

16. Kunda piirkonna karjääride heitvee mõju Toolse jõevee koostisele ja seisundile

Ülo Sõstra, Margit Kolats

AS Kunda Nordic Tsement kaevandab tooret tsemendi tootmiseks kolmest, suhteliselt lähestikku paiknevast karjäärist Kunda linna lähedal. Kõikjal on tsemenditehased vahetult toorme lähedal, sest muidu oleks toodetud tsemendi omahind liiga kõrge. Kambriumi sinisavi kaevandatakse mereäärsest karjäärist, mis on lõikunud otse savilasundisse, mis kujutab endast parimat veepidet, seepärast koguneb karjääri vaid sademevesi, mida ei ole palju. Aru-Lõuna karjääris toodetakse tsemendi peamist tooret – lubjakivi, kusjuures tsemenditoormele mittevastavat dolomiidistunud lubjakivi purustatakse ja turustatakse teedehitajatele killustikuna [8, 12]. Suhteliselt väikeses Ubja karjääris kaevandatakse põlevkivi, mis hästi vastab tsemenditootmise nõuetele. Pärast Aidu põlevkivikarjääri sulgemist oleks tulnud otsida mingit teist varianti, aga Ubja karjäär ei ole kuigi kaugel ja ettevõtte raudtee võimaldab transpordi kulutusi vähendada. Sel eesmärgil tehti omal ajal korda ka Kunda sadam, mis võimaldab vähendada tsemendi transpordiga seotud kulutusi.

Kaevandatava ala omapära põhineb asendis Pandivere kõrgustiku põhjanõlval, kus absoluutsed kõrgused vähenevad keskmiselt 3-4 m ühe km kohta [3]. Kõrgustik on kõige olulisem Eesti põhjavee toiteallikas tänu paljudele murranguvöönditele ja laiale karsti levikule, mis võimaldab sademeveel kiiresti infiltreeruda maapinda. Kuid samal ajal moodustub kõrgendiku kivimites kõrge maa-alune veemägi, mis valgub igale poole laiali, täiendab Ordoviitsiumi ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekomplekside veevarusid ja kindlustab suure osa riigi elanikest põhjaveega. Põhjavee tase on põhjanõlval igal pool maapinna lähedal, seepärast toimub vee sissevool Aru-Lõuna ja Ubja karjääri intensiivselt, eriti Ubja karjääri, kus tootsa põlevkivikihi lamamis on vettpidavad Uhaku lademe savikad lubjakivid [9, 11, 10, 4]. Nende veejuhtivus on madal ja just selle kihi pealispinda mööda toimub põhjavee sissevool karjääri, mis 140 ha suuruse karjääri kohta ei ole väike – viimasel kahel aastal 3,3 ja 2,7 mln m³/a. Vesi karjäärist pumbatakse alguses settebasseini, mida läbides suur osa heljumist settib [10, 2, 5]. See ei ole küll ohtlik vee-elustikule, sest koosneb peamiselt ülipeentest saviosakestest, kuid veeseadusega on piiratud 15 mg liitris.

