

Baronu HES ūdenskrātuves ietekme uz gruntsūdeņu kvalitāti

Baronu HPP Reservoir Impact on Groundwater Quality

Inga Retiķe

Latvijas Universitāte

Alberta iela 10, Rīga, LV-1010

E-pasts: inga.retiķe@gmail.com

Pētījuma izstrādes laikā analizēts gruntsūdeņu un upes ūdeņu ķīmiskais sastāvs, lai novērtētu Baronu HES ūdenskrātuves ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti. Gruntsūdeņu kvalitātes raksturošanai daudzūdens un mazūdens periodos tika mērīts gruntsūdens līmenis. Nepieciešamie fizikālie un ķīmiskie parametri gruntsūdeņos un upes ūdeņos tika iegūti *in situ*, nosakot ātri mainīgos parametrus (EVS, t °C, pH), kā arī laboratorijā, lietojot spektrofotometrisko un titrimetrisko metodi. Pētījumā iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka pastāv ūdenskrātuves ietekme uz gruntsūdeņu kvalitāti, kas atšķiras daudzūdens un mazūdens periodos.

Atslēgvārdi: gruntsūdeņu kvalitāte, mazūdens un daudzūdens periodi, spektrofotometriskā metode, titrimetriskā metode, upes ūdeņu kvalitāte, ūdenskrātuve.

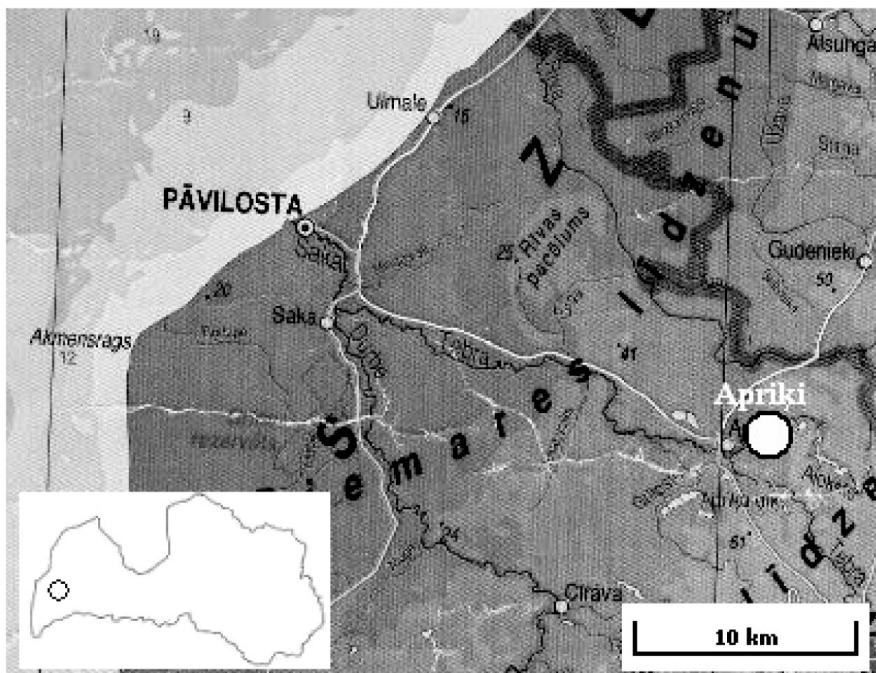
Ievads

Gruntsūdeņu kvalitāti nosaka to dabiskā aizsargātība, kas galvenokārt atkarīga no ģeoloģiskajiem un gruntsūdeņu barošanās apstākļiem (Segliņš 2008), kuri hidrotehnisko būvju celtniecības un ekspluatācijas dēļ var tikt izmaiņoti (Lebuss 2003; Vides projekti 2005).

Gruntsūdeņu ķīmisko sastāvu nosaka tos veidojošie procesi, un šos procesus var ietekmēt dažādi faktori, kuri mums ir jāapzina, turklāt jāapzina arī šo faktoru mainību dažādos ūdens daudzuma periodos. Mākslīgo ūdenskrātuvi mijiedarbība ar pazemes ūdeņiem tiek samērā plaši pētīta ārvalstīs (Grünberg et al. 2004), bet Latvijā līdzvērtīgu pētījumu pagaidām nav. Lielākajā daļā pētījumu, kas veikti Latvijā, tiek izvērtēta tikai ūdenskrātuves ietekme uz gruntsūdens līmeņa izmaiņām vai pētīta pašas ūdenskrātuves ūdeņu kvalitāte (Lebuss 2003; Vides projekti 2005), bet netiek analizētas un pētītas gruntsūdens kvalitātes izmaiņas, kas notiek, mijiedarbojoties dažādām vidēm, tādēļ izvēlētā pētījuma mērķis ir noteikt ūdenskrātuves ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti, raksturojot un novērtējot upes ūdeņu un gruntsūdeņu ķīmiskā sastāva izmaiņas un to cēloņus.

Materiāli un metodes

Pētījumiem izvēlētā teritorija atrodas Latvijas rietumu daļā, Liepājas rajona Aizputes novadā (1. att.), Apriķu līdzenuma rietumu daļā (Lažas pagasts 2001). Iepriekš teritorija nav plaši pētīta (Физик 1946).



