos vēsturiskos datus par pazemes ūdens režīma un ķīmiskā sastāva maiņām ūdensgūtnē “Vingri”;

- noteikt saudzīgas ekspluatācijas nosacījumus ūdensgūtnei nākotnē un izstrādāt atbilstošus secinājumus par veikto pētījumu

Esošās ūdensgūtnes ekspluatācijas pieredze un analīze ir nozīmīgs hidroģeoloģiskās izpētes elements, kas var kalpot ne tikai konkrētās ūdensgūtnes darbības prognozēm, bet arī reģionālo modeļu izveides pamatojumam un pasākumu izstrādei pazemes ūdeņu aizsardzībai no piesārņojuma un izsīkuma. Pasaules praksē pazemes ūdeņu krājumu prognožu novērtējumam visbiežāk izmanto *hidroģeoloģiskās analogijas metodi*, kura ļauj novērtēt projektējamās ūdensgūtnes pazemes ūdeņu krājumus un prognozēt tās darbu ilglaicīgas ekspluatācijas laikā.

Pētījumam tika izvēlēta esošā Daugavpils pilsētas ūdensgūtne “Vingri” ar šādiem parametriem (*Kolokolovs, 1961, 1973*).

Pētāmās ūdensgūtnes apkārtējā teritorija attiecas pie sezonas barošanas režīma tipa, rajonu vāji drenējamo klasi

- Pazemes ūdeņu atradnes hidroģeoloģiskais raksturojums – ūdensgūtne attiecas pie upstarpes tipu atradnēm, bezspiediena gruntsūdeņi, ūdens horizonta papildināšanās notiek infiltrējoties atmosfēras nokrišņiem.
- Ekspluatējamais ūdens horizonts –virsmorēnu limnoglaciālo nogulumu pazemes ūdens horizonts, glaciolimniska smilts
- Ūdensgūtnes ekspluatācijas laiks – 42 gadi
- Ūdens horizonta produktīvā slāņa sākotnējais biezums 9- 48m (vidējais biezums 36,5 m)
- Ūdens kvalitāte – hidrogēnkarbonātu kalcija tipa saldūdeņi, atbilst dzeramā ūdens kvalitātei.

Augstāk aprakstītā ūdensgūtne ir interesanta ar to, ka tās uzturēšanai ir nepieciešami minimālie izdevumi, jo ūdens, kas atrodas šajā horizontā, atbilst dzeramā ūdens kvalitātes prasībām un tam nav nepieciešama papildus attīrīšana.

Ūdensgūtne savulaik tika izveidota relatīvi mazietekmētos apstākļos, kur pazemes ūdeņi pēc sava sastāva un dinamiskajiem parametriem, atradās tuvi dabiskajiem, arī pats ūdensgūtnes tehnoloģiskais risinājums ar sifona vadu ir dabiskajiem pazemes ūdens aprites apstākļiem saudzīgs. Tie ir apstākļi, kuros kvalitatīvi aprēķināti pazemes ūdens krājumi un pārdomāta ekspluatācija nodrošina visai ierobežotas izmaiņas ūdens sastāvā un tā dinamiskajos parametros. Vienlaikus tie ir apstākļi, kuri ir ļoti vāji apzināti un pētīti pasaulē, jo šeit nav

paredzami kādi nozīmīgi zinātniski atklājumi. Šajā nozīmē autores pētījums ir aktuāls un būtisks.

Darba izstrādi atbalstīja un veicināja darba vadītājs asoc.prof. V.Segliņš un LU lektore A.Deļiņa, daudz palīdzēja - hidroģeologi N. Levina, G. Agarkova, E. Iļjina, kā arī laboratorijas darbinieki : “Daugavpils ūdens“ laboratorijā (N. Zaiceva), SIA “ Vides audits” laboratorijā (N. Gorbunova), Daugavpils Reģionālas vides pārvaldē (V. Cverkoviča), Vides veselības aģentūras Daugavpils nodaļā un Pārtikas un veterinārā dienesta laboratorijā (V.Bartkevičs), SIA „Balt Ost Geo” laboratorijā (A.Balode), Rīgas Tehniskās universitātes Būvniecības fakultātē (asoc. prof. T. Juhna) un citi.

Maģistra darba pētījums nebūtu bijis iespējams bez LVĢMA hidroģeiskās nodaļas atbalsta un palīdzības materiālu ievākšanā un apkopošanā, SIA „Daugavpils ūdens” kolēģu atbalsta un atsevišķo pētījumu priekšmetu speciālistu konsultācijām.

Par to autore pateicas visiem, arī tiem kuru atbalsts nav īpaši izcelts.

## **PĒTĪJUMĀ BIEŽĀK IZMANTOTO TERMINU UN SAISINĀJUMU SKAIDROJUMS**

Termins	Darbā pieņemtais skaidrojums
Pazemes ūdeņu režīms	Likumsakarīgas izmaiņas laikā, kuras notiek pazemes ūdens horizontā, kā epizodiskas, diennakšu, sezonas, gada, ilggadējas, gadsimtu svārstības, sakarā ar meteoroloģiskiem un ģeoloģiskiem procesiem. Pazemes ūdeņu režīma jēdziens ietver sevī temperatūru, ūdens fizikālo stāvokli, tās līmeņu, debītu un ķīmisko sastāvu ( <i>Indāns, 1979.</i> )
Gruntsūdeņi	Gruntsūdeņi veido pirmo augšējo pastāvīgo (atšķirībā no maldu gruntsūdeņiem) pazemes ūdeņu horizontu, tie izvietojas virs pirmā ūdens necaurlaidīgā slāņa ( <i>Levins I, 1998.</i> )
Ūdens horizonts	Ar ūdeni piesātināts pazemes iežu slānis ( <i>Semjonovs, 1997</i> )
Bezspiediena ūdeņi	Bezspiediena ūdeņiem ir brīva virsma, un tie pārvietojas iežu porās, plaisās un tukšumos vienīgi gravitācijas spēku ietekmē ( <i>Levina N, Levins I, 1995.</i> )
Pazemes ūdeņu dziļums	Ir attālums no Zemes virsmas līdz pazemes ūdeņu līmenim ( <i>Levina N, Levins I, 1995.</i> )
Pazemes ūdens līmenis	Ir pazemes ūdens virsmas augstums, tiek izteikts relatīvās dziļuma atzīmēs vai absolūtās augstuma atzīmēs ( <i>Levina N, Levins I, 1995.</i> )
Ūdens līmeņu svārstības amplitūda	Ir visaugstāko un viszemāko ūdens līmeņu starpība, kuri novēroti noteiktā vērumā ( <i>Levina N, Levins I, 1995.</i> )
Dinamiskais ūdens līmenis	Ir pazemes ūdens līmenis urbumā, kas pazeminājies atsūkņēšanas rezultātā vai paaugstinājies ūdens iesūkņēšanas rezultātā, izteikts relatīvās dziļuma atzīmēs vai arī absolūtās augstuma atzīmēs ( <i>Semjonovs, 1997.</i> )
Statiskais ūdens līmenis	Dabiskais, netraucētais pazemes ūdens līmenis, izteikts relatīvās dziļuma atzīmēs vai absolūtās augstuma atzīmēs ( <i>Semjonovs, 1997.</i> )
Depresijas piltuve	Ir pazemes ūdeņu pazeminātā virsma, kura saistīta ar ūdens ņemšanu ( <i>Levina N, Levins I, 1995.</i> )
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization– Apvienoto Nāciju Izglītības, zinātnes un kultūras organizācija

## **1. PROBLĒMAS NOSTĀDNE UN LITERATŪRAS APSKATS**

### **1.1. Problēmas aktualitāte**

Pašreiz lielākajā daļā Eiropas valstīs gruntsūdeņi ir galvenais dzeramā ūdens apgādes avots. Tā gruntsūdeņu daļa kopējā ūdensapgādes bilanci pārsniedz 70% Austrijā, Armēnijā, Baltkrievijā, Beļģijā, Ungārijā, Gruzijā, Dānijā, Lietuvā, Šveicē un Vācijā, no 50% līdz 70% - Bulgārijā, Itālijā, Portugālē, Ukrainā un Francijā. Gruntsūdeņi nodrošina dzeramā ūdens pamatpiegādi lauku rajonos, mazās un pat lielās pilsētās, arī dažu pilsētu aglomerāciju apgabalos, kur iedzīvotāju skaits pārsniedz 1 miljonu (*Zekster, 2004*).

Gruntsūdeņus plaši izmanto arī ASV municipālā ūdensapgādē. Tā 1970.gados gruntsūdeņu daļa šeit municipālā ūdensapgādē pārsniedza 40%. Gruntsūdeņus izmanto 75% ūdens piegādes municipālas sistēmas, kuras sniedz šo pakalpojumu vairāk kā pusei no visas pasaules iedzīvotājiem (*Zekster, 2004*).

Gruntsūdeņi ir ļoti svarīgi dzeramajai ūdensapgādei Austrālijā un dažās Āzijas un Āfrikas valstīs (Ķīna, Tunisa, Lībija u.c.) (*Zekster, 2004*).

Iepriekšēji minētais norāda, ka gruntsūdeņu krājumu un kvalitātes pētījumi ir svarīgi ne tikai kādā konkrētā situācijā, tā ir plaša problēma un zināšanas par gruntsūdeņiem būs arvien vairāk pieprasītas palielinoties tā patēriņam, tajā skaitā teritorijās, kur to resursi ir ierobežoti vai kvalitāte neatbilstoša patēriņa nosacījumiem (prasībām).

Pēc savas būtības ūdens aprites ciklā sekli iegulošie pazemes ūdeņi ir visvairāk pakļauti dažādām izmaiņām, no kurām tikai daļa ir saistīta ar dabā noritošiem procesiem un to norises ir salīdzinoši labi zināmas, tās tiek arī vērtētas, visbiežāk izsakot kā aizsargātību. Mūsdienās nozīmīgākais ietekmējošais faktors ir cilvēka saimnieciskā darbība un tās tiešo un pastarpināto ietekmju sekas. Apstākļos, kad gruntsūdeņi tiek izmantoti arī kā dzeramā ūdens avots, minētās mijiedarbības ir īpašu pētījumu priekšmets, jo ir nepieciešamas augstas ticamības prognozēs par nākotnē iegūstamā dzeramā ūdens kvalitāti un ierobežojumiem iegūstamā resursa daudzumos.

Dažādu iemeslu dēļ šādi pētījumi pasaulē ir ļoti nedaudz, un tas atspoguļo gan objektīvās tehniskās grūtības realizēt pietiekoši izvērstus pētījumus ekspluatācijā esošās ūdensgūtnēs, gan šādu pētījumu ierobežota pieejamība atklātos avotos pēc 2001. gada.

Gruntsūdeņu krājumu un kvalitātes pētīšana ir svarīgs uzdevums to racionālās izmantošanas risināšanai.

Ekspluatācijas pieredzes analīze ir hidroģeoloģiskās izpētes svarīgākais elements, kas nepieciešams ne tikai pazemes ūdeņu krājumu atkārtotai izvērtēšanai konkrētos lokālos iecirkņos, bet arī reģionālo modeļu izstrādes pamatojumam un pasākumu izstrādāšanai pazemes ūdeņu saimnieciskajai izmantošanai ar iespējami mazāku ietekmi uz apkārtējo vidi.

## **1.2. Literatūras apskats**

### **1.2.1. Gruntsūdeņi un to režīms**

Pazemes ūdeņu režīms ir arī svarīgs indikators, kas norāda uz pārmaiņām vidē un var sniegt nozīmīgu informāciju par šajā vidē notiekošajiem procesiem, kā arī tā pētījumi ļaus savlaicīgi un efektīvi ierobežot nevēlamās pārmaiņas (*Klimentov, 1971*).

Sakarā ar to, ka pazemes ūdeņu režīma pētīšanai ir liela saimnieciskā nozīme, to ir pētījuši daudzi hidroģeologi. Tā:

*Zekser (2004)* un *Bindemans (1957)* sniedza vērtīgu ieguldījumu hidroģeoloģisko parametru noteikšanā, kurš pamatojas uz gruntsūdeņu līmeņu svārstību novērojumiem. Par svarīgu kritēriju tika noteikta gruntsūdeņu līmeņu svārstību amplitūda.

*Kovaļevskis (1986, 1989)* apkopoja reģionālo pētījumu datus un apkopoja zināšanas, galvenokārt, par gruntsūdeņu dabisko režīmu bijušās PSRS teritorijā.

*Fendekova (1999)* un *Vries (1997)* pētīja dažādus pazemes ūdeņu režīmus. Viņi savos atzinumos norāda uz to, ka gruntsūdeņu sistēmu kvalitātes un kvantitātes uzvedība ir atkarīga no aerācijas zonas uzbūves, kā arī ģeomorfoloģiskās struktūras zemes virsmā, ieskaitot klimatiskās situācijas.

*Štengelovs (2001)* nodarbojas ar pazemes ūdeņu krājumu izvērtēšanu, kas tieši saistīto ar ūdens režīmu.

Baltijas valstu te ritorijā pazemes ūdeņu problēmas ir pētījis *Jodkazis (1980)*, pievēršoties ekspluatācijas resursu veidošanās procesiem. *Dzilna (1970)* savos darbos apskatīja Latvijas pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva jautājumus un to papildināšanās iespējas.

*Semjonovs, Levina N., Levins I., Prols* un citi Latvijas hidroģeologi savos darbos aprakstīja pazemes ūdeņu režīmu Latvijā, kā arī dažu ūdensgūtnu, kuras atrodas Latvijas teritorijā, ietekmi uz pazemes ūdeņu dabisko režīmu.

### ***Pazemes ūdeņu režīma veidošanās***

Apkopojot *Maksimova (1979), Fendekovas (1999) un Vries (1997)* darbus, ir iespējams noteikt tos svarīgākos faktoros, kuri ietekmē pazemes ūdeņu režīma veidošanos. Minētie autori par tādiem nosaka vairākas faktoru grupas:

- 1) *Relatīvie statistiskie faktori*, kuri, saskaņā ar izvēlēto laika intervālu, nemainās vai mainās neievērojami. Pie tiem pieder ģeoloģiskie, hidroģeoloģiskie un ģeomorfoloģiskie apstākļi. Vissvarīgākie faktori ir ģeoloģiskie apstākļi, iežu litoloģiskais sastāvs un to ieguluma dziļums. Hidroģeoloģiskos apstākļus zināmā mērā nosaka ģeoloģiskie apstākļi. Iežu ūdenscaurlaidība, kura nosaka režīma pagaidu izmaiņas ātrumu, aerācijas zonas biezums un tās sastāvs, efektīvā porainība, kā arī infiltrācijas ātrums ietekmē gruntsūdeņu režīmu. Zemes virsmas reljefam arī ir svarīgā nozīme gruntsūdeņu režīma veidošanās procesā. Visi šie faktori nedarbojas atsevišķi, bet ir cieši saistīti savā starpā un ar dinamiskajiem faktoriem.
- 2) Gruntsūdeņu režīma *dinamiskie faktori* iedalās divās grupās:
  - endogēnie faktori, kuri notiek zemes garozā (neotektoniskās kustības, vulkānisms, zemestrīces utt.);
  - eksogēnie faktori pamatā ir meteoroloģiskie faktori (nokrišņi, temperatūra, mitrums, saules aktivitāte). Šie faktori ietekmē ūdens horizonta ieguluma dziļumu.
- 3) *Hidroloģiskie faktori* ir plūsmas un atslodzes zonas ūdens līmeņi, ūdens līmeņi virszemes ūdenstilpnēs. Šim faktoram ir nozīme, gadījumā ja ir hidrauliskā saite starp virszemes ūdeņiem un gruntsūdeņiem. Ietekmes lielums ir atkarīgs no ūdens horizonta hidrauliskajiem un ģeometriskajiem parametriem, no attāluma līdz upei un citiem ūdens objektiem, virszemes ūdeņu līmeņa izmaiņas ātruma.
- 4) *Bioloģiskie faktori* galvenokārt ir flora, jo tā ietekmē atmosfēras nokrišņu infiltrācijas daudzumu, ātrumu un iztvaikošanu.
- 5) *Kosmiskie vai globālie faktori*, kuri iekļauj saules aktivitāti, Saules un Mēness gravitācijas ietekmes, Zemes griešanu, kustību Saulei apkārt u.c. faktoros.

- 6) *Antropogēnie faktori* ir faktoru atsevišķā grupa, kura saistīta ar cilvēka darbību (irigācija, ūdensapgāde, zemes nosusināšana, upes regulēšana, kalnrūpniecība u.c.)

No augstāk minētā ir skaidrs, ka pazemes ūdeņu režīms ļoti jutīgs, ko nosaka dažādo faktoru mainība un mijiedarbība.

***Pazemes ūdeņu režīma klasifikācija :***

Galvenie klasifikācijas principi, galvenokārt, atspoguļo augstāk minētos relatīvos statiskos pazemes ūdeņu režīma veidošanās faktoros, tas ir, pazemes ūdeņu barošanās periodi un ilgums, teritorijas drenētības pakāpe ( reljefa īpatnības), iežu litoloģiskais sastāvs, un hidroģeoloģiskos faktoros.

Pazīstamie zinātnieki *Maksimovs* (1979) un *Lebedevs* (1976) klasificē pazemes ūdeņu režīmu pēc reģionāliem un lokāliem kritērijiem. Šīs klasifikācijas īsumā tiks raksturotas turpmāk.

*Reģionālie kritēriji:*

**1. tabula. Pazemes ūdeņu režīma reģionālie kritēriji (*Maksimovs*, 1979)**

<b>Tipi</b>	<b>Apakštipi</b>	<b>Klases</b>
Īslaicīgās, galvenokārt, vasaras barošanās	Bagātīgās barošanās Mērenās barošanās Trūcīgās barošanās	Vāji drenēto apgabalu (līdzenuma teritorijās, kur reljefa saposmojums ir neliels)
Sezonālās, galvenokārt pavasara un rudens barošanās		Drenēto apgabalu (augstieņu robežās, kur reljefa saposmojums ir nozīmīgāks)
Visa gada, galvenokārt ziemas barošanās		Stipri drenēto apgabalu (kalnu rajonos)

Latvijas teritorijas gruntsūdeņu režīms pieder sezonālās, mērenās barošanās tipam, vāji un vidēji drenēto teritoriju klasēm.

*Lokālie kritēriji:*

**Apakštipi** - atkarībā no aerācijas zonas un iežu litoloģiskā sastāva

**Veidi:** - *Plotņikovs (1985)*, konkrētāk izdalīja šādus gruntsūdeņu režīma vizizplatītākos veidus:

- Upmalas (vai piekrastes)
- Terasas
- Nogāžu
- Starpupes (vai ūdensšķirtņu)

### **1.2.1.1. Līmeņi**

Gruntsūdeņu infiltratīvās barošanās lielums atkarīgs no to līmeņu ieguluma dziļuma un aerācijas zonu veidojošo nogulumu litoloģiskā sastāva. Tā kā virs gruntsūdeņiem nav māla, smilšmāla vai kāda cita ūdeņi necaur laidīga slāņa, tad šo ūdeņu režīms ir atkarīgs galvenokārt no klimatiskajiem apstākļiem.

Gruntsūdens līmeņa režīms ir atkarīgs no pazemes ūdeņu bilances. Ar terminu „pazemes ūdeņu bilance” saprot salīdzinājumu starp ūdens „ieņēmumu” ( pienākošo daļu) un patēriņu („izdevumu”) kādā konkrētajā teritorijā (punktā) un laikā, kas ir vienāda ar attiecīgo pazemes ūdeņu krājumu izmaiņu šajā vietā un laikā (*Semjonovs, 1995*).

Gruntsūdens līmenis ir pakļauts nepārtrauktām svārstībām laikā, proti, ir periodi , kad gruntsūdens līmenis paaugstinās, un periodi, kad gruntsūdens līmenis pazeminās, kā arī periodi, kad gruntsūdens līmenis ir praktiski nemainīgs. Gruntsūdens līmeņa mainību laikā apzīmē ar terminu „gruntsūdens līmeņa režīms”. Pazemes ūdeņu režīma pētīšanai ūdensgūtnē tiek ierīkots novērošanas urbumu tīkls, kuros iespējams novērot gruntsūdens līmeni, kā arī ņemt paraugus gruntsūdens ķīmiskā sastāva noteikšanai.

Ūdeņu līmeņu svārstību nosaka dabīgie faktori, galvenokārt, nokrišņi un iztvaikošana. Izņēmums ir lokālie iecirkņi, kuros dabiskais režīms tiek traucēts ūdensgūtni (mūsu gadījumā), būvmateriālu karjeru, ūdenskrātuvju un citu lielu objektu iespaidā. Sakarā ar to, ka atsevišķās sezonās atmosfēras nokrišņu infiltrācija mainās, arī gruntsūdeņu līmeņa, ūdens daudzuma un ķīmiskā sastāva izmaiņām ir sezonāls raksturs.

Gruntsūdeņu līmenis ir atkarīgs no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem (temperatūras, atmosfēras spiediena, nokrišņu daudzuma) un ģeoloģiskās uzbūves. Gruntsūdeņu sastāvu būtiski ietekmē virszemes ūdeņu - upju, ezeru sastāvs. Tādējādi abu šo hidrosfēras komponentu sastāvs ir cieši saistīts.

Lielā mērā gruntsūdeņu līmenis atkārto zemes virsmas reljefa profilu.

Pauguros, kurus veido smilšmāls un māls, gruntsūdens līmeņa svārstību amplitūda lielākā, nekā smilšainos līdzenumos, kur tā ir ievērojami mazākā.

Gruntsūdeņu līmeņu svārstības arī atkarīgas no to ieguluma dziļuma. Gruntsūdeņu līmeņu svārstību raksturojums un likumsakarība ir saprotami izskaidrota metodiskajā līdzeklī. „Ar dziļuma palielināšanos, gruntsūdeņu līmeņa svārstību amplitūdas no sākuma palielinās, bet pēc tam pakāpeniski samazinās” (citāta beigās) (*Lebedevs, 1976*).

Pēc aerācijas zonas palielināšanās gruntsūdeņu līmeņu svārstību amplitūdas palielinās, jo iztvaikošanas apjoms dziļumā pazeminās, bet nokrišņu daudzums saglabājas.

Lielā faktisko materiālu apjoma analīze parāda uz to, ka aerācijas zonas smilšmāla uzbūvē ar biezumu vairāk par 10-12 m (līdz 20 m) līmeņu svārstību gada amplitūdas sastāda tikai dažus centimetrus. Smilšainos nogulumos līmeņu svārstību analogiskās amplitūdas novērotas lielākos dziļumos, vidēji līdz 15-20 m, bet plaisainos un karsta procesiem pakļautos iežos līdz 50 m un dziļāk. Dziļāk par norādītajiem platformas apstākļos ūdens līmeņu svārstību amplitūdas vairāk par 10 m ir reti sastopamas (*Bindeman, 1969*).

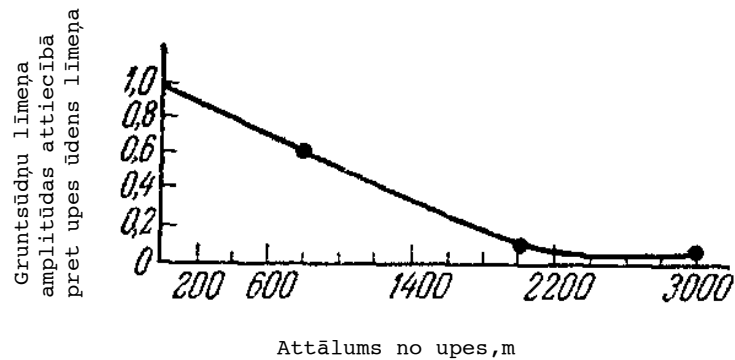


**1. attēls. Pazemes ūdens līmeņa svārstības amplitūdas atkarība no aerācijas zonas (smilts) biezuma (pēc Bindemana., 1969).**

Ilggadēji novērojumi parāda, ka pazemes ūdeņu līmeņu svārstības notiek ne tikai dažādu gada sezonu laikā, bet arī ilggadējā periodā. Iedalās cikli ar 3-5, 11-13, 20-22, 35 un taču 100 gadu ilgumu. Visprecīzākie cikli, kurus konstatē daudzi pētnieki, ir vienpadsmit gadu līmeņu svārstību cikli. Tas labi saistās ar saules aktivitātes pēc ilguma atbilstošiem cikliem (*Bindeman, 1969*).

Tāpēc pazemes ūdeņu režīma analīzē liela nozīme ir novērojumu hronoloģijai.

Pazemes ūdeņu svārstību amplitūda cieši saistīta ar virszemes ūdeņu amplitūdu, un parasti samazinās, attālinoties no upes (skat. 2. att.).

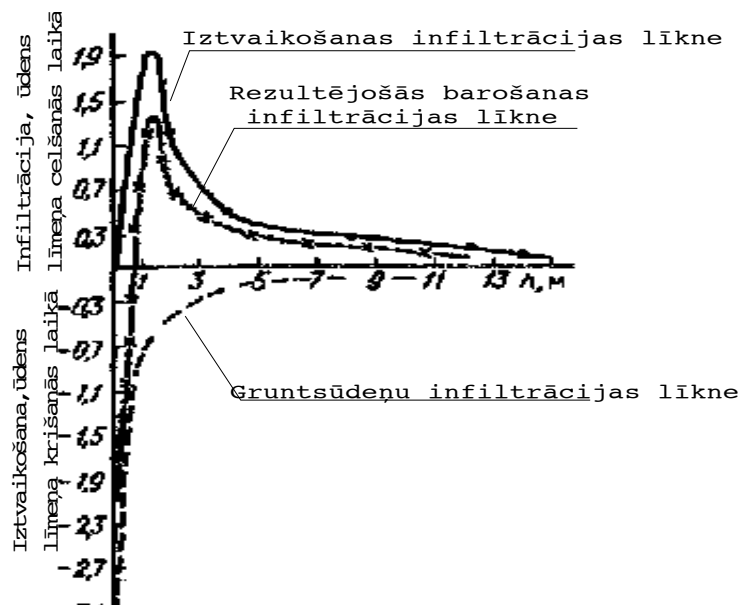


**2. attēls. Gruntsūdeņu līmeņa svārstības amplitūdas sakarības grafiks smiltīs no attāluma līdz upei**

(Bindemans, 1969)

Pauguros, kuri sastāv no smilšmāla un māla, gruntsūdens līmeņa svārstību amplitūda ir lielāka nekā smilšainos līdzenumos, kur tā ievērojami mazāka (Kovalevskis, 1986).

Pazemes ūdeņu ekspluatācija veicina papildināšanās un atslodzes apjomu izmaiņas, t.i. veicina to bilances izmaiņas. Šīs izmaiņas var gan pasliktināt, gan uzlabot pazemes ūdeņu papildināšanās apstākļus.



**3. attēls. Gruntsūdeņu barošanās apjoma atkarība no tā ieguluma dziļuma.**

(Kovalevskis, 1986)

Gruntsūdeņu līmeņa pazemināšanās un, tātad, aerācijas zonas biezuma palielināšanās rezultātā iztvaikošanas lielums no gruntsūdeņu virsmas samazinās. Vienlaicīgi samazinās arī atmosfēras nokrišņu infiltrācijas lielums, t.i. pazemes ūdeņu papildināšanās (3. attēlā). (Kovalevskis, 1986).

Apskatāmajā teritorijā ūdensgūtnes ietekmes uz gruntsūdeņu līmeni noteikšanai ir arī jāizpēta līmeņu režīms netraucētā stāvoklī.

Gruntsūdens dabīgais (netraucētais) režīms - ūdens horizonta režīms ārpus ūdensgūtnes ietekmes zonas.

- **Pazemes ūdens līmeņu mērīšana**

Šai nolūkā ierīko speciāli urbtas akas un seklas raktas akas, kuras izvieto, vadoties pēc reljefa formām un hidroģeoloģiskiem apstākļiem.

Pazemes ūdens režīma pētījumus izdara noteiktā, īsā laika periodā, vienlaicīgi ar meteoroloģiskiem un hidroģeoloģiskiem novērojumiem, lai varētu noteikt dažādo ārējo faktoru ietekmi uz pazemes ūdens īpašībām.

Izšķir īstenās un šķietamās pazemes ūdens līmeņa svārstības, ko mēra ar speciālām ierīcēm (hidroģeoloģiskā mērlente, elektriskais ūdens līmeņa mērītājs un automātiskie ūdens līmeņu mērītāji). Atkarībā no izvēlētās mēriekārtas, mainās mērījumu precizitāte no centimetriem līdz milimetriem.

Īstenās pazemes ūdens līmeņa svārstības saistītas ar gruntsūdeņu pārmaiņām visā ūdens slānī; šķietamās pazemes ūdens līmeņa svārstības aptver tikai atsevišķu urbumu vai citu objektu līmeņa izmaiņas, ko nosaka dažādi apstākļi.

Pazemes ūdens līmeņa novērojumi var būt epizodiski, diennakts, sezonāli, gada vai ilggadēji.

- **Pazemes ūdeņu netraucētais režīms Latvijas teritorijā**

Gruntsūdeņi ir pazemes ūdeņu pirmais horizonts virs pirmā ūdeni aizturošā slāņa – sprosts slāņa. Gruntsūdeņi ietilpst aktīvas ūdens apmaiņas zonā, kas aptver kvartāra un pirmskvartāra ūdens kompleksus un horizontus no zemes virsmas līdz pirmajam reģionālajam ūdensnecaurlaidīgajam slānim. To Latvijā veido vidusdevona Narvas svītas karbonātiski-mālainie nogulumu. Aktīvās ūdens apmaiņas zonas pazemes ūdeņi parasti pieder saldūdeņiem (*Iodkazis, 1980*).

Gruntsūdeņi izplatīti visos kvartāra augšējos smilšainos nogulumos. Kvartāra nogulumos, atkarībā no to ģenēzes un saguluma apstākļiem, var izdalīt arī vairākus ūdens horizontus (*Dzilna, 1970*).

Latvijas teritorijā iedalās divu veidu augstieņu un zemieņu hidroģeoloģiskie apgabali. To robežās, balstoties uz ģeomorfoloģisko rajonēšanu, var izdalīt hidroģeoloģiskus rajonus. (*Dzens-Litovskis , 1967*).