Toolse jõe seire

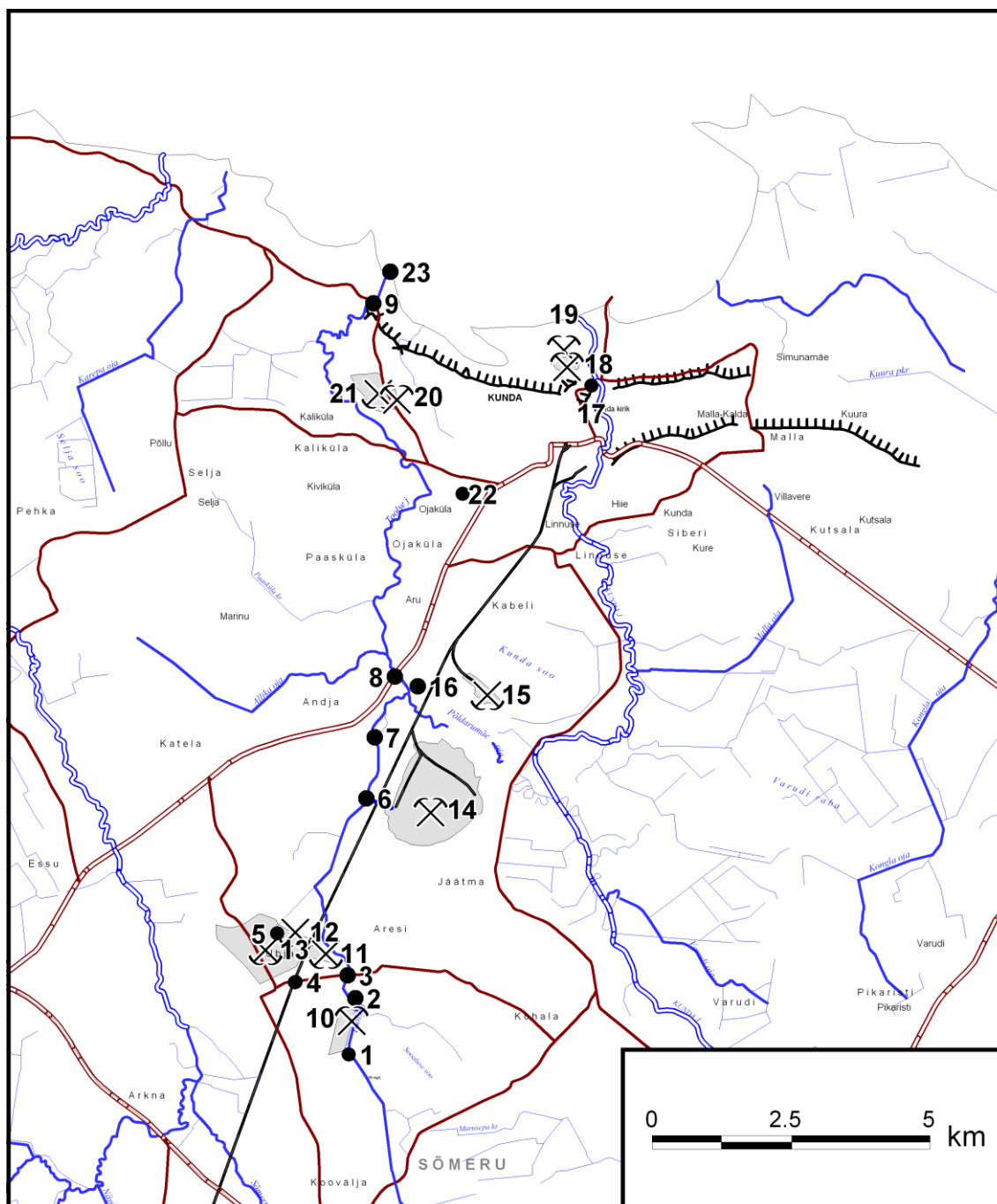
TTÜ mäeinstituudi 5-aastane Toolse jõevee seire kogemus ja tehtud uuringud võimaldavad meil analüüsides konkreetsete andmete abil karjääride otsest ning kaudset mõju vee koostisele ja seisundile. Tegelikult mõjutavad Toolse jõe seisundit kolm mäenduslikku objekti: Ubja suletud kaevandus, kust kuival ajal vee väljavool lakkab, Aru-Lõuna ja Ubja karjäär. Toolse jõgi on kantud voolveekogude pinnaveekogumite tüüpi I B keskkonnaministri määrusega nr 44, jõustunud 09.08.2009.a, see esitab täiesti kindlalt määratletud nõuded vee koostisele ja seisundi hindamisele (Joonis 16-1). Peamisteks kontrollitavateks kvaliteedinäitajateks on:

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

lahustunud hapnik, biokeemiline hapnikutarve (BHT_5), lämmastikusisaldus ($N_{\text{üld}}$), fosforisisaldus ($P_{\text{üld}}$), NH_4^+ ja pH. Kõige otstarbekam on jälgida jõevee koostise ja seisundi muutumisi, kui alustada eelpool nimetatud objektide vee koostisest ja lõpetada jõe suubumisel merre Kunda-Vainupea maateetruubi juures.

