

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
DABAS UN ZEMES ZINĀTĪBU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**BARONU HES ĪDENSKRĀTUVES IETEKME UZ GRUNTSŪDENŪ
KVALITĀTI
BAKALaura DARBS**

Autors: **Inga Retiķe**

Stud. apl. ir07026

Darba vadītāja: Aija Dīle, Dr. ool., doc.

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbs „Baronu HES denskr tuves ietekme uz grunts de ū kvalitāti” ir veikti grunts denslmea izmaiņu mērījumi, *in situ* noteikti upes dens un grunts dens fizikāliskie parametri, un veiktas de ū misko parametru analīzes daudz dens un maz dens periodos, kvalitātīvi analizējot to izmaiņas un cēloņus. Darbā mērīti ir noskaidroti denskr tuves ietekmi uz grunts de ū kvalitāti, kā arī raksturoti upes un grunts de ū parametru vertikālie izmaiņas un to cēloņi.

Pētījuma rezultāti ir noskaidroti kā Baronu HES denskr tuves ietekmēto esošo grunts de ū, kā arī noskaidroti faktori, kas nosaka upes de ū un grunts de ū fizikālo un misko parametru mainību.

Atslēgvārdi: denskr tuve, grunts dens, upes dens, kvalitāte, daudz dens un maz dens periods.

ABSTRACT

On behalf of Bachelor's Study „Baronu HPP reservoir's impact on groundwater quality” has been accomplished studies of Baronu HPP reservoirs influence on shallow groundwater quality, groundwater level measurements were made, *in situ* river water and groundwater physical and chemical parameters got determined and chemical parameter analysis was conducted during low water and high water periods, analysing their changes and reasons in great detail. The main objective of this work was to determine reservoir's impact on groundwater quality, also describe river water and groundwater parameters value changes and their reasons.

As a result was determine how Baronu HPP reservoir impact on the nearby lying shallow groundwater, and also determine factors who define river water and shallow lying groundwater physical and chemical parameters changes.

Key words: reservoir, shallow groundwater, river water, low water and high water periods.

SATURS

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	7
1.1. de ūmisko sastāvu ietekmjošie faktori	7
1.2. Hidroloģiskais režīms	8
1.3. de ū kvalitāti raksturojošs fizikālais un ķīmiskais pašbāze	10
1.4. Dominējošie neorganiskie joni	11
1.5. Biogēnie elementi	12
1.6. Organiskās vielas	15
1.7. Grunts de ū piesātojums un dabiskais aizsardzības spējums	16
2. MATERIĀLI UN METODES	20
2.1. Pētījumu teritorijas raksturojums	20
2.2. Lauka darbi	22
2.3. Laboratorijas metodes	23
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA	27
3.1. Pētījuma rezultāti	27
3.2. Diskusija	34
SECINĀJUMI	38
PETEICĪBAS	39
LITERATŪRAS SARAKSTS	40
1. pielikums. Urbumu apraksts un grunts densitātes mērījumi	43
2. pielikums. Ierakoto urbumu attālums līdz ūpei un augstums no zemes virsmas līdz ūpes densitātes mērīšanai	45
3. pielikums. Laboratorijā un <i>in situ</i> noteikto parametru vērtības daudz dienā periodā (07.11.09.)	46
4. pielikums. Laboratorijā un <i>in situ</i> noteikto parametru vērtības maz dienā periodā (08.08.09.)	47

IEVADS

Pazemes de i ir tika neliela daļa no visiem pasaules deju resursiem, kas iesaistīti nepārtrauktā deju apmaiņā starp dažādiem vidiem. Jo tuvāk deju vide atrodas Zemes virspusei, jo straujāk ir tās mijiedarbība ar citām vidiem.

Salīdzinot virszemes deju ar grunts deju, grunts deju piesārņojums nereti tiek pamanīts novēloti, ir grūtāk paredzēt tā izplatīšanos, kā ar grunts deju pašattīrīšanas procesi ir krietni lēnāki nekā virszemes deju. Grunts deju kvalitāti nosaka to dabiskais aizsargtāvis, kas galvenokārt atkarīga no eoloiskajiem un grunts deju barošanas apstākļiem, kas hidro tehniskā viju celtniecības un ekspluatācijas rezultātā var tikt izmainīti (Segliša, 2008; Vides projekti, 2005).

Mākslīgā deju tuvju ietekme uz grunts deju kvalitāti rādās tieši tā (Grunberg et al., 2004), bet Latvijā šādu pētījumu pagaidām ir maz (Vides projekti, 2005). Galvenokārt tieši tā deju tuvju ietekme uz grunts deju līmeni un aplūkotie parametri, kas nosaka sekli iegūto pazemes deju atbilstību dzīves prasībām, jo Latvijā tie joprojām tiek izmantoti saimnieciskajām vajadzībām (Dliņa, 2007).

Bakalaura darba pētījuma uzdevums ir pievērst deju tuvju ietekmi uz deju kvalitāti, pievērst uzmanību kvalitātes raksturojošajam parametru vektoru izmaiņām un analizēt to cēlošus.

Bakalaura darba mērķis ir noskaidrot deju tuvju ietekmi uz grunts deju kvalitāti, kā arī raksturot upes un grunts deju parametru vektoru izmaiņas un to cēlošus.

Bakalaura darba uzdevumi ir:

- noskaidrot kā daudz deju periodā mainās biogēno elementu, neorganisko jonu, elektro vadītspēja, temperatūra, pH un SP vektorā;
- salīdzināt parametru vektorā deju tuvju un neietekmētājos upes dejos;
- noskaidrot kā, mainoties grunts deju līmenim lejasbjef un augšpus hidro tehniskās bāzes, mainās grunts deju mijiedarbības veids ar upes deju;
- noskaidrot kā deju tuve ietekmē grunts deju un upes deju kvalitāti augšpus hidro tehniskās bāzes un lejasbjef;
- noskaidrot kā mainās parametru vektorā grunts deju plūsmas virzienā;
- noskaidrot kā teritorijas eoloiskie apstākļi veido grunts deju dabisko aizsargtāvis pakāpi un nosaka mijiedarbības ar deju tuvi apmērus.

Lai sasniegtu bakalaura darb izvirzto mērķi un izpildītu uzdevumus, tika veikti šādi darbi:

- izvērtēt literatūru par upju deģenerāciju un grunts deģenerācijas riska sastāvu, to veidojošajiem dabiskajiem un antropogēnajiem faktoriem, grunts deģenerāciju un upes deģenerācijas mijiedarbību;
- ierīkot un aprakstīt urbūmi;
- atkārtoti veikt grunts dēšanas lmeā mērījumus, *in situ* noteikti strauji mainīgie fizikālos un ķīmiskos parametrus, ņemt grunts dēšanas un upes dēšanas paraugus laboratorijas analīžu veikšanai;
- veiktas dēšanas paraugu analīzes laboratorijā izmantojot titrimetriskās un spektrofotometriskās analīzes metodes;
- apkopot iegūtos rezultātus, pamatojoties uz tiem novērtēt deģenerācijas kvalitāti un izdalīt to ietekmējošos faktorus.

Bakalaura darbs sastāv no 42 lappusēm, trīs nodaļām, diskusijas, secinājumiem un 4 pielikumiem. Darbā ir ievietoti 8 attēli un 2 tabulas.

1. LITERATĀRĀS APSKATS

1.1. Ūdeņu ķīmisko sastāvu ietekmējošie faktori

Ūdeņi dabiskā veidā ir izteikti gultņi, kurai pieplūst sava baseina nokrišņu un pazemes ūdeņi. Tā ir svarīga hidroloģiskā cikla sastāvdaļa, jo ūdeņi nogādā pazemes un virszemes noteces daudzrādītājos, ko nenovērtē, ja ūdeņi netiek (Bamberg, 1993; Zverts, 2004).

Grūti ir ievēroti bezspiediena pazemes ūdeņi, kas uzkrājas virs pirmā mazcaurlaidīgā slāņa un kurus no augšas norobežo grūtslānis, kas veido virsmu (Kaviševs u.c., 1998; Zverts, 2001).

Pastāv grūtslāņu un upju ūdeņu fizikāliskie parametri un ķīmiskā sastāva izmaiņas, ir jāaplūko daudzu faktoru kopa, jo to sastāvu ietekmē visi procesi, kas norisinās to veidošanās laikā, sākot ar atmosfēru, beidzot ar eoloģiskajiem apstākļiem, attiecīgi, liela nozīme ir laika periodam, kas pavadīts katrā no šiem posmiem.

Ūdeņu galvenie avoti ir virszemes, pazemes, tajā skaitā grūtslāņu, un atmosfēras nokrišņu ūdeņi. Grūtslāņu papildināšanās notiek visā horizontā izplatītajā teritorijā galvenokārt infiltrējoties iežos atmosfēras nokrišņu un virszemes ūdeņiem. Nokrišņu daudzums, kas infiltrējas ir atkarīgs no meteoroloģiskajiem apstākļiem, reljefa, apauguma un eoloģiskajiem apstākļiem (galvenokārt iežu porainības, plaisainības) (Kaviševs u.c., 2004; Segliņš, 2008).

Atmēras nokrišņu ķīmiskais sastāvs būtiski ietekmē upju ūdeņu un sekli iežu ošņu grūtslāņu kvalitāti. Nokrišņu daudzums sastāvā ievērojami mainās atkarībā no reģiona fiziogēniskajiem, hidroloģiskajiem un eoloģiskajiem apstākļiem, kā arī cilvēka piesārņojuma darbības intensitātes tajā. Nokrišņu denim sāsniedzot zemes virsmu, denī ir paspējuši izšķīst dažādu vielu joni, kuri avoti ir atmosfērā zveidētie sāļi, putekļi un aerosoli. Anjonu daudzuma attiecības nokrišņu denī ievērojami atšķiras no šo pašu jonu attiecībām virszemes un pazemes ūdeņos un izkristojas rindā $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$ (Kaviševs u.c., 2004).

Augu valsts un augsne absorbē ievērojamu daļu infiltrējamajiem ūdeņiem, kā arī daļu no iztvaikošanas rezultātā atpakaļ atmosfērā, un tikai atlikušais daudzums, kas gravitācijas spēka ietekmē virs uzleju, var veidot grūtslāņu ūdeņus. Atkarībā no iežu caurlaidības grūtslāņu papildināšanās ar infiltrējamajiem ūdeņiem var ilgt no dažām stundām līdz vairākiem gadiem (Segliņš, 2008). Grūtslāņu sastāvā būtiski ietekmē augsnes tips un sastāvs, caur kuru sāļi denī bagātinās ar anjoniem un katjoniem. Cilvēcis nosaka augsnes veidošanās gaitu un pašas, kas ietekmē augsnes notiekošo ķīmisko, fizikālo un bioloģisko procesu

intensitāti. Latvijā dominējošs augsnes veidojušs uzglacētijs morāns nogulumiem, kas sastāv ir 10-20% kalcija un magnija karbonātu. Virszemes noteces rezultāts, galvenokārt daudzā ilgā periodā, no augsnes tiek izskaloti mīkšie elementi vai arī augsnes erozijas rezultāts upes dēļ no augsnes daļiņām, kas saistītas ar mīkšos elementus (Eglītis, 2007; Krūmiņš u.c., 2009; Kaviņš u.c., 2004; Zverts, 2001).

Dens ir labs šķīdinātājs, tādēļ grunts dēļu sastāvā veidošanās liela nozīme ir iezīēm, caur ko tas plūst (Zverts, 2001). Upes dēļu sastāvā veidošanās norisinās zemes garozas virsjoslīs un dēļ relatīvi īsā laikā, tādēļ mijiedarbības laiks ar to veidojošajiem iezīem ir niecīgs salīdzinājumā ar laiku, ko grunts dēļi pavadā kontaktā ar grunts dēļu horizontu veidojošajiem iezīem. Tomēr ar upes dēļu sastāvu galvenokārt ir atkarīgs neolīta uzdevuma patēriņš, un dens mīkšos sastāvā izmaiņas labi var novērot upes šķērsojot zonas ar atšķirīgu neolīta uzdevumu (Kaviņš u.c., 2004). Dominējošos komponentus dēļu sastāvā nosaka iezīšu veidojošo minerālu noturība pret dēļu šķīdināšanu. Iezīšu un minerālu šķīdināšanu ietekmē dienvidu šķīdinātājs, skābes un temperatūra (Edmunds et al., 2008). Apmēram reakciju laikā notiek jonu apmaiņa starp šķīdinātājiem un cietā agregāta virsmas joniem, un šādā veidā var izskaidrot dažādu jonu spējīgā apmaiņa reakcijās izspiežot citu jonu no cietās fāzes virsmas $H^+ > Fe^{3+} > Al^{3+} > Ba^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$. Reakcijas intensitāti galvenokārt ietekmē pH un citu jonu koncentrācijas dēļ. Iezīšu daļiņu izmēram samazinoties palielinās to patēriņa virsma, kas palielina apmaiņa reakciju intensitāti (Kaviņš u.c., 2004; Manahan, 2005).

Bioloģiskajam faktoram ir liela nozīme upju dēļu un grunts dēļu sastāvā veidošanās. Mikroorganismi sekmē iezīšu biogēno šķīdināšanu (mikroorganismu darbības rezultāts grunts dēļu nokristā gāzes CO_2 , CH_4 un H_2S), no rēķina, sintēzes un transformācijas organiskās vielas. Tie piedalās sērskābes un oglekļa savienojumu transformācijā un amonifikācijā, nitrifikācijā, oksidācijas-reducēšanas procesos, kā arī ietekmē gūžu režīmu. Mikroorganismi ir noteicošie pierīkojošie un toksisko vielu degradācijas procesos. *Producenti* jeb dzīvnieku grupas, kas producē organiskās vielas, tai skaitā augstākā līmenī, veido organiskās vielas un tiem atmiršot izdalās šķīdinātāji un tiek patērēti skābeklis. Tie spēj saistīt lielu daudzumu dienvidu šķīdinātāju, pašiem biogēnos elementus un kalciju. *Konsumenti*, kuru sastāvā ietilpst baktērijas, zooplanktons, bentosa organismi un arī zivis, šīs organiskās vielas patērē, aktīvi akumulē biogēnos elementus un mikroelementus (Krūmiņš u.c., 2009; Kaviņš u.c., 2004).

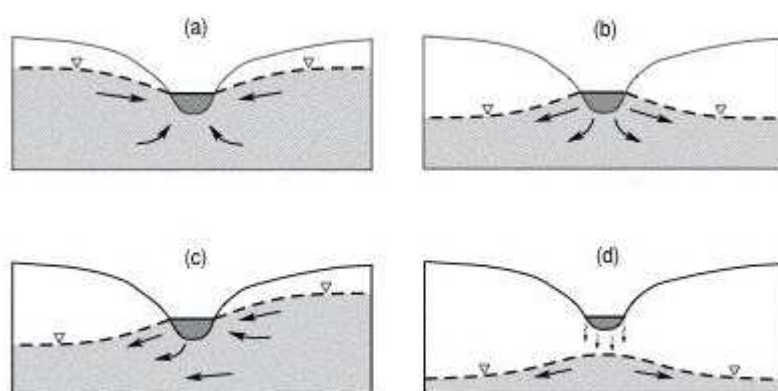
1.2. Hidroloģiskais režīms

Hidroloģiskais režīms atspoguļo ūdens objektu stāvokli raksturojošo lielumu mainību laikā un ir atkarīgs no teritorijas klimata sezonālajām izmaiņām. Izšķir vairākus hidroloģiskos režīmus, kuru laikā mainās upju caurplūsmas, straumju trums un upju ūdens un grunts ūdens līmeņi (pavasara plūdi), plūdi (raksturīgi rudens periodam) un maz ūdens periodi (ziema un vasara).

