

TARTU ÜLIKOOL
Ökoloogia ja Maateaduste Instituut
Geoloogia osakond

Tõnn Paiste

**Põlevkivi kaevanduse veeärastuse mõju ümbritsevatele põhjaveekihtidele
Selisoo piirkonna näitel**

Bakalaureusetöö geoloogias

Juhendaja: Andres Marandi

TARTU 2014

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Uuritava ala kirjeldus.....	6
2.1 Selisoo raba.....	6
2.2 Geoloogia ja hüdrogeoloogia.....	7
3. Kaevanduse mõju Selisoole.....	10
4. Materjal ja meetodika.....	12
5. Tulemused ja arutelu.....	16
Kokkuvõte.....	24
Tänuõnad.....	25
Kasutatud kirjandus.....	26
Summary.....	28

1. Sissejuhatus

Maa maismaa on kaetud ligikaudu 3% ulatuses turbarabadega. Kõige ulatuslikumalt leidub neid põhjapoolkera suurematel laiuskraadidel. Tulenevalt põllumajanduse ja metsanduse arengust, on turbarabade leviala viimase 200 aasta jooksul dramaatiliselt langenud. Kõige rohkem mõjutab märgalade arengut just metsandus (Joosten ja Clarke, 2002).

Turbarabad moodustuvad märgaladel, kus taimejäänused liigniiskes pinnases hapniku puuduse tõttu ei lagune. Märgalad mängivad suurt rolli veeringes, mõjutades üleujutusi, reguleerides põhja- ja pinnavee hulkasid ning tasemeid. Põhjavesi on märgaladega tihedalt seotud ning seetõttu on märgalade kaitse ja säilitamine oluline sealsele elustikule ning inimese enda joogivee puhtuse säilitamisele (Marandi jt., 2013).

Vee kogus ja veevahetuse intensiivsus määravad märgalade arengu, mõjutades ökoloogilisi tegureid, vee varusid, kvaliteeti ja turba lagunemise kiirust. Märgalade oskuslikuks majandamiseks ja säilitamiseks on oluline teada märgalade veebilansi tegurite (toitumine sademetest ja põhjaveest, väljavool pinnavette jne) suurust ning muutust ajas. Uute arenduste puhul, mis asuvad märgalade läheduses, tuleb põhjalikult jälgida põhjavee ärastuse koguseid, mis võivad kaasa tuua vee väljavoolu märgalalt, langetades ümbruskonna pinna- ja põhjavee tasemeid (Marandi jt., 2013).

Põlevkivi on Eestile algusest peale olnud põhiliseks maavaraks, mis põhineb keemia- ja energiatööstusel. Elektritootmisel olnud minevikus praktiliselt ainukene energia allikas (98%), millele riigi mõistes ei ole maailmas võrdset (Kattai jt., 1992). Eestis kaevandatav põlevkivi on Kukrsuse lademe kukersiitpõlevkivi, mille maardla paikneb Kirde-Eestis. Tegemist on suurima põlevkivi maardlaga Baltikumis, olles samas ka kõige kõrgema kvaliteediga põlevkivi. Põlevkivi maardla on kiilukujuga ida-läänesuunaline, mille pikkus on 130-140 m ja pindala 3000 km² (Kattai ja Bauert, 1997).

Eesti omab esikohta turbarabade poolest Põhja Euroopas, hõlmates 22.3% riigi territooriumist soode alla. Pea 1 mln hektari suurusel alal on turba kihi paksus 3-4 m (Orru, 1997). Seoses sellega on põlevkivi kaevandamine ja turbaalade lähedal paiknemine

paratamatu, mis tingib vajaduse aru saada, kuidas piirkonnad üksteist mõjutavad ning millised arusaamad tuleb avalikuks teha.