Suletud kaevanduse väljavoolu, karjääride heitvee koostis ja seisund

Ubja suletud kaevandusest väljavoolav vesi vastab oma koostiselt tegelikult Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi Keila–Kukruse veekihi põhjaveele antud kohas, sest seda vähe mõjutavad sademed. See annab võimaluse järgi hinnata Toolse jõevee seisundit võrreldes kohaliku põhjaveega. Suveti kuival ajal väljavool mõneks ajaks katkeb, sest toimub põhjavee taseme alanemine allapoole kaevandatud kihte. Mõõdetud vooluhulgad kaevandusest jäid vahemikku 17-360 l/s, keskmiselt 123 l/s, hõljuvaine on tavaliselt 2-4 mg/l vahel, kuivjääk muutub suhteliselt vähe ja väheneb pärast vihmaid suvel kuni 564 mg/l, keskmine on 640 mg/l, maksimaalne talvel – 706 mg/l, BHT_7 ei ületanud kunagi 1,4 mgO₂/l, see näitaja vastab väga heale vee kvaliteediklassile. $N_{\text{üld}}$ on muutlik, alates 0,91 mg/l kuni 7,6 mg/l, mis näitab, et vesi võib kuuluda kõigisse kvaliteediklassidesse, alates väga heast ja lõpetades halvaga. $P_{\text{üld}}$ oli alati alla 0,02 mg/l või võrdne sellega, kuid ühel korral (22.12.2011.a) oli 0,07 mg/l, mis vastab heale vee kvaliteediklassile, samal päeval määrati vees suurem NH_4^+ sisaldus – 0,16 mg/l, mis alandas selle näitaja kvaliteediklassi heale. Ca^{2+} sisaldus oli keskmiselt 145 mg/l, mis on oluliselt kõrgem kui Ordoviitsiumi veekompleksis keskmiselt – 69,14 mg/l, Mg^{2+} sisaldus oli keskmiselt 27,5 mg/l, mis on lähedane Ordoviitsiumi veekompleksi keskmisele – 26,29 mg/l [7], pH jääb 7,0 ja 8,0 vahele. Huvitav on märkida, et koos kuivjäägi vähenemisega vähenes sulfaatiooni SO_4^{2-} sisaldus, mis alati ületab kalakasvatusele soovitatud piirnormi – 100 mg/l, mõõdetud sisaldus jäi vahemikku 129-187 mg/l. Kloriidiooni Cl^- ja Na^+ sisaldused suletud on Ubja suletud kaevanduse vees vastavalt 13,6 ja 6,5 mg/l, mis on madalamad keskmistest Ordoviitsiumi veekompleksi näitajatest, vastavalt 45,75 ja 19,79 mg/l, K^+ kontsentratsioon – 8,5 mg/l on peaaegu võrdne keskmisega – 9,67 [7].



Joonis 16-1 Toolse jõe valgla vaatlusvõrk

Kaardil on näidatud lävendid Toolse jõel ja teised käsitletavat objektid: 1 – Toolse jõgi vaatluspuurkaevude U-9-1, U-9-2, U-9-3 juures; 2 – väljavool Ubja põlevkivikarjäärist; 3 – Aresi trupp; 4 – vaatluspuuraugud U-8-1 ja U-8-2 Ubja asulas; 5 – väljavool Ubja suletud põlevkivi kaevandusest; 6 – väljavool Aru-Lõuna lubjakivikarjäärist Toolse jõkke; 7 – Andja mõisatagune trupp; 8 – Andja sild; 9 – Kunda-Vainupea maantee sild; 10 – Ubja põlevkivikarjäär; 11 – Vanamõisa suletud põlevkivikarjäär; 12 – Ubja suletud põlevkivikarjäär; 13 – Ubja suletud põlevkivikaevandus; 14 – Aru-Lõuna lubjakivikarjäär; 15 – Aru-Põhja suletud lubjakivikarjäär; 16 – AS AEROC tööstusjäätmete prügila; 17 – olmejäätmete

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

prügila; 18 – AS Kunda Nordic Tsement tööstusjäätmete ladustamispaik; 19 – Mereäärse savikarjäär; 20 – Toolse liivakarjäär; 21 – Toolse suletud liivakarjäär; 22 – Tigapõllu tiik; 23 – Toolse jõe suue Kunda lahte.

Aru-Lõuna on suurim karjäärdest, siit pumbati viimase kolme aasta jooksul Toolse jõkke heitvett: 2009.a – 7,9 mln m³ ehk 251 l/s, 2010.a – 7,6 mln m³ ehk 240 l/s ja 2011.a – 8,98 mln m³ ehk 285 l/s. 2011.a oli kõige veevaesem kuu veebruar, siis pumbati keskmiselt välja 200 l vett sekundis. Kõige veerikkam oli aprill, kui sekundis pumbati välja 396 l/s. Vooluvee kvaliteedi määramisel lähtusime keskkonnaministri 20.07.2009.a määrusest nr 44 ja selle lisast 4 (keskkonnaministri 12.11.2010.a määruse nr 59 sõnastuses). Ökoloogiliste füüsikalise-keemiliste üldtingimuste järgi olid vee kvaliteedinäitajad (kõik analüüsid on tehtud OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuses) järgmised: BHT₇ on viimased kaks aastat jäänud vahemikku alla 1,0-1,7 mgO₂/l, selle näitaja järgi vesi kuulub väga heasse klassi, nagu ka NH₄⁺, keskmiselt 0,036 mg/l, N_{üld} – keskmiselt 1,05 mg/l, ja pH – 7,1 ja 8,3 vahel. Heitvee kuivjääk on suvel ja talvel tavaliselt 470-532 mg/l, aga lume sulamise ajal või peaaegu kaks korda väheneda (266 mg/l 06.04.2011.a), mis on seotud karjääri külgedelt sulavee sissevooluga. Sel korral jäi P_{üld} – 0,11 mg/l halva kvaliteediklassi tasemele, kahe aasta keskmine oli aga 0,046 mg/l, mis vastab väga heale kvaliteediklassile. Katioonide Ca²⁺ ja Mg²⁺ sisaldus on karjäärivees suurem Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi keskmisest (69,14 mg/l), vastavalt 108-130 mg/l (suurvee ajal – 64-91 mg/l) ja 22-26 mg/l (12-19 mg/l suurvee ajal). Tugevad paduvihmad võivad ajutiselt suurendada heljumi sisaldust vees ajutiselt kuni 30-40 mg/l, mille juures 9 analüüsi keskmine jääb ikkagi alla 15 mg/l. Aru-Lõuna karjäärist Toolse jõkke suunatav vesi on kvaliteedilt parem, kui keskmine Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavesi NO₃⁻ ja NO₂⁻ sisalduse poolest, veekompleks keskmiselt sisaldab neid 6,66 ja 0,153 mg/l, Aru-Lõuna karjääri heitvees on 9 analüüsi keskmised näitajad vastavalt 0,77 ja 0,012 mg/l. Tuleb ära märkida, et just vahetult heitveetoru väljavoolu juures on jões kivide all kõige suuremad kirpvähi *Gammarus pulex* L. populatsioonid, kuigi üksikute eksemplaridena esinesid nad isegi kõrge sulfaatide sisaldusega Ubja suletud kaevandusest väljavoolavas vees.