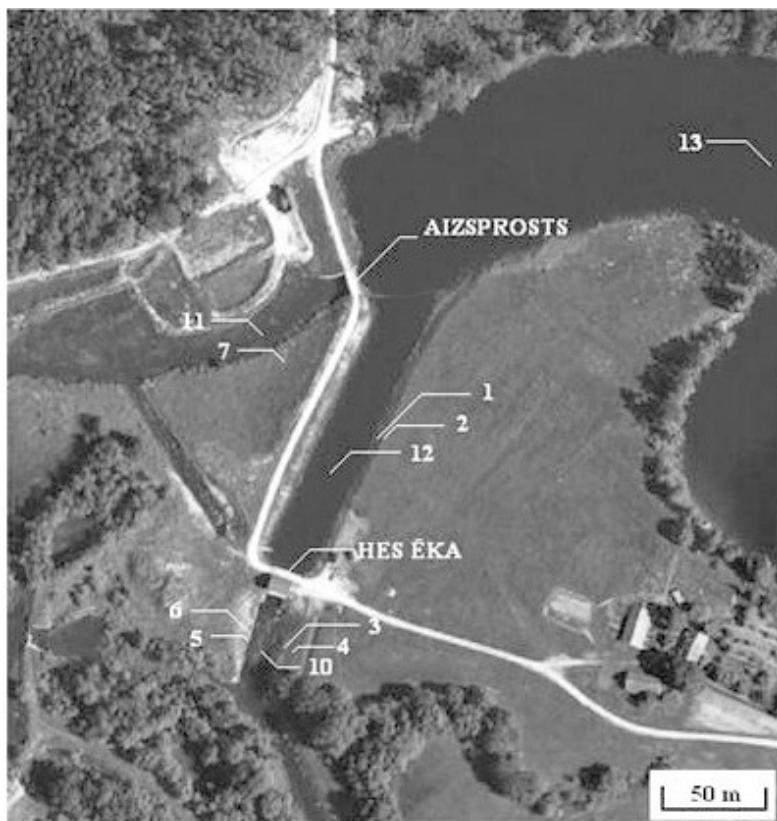
○ Pētījumu teritorija

1. att. Pētījumu teritorijas novietojums
(izstrādāts, izmantojot fiziogeogrāfisko karti)

*Fig. 1. Study Site Location
(made using Fiziogeogrāfiskā karte)*

Pētījumu teritorijā ir izplatīti limnoglaciālie nogulumi ($IgQ_3 ltv$) māls, aleirīts un smilts, kas augšbjefā ieguļ 2,5–3,0 m, bet lejasbjefā 1,0–2,0 m dziļumā un ko pārklāj glacigēnie nogulumi ($gQ_3 ltv$) – morēnas mālsmilts un smilšmāls, to biezums augšbjefā svārstās no 2,5 līdz 3,0 m, bet lejasbjefā no 1,0 līdz 2,0 m (LVGD Kvartārgeoloģija). Lejasbjefā 1,0–1,7 m dziļumā sastopami augšdevona Ogres svītas ($D_3 og$) dolomīti (LVGD Pirmskvartāra), kas vietām atsedzas upes krastos. Vecupes kreiso krastu veido aluviālie nogulumi un morēnas smilšmāls. Gruntsūdens līmenis ūdenskrātuves apkārtnei svārstās no 1,5 līdz 2,0 m, zemāks tas ir upes kreisajā krastā (Физик 1946), un to apstiprina arī pētījuma laikā veiktie zondēšanas darbi un ģeoloģiskie urbumi, kā arī gruntsūdens līmeņa mērījumi izpētes punktos. Pēc autorei novērojumiem, krasti lejpus hidrotehniskās būves ir uzbērti, tas ietekmē gruntsūdens ieguluma dziļumu un sekmē apauguma samazināšanos.

Baronu HES ūdenskrātuve (2. att.) atrodas uz Alokstes, 1,8 km no ietekas Tebrā. Alokste ir strauja un līkumaina, un upes ielejā notiek aktīva lauksaimnieciskā darbība. Ūdenskrātuve darbojas dabiska caurplūduma režīmā (Pastors 1994; Elperis 2000).



2. att. Ūdens paraugu ņemšanas vietas (izstrādāts, izmantojot ORTOFOTO 3)

Fig. 2. Water Sampling Sites (made using ORTOFOTO 3)

Gruntsūdens paraugi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Upes ūdens paraugi: 10 (lejasbjefs), 11 (vecupe), 12 (ūdenskrātuve), 13 (pētījumā tiek pieņemts par nosacīti neietekmētu upes ūdeni)