Upju ūdens līmeņa svārstības ir atkarīgas no sava baseina ūdens pieplūdes apjoma izmaiņām un gultnes hidroloģiskajām īpašībām, kā arī no ūdens līmeņa svārstībām ūdenstilpēs, kurās upes ietek (Zverts, 2004).

Grunts ūdens līmeņa dabiskos apstākļos atkarīgo zemes reljefu un pļūvietojas virzienā no reljefa augstākajiem punktiem, kur atrodas barošanās apgabals, uz reljefa zemākajiem punktiem un atslodzes apgabalu, kur drenāžas hidrogrāfiskajai tīklam (Kavišs u.c., 2008; Todd et al., 2005).

Latvijai raksturīgs klimatiskais pazemes ūdens režīms, kas atspoguļo pazemes ūdens līmeņa svārstības laikā atkarībā no klimatiskajiem faktoriem. Gadījumos, kad pazemes ūdens ir cieši saistīts ar virszemes ūdeni, grunts ūdens līmeņi ir tieši atkarīgi no virszemes ūdens līmeņa izmaiņām un to apzīmē ar terminu hidroloģiskais pazemes ūdens režīms (Zverts, 2001).



1.1. att. Pazemes ūdeņu mijiedarbība ar ūdenstilpni (Kresic, 2008)

Var izšķirt trīs atšķirīgus upes plūsmas un grunts ūdenimijiedarbības veidus (1.1.att.). Grunts ūdenim esot augstākam par upes ūdeni, upes ūdenim no grunts ūdens horizonta (a). Latvijas upēs šāda situācija bieži vairojama ziemas un vasaras maz ūdens periodos. Pretējā situācijā raksturīga rudens un pavasara daudz ūdens periodiem, kur ilgstošu nokrišņu rezultātā ceļas upes ūdenis un grunts ūdens horizonts barojas ar upes ūdeni (b). Gadījumos, kad grunts ūdenis ir daudz zemāk par upes ūdeni un ir atdalīts no upes ar *aerācijas zonu*, virszemes ūdenim gandrīz vertikālas infiltrācijas rezultātā pārtiek uz grunts ūdens horizontu (c) (Todd et al., 2005; Zverts, 2004). Ar aerācijas zonu ir jāsaprot slānis, kas ietver gan iezus, gan augsni kā vidi, no zemes virsma līdz grunts ūdenim, kas ir bagāts ar gaisu. Bieži tiek lietots apzīmējums *nepiesātinātā zona*, kas uzsver, ka šajā slānī visas poras nav aizpildītas ar ūdeni. Starptautiski tiek lietots arī termins *vadozā zona*, kuru no grunts ūdens horizonta nodala pēc hidrostatiskā spiediena izmaiņām (Kavišs u.c., 2008; Zverts, 2001).

1.3. Ūdeņu kvalitāti raksturojošās fizikālās un ķīmiskās īpašības

Upes ūdens *temperatūra* gada laikā seko gaisa temperatūrai, bet mazākās upēs to spēcīgi var ietekmēt pieplūstošo pazemes ūdeni temperatūra (Zverts, 2004). Grunts ūdeni temperatūra ir tuva teritorijas vidējai ilgtermiņai temperatūrai un ir pakārtota sezonāliem svārstībām. Tā vidējais svārstās no 5 °C līdz 12 °C un ir atkarīga no vietējiem hidroloģiskajiem un klimatiskajiem apstākļiem (Seglišs, 2008; Zverts, 2001).

Elektrovadītspēja (EVS) raksturo kopā izšķīdušo vielu saturu ūdenī. Tā ir tieši atkarīga no ūdens mineralizācijas un tā pieaugot palielinās arī elektrovadītspēja (Dliā, 2007; Kokorēte, 2007). Jo īsāks filtrācijas laiks un lielāka iezu caurlaidība caur kuriem ūdens plūst, jo zemāka ir ūdeni elektrovadītspēja (Levins u.c., 1998; Sainato et al., 2003). Latvijas kvartālreģistrētajā pazemes ūdeni elektrovadītspēja svārstās robežās no 30 līdz 2000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, dominājošās vērtības ir no 200 līdz 600 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Dliā, 2007).

pH raksturo noteiktu ūdens vides skābumu vai bāziskumu. ūdens ķīmiskā sastāva veidošanās laikā daudzu procesu intensitāte ir atkarīga no vides pH. Neitrālu vidi, kas raksturīga destilētam ūdenim raksturo vērtība 7. Vērtībām pazeminoties notiek vides paskābināšanās, bet vērtībām paaugstinoties virs 7, vide paliek bāziska (Zverts, 2001). Latvijas upēs ūdeni pH vērtības svārstās no 6,5 līdz 8,5. Pazeminātās pH vērtības raksturojas teritorijās, kur upes ieplūst purvūdenim ar augstu organisko vielu koncentrāciju. Latvijas kvartālreģistrētajā pazemes ūdeni pH vērtības mainās no 5,2 līdz 8,8 vienībām, dominājošās

vrtbas ir no 6,8 līdz 7,6. Visu dabas ūdeņu pH būtiski ietekmē karbonātu šķīšana, kā rezultātā veidojas hidroģenkarbonāti (Dliņa, 2007; Kaviš et al., 2002).

Ar kopējo cietību saprot kalcija un magnija jonu daudzumu milimolos 1 litrā ūdenī. Tāpat spoguļo ne vien abu jonu daudzumu ūdenī, bet arī oglekļa dioksīda daudzumu gaisā. Pazemes ūdeņos, augsnē norisošo bioloģisko procesu rezultātā, oglekļa dioksīda koncentrācijas ir augstākas, tādēļ arī cietība salīdzinājumā ar virszemes ūdeņiem, pazemes ūdeņos ir lielāka. Latvijā virszemes un pazemes ūdeņu samērā lielo cietību nosaka tipiski ar kāliju, nātriju un dolomitu bagātās augsnes. Tāpat kā ūdenī EVS un mineralizācija, arī cietība ir atkarīga no filtrācijas laika un iežu caurlaidības. Cietības straujā palielināšanās var liecināt par piesārņojumu. Nepiesārot ūdenī Ca/Mg attiecība ir 4:1 (Kaviš u.c., 2004; Levins u.c., 1998).

Ķīmiskais skābekļa patēriņš (SP) ir skābekļa daudzums (mg/l), kas nepieciešams, lai oksidētu organiskās vielas vienā litrā ūdenī (Mežaraups, 1995). SP izmanto organisko vielu noteikšanai ūdeņos un tādējādi sūrtbas virszemes ūdeņos ir 20 līdz 30 mg O₂/l (Kokor te, 2007).

1.4. Dominējošie neorganiskie joni

Kalcija (Ca²⁺) un Magnija joni (Mg²⁺) Latvijas virszemes un pazemes ūdeņos ir vieni no dominējošajiem pateicoties plašajai magniju un kalciju saturošo iežu izplatībai (Kaviš et al., 2002). ūdenī magnija joni nonāk karbonātu, sulfātu un silikātu dāļiņas rezultātā. Kalcija joni ūdeņos nonāk šādā veidā: kalcija sulfātu saturošiem iežiem un karbonātiem mijiedarbības rezultātā ar oglekļa dioksīdu un ūdeni. Latvijas ūdeņos ir augstas kalcija un magnija jonu koncentrācijas (Kaviš u.c., 2004), tādēļ bioloģiskajos procesos patērētie daudzumi ir maznozīmīgi, lai būtiski mainītos to koncentrācija ūdenī. Būtiski kalcija jonu koncentrācijas var samazināties grunts ūdeņos saukšņainā gadījumā ar sāļiem ūdeņiem, kas bagāti ar nātrija joniem, tādējādi kalcija joni aizvieto nātrija jonus un samazinās kalcija jonu koncentrācija (Guo et al., 2005). Inkongruentas magniju saturošu karbonātu šķīšanas rezultātā vecākos ūdeņos ir paaugstinātas abu jonu koncentrācijas (Edmunds et al., 2008; Kaviš u.c., 2004; Zverts, 2001). Vidējā kalcija jonu koncentrācija upēs ir robežs no 7 līdz 110 mg/l, bet magnija jonu koncentrācija no 3 līdz 60 mg/l (Kokor te, 2007). Sezonlišo jonu koncentrācijas pieaug mazākus periodus, bet samazinās palu un plūdu laikā, tāpēc ūdeņi ir atkarīgi no reģiona hidroloģiskā režīma un eoloģiskajiem apstākļiem (Kaviš et al., 2002).

Hidrogēnkarbonātu jonu (HCO₃⁻) augstās koncentrācijas ūdeņos Latvijā nosaka teritorijas eoloģiskā uzbūvē - karbonātiem plaši izplatībai un aktīvai dāļiņu šķīšanai. Karbonātiem

Šķīšanas trūms ir atkarīgs no oglekļa dioksīda daudzuma gaisā un ūdenī. Grunts deoksīd oglekļa dioksīda daudzums ir vidēji 10 līdz 20 mg/l (galvenokārt mikroorganismu darbības rezultāts), virszemes deoksīd oglekļa dioksīda daudzums ir 1-10 mg/l. Šķīšanas rezultātā radušies hidroģenkarbonātu joni iekļaujas vispārējā karbonātu sistēmā un ietekmē ūdens pH (Kavišs u.c., 2004; Kokorēte, 2007). Nozīmīgs oglekļa dioksīda avots ir antropogēnais piesārņojums. Avotus var iedalīt tiešajos un netiešajos. Tiešie ir fosilā kurināmā izmeši atmosfērā. Netiešie ir notekūdeņu ievadīšana, nokrišņu ar pazemīnātu vides pH, hidroloģiskā režīma un grunts ūdens līmeņa izmaiņas, kā arī lauksaimniecības ietekme uz grunts deoksīd oglekļa dioksīda notiekošajiem procesiem, kas paši Latvijā apstātos, kad nozīmīga ir upju barošana ar grunts ūdeni, ietekmējot hidroģenkarbonātu jonu koncentrācijas un ūdens vides pH (Kavišs et al., 2002).

Hlorīdjonu (Cl⁻) un Sulfātjonu (SO₄²⁻) koncentrāciju izmaiņas ir cieši saistītas, jo tiem ir vairāki radniecīgi avoti. Ūdenī joni nonāk vispārējā veidojušos ūdeņraža aerosolu transporta rezultātā, kas kopā ar atmosfērā vai cietajiem nokrišņiem nonāk ūdenī. Paaugstinātās koncentrācijas veidojas pie ūdens rejonos. Hlorīdjonu koncentrācijas vairāk atkarīgas no hloru saturošu minerālūdeņu šķīšanas un antropogēnā piesārņojuma (ceļveidāšana ar sliedēm, notekūdeņiem, minerālūdeņiem) (Kavišs et al., 2002; Kavišs u.c., 2004). Pazemes deoksīd oglekļa hlorīdjonu un sulfātjonu avots var būt arī ūdeņu ieplūde. Latvijā virszemes deoksīd hlorīdjonu koncentrācijas ir no 3 mg/l līdz 80 mg/l. Mazmineralizētos pazemes deoksīd hlorīdjonu koncentrācijas ir nelielas, turpretī augsti mineralizētos ūdeņos tās var pārsniegt vairākas desmitus g/l (Edmunds et al., 2008; Kavišs u.c., 2004; Zverts, 2001).

Sulfātjoni virszemes deoksīd oglekļa sulfātu saturošu ūdeņu šķīšanas rezultātā un oksidējoties sulfīdiem un sērūdeņradim, nozīmīgs avots ir antropogēnā emisija ražošanas savienojumu ražošanas deoksīd oglekļa ūdeņi un virszemes noteces rezultātā. Sulfātjonu koncentrācija virszemes deoksīd oglekļa robežsloksnē ir no 5 līdz 300 mg/l, augstās koncentrācijas, paši pazemes deoksīd oglekļa, saistītas ar Latvijā pamatīežu sastāvā esošo ipša šķīšanas procesiem (Kavišs u.c., 2004; Kokorēte, 2007). Bieži sulfātjonu koncentrācija ūdenī ir mazāka par hlorīdjonu koncentrāciju, jo tā ierobežota samērā mazākos CaSO₄ rašanās (Mežaraups, 1995).

1.5. Biogēnie elementi

Silīcijs savienojumu daudzums nepārsniedz teritorijas galvenokārt atkarīgs no nokrišņu daudzuma, augsnes pašbūvē un vietējā eoloģiskā uzbūves. Silīcijs savienojumu dabiskie avoti virszemes deoksīd oglekļa ir atmosfērā silīcijs fiksācija ūdenī, izkrišana no atmosfērā, izskalošana no augsnes, atbrīvošana no denstīlēs sedimentiem un silīcijs

pieplēde ar grunts deļiem. Antropogēnie avoti ir notece no lauksaimniecības zemēm, difūz notece no urbānām teritorijām un notekdeļi (Kokorēte, 2007; Kresic, 2008). Latvijas teritorijā gan antropogēnie, gan dabiskie avoti ir vienlīdz nozīmīgi. Slēpekļa savienojumi deļos var atrasties neorganisko jonu veidā (nitrāti, nitrāti un amonija joni), kā arī organiskajos savienojumos un kā gāzi N_2 . To atrašanās formas ir atkarīgas no deļu pH, temperatūras, skābekļa daudzuma un mikroorganismu darbības (Kavišs u.c., 2004; Lee et al., 2005).

Nitrātu (NO_2^-) un *Nitrātu* (NO_3^-) koncentrācija nepiesātos deļos ir oti zema un galvenokārt tie veidojas oksidējoties NH_4^+ vai reducējoties NO_3^- (Kavišs u.c., 2004). Nitrāti pazemes deļos ir organiskas izcelsmes un gada laikā grunts deļos tās koncentrācijas mainās oti plašās robežās (Zverts, 2001).

Amonija joni (NH_4^+) deļos nonāk sadaloties organiskajām slēpekļa saturošajām vielām, liels daudzums šādu organisko vielu nonāk denstīpās cilvēku saimnieciskās darbības rezultātā. Amonija jonu koncentrācijas nosaka tas, kādēns vidē amonija joni sorbjējas uz suspendētajām daļiņām, pirms var būt saistīti fulvoskābju un humnskābju sāļveidā (Kavišs u.c., 2004). Latvijas virszemes deļos amonjaks galvenokārt atrodas (NH_4^+) amonija jonu veidā (Kokorēte, 2007). Lai gan neorganiskie slēpekļa savienojumi ir bioloģiski pieejamāki, virszemes deļos mēdz dominēt NH_4^+ joni, galvenokārt ja $pH < 7$.

Mikroorganismu darbība nosaka slēpekļa aprites cikla funkcionēšanu. Slēpekļa savienojumu formas var saistīties un pārvērsties viena otrā. Fotosintēzes rezultātā notiek slēpekļa saistīšana un veidojas slēpekļa organiskie savienojumi, kuriem sadaloties rodas amonija sāļi. Tā kā norisinās process, ko sauc par *nitrifikāciju*, kur amonija sāļi pārvēršas par nitrātiem, bet nitrāti par nitrātiem (Kavišs u.c., 2004; Kresic, 2008).

Amonija joni ir katjoni, kas nozīmē, ka tie ir pozitīvi lāditi un var adsorbēties uz grunts deļiem horizontu veidojošajiem iezīmiem, ja to virsma ir negatīvi lādīta, piemēram, māliem. Pretējā gadījumā amonija joni ir oksidējami par nitrātiem skābekļa un *Nitrosomonas* baktēriju klātbūtnē. *Nitrobacter* veic nitrātu oksidēšanu par nitrātiem. Nitrāti, tāpat kā nitrāti ir anjoni, kas nozīmē, ka tie ir negatīvi lāditi, tādēļ tie nespēj adsorbēties uz negatīvi lādītām virsmām (Kavišs u.c., 2004; Lee et al., 2005). Baktērijas, kas pārveido nitrātus par nitrātiem spēj attīstīties daudz šaurākā temperatūru un vides pH intervālā nekā baktērijas, kas amonija jonus oksidē par nitrātiem. Šiem iemesla dēļ zemās temperatūras var notikt nitrātu uzkrāšanās. Nitrifikācijas procesi notiek tikai skābekļa klātbūtnē jeb *aerobā* vidē un to kavē organisko vielu klātbūtnē (Kavišs u.c., 2004; Manahan, 2005).