Ubja põlevkivi karjääri heitvesi on suurema osa aastast see, mis hoiab Toolse jõe veetaseme suhteliselt kõrgel kogu aasta jooksul, eriti suvel, kui ülemjooksult juurdevool täielikult lakkab. Väikese karjääri kohta on vee väljapumpamine suhteliselt suur, nt 2009.a novembris pumbati välja 230 l/s, 2010.a jaanuaris – 148 l/s. Need kogused vähenesid, kui parandati kaevandamise tehnoloogiat ja pärast järjekordse vaalu kaevandamist (Joonis 16-2) täideti see järgmise vaalu katendiga, ning kindlustati settebassein kaldaid, kus varem osa vett voolas karjääri tagasi. Täpsustati elektroonilise arvutussüsteemi järgi Toolse jõkke suunata vee hulka. Varem arvestati veekulu pumpade töötundide arvel, mis sageli töötasid alla oma täisvõimsust. 2011.a oli kõige veerikkam jaanuar, kui välja pumbati 111 liitrit vett sekundis, ja kõige kuivem kuu märts, kui sügiste vihmade aegne suur sadememee infiltratsioon Pandivere kõrgustikul kaotas oma võimsuse. Siis pumbati välja ainult 64 l/s. Lume sulamine mõjutas karjäärivee sissevoolu vähem, kui suvised tugevad vihmad. Vee infiltratsioon toimub

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

kõrgustikul kiiresti, 1-1,5 kuud pärast olulisi sademeid, üle 110 mm kuus, jõuab vesi karjääri. Väiksemad sademete hulgad, kuni 80 mm kuus, suvel põhjavee taset ei tõsta ja juurdevool ei suurene, sest suur osa vett soojal ajal aurub kiiresti.



Joonis 16-2 Ubja karjäär 22.juulil 2010.a. Just on lõpetatud põlevkivi väljamine ühe vaalu piirides ja on avatud Keila-Kukruse veekihi kõige alumine osa, otse Uhaku lademe savikate lubjakivide peal. Läbi ca 10-15 cm paksuse veekihi on näha pikad loodesuunalised tektoonilised lõhed.