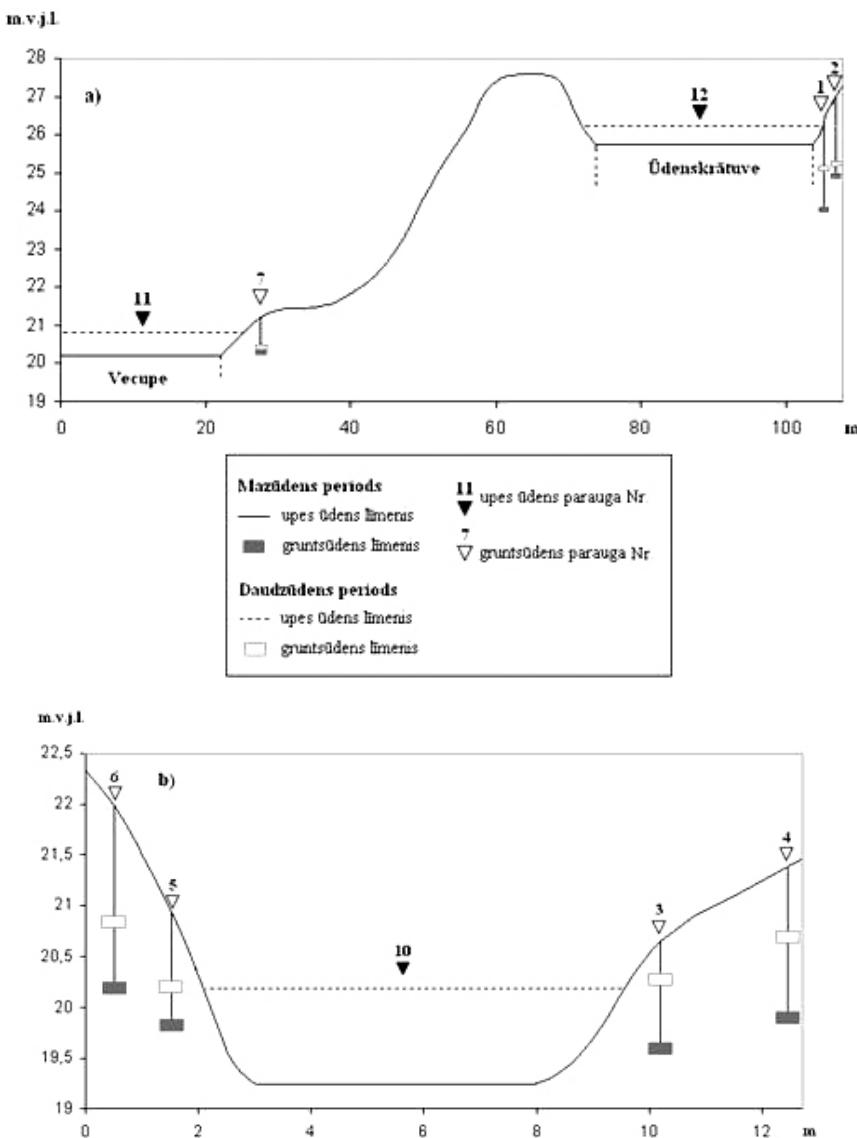
Shallow Groundwater Samples: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

River Water Samples: 10 (downstream the hydrotechnical construction), 11 (oxbow lake), 12 (reservoir), 13 (in study is considered to be relatively not affected river water)

Lauka pētījumi, tajā skaitā ģeoloģisko urbumu ierīkošana, gruntsūdens līmeņa mērījumi un ūdens paraugu ņemšana analīzēm tika veikta divreiz – mazūdens periodā 2009. gada 8. augustā un daudzūdens periodā 11. novembrī. Kopumā tika ievākti 22 ūdens paraugi (2., 3. att.), no kuriem 14 tika ņemti no ierīkotajiem urbumiem. 13. paraugs tika ņemts ūdenskrātuvē, 200 m virs aizsprosta, un pētījumā tiek uzskatīts par nosacīti neietekmētu upes ūdeni.

Temperatūra, elektrovadītspēja (EVS) un pH tika noteikti *in situ*, izmantojot firmas HANNA instrumentu *Combo pH/EC/TDS/Temperature HI 98129*. Mērījumu diapazons pH noteikšanai ir 0,00–14,00 pH, EVS noteikšanai 0 līdz 3999 µS/cm, bet temperatūras noteikšanai 0,0 līdz 60,0 °C. Mērījumu precizitāte pH parametram ir ±0,05 pH, EVS ±2%, bet temperatūrai ±0,5°C (Hanna instruments 2010).

Paraugi tika ņemti 1,5 l tīrās plastmasas pudelēs un nogādāti laboratorijā analīžu veikšanai, līdz tam uzglabājot un sagatavojot (filtrējot ar 0,45 µm filtrpapīru) atbilstoši norādēm (Hach 1992).



3. att. Ūdens paraugu ņemšanas vietas, gruntsūdens līmeņu un upes līmeņu izmaiņas mazūdens un daudzūdens periodā a) augšpus hidrotehniskās būves; b) lejasbjejs (izstrādāts, izmantojot TOPO 10K PSRS)