Kopumā gruntsūdeņos Latvijā saglabājies dabiskas režīms.

Lai aprakstītu gruntsūdeņus Latvijā maģistra darbā tika izmantoti Valsts ģeoloģijas dienesta atskaišu materiāli laikā periodā no 1999.gada līdz 2003.gadam (Levina N., Levins I.,2002-2003.). Valsts ģeoloģijas dienesta materiālos tika izmantoti gruntsūdeņu režīma pamatjēdzieni. Šo materiālu priekšrocība, ka tajos apkopota jaunākā informācija par Latvijas pazemes ūdeņiem..

Hidrometeoroloģisko apstākļu (atmosfēras nokrišņu un temperatūras) izsauktajām gruntsūdeņu līmeņa izmaiņām ir izteikti kā gada, tā ilggadīgie cikli.

Gruntsūdeņu līmeņu galveno izmaiņu *gada cikls* ietver:

- pirmspavasara minimumu( februāra -marta cikls)
- pavasara maksimumu ( marta otrā puse- aprīlis)
- vasaras –rudens minimumu( augusts-septembra sākums)
- rudens- ziemas maksimumu ( oktobris –decembra sākums)

Gruntsūdeņu līmeņu svārstību gada amplitūdas nosaka , galvenokārt, vasaras krituma (it sevišķi gados ar mazu nokrišņu daudzumu) vai rudens cēluma ( ja nokrišņu daudzums ir ievērojams) amplitūda. Gada līmeņa svārstību amplitūda Latvijas teritorijā mainās no 0,24 līdz 2,70 m .

Arī garākā laika posmā spilgti izpaužas gruntsūdens līmeņu svārstību atkarība no nokrišņu daudzuma un to sadalījuma pa sezonām. Izdalās gruntsūdens līmeņu pazemināšanās un celšanās 5-7 un 10-12 gadu cikli. Pēc klimatisko faktoru analīzes var izdalīt arī 21 gada ciklus.

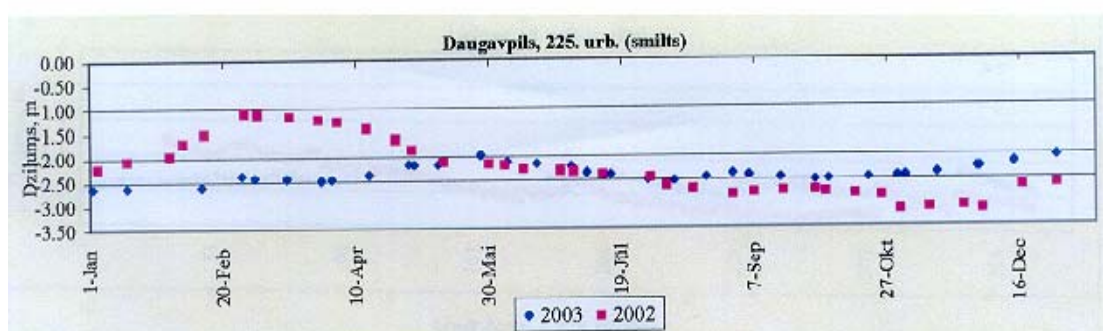
Gruntsūdens līmeņu svārstību amplitūda šo *daudzgadīgo ciklu* robežās nepārsniedz jau minētās gada līmeņu svārstības. Kopš 1955.gada , kad Baltijas ūdens bilances stacija sāka regulārus gruntsūdens līmeņa novērojumus, konstatēti sekojoši to izmaiņu cikli:

- līmeņu celšanās līdz 1962.-1963.gadam;
- līmeņu krišanās līdz 1973.-1975.gadam;
- līmeņu celšanās – turpinās līdz mūsdienām”( *Levina N.,Levins I.,1995*)

Gruntsūdeņu līmeņu režīmu, kā jau iepriekš minēts, ietekmē barošanās īpatnības un pārsātinājums, kā arī sadalījuma īpatnības gada ietvaros un daudzgadīgā periodā.

Atsevišķos gados minētās svārstības vispār netiek novērotas. Savukārt gruntsūdeņu līmeņu stāvokli daudzgadīgajā griezumā un gada amplitūdu svārstības nosaka klimatiskās īpatnības.

2003. gada beigās gruntsūdeņu līmeņi, salīdzinot ar gada sākumu, visā teritorijā bija par 0,1-1,4 m augstāki, tai pašā laikā gada vidējie līmeņi lielākajā daļā, salīdzinot ar 2002. gada vidējiem līmeņiem, bija nedaudz zemāki. Visos posteņos Latvijas teritorijā 2003. gada gruntsūdeņu līmeņi ir zemāki par daudzgadīgiem vidējiem līmeņiem (novērojumu periodi posteņos svārstās no 23 līdz 41 gadam), kas liecina, ka teritorijas apūdeņotība 2003. gadā bija zemāka par normu. Daudzgadīgo līmeņu režīma analīze parāda, ka daudzgadīgais līmeņu kāpums, kas sākās 1976.-1978. gadā, praktiski ir beidzies un pēdējos 5 gadus tas stabilizējas, domājams pirms daudzgadīgā līmeņu krituma (Levina N., Levins I., 2003)



**4. attēls.** Gruntsūdeņu līmeņa svārstības novērošanās urbumā Nr 225, Daugavpils, Grīva , VĢD novērošanas punkts (VGD dati, 2003)

### 1.2.1.2. Ķīmiskais sastāvs un fizikāli ķīmiskās īpašības

- **Gruntsūdeņu sastāvs**

Ūdens ir ļoti labs šķīdinātājs. Tāpēc ūdenī var atrasties ļoti dažādas ķīmiskas vielas. Pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs ir ļoti dažāds, tajos konstatēts vairāk nekā 60 ķīmisko elementu, bet var būt sastopami arī vēl citi elementi. Ūdenī atrodas izšķīdušie sāļi, organiskās un citas vielas, koloidālās daļiņas, gāzes, mikroorganismi. Sāļu , koloīdu un dažādu

negaistošu organisko vielu daudzums ūdenī svārstās no dažiem miligramiem līdz simtiem gramu viena litrā (*Nikanorova, 1988*)

Pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs veidojas iežu šķīdināšanas, dažādu dabisko šķīdumu iztvaikošanas, kondensācijas, jonu apmaiņas reakciju, kā arī absorbcijas, dažādu organismu iedarbības un citu fizikāli ķīmisko un bioloģisko procesu rezultātā (*Indāns, 1979*).

Pazemes ūdeņos visvairāk ir kalcija, magnija, nātrija un kālija sāļu – karbonātu, sulfātu un hlorīdu:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ . Parasti gan pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu raksturo nevis ar sāļu, bet ar jonu sastāvu. Visvairāk izplatīti un praktiski nozīmīgākie ir šādi joni un savienojumi (*Indāns, 1979*):

katjoni –  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,

anjoni –  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,

gāzes –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,

nedisociētie savienojumi –  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu nosaka laboratorijās, analizējot urbumu, aku un avotu ūdens paraugus.

- ***Pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva izmaiņas:***

Pazemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs mainās, pateicoties dabiskajiem faktoriem un saimnieciskajai darbībai.

*Dabiskie faktori*

Dabas ūdeņu sastāva veidošana ir visai sarežģīta un to ietekmē daudzi faktori, kuru vidū vispirms jāmin fizikāli ģeogrāfiskie un ģeoloģiskie nosacījumi (reljefs, klimats iežu veidošanās un dēdēšana, augsnes sega, augu valsts) (*Kļaviņš u.c., 2004*).

Ķīmiskā sastāva dabiskās variācijas nosaka dažādi procesi – atmosfēras nokrišņi, temperatūra, spiediena maiņa u.c. Šie faktori izsauc dažādas sezonālas sastāva izmaiņas.

Atmosfēras nokrišņu ūdeņi uzskatāmi par primāru ūdens krājumu veidu. Atmosfēras nokrišņu sastāvs ir stipri atkarīgs no konkrētā reģiona un atspoguļo tā ģeogrāfiskās, ģeokīmiskās īpatnības, ražošanas (tātad cilvēku piesārņojošās darbības) specifiku. Atmosfēras nokrišņu sastāvu ietekmē arī klimats un nokrišņu izkrišanas apjoms (*Kļaviņš u.c., 2004*).

„Antropogēnā piesārņojuma rezultātā atmosfēras nokrišņu sastāvs ievērojami izmaiņas. Nokrišņu paskābināšanās tipiski izpaužas ne tikai kā pH pazemināšanās, bet arī kā izmaiņas attiecībā starp dažādiem joniem un kā sulfātu saturu pieaugums. Tomēr tipiskākā antropogēnā piesārņojuma ietekme uz nokrišņu sastāvu izpaužas, kā to paskābināšanās.” (citāta beigās - pēc(Dzilna,1970)).

Taču pirms ūdens nokrišņu veidā iespējams sasniegt zemes virsmu tajā izšķīst dažādas gāzes ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_4$ ,  $SO_2$  u.c.) . Pēdējas divas gāzes kopā ar ūdeni veido stipras skābes sērskābi  $H_2SO_4$  un slāpekļskābi  $HNO_3$ ; tās ir galvenais cēlonis tā saucamajiem skābajiem nokrišņiem. Izsūcoties caur augsnes slāni ūdens bagātinās ar anjonu un katjonu rindu. Jo ilgāk ūdens atrodas pazemes ūdens horizontā, jo vairāk tā sastāvu nosaka konkrētā pazemes slāņa iezu īpašības (Ziverts, 2001).

Kovalevskis (1986) noteica, ka atkarībā no klimatiskajām īpašībām, var tikt sastapti divi hidroķīmiskā režīma tipi:

- 1) kad infiltrācijas ietekmes procesā notiek pazemes ūdeņu mineralizācijas pazemināšanās to atšķaidīšanas dēļ ar saldūdens infiltrācijas ūdeņiem;
- 2) kad infiltrācijas ietekmes procesā novērota pazemes ūdeņu mineralizācijas palielināšanās sāļu izneses dēļ no sasāļotas aerācijas zonas.

### *Saimnieciskā darbība*

Visjūtāmākās pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva izmaiņas saistītas ar saimniecisko darbību. „Šīs izmaiņas izsaucošie faktori ir ļoti daudzveidīgi un dažādi. Nosacīti tos var iedalīt šādās grupās:

- dažādu antropogēno savienojumu nokļūšana pazemes ūdeņos (piesārņošana)
- virszemes ūdeņu ( upju, ezeru, jūras) infiltrācija, ko visbiežāk izsauc pazemes ūdeņu papildus barošanās no ūdenstilpnēm, ūdensgūtņu papildus barošanās ar virszemes ūdeņiem (upju ielejās), kā arī ūdensgūtņu mākslīgās papildināšanas sistēmas.
- Pazemes ūdeņu pārtece no viena horizonta otrā gadījumos, kad ūdensieguve pārsniedz ūdeni saturošā slāņa dabīgos krājumos.
- Dabīgo ģeoķīmisko apstākļu izmaiņas ūdens horizonta daļējas nosusināšanas rezultātā.” (Semjonovs,1995)

Pazemes ūdeņu sastāvu ievērojami var ietekmēt arī vides piesārņojums. Pazemes ūdeņu pašattīrīšanas spējas ir relatīvi niecīgas, salīdzinot ar virszemes ūdeņiem. Tāpēc pazemes ūdeņu piesārņojums uzskatāms par īpaši bīstamu. Pazemes ūdeņu sastāvu var ietekmēt arī dažādu pazemes ūdeņu sajaukšanās” (Levina N., Levins I., 1995).

### ***Ūdens kvalitātes rādītāju apraksts, kuri tika izmantoti šī pētījuma analīzei***

Upju ūdeņos **pH** skaitlis parasti variē 6,5-8,5 robežās, atmosfēras nokrišņos – 4,6-6,1, purvos – 5,5-6,0, bet jūras ūdeņos – 7,9-8,3. Ūdeņraža jonu koncentrācija pakļauta sezonālām svārstībām. Dažos gadījumos dabas ūdeņu pH skaitli nosaka ūdensgūtnes baseina ģeoloģija. (Semjonova, 1977).

**Elektrovadītspēja** ir ūdens šķīduma spējas skaitliskā izteiksme vadīt elektrisko strāvu un to mēra mkS/cm.

Dabas ūdens elektrovadītspēja atkarīga, galvenokārt no izšķīdušo minerālsāļu koncentrācijas un temperatūras. Ūdens minerālo daļu sastāda joni  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Tieši šie joni noteica dabas ūdeņu elektrovadītspēju. Citu jonu klātbūtne, piemēram,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ne stipri ietekmē elektrovadītspēju, ja ūdens nesatur šos jonus ievērojamā daudzumā (piemēram, ražošanas un saimnieciski sadzīves notekūdeņu noteces pūsmas lejā) Pēc dabas ūdeņu elektrovadītspējas lieluma var spriest par ūdens mineralizāciju ar iepriekš noteikto sakarību palīdzību. Īpatnējā elektrovadītspēja ir antropogēnas ietekmes piemērots summārais indikatora rādītājs. (Zenins u.c., 1988).

Upju ūdeņos un saldūdens ezeru ūdeņos **hlorīdu** saturs mainās no viena miligrama daļas līdz desmit, simts, bet dažreiz tūkstoš miligramu uz vienu litru ūdens. Jūras un pazemes ūdeņos hlorīdu saturs ir ievērojami lielāks – līdz pat šķīdumu un sālsūdeņu pārsātinājumam. Virszemes ūdeņos hlorīdu koncentrācija pakļauta ievērojamam sezonālām svārstībām, kura variējas ar ūdens kopējās mineralizācijas izmaiņām. Hlorīdu ievērojams daudzums nonāk ūdenī maiņas rezultātā ar okeānu caur atmosfēru, atmosfēras nokrišņu mijiedarbības rezultātā ar augsnēm, īpaši sasāļotām, kā arī vulkāniskos izmešos. Lielāko nozīmi iegūst ražošanas un saimnieciski sadzīves notekūdeņi.

Hlorīdu koncentrācija un to svārstības, tai skaitā diennakšu, var kalpot par vienu no ūdenstilpnes piesārņojuma kritērijiem ar saimnieciski sadzīves notekūdeņiem (Zenins u.c., 1988).

Dabas ūdeņos **sulfāta** koncentrācija atrodas plašās robežās. Upju ūdeņos un saldūdens ezeru ūdeņos sulfātu saturs mainās no 5-10 mg/dm<sup>3</sup> līdz 60 mg/dm<sup>3</sup>, lietusūdeņos – no 1 mg/dm<sup>3</sup> līdz 10 mg/dm<sup>3</sup>. Pazemes ūdeņos sulfātu saturs bieži vien sasniedz ievērojami lielākus lielumus. Virszemes ūdeņos sulfātu koncentrācija pakļauta ievērojamām sezonālām svārstībām un parasti variējas ar ūdens kopējās mineralizācijas izmaiņām. Par sulfātu režīma noteicošo svarīgāko faktoru skaitās mainīgas attiecības starp virszemes un pazemes noteci. Ievērojamu ietekmi izrāda redoksprocesi, bioloģiskais stāvoklis ūdens objektā un cilvēka saimniecības darbība (*Zenins u.c., 1988*).

Sulfāti veidojas ne tikai tos saturošo iežu (ģipsis, mirabilīts un anhidrīts) dēdēšanas un izšķīšanas rezultātā, bet arī, oksidējoties sulfīdiem un sērūdeņradim. Nozīmīgs sulfātjonu avots dabas ūdeņos ir antropogēni emitēto sēra savienojumu nokļūšana ūdeņos, vispirms ar nokrišņiem, kā arī virszemes noteces veidā. Savukārt atmosfērā sēra savienojumi nokļūst sēra dioksīda veidā, kura avots ir fosilajā kurināmajā (akmeņogles, nafta, kūdra) esošo sēra savienojumu oksidēšanās. Atmosfērā SO<sub>2</sub> viegli oksidējas, veidojot sulfātus un sērskābi, kā rezultātā atmosfēras nokrišņu saturā var pieaugt sulfātjonu saturs un pH - pazemināties (*Kalviņš, 2004*).

Dabas ūdeņos **amonija** jonu koncentrācija mainās intervālā no 10 mkg/l līdz 20 mkg/l pārrēķina uz slāpekli. Nepiesārņotos virszemes ūdeņos amonija jonu klātbūtne saistīta, galvenokārt ar olbaltumvielu bioķīmiskās degradācijas procesiem. Amonija jonu iekļūšanas pamatavoti ir lopkopības fermas, saimnieciski sadzīves notekūdeņi, virszemes noteces no lauksaimniecības lietojamplatības amoniju mēslojumu izmantošanas gadījumā, kā arī pārtikas uzņēmumu, ķīmiskā koksa, meža ķīmiskās un ķīmiskās rūpniecības notekūdeņi. Amonija jonu paaugstināta koncentrācija var tikt izmantota kā indikatora rādītājs, kurš atspoguļo ūdens objekta sanitārā stāvokļa pasliktināšanos, virszemes un pazemes ūdeņu piesārņojuma procesu, pirmkārt, ar sadzīves un lauksaimniecības notekūdeņiem (*Nikanorova, 1988*).

Amonjaks (amonija joni) veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskajām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr biežāk tā satura līmeņus nosaka organisku atkritumu (vircas, notekūdeņu, ekskrementu), sadzīves un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs. Sadaloties organiskajām vielām, kā starpprodukti veidojas relatīvi daudz dažādu slāpekļa savienojumu, tomēr to akumulācija ūdeņos nenotiek tā kā bioloģiskā stabilitāte ir zema. Atkarībā no vides pH amonjaks ūdens vidē pastāv kā NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

jons (tipiski ja ūdens  $\text{pH} < 7$ ) vai nedisociēts  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Amonija joni ir toksiski, īpaši ņemot vērā to iedarbību uz zivīm. Amonija joni sorbējas uz suspendētām daļiņām ūdens vidē, bet purvu ūdeņos tie var būt saistīti humusvielu skābju sāļu veidā. Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir ievērojami atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos un līdz ar to amonija jonu koncentrāciju ievērojami ietekmē sezonālie procesi. Tipiski vasaras sezonā notiek to intensīva akumulācija, bet ziemas laikā to koncentrācijas ūdeņos pieaug (*Kļaviņš, 2004*).

Slāpekļis pazemes ūdeņos var veidot četrus neorganiskos savienojumus ar dažādu valenci – amoniju (-3), amonjaku (0), nitrītus (+3) un nitrātus (+5). Reālos pazemes ūdeņu  $\text{pH} - \text{Eh}$  apstākļos amonjaka un nitrītu koncentrācijas ir niecīgas. Amonijs un nitrāti dabīgo vai antropogēno iemeslu dēļ var pārsniegt pieļaujāmu normu, tomēr ne vienā un tai pašā paraugā, jo šīm vielām ir atšķirīgi  $\text{pH} - \text{Eh}$  migrācijas laukumi (*Levina N., Levins I., 2003. g.*).

Nepiesārņotos pazemes ūdeņos **nitrātu jonu** saturs vienā ūdens litrā parasti ir viena miligramma simtdaļa vai desmitdaļa, retāk daži miligrami. Nitrātu piesārņojumam visvairāk pakļauti pazemes ūdens horizonti, nekā virszemes ūdenstilpnes (tāpēc ka tajās nav nitrātu patērētājus). Nitrātu jonu klātbūtni dabas ūdeņos izraisa:

- a) amoniju jonu nitrifikācijas procesi skābekļa klātbūtnē nitrificējošo baktēriju iedarbībā;
- b) atmosfēras nokrišņi, kuri absorbē atmosfēras elektriskās izlādēs izveidojušos slāpekļa oksīdus (atmosfēras nokrišņos nitrātu koncentrācija sasniedz  $0.9 - 1 \text{ mg/dm}^3$ );
- c) rūpniecības un saimnieciski sadzīves notekūdeņi;
- d) lauksaimniecības lietojamplatību notece un notekūdeņi no apūdeņošanas laukiem, kuros tiek izmatoti slāpekļa mēslojumi (*Zenins u.c., 1988*).

Nitrīti ir starpstadija amonija oksidēšanās bakterioloģisko procesu ķēdē līdz nitrātam (nitrifikācija – tikai aerobu apstākļos) un otrādi, nitrātu atjaunošanās līdz slāpeklim un amonjakam (denitifikācija – skābekļa deficītā). Nitrītu paaugstināts saturs parāda uz organisko vielu sadalīšanas procesu pastiprināšanu  $\text{NO}_2^-$  lēnas oksidēšanās apstākļos uz  $\text{NO}_3^-$ , kas liecina par ūdens objekta piesārņošanu, t.i. svarīgs sanitārais radītājs (*Ženišova, 2001*).

Nitrītu sezonālās svārstības raksturojas ar to deficītu ziemā un parādīšanos pavasarī nedzīvo organisko vielu sadalīšanā. Nitrītu vislielākā koncentrācija tiek novērota vasara beigās un to klātbūtne saistīta ar fitoplanktona aktivitāti (tiek noteikta diatomītu un zaļu spēja atjaunot nitrātus līdz nitrītiem). Rudenī nitrītu saturs pazeminās (*Zenins u.c., 1988*).

**Nitrītu, nitrātu un amonjaku koncentrācijas** ir cieši saistītas, jo visas piedalās nitrifikācijas – denitrifikācijas procesos. Amonjaka un nitrītu koncentrācijas pazemināšanās, paaugstinās nitrātu koncentrācija un visumā kopējā slāpekļa saturs ūdenī nemainās. Slāpekļa un nitrītu oksidēšanās notiek bioķīmisko procesu palīdzībā (*Ženisova , 2001*).

Nitrifikāciju var definēt arī kā organisko un neorganisko slāpekļa savienojumu oksidēšanos. Amonija jonu (slāpekļis -III) nitrifikācijas reakcijas norit vairākās starpstadijās, bet to galaprodukts ir nitrātjoni.

Slāpekļa savienojumu avots ūdeņos ir atmosfēras nokrišņi, tieša slāpekļa asimilācija un virszemes notece. Slāpekļa asimilācija notiek  $\text{NO}_3^-$  jonu reducēšanās rezultātā mikroorganismu iedarbībā (denitrifikācija), veidojoties  $\text{N}_2$ , kā arī saistoties nogulumos (*Kļaviņš ,2004*).

Nitrātu koncentrācijas parasti ir daudz zemākas par atbilstošajām normām dzeramajam ūdenim. Vidējais nitrātu slāpekļa saturs visos ūdens horizontos ir analītiski nenosākamais, t.i. ir zemāks par 0,005 mg/l pie norma 11 mg/l. To nosaka, galvenokārt, nevis vāja antropogēnā slodze un laba pazemes ūdeņu aizsargātība, bet denitrifikācijas un nitrātredukcijas procesi, kurus veicina skābekļa trūkums pazemes ūdeņos (*Levina N., Levins I.,2003. g.*)

Mijiedarbības procesā ar dabas ūdeņos saturošām minerālajām un organiskajām vielām veidojas dzelzs savienojumu sarežģīts komplekss, kuri atrodas ūdenī izšķīdinātā, koloidālā un uzduļķotā stāvoklī. Dzelzs neliela koncentrācija (līdz dažiem desmitiem un simtiem miligramiem uz 1  $\text{dm}^3$ ) tiek novērota pazemes, ūdeņos ar pH zemu skaitli (*Filova ,1989*).

Dabisko un attīrīto ūdeņu sarmainība ir to dažu komponentu spēja savienot stipras skābes ekvivalentu daudzumu. Sarmainību veicina vājas skābes (karbonātu, hidrokarbonātu, silikātu, borātu, sulfītu, hidrosulfītu, humīskābes anjonu, fosfātu) anjonu klātbūtne ūdenī, to summu sauc par kopējo sarmainību (*Zenins u.c., 1988*).

## **1.2.2. Gruntsūdeņu atradnes un to ekspluatācija**

- **Pazemes ūdeņu atradņu tipi**

Pazemes ūdeņu tipizācija ir ļoti neviennozīmīgāks jautājums. Latvijā nav kādas konkrētas pazemes ūdeņu atradnes tipizācijas shēmas.

No *Semjonovsa* (1997) piedāvā Latvijā var izdalīt piecas ūdensgūtņu grupas:

1. Ūdensgūtnes, kas ekspluatē dziļi iegulošos ūdens horizontus, kurus pārsedz desmitiem metru biezi ūdensnecaurļaidīgi slāņi (šāda situācija ir raksturīga artēziskajiem baseiniem). Šajos apstākļos depresijas piltuvju rādiusi var sasniegt 50-100 km ar maksimālo ūdens līmeņa pazeminājumu līdz 50 m.

2. Ūdensgūtnes, kas ekspluatē relatīvi seklus ūdens horizontus, kuri ir saistīti ar augstāk iegulošiem ūdens horizontiem caur „hidroloģiskajiem logiem” var caur vāji filtrējošiem iežiem. Kā papildus resursi šeit kalpo resursi no blakus horizontiem. Depresijas piltuvju rādiuss parasti ir 10-30 km, bet ūdens līmeņa pazeminājums ir līdz 10-20 m. Parasti tiek konstatēts ūdens līmeņa pazeminājums arī blakus horizontos.

3. Ūdensgūtnes, kas atrodas upju tuvumā. Šajā gadījumā galvenais pazemes ūdens resursu avots ir virszemes ūdeņi. Šī tipa ūdensgūtņu apkārtņē veidojas nelielas depresijas piltuves ar rādiusu ne lielāku par 0,5 km un dziļumu līdz 10m. Pazemes ūdens resursu izsīkšana varētu ietekmēt upju hidroloģiskā režīma mazūdens periodi.

4. Atsevišķas uzņēmumu vai vasarnīcu ūdensgūtnes. Parasti ūdensgūtne sastāv no viena vai 2-3 urbumiem, kuri ekspluatē pirmo no zemes virsas spiedienūdens horizontu vai arī gruntsūdeņus. Depresijas piltuve nepārsniedz dažus simtus metrus, bet līmeņa pazeminājums - dažus metrus.

5. Atsevišķu māju vai vasarnīcas ūdensgūtnes, kuras ekspluatē galvenokārt gruntsūdeņus vai arī tuvu pie zemes virsmas iegulošos spiedienūdeņus.

*Kovaļevskis* (1986) pazemes ūdeņu atradnes, pēc pazemes ūdeņu ekspluatācijas krājumu veidošanas īpatnībām, iedala šādās pamatgrupās:

- 1) Platformas tipa ūdensgūtnes artēziskajos baseinos;
- 2) Priekškalnes šleifu un izneses konusu starpkalnu ieplakas;
- 3) Upes ielejas;
- 4) Sandru un fluvioglaciālie līdzenumi;
- 5) Smilšu tuksnešu un pustuksnešu masīvi;
- 6) Ierobežoto struktūru un lokalizēto ūdensguves baseinu plaisaini karsta ieži
- 7) Ilggadīgā sasaluma iežu izplatības apgabali

Ūdensgūtnes augstāk minētos tipus savos darbos arī aprakstīja *Plotnikovs* (1985).

Atkarībā no hidrauliskajām īpašībām, pazemes ūdeņi iedalās biežspiediena un spiediena ūdeņos.

*Jodkazis (1980.gads)* atradnes iedalīja divās grupās: spiediena un bezspiediena

**2. tabula. Atradņu tipi.** (*Jodkazis, 1980*)

Grupa	Tips	Paveidi
Bezspiediena	Upmalas zonas nogulumi	Tieši saistīta ar virszemes ūdeņiem
		Daļēji saistīta ar virszemes ūdeņiem
Spiediena	Platformas tipa ūdens horizonti	Neizolēta no piegulošiem ūdens slāņiem un atmosfēras
		Daļēji izolēta no piegulošiem ūdens slāņiem un atmosfēras
		Izolēta no piegulošiem ūdens slāņiem un atmosfēras

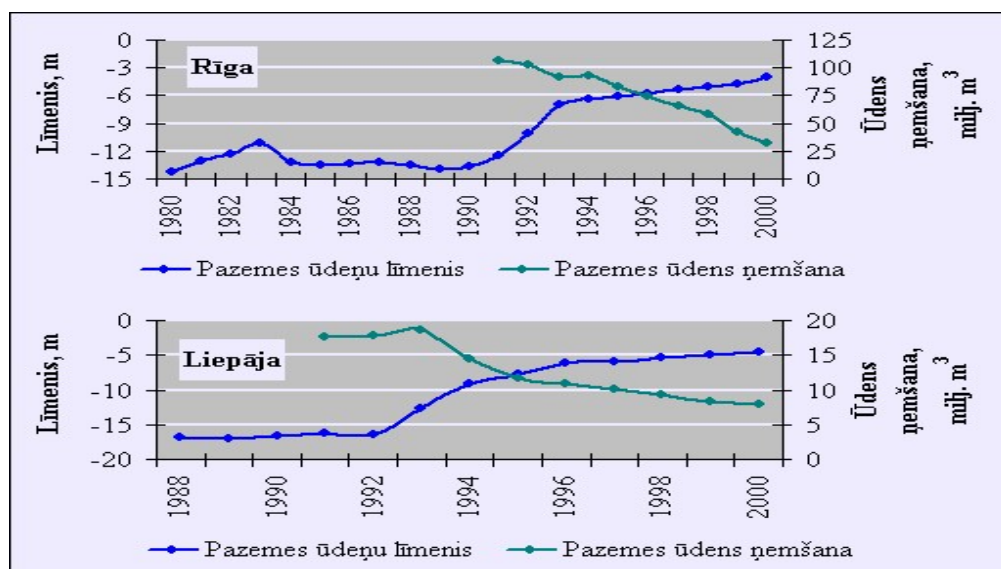
• ***Ekspluatācijas režīmu neievērojošas piemēri***

Latvijā, Liepājas reģionā – Intensīva pazemes ūdeņu izmantošana Liepājas reģionā samērā nelielā teritorijā, izraisīja nevēlamas sekas, un jau 30-tos gados tika konstatētas Mūru-Žagares horizonta ūdens līmeņu un kvalitātes izmaiņas (hlorīdu satura palielināšanās) pilsētas ūdensapgādēs urbumos sākot ar 1961. gadu Arukilas-Amatas ūdens kompleksa ekspluatācijas izraisīja ievērojamu līmeņu krišanos un plašas depresijas piltuves veidošanos minētajā kompleksā. Pazeminājums depresijas centra jau sasniedz 23m (5. attēlā). Tajā pašā laikā Arukilas-Amatas ūdens kompleksa spiediena samazināšanās ir radījusi hidrauliskus priekšnoteikumus mineralizēto ūdeņu ieplūdei no zemāk un augstāk guļošajiem horizontiem uz ekspluatējamā kompleksa vidējo daļu (*Levina N., Levins I., 1995*).