Ettevõtte Eesti Energia kohaselt tuleb kaevandus muuta maapealsest allmaakaevanduseks, kui põlevkivikiht asub sügavamal kui 30 m maa all. Seoses sellega luuakse kaeveõõned ja kivimi väljatoomiseks vajalikud süsteemid. Kogu kaevandus on jagatud paneelideks, mida eraldavad tuulutus- ja veoteed. Paneelid on omakorda jaotatud kamberplokkideks. Nimetatud kambreid laiendatakse järjest edasi, jättes vahepeale ruudukujulised tervikud, mille ümbert kaevandatakse põlevkivi. Tervikud toetavad kaevandust, millega hoitakse ära kaevanduse varisemine. Põlevkivikiht asub Estonia kaevanduse alal lõhelises lubjakivimassiivis, mille tulemusel on tavaline, et põhjavesi kaevandusse voolab. Vee sissevool kaevandusse sõltub kaevandus ala suurusest ja kliimast tulenevast vee hulgast (Eesti Energia koduleheküljel). Kaevandust laiendatakse pidevalt mööda piki- ja põikkambreid edasi, millest tulenevalt suureneb põhjavee ärastus kaevandusest.

Eesti riigi kogu maastiku pindalast moodustavad viiendiku sood. Üldjuhul ei saa allmaakaevandamist teostada ilma selle piirkonna looduskeskkonda mõjutamata. Uuritud Selisoo piirkond kuulub Alutaguse madaliku maastiku koosseisu, kus suurem osa pinnamoest on märgalade all. Paiknedes Ida-Virumaal Estonia allmaakaevanduse läänepoolsel küljel, kus toimub põhiline põlevkivi kaevandamine Eestis. Sellest tulenevalt on teostatud erinevaid keskkonnahinnangu uuringuid leidmaks seoseid kaevanduse ja looduskeskkonna vahel.

Selisoo piirkonna kohta teostatud viimased uurimused näitavad teineteisest erinevaid järeldusi. Hang jt., 2012 põhjal jõuti tulemuseni, et “Estonia kaevanduse mõju Nabala-Rakvere veekihti avavatele vaatluskaevude veetasemetele ei ole 2009 –2012 seireandmetes fikseeritav.” (Hang jt., 2012). Marandi jt., 2013 uurimuses koostatud mudelite tulemusel tooks kaevandustegevus Selisoo raba kõrval kaasa 2,5 m veetaseme languse soosetetes. Orru jt., 2013 uuringus jõuti arusaamale, et Estonia Kaevanduse veeärastus ei mõjuta Selisoo raba ökoloogilist tasakaalu ega turba kasvu, kuna turba kõige alumised kihid käituvad kui looduslikud veepidemed, mis takistavad vee filtratsiooni alumistesse kihtidesse.

Käesoleva uurimustöö eesmärgiks on täiendavalt uurida kaevanduse veekõrvalduse mõju Selisoo all painevatele põhjavee kihtidele, kasutades värsked põhjavee tasemete muutuste

andmeid ning põhjaveekihtide veetasemete muutuste oletatavad seosed Estonia allmaakaevanduse paiknemisega soo kõrval.