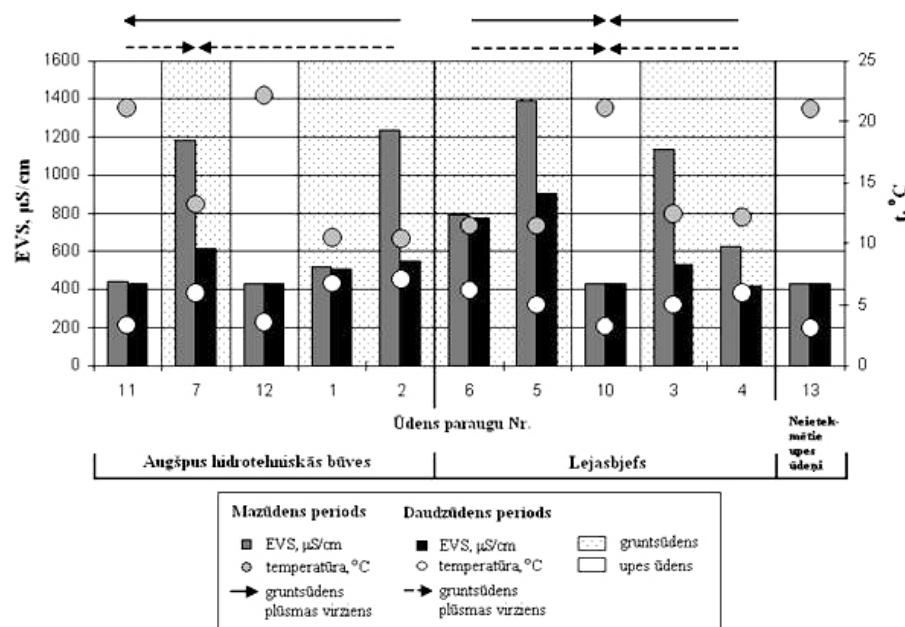
Fig. 3. Water Sampling Sites, Shallow Groundwater and River Water Levels during Low and High Water Period a) Upstream the Hydrotechnical Construction; b) Downstream the Hydrotechnical Construction (made using TOPO 10K PSRS)

Abās pētījuma reizēs, izmantojot spektrofotometrisko analīzes metodi, tika noteikts NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , KSP un Fe daudzums. Otrajā reizē, izmantojot titrimetrisko metodi (Eaten et al. 2005; Klaviņš u. c. 2004), papildus tika noteikta kopējā cietība, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- daudzums. Spektrofotometriskās analīzes tika veiktas ar firmas *Hach* modeļa 45250 DR/2000 spektrofotometru pēc ražotāja ieteiktās standartmetodikas (Hach 1992).

Rezultāti un analīze

Upes ūdeņu temperatūra gada laikā seko gaisa temperatūrai, bet mazajās upēs to spēcīgi var ietekmēt pieplūstošo pazemes ūdeņu temperatūra (Zīverts 2004). Gruntsūdeņu temperatūra ir tuva teritorijas vidējai ilggadīgajai temperatūrai un ir pakļauta sezonālām svārstībām (Segliņš 2008).

Pētījumā tika noteiktas EVS un temperatūras vērtības mazūdens un daudzūdens periodā, analizētas vērtību izmaiņas atkarībā no gruntsūdens plūsmas virziena (4. att.).



4. att. EVS un temperatūras vērtības mazūdens un daudzūdens periodā

Fig. 4. EC and Temperature Values durig Low and High Water Period

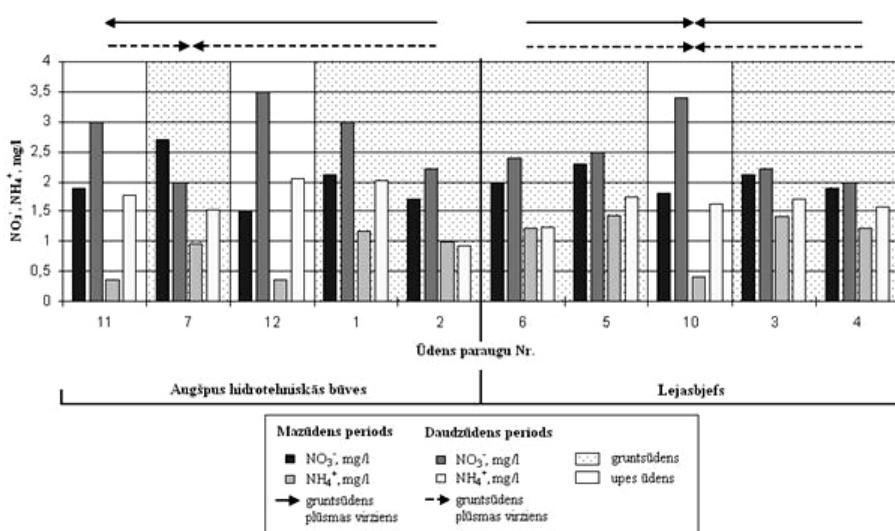
Daudzūdens periodā temperatūra upes ūdeņos variē robežās no 3,1 līdz 3,5 °C (ja gaisa temperatūra ir 4 °C), bet mazūdens periodā robežās no 21,0 līdz 22,1 °C (ja gaisa temperatūra ir 27 °C). Gruntsūdeņu temperatūra svārstās no 5 līdz 7 °C daudzūdens periodā un no 10,3 līdz 13,2 °C mazūdens periodā. Mazūdens periodā gruntsūdeņu temperatūra samazinās, palielinoties gruntsūdeņu ieguluma dziļumam, bet daudzūdens periodā situācija ir pretēja – gruntsūdeņu temperatūra samazinās,

paaugstinoties gruntsūdens līmenim, jo seklāk ieguļošie gruntsūdeņi ātrāk pielāgojas gaisa zemajai temperatūrai. Pētāmajā teritorijā upes ūdeņu un gruntsūdeņu mijiedarbība neietekmē ūdeņu temperatūru. Salīdzinot abus periodus, stabilāka temperatūra vērojama gruntsūdeņos, jo, pateicoties gruntsūdeņu ieguluma dziļumam, tie lēnāk sasilst un atdziest.