Slēpekļa koncentrācijas grunts deļos, galvenokārt stermitā, var samazināties mikroorganismiem uzņemot slēpekļa savienojumus. Šāda situācija ir samērā reti, jo parastos

apstākos mikroorganismi nespēj saistīt tik lielus nitrātu daudzumus, lai to koncentrējā un būtiski samazinātu. Koncentrāciju samazināšanā iesaistā mikroorganismu plašsavairošanās gadījumā, tomēr šādu situāciju iesaistā ar samērā strauja mikroorganismu atmiršana, kas noved pie slāpekļa atbrīvošanas un nokāšanas grunts deos amonija jonu formā. Daudzi heterotrofie organismi uzņem nitrātus augšanas procesā, tomēr amonija jonu pieejamības gadījumā, tos uzņem vispirms (Jones et al., 2004; Kresic, 2008).

Augstākā slāpekļa koncentrācija virszemes deos vairojamas pavasarā, daudz dens periodā, kad biogēnie elementi tiek aktīvi izskaloti no augsnes ar sniega kušanas deiem. Slāpekļa savienojumi sniegā ir lielākā koncentrācijā, nekā lietus deos. Zemākā koncentrācija ir vasarā, kad slāpekļa aktīvi patērē bioloģiskajos procesos un virszemes notece ir maza. Vidējā amonija jonu, nitrātu un nitrātu koncentrācija nepārsniedz deos ir mazā un dažādos literatūras avotos stipri atšķiras. Vidējā amonija jonu un nitrātu koncentrācija virszemes deos ir līdz 0,05 mg/l, bet nitrātu koncentrācija nepārsniedz 0,1 mg/l (Kaviš et al., 2002; Kokor te, 2007). Paaugstinātā nitrātu koncentrācija liecina par ilgstošu, bet amonija jonu un nitrātu koncentrācija par nesenu piesārņojumu (Mežaraups, 1995).

Fosfātu jonu (PO_4^{3-}) galvenie dabiskie avoti ir iežu dāļāšanas un organisko vielu noārdāšanas procesi. Lieli fosfora daudzumi deos nokātieši antropogēnā piesārņojuma rezultātā. Fosfora deos sastopams:

- 1) ortofosfātu jonu (PO_4^{3-}),
- 2) polifosfātu, lielmolekulāru organisko savienojumu, koloīdu veidā un savienojumos, kas sorbēti uz suspendētajām daļiņām,
- 3) zemmolekulāros fosfora savienojumos (Kaviš et al., 2002; Kokor te, 2007).

Fosfora aprites cikls ir saistīts ar dzelzs jonu un citu vielu oksidāšanas-reducāšanas procesiem, tā savienojumus var absorbēt mīļs un organiskās vielas. Fosfora savienojumi nokādenstīlāju deos vāli lielā mērā akumulājas nogulumos, no kuriem tie var atbrīvoties mainoties vides apstākļiem. Šie savienojumi ir nozīmīgi deustīlāju eitrofikācijas procesos. Latvijā ar atmosfēras nokrišiem gādā uz 1 ha tiek pievadīts 0,1 līdz 0,3 kg fosfora, kas nav galvenais avots, tomēr vāremams (Kaviš u.c., 2004). Fosfātu dabas deos sastopami mazā koncentrācijā, kas parasti nepārsniedz 0,1 mg/l, pretējā gadījumā tas var liecināt par piesārņojumu (Zverts, 2001). Fosfora koncentrācija ir atkarīga no upes caurplūdma pieauguma, bet sakārbā nav tik ciešā kār neorganiskajiem joniem, kas norāda, ka dabiskie avoti tomēr nav noteicošie (Kaviš et al., 2002). Paaugstinātā koncentrācija vairojamas pavasarā, kad dominā virszemes notece, otrs maksimums vairojams vasaras otrajā pusē un rudenā, kad sadaloties atmirušajiem hidrobiontiem jeb deudz vojšajiem

organismiem fosf tioni non k atpaka den . Vismaz k s koncentr cijas ir vasar , kad tas tiek akt vi pat r ts biolo iskajos procesos (Kokor te, 2007; Richardson et al., 2009).

Dzelzs savienojumi de os var atrasties jonu form (Fe^{2+} , Fe^{3+}), dzelzs hidroks du, oksihidroks du veid , kas var veidot den suspend tas da i as, var b t sorb ti uz cietu da i u virsmas, kolo du da i u veid , k ar hum nsk bju un fulvosk bju s u veid . Dzelzs savienojumu daudzums upes de os ir atkar gs no upes baseina eolo isk s un eo misk s uzb ves un ir cieši saist ts ar organisko vielu saturu de os. Dzelzs savienojumu atrašan s forma de os ir atkar ga no oksid šan s-reduc šan s procesiem un sk bek a kl tb tnes (Egl te, 2007; K avi š u.c., 2004). Pazemes de i, kas ietverti smilšakme os satur s daudz vair k dzelzs savienojumu nek karbon tisko nogulumu horizontos esošie de i (Levins u.c., 1998). Aerobos apst k os dzelzs jonu oksid šan s norisin s dzelzs bakt riju kl tb tn . Grunts de os ir daudz neorganisk dzelzs savienojumu (Bamberg, 1993). Dzelzs maz koncentr cija de os ir atkar ga ar no v j s elementa migr cijas sp jas (Mežaraups, 1995).

1.6. Organiskās vielas

Organisk s vielas de os rodas k dz vo organismu darb bas produkti vai to sadal šan s rezult t (Z verts, 2001). *Humusvielas* (HV) p c masas ie em liel ko da u no dabiskas izcelsmes organiskaj m viel m un ir uzskat mas par izplat t ko organisko vielu grupu uz Zemes. Humusvielas veidojas sadaloties dz vajiem organismiem un biosint zes rezult t no zem molekul rajiem savienojumiem. Atkar b no to š d bas humusvielas iedala (Egl te, 2007):

- hum nsk b s (HS)- humusvielu da a, kas š st den , ja vides $pH > 2$,
- fulvosk b s (FS)- humusvielu da a, kas š st den neatkar gi no vides pH ,
- hum ns- den neš stoš humusvielu da a.

den izš duš s organisk s vielas var b t (K avi š u.c., 2004):

- alohtonas (humusvielas, kas ieskalotas no saist t m vid m),
- autohtonas (organisk s vielas, ka veidojuš s de os *in situ* misk s reakcij s)
- antropog nas izcelsmes (organisk s vielas, kas non kušas vid lauksaimniec bas, sadz ves un r pniecisk s darb bas rezult t)

Pateicoties humusvielu uzb vei t s sp j mijiedarboties ar daž d m vid esoš m viel m un b tiski ietekm t vides paš bas. Humusvielas sp j veidot stabilus savienojumus ar augsnes un dens neorganiskajiem un organiskajiem komponentiem, attiec gi, biog nie elementi, gandr z visi mikroelementi, k ar K, Ca, Mn, Fe vid var b t saist ti ar humusviel m. Humusviel m bag tos de os met li galvenok rt nav sastopami br vo jonu veid .

Humifikācijas process kopumā ir atkarīgs no daudziem dažādiem faktoriem, tostarp pH, skābekļa koncentrācija, temperatūra u.c. (Eglīte, 2007).

Organisko vielu daudzums dažādos sezonāli atkarībā no temperatūras izmaiņām un dažādu dzīvotņu organismu sadalīšanās intensitātes, un to koncentrāciju upes ietekmē zemes lietošanas veids, augsnes sastāvs, cilvēku saimnieciskā darbība, kā arī mitrzemju un purvu izplatība upes baseinā. To koncentrācija pieaug palielinoties notecei, bet samazinās mazākus periodos, kad dominē barošana ar grunts ūdeņiem (Kavišs et al., 2002; Kavišs u.c., 2004).

1.7. Gruntsūdeņu piesārņojums un dabiskās aizsardzības spējas

Grunts ūdeņi pateicoties tam, ka atrodas tuvu zemes virskrātai ir maz aizsargāti pret cilvēku saimnieciskās darbības radīto piesārņojumu, kā rezultātā dažādas piesārņojošas vielas nonāk atmosfērā, zemes virsma slāņos un virszemes ūdeņos un visbeidzot nonāk grunts ūdeņos. Grunts ūdeņu pašattīrīšanās spējas ir krietni zemākas nekā virszemes ūdeņiem, tādēļ palielinās ne vien piesārņojošo vielu uzturēšanās ilgums vidū, bet arī piesārņojuma izplatīšanās attālumus. Kvartālā pazemes ūdeņos joprojām tiek izmantoti dzeramā ūdens apgādi Latvijas lauku teritorijās, tāpēc ir būtiski apzināt iespējamos riskus, kas var negatīvi ietekmēt pazemes ūdeņu kvalitāti (Kavišs u.c., 2004; Segliņš, 2008).

Par *piesārņojumu* uzskata ūdens sastāvā būtiskas izmaiņas kādas iedarbības rezultātā, kas ietekmē ekosistēmas funkcionēšanu vai padara neiespjamu ūdens izmantošanu saskaņā ar tam paredzēto mērķi (Kavišs u.c., 2004).

Atkarībā no piesārņojuma veida izšķir (Kavišs u.c., 2004):

- *ķīmisko piesārņojumu*, ko rada ķīmisko vielu nokrišana vai atrašanās ūdeņos;
- *fizikālo piesārņojumu*, ko rada fizikālo faktoru iedarbība uz ūdeņiem;
- *bioloģisko piesārņojumu*, ko rada attiecīgajam ūdeņim netipisku organismu nokrišana tajā.

Ir divu tipu piesārņojuma avoti- *punktveida* vai *difūzi* jeb izkliedēti. Punktveida avoti galvenokārt ir cauru vadi, pa kuriem denstīlps, denstecis vai jūras tiek ievadīti dažādi notekūdeņi, un eļļa vai naftas produkti izplūde no tiem. Difūzais piesārņojums ir daudz bīstamāks par punktveida piesārņojumu, jo tā avoti ir izkliedēti un daudzgrūtāk konstatējami, kā arī piesārņojums izplatās plašā teritorijā un nereti ir grūti paredzēt tā turpmāko izplatīšanos. Difūzais piesārņojuma avoti galvenokārt ir virszemes notece no lauksaimniecības, rūpniecības, celtniecības un urbanizētām teritorijām, kā arī noplūdes no pazemes un virszemes atkritumu izgāzotuvēm, karjeriem un raktuvēm (Kavišs u.c., 2004).

Pazemes de u pies r ošanas avotus var iedalīt trīs grupās (Zverts, 2001):

1. pies r oījums ar lauksaimniecības blakusproduktiem,
2. pies r oījums ar rūpniecības atkritumiem,
3. pies r oījums ar sadzīves atkritumiem.

Organiskais pies r oījums, pašī komunālo notekdeu ievadīšanas gadījumā, sastāv no viegli degradējamām organiskajām vielām un ievrojami paaugstina BSP (*bioloģiskais skābekļa patēriņš*) apzīmē skābekļa daudzumu, kas nepieciešams mikroorganismiem (denesošo vielu oksidēšanai) un SP vrtības, bet samazina skābekļa daudzumu (Kavišs u.c., 2004; Mežaraups, 1995).

Pazemes deus biežāk pies r ojšīs organiskās vielas ir naftas produkti un fenoli. Naftas produkti densvidūz virsmas veido plūvi, kas p rtrauc gaisa apmaiņu ar deni, kā ar uz plūves var koncentrētīs dažādas pies r ojšīs vielas, kā, piemēram, smagie metāli un hlorganiskie savienojumi. Naftas produktiem nokstot vidūvispirms iztvaiko vieglāk gaistošās naftas frakcijas, pēc tam mikroorganismu darbības un viūmehāniskās iedarbības rezultāt notiek plūves sagraušana līdz naftas pilieniem. Naftas produktu oksidēšanas procesa trums ir atkarīgs no viēdes temperatūras un skābekļa saturāden, kas oksidēšanas proces tiek p rts liēlos daudzumos. Grunts deos naftas produkti non kā dažādos veidos, galvenok rrt infiltrējoties virszemes noteces deiem no urbanizētām vai rūpnēcu teritorijām un av riju rezultāt (Seglišs, 2008; Zverts, 2001).

Fenoli pazemes deos dabiskē non kā kā baktēriju darbības blakusprodukts, ta u liēlas to koncentrācijas saistās ar mīskās, gēzes, p rrtikas un mežrūpniecības atkritumiem. Pazemes deos bieži sastopams ir pies r oījums ar sintētiskajām virsmas aktīvajām vielām (SVAV), kas galvenok rrt saistās ar mazgēšanas līdzekļu izmantošanu (Zverts, 2001).

Minerālm slojums galvenok rrt satur t dūs mīskos elementus kā slēpekli, fosforu un kāliju. Fosfora un kālija joni viegli adsorbējas uz iēžu daīm, t d slēpekļa savienojumi, kas tiek tikai daījī uz emti ar augiem un adsorbēti uz iēžu daīm, ievrojami liēlāk koncentrācijā non kā grunts deos (Todd et al., 2005).

Uzlabojot augsnes mīskās un fizikālās pašības tiek izmantoti īpsis, kā is un s rrs, kas var non kā grunts deos paaugstinot EVS un mineralizāciju. Izmantojot deus irīgācijā dens mineralizācija var pieaugt līdz desmit reizēm, tie bagātīns ar kālcija, magnija, nētrija, hidrogēnkarbonātu joniem, sulfētjoniem, hlordjoniem un nētrtjoniem un visbeidzot izmantotie de i atgriežas virszemes deos vai non kā grunts deos. Virszemes noteces rezultāt no lopkopības teritorijām grunts deos var non kā liēli daudzumi nētrtjonu, baktēriju un organisko vielu. Mījsaimniecības notekdeos esošās baktērijas un v rsi parasti tiek nēutralizēti augsnē, ar fosfora savienojumu migrācija galvenok rrt tiek apturēta augsnē,

bet nozīmīgi slēpekļa savienojumu, hlordjonu un sulfātjonu daudzumi non kā grunts deos. Lieli nātrija, kalcija un hlora savienojumu daudzumi non kā augsni un deos, ceļu kaisīšanas rezultāt (Todd et al., 2005).

Grunts deo kvalitāti ievrojami pasliktina sajaukšanās ar sāļiem jūras vai pazemes deiem, kā arī ar zemas kvalitātes virszemes deiem (Karkliņš u.c., 2009; Kaviņš u.c., 2004).

1.1.tabula

Kvartārsegas ūdeņu aizsargātības kritēriji (Segliņš, 2008).