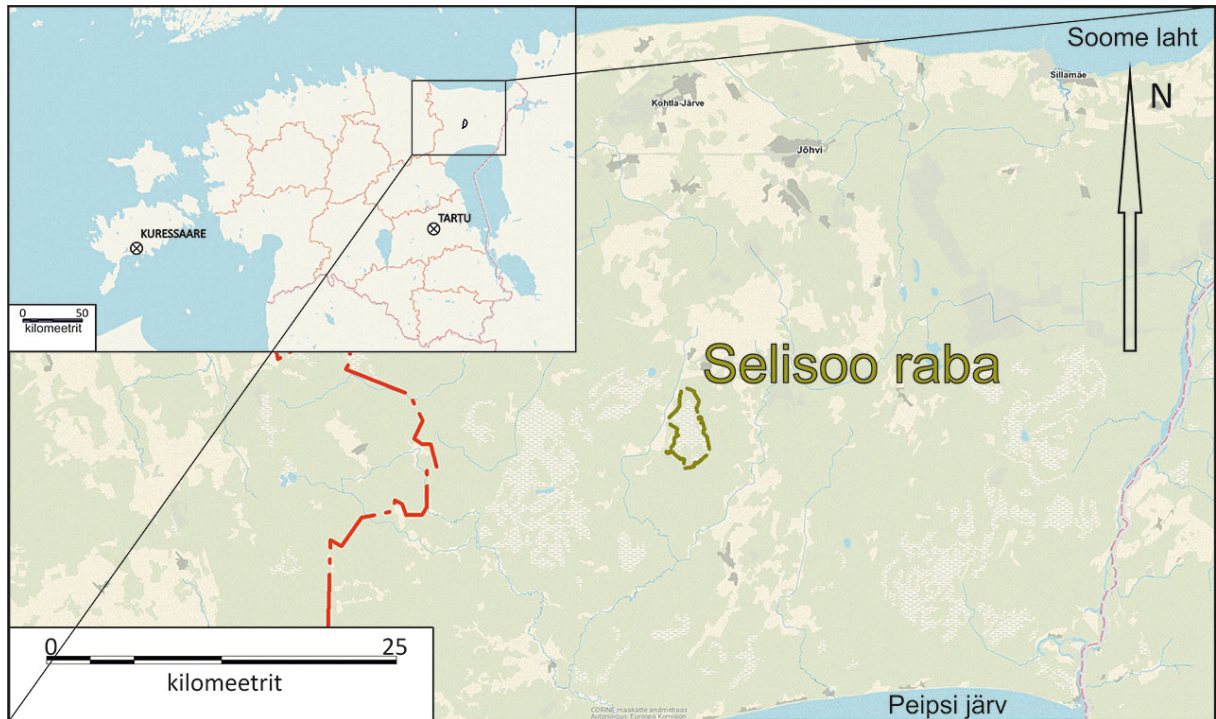
Arusaamaks, kuidas mõjutab allmaakaevandus piirkonnas asuvaid märgalaid, on Selisoo ida poolsele küljele paigaldatud 4 põhjavee seirekaevu (Hang jt., 2012). Mõõdetakse soo all paiknevaid Nabala-Rakvere ja Keila-Kukruse põhjaveekihtide veetasemeid, mis on otseselt mõjutatud piirkonna kaevanduse veeärastustest. Mõõteperioodil 16.04.2009 – 08.01.2014. on saadud tulemusi erinevate põhjavee-kihtide veetasemetest 8 korda päevas. Kaevanduse mõju paremaks mõistmiseks on peale veetasemete tulemuste uurimuses ära kasutatud ka Estonia allmaakaevanduse seiresüsteemi iga aastaseid kauguse ja paiknemise muutusi vaatluskaevude suhtes. Varasematel uuringutel puudub kaevanduse kauguse kõrvutamine põhjavee tulemustele, mis annab täiendavat informatsiooni mõju ulatuse ja suuruse osas. Samamoodi on toodud võrdluseks piirkonnast põhjapoole jääva Jõhvi linna ilmajaama kliima andmed, mis aitavad leida seoseid põhjavee tasemete kõikumiste paremaks arusaamiseks.

2. Uuritava ala kirjeldus

2.1 Selisoo raba

Selisoo raba asub Kirde-Eestis, Ida-Viru maakonnas, Mäetaguse valla territooriumil (Joonis 1.). Soo on piiratud läänest Mäetaguse oosi ja kagust liivaseljäandikuga. Selisoo põhja-, ida- ja lõunapiirid on kuivenduskraavidest tingituna ebamäärased (Hang jt., 2012). Kuuludes Alutaguse madaliku maastikurajooni on Selisoo üheks Muraka soostiku alla kuuluvatest rabadest. Alutaguse madaliku maastiku eripäraks Eestis on suurim (78%) asustamata metsaalade osatähtsus. Suurem osa pinnamoest jääb märgalade alla, kus domineerivateks on jääjärve- ja järvetasandikud (37%) ning väheste teedega sootasandikud (37%). Maastikurajoon paikneb Põhja-Eesti paeplatoo ja Peipsi järve vahel. Sealne madalik on Peipsi nõo kerkinud põhjaosas olnud hilisjäaaegse suure jääjärve põhjaks (Arold, 2005). Muraka soostik asub moreenialadega vahelduvais jääjärvenõgudes, olles tekkinud nende soostumisel (Orru, 1995).

Põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis ulatub 20. sajandi algusesse, kuid soole kõige lähim kaevandus (Estonia kaevandus) avati alles 1970-ndatel. Estonia kaevanduse piir ulatub tänapäeval juba umbes 1 km kaugusele Selisoo idaservast. Kehtiva kaevandusloa kohaselt ulatub allmaakaevanduse piir (Estonia mäeeraldis, Joonis 6.) Selisooni ning väikese ala ulatuses ka selle alla (Marandi jt., 2013). Allmaakaevanduse lähenemine soole on tõstatanud palju küsimusi seoses muutustes, mis on põhjustatud vee väljapumpamisest kaevandustest. Probleemi teeb selles piirkonnas keerulisemaks asjaolu, et Selisoo kuulub Euroopa Liidu Natura 2000 kaitsevate alade võrgustikku, mille tõttu peab seal säilitama ja kaitsma raba ökosüsteemi vastavalt EU Elupaikade Direktiivi sätetele (European Union, 1992). Sellega on võetud kasutusele Selisoo Natura kaitseala, mis laiendab soo piiri väljapoole (Joonis 6.).



Joonis 1. Selisoo asukoht Ida-Virumaal

2.2 Geoloogia ja hüdrogeoloogia

Selisoo ümbruse reljeef on võrdlemisi tasane ning vähesel määral kaldus lõunas asuva Peipsi järve nõo poole. Piirkonna kõrgemad alad (kuni 75 m ü.m.p.) asuvad Jõhvi kõrgustikul, mis ulatub välja Selisoo idapiirini ning levib sealt põhja ja kirde suunas. Mäetaguse oos, mis on Selisoo läänepiiriks, on ümbruskonnast kuni 10 m kõrgemal ning moodustab loodusliku veelahkme Selisoo ja Ratva raba vahel (Marandi jt., 2013).

Jõhvi kõrgustik on põhiline veetoiteala seal asuvatele põhja- ja pinnavetele. Kõrgendiku lõunapoolsem nõlv on vee äravoolu piirkond, kus esineb palju allikaid, mis toidavad kohalikke jõgesid, nagu Mäetaguse ja Rannapungerja. Kui Mäetaguse jõgi voolab Selisoo ja Ratva raba vahel ning drenib seeläbi ka märgalade vett, siis Rannapungerja jõgi voolab Selisoo idaservas levivad ulatuslikud metsakuivenduse süsteemid, mis rajati aastatel 1961–1971. Kuivenduskraavide vesi suunatakse läbi Milloja lõunas voolavasse Rannapungerja jõkke (Marandi jt., 2013).

Aluspõhja peal asuvad Kvaternaari ajastu setted on 5-10 m paksud (Hang and Miidel, 1999), mille all avanevad Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimid. Karbonaatkivimite ülemise pinna

reljeef asub ~50 m kõrgusel ü.m.p. ning on väikese kallakusega kagusuunas. Kihi paksused jäävad 10 kuni 30 m piiridesse (Joonis 2) ning on ebaühtlase lõhelisuse ja karstumisega nii läbilõikes kui ka lateraalselt (Hang jt., 2012). Kaevandatav põlevkivi kiht asub maapinnast 50 kuni 70 m sügavusel ning on uuritavas piirkonnas 2–3 m paks. Ordoviitsiumi kihtide all paiknevad piirkonnas Kambriumi peeneteraline liivakivi, mis lasub Proterosoikumi aegsel kristallsel aluskorral (Kattai jt., 1992).