EVS vērtības gruntsūdeņos palielinās, pieaugot to ieguluma dziļumam un ūdens temperatūrai, un tās palielinās gruntsūdens plūsmas virzienā. Daudzūdens periodā, palielinoties nokrišņu daudzumam, gruntsūdeņos ievērojami samazinās EVS vērtības (Pociene et al. 2005), bet upes ūdeņos šādas sakarības vāja izpausme ir novērojama ūdenskrātuvē. Pirmā parauga rezultāti rāda, ka ūdenskrātuves ūdeņu sajaukšanās ar gruntsūdeņiem notiek abos periodos.

Ūdens pH vērtības gruntsūdeņos mazūdens periodā variē robežās no 6,7 līdz 7,8, bet daudzūdens periodā mainās minimāli un variē robežās no 7,03 līdz 7,8. Upes ūdeņos pH vērtības mazūdens periodā ir no 8,04 līdz 8,69, bet daudzūdens periodā – no 7,41 līdz 7,83. ĶSP vērtību pieaugums liecina par organisko vielu koncentrācijas palielināšanos ūdeņos (Eglīte 2007), tāpēc daudzūdens periodā ir novērojama pH vērtību samazināšanās upes ūdeņos. Pazemes ūdeņos pētāmajā teritorijā pH vērtības būtiski ietekmē (paaugstina) karbonātu šķīšana, un tā rezultātā veidojas hidrogēnkarbonāti (Kļaviņš et al. 2002).

Daudzūdens periodā, salīdzinājumā ar mazūdens periodu, ūdens paraugos pieaug NO_3^- un NH_4^+ koncentrācija, un abos periodos NO_3^- vērtības ir augstākas nekā NH_4^+ vērtības (5. att.). Mazūdens periodā augstākas NO_3^- un NH_4^+ koncentrācijas novērojamas gruntsūdeņos, bet daudzūdens periodā, palielinoties virszemes notecei, augstākas vērtības ir upes ūdeņos.



5. att. Nitrātjonus un amonija jonu vērtības mazūdens un daudzūdens periodā

Fig. 5. Nitrate and Ammonium Ion Values during Low and High Water Period

* gruntsūdens paraugi

Daudzūdens periodā NH_4^+ vērtība neskartajos upes ūdeņos ir 1,54 mg/l, bet ūdenskrātuvē sasniedz 2,04 mg/l, lejasbjefā un vecupē vērtības attiecīgi ir 1,62 un 1,78 mg/l, kas norāda uz NH_4^+ uzkrāšanos ūdenskrātuvē. Šajā periodā ūdenskrātuvē ir arī augstākā NO_3^- koncentrācija salīdzinājumā ar citiem virszemes ūdeņiem, tomēr būtiska NO_3^- uzkrāšanās ūdenskrātuvē nav novērojama. Mazūdens periodā gruntsūdeņu infiltrācijas dēļ lejasbjefā upes ūdeņos un vecupes ūdeņos paaugstinās NO_3^- vērtības, bet NH_4^+ vērtības gruntsūdeņu ieplūde ietekmē minimāli, jo NH_4^+ ir katjons un tiek sorbēts augsnē un gruntsūdens horizontā.

Stabilākas NO_3^- un NH_4^+ vērtības mazūdens periodā nosaka to piederību pie pazemes ūdeņiem. Lejasbjefā, samazinoties apauguma blīvumam, gruntsūdeņos paaugstinās NH_4^+ koncentrācija. Ūdenskrātuves ietekmes dēļ daudzūdens periodā augšpus hidrotehniskās būves pirmajā paraugā ir paaugstināta NO_3^- un NH_4^+ koncentrācija.

ĶSP vērtības gruntsūdeņos mazūdens periodā svārstās robežās no 10 līdz 17 mg/l, bet daudzūdens periodā – no 10 līdz 48 mg/l. Augstākās ĶSP vērtības daudzūdens periodā saistītas ar ūdenskrātuves un gruntsūdeņu sajaukšanos, bet mazūdens periodā vērtības nosaka galvenokārt ģeoloģiskie apstākļi – morēnas un mālu klātbūtne (Pociene et al. 2005). Upes ūdeņos ĶSP vērtības mazūdens periodā ir no 7 līdz 10 mg/l, bet daudzūdens periodā – no 39 līdz 49 mg/l. Augsto ĶSP koncentrāciju upes ūdeņos veido virszemes notece no lauksaimniecības un mežu teritorijām, un rezultāti liecina, ka organiskās vielas tiek aizturētas ūdenskrātuvē. Palielinoties ĶSP koncentrācijai, attiecīgi mainās arī NO_3^- un NH_4^+ vērtība, jo NH_4^+ galvenokārt ūdeņos nonāk, sadaloties organiskajām slāpeklī saturošajām vielām, un nitrifikācijas procesa rezultātā veidojas NO_3^- (Kļaviņš u. c. 2004).