Aizsargātības pakāpe	Kvartāra nogulumi	Nogulumu filtrācijas koeficients, m/dnn	gruntsūdens ieguluma dziļums, m	Infiltratīvā barošanās, mm/gadā	Drenāžas apstākļi
Ļoti augsta	Glaciolimniskie māli	$< n \times 10^{-6}$	1-2	24-34	Slikti
Augsta	Morēnas smilšmāls un mālsmilts	$n \times 10^{-2} - n \times 10^{-5}$	1-5	24-85	Vidēji
Vidēja	Kūdra	$n \times 10^{-1} - n \times 10^{-3}$	< 1	no 45 līdz 30	Ļoti slikti
Vāja	Smilts	$10 - n \times 10^{-2}$	2-5	38-200	Slikti - vidēji
Ļoti vāja	Smilts, grants, oļi	> 10	> 5	180-340	Vidēji - labi

Grunts deo aizsargātības pakāpe dažādos Latvijas daļās ir būtiski atšķirīga, ko nosaka un ietekmē gan dabiskie, gan antropogēnie faktori. Kvartāra pazemes deo, tai skaitā grunts deo, dabisko aizsargātību nosaka faktori, kas cieši saistīti ar kvartārsegas uzbūvi un pazemes deo barošanās apstākļiem. Aerācijas zonas un grunts deo horizontu veidojošo nogulumu sastāvs un filtrācijas pašbas, kā arī grunts deo ieguluma dziļums nosaka piesārņojošo vielu aizturīšanas spēju un migrācijas trūmi. To ietekmē arī nokrišņu, iztvaikošanas un noteces daudzumi. 1.1 tabulā izdalītas piecas kvartārsegas deo aizsargātības pakāpes ar tām raksturīgākajiem parametriem (Karkliņš u.c., 2009; Segliņš, 2008).

Piesārņojuma koncentrācija grunts deos mazinās pieaugot attālumam no piesārņojuma avota un laikam, kāds pavadīts grunts deo horizontā, tomēr palielinās piesārņojuma

izplatbas apmēri. Piesrējuma samazināšanos nosaka tieši procesi kā filtrācija, sorbcija, dažādi ķīmiskie un bioloģiskie procesi, kā arī dekadēncija (galvenokārt infiltrācijas nokrišņu ūdenim), un piesrējuma samazināšanos tieši atkarīga no piesrējošo vielu pašbūvniecības un vietējiem hidroloģiskajiem apstākļiem. Filtrācijas rezultāts kum tiek aizturētas suspendētās materiāls, tieklīdzējiem plūstot caur grunts ūdens horizontu tiek aizturētas dzelzi un mangānu saturošas daļiņas, un ķīmiskajos procesos radušās nogulsnes. Sorbcijas procesā kā sorbents var kalpot māli, metāloksīdi un hidroksīdi, kā arī organiskās vielas. Sorbcijas intensitāte ir atkarīga no piesrējuma tipa un fizikālajam un ķīmiskajam ūdens un pazemes ūdens horizontu veidojošo nogulumu pašbūvniecības. Labvēlīgās apstākļos piesrējošās vielas var tikt aktīvi sorbētas, izņemums ir hlordjoni, nitrādjoni un sulfādjoni. Nogulumu veidojošo materiālu sorbcijas spēja ir ierobežota attiecībā pret neorganiskajiem elementiem, bet bioloģiskā degradācijā s vielas, kā, piemēram, baktērijas un amonjaks var tikt sorbētas ievērojami lielos daudzumos. Patogēnie organismi, kas pārvietojas ievērojami tālāk nekā iežu poros vai plaisās, tieši gadījumos, kad dominātie materiāli kumulējas, patogēnie organismi tiek aizturēti viena metra robežs no zemes virsas (Todd et al., 2005).

2. MATERIĀLS UN METODES

2.1. Pētījuma teritorijas raksturojums

Pētījumiem izvēlēta teritorija atrodas Latvijas rietumdaļā, Liepājas rajona, Aizputes novads. Tā atrodas Rietumkursas augstienes Apriņu līdzenumā, Bandavas paugurainī, kur 25-40 m augstas paugurgrādas mijas ar viļņotiem un līdzenumiem (Alokste, 1994; Lažas pagasts, 2002).



2.1.att. Pētījuma teritorijas novietojums (ORTOFOTO 3)

Baronu HES dēškr tuve atrodas uz Alokstes upes, 1,8 km no ietekas Tebrī. Ģeogrāfiskās koordinātes ir $21^{\circ}51'20''$ Ag un $56^{\circ}48'35''$ Zp. Alokstes upe ir Tebras labā pieteka ar garumu 44 km un baseina platību 275 km^2 . Upes kritums ir 73 metri jeb $1,7 \text{ m/km}$. Upe iztek no Tudu ezera Bandavas paugurainī, pie Apriņu ietiek Tebrī. Upe ir strauja un

l kumaina, tek pa sam r izteiktiem, st viem krastiem. Baseins ir bag ts ar zivju d iem un upes ielej notiek akt va lauksaimniecisk darb ba (Alokste, 1994; Elperis, 2000).

denskr tuves sateces baseina relat v mežain ba ir 15%, bet sateces baseina relat v purvain ba ir 2%. Pavasara pl du maksim lais caurpl dums Q ir 64,7 m³/s, bet minim lais caurpl dums 0,16 m³/s. denstilpes norm lais uzst d juma l menis ir 25,8 m. Augst kais uzst d juma l menis pavasara pl dos ir 26, 3 metri, bet zem kais uzst d juma l menis ir 25,3 m. denstilpes vid jais dzi ums ir 1,4 m, maksim lais, 4,2 m. Sekl dens zonas plat ba ir 11,2 ha (11%) (Elperis, 2000).

denskr tuve atbilst eitrofo ezeru klasifik cijas tipam. Alokstes upe klasific ta k pieder ga lašveid go zivju de iem, up galvenok rt sastopamas t das zivis k l dakas, sapali, zandarti, asari, brekši u.c. (Elperis, 2000).

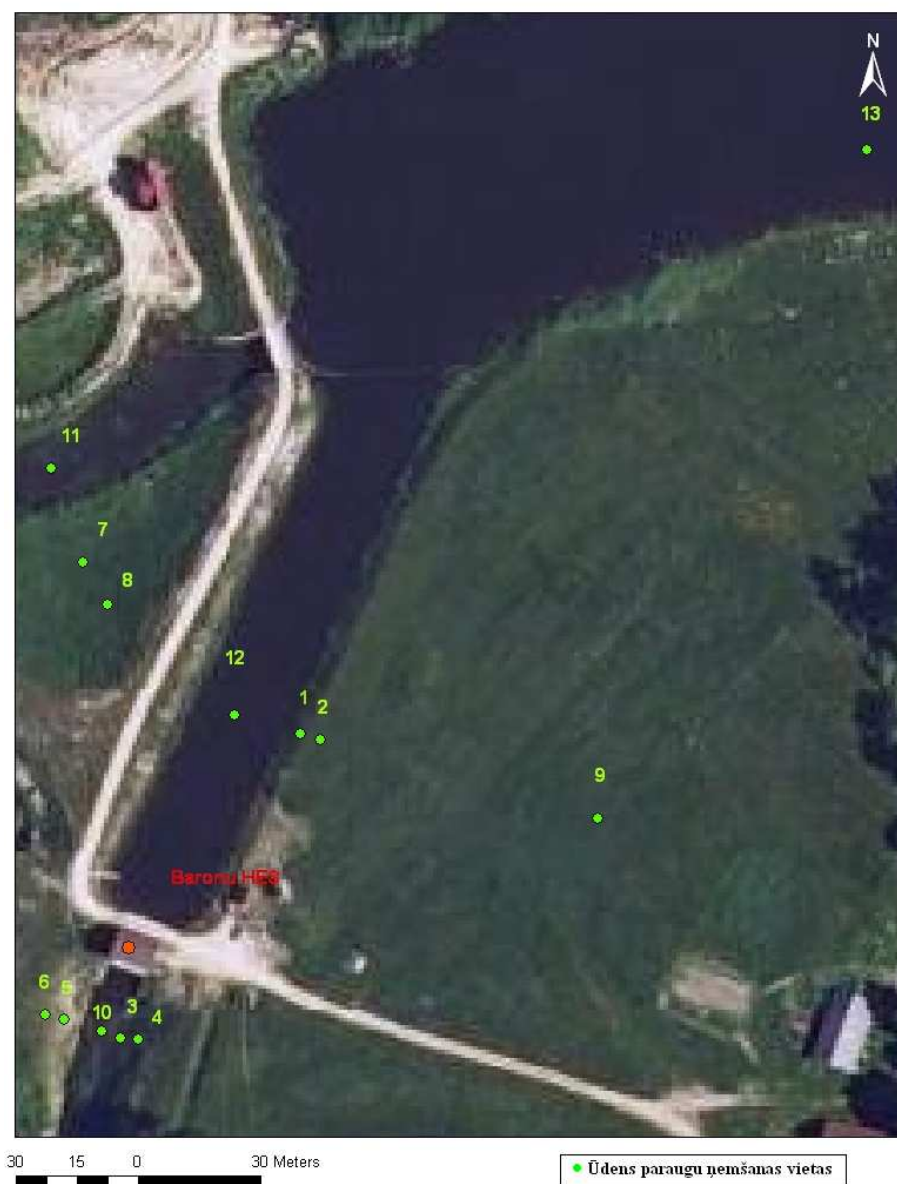
Sk bek a daudzums Alokstes up pie Apri iem 1998. gada 15. septembr bija 99%. Maksim l s koncentr cijas nep rsniedz BSP₅, nitr tjonu, nitr tjonu daudzumu, bet amonija jonu koncentr cijas p rsniegums atseviš os periodos sasniedz pat 1,3 reizes. dens ir dzidrs, dzelten kr s. denskr tuves krastos nav nevienas aizsarg jamas sugas, k ar denskr tuve un tai piederoš s plat bas neietilpst nevien aizsarg jam teritorij (Elperis, 2000).

HES uzst d tais caurpl dums ir 9,10 m³/s. Uzst d t jauda 410kW. Darbojas tr s vertik las propellerturb nas (Kapl na) un viena mikroturb na. Deriv cija kan ls ir aptuveni 400m garš un 20 m plats. Caur turb n m izpl dušais dens tiek novad ts atpaka up . Pret zivju iek šanu turb n s nodrošina aizsargrestes (Elperis, 2000).

Baronu HES eolo isk uzb ve ir maz p t ta, 1946. gad veiktajos nedaudzajos urbumos tuv kaj teritorij atsedzas m li, smilšm li, m ls milts un mor na. Aptuveni divu metru dzi um lejasbjef 20cm biezum atrodas dolom tu sl nis, grunts dens l menis sv rst s no 1,5-2,5 metriem, zem ks tas ir Alokstes upes kreisaj krast (, 1946).

2.2. Lauka darbi

P t jumi tika veikti atk rtoti, 1. reize 08.08.2009. maz dens period , bet 2. reize 07.11.2009. daudz dens period . Pirmaj nov rojumu reiz tika iev kti divpadsmit dens paraugi, no kuriem etri tika emti up , bet asto i grunts dens paraugi tika emti no ier kotajiem urbumiem. Otraj nov rojumu reiz paraugi tika emti atk rtoti taj s paš s viet s, papildus ier kojot v l vienu papildus urbumu (2.2.att.). 13. paraugs p t juma laik tiek pie emts par nosac ti neietekm tu upes deni. Kopum div s p t jumu reiz s tika iev kti divdesmit pieci paraugi.



2.2.att. Īdens paraugu ņemšanas vietas (ORTOFOTO 3)

P c tri main go parametru- temperat ra, elektrovad t sp ja un pH, stabiliz cijas, visiem paraugiem tika veikti m r jumi izmantojot firmas HANNA instrumentu Combo

pH/EC/TDS/Temperature HI 98129, t d j di ieg stot ticam kos rezult tus. pH noteikšanas diapazons ir no pH 0,00 l dz 14,00 ar precizit ti $\pm 0,05$ pH. Elektrovad tsp jas noteikšanas diapazons ir no 0 l dz 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$, precizit te ir $\pm 2\%$. Temperat ras noteikšanas diapazons ir no 0,0 l dz 60,0°C ar precizit ti $\pm 0,5^\circ\text{C}$

Grunts dens l menis tika m r ts ar grunts dens l me a m r t ju. Ievietojot atsvaru urbum , p c dzirdes tika noteikts atsvara un dens virsmas sask ršan s mirklis, kur tika nofiks ts m r lentes garums (ar precizit ti $\pm 0,1\text{cm}$), kas atspogu o grunts dens l me a absol to augstumu.

de u paraugi tik emti 1,5l t r s plastmasas pudel s, kur m tika pievienota eti ete ar parauga numuru un datumu. Otr dien paraugi tika nog d ti laboratorij anal žu veikšanai, l dz tam tos uzglab jot 4°C temperat r .

2.3. Laboratorijas metodes

dens paraugu misk s un optisk s anal zes metodes tika veiktas Latvijas Universit tes Vides kvalit tes monitoringa laboratorij . Gan pirm s, gan otr s nov rojumu reizes paraugos tika noteikti t di parametri k amonija joni, nitr joni, nitr t joni, sulf t joni, fosf t joni, SP un kop jais dzelzs daudzums. Otraj reiz tika nolemts v l papildus noteikt hlor djonus, kalcija jonus, kop jo ciet bu un hidrog nkarbon t jonus. Kopum tika pielietotas vienpadsmit anal zes metodes, etri parametri tika noteikti ar titrimetrisko, bet septi i parametri ar spektrofotometrisko anal zes metodi. Lai atbr vatos no suspend taj m da i m, pirms anal žu veikšanas paraugi tika filtr ti caur vid jas porain bas filtpap ru (Hach, 1992).

Spektrofotometriskās analīzes pamat ir likums, kas nosaka, ka noteikta vi a garuma starojumam ejot caur vielas sl ni, starojuma intensit te samazin s proporcion li vielas koncentr cijai š dum . Galvenie spektrofotometra elementi ir starojuma avoti, starojuma monohromators, detekcijas bloks un kivete. emot v r , ka tikai nedaudzu vielu gaismas absorbcijas intensit te ir pietiekoši augsta, lai tieši var tu izmantot spektrofotometrisko anal zes metodi, izmanto nosak m s vielas reakciju ar citiem miskajiem savienojumiem, k rezult ta veidojas kr sains savienojums ar izteiktu gaismas absorbcijas maksimumu noteikt spektra da (K avi š u.c., 2004).

Spektrofotometrisk s anal zes tika veiktas ar firmas Hach mode a 45250 DR/2000 spektrofotometru (Hach, 1992).

Amonija jonu (NH_4^+) daudzumu dens paraug nosaka spektrofotometriski, izmantojot *Nesslerera metodi*, metodes noteikšanas robežas ir no 0,02 l dz 2,5mg/l. Nesslerera rea ents (K_2HgI_4), kurš izš din ts s rm , ar nelieliem amonija jonu daudzumiem veido dzeltenas vai br nganas nokr sas savienojumus (HgONH_2). Kr sa atkar ga no amonija jonu daudzuma

paraug , liela amonija jonu koncentr cija veido br ngani sarkanas nogulsnes. Tr kolb dens paraugam (25ml) pievieno 0,5 ml Segneta s li un 1 ml Nesslera rea enta. Paraug tiek r p gi samais ts un p c desmit min t m kolorimetr ts pret destil tu deni pie vi a garuma 420nm. Ieg tais rezult ts tiek reizin ts ar standartš duma koeficientu 1,37 (apr in ts laboratorij) (Hach,1992; K avi š u.c., 2004; Kokor te, 2007).

Nitrātjonu (NO_3^-) daudzumu den nosaka spektrofotometriski, izmantojot *kadmija redukcijas metodi*. Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 35mg/l. dens paraugam (25ml) pievieno NitraVer 5 rea entu (ASV) un p c piec m min t m kolorimetr pret destil tu deni pie vi a garuma 500 nm. Izmanto 355. metodi, kas iest d ta spektrofotometr (Hach,1992).

Nitrītjonu (NO_2^-) daudzumu den nosaka spektrofotometriski, izmantojot 371. metodi, kas iest d ta spektrofotometr . Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 0,4 mg/l. dens paraugam (25ml) pievieno NitraVer 3 rea entu (ASV) un p c 15 min t m kolorimetr pret destil tu deni pie vi a garuma 507nm (Hach,1992).