Seliso piirkonna hüdrogeoloogia on eelkõige seotud Jõhvi kõrgustikuga, mis on ülemisele põhjavee veekihile toitealaks ja kust põhjavesi saab oma surve. Sellest tulenevalt mõjutavad põhjavee tasemeid piirkonnas enim need veeärastused, mis on kõrgustikule lähemal. Käesolevas töös käsitletakse ala hüdrogeoloogilises läbilõikes (Joonis 2.) järgmisi põhjaveekihte ja -komplekse (Kattai jt., 1992):

1. Kvaternaari veekompleks (Q)
2. Ordoviitsiumi veekompleks
 - a. Nabala-Rakvere veekiht (O_{3nb}-O_{3rk})
 - b. Oandu.Keila veepide (O_{3on}-O_{3kl})
 - c. Keila-Kukruse veekiht (O_{3kl}-O_{3kl})
 - d. Uhaku veepide (O_{2uh})
 - e. Lasnamäe-Kunda veekiht (O_{2ls}-O_{2kk})
 - f. Varangu-Pakerordi veepide (O_{2vl}-O_{1pk})
3. Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleks (O_{1pk}-€_{1ts})

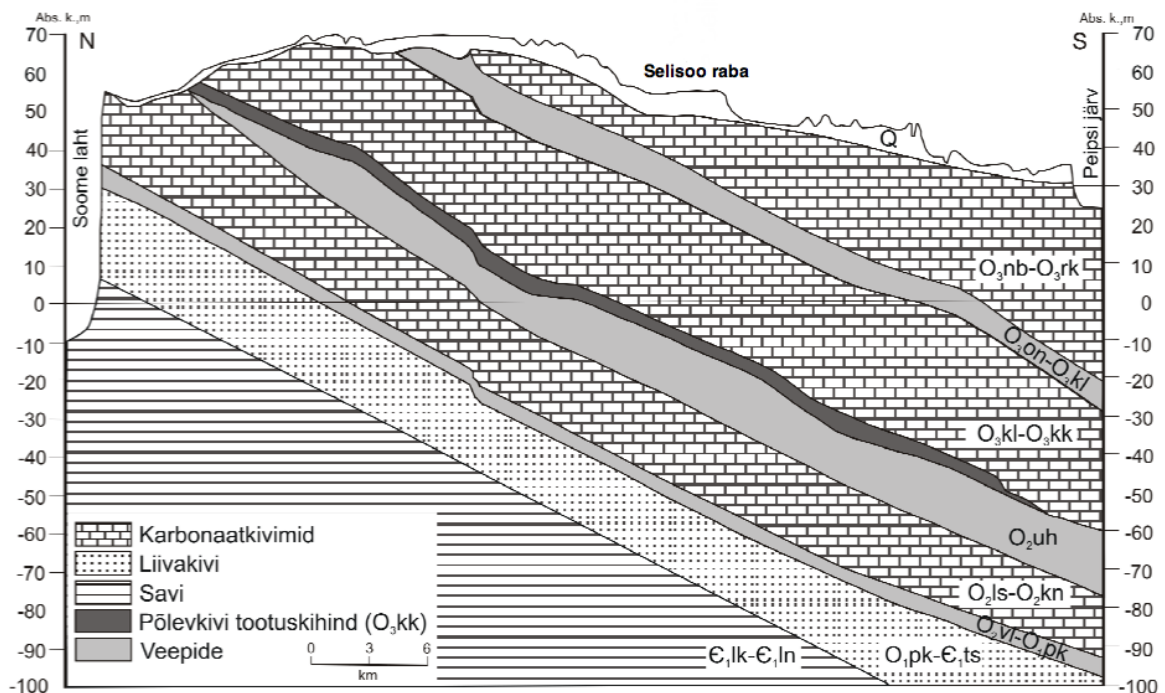
Lisaks esinevad veel Kambriumi-Vendi veekompleks kuhu kuulub Voronka ja Gdovi veekihit ning kristalse aluskorra lõhelise vööndi põhjavesi, aga kuna need ei ole käesoleva töö eesmärgiks olulised, siis neid täpsustatud ei ole. Kvaternaari põhjaveekompleks koosneb soo setetest, moreenist jääjärvelistest liivadest või jääjõelidest liivadest ja kruusadest, mille levik ja paksus on muutlikud (Marandi jt., 2013). Põhjavesi on vabapinnaline ning veetaseme kõikumised on mõjutatud meteoroloogiliste tegurite poolt (Hang jt., 2012). Kvaternaari veekompleks on hüdrauliliselt seotud Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veega.