Latvijā, „Lielās Rīgas, reģionā – ilgstoša un intensīvā decentralizēto urbumu izmantošana izsauca Arukilas-Amatas ūdens kompleksa līmeņu pakāpenisku pazemināšanos un depresijas piltuves veidošanos visā pilsētas teritorijā. Kompleksa galvenā, Gaujas pazemes ūdeņu horizonta pjezometriskā līmeņa pazemināšanās sasniedza 2,7 m /dagā Maksimālais pjezometriskā līmeņa pazeminājums tika novērots 1977.1978. gadā - 22,2 m. (5.attēlā) .Šeit visiem aktīvas ūdens apmaiņas zonas horizontiem , ieskaitot kvartāra nogulumu apakšējos slāņus, raksturīgs traucētais pazemes ūdeņu režīms.”Lielās Rīgas” depresijas piltuve rada hidrauliskus priekšnoteikumus sekojošiem Arukilas-Amatas ūdens kompleksam nelabvēlīgiem procesiem:

- a) Dzīlo minerālūdeņu augšupejošās pārteces intensifikācijai

- b) Sulfātūdeņu pārteces intensifikācijai no pārsedzošā Pļaviņu Daugavas kompleksa
- c) Jūras ūdeņu intrūzijai.
- d) Piesārņoto gruntsūdeņu pārtecei (*Levina.N, Levins I.,1995.*)



**5. attēls. Pazemes ūdeņu līmeņa izmaiņas un pazemes ūdens ņemšana Rīgā un Liepājā 1980.-2000.g**

.Avoti: Valsts ģeoloģijas dienests (ūdens līmeņa izmaiņas) un Latvijas Vides aģentūra (ūdens ņemšana)

Itālijas, Katnijas novada, Sicīlijas austrumu apkārtējā teritorijā, alūviņa izcelsmes gruntsūdeņu rūpnieciskās izmantošanas rezultātā kopš 1962.gada izveidojas depresijas piltuve. Tas veicināja gruntsūdeņu līmeņu pazemināšanos par 2 m un ūdens kvalitātes pasliktināšanos. Depresijas piltuves veidošanās iemesls ir ūdens zemas kvalitātes iekļūšana caur apakšējiem „hidrauliskie logi”, kas izraisīja ūdens nesējslāņa piesārņojumu ar hlorīdiem, kuri ir jūras mālu smilšainās lēcās (*Ferrara u.c. , 2004*).

Dienvidslāvenijā, Vojevodino provincē, pazemes ūdeņu intensīvās ekspluatācijas rezultātā ūdens līmenis ekspluatācijas urbemos pazeminājās par 30 m. Sekās jāizstrādā resursu pārvaldības jauna stratēģija (*Borivoje ,1999*).

Ūdensieguves dēļ, gruntsūdeņos dažreiz tiek novēroti atsevišķi nelabvēlīgi hidroķīmiski procesi. Piemēram, ūdensgūtnes „Gauja-eksperimentālā”, atsevišķos urbemos ir konstatēts dzelzs satura pieaugums, bet Kolkā- amonija koncentrāciju palielināšanās. Iemesli kas izsauc šos procesus, šobrīd nav pilnīgi skaidri.

### 1.2.3. Gruntsūdeņu resursu aizsardzība

Ūdensgūtnes rajonos pazemes ūdeņu režīms atšķiras ar augstu dinamiskumu un tiek noteikts ne tikai ar dabiskiem režīma veidojošiem faktoriem, bet galvenokārt ar ūdens ņemšanas režīmu.

Traucētais gruntsūdeņu līmeņa režīms, kā arī to antropogēnas ķīmiskā sastāva izmaiņas novērojamas tikai lokālos iecirkņos. (pilsētu teritorijās, ūdensgūtnēs, izgāztuvēs)

Pazemes ūdeņu izsīkšanas procesi ir dažādi, un tie ir atkarīgi no ieguves apjomiem un hidroģeoloģiskajiem apstākļiem.

Ļoti būtiski nelabvēlīga blakus iedarbība pazemes ūdeņu ekspluatācijas krājumu izsīkšanas procesā ir pazemes ūdeņu kvalitātes pasliktināšanās, kas veidojas:

- mineralizēto ūdeņu pieplūdes rezultātā no jūras vai arī no blakus horizontiem caur tektoniskajiem lūzumiem (pirmā ūdensgūtnes grupa)
- mineralizēto ūdeņu pieplūdes rezultātā no jūras vai arī no blakus horizontiem caur „hidroģeoloģiskajiem logiem”, kā arī piesārņoto ūdeņu pieplūde caur „hidroģeoloģiskajiem logiem” (otrā ūdensgūtnes grupa)
- piesārņoto virszemes ūdeņu pieplūdes rezultātā (trešā ūdensgūtnes grupa)
- piesārņoto gruntsūdeņu pieplūde rezultātā no kaimiņteritorijām ( ceturtā un piektā ūdensgūtnes grupa). Šis process ir ļoti būtisks blīvas apbūves rajonos.

Pazemes ūdeņu kvalitātes pasliktināšanās, kā blakus process izsīkšanas procesam notiek tāpēc, ka, veidojoties depresijai, mainās pazemes ūdeņu hidrodinamiskie apstākļi - plūsmas ātrums un blakus horizontu līmeņu attiecības, veicinot vielu migrāciju (transportu).

Tā kā gruntsūdeņi atrodas tuvu zemes virskārtai, tie ir pakļauti piesārņojumam. Gruntsūdeņu sastāvu būtiski ietekmē virszemes ūdeņu - upju, ezeru sastāvs. Tādējādi abu šo hidrosfēras komponentu sastāvs ir cieši saistīts. Tā kā gruntsūdeņi atrodas tuvu zemes virskārtai, tie ir pakļauti piesārņojumam.

Gruntsūdeņi Latvijas lielākajā daļā ir gandrīz neaizsargāti no piesārņošanas. To nosaka, galvenokārt, nelielas aerācijas zonas biezums un šo zonu veidojošie ūdens caurlaidīgie (pārsvarā smilšainie) ieži. Tāpēc piesārņojums viegli infiltrējas gruntsūdeņos, un apkārt katram pastāvīgam piesārņojuma avotam izveidojas oreols, kurā gruntsūdeņu ķīmiskais sastāvs ir krasi atšķirīgs no dabīga.

1991.gadā Zektser (2004), izstrādāja ūdens kvalitātes galveno problēmu pamatraksturojumu globālo skalu. (sk. 3.tabulu).

**3. tabulā. Gruntsūdens kvalitātes galveno problēmu pamatraksturojumi (pēc Zekster, 2004).**

Kvalitātes problēma	Laiks starp cēloņiem un efektiem	Problēmas izplatība
Patogēnas vielas	<1 gads	Lokālā
Organiskais piesārņojums	<1 gads	Lokālā
Sasāļojums	1-10 gadi	Reģionālā
Nitrātu piesārņojums	>10 gadi	Reģionālā
Smagie metāli	<1 līdz >10 gadi	No lokālās līdz globālajai
Pesticīdi un industriālais piesārņojums	1-10 gadi	No lokālās līdz globālajai
Paskābināšana	>10 gadi	Reģionālā
Hidroloģiskā modifikācija (tai skaitā ūdensiegūve)	1-10 gadi	Reģionālā

Ženišova (2001), ieteica gruntsūdens kvalitātes primārus un sekundāros indikatorus.

Viņa dod priekšroku sešiem indikatoriem:

- CO<sub>2</sub>, pH, kurus mērā „in situ”
- HCO<sub>3</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, kuru noteic laboratorijā, trīs no tiem (HCO<sub>3</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>) var būt izmantoti, lai izpētītu vēsturiskās tendences gruntsūdeņu kvalitātes attīstīšanās.

Sekundārie indikatoru:

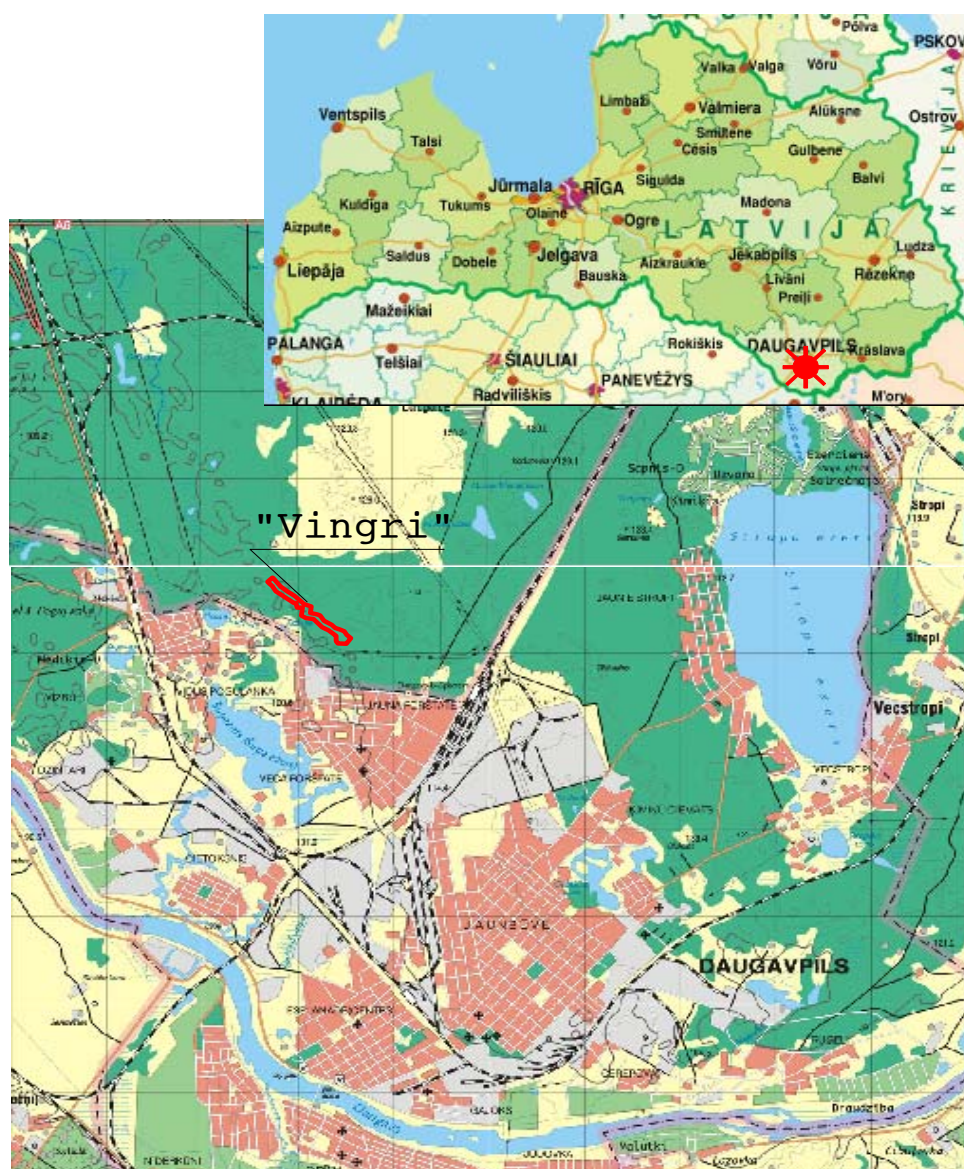
- elektrovadītspēja un Fe -
- nitrāts, kuram ir augsts kustīgums, ir būtisks piesārņojuma indikators.

Citus komponentus (pesticīdus, herbicīdus, mēslojumus) arī var izmantot kā piesārņojuma indikatorus.

Cl un HCO<sub>3</sub> ir mobili indikatoru. Šo trīs indikatoru palielināšanās no organiskās vielas sadalīšanās kalpo par sārņotāja pārvietošanās savlaicīgu brīdinājumu. (Ženišova, 2001). Aerācijas zonai ir svarīga nozīme ekoloģiskajās izmaiņās.

## 2. PĒTĀMĀ OBJEKTA RAKSTUROJUMS

Pazemes ūdensgūtni „Vingri” izmanto Daugavpils pilsētas centralizētai apgādei ar dzeramo ūdeni un tā tika izveidota 1963. gadā. Vingru pazemes ūdensgūtne atrodas 2 km attālumā no Daugavpils uz ziemeļiem, skuju un jaukto koku mežā. Atradnes tuvumā 3 km rādiusā atrodas vairāki ezeri: Šuņu, Plotičkas, Zirgu, Adatiņas, Klusais, Gaišais, kā arī Agatiņas upe (sk.4 pielikumu).



6. attēls. Ūdensgūtnes „Vingri” atrašanās vieta Daugavpils rajonā, Latvijā

(VZD, 2003.g.)

## 2.1. Teritorijas īss fiziogēogrāfisks raksturojums

Teritorijas ģeoloģiskā uzbūve ir vairākkārtīgi pētīta gan vairāku ģeoloģiskās kartēšanas darbu laikā (*Kolokolov, 1961, 1973*), tā arī pašas ūdensgūtnes izveides un turpmāko pētījumu rezultātā. Detalizētu pārskatu par ģeoloģiskās uzbūves īpatnībām tieši šajā iecirknī sniedz (*Kolokolov, 1961, 1973; Levins G., 1968*), un priekšstatu par to sniedz arī 1., 2. un 3. pielikumos pievienotie ģeoloģiskie greizumi.

Apskatāmais iecirknis atrodas Austrumlatvijas zemienes dienviddaļā, Jersikas līdzenumā. Pati Daugavpils pilsēta atrodas Daugavas ielejā un pilnībā ietilpst Daugavas virspalu terasēs (sk. ģeomorfoloģisko karti 1 pielikumā), kuru skaits šeit sasniedz piecas (*Kolokolovs, 1973*). Pētītās ūdensgūtnes iecirknis atrodas uz ceturtās virspalu terases, tas ir absolūtajās augstuma atzīmēs no 93,7 m līdz 116,14 m. Savukārt šeit reljefa pazeminājumos atrodas Šuņu, Adatīņa ezeri un Šuņupe, bet visaugstākās atzīmes saistītas ar kāpu masīviem.

Pati ūdensgūtnes ir izvietota glaciolimnisko nogulumu ūdensslānī, šie nogulumu ir izplatīti visā pētītajā teritorijā. Šis ūdens horizonts ir pirmais no zemes virsmas un to var raksturot kā bezspiediena. No zemes virsmas horizonta statistiskais ūdens līmenis atsegts dažādos dziļumos no 6,0 m līdz 19,0 m.

Svarīgi atzīmēt, ka veiktie pētījumi norāda uz ūdens nesējslāņu nevienādību – tos veido dažāda rupjuma smiltis, atsevišķās vietās ar grants un oļu ieslēgumiem. Tā ģeoloģiskā griezumā augšējā daļā parasti iegūst sīkgraudaina smiltis, kura pārklāj dažāda rupjuma smiltis (vidēji rupja un rupja smiltis), ar granti un oļiem no 6% līdz 23,9%. Šī slāņa biezums mainās no 5,9 m līdz 15,1 m. Zemāk iegūst sīkgraudainas un smalkas smiltis, bet vēl dziļāk iegūst smilšmāli (retāk mālsmiltis un māli). Nereti urbšanas darbos ir ticis konstatēts, ka smilšmāls iegūst vairākās greizuma daļās un dažādos dziļumos no zemes virsmas. Pētītā ūdenshorizonta pamatnē iegūst morēnas mālsmiltis. Šī slāņa biezums ir nepastāvīgs un mainās no 11,2 m līdz 40,6 m no zemes virsmas (*Levins G., 1968*). (Ūdensgūtnes „Vingri” ģeoloģiskais griezumsk. 5. pielikumā)

Gruntsūdens ūdensgūtnes parametri ir tieši pakļauti klimatisko faktoru ietekmei un tādēļ svarīgi ir ņemt vērā, ka klimats Daugavpilī salīdzinājumā ar pārējiem Latvijas novadiem un pilsētām ir ar daudz izteiktākām kontinentāla klimata iezīmēm. Ziemas parasti ir nedaudz aukstākas, un sniega sega izveidojas agrāk, tā ir biežāka nekā citur Latvijā, bet vasaras ir siltākas. Daugavpilī ir reģistrēta viszemākā ( $-43^{\circ}\text{C}$ ) un visaugstākā ( $+36^{\circ}\text{C}$ ) temperatūra Latvijā. Ziemas šeit ir mēreni mīksts, ar biežiem atkušņiem. Gaisa gada vidējā temperatūra ir

5,4<sup>0</sup>C, bet mēneša vidējās temperatūras mainās no 6,7<sup>0</sup>C janvārī līdz 17,7<sup>0</sup>C jūlijā. Gada vidējo nokrišņu daudzums ir 629 mm, bet iztvaikošana no zemes virsmas sastāda 475 mm, atlikušais nokrišņu daudzums tiek tērēts virszemes un pazemes notecei (Kolokolovs,1973). Minēto ilustrē 10. pielikums, kur ir atspoguļots nokrišņu daudzums pētītajā teritorijā 1963.-2005.gadā, t.i. ūdensgūtnes darbības laikā.

Lai noteiktu gruntsūdens kvalitātes izmaiņu no atmosfēras nokrišņiem ir izmantoti Kļaviņa dati (2004.g).

**4. tabula. Atmosfēras nokrišņu ķīmiskais sastāvs, Daugavpilī. (Gaisa kvalitāte Latvijā 2002)**

Koncentrācija, mg/l								
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , -S	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> , -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , -N	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	pH
0,85	0,96	0,64	0,61	0,33	0,33	0,91	0,12	4,69

(Kļaviņš,2004)

Sakarā ar to, ka dotajā rajonā gruntsūdeņu sastāvu var ietekmēt virszemes ūdeņi, maģistra darbā minēti Lielā Stropu ezera ūdens kvalitātes raksturojumi, kurš atrodas uz ziemeļaustrumiem no pētāmās ūdensgūtnes. Gruntsūdeņu plūsmas virziens ir no ezera ūdensgūtnes virzienā.

**5. tabula. L.Stropu ezera ūdens ķīmiskais sastāvs**

Koncentrācija, mg/l							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , -S	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> , -N	NO <sub>2</sub> , -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , -N	Fe <sup>2+</sup>	pH
1973	34	20	-		-	0,12	-
2000			0,35		<0,05		8,46
2001			0,22		<0,05		8,47
2002			<0,16		<0,05		8,73
2005			0,35	0,006	0,26		7,84

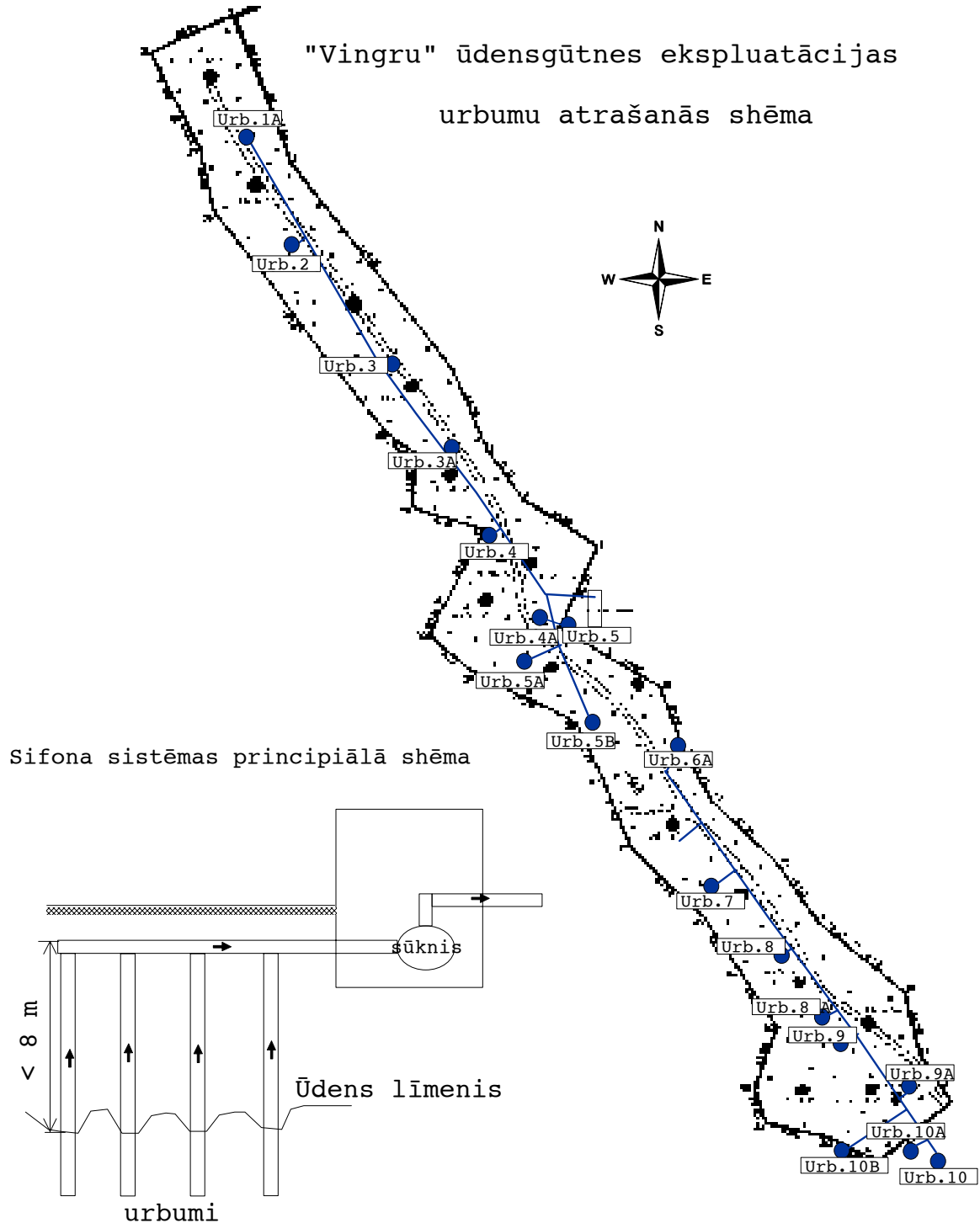
Ezera L.Stropi kvalitāte par 1973.g (Kolokolovs), 2000-2003.g.g (Valsts aģentūras SVA dati)

**2.2. Izveides vēsture**

Ūdensgūtnē urbumi ir izvietoti ārpus pilsētas meža joslā, kur apvidus ir labi aizsargāts no saimnieciskās darbības piesārņojuma.

Ūdensgūtne ir izvietota Daugavas labajā krastā, upes senlejā, kur tā aizpildīta ar dažāda rupjuma smiltīm un grants veidojumiem.

Vingru atradnes izmantošanai ir izurbti 38 urbumi, tai skaitā 18 ekspluatācijas urbumi, kas izvietoti 826 m garā trasē, un papildus vēl 20 novērojumu urbumi.



7. attēls. Ūdensgūtnes ekspluatācijas urbumu atrašanās vieta (pēc SIA „Daugavpils ūdens” materiāliem)

Ekspluatācijas urbumi izvietoti rindā virzienā no dienvidaustrumiem uz ziemeļrietumiem (7. attēls), bet novērošanas urbumu izvietojumu skatīt 4.pielikumā. Tāds urbumu izvietojuma tips sauc par lineāro, norāda, ka urbumi tiek izvietoti rindā.

Ūdensgūtne sastāv no diviem sifoniem. Pirmais sifons apvieno 1A- 5B. urbumus (kopā 9 urbumi), bet otrais apvieno 6A – 10B urbumus (kopā 9 urbumi). Pirmā sifona absolūtā atzīme - 94,74 m; otrā sifona – 96,13 m) (*Kolokolovs, 1973*)

1960.-1963.gada izpētes darbu rezultātā tika konstatēts, ka glaciolimniskas smiltis šeit iegūļ dziļumā no 12m līdz pat 60 m un tās raksturojums ir atbilstošs ūdensapgādes sistēmas izveides vajadzībām. Izpētes gaitā tika noteikts, ka produktīvā slāņa biezums šeit ir 9-48 m (vidēji- 36,5m), ūdens līmenis atrodas 6-19 m no zemes virsas, vidējais filtrācijas koeficients ir 20 m/dnn (*Kolokolovs, 1973*). Tiek atzīmēts, ka ūdens horizonta biezums mainās plašā diapazonā no 12 m līdz 48 m, statistiskie līmeņi ir samērā nemainīgi un nepārsniedz 5-7 m no zemes virspuses un atsevišķu urbumu debiti sasniedz 5-17 l/s. Svarīgs bija arī atzinums, ka ūdens kvalitāte ir augsta un tas ir konstatējams pēc visiem rādītājiem (arī pēc dzelzs satura) un tas kopumā atbilst dzeramā ūdens prasībām.

Vēlāk, jau 1963.gadā ūdensgūtnē „Vingri” tiek akceptēti 15,0 tūkst. m<sup>3</sup>/dnn dzeramā ūdens krājumi, no kuriem joprojām (2005.g.) ik dienas tiek iegūti tikai 10-11 tūkst.m<sup>3</sup>. Atradnes izmantošanas laikā ūdens līmenis ekspluatācijas urbumos ir pazeminājies par 6,2 m un produktīva slāņa vidējais biezums samazinājies līdz 30,3 m, tomēr ūdens ķīmiskais sastāvs joprojām atbilst dzeramā ūdens Valsts standartam (*Krunofal, 1983*).

Ūdens gūtnes papildus pētījumi atsākas 1981 gadā. Veiktie ūdens līmeņa mērījumi ļāva izveidot hidroizohipsu karti, kas turpmāk kalpo par pamatu depresijas piltuves veidošanās novērtēšanai. Tika konstatēts ka piltuvei ir ovāla forma un lielākā depresijas (piltuves) izplatība novērota Vingru ūdensgūtnes ziemeļaustrumu daļā. Šie novērojumi tika interpretēti kā piltuves formas atkarība no ūdens saturošo smilšu slāņa biezuma un to filtrācijas īpašībām (*VGD, 1981*).

### **2.3. Gruntsūdeņu režīms ūdensgūtnē**

Pētītās teritorijas ūdens režīmu *Levins G.* 1960-1962 .gg. raksturo kā upstarpes režīmu (*Kolokolovs, 1973*). Šo veidu gruntsūdeņu režīma dažāds raksturs tiek noteikts ar

robežapstākļu atšķirību, ūdens ietver iežu dažādu litoloģisko sastāvu, gruntsūdeņu ieguluma dziļumu utt.

Ūdensgūtnes apkārtējā teritorija attiecas pie sezonas barošanas režīma tipa, rajonu vāji drenējamo klasi, smilts apakšklasi.

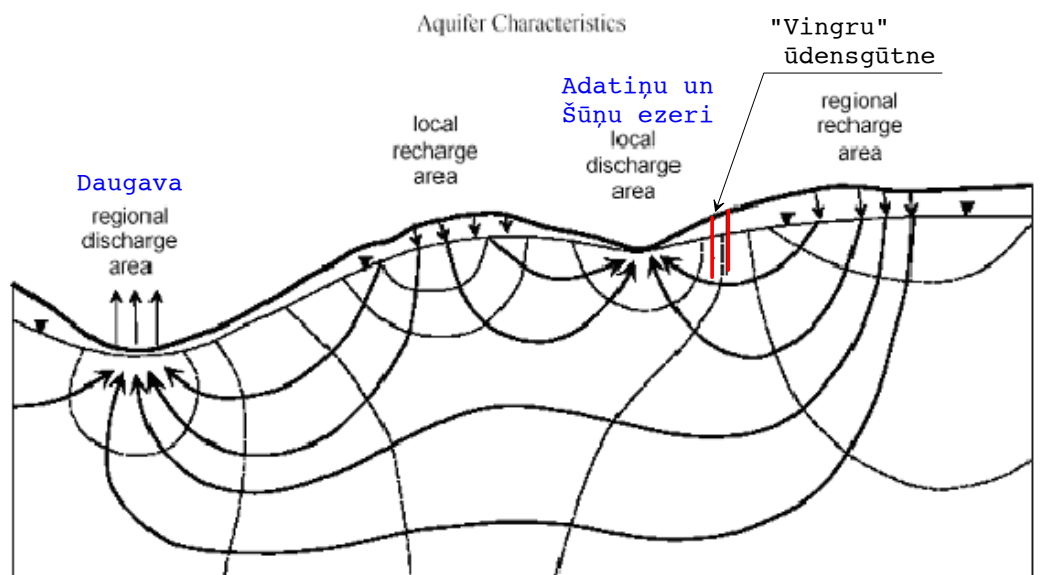
Teritorijai raksturīgs starpupes režīma veids, ar diviem paveidiem:

- I. Ar aerācijas zonas biezumu 0,5-4,0 m;
- II. Ar aerācijas zonas biezumu > 4,0 m.

Pirmā paveida gruntsūdeņu režīms ir tieši saistīts ar zemes virsmu. Jo aerācijas zonas lielums ir mazāks, jo pakāpes saite ir lielāka. Gruntsūdeņu līmeņu svārstības saistītas ar atmosfēras nokrišņu izkrišanas režīmu un temperatūras izmaiņām (iztvaikošanu).

Otrā paveida gruntsūdeņu režīmam ir raksturīga vāja saite, kā arī saites trūkums ar zemes virsmu. Dažādos punktos nokrišņu intensīva izkrišana, vai sniega kušana, neietekmē ūdens līmeņus urbumos. Ūdens līmeņa lēna pazemināšanās rajonā, saistīta ar kopējo nokrišņu normas pazeminājumu novērošanas gadā (Kolokolovs, 1973).

Režīma upstarpes (vai ūdensšķirtņu) veids raksturojas ar gruntsūdeņu līmeņu svārstību ciešo saiti ar atmosfēras nokrišņiem. Upstarpes telpas gruntsūdeņu režīma veidošanas apstākļi var būt shematizēti kā „neierobežots slānis”.