Ķīmiskā skābekļa patēriņa (ĶSP/COD) nosaka spektrofotometriski. Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 150 ml/l. Uzgars m enes saturu (COD rea ents, ASV) l dz 150°C (tika izmantota Hach firmas COD pl ti a), tad pielej 2ml dens parauga (lej 45° le , lai sl i nesajauktos). Paral li tiek gatavots viens paraugs ar destil tu deni. M enes kars divas stundas 150°C, p c tam izsl dz pl ti u un auj divdesmit min tes m en m atdzist. V l k m enes saturu saskalina un auj t m atdzist l dz istabas temperat rai. Visbeidzot m ra spektrofotometriski ar 430. metodi, kas uzst d ta spektrofotometr , pret paraugu, kas gatavots ar destil tu deni (Hach,1992).

Sulfātjonu (SO_4^{2-}) daudzuma *turbidimetriskā noteikšanas metode* den balst s uz BaSO_4 veidošanos, kur sulf t joni un b rija joni veido du ainu š dumu. Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 75mg/l. dens paraugam (25ml) pielej 2,5 ml kondicion to rea entu, kas tiek lietots, lai stabiliz tu dens paraugu, kam r nosaka parauga du ain bu, un pieber skalpe a galu b rija hlor du (BaCl_2). P c piec m min t m kolorimetr pret destil tu deni ar 680. metodi pie 450nm vi a garuma, kas uzst d ta spektrofotometr (Hach,1992; Kokor te, 2007).

Kopējā dzelzs (Fe^{2+} , Fe^{3+}) daudzums tiek noteikts spektrofotometriski ar *rodanīda metodi*, metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 3mg/l. Metode balst s uz tr sv rt gas dzelzs paš bu ar rodan d joniem sk b vid veidot sarkanas kr sas dzelzs rodan du. Kr sas intensit te ir atkar ga no dzelzs koncentr cijas paraug . dens paraugam (25ml) pievieno 1ml koncentr tu s lssk bi (HCl_{konc}) un pievieno 0,5 g amonija persulf ta, kas nooksid divv rt go dzelzi tr sv rt gaj . P c tam pievieno 1,5 ml amonija rodan da. Paraugu samaisa un p c piecpadsmit min t m kolorimetr pret destil tu deni pie vi a garuma 530 nm. Rezult tu

sareizina ar standartš duma koeficientu 3,35 (apr in ts laboratorij) (Eaten et.al.,2005; Hach,1992).

Fosfātjonu (PO_4^{3-}) daudzuma den nosaka ar *askorbīnskābes metodi*. Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 50mg/l. den noteikšanas metode balst s uz kompleksas poliheterofosformolibd nsk bes veidošanos, kur paši sk b vid , k lija- antimona tatr ta kl tb tn , tiek reduc ta ar askorb nsk bi l dz fosfora- molibd na kompleksam zil kr s . Kr sas intensit te atkar ga no fosf tjonu daudzuma paraug . dens paraugam (25ml) pievieno 2 ml jaukto rea entu un 0,5 ml askorb nsk bes š dumu. P c piecpadsmi min t m kolorimetr pret destil tu deni pie vi u garuma 665nm. Ieg to rezult tu reizina ar standartš duma koeficientu 0,663 (apr in ts laboratorij) (Hach,1992; COBET., 1974).

Titrimetrija ir anal ze, kura pamatojas uz nosak m s vielas mijiedarb bu ar rea entu un reakcij pat r t rea enta daudzuma noteikšanu. Noteiktam parauga tilpumam pa pilienam no biretes pievieno rea entu. Titr šanu veic indikatora kl tb tn , kam mainot kr su nosak ms titr šanas beigu punkts (K avi š u.c., 2004).

Hidrogēnkarbonātjonu (HCO_3^-) daudzumu paraug nosaka paraugu titr jot ar s lssk bi, par indikatoru izmantojot metiloranžu. Pie 50 ml dens parauga pievieno piecus pilienus metiloranža, tad titr ar 0,1 N HCl, kam r analiz jam parauga kr sa main s no dzeltena uz oranžu. Lai ieg tu rezult tu, izmantot s s lssk bes daudzumu pareizina ar 122 (Kokor te, 2007).

Hlorīdjonu (Cl^-) koncentr cija paraug tiek noteikta ar *sudraba nitrāta metodi* paraugu titr jot. Metodes noteikšanas robežas ir no 0 l dz 2mg/l. Metode balst s uz sudraba nitr ta (AgNO_3) mazo š d bu, kurš ar hlor djoniem veido baltas, mazš stošas sudraba hlor da (AgCl) nogulsnes. Kad visi hlor djoni ir saist ti nogulsn s, sudraba nitr ts rea ar k lija hrom tu (K_2CrO_4) un veido sarkanbr nas kr sas sudraba hrom ta nogulsnes (Ag_2CrO_4). dens paraugam (50ml) pievieno 1ml k lija hrom tu (K_2CrO_4) un titr ar 0,02 N AgNO_3 š dumu, kam r analiz jam parauga kr sa main s no dzeltenas l dz sarkanbr nai. Lai ieg tu rezult tu (mg/l), izmantot AgNO_3 daudzumu reizina ar standartš duma koeficientu 13,03 (apr in ts laboratorij) (Hach,1992; Kokor te, 2007).

Kalcija jonu (Ca^{2+}) daudzumu den nosaka titr jot, ar *trilonometrisko metodi*, lietojot trilona B š dumu. Indikators-mureks ds ar kalcija joniem s rmain vid veido sarkanas kr sas kompleksu savienojumu, kas ir maz k stabils nek kompleksais kalcija un trilona savienojums, t d titr jot ar trilonu B, tas saista kalcija jonus un saš e kalcija mureks da savienojumu. dens paraugam (20ml) pievieno 50 ml destil ta dens, 1 ml NaOH (30%) un 0,1 g mureks du, un titr ar 0,02 N trilonu B l dz analiz jam parauga kr sa main s no violeti

roz l dz violetai. Lai ieg tu rezult tu (mg/l), titr šan pat r to trilona B daudzumu reizina ar standartš duma koeficientu 19,94 (apr in ts laboratorij) (Eaten et al, 2005).

Kopējās cietības (Ca²⁺, Mg²⁺) noteikšanai izmanto *trilonometrisko metodi*. dens paraugam (20ml) pievieno 50 ml destil ta dens un 2ml amonija buferš duma (pH ~10,1), lai kori tu vides pH. K indikatoru pievieno eriohrommelno. Analiz jamo paraugu titr ar 0,02 N trilonu B l dz t kr sa main s no v nsarkanas uz gaiši zilu. Lai ieg tu rezult tu (mg·ekv/l), titr šan pat r t trilona B daudzumu reizina ar standartš duma koeficientu 0,995 (apr in ts laboratorij) (Hach,1992).

Magnija jonu daudzumu paraug nosaka k starp bu starp kop jo dens ciet bu (mg·ekv/l) un kalcija jonu daudzumu(mg·ekv/l) p c formulas (COBET., 1974):

$$\left(kop.ciet. - \frac{cCa^{2+}}{20,04} \right) \cdot 12,06 = cMg^{2+} mg / l \quad (2.1)$$

3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

3.1. Pētījuma rezultāti

Pētījuma gaitā ierīkotie deviņi urbumi un tajos nomērītie grunts denslmei ļauj apzināt grunts densplāsmas virzienu mazdens un daudzdens periodos, kā arī novērtēt kā un vai mainās grunts densplāsmas virziens paaugstinoties denslmenim uz un denskrātvu (1. un 2. pielikums).

Denskrātvu denslmenis mazdens periodā ir 25,8m un daudzdens periodā paaugstinās par 0,4m, sasniedzot 26,2m. Vecupes (11.paraugs) un upes lmenis lejpus hidrotehniskās būves (10. paraugs) ir pakauts lielā mērogrā denslmei aizmaiņām. Salīdzinot ar mazdens periodu, daudzdens periodā vecupes denslmenis paaugstinās par 0,7m, bet upes denslmenis lejpus hidrotehniskās būves par 0,9m (2. pielikums).

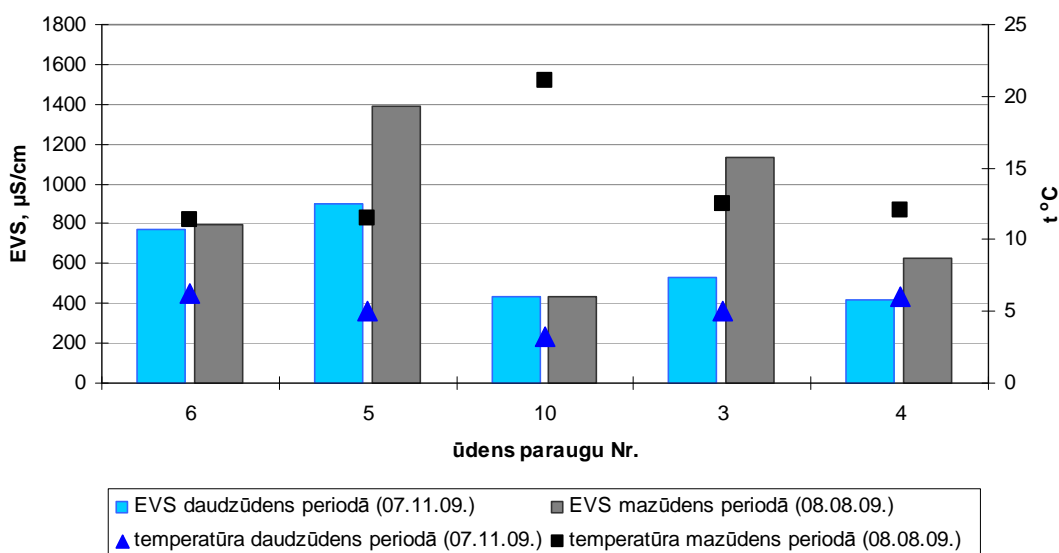
Lejasbjefkrastu pārstādes rezultātā abi krasti ir uzbrīti un mēklīgi radīti liels to augstums un slīpums. Lejasbjefa kreisais krasts ir daudzstāvēks nekā labais krasts. Šādi izmaiņās reljefs nosaka to, ka grunts denslmenis lejasbjefā gan mazdens, gan daudzdens periodā ir augstāks par upes denslmeni un upe nepātraukti barojas ar gruntsdeīem.

1. un 2. urbums abos periodos un 9. urbums daudzdens periodā, kas ierīkots augšpus hidrotehniskās būves, norāda uz grunts densplāsmas virzienu no 9. urbuma uz 2., tad 1. urbumu, visbeidzot infiltrējoties denskrātvā. Tāudenskrātvu denslmeni un tālāk apskatīt to parametru vērtības ļauj secināt, ka notiek denskrātvu deīu mijiedarbība ar gruntsdeīem tiešā denskrātvu tuvumā (ar 1. urbumu, kas ierīkots divu metru attālumā no denskrātvu krasta), kas spēcīgāk izpaužas daudzdens periodā, paaugstinoties denskrātvu denslmenim. Ēoloiski apstākļi nosaka to, ka 2. urbumā, kas ierīkots 4,6m attālumā no denskrātvu ietekme vairs nav manāma (1. pielikums).

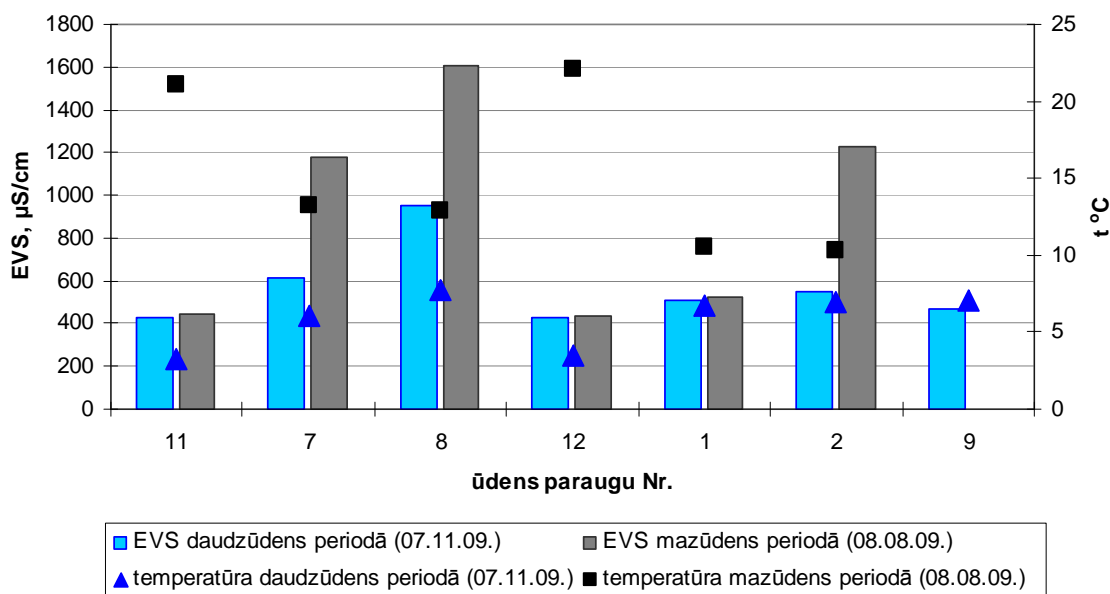
Upes iztaisnošanas un denskrātvu būvniecības rezultātā radusies sarežģītā situācija 8. un 7. urbuma ierīkošanas vietā. Urbumu aprakstīšanas rezultāti parāda, ka gruntsdeīplāstā pakāpeniski palielinās upes gultni. Mazdens periodā grunts densplāma ir vērstā no denskrātvu uz 8., tad 7. urbumu, kas visbeidzot ieplāstā vecupē (11. paraugs). Daudzdens periodā pieaugot vecupes denslmenim, notiek grunts densplāsmas virziena maiņa, jo upe baro gruntsdeīos (1. un 2. pielikums). Tomēr, ņemot vērā reljefu un denskrātvu denslmeni ir pamatdomājums, ka šādi apgabalā var veidoties divas pretējās vērstās grunts densplāsmas, viena vērstā no denskrātvu virzienā uz vecupi, bet otra, kura pretējā darbībā, no vecupes virzienā uz denskrātvu.

Dens temperatūras vērtības, salīdzinot starp mazdens un daudzdens periodiem, svārstās plašā amplitūdā, kuras lielumu nosaka deīu piederība virszemes vai pazemes

de ūdens (3.1. un 3.2. att.). Ūdens temperatūra ir tieši atkarīga no gaisa temperatūras un saules starojuma intensitātes izmaiņām. Grunts temperatūras vērtību lielāku stabilitāti nosaka grunts densitātes iedalījums, kam palielinoties grunts densitāte samazinās un atdziest (Dash et al., 2010; Zvertis, 2004; Zvertis, 2001).