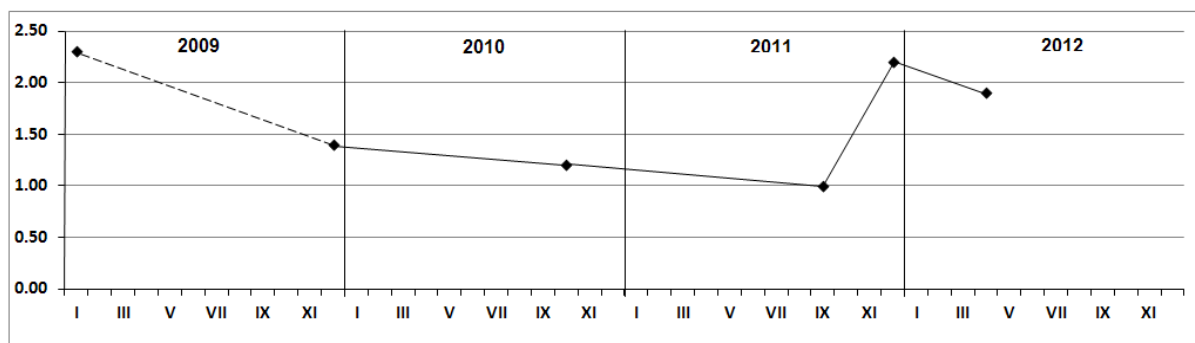
Vee keemilist koostist määrati kahel korral otse settebasseini väljavoolul ja üks kord Aresi truubi juures. Oma koostiselt vastab vesi kahes proovis vooluvee väga heale klassile kõigi näitajate poolest: $BHT_7 = <1-1,8 \text{ mgO}_2/\text{l}$, $NH_4^+ = <0,01 \text{ mg/l}$, $NO_3^- = 0,59-1,2 \text{ mg/l}$, $NO_2^- = <0,005 \text{ mg/l}$, $N_{\text{üld}} = 0,59-1,2 \text{ mg/l}$, $P_{\text{üld}} = <0,02 \text{ mg/l}$, $pH = 7,51-8,10$. Teiste komponentide sisaldus oli lähedane Ubja suletud kaevanduse ja Aru-Lõuna karjääri põhjaveele: $Ca^{2+} = 134-148 \text{ mg/l}$, $Mg^{2+} = 17-18 \text{ mg/l}$, kuivjääk = 532-592 mg/l, heljumi sisaldus = 10-17 mg/l, $Cl^- = 7-10 \text{ mg/l}$, $K^+ = 2,4 \text{ g}$, $Na^+ = 2,4 \text{ mg/l}$, $Fe_{\text{üld}} = 0,33-0,45 \text{ mg/l}$ ja $SO_4^{2-} = 118-125 \text{ mg/l}$. Kolmandas proovis, mis oli võetud ajal, kui kogu karjäär koos pumbajaamaga oli vee all, tõusis ainult NO_3^- ja $N_{\text{üld}}$ sisaldus kõrgemaks, vastavalt 3,7 ja 4,1 mg/l, mis vastab kesisele vee kvaliteedile ja oli seotud ümbruskonna põldudel ja metsadest lume sulavee sissevooluga.

6.04.2011.a kevadise suurvee ajal, oli vee juurdevool Toolse jõe ülemjooksult, mis võimaldas saada andmeid selle vee koostise kohta: kuivjääk = 526 mg/l, heljum = 3 mg/l, $pH = 7,25$, $BHT_7 = <1 \text{ mgO}_2/\text{l}$, $Ca^{2+} = 116 \text{ g/l}$, $Mg^{2+} = 17 \text{ mg/l}$, $NH_4^- = 0,02 \text{ mg/l}$, $NO_3^- = 13,5 \text{ mg/l}$, $NO_2^- = 0,011 \text{ mg/l}$, $N_{\text{üld}} = 15,2 \text{ mg/l}$, $P_{\text{üld}} = 0,03 \text{ mg/l}$, $SO_4^- = 88 \text{ mg/l}$, $K^+ = 1,8 \text{ mg/l}$, $Na^+ =$

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

4,7 mg/l, $\text{Cl}^- = 11 \text{ mg/l}$, $\text{Fe}_{\text{üld}} = 0,17 \text{ mg/l}$. Lämmastiku sisalduse järgi kuulus vesi väga halba kvaliteediklassi. Teise proovi võtmise ajal, 15.12.2009.a vastasid enamused näitajaid vee väga heale klassile, vaid üldlämmastiku $\text{N}_{\text{üld}}$ sisaldus oli 4,6 mg/l, mis vastab kesisele klassile. Ootamatult kõrged olid Toolse jõe ülemjooksu vees sulfaatiooni ja kaltsiumi sisaldused, $\text{N}_{\text{üld}}$ kõrgemat sisaldust võis ette arvata, sest Pandivere põhjanõlv on põllumajanduspiirkond.

Andja mõisataguse truubi juures on suletud kaevanduse ja karjäärid heitvesi jõudnud Toolse jõkke. Jõevett analüüsi siin kahe viimase aasta jooksul kolmel korral. Keskmise vee kuivjääk oli 481 mg/l, teised kvaliteedinäitajad olid järgmised: BHT_7 sisaldus vastas kahel korral väga heale kvaliteedi klassile ($<1-1,2 \text{ mg/l}$) ja ühel korral, 22.12.2011.a – 2,2 mg/l (hea kvaliteediklass), NH_4^+ jääb vahemikku $<0,01-0,03$, $\text{N}_{\text{üld}} = 0,55-1,5 \text{ mg/l}$ (keskmise 1,07 mg/l), $\text{P}_{\text{üld}} = <0,02-0,03 \text{ mg/l}$, $\text{NH}_4^- = <0,01-0,01 \text{ mg/l}$, $\text{pH} = 7,2-8,07$, mis kõik vastavad väga heale vooluvee kvaliteedi klassile. Siin määrati ühel korral fenoolide sisaldust, 1-aluselised fenoolid ei ületanud 3,9 $\mu\text{g/l}$ ja 2-aluselised fenoolid olid alla 10 $\mu\text{g/l}$. Ühel korral, sügiste vihmade ja suurvee ajal ületas heljumi sisaldus lubatud piiri ja oli 76 mg/l (28.10.2010.a). Suure osa ajast on Toolse jõevesi vastab kõigi kvaliteedinäitajate poolest väga hea klassile ja ainult ühel korral BHT_7 sisalduse järgi heale kvaliteediklassile (Joonis 16-3).