8. attēls. „Vingru” ūdens horizonta papildināšanas jeb barošanas shēma (O.Puriņa)

### 3. PĒTĪJUMA MATERIĀLI UN METODES

Lai sasniegtu izvirzīto darba mērķi tika ievērota šāda darbu organizācija

- Tika apzināti literatūras un dažādu pētījumu rezultāti par pazemes ūdeņu režīmu un sastāvu līdzīgos apstākļos;
- Ievākti, izvērtēti, apkopoti un analizēti pieejamie agrāk veiktie pētījumi par ūdensgūtnes „Vingri” darbību;
- Savākti, izvērtēti, apkopoti un analizēti LVĢMA un uzņēmuma „Daugavpils ūdens” materiāli un monitoringa dati par sekojošiem parametriem:
  - o Ūdensgūtnes „Vingri” ūdens ieguvei par 1963.-2004.g.g
  - o Ūdensgūtnes „Vingri” ūdens līmeņi novērošanas un ekspluatācijas urbumos, kā arī pjezometros par 1976.-2004.g.g.
  - o Ūdensgūtnes „Vingri” ūdens ķīmiskais sastāvs par 1962.-2005.g.g.
  - o Atmosfēras nokrišņu daudzumu Daugavpilī par 1963.-2004.g.g.
- Dati tika sistematizēti pa gadiem, ja bija iespējams, pa mēnešiem, un salīdzināti ar primāriem.
- Izstrādāti veikto pētījumu atbilstošus secinājumus

Teksta noformējumam tika izmantota Microsoft Word programma, tabulu un grafiku noformēšanai - EXCEL programma, rasējumu zīmēšanai - SURFER programma.

#### **3.1. Novērojumu dati**

##### **3.1.1. Ūdens ieguves kvantitātes dati**

Lai konstatētu līdzīgu parādību un to novērtētu pētītajā teritorijā no ūdens horizonta atsūkņejamā ūdens daudzuma noteikšanai tika izmantoti Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (bijušā Valsts Ģeoloģijas dienesta) un, daļēji, uzņēmuma „Daugavpils ūdens” novērojumu atskaišu un kopsavilkumu dati. Ūdens ieguves dati par 1963. -1976. gadu tika

dabūti no agrāk veiktiem pētījuma darbiem. Tika savākti dati par ūdens ieguvī no ekspluatācijas urbumiem ūdensgūtnes ekspluatācijas periodā no 1963.gada līdz 2005.gadam.

Ūdens daudzuma mērījumu veic ūdensgūtnes „Vingri” īpašnieks (uzņēmums „Daugavpils ūdens”), kurš balstoties uz ūdensmērītāju rādītājiem.

Dati iepriekšēji tika izvērtēti un analizēti lai izvairītos no rupjām kļūdām. Šie dati pēc to novērtējuma un analīzes tika izmantoti turpmākajā pētījumā un tie ir atspoguļoti 1.pielikumā.

Diemžēl, laika periodā no 1968.gada līdz 1975.gadam un no 1992.gada līdz 1994.gadam ūdens patēriņa dati nav saglabājušies, bet par laika posmu no 1966.gada līdz 1967.gadam un no 1995.gada līdz 1997.gadam ir saglabājušies tikai gada summārā patēriņa dati. Pārējie dati ir ievākti, novērtēti un analizēti ievērojami detalizētāki – pa gadiem un mēnešiem. Lai nepieciešamajai analīzei varētu piemērot noteiktas vērtības, tās iztrūkstošie lielumi tika ģenerēti kā vidējie lielumi interpolējot kā aritmētisko vidējo starp diviem zināmajiem lielumiem.

### ***3.1.2.Gruntsūdeņu līmeņu dati***

Šīm mērķiem tika apkopoti Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (bijušā Valsts Ģeoloģijas dienesta) un, daļēji, uzņēmuma „Daugavpils ūdens” novērojumu atskaišu un kopsavilkumu dati. Ūdens līmeņu mērījumi veic uzņēmuma „Daugavpils ūdens” darbinieki, ar ūdens līmeņu ruletes palīdzību.

Darbā tika izmantoti ūdens līmeņa mērījumi:

- Novērošanas urbumos (20 punktos) , kuri atrodas ūdensgūtnes ķīmiskās zonas teritorijā
- Ekspluatācijas urbumos(18 punktos)
- Pjezometros (18 punktos) kuri atrodas 0,6 – 2,0 metru attāluma no ekspluatācijas urbumiem

Urbumu izvietojuma vietas ir parādītas 4.pielikumā.

Lai novērtētu raksturīgos gruntsūdeņu svārstību periodus, no esošiem datiem tika izvēlēti ūdens līmeņa svārstības gada raksturojošie periodi: pirms pavasara kritums – februāris; pavasara kāpums – aprīlis; vasaras un rudens kritums – augusts; rudens un ziemas kāpums – novembris.

Sakarā ar to, ka dabūtie dati tika atspoguļoti dažādā veidā (gan absolūtās, gan relatīvās atzīmēs), tie tika pievadīti vienīgai sistēmai.

Dati iepriekšēji tika izvērtēti un analizēti lai izvairītos no rupjām kļūdām.

Gruntsūdeņu līmeņu mērījumu dati atspoguļoti 7. un 8.pielikumos. Kādu mērījumu datu trūkumu var izskaidrot ar to, ka šajā laikā mērījumi netika veikti vai to dati nesaglabājās

### **3.1.3. Gruntsūdens kvalitātes dati**

Ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņas noteikšanai tika analizētas gan atsevišķo jaunierīkoto urbumu pasu dati (1962-1986 g), gan agrāk veikto pētījuma darbu dati (*VĢD, 1981*), gan „Daugavpils ūdens” uzņēmuma laboratorijas dati (sākot no 1989.gada līdz 2005.g.)

Laika periodā no 1962.gada līdz 1998.gadam tika savākti epizodiskie dati pēc ierīkojamo ekspluatācijas urbumu pasēm, kā vidējie radītāji par gadu:

1962.gads (urbumi Nr.Nr.5,10);

1967.gads (urbums Nr.4);

1970.gads (urbums Nr.5b);

1976.gads (urbumi Nr.Nr.1a, 2a, 3a)

1979.gadu (urbums Nr.6)

1980.gadu (urbumi Nr.8,7);

1981.gadu (novērošanas urbumi 12.gb.)

par 1986.gadu (urbumi Nr.8a, 10b).

Sākot no 1998g. līdz 2005.g. - ūdensgūtnes vidējie dati par gadu.

Dati par gruntsūdens ķīmisko sastāvu atspoguļoti 11.pielikumā

## **3.2. PĒTĪJUMA METODIKA**

Ka jau tas tika minēts iepriekšējās nodaļās (skatīt. 2.) „Vingru” ūdensgūtne tika izveidota pirms nedaudz vairāk kā 40 gadiem un tā ir nepārtraukti ir tikusi ekspluatēta visā šajā lai periodā. Līdz ar to pētījuma ir pieejami dati un dažādi apskati par ūdensgūtnes ekspluatācijas gaitu, kā arī tās izveidi, iegūtā ūdens kvalitāti un citiem parametriem. Diemžēl ļoti ievērojama sākotnējo ģeoloģisko un it īpaši hidroģeoloģisko pētījumu daļa nav saglabājusies un ir pieejami tikai atsevišķi to fragmenti. Tas pats attiecināms arī uz iegūtā ūdens kvalitāti un atsevišķiem analizētiem komponentiem ir atzīmējami nozīmīgi datu iztrūkumi. Ir jāņem vērā,

ka nevienā no organizācijām vai iestādēm iepriekšēji minētie dati netiek uzglabāti kopumā vai pietiekoši pilnīgi un iepriekšējos gados veikto pētījumu un novērojumu datu ievākšana konkrētās ūdensgūtnes gadījumā ir ļoti darbietilpīgs process.

Tādējādi no maģistra darba realizācijas viedokļa kā pirmais un viens no svarīgākiem posmiem bija līdzšinēji veikto pētījumu un novērojumu datu turētāju apzināšana un šo datu ievākšana. Kā svarīgākais datu turētājs bija SIA “Daugavpils ūdens”, Daugavpils pilsētas pašvaldība (bijušās Komunālās pārvaldes arhīvs), Daugavpils Reģionāla vides pārvalde, Vides veselības aģentūras Daugavpils nodaļa, Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras Valsts Ģeoloģijas fondi, kā arī vairāku to kompāniju arhīvi, kas pētījumus šeit ir veikušas pēdējo 15 gadu laikā.

Ievāktie materiāli, dati un atsevišķas ziņas tika apkopotas un novērtētas no to ticamības, pilnīguma kā arī noderības iecerētā pētījuma realizācijā. Šāda apkopojuma sagatavošana bija ne tikai kā nepieciešamas datu apkopošanas solis, bet arī skaidri norādīja uz visai ierobežotām iespējām vairākus ļoti svarīgus hidroģeoloģiskus parametrus un rādītājus analizēt maģistra darba ietvaros. Par tādiem tika atzīti tādi kā filtrācijas, caurplūdes, līmeņvadāmības un ūdens atdeves koeficienti, porainība, atsevišķu urbumu debiti un īpatnējie debiti, jo to raksturojumi ir iespējami tikai balstoties uz ļoti vienkāršotiem analīžu datiem, kas veikti pirms 30 vai 40 gadiem un tie mūsdienu skatījumā ir nepietiekoši zinātniskiem pētījumiem. Rezultātā par vienīgo pazemes ūdeņu raksturojošo parametru turpmākai analīzei tika noteikts gruntsūdens līmenis un tā izmaiņas.

Ievāktie novērojumu dati par gruntsūdens līmeni pēc savas kvalitātes ir visai atšķirīgi un tie raksturo gan konkrēto urbumu izveides laiku (urbumu pasēs iekļautā informācija), līmeņi, kas raksturo urbumu remonta un tehniskās apkopes periodus, kā arī līmeņi to ekspluatācijas gaitā. Tie ir tikuši veikti 40 gadu laikā ar dažādu kvalitāti un regularitāti, diemžēl ne visi novērojumi ir saglabājušies un pieejami nereti ir tikai vidējie rādītāji par kādu laika posmu. Šo datu kvalitātes un izmantošanas lietderības novērtēšanā tika veiktas konsultācijas ar SIA “Daugavpils ūdens” speciālistiem, kas šo darbu tehniski ir veikuši un nereti sniedza papildus ziņas par specifiskiem vai ārkārtas mērīšanas apstākļiem, Daugavpils Reģionālas vides pārvaldes hidroģeologu E. Iljinu, kā arī N. Levinu, G. Agarkovu, A. Dēļiņu un citiem.

Gada svārstību amplitūdas aprēķinam tika izmantota *Bidenbauma (1969)* ieteiktā metode, tā saucamais „3  $\sigma$ ” likums. Tā ir pazīstama metode inženierpraksē un matemātiskā statistikā, kura ļauj izvairīties no „nejaušiem” rezultātiem.

Šī metode paredz, ka 95% no visiem lielumiem atrodas noteikto parametru robežās. Visus pārējos parametrus, kuri atrodas aiz robežas, var apskatīt par nejaušiem, neraksturīgiem.

Priekš tā jānoteic pazemes ūdeņu līmeņu svārstību ilggadējā vidējā amplitūda, kā arī jānoteic tās vidējā kvadrātiskā novirze ( $\sigma$ ).

(1)

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^h (H_i - H)^2}{n-1}}$$

Kur,  $\sigma$  – vidējā kvadrātiskā novirze;

$H_i$  - visu atsevišķu novērojumu vērtību summa;

$H$  - svārstību ilggadējā vidējā;

$n-1$  - novērojumu skaits (ja  $n < 30$ , tad  $n$  vietā tiek pieņemts  $n-1$ )

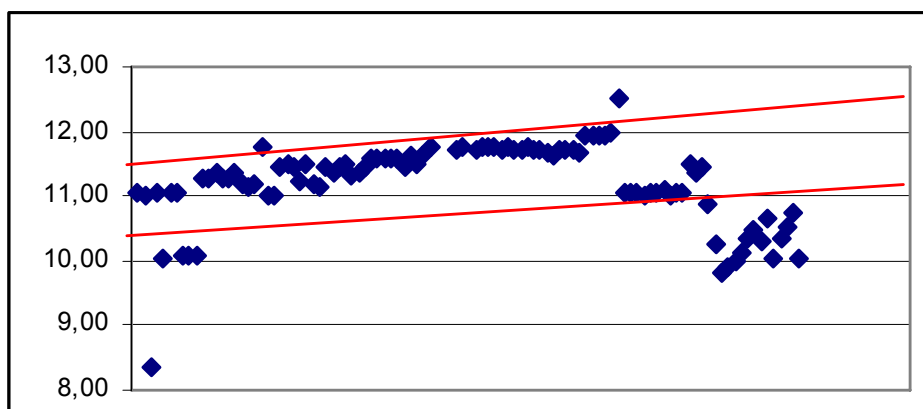
Tiek konstatēts, ka 95% no visiem lielumiem atrodas  $\pm 1,96\sigma$  robežās.

Diemžēl līdzīgi konstatējumi tika izdarīti arī attiecībā uz vairākiem tradicionāliem dzeramā ūdens kvalitāti raksturojošiem lielumiem, kuru datu pilnīgums, kā arī kvalitātes nav viennozīmīgi vērtējami. Lai ierobežotu iespējamās kļūdas šādos vērtējumos maģistra darba autore konsultējās ar pieredzējušiem laboratoriju speciālistiem un hidroģeologiem SIA “Daugavpils ūdens” laboratorijā (N. Zaiceva), SIA “ Vides audits” laboratorijā (N. Gorbunova), Daugavpils Reģionālas vides pārvaldē (V. Cverkoviča), Vides veselības aģentūras Daugavpils nodaļā un Pārtikas un veterinārā dienesta laboratorijā (V. Bartkevičs), SIA „Balt Ost Geo” laboratorijā (A. Balode), Rīgas Tehniskās universitātes Būvniecības fakultātē (asoc. prof. T. Juhna) un citiem. Rezultātā tika nodalīti tie ūdens ķīmiskā sastāva rādītāji, kas var tikt izmantoti turpmākajam izvērtējumam un analīzei.

Iegūtā ūdens daudzumu dati pēc to savākšanas tika vērtēti, jo ievērojama to daļa bija izteikti pretrunīga, daļa – vienkārši kļūdaina. Šo darbu maģistra pētījuma autore veica

konsultējoties ar SIA “Daugavpils ūdens” Ūdensgūtnes stacijas vadītāju K. Kapustu, S. Seļicki, kā arī V.Cvirkoviču, N.Levinu un citiem pieredzes bagātiem un ziņošiem speciālistiem.

Nākošajā pētījumu posmā tika par derīgiem atzīto datu tālākā analīze un novērtējums. Attiecībā uz līmeņu rādītājiem šāda analīze tika veikta balstoties uz MS Excel tabulā ievadītiem datiem aprēķinot standarta matemātisko statistikas rādītājus, kas ļāva nodalīt vairākus maziespējamus, vai kļūdainus lielumus (līmeņu skaitliskās vērtības). Šādas analīzes piemērs ir atspoguļots sekojošā 9. attēlā un tas norāda kā tika veikta datu kvalitātes sekundārā pārbaude.



**9. attēls. Grafiks – kļūdu nodalīšana**

Ievērojami sarežģītāka procedūra bija jāpiemēro ķīmiskā sastāva elementu novērtēšanā, kur papildus šādām matemātiskām darbībām nācās ņemt vērā, ka visā apskatāmajā laika posmā mainījušies vairākkārtīgi ir arī standartos noteiktie analīžu veikšanas nosacījumi un apstākļi. Šādu datu analīzi nav iespējams veikt ar statistiskām metodēm un tādēļ autore sistemātiski iepazīnās ar visiem dzeramā ūdens ķīmiskā sastāva analīžu veikšanas standartiem, kas bija spēkā visā pētījumā apskatāmajā periodā (vairāk kā 40 gadu laikā). 6.tabulā minēta ūdens kvalitātes veikto analīžu metodika. Līdz 1998.gadam analīžu rezultātos netika norādīta metodika, ar kuru tika veikta ūdens testēšana, tāpēc tabulā dotas tos laikos izmantotas metodikas (Vissavienības valsts standarts -ГОСТ).

## 6. tabula. Ūdens kvalitātes noteikšanai izmantojamie metodi ( 1962-2005.g.g)

(pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

tie rādītāji	no 1962	Precizitāte	no 2000	Precizitāte
pH			LVS EN ISO 10523	0,05
Hlorīdi	ГОСТ-4245	5 mg/l	LVS ISO 9297	1 mg/l
Nitrāti	ГОСТ – 18826	0,4 mg/l	LVS ISO 7890	0,003 mg/l
Nitrīti	ГОСТ - 4192	0,003 mg/l	LVS ISO 6777	0,001 mg/l
Amonijs	ГОСТ - 4192	0,05 mg/l	LVS ISO 7150	0,002 mg/l
Dzelzs	ГОСТ - 4011	0,05 mg/l	LVS ISO 6332	10%
Sulfāti	ГОСТ 4389-72	2 mg/l	LVS ISO 9280	2 mg/l
Elektrovadītspēja 25°C	Netika veikti		LVS EN ISO 27888	0,12 mk/Sm

Turpmākajā novērtējuma neatsveramu palīdzību sniedza vairāku akreditētu ķīmisko laboratoriju vadītāji ar ļoti ievērojamu praktiskā darba pieredzi tieši pazemes ūdeņu kvalitātes novērtēšanā. Tomēr vairākos jautājumos šo ekspertu viedokļi būtiski atšķīrās. Tā SIA “Daugavpils ūdens” laboratorijas vadītāja N. Zaiceva norāda (intervija 2005. gada 8. novembrī), ka rādītāji ir principiāli ir salīdzināmi, bet pēc akreditācijas 2000. gadā jaunie rezultāti ir korektāki un to nosaka daudz precīzākas analīzes veikšanas procedūras. Tas ir – iegūtie dati ir tieši salīdzināmi savā starpā.

SIA “Vides audits” laboratorijas vadītāja N. Gorbunova (2005. gada 13. martā un 23. martā) uzsver, ka tik ilgstošā laika posmā veiktajās analīzēs var salīdzināt sulfātu koncentrācijas, bet strīdīga ir slāpekļa savienojumu nepastarpināta salīdzināšana- tā ir vērtējama katrā individuālā gadījumā atsevišķi. Bet SIA “AND Resources” laboratorijas vadītājs dr.geogr. M. Lazņiks šādus salīdzinājumu vērtē (2006. gada 28. martā) skeptiski un uzskata, ka būtu uzsākama jaunu novērojumu rinda pēc jaunu metodiku un standartu ieviešanas.

Minētās pārbaudes ņemot vērā speciālistu ieteikumus visai ierobežoja iepriekšējos gados veikto analīžu datu izmantošanu un turpmāk maģistra darbā tika izmantoti tikai tie dati, kuru kvalitāti bija apliecināta.

**7. tabula. Pieejamo un maģistra darbā izmantoto mērijumu un analīzu skaits**

	<b>Ūdens līmeņu novērojumu skaits</b>	<b>Kvalitātes novērojumi (ķīmiskās analīzes)</b>	<b>Ūdensguves tiešo mērijumu skaits</b>
<b>Novērošanas urbumos</b>	<b>886</b>	<b>1</b>	
<b>Pjezometros</b>	<b>1466</b>	<b>0</b>	
<b>Ekspluatācijas urbumos</b>	<b>1460</b>	<b>118</b>	
<b>Urbumos tos izveidojot (pēc urbuma pasēm)</b>	<b>74</b>	<b>124</b>	
<b>Maģistra darba izmanto datu skaits</b>	<b>2561</b>	<b>42</b>	<b>331</b>

Ūdensgūtnē “Vingri” visā tās ekspluatācijas laikā ir tikuši instrumentāli mēriti un fiksēti Ekspluatācijas žurnālā kā 299 ikmēneša ūdensguves novērojumi un 32 ikgadus tiešie mērijumi. šajā pētījuma posmā tika konstatēts, ka visi pārējie ūdensguves rādītāji (ikdienas, kvartāla utml.) ir tikuši matemātiski aprēķināti (atvasināti) no šiem 331 mērijumiem (7.tabula ).

Kopumā turpmākajiem pētījumiem tika nodalīti kā izmantojami par ūdesguvi pamata dati laika posmam no 1962.g. līdz 2004. gadam, par ūdens līmeņiem laika posmā no 1976.g. līdz 2004. gadam, bet par ūdens ķīmisko sastāvu laika posmam no 1972.g. līdz 2004. gadam.

Aprakstītā pieeja ļāva nodalīt datus ar augstāku ticamību, precīzākos un kuru kvalitāti apstiprināja speciālisti, kas tādējādi ļāva ar tiem veikt pētījumus, kas bija paredzēti maģistra darba mērķa sasniegšanai. Turpmākās darbības ar nodalītajiem datiem un to interpretācija detalizēti ir apskatīti 4. nodaļā.

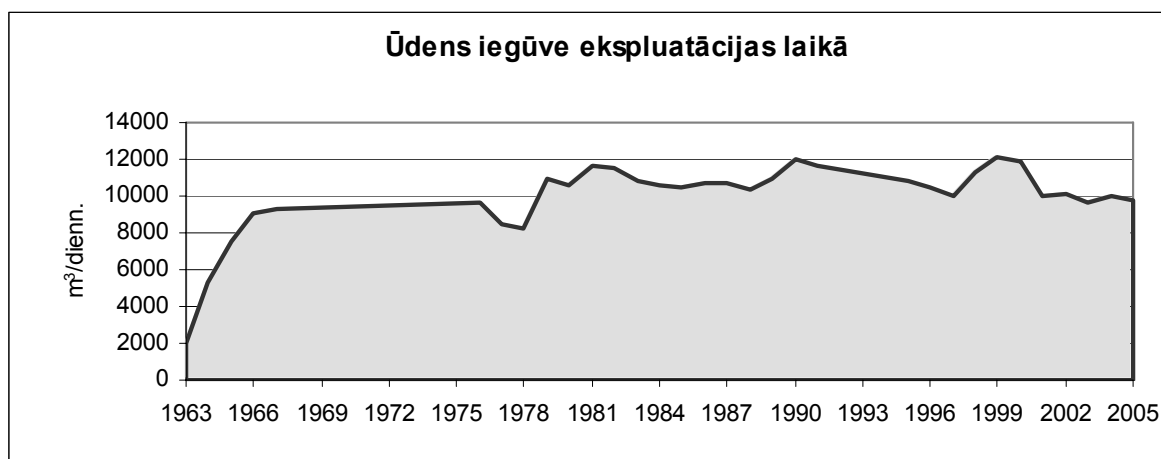
## 4. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN TO APSPIEŠANA

### 4.1. Ūdensgūtnes „Vingri” darbība

“Vingru” ūdensgūtnes rajonos pazemes ūdeņu režīms atšķiras ar augstu dinamiskumu un to nosaka ne tikai dabiskie režīma veidojošie faktori, bet galvenokārt ūdens ņemšanas režīms. Savukārt, ūdens ņemšana dažādu iemeslu dēļ var būt nevienmērīga un tā rezultātā ietekmju summārais efekts ne vienmēr ir vienāds.

Ūdensgūtnes ekspluatācijas sākumā, 1963.gadā, šeit tika ekspluatēti 4 urbumi, bet 1967.gadā tika pieslēgti papildus vēl 12 urbumi, jo ūdens ieguve pakāpeniski palielinājās. Kopš 1967.gada līdz šodienai ūdensgūtne darbojas ar pastāvīgu urbumu daudzumu – 16 urbumi.

Ūdens ņemšanas daudzums no ekspluatējamā ūdens horizonta ekspluatācijas gaitā 1963.-2005.g.g. tika novērtēts balstoties uz 1. pielikumā ievietotiem datiem un ir atspoguļots 10.attēlā.



**10. attēls.** Ūdens ieguves daudzumi ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā

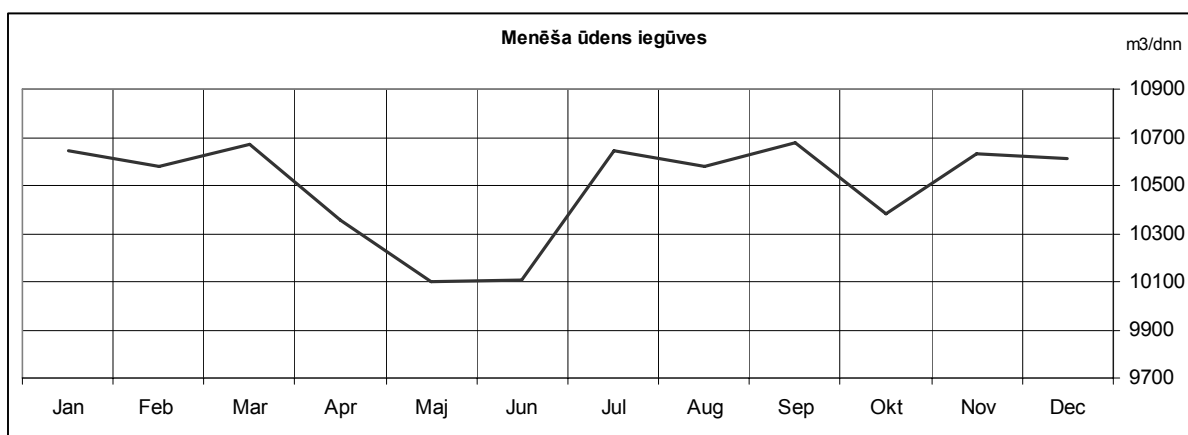
(pēc O. Puriņas apkopotiem datiem un aprēķiniem)

Attēlā atspoguļotā līkne norāda, ka kopš 1966. gada līdz pat mūsdienām ūdens patēriņš Daugavpilī ir salīdzinoši stabils un “Vingru” ūdensgūtne nodrošina 9,5-12 tūkst. m<sup>3</sup>/dnn ūdenspadevi.

Minētie dati autoriem ļauj veikt summāros aprēķinus, kuri norāda, ka Vingru ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā, 1963.-2005.gadā tika iegūts 155,7 mlj.m<sup>3</sup> ūdens, vidēji – 10562 m<sup>3</sup>/dnn. Ūdensgūtnes apstiprinātie ekspluatācijas krājumi ir 11600 m<sup>3</sup>/dnn, tas nozīmē ka ūdensgūtnē strādā uz 91%.

Maģistra darba pētījuma vajadzībām tika sagatavots arī mēneša vidējā patēriņa grafiks ilggadīgus novērojumu periodos (11. attēls). (vidēji mēneša ūdens ieguves dati aprēķināti un atspoguļoti 1.pielikumā )

**9.attēls**



**11. attēlā. Mēneša vidējā patēriņa grafiks. Novērojumi visā ūdensgūtnes ekspluatācijas periodā (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem un aprēķiniem)**

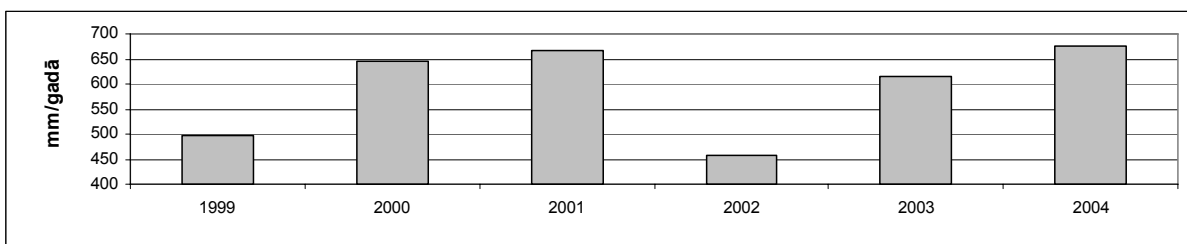
Iegūtais grafiks norāda, ka gada laikā ūdens patēriņa režīms ir nevienmērīgs. Kritums visbiežāk ir novērots maijā un jūnijā, bet vasaras periodā ūdens patēriņa krišanu var skaidrot ar patērētāju dzīves veidu (atvaļinājumu, vasarnīcu un ceļojumu laiks).

#### **4.2. Gruntsūdens līmeņa izmaiņas**

Lai noteiktu ūdens līmeņa atkarību no izkritušiem atmosfēras nokrišņiem un no ūdens ieguves daudzuma, zemāk tika piedāvāti to lielumu grafiki. ( sk. 12.,13. 14 attēlu)

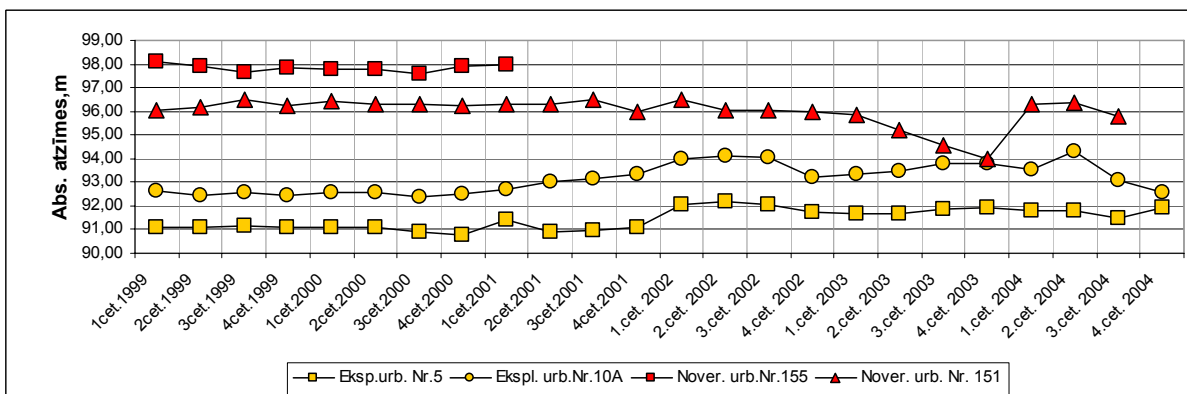
Attēlos minēti ūdens līmeņu svārstības divos novērojumu urbemos un divos ekspluatācijas urbemos, kā arī ūdensgūtnes debīts un izkritušo nokrišņu daudzums laika periodā no 1999.gada līdz 2004.gadam. Priekš tā tika izvēlēti divi novērojumu urbumi Nr. 155 un Nr. 151, kuri atrodas vistālāk no ūdensgūtnes centra. No ekspluatācijas urbemu

pjezometriem tika izvēlēti divi raksturīgākie urbumi: viens urbums Nr.5 p – ūdensgūtnes centrā un otrais urbums Nr.10A p – ūdensgūtnes malā.