3.1.att. Elektrovadītspējas un temperatūras vērtības lejasbjefā mazūdens un daudzūdens periodos



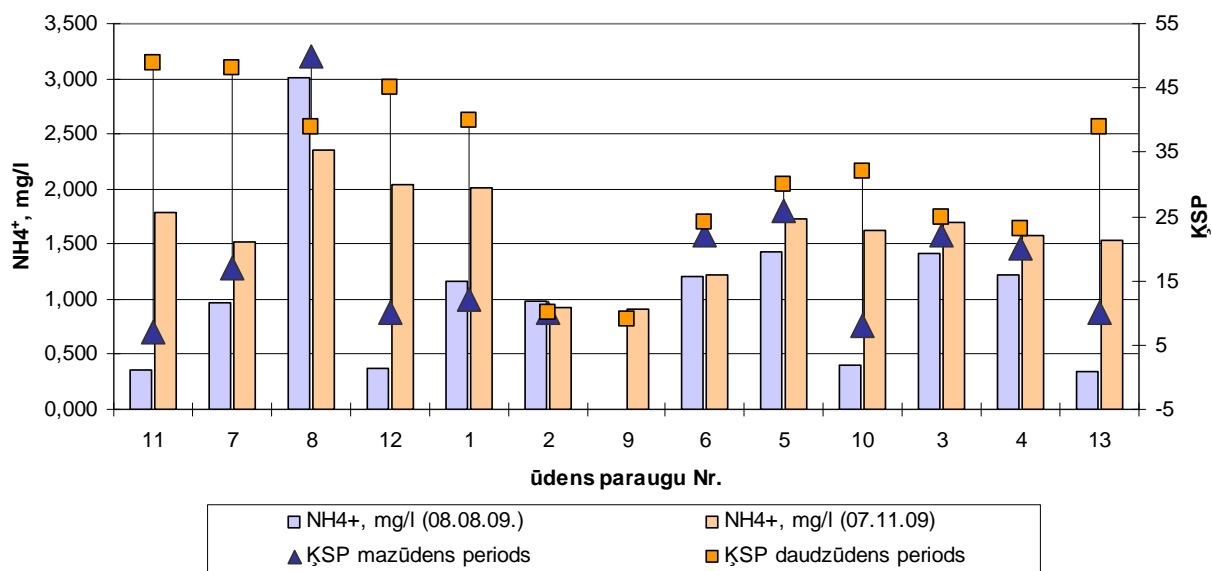
3.2.att. Elektrovadītspējas un temperatūras vērtības augšpus hidrotehniskās būves mazūdens un daudzūdens periodos

Maz ūdens periodā augstākā temperatūra vērtības ir vērojamas ūdens os, kur visaugstākā vērtība 22,1 °C ir dēnskr tuvu (3.2.att., 12. paraugs). Lai gan dēnskr tuve ir

caurpl stoša, temperat ras main ba taj ir l dz g ka ezeriem nek up m, kur b tiski sasilst virs jie dens sl i, bet jau metra dzi um v rojama temperat ras b tiska pazemin šan s (Cimdi š u.c., 2004). Grunts de os temperat ras v rt bas maz dens period ir daudz zem kas un sv rst s amplit d no 10,3 °C l dz 13,2 °C. Daudz dens period upes de os temperat ras v rt bas ir zem kas nek grunts de os, tom r, sal dzinot ar maz dens periodu, starp upes de iem un grunts de iem, nav v rojama tik liela v rt bu sv rst bu amplit da. Upes un grunts de u mijiedarb ba b tiski neietekm temperat ras v rt bas, jo eolo iskie apst ki (1. pielikums) nosaka l nu dens filtr cijas trumu caur iežiem, k rezult t nav iesp jama strauja de u ar atš ir gu temperat ru sajaukšan s.

Sal dzinot starp abiem periodiem, elektrovad tsp jas v rt bas de os samazin s daudz dens period , kas saist ts ar nokriš u intensit tes izmai m (3.1. un 3.2. att.). Upes de os elektrovad tsp jas v rt bas maz dens un daudz dens period sv rst s oti minim li. Grunts de os elektrovad tsp jas v rt bas abos periodos ir augst kas nek upes de os.

Maz dens period elektrovad tsp jas v rt bas grunts de os b tiski pieaug samazinoties nokriš u daudzumam un paaugstinoties grunts de u temperat rai. Lejasbjef (3.1. att), kur abos periodos upe barojas ar grunts de iem, elektrovad tsp jas v rt bas palielin s grunts dens pl smas virzien . Augšpus hidrotehnisk s b ves no emtajos paraugos (3.2. att.) divos gad jumos š sakar ba nedarbojas. 1. paraug abos periodos elektrovad tsp jas v rt bas ir maz kas nek 2. paraug , kas nor da uz denskr tuves un grunts de u mijiedarb bu, k rezult t maz dens period elektrovad tsp jas v rt bas 1. paraug b tiski samazin s, tajos iepl stot denskr tuves de iem ar zem ku elektrovad tsp jas v rt bu. Maz dens period 7. parauga elektrovad tsp jas v rt ba ir zem ka nek 8. parauga v rt ba, t d j di elektrovad tsp jas v rt bas nepieaug grunts dens pl smas virzien , k ar 8. parauga elektrovad tsp jas v rt ba ir augsta (1607 μ S/cm).



3.3.att. Amonija jonu un ķīmiskā skābekļa patēriņa vērtības daudzūdens un mazūdens periodos

K redzams 3.3. att 1, amonija jonu un SP vērtības gan upes, gan grunts deos paaugstinās daudz ūdens periodā, ko izraisa virszemes noteces, nokrišņu un bioloģiskajās procesus intensitātes izmaiņas (Kavišs u.c., 2004; Kokorēte, 2007).

Salīdzinot abus periodus, gan amonija jonu, gan SP vērtības upes raksturīgā lielā svārstību amplitudā. Grunts deos svārstības ir mazākas, ko nosaka amonija jonu un galvenokārt organisko vielu adsorbēcijas infiltrācijas procesi. Ir novērojams arī amonija jonu pieaugums, palielinoties SP vērtībām, kas skaidrojams ar to, ka amonija joni deos nonkš sadaloties organiskajās mēslojuma vielās (Dash et al., 2008; Kavišs u.c., 2004; Kresic, 2008).

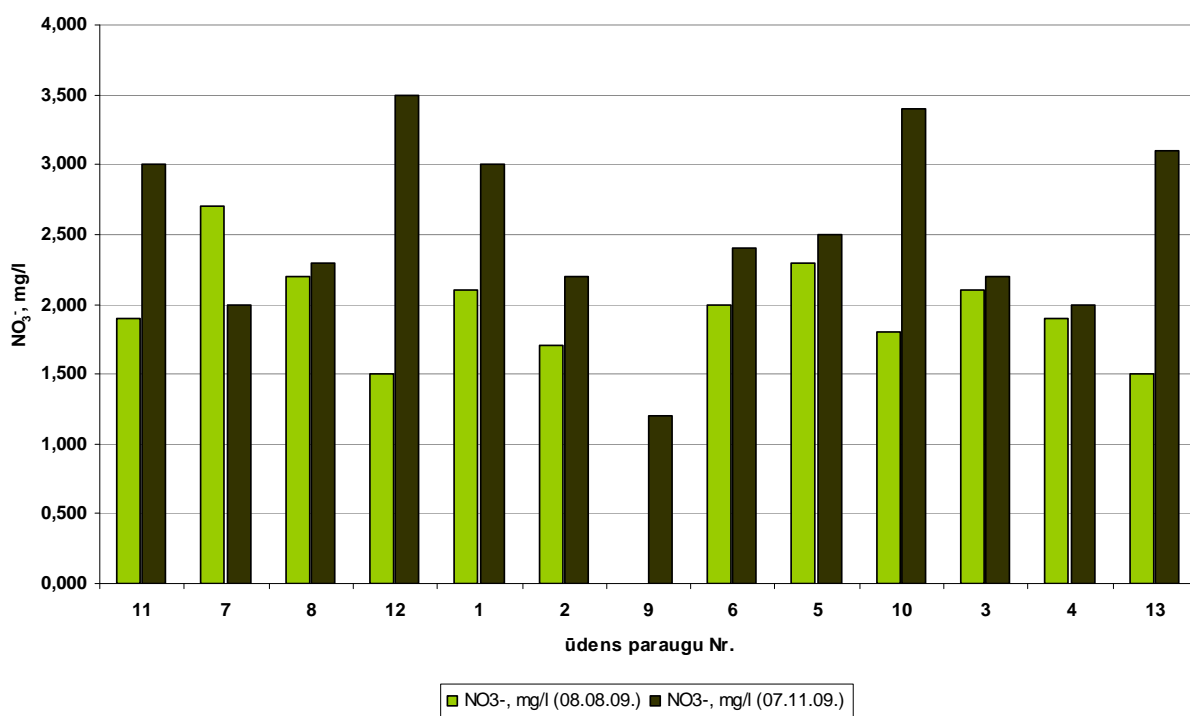
Maz ūdens periodā upes deos amonija jonu vērtības ir zemas un svārstās robežās no 0,34 līdz 0,40 mg/l (4. pielikums), neliela ietekme ir arī grunts deos infiltrācijai upes deos. Grunts deos vērtības maz ūdens periodā ir ievērojami augstākas nekā upes deos un mainās plašā amplitudā no 0,97 līdz 3,00 mg/l, ko ietekmē bioloģiskie procesi (Hach, 1992). Daudz ūdens periodā tiek tīrītas atšķirības amonija jonu vērtības starp upes deos un grunts deos nav vērojamas.

Abos periodos lejāsbfef un augšbfefa krastgrunts deos amonija jonu vērtības pieaug līdz ar grunts deos plūsmas virzienu, ko ietekmē arī krastu pārstādē, kā rezultātā ni atjaunojas apaugums, jo minimālā vērtība nosaka amonija jonu lielās koncentrācijas (Jampeetong et al., 2008; Jones et al., 2004; Vides projekti, 2005). 8. parauga amonija jonu vērtības maz ūdens un daudz ūdens periodos ir visaugstākās no visām vērtībām, attiecīgi 3 mg/l un 2,35 mg/l, kas var liecināt par nesenu piesārņojumu (Mežaraups, 1995).

Daudz dens period novrojama ar denskr tuves de u (12. paraugs) mijiedarbība ar grunts de iem (1.paraugu), kas b tiski paaugstina amonija jonu koncentrāciju 1.paraug .

Zem k s SP v rt bas ir upes de os, maz dens period , kad domin upju barošana ar grunts de iem, bet t s b tiski palielin s daudz dens period , palielinoties virszemes notecei (Kavi š u.c., 2004).

Ar SP v rt b m grunts de os rakstur gs pieaugt grunts dens pl smas virzien . Iz mums ir 8. paraugs, kas maz dens period uzr da oti augstu v rt bu. 1. un 7. paraugs daudz dens period liecina par b tisku mijiedarbību ar virszemes de iem, k rezult t grunts de os paaugstin s SP v rt bas. 11. parauga augst s v rt bas var tu b t saist mas ar noteci no zivju d iem un meža plat bas. Augst SP v rt ba 12. paraug un daudz zem k v rt ba 10. paraug lejasbjef , daudz dens period liecina, ka organisk s vielas tiek aiztur tas denskr tuv .



3.4.att. Nitrātjonu vērtības mazūdens un daudzūdens periodos

Salīdzinot 3.3. un 3.4. attēlu redzams, ka nitrātjonu v rt bas de os ir ievrojami liel kas nek amonija jonu koncentrācijas, ko nosaka tas, ka amonija joni sk bek a kl tb tn viegli oksid jas un, ka nitrātjoni ir amonifikācijas procesa galaprodukts (Kavi š et. al., 2002; Zverts, 2001).

K redzams 3.4. attēl , maz dens period grunts de os ir augst kas nitrātjonu koncentrācijas nek upes de os, ko nosaka mikroorganismu darbība un nitrifikācijas process,

karde u temperatūra (Hach,1992). 11. un 10. paraug nitr tjonu koncentr cijas ir augst kas nek abos p r jos paraugos, kas emti up (12. un 13. paraugs), ko ietekm grunts de u infiltr cija. Grunts de u iepl de upes de os, pateicoties tam, ka nitr tjoni ir anjoni, iev rojam k palielina nitr tjonu koncentr ciju upes de os, sal dzin jum ar amonija joniem (3.3. att.).

Daudz dens period nitr tjonu v rt bas pieaug gan upes de os, gan grunts de os, sal dzin jum ar maz dens periodu, ko ietekm galvenok rt virszemes noteces un biolo isko procesu intensit tes izmai as, kar up s koncentr cijas ir augst kas nek grunts de os. Visaugst k nitr tjonu koncentr cija (3,5mg/l) ir denskr tuv (12. paraugs), kas ietekm ar 10. parauga v rt bas (Kokor te, 2007).

Abos periodos nov rojams ar nitr tjonu koncentr cijas pieaugums grunts dens pl smas virzien . Apauguma ietekme uz nitr tjonu v rt b m neizpaužas, ko nosaka amonija jonu pieejam ba biolo iskajos procesos (Jampeetong et.al., 2008; Jones et.al., 2004).

3.1. tabula

Nitrātjonu, fosfātjonu un kopējā dzelzs vērtību izmaiņas daudzūdens un mazūdens periodos

Ūdens paraugu Nr.	Mazūdens periods (08.08.09.)			Daudzūdens periods (07.11.09.)		
	NO ₂ ⁻ , mg/l	PO ₄ ³⁻ , mg/l	Fe _{kop} , mg/l	NO ₂ ⁻ , mg/l	PO ₄ ³⁻ , mg/l	Fe _{kop} , mg/l
11	0,006	0,01	0,07	0,016	0,03	0,16
7	0,013	0,04	0,12	0,015	0,02	0,09
8	0,012	0,03	0,06	0,018	0,02	0,16
12	0,006	0,01	0,06	0,020	0,03	0,20
1	0,016	0,02	0,09	0,016	0,02	0,16
2	0,014	0,02	0,07	0,015	0,02	0,10
9	-	-	-	0,007	0,01	0,09
6	0,015	0,04	0,11	0,012	0,02	0,11
5	0,017	0,04	0,15	0,016	0,02	0,15
10	0,007	0,01	0,06	0,019	0,03	0,25
3	0,016	0,04	0,12	0,016	0,03	0,17
4	0,015	0,04	0,10	0,010	0,02	0,12
13	0,007	0,01	0,06	0,016	0,02	0,24

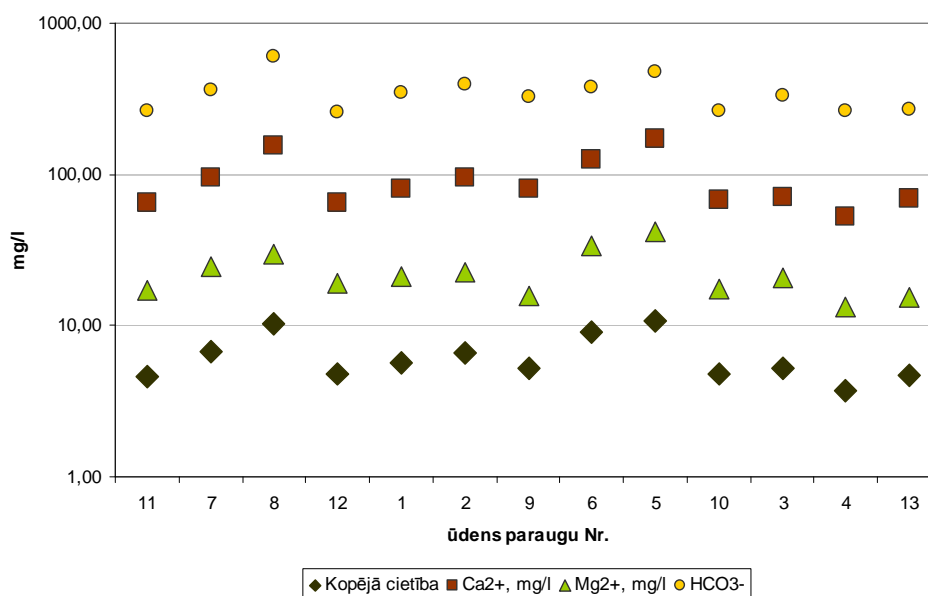
Nitr tjonu, fosf tjonu un kop j dzelzs v rt bas kopum pieaug daudz dens period , kas skaidrojams ar virszemes noteces palielin šanos, organisko vielu sadal šanos denstilp un

nogulumu f z akumul to vielu uzdu ošanos. Maz dens period v rt bas samazin s, jo joni tiek pat r ti biolo iskajos procesos (3.1. tabula) (K avi š u.c., 2004).