Joonis 16-3 Toolse jõevee bioloogiline hapnikutarvidus ($\text{BHT}_7 \text{ mgO}_2/\text{l}$) Andja mõisataguse lävendil

Lõpliku ülevaate jõevee seisundist ja komponentide väljakandest Kunda lahte annavad proovide analüüsid, mis on võetud Toolse jõe suudmealalt, Kunda-Vainupea maantee truubi juures. Veeproove võeti 2009.a detsembris, 3 korral 2010.a ja 4 korral 2011.a, kokku seega 8 korral. Veehulgad on väga muutlikud, kõige väiksem oli läbivool 14.07.2010.a – 495 l/s ja kõige suurem 6.04.2011.a – 9004 l/s, keskmised vooluhulgad jäävad 870 ja 1715 l/s vahele. Kuivjäägi sisaldus sõltub sademetevee osast jõevees, keskmise veehulga puhul on kuivjääk lähedane karjääride ja Andja mõisataguse truubi juures saadud väärtustele – 460-566 mg/l, lahjendamise puhul jääb alla 450 mg/l, kõige suurema veehulga korral 6.94.2011.a isegi 228 mg/l, mis on keskmisest 2 korda vähem. BHT_7 jäi 5 korral vahemikku alla 1 kuni 1,7 mgO_2/l ja 3 korral vahemikku 1,9-2,1 mgO_2/l , pH väärtus oli muutlik, kuid jäi vahemikku 7,02 ja 8,59, keskmise näitaja oli 8,01. Lämmastikusisaldus ($\text{N}_{\text{üld}}$) jäi suurema osa ajast väga hea

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

kvaliteediklassi nõuete piiridesse – 0,58-1,5 mg/l ja ainult kahe lumerikka talve sulamisvee äravoolul tõusis kuni 2,4-3,7 mg/l, mis vastab heale ja kesisele kvaliteediklassile. Pool analüüsides näitas üldfosfori järgi väga head klassi ($P_{\text{üld}} = 0,03-0,05$ mg/l), ülejäänud proovides jäi fosfori sisaldus 0,09-0,39 mg/l vahele, kusjuures kõrgeim oli see maksimaalse suurvee ajal 6.04.2011.a. Ammooniumi NH_4^+ sisaldus oli kõigis proovides alla 0,05 mg/l ja ainult maksimaalse suurvee ajal tõusis kuni 0,05 mg/l. Teistest kvaliteedinäitajatest on kalade seisukohast olulised heljumi, sulfaatiooni ja Ca-iooni sisaldus. Heljumi sisaldus jões tõuseb lühikeseks ajaks kõrgele tasemele suurvee ajal ja eriti suviste paduvihmade ajal, kui suure veehulgaga tõstetakse põhjast üles kõik põhja settinud saviosakesed, siis võib heljum vees moodustada 42-86 mg/l. See on jõe läbipesu, mille järel on jõevesi puhtam, ega sisalda üle 4 kuni 17 mg/l heljunit. Kuid mitte alati ei pärine heljum karjäärdest, nt 6.04.2011.a oli hõljuvaine sisaldus Ubja suletud kaevanduse proovis alla 2 mg/l, Aru-Lõuna karjääri väljavoolul – 12 mg/l, aga Kunda-Vainupea maantee truubi juures juba 57 mg/l, 30.06.2011.a oli Ubja kaevanduse juures heljunit 3 mg/l ja Aru-Lõuna väljavoolul – 40 mg/l, aga Kunda-Vainupea truubi juures juba 86 mg/l. 22.12.2011.a oli Aru-Lõuna karjääri väljavoolul heljunit 5 mg/l, Andja mõisataguse truubi juures – 4 mg/l, aga Kunda-Vainupea truubil juba 30 mg/l. Lühikeseks ajaks on SO_4^{2-} sisaldus ületanud 2-14 mg/l võrra soovituslikku piiri 100 mg/l, kuid keskmine sulfaatiooni sisaldus 10 veeproovis oli 87,4 mg/l, kusjuures jõeveet mõjutab mitte ainult kaevandamine, vaid põhjavee koostis, allikad, põllumajandus jne.