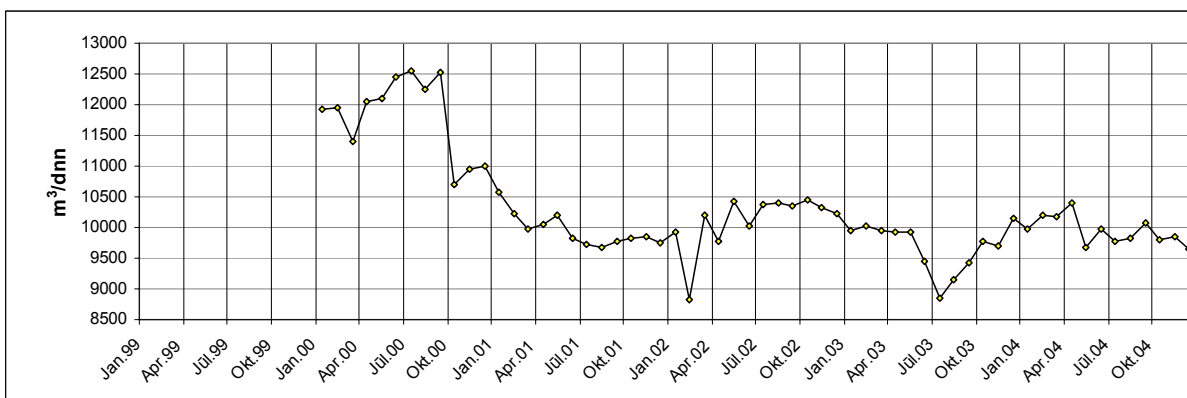


### 12. attēls. Atmosfēras nokrišņu gada vidējais daudzums 1999.-2004.g.g

(pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)



### 13. attēls. Gruntsūdens līmenis urbemos. 1999.-2004. g.g. (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)



### 14. attēls. Ūdens ieguve Vingru ūdensgūtnē 1999-2004.g.g. (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

Ūdens līmeņi pjezometros ir tieši saistīti ar ūdens ņemšanu. Ar ūdens ieguves palielināšanu, samazinās ūdens līmenis urbemos (13.- 14.attēli).

Kā redzams no grafikiem (12.-13. attēli), novērojumu urbumu Nr.151 un Nr.155 gruntsūdens līmeņa svārstības ir vāji atkarīgas no ūdens ieguves daudzuma. Tāpēc pazemes ūdeņu režīma izpētei dabiskos apstākļos tika izmantoti urbuma Nr.155 dati un papildus urbumu Nr.151 un Nr.137 dati, bet pārējie urbumi tiek izmantoti traucētā režīma izpētei.

Uz augstāk minēto datu pamata tika veikta gruntsūdeņu režīma analīze netraucētā un traucētā stāvoklī.

#### **4.2.1.Gruntsūdeņu netraucētais režīms ūdensgūtnes „Vingri” apkārtnē**

Ūdensgūtnes pieguļošās teritorijas gruntsūdens netraucētā (dabīgiskā) režīma pētīšanai tika noteikti sekojošie dati

- gruntsūdens līmeņu gada svārstības
- gruntsūdens līmeņu ilggadēja svārstība
- gruntsūdeņu līmeņu atkarība no atmosfēras nokrišņiem

Teritorijas gruntsūdeņu dabiskā režīma noteikšanai apkārt ūdensgūtnei tika izmantoti gruntsūdens līmeņu režīma novērojumu dati par 1976.-2004.gadiem. Šiem mērķiem tika izvēlēti trīs novērojumu urbumu Nr.151, 155 un 137 dati. Kopā par 155. urbumu tika izanalizēti 35 ūdens līmeņa mērījumi, par 137. urbumu urbumā 31 mērījums, bet par 151. urbumu Nr. 49 mērījumi. Šie urbumi tika izvēlēti, jo tie vistālāk atrodas no ūdensgūtnes, kur tās ietekme nav liela vai vispār nav konstatējama. Citu novērojumu urbumu ūdensgūtnes rajonā patreiz nav. Izvēlēto urbumu attālums no līdz ūdensgūtnei mainās no 1006 m līdz 1200 m.

Saskaņā ar augstāk aprakstīto materiālu, gruntsūdeņu līmeņu svārstībām ir konstatējams gan gada, gan ilggadējs cikls (1.2.1.1.daļa).

#### **✓ Gada ūdens līmeņa amplitūda**

Gada svārstību analīzei tika izmantoti vidējie gruntsūdeņu svārstību lielumi urbumos gada laikā. Rezultātā tika iegūti svārstību gada dati par 1985.-2004.gadiem. Kopā tika izanalizēti 28 gadu rezultāti. Lai izvairīties no nejaušām kļūdām, aprēķinam tika izmantota agrāk aprakstītā „3 $\sigma$ ” metode (1.formulā). Iegūtie rezultāti atspoguļoti 8.tabulā.

**8. tabula. Gruntsūdeņu līmeņu svārstības gada amplitūda novērošanas urbumos, m**

(O. Puriņas apkopotī dati un aprēķini)

Gads	151.urbums					155.urbums					137.urbums				
	max	min	Hi	(Hi-H)	(Hi-H) <sup>2</sup>	max	min	Hi	(Hi-H)	(Hi-H) <sup>2</sup>	max	min	Hi	(Hi-H)	(Hi-H) <sup>2</sup>
1985	5,68	5,6	0,08	0,23	0,053	13,89	13,68	0,21	-0,08	0,006	11,28	11,15	0,13	0,09	0,008
1986	5,78	5,72	0,06	0,25	0,062	13,81	13,8	0,01	0,12	0,014	11,2	11,08	0,12	0,1	0,01
1987	5,65	5,57	0,08	0,23	0,053	13,91	13,88	0,03	0,1	0,01	11,7	11,1	0,6	-0,38	0,144
1988	5,64	5,58	0,06	0,25	0,063	13,9	13,85	0,05	0,08	0,006	11,18	11,1	0,08	0,14	0,02
1989	5,46	5,45	0,01	0,3	0,09	13,63	13,6	0,03	0,1	0,01	10,86	10,84	0,02	0,2	0,04
1991	5,68	5,5	0,18	0,13	0,017	13,75	13,67	0,08	0,05	0,002	11	10,85	0,15	0,07	0,005
1998	5,72	5,6	0,12	0,19	0,036	13,83	13,67	0,16	-0,03	9E-04	11,1	10,94	0,16	0,06	0,004
1999	5,53	5,08	0,45	-0,14	0,02	13,7	13,3	0,4	-0,27	0,073	10,98	10,46	0,52	-0,3	0,09
2000	5,34	5,15	0,19	0,12	0,014	13,8	13,58	0,22	-0,09	0,008	11	10,8	0,2	0,02	4E-04
2001	5,6	5,08	0,52	-0,21	0,044										
2002	5,6	5,11	0,49	-0,18	0,032										
2003	7,62	6,39	1,23	-0,92	0,846										
2004	5,8	5,27	0,53	-0,22	0,048										
<b>Kopā</b>					1,379					0,132					0,321
<b>(H)</b>			0,31					0,13					0,22		
<b>σ</b>					0,33					0,12					0,19
<b>Vidēja amplitūda (1,96 σ)</b>					<b>0,64</b>					<b>0,24</b>					<b>0,37</b>
<b>Aerācijas zonas biezums ,m</b>					5,6	13,7					11,0				

Saskaņā ar 8. tabulas datiem tika noteikta teritorijas gruntsūdens vidējā gada amplitūda, ka vidējais lielums no trim rezultātiem. *Pētāmā teritorijā ūdens līmeņu gada vidējās svārstības ir 0,42 m.*

Tabulā arī doti aerācijas zonas izmēri. Kā jau tika minēts augstāk, aerācijas zonas izmērs ietekmē līmeņu svārstību intensitāti ( sk. 1.2.1.1 daļu .)

Kā redzams no 8. tabulas rezultātiem, līmeņu svārstības trijos urbumos atšķiras. Šo parādību var izskaidrot ar aerācijas zonas dažādu biezumu - jo lielākā aerācijas zona, jo mazākā svārstību amplitūda.

Īstermiņa (1-3 gadi) svārstību amplitūdu noteikšana vēl nevar kalpot par pamatu gruntsūdeņu režīma aprēķinam un analīzei (sk. 1.2.1.1 daļu.) Īsākos laika periodos konstatētās amplitūdas var būt nejaušas un neraksturīgas gada vidējām amplitūdām. Tāpēc jāveic ilggadēji novērojumi un tas ir uzskatāmi parādīts analizējot “Vingru” ūdensgūtnes materiālus.

✓ **Ilggadēja gruntsūdeņu līmeņu amplitūda.**

Ilggadīgās gruntsūdeņu līmeņa amplitūdas aprēķiniem tika analizēti dati par pēdējiem 13 gadiem. Šim mērķim tika izmantoti urbumu Nr.Nr.155, 151 un 137 dati, kuri tika aprakstīti augstāk.

Gruntsūdeņu ilggadējo līmeņu amplitūdas noteikšanai visā novērotā periodā tika pieņemti ūdens līmeņa maksimāli un minimāli lielumi un autores veiktā pētījuma rezultāti ir atspoguļoti 9.tabulā.

**9. tabula. Ilggadēja gruntsūdeņu līmeņa amplitūda par 13 gadu novērojamo periodu**

(pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

Urbuma numurs	Urbuma attālums no ūdensgūtnes centra, m	Radītājs par novērojamo laiku		Gruntsūdens līmeņa ilggadējā amplitūda, m	Gruntsūdens līmeņa gada amplitūda, m
		max	min		
151	1200,0	7,62	5,08	2,54	0,64
137	1060,0	11,70	10,46	1,24	0,37
155	1260,0	13,91	13,30	0,61	0,24

Tabulā arī atspoguļoti arī attālumi no urbumiem līdz ūdensgūtnes centram, jo šie lielumi ietekmē līmeņu svārstības. Attālumi vajadzīgi, lai parādītu arī depresijas piltuves ietekmi, kura attīstās ūdensgūtnes darbības procesā.

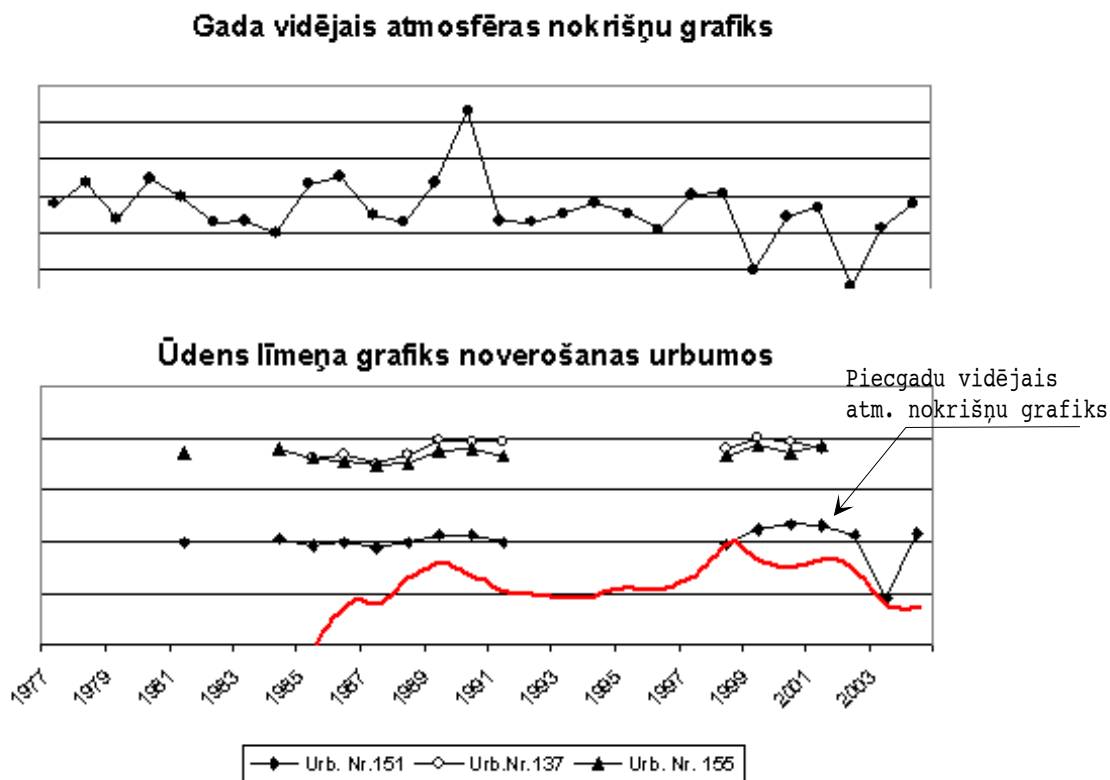
*Autore savā pētījumā ir noteikusi, ka pētītajā teritorijā ūdens līmeņu ilggadējās vidējās svārstības ir 1,47 m.*

Kā redzams no rezultātiem, ilggadēja ūdens līmeņa amplitūda ir atšķiras no gada amplitūdas. Mūsu gadījumā, ilggadēja amplitūda apmēram trīs reizes lielāka nekā svārstību amplitūda gadā.

✓ **Atmosfēras nokrišņu ietekme**

Lai dotajā teritorijā noteiktu atmosfēras nokrišņu ietekmi uz pazemes ūdeņu režīmu, tika veikta papildus analīze. Zemāk doti Daugavpilī izkritušo nokrišņu gada daudzuma grafiki (laikā periodā no 1977.gada līdz 2004.gadam), kā arī ūdens līmeņi novērojumu urbumos (sk.15.attēlu).

Salīdzinot nokrišņu gada daudzuma un līmeņu grafikus, nekādas redzamas likumsakarības netika konstatētas, tās neuzrādīja arī korelācijas analīze. Lai saprastu kāds laiks vajadzīgs nokrišņu akumulācijai, tika sastādīti izkritušo atmosfēras nokrišņu vairāki grafiki (3 gadu cikls, 5 gadu cikls un 7 gadu cikls). Šada analīze norāda, ka pats piemērotākais no visiem ir piecu gadu cikls ( sk. 15.attēlu).



**15.attēls.** Ūdens līmeņu atkarība no nokrišņu daudzuma (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

Pēc nokrišņu daudzuma 2002.g. lielākā daļa no Latvijas teritorijas ir raksturojama kā mēreni mazūdeņaina Viszemākais nokrišņu daudzums (95-96% nodrošinājuma) bija Latvijas teritorijas pašos dienvidaustrumos (Viļaka, Dagda, Daugavpils) (Levina N., Levins I., 2002). No augšminētiem grafikiem (15.attēlā) redzams, ka atmosfēras nokrišņu daudzuma samazināšana pakāpeniski atspoguļojās uz gruntsūdeņu līmeņa pazeminājumu un pats izteiktākais līmeņa kritums (minimums) tika 155.urbumā konstatēts 2003.gada ceturtajā dekādē.

#### **4.2.2.Gruntsūdeņu traucētais režīms**

Traucēto režīmu pētījumam tika izmantoti ūdens līmeņu dati gan ekspluatācijas urbumos gan pjezometros par laika periodu no 1976.gada līdz 2004.gadam.

Pētījuma gaitā tika konstatēts, ka pētāmās ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā var attīstīties divu veidu depresijas piltuves, kas arī tika apzinātas

- 1) Reģionālā depresijas piltuve;
- 2) Pazeminājumi ekspluatācijas urbumos.

#### **Gruntsūdeņu pazeminājums reģionālā depresijas piltuvē.**

Gruntsūdeņu pazeminājums tika aprēķināts, kā starpības rezultāts starp maksimālo pazeminājumu un vidējo gruntsūdens līmeņu urbumos.

Rezultāti sakopoti 10.tabulā., tabulās arī norādīti analizēto datu skaits.

Analizējot līmeņu svārstību datus visos pjezometros tika noteikti arī urbumu attālumi līdz ūdensgūtnes centram. Par ūdensgūtnes centru tika pieņemts ekspluatācijas 5. urbums, kurš atrodas urbumu līnijas centrā. *Ūdens līmeņa pazeminājums pjezometros ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā sastādīja min- 0,80 m, max-2,70m, vid – 1,42m, bet vidējais aerācijas zonas biezums -9,48 m.*

**10. Tabula. Ūdens līmeņu pazemināšanās pjezometros (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)**

N.p.k.	Urbuma numurs	Urbuma attalums no ūdensgūtnes centra, m	Max. rādītājs	Vidējais grunts ūdens līmenis, pjezometros	Max. pazeminājums, m	Analizējamo parametru skaits
				m, no zemes virsmas		
1	1a	398,4	11,09	9,1	1,99	99
2	2	319,6	12,2	11	1,20	99
3	3	215,8	11,46	8,8	2,66	93
4	4	74,7	11,5	8,8	2,70	86
5	4a	16,6	10,5	9,37	1,13	56
6	5	0	11,9	10,5	1,40	99
7	5a	37,4	10	9,2	0,80	99
8	5b	62,3	9,55	9	0,55	97
9	3a	145,3	11,4	9,8	1,60	30
10	6a	107,9	9,87	9,4	0,47	99
11	7	203,4	10,56	9,8	0,76	91
12	8	265,6	11,7	9,5	2,20	98
13	8a	323,7	10,32	8,9	1,42	98
14	9	344,5	10,34	9	1,34	98
15	9a	394,3	9,9	8,3	1,60	98
16	10	448,2	11,24	10,3	0,94	30
17	10a	431,6	12,84	10,9	1,94	75
18	10b	406,7	10,8	10	0,80	30
<b>Vid.</b>				<b>9,48</b>	<b>1,42</b>	

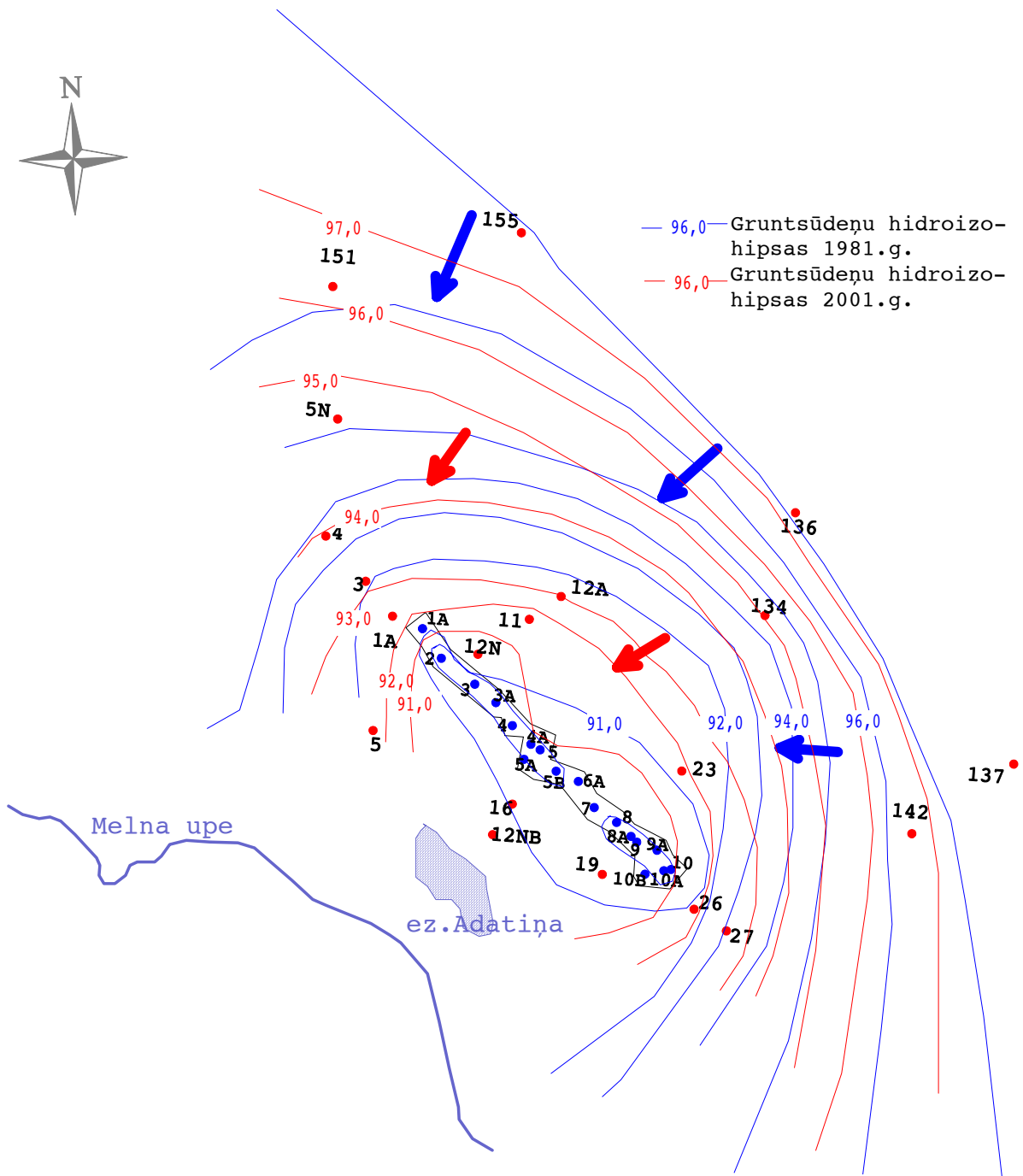
### **Gruntsūdeņu depresijas piltuve**

Piltuvei ir ovāla forma un ielākā depresijas izplatība ir „Vingru” ūdensgūtnes ziemeļaustrumu daļā un atkarīga no ūdens saturošo smilšu slāņa biezuma un to filtrācijas īpašībām.

Depresijas piltuves attīstība (16.attēls) laika periodā no 1981.gada līdz 2001.gadam norāda, ka depresijas piltuve virzās uz dienvidaustrumiem, tas ir gruntsūdeņu plūsmas pretējā virzienā. Tas nelabvēlīgi ietekmē tuvākos ezerus. Tā 2002.gadā neliela izkritušo nokrišņu daudzuma dēļ un ūdensgūtnes ietekmē Adatiņa ezers bija praktiski izžūvis. Ilustrācijai

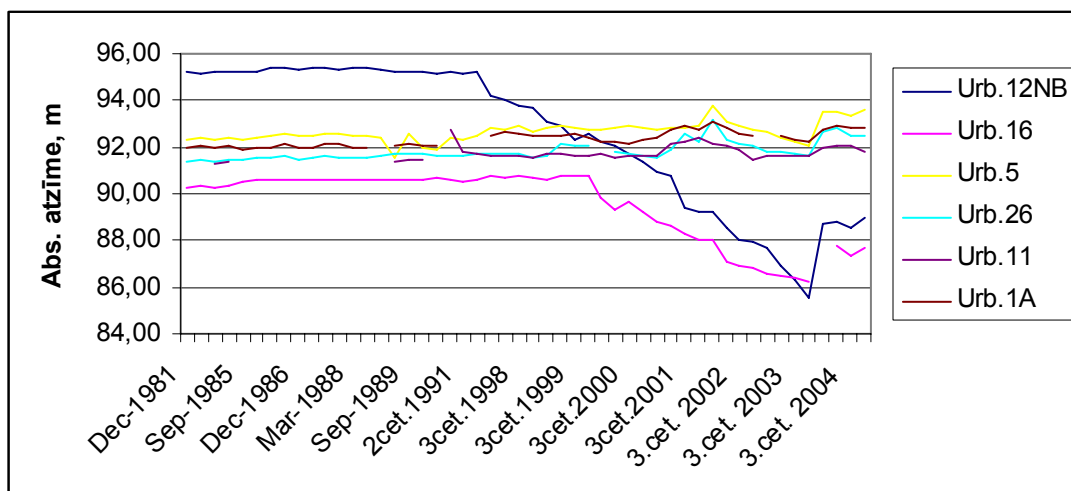
parādītas (14.attēls) Adatiņas ezera kontūras 2002.gadā, bet vēl 1981.gadā 12NB urbums tika izveidots paša ezera krastā.

### Depresijas piltuves attīstīšanās 1981-2001.g.g



16.attēls . Gruntsūdeņu hidrizohipsu raksturs un maiņas “Vingru” ūdensgūtnes 20 gadu ekspluatācijas rezultātā (autores aprēķini un rasējums pēc apkopotiem datiem)

Ūdensgūtnes darbības sākumā depresijas piltuve intensīvi attīstās un nereti tiek pieņemts, ka apstākļos ja tiek izmantoti gruntsūdeņi šī parādība ir īslaicīga un depresijas pazīmes izzūd, tad autores pētījumā izmantotie dati par eksploatācijas periodu no 1981.gada ļoti skaidri norāda, ka depresijas piltuves veidošanās process nav apstājies, tas turpina attīstīties.

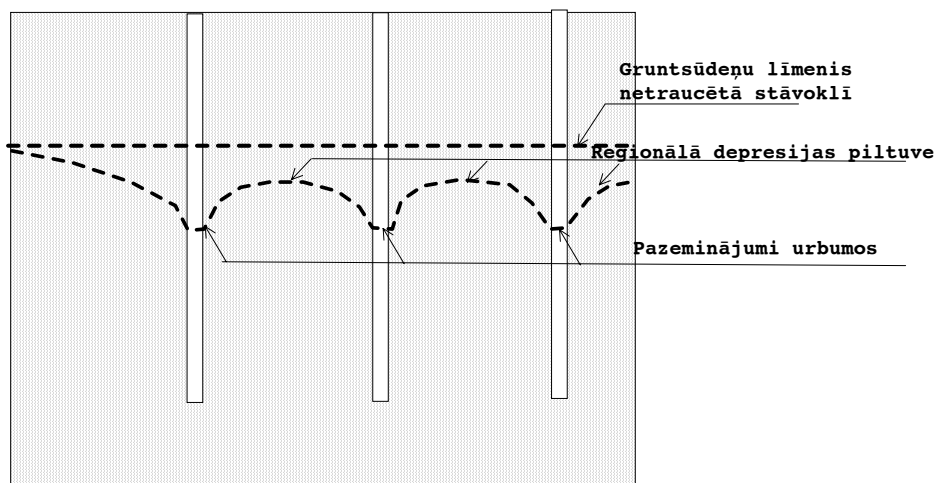


**17.attēls. Gruntsūdens līmenis pazeminājums novērošanos urbumos 1981-2004.g.g.,**  
(pēc autores apkopotiem datiem)

Izteiktais ūdeņu līmeņa pazeminājums novērots 12NB. un 16. urbumos, kuri atrodas Adatiņas ezera tuvumā.

### **Gruntsūdeņu pazeminājums eksploatācijas urbumos**

*Kovaļevskis (1986)* savā grāmatā minēja ļoti vērtīgu piezīmi, ka „pazemes ūdens līmeņu pazemināšanās atsevišķos eksploatācijas urbumos atšķiras no pazemes ūdens līmeņu pazemināšanās ūdensgūtnes ” lielajā akā”. Tajos gadījumos, kad ūdensgūtnē sastāv no eksploatācijas urbumu rindas, bez reģionālās depresijas piltuves, kura izveidojas no visas ūdensgūtnes darbības, apkārt katram urbumam veidojas depresijas piltuves. Turklāt, kā zināms, starp ūdens līmeni urbumā un aizcauruļu telpu ir zināms “lūzums”, kura izmēri tiek noteikti ar filtra pretestības izmēriem, kā arī ar citiem iemesliem (pāreja no lamināras plūsmas slānī uz turbulenta plūsmas urbumā). Īpaši būtiski šo līmeņu lēcienus izmēri ir eksploatācijas urbumos, kuri izmanto gruntsūdeņus.



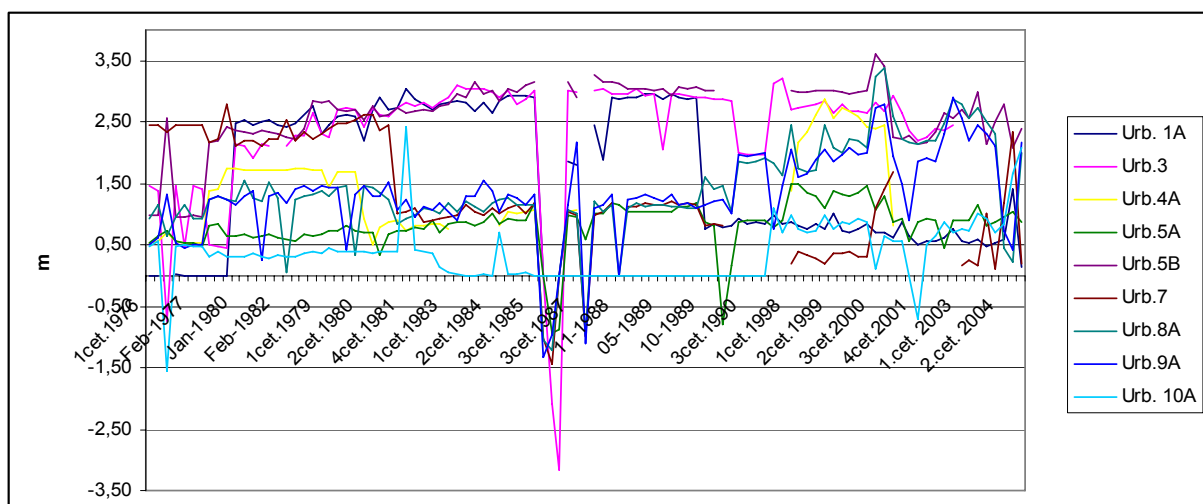
**18.attēls.** Ūdens līmeņa pazeminājums eksploatācijas urbumos , lineāras ūdensgūtnes gadījumā

(V.Kovaļevskis, 1986)

Lai noteiktu pazeminājums ūdensgūtnes eksploatācijas urbumos, tika izmantoti ūdens līmeņu dati no eksploatācijās urbumos un blakus ierīkoti pjezometriem. Konkrētajā gadījumā pjezometri ir izvietoti 0,6 – 2,0 m attālumā no eksploatācijas urbumiem (novērojumu skaitliskās vērtības skatīt 9.pielikumā). Eksploatācijas režīma ūdens līmeņu dati doti divos punktos. Vieni mērījumi ir statiskie, tie tika uzmērīti pjezometros, kuri atrodas blakus eksploatācijas urbumiem, citi – dinamiskie – tie tika mērīti pašos eksploatācijas urbumos.