Maz dens period zem k s nitr tjonu, fosf tjonu un kop j dzelzs v rt bas ir v rojamas upes de os, turpret daudz dens period šo parametru v rt bas ir vienas no augst kaj m un p rsniedz grunts de os esoš s v rt bas. Nitr tjonu koncentr cijas de os maz dens period vari robež s no 0,006 l dz 0,017 mg/l, bet daudz dens period no 0,007 l dz 0,020 mg/l. Šo jonu koncentr cijas de os nav augstas, jo bakt riju kl tb tn nitr tjoni tiek tri oksid ti par nitr tjoniem (Hach,1992).

Kop j dzelzs v rt bas paraugos vari robež s no 0,057 l dz 1,151 mg/l maz dens period , bet daudz dens period robež s no 0,087 l dz 0,245 mg/l. Ir nov rojama tendence pieaugot SP v rt b m, palielin ties ar kop j dzelzs v rt b m, ko var tu ietekm organisko vielu sp ja saist t dzelzs savienojumus (3. un 4. pielikums). Kop j dzelzs v rt bas nav augstas, ko galvenok rt nosaka eolo iskie apst k i un dzelzs jonu v j migr tsp ja (Egl te, 2007; K avi š u.c., 2004; Mežaraups, 1995).

Fosf tjonu v rt bas maz dens period sv rst s robež s no 0,011 l dz 0,044 mg/l, bet daudz dens period no 0,011 l dz 0,030 mg/l, kas ir sal dzinoši nelielas un neliecina par eitrofik cijas procesa iesp jam bu (K avi š u.c., 2004). Fosf tjonu pieaugums v rojams samazinoties apaugumam (Edmunds et al., 2008; Richardson et al., 2009). Abos periodos grunts dens pl smas virzien nitr tjonu, fosf tjonu un kop j dzelzs v rt bas palielin s.



3.5.att. Kopējās cietības, kalcija, magnija jonu un hidrogēnkarbonātjonu vērtības daudzūdens periodā.

K redzams 3.5. att l , kalcija, magnija jonu, hidrog nkarbon tjonu un kop j s ciet bas v rt bas de os ir augstas, ko galvenok rt nosaka vietas eolo isk uzb ve. Kalcija jonu

v rt bas vari robež s no 52,6 l dz 170,5 mg/l, bet magnija v rt bas no 13,3 l dz 41,6 mg/l. Hidrog nkarbon tjonu v rt bas vari robež s no 261 l dz 266mg/l (3. pielikums).

Maz kas visu iepriekš min to parametru v rt bas ir upes de os. Iz mums ir 4. grunts dens paraugs, kur visi iepriekš min tie lielumi ir ar maz k m v rt b m. Par jos grunts de u paraugos kop j ciet ba, kalcija, magnija jonu un hidrog nkarbon tjonu v rt bas ir augst kas nek upes de os, ko nosaka liel ks oglek a dioks da koncentr cijas pazemes de os un filtr cija caur grunts dens horizontu veidojošajiem iežiem. Visu min to parametru v rt bas grunts de os pieaug grunts dens pl smas virzien , iz mums ir 1. paraugs, kura v rt bas samazin s mijiedarb bas ar denskr tuvi rezult t (Levins, 1998; Z verts, 2001).

Hlorīdjonu v rt bas daudz dens period sv rst s no 1,24 l dz 13,68 mg/l, bet *sulfātjonu* v rt bas no 9,00 l dz 40,00 mg/l. Abu jonu v rt bas nav lielas un neliecina par antropog nu slodzi (K avi š u.c., 2004) (3. pielikums).

pH v rt bas maz dens period vari robež s no 7,17 l dz 8,69, bet daudz dens period no 7,03 l dz 7,83, kas nor da, ka vide de os ir tuvu neutr lai l dz pat b ziska. Zem kas pH v rt bas daudz dens period var tu rasties paaugstinoties SP v rt bam, t d j di pieaugot organisko vielu saturam de os (Egl te, 2007). V rt bas kopum ietekm eolo iskie, biolo iskie un hidrolo iskie procesi.

3.2. Diskusija

Grunts de u kvalit ti nosaka daž di faktori un to savstarp j mijiedarb ba, t d b tiski ir izzin t galveno fizik lo un misko parametru dabisko main bu laik un telp , lai var tu nov rt t antropog n s slodzes lielumu uz grunts de iem. Dab nav viegli atrast cilv ka darb bas neietekm tus grunts de us, t d darb uzman ba tika piev rsta tieši parametru main bai grunts dens pl smas virzien , main bas kopsakar bu apzin šanai un mekl ti iesp jamie c lo i gad jumos, kad v rojamas atk pes no š m kopsakar b m (K avi š u.c., 2004; Z verts, 2001) Ieg tie rezult ti auj secin t, ka grunts de u kvalit ti p t maj teritorij ietekm vietas eolo iskie apst k i, nokriš u intensit te un biolo iskie procesi, k ar reljefs un virszemes de u kvalit te, kas izmain jušies hidrotehnisk s b ves celtniec bas rezult t . P t maj teritorij maz dens period misko parametru v rt bas galvenok rt nosaka dabiskas izcelsmes avoti, bet daudz dens period v rt bas b tiski ietekm notece no lauksaimniec bas zem m.

Temperat ra ir fizik lais parametrs, kas jau lauka apst kos auj izdar t pirmos secin jumus par dens pieder bu virszemes vai grunts de iem. Grunts dens temperat ras stabilit ti nosaka grunts de u iegulumu dzi ums, kam pieaugot ir apgr tin ta grunts de u

piel gošan s gaisa temperat ras izmai m, tom r ieg tie rezult ti apstiprina, ka grunts de u ieguluma dzi ums nenov rš v rt bu sv rst bas, lai gan piel gošan s gaisa temperat rai notiek l n k nek upes de os (Segli š, 2008; Zverts, 2001). Grunts de u un upes de u mijiedarb ba p t maj teritorij neietekm temperat ras v rt bas, nav iesp jama strauja upes un grunts de u sajaukšan s.

Teritorijas eolo isk uzb ve galvenok rt ietekm *kalcija, magnija jonu, hidroģēnkarbonātjonu, elektrovadītspējas un kopējās cietības vērtības*. Pateicoties mor nas un m la nogulumu izplat bai p t maj teritorij (1. pielikums), pieaugot grunts dens ieguluma dzi umam, b tiski palielin s de u vertik l s infiltr cijas ilgums, kas galvenok rt ietekm un palielina elektrovad tsp jas v rt bas (Dash et al., 2010; Sainato et al., 2003). V rt bu palielin šanos grunts dens pl smas virzien var skaidrot ar to, ka eolo isk uzb ve nosaka ar sam r l no dens pl smu paš grunts dens horizont , t d palielin s laiks, ko grunts de i pavada mijiedarb ba ar iežiem (Levins u.c., 1998; Sainato et al., 2003). deni v ji caurlaid go iežu izplat ba, dolom tu un mor nas kl tb tne p t maj teritorij , veido visu iepriekš min to parametru augst s v rt bas, jo iežu veids, caur kuriem pl st grunts de i, nosaka gan infiltr cijas, gan iežu š šanas trumu (Kavi š u.c., 2004). Paaugstinoties grunts de u temperat rai maz dens period , paaugstin s karbon tiežu veidojošo jonu, kop j s ciet bas un elektrovad tsp jas v rt bas grunts de os, jo tiek pa trin ta iežu š šana un mikroorganismu darb bas intensit te, kurai pieaugot den non k liel ki daudzumi og sk b s g zes, kas veicina karbon tiežu d d šanu (Kavi š u.c., 2004). Daudz dens period saglab jas likumsakar ba, ka koncentr cija pieaug grunts dens pl smas virzien , tom r, palielinoties nokriš u daudzumam, paaugstin s grunts dens l menis un pa trin s grunts dens pl smas trums nes jsl ni, kas samazina grunts de u un iežu mijiedarb bas laiku (Rein et al., 2003), tom r galvenok rt v rt bas pazemina grunts de u barošān s ar nokriš u deni, kas ir ar maz k m kalcija, magnija jonu, hidroģnkarbon tjonu, kop j s ciet bas un elektrovad tsp jas v rt b m.

Amonija jonu v rt bas grunts de os ir zem kas nek nitr tjonu v rt bas, jo augi un mikroorganismi biolo iskajos procesos amonija jonus pat r liel kos daudzumos nek nitr tjonus, nitr tjoni ir katjoni, kas tiek akt vi adsorb ti augsn un uz bezakmens m lu sl a (Richardson et al., 2009), pa kuru pl st grunts de i, k ar nitr tjoni ir nitrifik cijas procesa beigu produkts. Nedaudz augst kas v rt bas lejasbjef liek secin t, ka krastu p rstr des rezult t rad tais apauguma samazin jums var tu b t par iemeslu augst k m amonija jonu koncentr cij m, jo tie netiek uz emti ar augiem (Jampeetong et al., 2008; Jones et al., 2004; Lee et al., 2005). Amonija jonu un nitr tjonu augst s v rt bas daudz dens period nosaka virszemes noteces palielin šān s no lauksaimniec bas teritorij m. Iepriekš veiktaj p t jum

Baronu denskr tuve ir norādīts, ka amonija jonu saturs virszemes deos var pārsniegt pieļaujamās normas (Elperis, 2000), un veicot laboratorijas analīzes apstiprinājis, ka amonija jonu koncentrācijas daudzums periodiski tiešām ir augstāks, kas pateicoties aktīvajai lauksaimnieciskajai darbībai upes sateces baseinā, ir ticams un loģisks novrojums. Tomēr krāterda rezultāti, ievrojami augstāks ir nitrātu jonu koncentrācijas, kas iepriekš veiktajā pētījumā, kopā ar nitrātu jonu koncentrāciju, norādītas kā zemas. Ēnotvērē, kā pētījums veikts desmit gadus atpakaļ, nitrātu jonu vrtības virszemes deo varētu būt paaugstinājušas pieaugot minerālmāslu izmantošanai lauksaimniecībā (Guo et al., 2005). Nitrātu jonu koncentrācijas visos paraugos ir zemas un atbilst izvirzītajam likumsakarībam. Fosfātu jonu, nitrātu jonu un kopējā dzelzs vrtības arī ir zemas un seko vispārīgajam biogēno elementu mainības likumsakarībam, vrtības palielinās daudzums periodiski un grunts dziļsmas virzienā (Kaviš u.c., 2004). Krāterda rezultāti, samazinoties vērtīcijai grunts deos palielinās fosfātu jonu vrtības, jo fosfāti augsnā un nokrišņu ūdenī sastopami lielās koncentrācijās, tādēļ augi galvenokārt ortofosfātus patērē bioloģiskajos procesos (Richardson et al., 2009).

SP augstās vrtības grunts deos rodas daudzums periodiski, ko ietekmē virszemes noteces palielināšanās, un būtisks avots varētu būt daudzie zivju dīdenskrātes sateces baseinā (Elperis, 2000). Aplūkojot datus var secināt, ka organiskās vielas tiek ievrojami adsorbētas vertikālās infiltrācijas rezultātā, tādēļ grunts deos SP vrtības galvenokārt nosaka mikroorganismu darbība, kas šīs vielas sintezē un patērē (Eglītē, 2007; Kaviš u.c., 2004). Tomēr gadījumos, kad dominē plūsmas slāņa infiltrācija, piemēram, denskrātei mijiedarbojoties ar grunts deo (1. paraugs), organiskās vielas tiek adsorbētas pavisam nedaudz, ko varētu skaidrot ar grunts dziļmea paaugstināšanos, tādēļ diemžēl adsorbējas uz bezakmens māla.

denskrātes tieša un būtiska ietekme uz grunts deo ir novrojama 1. parauga vrtības, galvenokārt daudzums periodiski, kad upē būtiski palielinās daudzumu parametru vrtības un tādēļ seko arī 1. parauga vrtības. Rezultāti arī secināt, ka daudzums periodiski mijiedarbība ir oti cieša, jo parametru vrtību atšķirības starp 12. un 1. paraugu ir nelielas. Iespējams lielākā denskrātes ietekme uz 1. paraugu daudzums periodiski, salīdzinājums ar daudzums periodiski, ir skaidrojama ar pašas denskrātes gultnes neviendabību un denskrātes laidīgumu miju dziļsmas mazā laidīgumu. denskrātes sekundārā ietekme ir novrojama arī uz 10. parauga vrtības, tomēr, pateicoties krastu pārstādei, lejasbēfā grunts deo abos periodos baro upes deos un mijiedarbība ar upi nenotiek, kas tādēļ diemžēl denskrātes ietekmi uz lejasbēfā grunts deo.

Vecupes kreisaj krast maz dens period 7. un 8. parauga vrtbas lielkoties neatbilst aplkotaj mlkumsakarbm. Daudzas 8. parauga parametru vrtbas iroti augstas, turpret citasbtiski neatširas no prjoparaugu vrtbm, kas lieksecint, ka augstsvrtbas nenosaka nedz dabiskie avoti, nedz virszemes notece. Augstamonija jonu koncentracija 8. paraugliecina par nesenu piesrojumu, kas spriežotpc7. parauga vrtbm irpunktveida avots. Emotvraugstsvmonija jonu un SP vrtbas, piesrojuma clonis var tbt drens caurule no tuvumesošajiem zivjudiem.

Veiktptjumu Baronu HES denskrtuvtika nolemts pamatojoties uz eolo iskajiem apstkiem ptmaj teritorij, jomoras nogulumu izplatba lika izvirzthipotzi, ka denskr tuvebtiski nespjietekmt grunts deukvalititi. Irjsecina, ka denskr tuves ietekme uz grunts deiem neaprobežojas tikai ar tiešu mijiedarbub, tsvniec bas rezulttir izman tidabiskie faktori, kas ietekm grunts deukvalititi. Grunts deumijiedarb bas iespjam bu ar denskr tuves deiem galvenokrt nosaka izmaintais reljefs, kas ietekm dabisko hidroloisko režmu un grunts denslmeus, un upes iztaisnošana, kas izmainjusi upes dabisko plsmu un daudz dens periodveicina piesrojošo vielu koncentršanos vecup.

Veicot šduptmaj teritorij arldziem eolo iskajiem apstkiem, galvenokrtbtuj nosaka tdi parametri kamonija joni, nitr tioni, elektrovadspja, pH, SP un temperat ra. Šie parametri ir mainigi daudz dens un maz dens period un nor da ne vien uz sateces basein notiekošs saimniecisksdarb bas slodzi uz grunts deiem un upes deiem, bet arauj apzint iespjamopiesrojumu un mijiedarbub starp virszemes un pazemes deiem. Ptmaj turpinotbtujierkopapildus urbumi augšpus hidrotehnisksbves, lainoskaidrotu iespjamopiesrojuma izplatšanos un avotu, bet daudz lielku izpratni dotu ar grunts filtrcijas spju apzinšana paraugu emšanas viet s, jobvniec bas rezulttiežu materi ls irbtiski sajaukts un deform ts.

SECINĀJUMI

Bakalaura darba ietvaros veiktais pētījums ir bijis veiksmīgs un metodikas izvēle ir bijusi atbilstoša, ļauj sasniegt darbības izvirzīto no bakalaura darba pētījuma iegūtiem rezultātiem izdarīt vairākus secinājumus.