Vietas ģeoloģiskā uzbūvē nosaka augstās kopējās cietības, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- vērtības ūdeņos (1. tab.), bet gruntsūdeņos, salīdzinājumā ar virszemes ūdeņiem, augstākas šo parametru vērtības nosaka paaugstināta CO_2 koncentrācija, kas veicina karbonātiežu šķīšanu (Kļaviņš u. c. 2004). Lejasbjefā zemes virspusē atsedzas dolomīti un vērojamas augstākas kopējās cietības, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- vērtības upes ūdeņos salīdzinājumā ar ūdenskrātuvi un vecupi, tomēr augstas vērtības ir novērojamas arī neietekmētajos upes ūdeņos, un tas liecina par karbonātiežu klātbūtni visā upes sateces baseinā. Gruntsūdeņos visu iepriekš minēto parametru vērtības palielinās gruntsūdens plūsmas virzienā un ir augstākas nekā upes ūdeņos. Ūdenskrātuves ietekme uz gruntsūdeņiem novērojama pirmajā paraugā, un tā samazina kopējās cietības, Ca^{2+} , Mg^{2+} un HCO_3^- koncentrāciju gruntsūdeņos.

Viszemākās NO_3^- , PO_4^{3-} un Fe vērtības mazūdens periodā ir upes ūdeņos, bet daudzūdens periodā – gruntsūdeņos. NO_2^- vērtības ūdeņos mazūdens periodā svārstās no 0,006 līdz 0,017 mg/l, PO_4^{3-} no 0,01 līdz 0,04 mg/l un Fe_{kop} – no 0,06 līdz 0,15 mg/l. Daudzūdens periodā NO_2^- vērtības ūdeņos ir no 0,07 līdz 0,02 mg/l, PO_4^{3-} – no 0,01 līdz 0,03 mg/l, bet Fe_{kop} vērtības svārstās no 0,09 līdz 0,25 mg/l. NO_2^- vērtības ūdeņos nav augstas, jo baktēriju klātbūtnē nitrātjonim tiek ātri oksidēti par nitrātjoniem (Hach 1992). PO_4^{3-} tiek ātri sorbēti pašā augsnē (Wiatkowski et al. 2009), tādēļ ūdens paraugos vērtības ir mazas un, samazinoties apaugumam, vērojama PO_4^{3-} vērtību palielināšanās. Kopējās dzelzs vērtības ir nelielas, to galvenokārt nosaka ģeoloģiskie apstākļi (Kļaviņš u. c. 2004). Rezultāti liecina, ka, pieaugot ĶSP

vērtībām, palielinās kopējās dzelzs vērtības, ko varētu ietekmēt organisko vielu spēja saistīt dzelzs savienojumus (Eglīte 2007).

Tabula

Kopējās cietības, kalcija, magnija un hidrogēnkarbonātjonu vērtības daudzūdens periodā

Total Hardness, Calcium, Magnesium and Hydorgencarbonate Ion Values during High Water Period

	Ūdens paraugu Nr.	Kopējā cietība, mg/l	Ca ²⁺ , mg/l	Mg ²⁺ , mg/l	HCO ₃ ⁻ , mg/l
Augšpus hidrotehniskās būves	11	4,62	64,61	16,94	261,25
	7*	6,73	94,32	24,61	363,32
	12	4,77	64,41	18,87	258,82
	1*	5,72	79,76	21,17	346,31
	2*	6,65	96,11	22,5	391,27
Lejasbjefs	6*	9,07	126,22	33,76	375,47
	5*	10,67	170,49	41,58	477,54
	10	4,85	68,39	17,42	263,68
	3*	5,25	71,19	20,69	331,73
	4*	3,72	52,64	13,31	256,37
Neietekmētie upes ūdeņi	13	4,71	69,19	15,24	266,11

NO₂⁻, PO₄³⁻ un Fe vērtības ir zemas un mainās maz vai variē metodes pieļaujamās kļūdas robežās, tādēļ līdzīgos pētījumos neieteiktu izmantot šos parametrus virszemes un pazemes ūdeņu mijiedarbības noteikšanai vai analīzei.

Diskusija

Rezultāti liecina, ka visu parametru vērtības gruntsūdeņos palielinās gruntsūdens plūsmas virzienā. Iznēmumi ir saistīti ar virszemes ūdeņu un gruntsūdeņu sajaukšanos, ko līdzīgā pētījumā, nosakot pazemes ūdeņu un upes ūdeņu mijiedarbību, secinājuši arī citi autori (Baskaran et al. 2009). Iznēmumi skaidrojami arī ar mazām parametra vērtībām (Nītrāz, PO₄³⁻ un Fe²⁺ kā svārstā), kas svārstās izvēlētās metodes pieļaujamās kļūdas robežās.

Veiktie pētījumi apstiprināja, ka daudzūdens periodā, palielinoties nokrišņu daudzumam un virszemes notecei, ūdeņos paaugstinās biogēno elementu un KSP vērtības, bet samazinās EVS, temperatūras un pH vērtības (Baskaran et al. 2009; Kļaviņš u. c. 2004). Morēnas un dolomītu klātbūtnē nosaka augstas kopējās cietības, Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻ un EVS vērtības ūdeņos pētāmajā teritorijā, kā arī ietekmē ūdenskrātuves mijiedarbības apmērus ar gruntsūdeņiem.