Võrdlusmaterjalide saamiseks on tehtud üksikuid veeproove Toolse jõe ülemjooksu ja allikaterikkal Selgejõe veest. Ubja suletud kaevanduse väljavoolu ja mõlema karjääri vee võrdlemisel Selgejõe veega, ilmnevad teatud kindlad erinevused. Karjäärde heitvees ja Toolse jõe vees kuni Andja maantee sillani on üldfosfori sisaldused madalamad (keskmiselt 0,05 mg/l), kui Selgejões – 0,09-0,12 mg/l, Toolse jõe suudmealal – 0,03-0,39 mg/l (Kunda – Vainupea maantee silla juures) ja väga madal Toolse jões ülemjooksul (alla 0,02-0,03 mg/l). Selgejõe kohta on võrdlusandmed 1987.a ja 1988.a proovide kohta [14, 15], mis olid võetud kahel lävendil, Tallinn-Leningrad maantee silla ja Kaarma küla juures, mis on 2 km suudmest. Vooluhulgad jões on võrreldavad, kusjuures kevadise suurvee ajal on need kõige suuremad. Üldfosfori sisaldus 1987.a oli ülemises lävendis 0,022-0,600 mg/l, keskmiselt 0,205 mg/l (1987.a) ja 0,002-0,644 mg/l, keskmiselt 0,213 mg/l (1988.a) ning alumises lävendis, 2 km suudmest 0,020-0,343 mg/l, keskmiselt 0,169 mg/l (1987.a) ja 0,083-0,359 mg/l, keskmiselt 0,185 mg/l (1988.a), mis on peaaegu 2 korda suuremad, kui 2011.a. Üldlämmastiku sisaldus on Ubja suletud kaevanduses küllalt kõrge (0,91-7,6 mg/l, keskmine 3,1 mg/l), Aru-Lõuna karjääri väljavoolul tavaliselt alla 0,02, mõnikord 0,03-0,08 mg/l ja 6.04.2011.a suurvee ajal – kuni 0,11 mg/l, keskmine 0,046 mg/l, Andja mõisataguse truubi juures – alla 0,02 kuni 0,08 mg/l, Kunda-Vainupea truubi juures 0,58-3,7 mg/l, keskmiselt 1,51 mg/l, Selgejõel 2011.a oluliselt kõrgem – 3,9-5,8 mg/l, keskmiselt 4,8 mg/l, Toolse jõe ülemjooksul – 4,6-15,2 mg/l. Üldlämmastikku 1980ndatel aastatel ei määratud, kuid ligilähedaselt saab hinnata nitraatiooni järgi, üldlämmastik on tavaliselt kõrgem, kui NO_3^- , mis 1987.a oli Selgejõe ülemisel lävendil 0,35-10,0 mg/l, keskmiselt 4,22 mg/l ja alumisel lävendil 0,52-7,15 mg/l, keskmiselt 3,23 mg/l ning 1988.a ülemisel lävendil 0,63-5,10 mg/l, keskmiselt 2,94 mg/l ja alumisel

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

lävendil 2,63-5,36 mg/l, keskmiselt 3,63 mg/l. Võib julgesti öelda, et viimase 20 aasta jooksul ei ole Selgejões tõusnud üldfosfori ja üldlämmastiku kogused jõevees, mis osaliselt on seotud põllumajanduses väetiste kasutamise vähenemisega, kuid teiseks faktoriks on kindlasti asjaolu, et rohkem on hakatud tähelepanu osutama meid ümbritseva looduse probleemidele ja jõgede vee puhtusele.

Järeldused

Toolse jõkke heidavad karjäärivett kaks AS Kunda Nordic Tsement karjääri, Ubja põlevkivi ja Aru-Lõuna lubjakivi karjäär. Toolse jõe vesi on sellele vaatamata puhtam fosfori ja lämmastiku ühendite, kui naabruses voolav Selgejõgi. Loogiliselt nii peakski see olema, sest Pandivere kõrgustiku nõlval on Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi vesi survealine ja puhas, suured väljapumbatavad veehulgad aitavad hoida Toolse jõe veerikkana aastaringi [1, 13, 6]. Tehtud uuringud näitasid, et müüt sellest, et kaevandamine ainult rikub põhjavett, ei vasta tõele. Tänu külmale põhjaveehetele on ka Toolse vesi pisut külmem kuumal suvel ja puhas, mistõttu jõkke tulevad sügisele kudema lõhelised ja väikesi lõhemaime on sageli võimalik näha Aru-Lõuna väljavoolu juures. Kohalikud elanikud teadsid rääkida, et jões käiakse kalu püüdma elektriliste püügivahenditega ja seepärast viimasel ajal pole õngega jõe ääres midagi teha. Lubja- ja põlevkivi kaevandamine enam soodustab kui pärsib, kalade arengut Toolse jões, kus tänu puhtale hapnikurikkale veele on küllalt toitu ka noorkaladele.