1. Daudzdens periodu upes dēļ un grunts dēļ paaugstinās biogēno elementu koncentrācijas un SP vērtības, bet samazinās neorganisko jonu, elektrovadītspēja, temperatūra un pH vērtības.
2. Daudzdens periodā dēvējamā tiska paaugstinās amonija jonu, SP un nitrājonu vērtības, salīdzinājumā ar neietekmētajiem upes dēļiem.
3. Lejasbjefa krastu pētījumā rezultāti gan daudzdens, gan mazdens perioda grunts dēļi baro upes dēļus. Abos periodos dēvējamā krasta grunts dēļi ieplūst dēvējamā, un ir novērojama dēvējamā dēļu mijiedarbība ar grunts dēļiem, kas daudzdens periodā palielinās. Mazdens periodā dēvējamā dēļi papildina labā krasta grunts dēļus, kas savukārt baro vecupi, bet daudzdens periodā grunts dēļi papildina gan dēvējamā dēļi, gan vecupe.
4. Dēvējamā dēļi tiska ietekme uz grunts dēļu kvalitāti ir novērojama dēvējamā dēļi krastā daudzdens periodā, bet labā krastā grunts dēļu kvalitāti abos periodos ietekmē punktveidā piešķirto avots. Dēvējamā dēļi neietekmē lejasbjefa grunts dēļu kvalitāti, bet daudzdens periodā paaugstina nitrājonu koncentrācijas lejasbjefa upes dēļus.
5. Parametru vērtības grunts dēļus palielinās grunts dēļi smāks virzienā.
6. Teritorijas ierobežojumi nosaka augstu grunts dēļu aizsargātības pakāpi, un samazina dēvējamā dēļi un grunts dēļi mijiedarbības robežas.

Turpinot šo pētījumu, būtu nepieciešams veikt papildus analīzes, lai precīzāk noteiktu dēvējamā dēļi un grunts dēļi mijiedarbības robežas, kā arī būtu nepieciešams pētīt grunts filtrācijas pašas, lai labāk izprastu grunts dēļi smāks dinamiku. Pētījuma laikā konstatēts, ka nākotnē līdzīgos pētījumos dēļi paraugu ņemšanai ir nepieciešami šim mērķim paredzētā aprīkojuma uzlabojumi.

PATEICĪBAS

Darba autors vēlas izteikt pateicību darba zinātniskajai vadītājai dr. olo. Aijai Diliņai par atbalstu, izpratni un palīdzību darba izstrādes laikā, kā arī dr. m. Lindai Eglītei par konsultācijām un palīdzību analīžu veikšanas procesā. Autors ir lielu pateicību par dāro eoloģijas maģistrantam Konrādam Popovam par pacietību un atbalstu lauku darbu veikšanai, un darba rakstīšanas laikā, kā arī eoloģijas maģistrantei Alisei Babrei par spožajām idejām un naktsmijām lauku darbu veikšanas laikā. Autors pateicas arī savai mammai par sapratni un atbalstu darba izstrādes laikā.

IZMANTOT LITERAT RA

Publicētie avoti

1. Alokste. 1994. Kavacs G. (red.). *Latvijas daba: enciklopēdija*. 1. s j. R ga, Preses nams, 45.
2. Bambergs K. 1993. *Ģeoloģija un hidroģeoloģija*. R ga, ZVAIGZNE, 146-270.
3. .1974
4. Dash R. R., Bhanu Prakash E.V.P., Kumar P., Mehrotra I., Sandhu C., Grischek T. 2010. River bank filtration in Haridwar, India: removal of turbidity, organics and bacteria. *Hydrogeology Journal*. 18 (4), 973-983.
5. D li a A. 2007. *Kvartārsegas pazemes ūdeņi Latvijā*. R ga, Latvijas Universit te.
6. Eaton A.D., Franson M.A., 2005. *Standatdmethode for examination of water and wastewater*. 21st edition. Washington, Americam Public Health Association
7. Edmunds W. M., Shand P. 2008. *Natural groundwater quality*. Oxford [etc], Blackwell Publising, 1-70.
8. Egl te L. 2007. *Humusvielas, to mijiedarbība ar augsni veidojošiem komponentiem un humusvielu imobilizācija*. R ga, LU Akad miskais apg ds, 3-30.
9. Grunber O., Montroroi J.P., Nasri S. 2004. Quantification of water exchange between a hill reservoir and groundwater using hydrological and isotopic modelling (El Gouazine, Tunisia). *Comptes Rendus Geosciences*. 336(16), 1453-1462.
10. Guo H., Wang Y. 2005. Geochemical characteristics of shallow groundwater in Datong basin, northwestern China. *Journal of Geochemical Exploration*. 87(3), 109-120.
11. Hach company. 1992. *Hach Water analysis handbook*. 2nd edition. Colorado, Loveland.
12. Jampeetong A., Brix H. 2008. Effects of NH_4^+ concentration on growth, morphology and NH_4^+ uptake kinetics of *Salvinia natans*. *Ecological Engineering*. 35(5), 695-702.
13. Jones D.L., Healey J.R., Willet V.B., Farrar J.F., Hodge A. 2005. Dissolved organic nitrogen uptake by plants—an important N uptake pathway? *Soil Biology and Biochemistry*. 37(3), 413-423.
14. K rkli š A., Gemste I., Mežals H., Nokodemus O., Skuj ns R. 2009. Jelgava, LUU, 23-46.
15. K avi š M., Cimdi š P. 2004. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. R ga, LU Akad miskais apg ds.

16. Kaviš M., Rodinovs V., Kokor te I. 2002. *Chemistry of Surface Waters in Latvia*. Rīga, University of Latvia
17. Kokor te I. 2007. Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs un to ietekmējošie faktori. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds
18. Kresic N. 2008. *Groundwater Resources: Sustainability, Management, And Restoration*. [S.l.], McGraw-Hill, 22-474.
19. Lažas pagasts. 2001. Iltnera A. (red.). *Latvijas pagasti: Latvijas novadi, pilsētu un novadu lauku teritorijas: enciklopēdija*. 1. s.j.
20. Lee M.S., Lee K.K., Hyun Y., Celment T.P., Hamilton D. 2005. Nitrogen transformation and transport modeling in groundwater aquifers. *Ecological Modelling*. 199(1-2), 143-159.
21. Levins I., Levina N., Gavēna I. 1998. *Latvijas pazemes ūdeņu resursi*. Rīga, Valsts ekoloģijas dienests, 5-11.
22. Manahan S. E., 2005. *Environmental chemistry*. 8th edition. Boca Raton, CRC PRESS, 47-277.
23. Mežaraups G. 1995. *Ūdeņi un to ķīmiskā kontrole*. Rīga, Mācību grāmata.
24. ORTOFOTO 3. LĪA Latvijas 3. etapa ortofoto karšu mozaika. LU ZZFWMS. LU ZZFWMS. Sk. 20.05.2010. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>
25. Rein A., Hoffmann R., Dietrich P. 2003. Influence of natural time-dependent variations of electrical conductivity on DC resistivity measurements. *Journal of Hydrology*. 285(1-4), 215-232.
26. Richardson A.E., Barea J.M., McNeill A.M., Combaret C.P. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*. 321(1-2), 305-339.
27. Sainato C., Galindo G., Pomposiello C., Malleville H., Abelleira D., Losinno B. 2003. Electrical conductivity and depth of groundwater at the Pergamino zone (Buenos Aires Province, Argentina) through vertical electrical soundings and geostatistical analysis. *Journal of South American Earth Sciences*. 16(2), 177-186.
28. Segliš V. 2008. Pazemes ūdeņu aizsardzība un izmantošana. Grām: *Vides zinātne*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 230-251.
29. Todd D. K., Mays L. W., 2005. *Groundwater hydrology*. Third edition. [S.l.], WILEY, 35-409.
30. Vides projekti, SIA. 2005. Mazo hidroelektrostaciju darbības izvērtējums. Rīga.

31. Wu Y., Hui L., Wang H., Li Y., Zeng R. 2006. Effectiveness of riverbank filtration for removal of nitrogen from heavily polluted rivers: a case study of Kuihe River, Xuzhou, Jiangsu, China. *Environmental Geology*. 52(1), 19-25.
32. Zverts A. 2004. *Hidroloģija. Ievads un hidroloģiskie aprēķini*. Jelgava, LLU.
33. Zverts A. 2001. *Pazemes ūdeņu hidroloģija. Mācību līdzeklis vides un ūdenssaimniecības specialitātes studentiem*. Jelgava, LLU.

Nepublicētie avoti

34. Elperis.T. 2000. denstilpes ekspluat cijas noteikumi. VU „Meliorprojekts”
35. . . 1946. - . , np.01477

1. pielikums. Urbumu apraksts un gruntsūdens līmeņu mērījumi.

<i>Urbuma/ ūdens parauga Nr.</i>	<i>Urbuma dziļums, m</i>		<i>Gruntsūdens līmenis no zemes virsmas, m</i>		<i>Urbuma apraksts</i>
	<i>Maz- ūdens periods (08.08.09.)</i>	<i>Daudz- ūdens periods (07.11.09.)</i>	<i>Maz- ūdens periods (08.08.09.)</i>	<i>Daudz- ūdens periods (07.11.09.)</i>	
1.	2,8	1,9	2,6	1,5	0,00 m - augsne 0,10 m - m lsmilts 0,40 m - m lsmilts, karbon tu iesl gumi 0,97 m - mor na 2,80 m bezakmens zilie m li
2.	3,0	1,9	2,8	1,6	0,00 m - augsne 0,10 m - m lsmilts 0,45 m - m lsmilts, karbon tu iesl gumi 1,10 m - mor na 2,90 m bezakmens zilie m li
3.	1,3	0,5	1,2	0,4	0,00 m - augsne 0,02 m - mor na 1,25 m - bezakmens zilie m li 1,3m - dolom ts
4.	1,7	0,8	1,6	0,7	0,00 m - augsne 0,05 m - mor na 1,65 m - bezakmens zilie m li 1,7 m - dolom ts
5.	1,1	0,6	0,9	0,5	0,00 m - augsne 0,15 m – mor na 1,05 m – bezakmens

					zilie m li 1,1 m - dolom ts
6.	2,3	1,2	1,9	1,1	0,00 m - augsne 0,15 m – mor na 2,10 m – bezakmens zilie m li 2,3 m - dolom ts
7.	1,5	0,7	1,0	0,6	0,00 m - augsne 0,20 m – vid jgraudaina smilts ar organikas iesl gumiem 1,35 m -m lsmilts
8.	2,1	1,4	1,3	1,2	0,00 m - augsne 0,27 m – vid jgraudaina smilts ar organikas iesl gumiem 1,95 m -m lsmilts
9.	-	1,7	-	1,6	0,00 m - augsne 0,12 m - m lsmilts 0,45 m - m lsmilts, karbon tu iesl gumi 1,70 m - mor na

**2. pielikums. Ierīkoto urbumu attālums līdz upei un augstums no zemes virsmas līdz
upes ūdens līmenim**

<i>Urbuma/ ūdens parauga Nr.</i>	<i>Attālums līdz upei, m</i>		<i>Augstums no zemes virsmas līdz upes ūdens līmenim, m</i>	
	<i>Maz- ūdens periods (08.08.09.)</i>	<i>Daudz- ūdens periods (07.11.09.)</i>	<i>Maz- ūdens periods (08.08.09.)</i>	<i>Daudz- ūdens periods (07.11.09.)</i>
1.	2	1,9	0,7	0,3
2.	4,6	4,5	1,6	1,2
3.	2,2	1,9	1,4	0,5
4.	4,7	4,4	2,2	1,3
5.	3,0	2,7	1,5	0,6
6.	5,0	4,7	2,4	1,5
7.	7,0	6,5	1,1	0,4
8.	14,0	13,5	1,4	0,7
9.	-	-	-	-

3. pielikums. Laboratorijā un *in situ* noteikto parametru vērtības daudzūdens periodā (07.11.09.)

<i>Ūdens paraugu Nr.</i>	<i>NO₃⁻, mg/l</i>	<i>NO₂⁻, mg/l</i>	<i>NH₄⁺, mg/l</i>	<i>PO₄³⁻, mg/l</i>	<i>Fe_{kop}, mg/l</i>	<i>ḲSP</i>	<i>pH</i>	<i>EVS, μS/cm</i>	<i>temperatūra, °C</i>	<i>SO₄²⁻, mg/l</i>	<i>Cl, mg/l</i>	<i>Kopējā cietība, mg/l</i>	<i>Ca²⁺, mg/l</i>	<i>Mg²⁺, mg/l</i>	<i>HCO₃⁻, mg/l</i>
11	3,0	0,016	1,78	0,03	0,16	49	7,41	431	3,3	21,0	11,08	4,62	64,61	16,94	261,25
7	2,0	0,015	1,52	0,02	0,09	48	7,03	610	6,0	13,0	5,21	6,73	94,32	24,61	363,32
8	2,3	0,009	2,35	0,02	0,16	39	7,05	951	7,7	23,0	10,42	10,20	155,93	29,42	596,62
12	3,5	0,020	2,04	0,03	0,20	45	7,77	430	3,5	21,0	11,73	4,77	64,41	18,87	258,82
1	3,0	0,009	2,01	0,02	0,16	40	7,78	510	6,7	11,0	6,24	5,72	79,76	21,17	346,31
2	2,2	0,011	0,92	0,02	0,10	10	7,8	550	7,0	9,0	4,77	6,65	96,11	22,50	391,27
9	1,2	0,007	0,91	0,01	0,09	9	7,51	465	7,1	9,0	3,91	5,26	79,56	15,73	328,08
6	2,4	0,013	1,23	0,02	0,11	24	7,63	772	6,2	16,0	7,82	9,07	126,22	33,76	375,47
5	2,5	0,014	1,73	0,02	0,15	30	7,73	901	5,0	40,0	13,68	10,67	170,49	41,58	477,54
10	3,4	0,019	1,62	0,03	0,24	32	7,77	430	3,2	20,0	10,42	4,85	68,39	17,42	263,68
3	2,2	0,013	1,70	0,03	0,17	25	7,5	528	5,0	17,0	11,94	5,25	71,19	20,69	331,73
4	2,0	0,010	1,58	0,02	0,12	23	7,45	418	6,0	15,0	10,73	3,72	52,64	13,31	256,37
13	3,1	0,016	1,54	0,02	0,23	39	7,83	431	3,1	19,0	11,08	4,71	69,19	15,24	266,11

4. pielikums. Laboratorijā un *in situ* noteikto parametru vērtības mazūdens periodā (08.08.09.)

<i>ūdens paraugu Nr.</i>	<i>NO₃⁻, mg/l</i>	<i>NO₂⁻, mg/l</i>	<i>NH₄⁺, mg/l</i>	<i>PO₄³⁻, mg/l</i>	<i>Fe_{kop}, mg/l</i>	<i>ĶSP</i>	<i>pH</i>	<i>EVS, μS/cm</i>	<i>temperatūra, °C</i>	<i>SO₄²⁻, mg/l</i>
11	1,9	0,006	0,36	0,01	0,07	7	8,54	441	21,1	11
7	2,7	0,013	0,97	0,04	0,12	17	6,70	1182	13,2	14
8	2,2	0,012	3,01	0,03	0,06	50	6,67	1607	12,9	20
12	1,5	0,006	0,37	0,01	0,06	10	8,69	432	22,1	10
1	2,1	0,014	1,17	0,02	0,09	12	7,80	523	10,5	18
2	1,7	0,016	0,99	0,02	0,07	10	7,17	1230	10,3	13
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2,0	0,015	1,21	0,04	0,11	22	7,42	792	11,4	21
5	2,3	0,017	1,43	0,04	0,15	26	7,43	1392	11,5	24
10	1,8	0,007	0,40	0,01	0,06	8	8,04	432	21,1	10
3	2,1	0,016	1,42	0,04	0,12	22	7,20	1135	12,5	22
4	1,9	0,014	1,22	0,04	0,10	20	7,40	627	12,1	23
13	1,5	0,007	0,34	0,01	0,06	10	8,64	432	21,0	10