Veiktā analīze norāda, ka vidēji, pazeminājumu ilggadējais lielums sastādīja 1,50 m, maksimālais – 3,83m. Zemāk, pēc autores aprēķinu rezultātiem dots ūdens līmeņu svārstību amplitūdas grafiks eksploatācijas urbumos (19.attēls). Pētījums norāda, ka šīs svārstības primāri ir atkarīgas no urbuma debīta. Tomēr, sakarā ar to, ka sifonu sistēmā nav iespējams precīzi noteikt katra urbuma patēriņu atsevišķi, maģistra darbā neizdevās droši noteikt sakarību starp pazeminājumiem un urbumu debītu pētāmajā ūdensgūtnē. Kā pašu eksploatācijas urbumu, tā arī pjezometru tehniskais stāvoklis arī ietekmē svārstību amplitūdas un uz to norāda daudzas piezīmes SIA “Daugavpils ūdens” arhīva dokumentos.

Grafikā (19. attēls) var novērot, ka eksploatācijas urbumos ūdens līmeņa svārstību amplitūda iegūst negatīvu lielumu, tas nozīmē, ka dinamiskais līmenis ir lielāks nekā statiskais. Visdrīzāk tas ir saistīts ar ūdensgūtnes vai viena no sifona darbības apstādinašanu kādu tehnisku iemeslu dēļ.



**19.attēls.** Ūdens līmeņa pazeminājumi ekspluatācijas urbemos (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

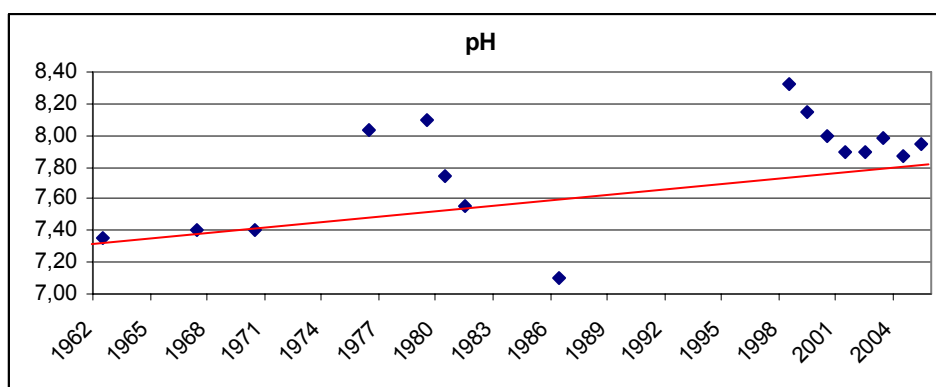
### 4.3. Ūdens kvalitātes izmaiņas ekspluatācijas laikā

Pētījuma autores ievāktie un apkopotie dati ļāva detalizēti novērtēt ūdensgūtnē iegūtā ūdens kvalitāti un tā izmaiņas laika gaitā. Tie ir augstas pakāpes atvasinājumi un balstās uz vidējo tiem lielumiem, kas neļauj tieši spriest par pašā ūdensgūtnē un ūdensslānī notiekošajiem procesiem, bet ļauj novērtēt principiālās ietekmes pēc to sekām, tas ir ūdens kvalitātes rādītājiem. Tas ir autores pieņēmums jeb hipotēze, kuras pārbaude tika secīgi veikta novērtējot konstatēto laboratoriskās analīzēs.

**Vides reakcijas rādītāji.** Par pētīto laika periodu gruntsūdens pH vērtības svārstās robežās no 7,10 līdz 8,32. No ūdens lietošanas viedokļa tās ir vērtības normu ietvaros, kas dzeramajam ūdenim ir noteikta 6,5-9,5 pH vienību robežās. Nevienā gadījumā apskatāmais radītājs nav pārsniedzis noteikto normu, bet novērojumu laikā šis rādītājs ir nedaudz paaugstinājies, t.i. ir paaugstinājusies vides sārmainība (20. attēls).

Ir jāņem vērā, ka ka mērot radītājus ar padomju laika (turpmāk tekstā – veco) metodi (līdz pat 2000.gadam), visai neliela uzmanība tika pievērsta ūdens temperatūras radītājiem. Līdz 2000. gadam ūdens paraugs laboratorijas apstākļos tika mērīts istabas temperatūrā (ap 17-22°C). Savukārt, mūsdienās pēc LVS EN ISO 10523 (turpmāk tekstā – jaunās metodes) ir

noteikts, ka mērījumi ir veicami 25 °C temperatūrā. Tā kā pH vērtības ir atkarīgas no ūdens temperatūras (temperatūrai pieaugot, pH vērtības pazeminās), salīdzinot šos rezultātus jāievēro, ka līdz 2000. gadam analizētos paraugos pH noteikšana tika veikta zemākas temperatūras apstākļos. Minētais norāda, ka visdrīzāk arī iepriekšējos gados veiktiem pH lielumi būtu bijuši zemāki, ja mērījumi tiktu realizēti paraugiem 25°C temperatūrā.



20. attēls. pH vērtību izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

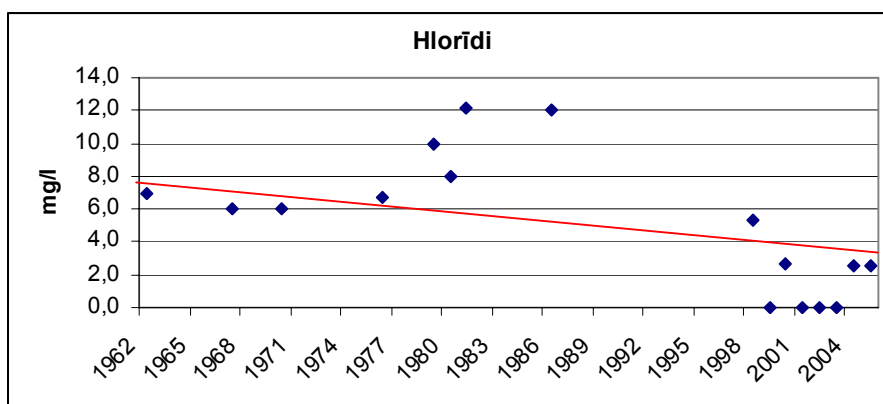
Vingru ūdensgūtnē līdz 2001. gadam **elektrovadītspējas** mērījumi netika veikti. Ir noteikts, ka dzeramajam ūdenim elektrovadītspējas norma ir 2500 mkS/cm (MK noteikumi Nr.235,2003). Pēdējos piecos gados šis radītājs (21. attēls) nav pārsniedzis normu un faktiski nav mainījies svārstoties intervālā no 267 līdz 271 mkS/cm.



21. attēls. Elektrovadītspējas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

Atbilstoši 2003. gada MK noteikumu Nr 235 prasībām **hlorīdu** saturs dzeramajā ūdenī nedrīkst pārsniegt 250 mg/l. Pētītajā ūdensgūtnē visā novērojumu laikā (22. attēls) hlorīdu saturs gruntsūdeņos nav pārsniedzis 10 mg/l un svārstās robežās no <5 līdz 12,2 mg/l.

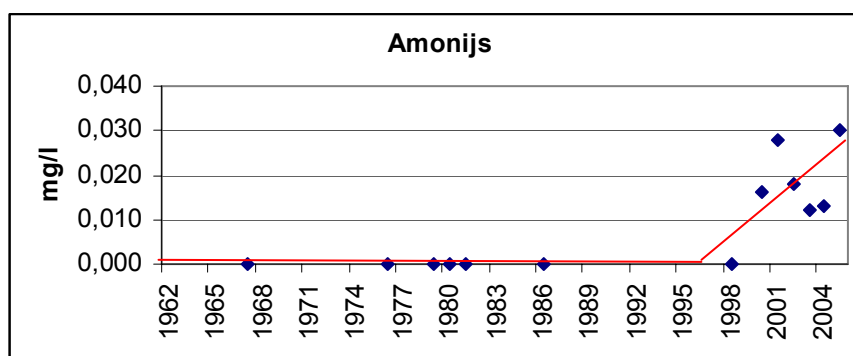
Atzīmējams (21. attēls), ka novērojumu pirmā posmā (līdz 1986. gadam) hlorīdu saturs bija augstāks, nekā vēlākos novērojumu gados.



22. attēls. Hlorīdu koncentrāciju izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

Amonija koncentrācija dzeramajā ūdenī nedrīkst pārsniegt 0,50 mg/l (MK noteikumi Nr.235,2003). Līdz 1998.gadam gruntsūdeņos amonijijs tika konstatēts tikai divos urbumos Nr.Nr.5 un 5b. Interesanti, kā urbumu griezumā iegulst kūdra. Kā zināms, kūdra satur organiskās vielas, un tās sadalīšanās veidojas amonijijs. Tāpēc purvu ūdeņos ir amonija paaugstināts saturs.

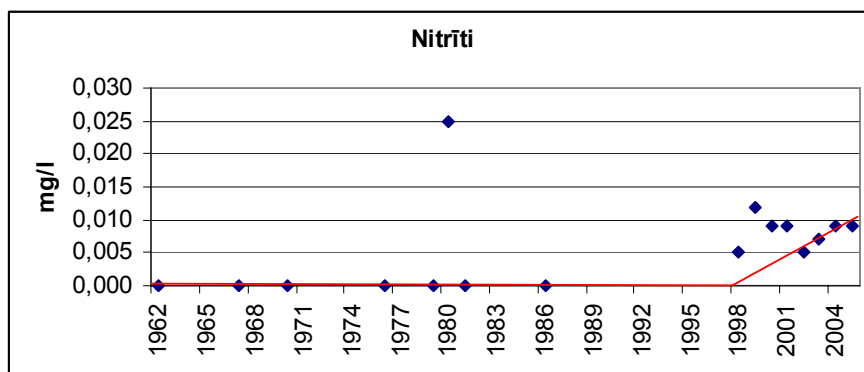
Novērojumu pēdējos gados amonija koncentrācija palielinājās, kas liecina, ka var būt jauns piesārņojums.



23. attēls. Amonija koncentrācijas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

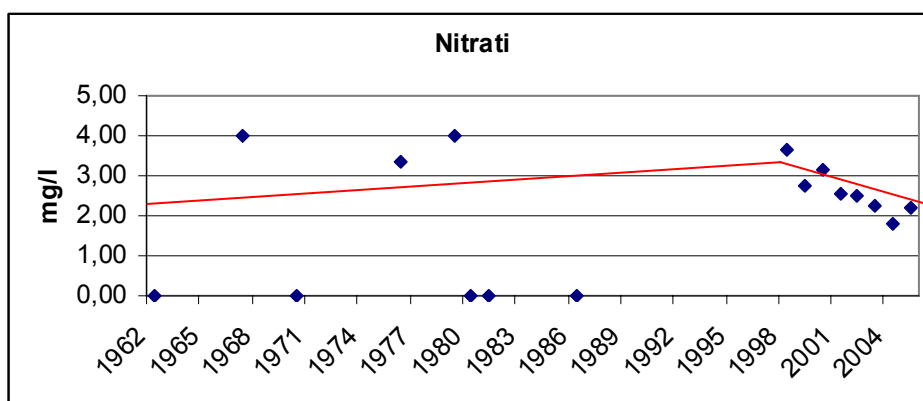
Kā jau tika minēts augstāk, nitrīti ir starpstadija amonija oksidēšanās bakterioloģisko procesu ķēdē līdz nitrātam. Nitrītu maksimālā koncentrācija, kura konstatēta novērojumu periodā, sastādīja 0,05 mg/l (pieļaujamā dzeramajam ūdenim 0,50 mg/l). Tā tika konstatēta veicot urbuma Nr.8 ūdens parauga punktētu ņemšanu.

24. grafikā var redzēt, ka no 1998.gada gruntsūdeņos pastāvīgi tika konstatēts nitrītu saturs. Līdz 1998.gadam nitrīti tika konstatēti tikai vienu reizi.



24. attēls. Nitrītu koncentrācijas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

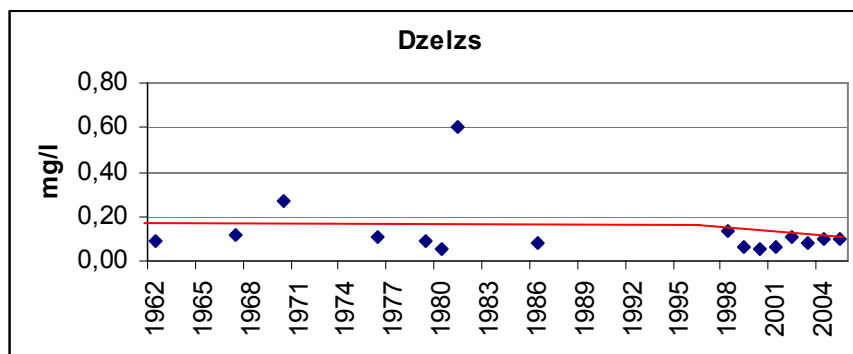
Nitrātu saturs dzeramajā ūdenī nedrīkst pārsniegt 50 mg/l. Nitrāti maksimālais saturs, kas tika konstatēts ūdenī, sastādīja 4 mg/l. Novērojot par nitrātu saturu, var pateikt, ka to koncentrācija pēdējos gados samazinājās. Bet, kā tika minēts augstāk, nitrātu koncentrācijas pazemināšanās nenozīmē, ka ūdens kvalitātes uzlabojas (sk.1.2.1.2.punktu). Visdrīzāk, ka nitrātu koncentrācijas pazemināšanās saistīta ar skābekļa trūkumu ūdenī, bet ne ar amonija koncentrācijas pazemināšanos. Gruntsūdeņu līmenis atrodas dziļi no zemes virsmas, tāpēc skābekļa piekļūšana apgrūtināta.



25. attēls. Nitrātu koncentrācijas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

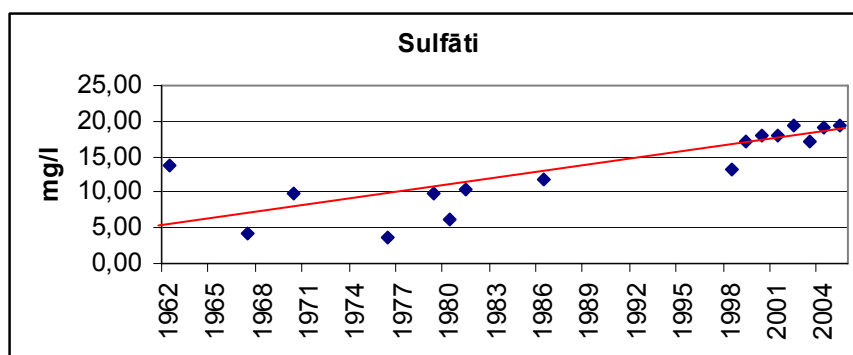
Amonija jonu un nitrītu koncentrācijas paaugstināšanās parasti parāda uz jaunu piesārņojumu, tajā laikā kā nitrītu satura paaugstināšanās parāda uz veco piesārņojumu (Nikanorovs, 1988).

Dzelzs saturs šos gruntsūdeņos nav problēma šim pazemes ūdeņu horizontam un konstatēts atsevišķos gadījumos (dzelzs pieļaujama koncentrācijas dzeramajā ūdenī ir 0,2 mg/l). Laika periodā no 1998.gada, kad ūdens paraugi tika ņemti visā urbumu pudurī, dzelzs saturs nepārsniedza 0,135 mg/l. Var secināt, ka novērojumu laikā dzelzs saturs nedaudz samazinājās.



26. attēls. Dzelzs koncentrācijas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem )

Jāpiezīmē, ka gruntsūdeņos sulfātu saturs pakāpeniski palielinās, kaut gan līdz maksimālajai normai, kura ir 250 mg/l, vēl tālu. Sulfātu palielināšanās gruntsūdeņos var būt saistīta ar atmosfēras nokrišņiem, virszemes ūdeņu un antropogēnu ietekmi, un ar izskalošanu no iežiem. Pēdējos divus iemeslus var izslēgt, jo apskatāmajā teritorijā tos nav. Sulfātu palielināšanās iemesls ūdenī tiks aplūkots zemāk, ievērojot visas izmaiņas attīstīšanos ūdens sastāvā.



27. attēls. Sulfātu koncentrācijas izmaiņas (1962-2005.g.g) (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)

Ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā patogēns bakterioloģiskais piesārņojums netika konstatēts.

## 5. Diskusija

### 5.1. Ekspluatācijas režīmi

Ūdens ņemšanas daudzums no pētāmā ūdens horizonta ekspluatācijas gaitā 1963.-2005.g.g. nepārsniedz novērtētie ūdens krājumi. Var teikt, ka no 1979.g. gada ūdensgūtne strādā ar pastāvīgo slodzi.

Kādus kritumus un pacēlumus var izskaidrot ar ekonomiskiem un tehniskām lietām pilsētā

### 5.2. Gruntsūdeņu līmeņu izmaiņas analīze

Iepriekšējās nodaļās izklāstītais liecina, ka:

- Gruntsūdeņu gada svārstību neliela (0,42m) amplitūda raksturīga dotajam dabas režīmam, jo:
  - Daugavas upe atrodas diezgan tālu (2 km attālumā) no ūdensgūtnes. Tam pateicoties mazūdens periodā un palu laikā Daugavas ietekme uz gruntsūdeņu režīmu (pētāmā teritorijā) ir niecīga. Bindemana grafiks (2.attēls) to apliecina.
  - gruntsūdeņu vidējais dziļums ir ~10 m ( 151., 155., 137 urbumos). Saskaņā ar Bindemana grafiku (1.attēls) , ūdens līmenim dziļāk par 10 metriem raksturīgā amplitūda ir mazāka kā 1 metrs. Kavaļevska grafikā (3.attēls), kurā norādītas gruntsūdeņu barošanas lieluma no saguluma dziļuma atkarības, ūdens līmeņa amplitūdai ir jābūt 0,30 m. Mūsu aprēķini tikai nedaudz atšķiras no teorētiskā.
- Maģistra darba pētījuma rezultāti norāda, ka gruntsūdens līmeņu svārstību īslaicīgas (gada) amplitūdas atšķiras no daudzgadējām svārstībām. Gada amplitūdas ir daudz mazākas nekā ilgstošas (mūsu gadījumā trīs reizēs). Minētais konstatējums ir svarīgs, jo norāda , ka aprēķinot gruntsūdeņu bilanci, ir jāievēro ilggadējo svārstību lielums. Diemžēl pētītajā teritorijā datu trūkuma dēļ nav iespējams pietiekoši pamatoti izanalizēt ūdens līmeņu svārstību sakarību no gruntsūdeņu līmeņu kopējās paaugstināšanās 1973.-1975.gadā un pazemināšanās 1962.-1963.gadā. .
- Atmosfēras nokrišņi tikai ietekme uz pazemes ūdeņu režīmu ir palēnināta. To var izskaidrot ar to, ka šis ūdens horizonts atrodas salīdzinoši dziļi no zemes virsmas. Tāpēc

izkritušo atmosfēras nokrišņu daudzums ūdens bilanciē atspoguļojas ar kavēšanos pēc kāda laika, kurā tas kādu laiku akumulējas gruntsūdens sateces baseina teritorijā.

○ Depresijas piltuves konstatējums

Depresijas piltuves attīstības novērojumi līdz 1967.gadam praktiski netika veikti un par līmeņu pazemināšanās dinamiku depresijas zonā var spriest tikai pēc viena – 7. urbuma datiem. Šobrīd minētais urbums vairs nav saglabājusies. Eksploatējamā horizonta līmeņu režīma novērošanai 1968.gadā tika ierīkoti papildus urbumi (arī to lielākā daļa patreiz nav izmantojami un ir slēgti). Kā parādīja līmeņu novērojumu analīze, visapkārt eksploatācijas urbumiem izveidojas spilgti izteikta depresijas piltuve ar līmeņu pazemināšanos 7-8 m un depresijas rādiuss sasniedza 1,5-1,8 km. Šī parādība bija konstatējama līdz 1969.gada augustam līdz ar ūdens ieguves pastāvīgu palielināšanu. Šajā laika posmā novērojumu urbumos tika konstatēts līmeņu nepārtraukts kritums (*Kolokolovs, 1973*). Laika periodā no 1969.gada līdz 1973.gadam līmeņu svārstības tika konstatētas kā nenozīmīgas, kas liecina par eksploatācijas nostabilizētu režīmu (*Kolokolovs, 1973*). Kurtofala (1983) norāda, ka visi ūdensgūtnes urbumi 1983.gadā strādā praktiski stabilizētā filtrācijas režīma apstākļos. Savukārt, maģistra darba autores pētījuma rezultātā tika konstatēta depresijas piltuves attīstība arī pēdējos gados. Par šādu parādību iespējamību un novērojumiem savos darbos to apliecina Kovalevskis (1986,1982) un Fendekova (1999).

○ Ūdens līmeņa amplitūda eksploatācijas urbumos

Pētījuma rezultātā pašos eksploatācijas urbumos tika konstatēta depresijas piltuves. Iegūtie dati ļauj secināt, ka šāda ūdensgūtnes tipa eksploatācijas urbumos ūdens līmeņa svārstību amplitūda pie ūdensgūtnes eksploatācijas debitu  $10562 \text{ m}^3/\text{diennakī}$  var sasniegt 6,56 m, no tiem:

0,42 m – gruntsūdens līmeņu gada amplitūda dabiskajos apstākļos.

1,05 m - gruntsūdens līmeņu ilggadēja amplitūda dabiskajos apstākļos.

1,26m - gruntsūdens līmeņu amplitūda, kura atkarīga no ūdensgūtnes eksploatācijas debita.

3,83 m - gruntsūdens līmeņu amplitūda, kura izveidojas dažādu urbumu grupas darbības rezultātā.

### 5.3. Ūdens kvalitātes izmaiņas analīze

Zemāk (11.tabulā) minēts pētāmā ūdens horizonta kvalitātes saildzinājums ar dzeramā ūdens prasībām.

**11. tabula. 2005.gada ūdens kvalitātes rādītāju kopsavilkuma tabula un to atbilstība dzeramā ūdens kvalitātes prasībām. (pēc O. Puriņas apkopotiem datiem)**

Paraugu ņemšanas datums	Mērvienība	2005.gads	MK noteikumu Nr 235 (39) prasības
Noteiktie rādītāji			
Krāsainība	Pt/Co vien.	5	
pH		7,94	6,5-9,5
Hlorīdi	mg/l	2,5	250
Nitrāti	mg/l	2,19	50
Nitrīti	mg/l	0,009	0,50
Amonijs	mg/l	0,03	0,50
Dzelzs	mg/l	0,099	0,2
Sulfāti	mg/l	19,50	250
Elektrovadītspēja 25°C	µS/cm	269	2500

Saskaņā ar augstāk minēto, uz doto brīdi Vingru ūdensgūtnē ūdens kvalitāte atbilst dzeramā ūdens rādītājiem. Ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā netika konstatēta rādītāju pieļaujamo normu pārsniegšana. Ūdeni dabas stāvoklī var izmantot ūdensapgādes nolūkos bez attīrīšanās.

Tas dot ūdenim nozīmīgumu.

Tomēr veiktie pētījumi norāda uz ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņām, proti tādas rādītāju paaugstināšanās, kā pH, amonijs, nitrīti, sulfāti. Un dzelzs, hlorīdu un kopējās cietības pazemināšanās. Šie fakti jāņem vērā. Kaut līdz kritiskām lielumam vēl tālu, bet jāņem vērā ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņas tendence.

Amonija paaugstinājums, var konstatēt tikai ar nosacījumu, jo vecā un jaunā metode amonija noteikšanai ir nav salīdzināmi, precizitātes dēļ. (skat. 6. tabulu). Jaunie amonija rādītāji ir mazāk, neka vecās metodes precizitāti.

Ūdens kvalitātes izmaiņas analīzei pamatoties tikai uz kaut – kādu atsevišķu rādītāju nedrīkst. Jānovērtē visas izmaiņas kopumā.

Lai noteiktu ūdens kvalitātes izmaiņas iemeslus, tiek novērtēti ietekmes iespējami faktori, gan dabiskie, gan antropogēnie, kuri tika aprakstīti 1.2.1.2.daļā,

Sakarā ar to, ka ūdensgūtnes apkārtnē ir mežs un nav objektu, kuri varētu kļūt par potenciāliem draudiem ūdensgūtnes piesārņojumam, antropogēnas piesārņošanas faktu var izslēgt.

Pētāmā objekta teritorijā reljefam ir neliela nozīme, jo zemes virsma ir diezgan līdzena.

Ūdens nesējs horizonts sastāv no glaciolimniskām smiltīm. Smilts lielākā daļā sastāv no kvarca ( $\text{SiO}_2$ ). Saskaņā ar *M.Kļaviņa (2004)* teoriju, kvarcam ir maza ietekme uz ūdens sastāva veidošanos.

Augstāk minētie iemesli mūsu pētījumam nevar ietekmēt ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņas un tos neņemsim vērā.

Ūdensgūtnes teritorijā par ūdens kvalitātes izmaiņu galvenajiem iemesliem var būt:

- Virszemes ūdeņu filtrācija;
- Atmosfēras nokrišņu infiltrācija.

Augstāk norādīto radītāju izmaiņas kopums norāda gan uz virszemes ūdeņu, gan uz atmosfēras nokrišņu ietekmes palielināšanos pētāmā horizonta gruntsūdeņos. Apskatot ūdensgūtnes atrašanās vietu un ievērojot depresijas piltuves attīstīšanos (sk.16.attēlu), var pateikt, ka pēdējā laikā pieaug ūdens filtrācija no Adatiņu ezera un ūdensgūtnes pieguļošas teritorijas.

Agrāk, teritorija apkārt ezeram bija pārpurvota. Pēc ūdensgūtnes darbības sākuma šī teritorija nosusinājusies. Daugavpils kvartāra nogulumu kartē (sk.3.pielikumu) arī redzams, ka apkārt Adatiņu ezeram iegulst purvu nogulumu - kūdra ( $\text{bQ}_4$ ).

Zināms, ka ieži, kuri veido purvus, ezeru un upes piekrastes zonas, galvenokārt sastāv no organiskām vielām, kuri izveidojusies organisko atlieku sadalīšanās rezultātā. Kā tika augstāk minēts, pārpurvotas teritorijas ar organisko vielu lielu daudzumu stimulē amonija un tā savienojumu, kā arī sulfātjonu ūdenī palielināšanos.

Pazemes ūdeņu kvalitātes pasliktināšanās kā blakus process izsīkšanas procesam notiek tāpēc, ka, veidojoties depresijai, mainās pazemes ūdeņu hidrodinamiskie apstākļi – plūsmas ātrums, ūdens līmeņu attiecības, veicinot vielu migrāciju.

Ūdensgūtnes savas darbības procesā piesaista ūdens plūsmas. Šī parādība ierosina palielinātu filtrāciju un infiltrāciju, kas rezultātā samazinās minerālo vielu saturs.

Sulfātu koncentrācijas paaugstināšana, hlorīdu un dzelzs koncentrācijas pazemināšana saistīta ar atmosfēras nokrišņu un virszemes ūdeņu infiltrāciju.

Diemžēl, tos radītājus, kuri tika izmantoti maģistra darbā, nepietiek, lai novērtētu antropogēno ietekmi gruntsūdeņos. Piemēram, nav smago metālu un naftas produktu satura datu, kā arī pesticīdu un fosfātu.

Šie dati būtu lietderīgi, lai novērtētu pētāmajā teritorijā ekoloģisko stāvokli.

Kas attiecas ūdens kvalitātes noteikšanai, jāpateic par datu trūkumu. Diemžēl, pēdējo gadu laikā galveno anjonu un katjonu ūdeņos satura datu trūkuma dēļ netika iespējams izanalizēt jonu sastāva izmaiņas. Ir arī novērojumu urbumu ūdens sastāva datu trūkums, jo pēdējos gados šie darbi netika veikti.

#### **5.4. Pētījumu rezultātu izmantošanas iespējas**

- 1) Ūdensgūtnēs pazemes ūdeņu režīma izpētes dati ir ļoti svarīgi un tie ir nepieciešami daudziem lietišķiem hidroģeoloģiskiem pētījumiem. Šie dati ir izmantojami: dažādu robežnoteikumu lomas novērtēšana pazemes ūdeņu krājumu veidošanā (pazemes ūdeņu horizonta hidrauliskās saites pakāpes noteikšana ar virszemes ūdenstilpni; gruntsūdeņu režīma saistība ar nokrišņiem; mijiedarbības ar citiem ūdens slāņiem noteikšana);
- 2) pazemes ūdeņu (dabisko un piesaistīto resursu) krājumu papildināšanas novērtēšana, iespējamo izmaiņu prognoze ūdensgūtnes ekspluatācijas procesā;
- 3) pazemes ūdeņu režīma likumsakarību noteikšana ekspluatācijas apstākļos, tajā skaitā piemērojot dažādus salīdzinošos rādītājus no citām ūdensgūtnēm;
- 4) ūdens kvalitātes mainības likumsakarību pētīšana ekspluatācijas procesā un ūdens kvalitātes terminētās (uz noteiktu perspektīvas periodu) prognozes;
- 5) ūdensgūtnes ekspluatācijas ietekmes pētīšana uz apkārtējo vidi, ekspluatācijas negatīvo seku ierobežošanas pasākumu izstrādāšana;
- 6) režīma novērojumu un pētījumu virzienu pamatojumu izstrādei perspektīvai, nepieciešamā novērojumu kompleksa noteikšana;
- 7) un kā ļoti svarīgs jautājums - pazemes ūdeņu ekspluatācijas krājumu novērtēšanas metožu pilnveidošana un attīstība, kā arī aprēķināto hidroģeoloģisko parametru (minimāli vai vidēji ūdens horizonta biezumi vai pazemes ūdeņu spiedieni u.c.) noteikšana un precizēšana.