Ordoviitsiumi põhjaveekompleksis on vett juhtivateks kivimiteks lubjakivi ja dolomiit, mille veerohkus on mõjutatud nende lõhelisusest ja karstumisest. Ordoviitsiumi läbilõikes esinevad

savikad lubjakivid ja mergli vahekihid juhivad põhjavett halvemini ning moodustavad veepidemeid (Marandi jt., 2013).

Vaadeldaval alal eristatakse Ordoviitsiumi veekompleksis Nabala-Rakvere, Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihti. Nabala-Rakvere veekihi moodustavad karstunud (kohati dolomiidistunud) kavernoossed ja lõhelised lubjakivid. Vettjuhtiva kivimkompleksi paksus ulatub 25 meetrini. Põhjaveetase asub 0,3 kuni 6 m sügavusel maapinnast ning on valdavalt surveta. Keila-Kukruse veekihi vettandvateks kivimiteks on lõhelised ja kohati kavernoossed dolmoiidistunud lubjakivid. Seda põhjaveekihti kuivendatakse kaevanduspiirkonnas, sest selle vesi on vahetult seotud põlevkivi kaevandamisega. Lasnamäe-Kunda veekiht koosneb lubjakividest ja dolomiitidest. Veekihi põhjavesi on valdavalt survealine, mille veetaseme lasumissügavus on kuni 25 meetrit (Kattai jt., 1992). Uuritud piirkonna sügavamad veekompleksid otseselt ei mõjuta põlevkivi kaevandamist ning seetõttu neid käesolevas töös pikemalt ei käsitleta.

Kaevanduse veeärastusega suureneb põhjavee vertikaalse liikumise hulk veekihtide vahel, mis toimub põhjavee liikumisel rõhu vähenemise suunas. Näiteks, mida rohkem läbilaskvad on veepidemed, seda rohkem on ka mõjutatud Selisoo raba vee filtratsioon alumistesse kihtidesse. Uuritud alal on veepidemeteks Oandu lademe savikad lubjakivid ja merglid ning Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe tugevalt savikast ja tihedast lubjakivist koosnev 10-15 m paksune veepide (Hang jt., 2012). Nendest mängib põhirolli Oandu, olles ainukene veepide Selisoo raba ja Estonia põlevkivi allmaakevanduse vahel.



Joonis 2. Kirde-Eesti hüdroloogiline läbilõige (Hang jt., 2012).

3. Kaevanduse mõju Selisoole

Jõgar P. (1983) tehtud uuring “Ground-water flow models of Pandivere Upland” toob välja Pandivere kõrgustiku piirkonnas asuvate põhjaveekihtide vahele jäävate veepidemete filtratsiooni koefitsentide väärtused. Uuringus väljatoodud Oandu lademe veepide olulisus tuleneb asjaolust, et veepideme väärtused mõjutavad Selisoost väljuvat pinnavett kõige rohkem. Jõgari andmetel jäävad Oandu veepideme vee filtratsiooni koefitsiendi väärtused $7.3 \cdot 10^{-5}$ ja $1.1 \cdot 10^{-3}$ vahele (Jõgar, 1983). Väärtuste erinevused näitavad kaheastmelist erinevust, mille põhjal võib eeldada Oandu lademe veepideme heterogeensust kihi läbilõikes.