Artikkel on seotud järgnevate Mäeinstituudi uuringute ja projektidega: AR12007 – Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine , KIK11067 - Maardu fosforiidilevila tehnogeense põhjavee kvaliteedi uuring ja Lep10038- Kunda piirkonna ja Toolse jõevee seire 2010-2012.

Viited:

1. Iskül, R. 2007. Kunda ümbruse karjääride teine elu. Reinsalu, E.; Önnis, A.; Sokman, K.; Valgma, I.; Viilup, H. (Toim.). Kaevandamine parandab maad. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 14 – 17.
2. Iskül, R., Robam, K.; Sõstra, Ü. (2009). Kaevandamisvee teke ja selle ärastamine AS Kunda Nordic Tsement karjääridest. Valgma, I.; Önnis, A.; Reinsalu, E.; Sõstra, Ü.; Uibopuu, L.; Västrik, A.; Robam, K.; Vesiloo, P.; T (Toim.). Mäenduse maine (96 - 101). Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus
3. Iskül, R., Sõstra, Ü., Robam, K. 2011. Veekõrvaldamine AS Kunda Nordic Tsement karjääridest Pandivere kõrgustiku põhjanõlval. – Rmt: Valgma, I. (koost.), 2011. Kaevandamine ja vesi. Tallinn: Eesti Mäeselts ja TTÜ mäeinstituut. Lk. 73-83.
4. Iskül, R.; Kaeval, E.; Robam, K.; Sõstra, Ü.; Valgma, I. (2009). The Origin and Amounts of Removal Water in the Ubja Oil Shale Opencast Mine and its influence to

- the Toolse River. In: Book of abstracts: International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8-11 June 2009: (Toim.) Hrenko, R. jt.. Tallinn:, 2009, 83.
5. Iskül, R.; Kaeval, E.; Robam, K.; Sõstra, Ü.; Valgma, I. (2009). Ubja põlevkivikarjääri ärastusvee päritolu ja koguse määramine. Keskkonnatehnika, 3, 34 - 36.
 6. Mustapha Adamu; Aris Ahmad Zaharin. 2012. Spatial aspects of surface water quality in the Jakara Basin, Nigeria using chemometric analysis. Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering Volume: 47 Issue: 10 Pages: 1455-65
 7. Perens, R. 2005. Põhjavee seisund 1999.-2003.aastal. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus. 100 lk.
 8. Pirrus, E.; Reinsalu, E.; Sõstra, Ü.; Robam, K. (2011). Eesti maapõuekasutus ja energeetika : intensiivkursus : Tallinn, 02-03.03.2011. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut
 9. Robam, K., Valgma, I., Iskül, R. 2011. Influence of water discharging on the water balance and quality in the Toolse River in Ubja oil shale mining region. – Oil Shale 28, 3, 447-463.
 10. Robam, K. 2009. Kaevandamise mõju veerežiimile Kunda piirkonnas. magistritöö. TTÜ Mäeinstituudi Fond.
 11. Robam, K.; Valgma, I. 2009. Mining influence to the water regime in Kunda region. Valgma, I. (Toim.). Resource Reproducing, Low-wasted and Environmentally Protecting Technologies of Development of the Earth Interior (3 pp.). Tallinn: Department of Mining TUT; Russian University of People Friendship
 12. Sõstra, Ü. (2009). Kivimite mõju elusloodusele ehk kuidas geoloogia, geokeemia, keemia ja bioloogia põimuvad meid ümbritsevas looduskeskkonnas. Verš, E.; Amon, L.; Laumets, L. (Toim.). Piirideta geoloogia : 5. geoloogia sügiskooli artiklid ja ettekanded (59 - 67). Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts
 13. Tonsuaadu, K; Kaljuvee, T; Petkova, V; Traksmäa, R; Bender, V; Kirsimäe, K. 2011. Impact of mechanical activation on physical and chemical properties of phosphorite concentrates. INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERAL PROCESSING Volume: 100 Issue: 3-4 Pages: 104-109.

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

14. Государственный водный кадастр, 1988. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 1987. Часть I. Реки. Т.XV (14) Эстонская ССР, Бассейны рек Эстонской ССР. Таллин, 1988. 136 с.
15. Государственный водный кадастр, 1989. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 1988. Часть I. Реки. Т.XV (14) Эстонская ССР, Бассейны рек Эстонской ССР. Таллин, 1989. 136 с.