## Secinājumi

1. Pētīto "Vingru" ūdensgūtni var raksturot kā starpupu, bet taču jāievēro, ka tā atrodas tālu no upes. Pazemes ūdeņu horizontu var uzskatīt par pusierobežotu no dienvidaustrumiem ar gruntsūdeņu reģionālās plūsmas drenēšanas zonu (Daugavas apkārtnē). Gruntsūdeņu dabiskā režīma pētījumu rezultātā ir konstatēta gruntsūdeņu līmeņu svārstību gada neliela amplitūda (0,42m), bez krasi izteiktiem mazūdens un palu periodiem. Svārstību amplitūda gada ietvaros nevar tikt uzskatīta par vienīgo parametru ūdeņu dabiskā režīma noteikšanai. Jāievēro līmeņa svārstību ilggadējā amplitūda, kura saistīta ar atmosfēras nokrišņu akumulāciju pazemes ūdeņu horizontā. Darba rezultātā tika konstatēta, ka ilggadēja amplitūda var pārsniegt gada amplitūdu trīs reizes.
2. Svārstību vājas amplitūdas dabiskā režīmā arī saistītas ar pazemes ūdeņu horizonta samērā dziļu iegulumu (vidēji 9,48 m dziļumā), aerācijas zonas granulometrisku sastāvu (dažāda rupjuma smilts), kā arī teritorijas ievērojamo attālumu no upes (apmēram 2 km).
3. Ūdens līmeņu pazeminājums ir krasi izteikts ūdensgūtnes tuvumā, un tieši ir atkarīgs no tās debīta un ekspluatācijas laika. Ūdensgūtnes ekspluatācijas laikā izveidojas depresijas piltuve, kura attīstās un paplašinās gruntsūdeņu plūsmai pretējā virzienā. Pēdējo gadu laikā var konstatēt, ka depresijas piltuve attīstās Adatiņa ezera zonā, kurš atrodas apmēram 300 m attālumā uz dienvidaustrumiem no ūdensgūtnes. Ūdensgūtnes ekspluatācijas gaitā Adatiņu ezers kļuva daudz seklāks un šis process turpinās, tomēr skaitliski to patreiz nav iespējams novērtēt, jo iztrūkst dati par Adatiņu ezera līmeni kopš 1981. gada. Aptuveni aprēķini norāda, ka kopš 1981.gada piltuve ir paplašinājusies par 50-60 m. Arī ūdens kvalitātes izmaiņu analīze apstiprina depresijas piltuves palielinājumu.

Sakara ar to ka ūdensgūtne ekspluatācijas laikā strādā ar pastāvīgo slodzi, kura nepārsniedz noteiktos ekspluatācijas krājumus un nav pēdējo gadu laikā nav konstatējami dabiskā ūdens līmeņa pazeminājums šajā teritorijā un novērojumi norāda un depresijas piltuves attīstību, var pamatoti teikt ka depresijas piltuves attīstība

būtiski ir atkarīga no ekspluatācijas laika un arī nākotnē šajā depresijas piltuvē (ūdensgūtnes ietekmes zonā) tiks iesaistīti arvien jauni apkārtējās teritorijas iecirkņi.

4. Aprēķinot lielāko daļu ūdensgūtnes, tiek ņemti tikai reģionālās depresijas piltuves pazemināšanās lielumi. Taču pēc maģistra darba pētījuma rezultātiem var atzīmēt, ka ir ļoti svarīgi ievērot dinamiskā līmeņa stāvokli pašos ekspluatācijas urbemos. Īpaši tas ir svarīgi sifonu tipa ūdensgūtnēm, kur šo parametru neievērošana var var sabojāt sifonu sistēmu. ‘Vingru’ ūdensgūtnes gadījumā ūdens līmeņu pazemināšanās novērojumu urbemos vidēji visā ūdensgūtnē sastādīja 1,5 m, bet maksimāli 3,8 m.
  
5. Gruntsūdens dabisko režīmu būtiski iespaido intensīva ūdeņu ekspluatācija. Tā maina pazemes ūdeņu kustības virzienu un veidojas depresijas piltuve, kurā ieplūst zemākas kvalitātes ūdeņi. Svarīgi, ka ūdensgūtnes „Vingri” ilgstoša ekspluatācija veicina virszemes ūdeņu un purvu nogulumu dzeramā ūdens nekondīcijas kvalitātes ūdeņu pieplūdi no tieši dienvidaustrumiem un salīdzinoši droši ir prognozējama šī procesa attīstība arī nākotnē.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

### Publicētā literatūra

1. **Биндеман Н.**,1969, Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения, ВСЕГИНГЕО, Москва “Недра”,325 с.
2. **Borivoje F.**,1999,On new strategy of water supply in Vojevodina province, Yugoslavija, “Hydrogeology and land use management”, Bratislava, Slovak Republic,15 p.
3. **Дзилна И.**,1970, Ресурсы, состав и динамика подземных вод Прибалтики, ”Зинатне”, Рига,180 с.
4. **Дзенс - Литовский А.**, 1967 Гидрогеология СССР, том XXX1 – Латвийская ССР, Москва Недрa,199с.
5. **Fendekova M**, 1999, Quantative aspects of groundwater regime, Acta Geologica Universitatis Comenianaе, Nr 54/1999, Bratislava, 26 p.
6. **Ferrara A., Pappalardo G.**,2004,Intensive exploitation effects on alluvial aguifer of the Catania plain,eastern Sicily,Italy,Geofisica Internacional,Vol.43,Num 4,11 p.
7. **Филова В.**,1989, Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп: Справ. изд.,Химия",Москва,196 с.
8. **Indāns A.**, 1979, Geoloģija, „Zvaigzne”, Rīga ,371lpp
9. **Иодказис И.**,1980, Формирование и освоение эксплуатационных ресурсов подземных вод прибалтики , Академия наук , Вильнюс,176lpp
10. **Katz D.M.**,1972,The methods of studying the free unconfined ground water regime in irrigation regions ,All-Union research Institute of Hydrogeology and Engineering geology,3 p.
11. **Kļaviņš M., Cimdiņš P.**, 2004, Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība, Latvijas universitāte,Rīga,204 lpp.
12. **Климентов П.**,1971, Общая гидрогеология ,Москва, Недрa,245 с..
13. **Ковалевский В.**,1986,Исследование режима подземных вод в связи с их эксплуатацией, Недрa, 199 с.
14. **Kovalevskis V, Konoplyantsev A.**, 1982, The main problems of studying the ground water regime in the USSR, All-Union research Institute of Hydrogeology and Engineering geology,Moskow,5 p.
15. **Лебедев А.В.**,1976,Методы изучения баланса грунтовых вод,Недрa,223 с.
16. **Levins I., Gavena I., Levina N.**, 1998, Latvijas pazemes ūdeņu resursi, Rīga, 24 Lpp
17. **Levina N., Levins I.**,2002, Pazemes ūdeņu pamatmonitorings, VĢD.,Rīga,63 lpp.

18. **Levina N., Levins I.**,2003, Pazemes ūdeņu pamatmonitorings, VĢD,Rīga, . 59 lpp.
19. **Levina N., Levins I., Prols J., Straume J.**,1995, Dzeramie pazemes ūdeņu Latvijā izmantošanas un monitorings, Rīga ,79 lpp.
20. **Никанорова А.**, 1988 ,Справочник по гидрохимии, Гидрометеоиздат
21. **Максимов В.**, 1979,Справочное руководство гидрогеолога, 2 том, Недра,Ленинград, 295 с.
22. **Семёнова А.**, 1977, Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши, Гидрометеоиздат
23. **Semjonovs I. autoru kolektīvs** , 1997, Pazemes ūdeņu aizsardzība Latvijā ,Rīga , 461 lpp
24. **Штенгелов Р.**,2001,Поиски и разведка подземных вод ,кафедра гидрогеологии,конспект лекций, Москва , 97 с.
25. **Плотников Н.И.**, 1985 ,Поиски и разведка подземных вод. М., Недра, 124lpp.
26. **Воронов А, и др.**,2001,Эколого-гидрогеологический словарь,Изд-во С.-Петербур. ун-та, 202с.
27. **Vries J**,1996, Prediction in hydrogeology:two case histories, Geol Rundsch (1997) 86:354–371 p.
28. **Zektser I.**, Everett L.,2004, Groundwater resources of the world and their use. 346lpp
29. **Zenin A.**, Belousova N,1988, Гидрохимический словарь.- Л.: Гидрометеоиздат
30. **Ziverts A.**,2001, Pazemes ūdeņu hidroģeoloģija, LLU , Jelgava, 81 lpp.
31. **Ženišova Z**, 2001, Changes of chemical composition of surface water in alluvial deposits during infiltration,Acta Geologica Universitatis Comenianaе, Nr 56/2001, Bratislava,33 p.

#### **Nepublicētā literatūra**

32. **Колоколов Л.,Озолиньш В.**,1961,Проект на производство гидрогеологических работ по водоснабжению Даугавпилса,Нидроģеолоģiskā ekspedīcija Nr.1, Rīga, glabājas „Daugavpils ūdens” uzņēmumā, 112 lpp.
33. **Колоколов Л.**,1973,Отчет об изучении возможностей искусственного пополнения запасов грунтовых вод на водозаборе Вингри, Rīga ,glabājas „Daugavpils ūdens” uzņēmumā, 96 lpp.
34. **Крутофал Т.**,1983. Техничко экономический доклад выбора источника водоснабжения и постановки детальной разведки подземных вод гор.Даугавпилса,Rīga, 15 с.

35. **Levins G., Levina N.**,1968, Отчет о результатах изысканий новых источников водоснабжения г.Даугавпилс., glabājas „Daugavpils ūdens” uzņēmumā, 85 lpp.
36. **VGD**, 1981, Отчет о сооружении наблюдательных скважин в районе водозабора Вингри, Rīga , glabājas „Daugavpils ūdens” uzņēmumā, 24 lpp.
37. **Daugavpils ūdens**, 2001,2002,2003,2004, Pārskati par izmantotajiem urbumiem 1998-2001,2002,2003,2004 gadā, ūdensgūtnes Daugavpilī, Daugavpils , glabājas „Daugavpils ūdens” uzņēmumā, lpp.
38. **LVGMA**,1963-2005, Метеостанция „Daugavpils” novērojumu dati ( par atmosfēras nokrišņiem), Daugavpils

#### **Normatīvā bāze -**

39. **Ministru kabineta noteikumi Nr.448**, Noteikumi par valsts nozīmes derīgo izrakteņu atradnēm un to izmantošanas kārtību, valsts nozīmes derīgo izrakteņu izmantošanas kārtību, kā arī zemes dzīļu izmantošanas atļauju vai licenču izsniegšanas konkursa vai izsoles kārtību, Rīgā 2005. gada 21. jūnijā
40. **Ministru kabineta noteikumi Nr.235**, Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība, Rīgā 2003. gada 29. aprīlī
41. **Вода питьевая**, 1984 ,методы анализов, сборник, Москва

#### **Interneta resursi**

<http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/index.asp>, apskatīts, 2006. gada maijā

[http://www.lva.gov.lv/produkti/soe2001\\_lv/udeni/resursi/izmainas.htm](http://www.lva.gov.lv/produkti/soe2001_lv/udeni/resursi/izmainas.htm), apskatīts, 2006. gada maijā

<http://biology.krc.karelia.ru/misc/hydro/index.html> Справочник по гидрохимии, apskatīts, 2006. gada maijā

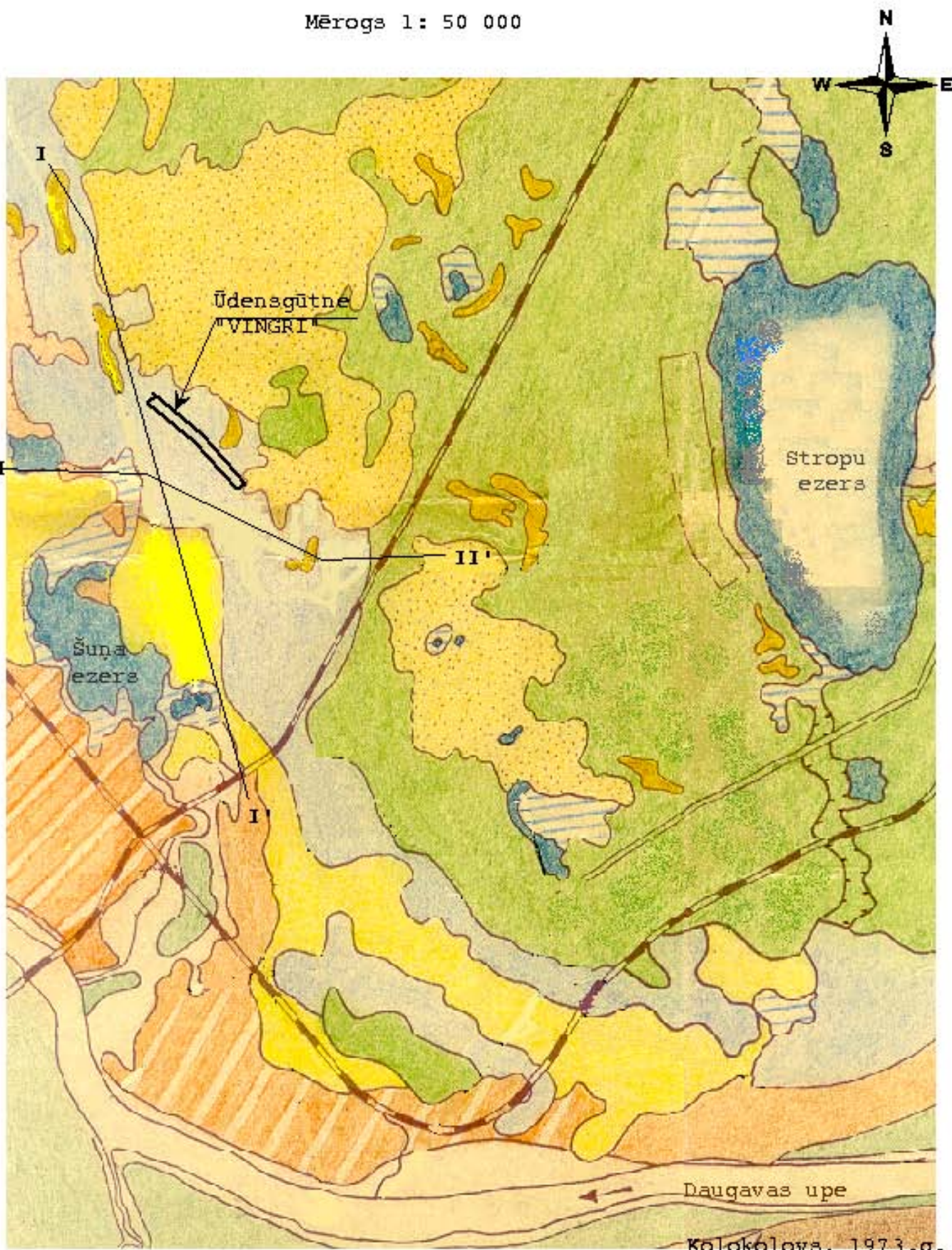
<ftp://ftp.liis.lv/macmat/kimija/>, apskatīts, 2006. gada maijā

[www.hydra.nb.ru](http://www.hydra.nb.ru) , apskatīts, 2006. gada maijā













## **PIELIKUMI**

## PIELIKUMI

Mērogs 1: 50 000



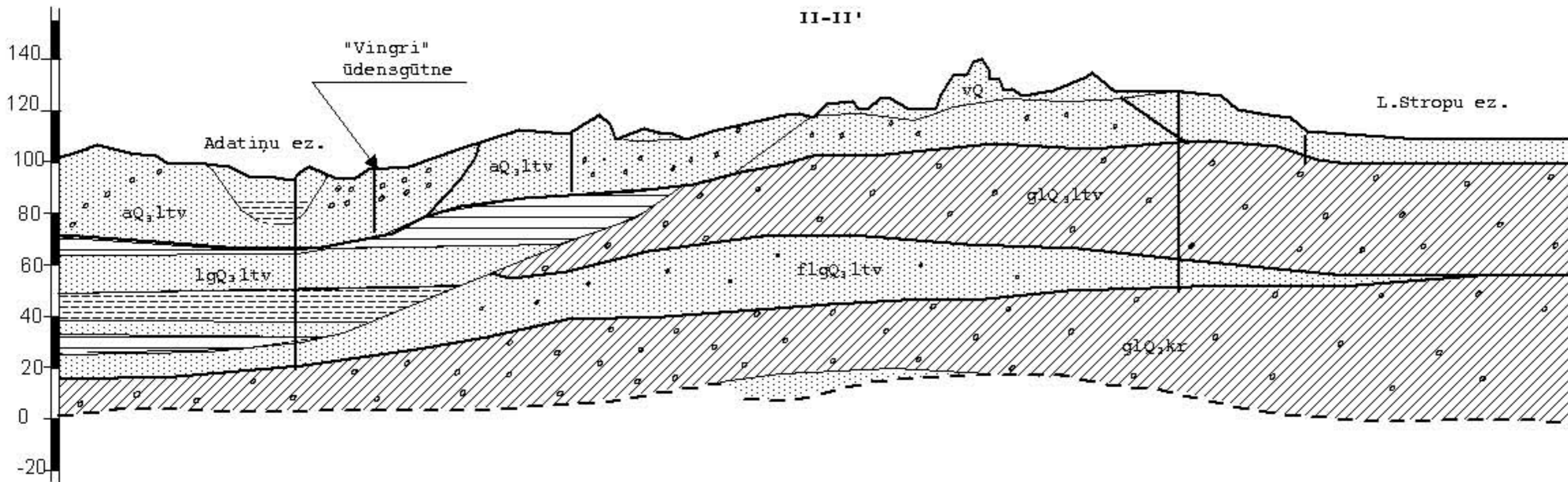
APZĪMĒJUMI:

- |  |   |
|--|---|
|  polu terase                                  |  morēna līdzenuma             |
|  I.virāpņu terase                             |  morēnu kāmu līdzenuma        |
|  II.virāpņu terase                            |  kopas smiltis                |
|  I un II.virāpņu terases<br>neatdalīta virama |  Ezeru pārpuvotās<br>katlīnās |
|  III.virāpņu terase                           |   |
|  IV.virāpņu terase                            |   |
|  V.virāpņu terase                             |   |
|  ledāja kušanas<br>līdzenuma                  |   |
- II — II' ģeoloģiskie griezumī

GEĻOGISKIE GRIEZUMI Merogs

Vert. 1:100  
Horiz. 1:3000

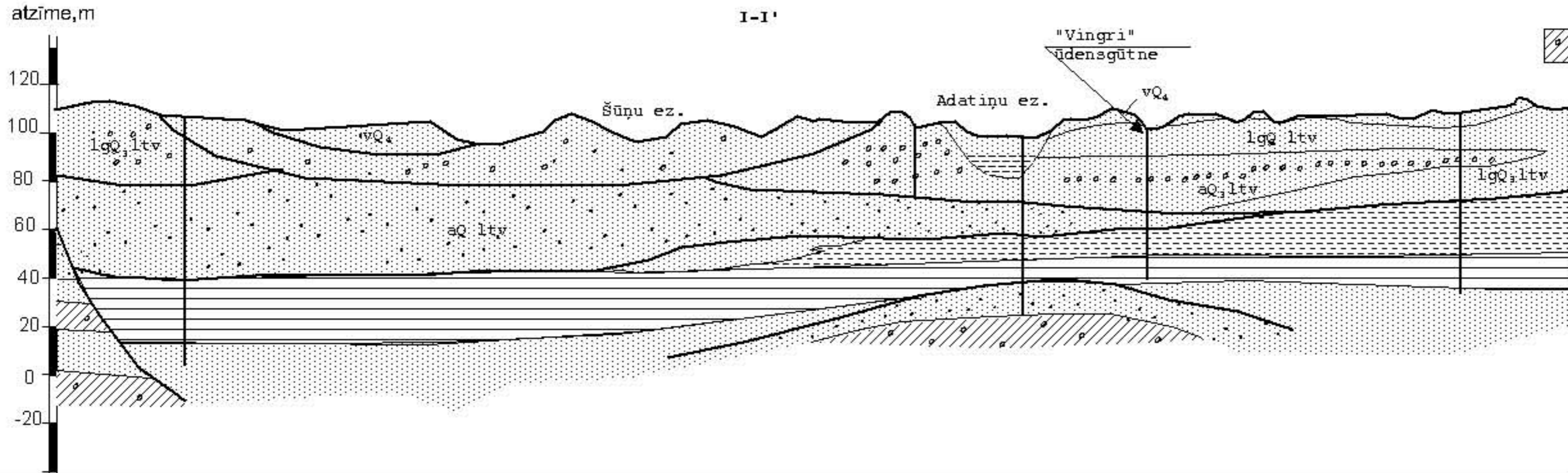
Abs. atzīme, m



- Eolie nogulumi**
- smilts, smalka, viendabīga
- Limmoglacīālie nogulumi**
- smilts, sūkgraudaina
- bloķāņu māsmilts
- bloķāņu māli
- Aluvīālie nogulumi**
- smilts, sūkgraudaina
- smilts, vidēji rupja un rupja
- smilts ar granti un oļiem
- palieņu māsmilti
- Fluvioglacīālie nogulumi**
- Dažāda rupjuma smilts ar granti un oļiem
- smilts, smalka un vidēji rupja
- Glacigēnie nogulumi**
- Laukmeņu smilšmāli un māli

Urbuma numurs	Adatiņu ez. urb.43					
Urbuma atveres abs. atzīme	93,50	96,63	105,61		123,3	112
Attālums, m	375	925	3975		425	

Abs. atzīme, m

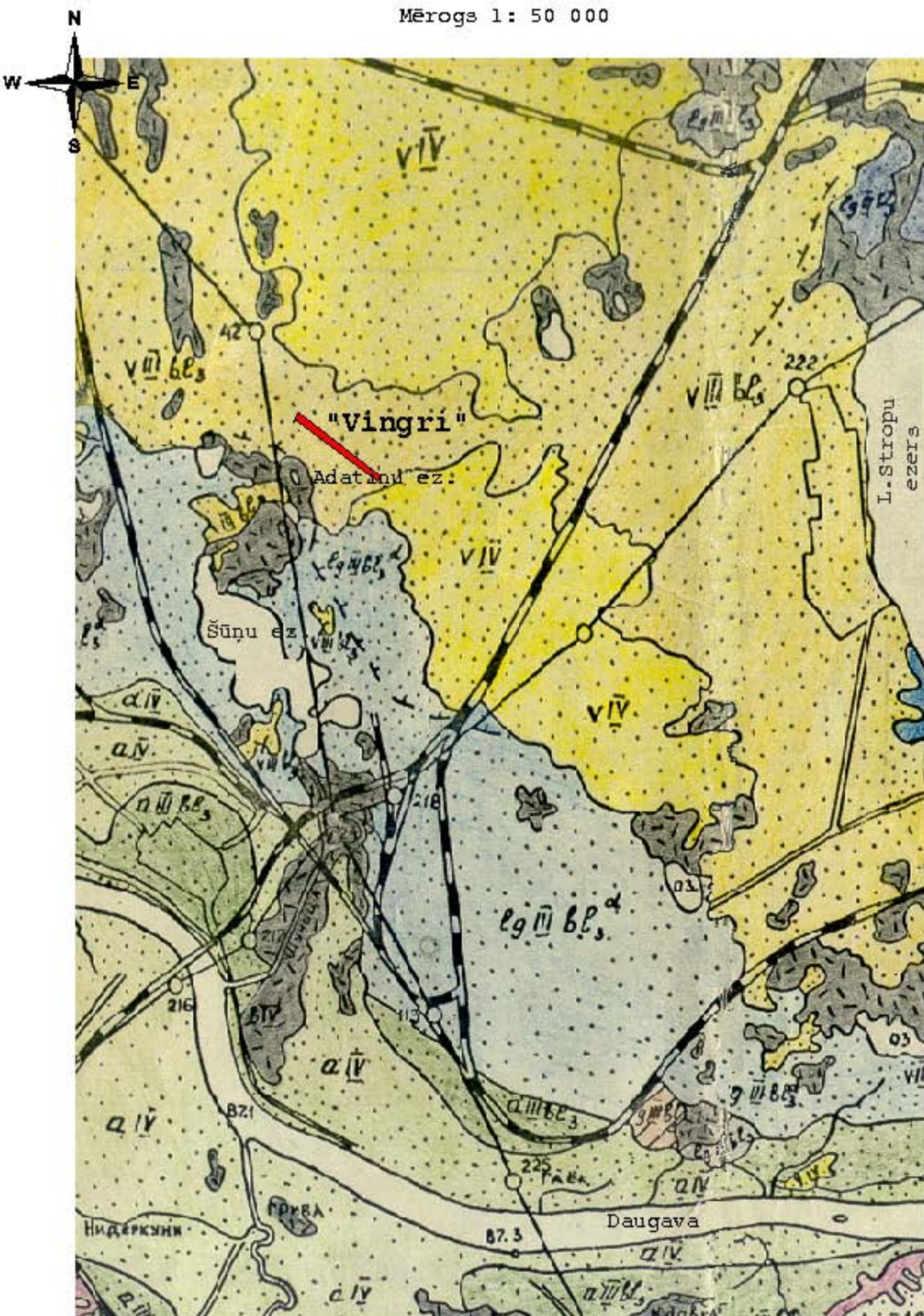


Urbuma numurs		urb.43		urb.1	urb.42
Urbuma atveres abs. atzīme	108,6	98,63	93,3	93,3	104,58

Kolokolovs, 1973

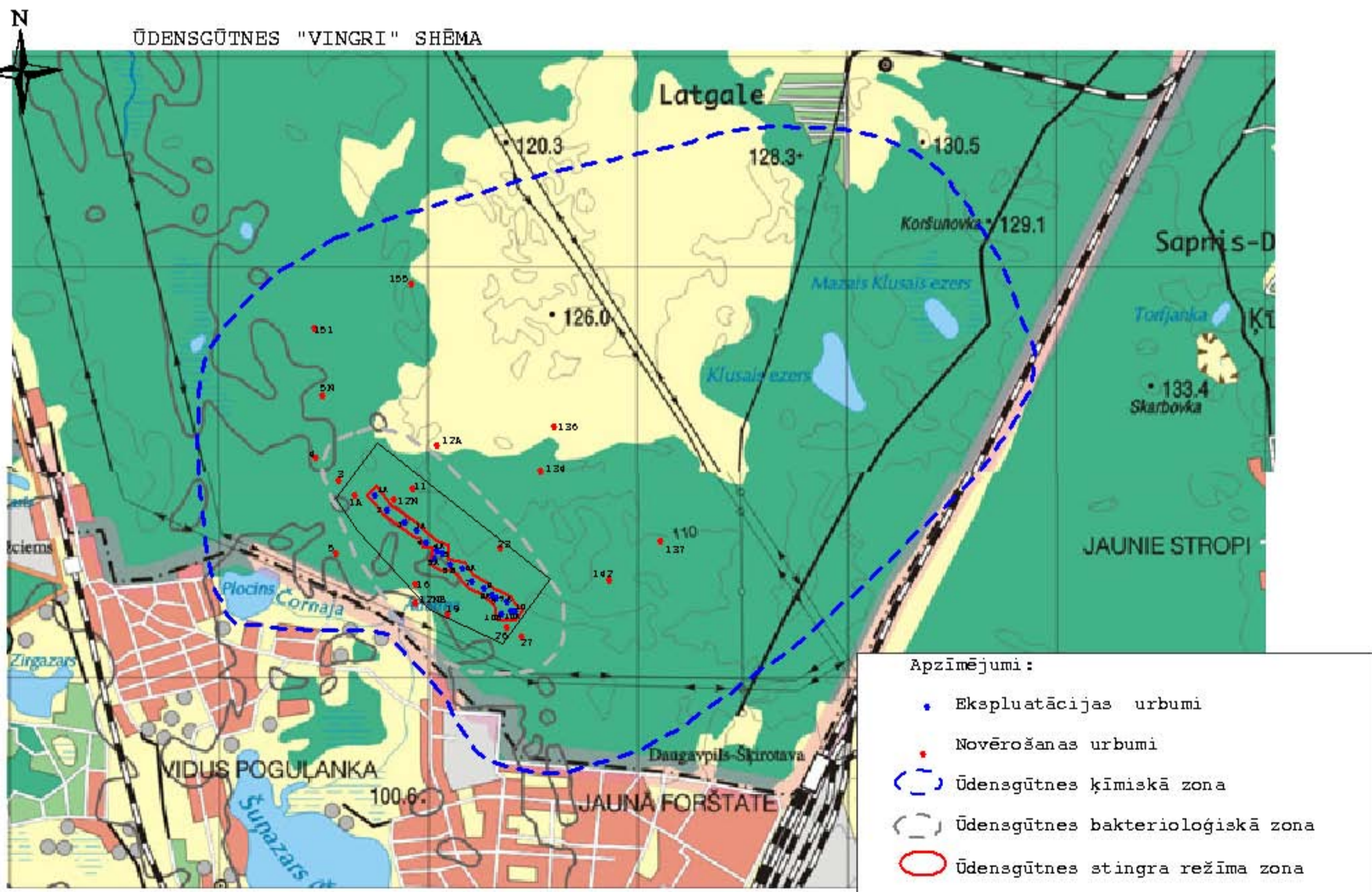
## Daugavpils rajona kvartāra nogulumu karta