In situ iegūtās temperatūras vērtības jau lauka apstākļos ļauj noteikt ūdeņu piederību pie pazemes vai virszemes ūdeņiem. Zināms, ka mazajās upēs pieplūstošie gruntsūdeņi var būtiski ietekmēt ūdeņu temperatūru upē (Zīverts 2004), tomēr

pētījums liecina, ka ģeoloģiskie apstākļi pētījuma teritorijā nepieļauj strauju ūdeņu ar atšķirīgu temperatūru sajaukšanos, tāpēc ne gruntsūdeņu pieplūde, ne sajaukšanās ar ūdenskrātuves ūdeņiem neietekmē ūdeņu temperatūru un līdzīgos pētījumos neieteiku šo parametru izmantot ūdeņu mijiedarbības noteikšanai.

Arī citi pētnieki (Dash et al. 2010; Pociene et al. 2005; Sainato et al. 2003) ir novērojuši sakarību, ka, pieaugot gruntsūdens ieguluma dzīlumam, palielinās ūdeņu vertikālās infiltrācijas ilgums, kas paaugstina elektrovadītspējas vērtības. Tomēr, kā rāda pētījums, EVS vērtības pētāmajā teritorijā vairāk palielinās gruntsūdens plūsmas virzienā un mazāka nozīme ir ieguluma dzīlumam, jo reljefs un ģeoloģiskie apstākļi apgrūtina vertikālo infiltrāciju.

Pētāmajā teritorijā NH_4^+ vērtības gruntsūdeņos ir zemākas salīdzinājumā ar NO_3^- vērtībām, to nosaka ģeoloģiskā uzbūve un procesi augsnē. NH_4^+ ir katjoni, tādēļ tie adsorbējas augsnē un uz bezakmens mālu slāņa, pa kuru plūst gruntsūdeņi, un to savos pētījumos atzīmē arī citi autori (Lee et al. 2005; Pociene et al. 2005). Bioloģiskajos procesos augi un mikroorganismi NH_4^+ patēri lielākos daudzumos nekā NO_3^- , tādēļ, kā secinājuši arī citi pētnieki (Jampreetong et al. 2008; Jones et al. 2004), izmainoties apauguma blīvumam, attiecīgi izmainās arī NH_4^+ koncentrācija gruntsūdeņos. Nitrifikācijas procesa beigu produkts ir NO_3^- , tāpēc šo jonu daudzums ūdeņos, salīdzinājumā ar NH_4^+ daudzumu, ir augstāks, ja vien nav novērojams nesens piesārņojums (Mežaraups 1995). Jau pētījumā, kas veikts 2000. gadā Baronu ūdenskrātuvē (Elperis 2000), ir norādīts, ka NH_4^+ satura virszemes ūdeņos var pārsniegt pieļaujamās normas. Tomēr pētījuma rezultāti liecina, ka daudzūdens periodā NO_3^- koncentrācija ir vairākkārt paaugstinājusies salīdzinājumā ar 2000. gadā veikto pētījumu. To varētu skaidrot ar minerālmēslu intensīvu izmantošanu lauksaimniecībā pēdējo desmit gadu laikā (Wiatkowski et al. 2009).

Pētījumā iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka gruntsūdeņu kvalitāti pētāmajā teritorijā ietekmē tādi faktori kā vietas ģeoloģiskie apstākļi, nokrišņu intensitāte un virszemes notece, bioloģiskie procesi, kā arī reljefs un sajaukšanās ar virszemes ūdeņiem. Mazūdens periodā par ūdenskrātuves mijiedarbību ar gruntsūdeņiem liecina tikai EVS vērtības, bet daudzūdens periodā uz to norāda arī biogēno elementu un KSP vērtības. Lai gan teritorijas ģeoloģiskie apstākļi nosaka augstu gruntsūdeņu dabisko aizsargātību (Dēliņa 2007), tomēr ūdenskrātuves negatīvā ietekme uz gruntsūdeņiem novērojama divu līdz četru metru attālumā no ūdenskrātuves. Lejasbjefā gruntsūdeņi nav pakļauti ūdenskrātuves ietekmei, to nosaka reljefs, tomēr ūdenskrātuve ietekmē ūdeņu kvalitāti lejasbjefā upes ūdeņos, kā arī vecupē, kas savukārt daudzūdens periodā, sajaucoties ar gruntsūdeņiem, ietekmē gruntsūdeņu kvalitāti.

Pateicība

Pētījums veikts ar ES struktūrfondu projekta (vienošanās Nr. 2009/0212/1DP/1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060) daļēju atbalstu. Pētījuma tapšanā autore izsaka pateicību Aijai Dēliņai, Alisei Babrei, Konrādam Popovam un Mārtiņam Preimanim, kuri dalījās savās zināšanās un sniedza atbalstu lauku darbos, kā arī Artim Blāķim par doto iespēju veikt pētījumus Baronu HES.

LITERATŪRA

- Baskaran, S., Ransley, T., Brodie, R. S., Baker, P. 2009. Investigating Groundwater-River Interactions using Environmental Tracers. *Australian Journal of Earth Sciences*, 56, 13–19.
- 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.
- Dēliņa, A. 2007. *Kvartārsegas pazemes ūdeņi Latvijā*. Rīga: Latvijas Universitāte, 52 lpp.
- Eaten, A. D., Franson, M. A. 2005. *Standatdmethode for Examination of Water and Wastewater*. 21st edition. Washington, Americam Public Health Association.
- Eglīte, L. 2007. *Humusvielas, to mijiedarbība ar augsnī veidojošiem komponentiem un humusvielu imobilizācija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 3.–30. lpp.
- Fizioģeogrāfiskā karte*. Karšu izdevniecības „Jāņa sēta” fizioģeogrāfiskā karte mērogā 1 : 400 000. LU GZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv> (sk. 01.10.2010.)
- 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.
- Hach company. 1992. *Hach Water Analysis Handbook*. 2nd edition. Colorado, Loveland.
- Hanna instruments. 2010. *Combo pH/EC/TDS/Temperature Tester with Low Range EC*. Pieejams: <http://www.hannainst.com/> (sk. 20.10.2010.)
- 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. 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.
- Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. 2004. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 204 lpp.
- Kļaviņš, M., Rodinovs, V., Kokorīte, I. 2002. *Chemistry of Surface Waters in Latvia*. Rīga: University of Latvia, 285.
- Kokorīte, I. 2007. *Latvijas virszemes ūdeņu kīmiskais sastāvs un to ietekmējošie faktori*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 193 lpp.
- Lažas pagasts. 2001. Grām.: enciklopēdija *Latvijas pagasti: Latvijas novadi, pilsētu un novadu lauku teritorijas: enciklopēdija*. Iltnere A. (red.) 1. sēj., 565.–569. lpp.
- Lebuss, R. 2003. *Mazās HES Latvijā un to ietekme uz vidi*. Pasaules Dabas fonds, 20 lpp. Pieejams: http://www.pdf.lv/doc_upl/hesu_gramata.pdf?PHPSESSID=7854f825 (sk. 20.05.2010.)
- 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.
- Mežaraups, G. 1995. *Ūdeņi un to kīmiskā kontrole*. Rīga: Mācību grāmata, 44 lpp.
- LVGD Kvartārgeoloģija. *Valsts Ģeoloģijas dienesta kvartāra nogulumu karšu mozaīka mērogā 1 : 200 000*. LU GZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv> (sk. 20.05.2010.)
- LVGD Pirmskvartāra. *Valsts Ģeoloģijas dienesta pirmskvartāra nogulumu karšu mozaīka mērogā 1 : 200 000*. LU GZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv> (sk. 20.05.2010.)
- ORTOFOTO 3. *LĢIA Latvijas 3. etapa ortofoto karšu mozaīka*. LU GZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv> (sk. 01.01.2010.)

- Pastors, A. 1994. Alokste. Grām.: *Latvijas daba: enciklopēdija*, 1. sēj., red. Kavacs, G. Rīga: Preses nams, 45. lpp.
- Pociene, A., Pocius, S. 2005. Relationship between Nitrate Amount in Groundwater and Natural Factors. *Journal of Environmental Engineering and Landskape Management*, 13(1), 23–30.
- Sainato, C., Galindo, G., Pomposiello, C., Malleville, H., Abelleyras, 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.
- Segliņš, V. 2008. Pazemes ūdeņi – to aizsardzība un izmantošana. Grām.: *Vides zinātne*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 230.–251. lpp.
- TOPO 10K PSRS. *Bijušās PSRS armijas Ģenerālštāba topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1 : 10 000*. LU GZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv> (sk. 01.10.2010.)
- Vides projekti, SIA. 2005. *Mazo hidroelektrostaciju darbības izvērtējums*. Rīga, 30 lpp. Zīverts, A. 2004. *Hidroloģija. Ievads un hidroloģiskie aprēķini*. Jelgava: LLU, 103 lpp. Wiatkowski, M., Paul, L. 2009. Surface Water Quality Assessment in The Troja River Catchment in the Context Włodzienin Reservoir Construction. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18(5), 923–929.

NEPUBLICĒTIE AVOTI

Elperis, T. 2000. *Ūdenstilpes ekspluatācijas noteikumi*. VU „Meliorprojekts”.

Физик, Ф. М. 1946. *Инженерно-геологическое исследование района подпорного сооружения на реке Алоксте у Апруки Айзпуртского уезда*. Рига, np. 01477.

Summary

In this study shallow groundwater and river water chemical analysis has been accomplished, to describe Baronu HPP reservoir impact on shallow groundwater quality. Groundwater level measurements were made and river water and shallow groundwater physical and chemical parameters (EC, t^o , pH) in situ were determined, chemical parameter analysis, using spectrophotometric and titrimetric methods, was conducted during low water and high water periods, to analyse their changes and reasons in great detail. The results show that reservoirs have a negative influence on groundwater quality during high water periods.

Keywords: low water and high water periods, reservoir, river water quality, shallow groundwater quality, spectrophotometric method, titrimetric method.