Mērogs 1: 50 000

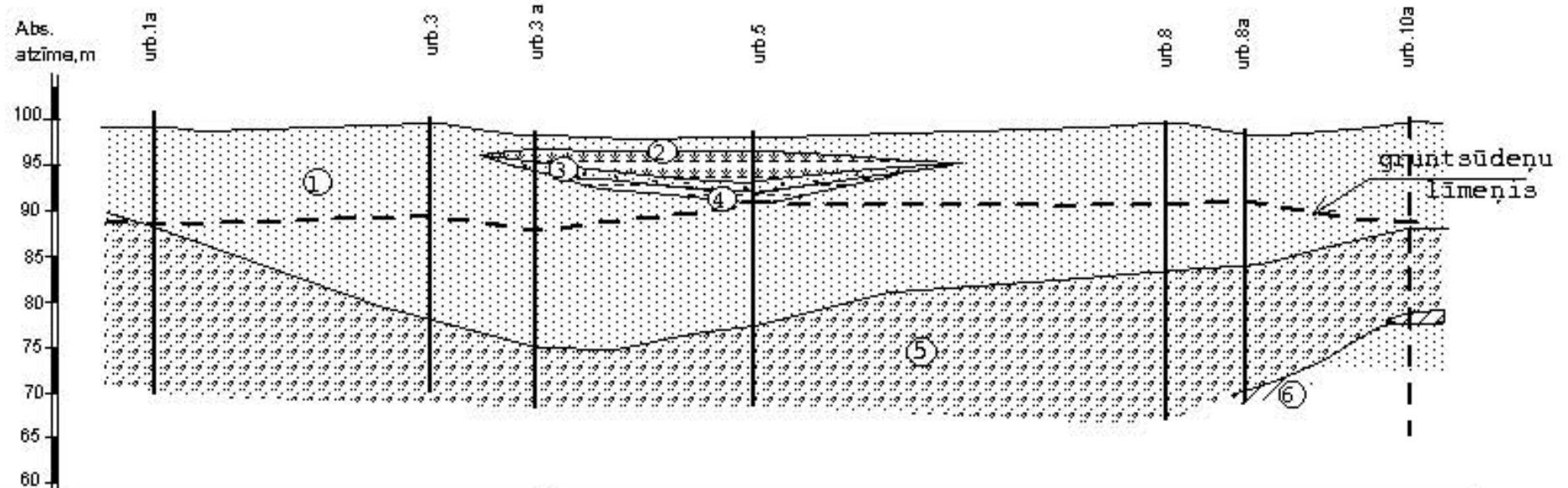


Kolokolovs, 1973

ŪDENSĢŪTNES "VINGRI" SHĒMA

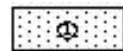


## Ūdensgūtne "Vingri" ģeoloģiskais griezumš

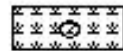
Vert. 1:100  
Mārogs Horiz. 1:5000

Ūbuma numurs	urb.1a	urb.3	urb.3a	urb.5	urb.8	urb.8a	urb.10a
Ūbuma atzīme abs.stāme, m	100,0	100,0	99,94	100,0	101,5	101,0	101,87
Filtrēšanas dziļums, m	20,0-28,0	22,0-28,0	19,0-21,0	20,5-21,5	29,5-33,5	29,0-29,0	21,0-20,0
Gruntsūdeņu līmeņa abs.stāme, m	79,85	79,97	82,31	80,93	90,42	90,80	83,18
Attālums, m	120	85	144	279	51	111	

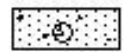
Nosauktie apzīmējumi:



Smilts, smalka



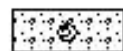
Kudra, ar smilts atpēkšrtēm



Smilts, smalka, kudreina



Aleirīta, smilšaina,



Smilts, vidēji rupja, ar rupjas graudainas smilts piemaisījumi



Smilšmāla, mīksti plāstiaka

O.Puriņa, pēc ekspluatācijas urbumu datiem

## Ūdensgūtnes "Vingri" ūdens patēriņš

Gads	Mēneša vidējie rādītāji, m <sup>3</sup> /dnn.												Vidēji par gadu m <sup>3</sup> ,dnn	kopā, m <sup>3</sup> /gadā
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1963											1350	1550	1950	118950
1964	2500	2550	3600	4700	5500	6300	6000	6400	6350	6300	6350	6300	5238	1916925
1965	7500	6800	6900	7700	7300	7400	7500	7550	8000	8000	8000	7800	7538	2751188
1966													9100	3321500
1967													9300	3394500
1976	9650	7850	9200	9900	10054	9870	9980	9880	9950	9980	10200	9650	9680	3543002
1977	9856	9768	9898	4586	5130	4476	9454	9550	9902	9454	9868	9616	8463	3089056
1978	9500	9350	9450	10222	1086	1044	9454	9550	9902	9454	9868	9616	8208	2995920
1979	11710	11000	10500	11766	11710	11766	10644	10644	10334	10646	10334	10646	10975	4005875
1980	10700	10700	10700	10500	10838	10834	10700	10700	10700	9884	10250	10326	10569	3868376
1981	11031	10971	10868	11343	11968	12011	12187	12027	12090	12059	11904	11790	11687	4265907
1982	11909	11863	11783	11774	11957	12321	12013	10621	11051	10827	10910	10743	11481	4190565
1983	10835	10923	11044	9808	11158	11483	11125	10724	10668	10752	10827	10760	10842	3957421
1984	11300	11340	11309	10930	10557	10969	10535	9145	9550	10456	10473	10463	10586	3874324
1985	10275	10313	10358	10415	10519	10441	10492	10427	10402	10512	10551	10563	10439	3810235
1986	9582	11818	10679	10724	10756	10668	10536	10536	10536	10871	10504	10587	10650	3887159
1987	10670	10674	10452	10926	10946	10860	10756	10679	10724	10456	10474	10338	10663	3891965
1988	10912	10885	12571	8488	8766	8850	10419	10426	10402	10837	11025	11164	10395	3804723
1989	10833	11128	10945	10973	11100	11075	10948	10961	10948	10865	11110	10902	10982	4007954
1990	11154	10713	10796	11359	11602	11633	11606	12788	12932	13048	13024	12961	11968	4371043
1991	11669	11660	11615	11545	11761	11498	11584	11522	11601				11606	4236231
1995													10813	3947000
1996													10471	3822000
1997													10011	3654000
1998	11161	11036	10968	10533	10613	11033	12064	12194	12100	8806	11967	12419	11241	4103026
1999													12110	4420360
2000	11934	11958	11936	12046	12091	12451	12545	12253	12525	10709	10946	10992	11866	4342070
2001	10571	10216	9985	10045	10199	9818	9733	9686	9772	9836	9845	9750	9955	3630550
2002	9920	8817	10205	9779	10417	10024	10369	10407	10358	10450	10327	10223	10108	3716354
2003	9953	10032	9945	9923	9917	9452	8839	9138	9425	9775	9700	10138	9686	3534773
2004	9972	10196	10184	10400	9680	9984	9782	9828	10076	9789	9843	9647	9948	3640095
2005	9770	10090	10065	10149	9548	9960	9087	9685	9690	9000	9953	10107	9759	3560172
Vidēji*	10649	10578	10672	10353	10103	10109	10645	10581	10679	10404	10631	10609	10562	3858153

\* - tika ņemti dati laika periodā no 1976.g.līdz 2005 g.,kad ūdens patēriņš stabilizējies









## Gruntsūdeņu līmeņu starpība eksploatācijas urbumos un pjezometros

	1A	2	3	4	4A	5	5A	5B	3A	6A	7A	8	8A	9	9A	10	10A	10B
1cet.1976	0,00	3,08	1,45	1,54	0,54	0,64	0,53	0,97			2,46	1,43	0,92	1,01	0,51		0,47	
2cet.1976	0,00	3,02	1,38	2,02	0,56	0,68	0,64	0,98			2,46	1,62	1,15	0,93	0,61		0,57	
3cet.1976		2,69	-0,73	2,31	0,71	0,89	0,74	2,55			2,35	0,59	0,65	1,01	1,32		-1,55	
4cet.1976	0,02	3,07	1,45	1,53	0,56	0,66	0,55	0,96			2,46	1,43	0,96	1,00	0,52		0,48	
Jan-1977	0,00	3,07	0,48	1,52	0,54	0,68	0,53	0,95			2,44	1,42	1,16	1,04	0,44		0,50	
Feb-1977	0,00	3,08	1,45	1,49	0,54	0,64	0,53	0,97			2,46	1,49	0,92	1,01	0,51		0,47	
Jan-1978	0,00	3,08	1,41	2,04	0,54	0,66	0,48	0,95			2,44	1,42	0,92	1,01	0,50		0,47	
Feb-1978	0,01	3,14	0,49	2,22	1,39	0,85	0,80	2,17			2,18	0,76	1,24	0,80	1,24		0,30	
Jan-1979	0,00	3,64	0,48	2,67	1,42	0,70	0,84	2,20			2,22	0,78	1,28	0,76	1,28		0,38	
Feb-1979	0,01	3,83	0,46	2,68	1,74	0,82	0,65	2,42			2,78	0,76	1,24	0,80	1,24		0,30	
Jan-1980	2,49	-0,47	2,14	3,25	1,74	0,82	0,65	2,36			2,11	0,66	1,20	0,73	1,16		0,32	
Feb-1980	2,52	-0,46	2,11	3,24	1,73	0,83	0,68	2,35			2,20	0,83	1,54	0,85	1,29		0,30	
Jan-1981	2,46	-0,38	1,92	1,90	1,71	0,81	0,61	2,30			2,20	0,70	1,26	0,79	1,38		0,35	
Feb-1981	2,50	-0,47	2,14	2,24	1,73	0,81	0,65	2,36			2,11	0,65	1,20	0,74	0,26		0,32	
Jan-1982	2,52	-0,45	2,11	3,23	1,73	0,82	0,68	2,35			2,21	0,83	1,53	0,85	1,28		0,29	
Feb-1982	2,46	-0,39		1,91	1,71	0,82	0,61	2,30			2,22	0,70	1,27	0,80	1,36		0,34	
1cet.1978	2,43	-0,48	2,10	3,02	1,73	0,91	0,59	2,25			2,53	0,63	0,06	0,60	1,17		0,30	
2cet.1978	2,48	-0,36	2,27	2,78	1,75	0,75	0,56	2,21			2,20	0,50	1,25	0,54	1,40		0,31	
3cet.1978	2,61	-0,45	2,29	2,87	1,74	0,83	0,67	2,40			2,35	0,56	1,29	0,55	1,47		0,36	
4cet.1978	2,75	-0,44	2,65	3,41	1,73	0,95	0,64	2,84			2,21	1,01	1,31	0,37	1,39		0,40	
1cet.1979	2,30	0,34	2,30	2,19	1,71	0,59	0,67	2,81			2,30	1,17	1,37	0,48	1,46		0,37	
2cet.1979	2,45	-0,58	2,24	2,71	1,43	0,96	0,73	2,83			2,38	1,15	1,30	0,48	1,44		0,44	
3cet.1979	2,60	-0,43	2,70	3,14	1,69	0,93	0,72	2,69			2,49	1,07	1,44	0,23	1,44		0,40	
4cet.1979	2,63	-0,40	2,73	3,13	1,70	-0,05	0,80	2,67			2,49	0,08	1,45	0,24	0,43		0,40	
1cet.1980	2,60	-0,39	2,70	3,13	1,68	0,92	0,73	2,69			2,54	1,10	0,33	0,15	1,33		0,38	
2cet.1980	2,19	-0,61	2,42	2,82	0,92	1,00	0,71	2,52			2,61	1,21	1,45	0,20	1,45		0,38	
4cet.1980	2,70	-0,32	2,73	3,11	0,50	0,98	0,71	2,77			2,62	1,08	1,43	0,16	1,28		0,36	
1cet.1981	2,89	-0,46	2,62	2,93	0,79	0,83	0,34	2,60			2,36	1,13	1,34	0,14	1,30		0,40	
2cet.1981	2,70	-0,30	2,60	2,54	0,87	0,97	0,67	2,63			2,46	1,88	1,25	0,96	1,53		0,38	
3cet.1981	2,73	-0,02	2,72	2,89	0,89	1,02	0,74	2,73			1,01	1,97	0,83	1,41	1,08		0,39	
4cet.1981	3,05	-0,05	2,81	2,81	0,72	0,98	0,72	2,66			1,05	1,93	0,94	1,35	1,23		2,41	
1cet.1982	2,87	-0,06	2,76	3,09	0,80	0,97	0,78	2,67			1,10	1,94	0,99	1,25	0,95		0,42	
2cet.1982	2,80	-0,07	2,82	3,00	0,81	1,00	0,77	2,70			0,86	1,69	1,10	1,51	1,11		0,38	
3cet.1982	2,69	-0,02	2,72	2,97	0,83	0,89	0,90	2,67			0,89	1,89	1,08	1,32	1,07		0,37	
4cet.1982	2,78	-0,05	2,81	2,92	0,84	0,95	0,70	2,77			0,93	1,95	1,00	1,50	1,17		0,13	
1cet.1983	2,82	-0,06	2,89	2,93	0,75	0,90	0,84	2,80			0,95	2,05	1,17	2,33	1,05		0,06	
2cet.1983	2,84	-0,14	3,09			1,04	0,86	2,96			0,98	1,92	1,04	1,48	0,90		0,02	
3cet.1983	2,81	-0,11	3,04			1,01	0,86	2,91			1,15	2,17	1,20	1,64	1,30		0,00	
4cet.1983	2,68	-0,02	3,03			1,10	0,80	3,16			1,03	1,10	1,11	1,52	1,28		0,01	
1cet.1984	2,81	-0,09	3,03			1,04	0,88	2,96			0,98	1,92	1,04	1,48	1,56		0,02	
2cet.1984	2,66	-0,04	2,99			1,05	1,00	3,00			1,10	2,27	1,17	1,60	1,37		0,00	
3cet.1984	2,83	-0,06	2,89	2,93	0,80	0,90	0,85	2,83			1,00	1,94	1,23	2,33	1,05		0,70	
4cet.1984	2,92	0,00	3,00	3,12	1,03	1,15	0,94	3,05			1,10	2,19	1,26	1,59	1,32		0,02	
1cet.1985	2,93	-0,07	2,78	3,03	1,02	1,07	0,90	2,98			1,14	2,20	1,15	1,58	1,27		0,02	
2cet.1985	2,93	-0,06	2,87	3,12	1,03	1,07	0,90	3,10			1,02	2,16	1,15	1,59	1,15		0,05	
3cet.1985	2,89	-0,10	3,00	3,16	1,06	1,04	1,18	3,16			1,19	2,20	1,16	1,58	1,31			
4cet.1985	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00				-1,03		-1,05	-0,77	-1,33			
1cet.1986		0,42	-2,08			-0,11	-0,94				-1,43		-1,23	-0,67	-0,97			
2cet.1986		-1,36	-3,15			-0,70	-0,89				0,00		0,00	0,00	0,00			
2cet.1987	1,85	1,02	3,01		1,05	0,68	0,98	3,15			1,05	2,03	1,06	1,65	1,15			
3cet.1987	1,80	1,01	2,99		1,06	0,65	0,95	2,90			0,98	2,05	1,02	1,40	2,16			
4cet.1987		-0,07				-0,49	0,60				-0,98	-2,88	-0,97	-1,01	-1,11			
02-1988	2,45	1,34	3,02			-0,24	1,00	3,26			0,97	2,17	1,22	1,50	1,10			
04-1988	1,88	1,02	3,04			0,70	1,00	3,15			1,04	2,05	1,05	1,65	1,14			
08-1988	2,89	-0,11	2,95	3,15		1,05	1,17	3,15			1,19	2,20	1,14	1,58	1,33			
11-1988	2,88	-0,10	2,95	3,15		1,12	1,15	3,13					0,00	0,00	0,00			
01-1989	2,90	-0,04	2,95	3,13		1,00	1,05	3,03			1,13	2,20	1,10	1,45	1,25			
02-1989	2,90	-0,02	3,04	3,13		0,97	1,03	3,05			1,13	2,19	1,17	1,43	1,26			
03-1989	2,95	-0,10	2,94	3,19		1,00	1,04	3,04			1,19	2,18	1,11	1,41	1,31			
04-1989	2,96	-0,07	2,96	3,15		0,99	1,05	3,01			1,15	2,17	1,14	1,45	1,26			
05-1989	2,87	-0,02	2,05	3,12		0,99	1,05	3,05			1,15	2,20	1,15	1,45	1,20			
06-1989	2,97	-0,09	2,96	3,15		1,03	1,05	2,92			1,20	2,20	1,11	1,38	1,32			
07-1989	2,89	-0,02	2,97	3,10		1,01	1,11	3,08			1,15	2,23	1,13	1,48	1,16			

### Gruntsūdeņu līmeņu starpība eksploatācijas urbumos un pjezometros

	1A	2	3	4	4A	5	5A	5B	3A	6A	7A	8	8A	9	9A	10	10A	10B
08-1989	2,86	-0,01	2,94	3,11		1,02	1,12	3,05			1,19	2,24	1,10	1,50	1,17			
09-1989	2,90	-0,02	2,91	3,08		1,05	1,18	3,06			1,15	2,22	1,10	1,50	1,09			
10-1989	0,75	0,15	2,90			1,20	0,88	3,00		1,18	0,80	0,51	1,60	-2,40	1,15			
11-1989	0,83	0,01	2,87			1,13	0,82	3,02		1,20	0,84	0,48	1,42	1,61	1,20			
3cet.1990	0,85	0,03	1,96			0,93	0,89			0,57		2,57	1,84	1,59	1,95			
4cet.1990	0,86	0,00	1,96			0,93	0,89			2,55		2,57	1,85	1,58	1,97			
1cet.1991	0,83	0,04	1,97			0,94	0,90			0,58		2,62	1,90	1,58	2,00			
2cet.1991	0,99	0,00	3,12	2,00		1,12	0,78		0,85	0,82		2,40	1,83	1,80	0,75	1,21	1,09	1,15
3cet.1991	0,83	2,87	3,20	2,23		1,21	0,90		0,16	0,96		1,15	1,63	1,88	1,46	0,78	0,70	1,05
1cet.1998	0,86	0,20	2,70	3,45	1,38	1,06	1,50	3,01	0,68	0,80	0,20	2,98	2,46	3,27	2,05	3,04	0,99	1,78
2cet.1998	0,82	0,20	2,73	3,47	2,16	1,00	1,48	2,98	0,75	0,65	0,40	2,39	1,75	2,80	1,61	1,78	0,75	1,25
3cet.1998	0,77	0,20	2,77	3,48	2,33	1,01	1,34	2,98	0,75	0,65	0,33	2,39	1,69	2,76	1,65	2,75	0,71	1,62
4cet.1998	0,83	0,20	2,78	3,55	2,62	1,01	1,30	3,02	0,87	0,77	0,27	2,65	1,73	3,02	1,88	2,53	0,74	1,40
1cet.1999	0,75	0,20	2,84	3,50	2,88	1,00	1,10	3,00	0,85	0,80	0,20	2,98	2,46	3,27	2,05	3,04	0,99	1,78
2cet.1999	1,02	0,20	2,65	3,53	2,57	1,01	1,38	3,01	0,83	0,77	0,35	2,80	2,09	2,98	1,86	2,83	0,77	1,38
3cet.1999	0,72	0,20	2,80	3,50	2,73	1,02	1,32	2,99	0,85	0,68	0,35	2,86	2,00	3,08	1,98	2,75	0,88	1,40
4cet.1999	0,69	0,20	2,67		2,67	1,01	1,30	2,97	0,83	0,72	0,38	2,85	2,22	2,23	2,07	2,89	0,85	1,40
1cet.2000	0,76	0,20	2,68	3,50	2,60	0,98	1,35	2,98	0,84	0,80	0,31	2,88	2,20	2,45	1,97	2,8	0,93	1,61
2cet.2000	0,84	0,20	2,66	3,50	2,43	1,00	1,45	3,00	0,79	0,76	0,30	2,84	2,07	2,53	2,01	2,77	0,88	1,51
3cet.2000	0,70	0,06	2,82	3,57	2,40	2,22	1,08	3,61	0,25	1,07	1,10	2,81	3,23	1,38	2,72	1,46	0,12	1,17
4cet.2000	0,70	0,05	2,67	3,46	2,45	1,65	1,30	3,40	0,33	1,30	1,40	3,11	3,39	2,03	2,79	1,63	0,65	0,77
1cet.2001	0,63	0,13	2,94	2,66	0,80	0,73	0,88	2,25	0,88	1,14	1,70	2,85	2,60	1,08	1,95	1,55	0,55	0,55
2cet.2001	0,88	0,12	2,65			0,37	0,94	2,23		1,15		3,10	2,22	0,90	1,50	1,61	0,57	0,33
3cet.2001	0,65	-0,05	2,37			0,18	0,57	2,27		1,11		2,58	2,17	1,60	0,89	1,1	0,00	0,42
4cet.2001	0,50	-0,10	2,20			0,17	0,86	2,15		0,70		2,50	2,15	0,70	1,85	1,1	-0,70	0,25
1.cet. 2002	0,55	0,20	2,24	2,11	6,05	0,88	0,92	2,18	4,73	0,73		2,47	2,19	0,77	1,90	1,2	0,51	0,56
2.cet. 2002	0,55	0,15	2,40	2,10	4,30	1,05	0,90	2,35	0,70	0,75		2,40	2,20	0,60	1,85	1,1	0,65	0,25
3.cet. 2002	0,61	0,16	2,37	2,25	5,52	1,13	0,45	2,65	0,75	0,83		2,71	2,49	2,31	2,31	1,43	0,86	0,49
4.cet. 2002	0,75	0,26	2,44	2,31	5,10	0,90	0,91	2,56	0,60	1,00		3,35	2,88	1,45	2,91	1,98	0,69	0,78
1.cet. 2003	0,55	0,12		1,07		1,00	0,90	2,70	0,72	0,95	0,17	3,15	2,80	1,44	2,55	1,95	0,77	0,83
2.cet. 2003	0,53	0,09		0,71		0,90	0,89	2,56	0,67	0,89	0,26	3,32	2,55	1,38	2,19	1,62	0,72	0,72
3.cet. 2003	0,59	0,24		1,45		1,40	1,14	2,99	0,94	0,46	0,16	3,16	2,72	0,46	2,46	1,82	1,00	0,96
4.cet. 2003	0,48	0,12				0,86	0,82	2,14	0,62	1,01	1,01	1,86	2,50	2,05	2,30	1,8	0,94	0,84
1.cet. 2004	0,52	0,11				1,00	0,87	2,50	0,68	0,80	0,10		2,32	1,90	2,12	1,5	0,70	0,65
2.cet. 2004	0,58	0,15				1,20	0,95	2,79	0,70	0,03	1,18	0,20	0,45	0,05	0,74	1,22	0,83	0,47
3.cet. 2004	1,40	0,44				0,95	1,05	2,07	1,04	0,61	2,35	0,80	0,23	1,18	0,42	0,49	1,67	0,90
4.cet. 2004	0,15	0,15				0,97	0,87	2,40	0,61	0,65	0,20	2,60	2,00	1,42	2,18	0,99	2,08	1,08
Vid	1,66	0,33	2,33	2,76	1,68	0,88	0,82	2,64	0,86	0,87	1,29	1,79	1,39	1,24	1,32	1,82	0,49	0,98
Max	3,05	3,83	3,20	3,57	6,05	2,22	1,50	3,61	4,73	2,55	2,78	3,35	3,39	3,27	2,91	3,04	2,41	1,78

## 10.pielikums

### Atmosfēras nokrišņu daudzums, Daugavpils, mm

Gads	Kopa	Janv	Febr	Mart	April	Maijs	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1963	440,1												
1964	422,7												
1965	543,9												
1966	657,2												
1967	599,8												
1968	629,8												
1969	525,3												
1970	615,7												
1971	493,2												
1972	516												
1973	454,4												
1974	638,7												
1975	582,2												
1976	618,4	54,4	15,7	33,5	42,6	56,8	95,9	58,6	62,7	72,0	29,9	39,0	57,3
1977	676,7	10,9	42,3	18,8	79,6	29,8	89,4	169,5	57,1	51,2	26,3	53,9	47,9
1978	736,5	36,0	35,0	44,1	82,4	48,8	23,1	90,5	59,0	148,8	108,2	28,4	32,2
1979	639,3	49,0	14,9	53,8	40,3	59,8	19,8	104,4	135,7	61,8	9,1	36,3	54,4
1980	747,9	39,3	22,8	26,8	35,4	48,6	41,3	126,9	156,4	43,5	114,5	44,8	47,6
1981	698	38,7	33,1	42,6	16,3	42,2	123,0	51,6	97,1	30,0	74,2	72,3	76,9
1982	628,5	50,1	12,9	28,3	35,5	58,4	87,5	70,5	39,5	68,9	32,3	40,6	73,4
1983	633	79,7	33,1	78,6	64,1	43,6	70,9	51,1	15,8	39,4	38,0	59,5	59,2
1984	600,1	61,7	19,7	21,6	16,9	69,3	80,6	57,6	42,4	101,1	56,5	31,7	41,0
1985	734,6	37,3	22,7	36,6	51,9	37,9	149,3	65,8	70,6	119,9	62,9	41,1	38,6
1986	754,2	80,8	10,9	20,9	58,4	36,3	66,9	122,5	139,8	82,1	31,7	54,7	49,2
1987	646,1	35,0	47,9	24,6	13,1	48,9	102,6	91,0	78,2	91,1	14,6	46,8	52,3
1988	628,9	19,6	24,0	64,5	25,6	16,2	66,7	95,6	120,3	48,4	16,7	60,7	70,6
1989	738,9	42,7	31,4	34,3	41,2	32,2	125,5	97,6	95,7	39,5	92,5	36,0	70,3
1990	929,5	62,1	39,3	68,9	4,2	36,8	72,9	205,8	111,6	140,2	76,3	70,6	40,8
1991	634,1	35,0	40,4	29,7	18,3	101,2	91,7	58,7	54,6	63,8	40,9	53,7	46,1
1992	629,8	47,4	45,9	42,1	61,5	51,0	24,9	9,0	60,3	104,9	66,9	68,4	47,5
1993	654,4	65,0	38,0	35,0	15,9	23,5	63,6	115,1	79,9	81,1	70,2	0,3	66,8
1994	683,6	56,0	27,2	82,4	60,2	69,4	59,4	6,2	92,7	84,1	33,4	69,0	43,6
1995	654,1	47,2	46,7	51,5	60,3	67,7	83,1	48,3	44,6	68,1	65,9	39,2	31,5
1996	607,2	30,2	40,4	18,1	23,3	65,8	79,2	95,9	3,6	81,9	39,2	62,0	67,6
1997	703,7	28,2	49,4	26,1	51,8	54,3	134,5	45,4	8,5	91,6	111,6	64,9	37,4
1998	706,3	42,9	60,4	27,7	21,6	96,8	131,1	49,0	115,6	39,2	48,2	29,5	44,3
1999	496,8	42,0	45,0	36,3	19,7	37,5	39,3	21,3	65,4	48,8	68,4	24,6	48,5
2000	645,3	26,3	37,0	52,1	41,9	27,9	51,5	163,4	103,4	16,4	20,4	66,3	38,7
2001	666,7	28,8	47,9	24,0	82,7	64,1	87,7	54,2	61,0	57,2	65,5	61,7	31,9
2002	456,8	53,0	65,6	38,7	8,8	22,2	88,3	14,8	0,3	32,6	77,9	32,1	22,5
2003	615,3	28,5	25,7	10,6	39,2	84,4	50,2	87,1	116,3	24,7	53,1	53,0	42,5
2004	676,7	32,7	50,2	34,4	12,3	30,1	133,1	57,5	66,2	59,2	111,3	36,7	53,0
2005	700,1	38,7	20,2	46,5	15,5	190,8	72,5	54,1	141,7	22,9	24,2	31,7	41,3
<b>Vid.</b>	<b>629,3</b>	<b>43,3</b>	<b>34,9</b>	<b>38,4</b>	<b>38,0</b>	<b>55,1</b>	<b>80,2</b>	<b>78,0</b>	<b>76,5</b>	<b>67,1</b>	<b>56,0</b>	<b>47,0</b>	<b>49,2</b>

## 11.pielikums

## Ūdensgūtnes "Vingri" ūdens kvalitāte

Noteiktie rādītāji		1962	1967	1970	1976	1979	1980	1981	1986	1998	1999	2000.g.	2001	2002	2003	2004	2005
Krāsainība	Pt/Co vien.		5		10	5		7		5	5	5	5	5	5	5	5
Duļķainība	NDV									0,06	0,30	0,44	0,76	1,00	0,61	0,61	1,11
pH		7,35	7,40	7,40	8,03	8,10	7,75	7,56	7,10	8,32	8,15	8,00	7,89	7,90	7,98	7,87	7,94
Hlorīdi	mg/l	7,0	6,0	6,0	6,67	10,0	8,0	12,2	12,0	5,3	<5	2,7	<5	<5	<5	2,6	2,5
Nitrāti	mg/l	nav	4,00	nav	3,33	4,00	nav	nav	nav	3,65	2,76	3,13	2,56	2,52	2,27	1,82	2,19
Nitrīti	mg/l	nav	nav	nav	nav	nav	0,025	nav	nav	0,005	0,012	0,009	0,009	0,005	0,007	0,009	0,009
Amonijs	mg/l	0,100	nav	0,300	nav	nav	nav	nav	nav	nav	0,090	0,016	0,028	0,018	0,012	0,013	0,03
Dzelzs	mg/l	0,09	0,12	0,27	0,11	0,09	0,05	0,60	0,08	0,14	0,06	0,06	0,06	0,11	0,08	0,10	0,10
Mangāns	mg/l									0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03
Sulfāti	mg/l	13,75	4,20	9,90	3,63	9,90	6,15	10,50	11,90	13,20	17,00	18,00	18,00	19,30	17,00	19,00	19,50
Permang.indeks	mg/l											0,50	0,40	0,76	0,39	0,58	0,36
Sārmanība	mmol/l										2,44	2,24	2,1	2,47	2,31	2,08	2
Kop.cietība	mmol/l	1,29	1,37	1,10	2,35	1,60	1,43	1,30	1,55	2,75	3,34	1,39	1,43	1,50	1,50	1,82	1,69
Elektrovadītspēja	µS/cm												269	267	271	267	269
Fosfāti	mg/l									0,580	0,155						
Na+K	mg/l	3,10	9,40	12,90	4,77		7,70	8,95	5,75								
Na	mg/l														2,98		2,93
Ca	mg/l	13,70	40,90	30,00	20,00		34,05	37,28	39,10								
Mg	mg/l	10,15	8,60	10,90	8,10		8,50	8,95	14,00								
HCO <sub>3</sub>	mg/l		170,80	146,40	93,57		146,40	145,21	78,70								
Kop.koli formu sk	sk/100ml									<3	<3	0	0				

1962.gads (urbumi Nr.Nr.5,10); 1967.gads (urbums Nr.4); 1970.gads (urbums Nr.5b); 1976.gads (urbumi Nr.Nr.1a, 2a, 3a); 1979.gads (urbums Nr.6); 1980.gads (urbumi Nr.8,7); 1981.gads (novērošanas urbumi (12 urb. )); 1986.gads (urbumi Nr.8a, 10b); 1998. -2005.g.g( ūdensgūtnes vidējie dati par gadu).