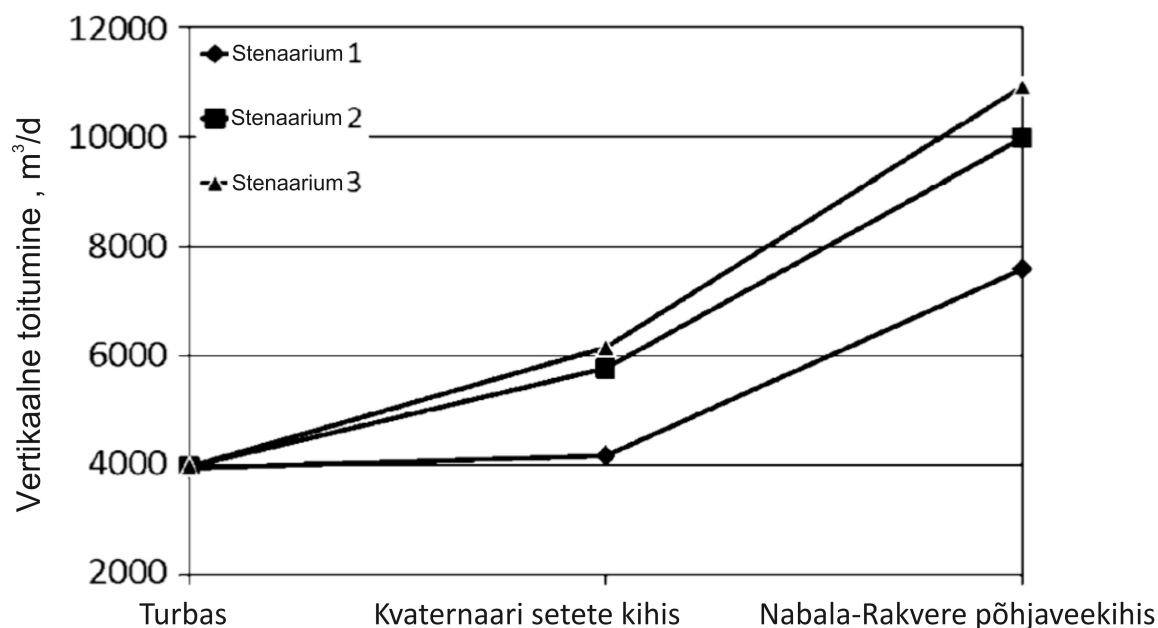
Hang jt. (2012) aruandes “Ratva raba hüdrogeoloogilised uuringud ja Selisoo seiresüsteemi rajamine” kasutati esimesi andmeid aruande “Selisoo hüdrogeoloogiline uuring kaevanduse mõju selgitamiseks” (Hang jt., 2009) põhjal rajatud seiresüsteemist, mis hõlmas endas kahte vaatluskaevu piirkonna põhjaveekihtide veetasemete jälgimiseks. Jõuti tulemuseni, et “Estonia kaevanduse mõju Nabala-Rakvere veekihti avavatele vaatluskaevude veetasemetele ei ole 2009 –2012 seireandmetes fikseeritav. Võimalik mõju on väiksem kui veetasemete looduslik varieerumine aasta piires.” (Hang jt., 2012). Aruande koostamiseks teostati nende

usaldusväärse kontrolliks ka 2011 aasta 19.-20. detsembril mõõtekaevudes pumpamiskatseid ja filtratsiooniomaduste mõõtmisi. Katse tagajärjel ei taastunud seirekaevudes L2 ja M2 veetasemed endistele tasemetele. Pumpamiskatse seisukohast võib see olla tingitud “sodist” vabanenud lõhede ja pooriruumidega (Hang jt., 2012).

Orru jt. (2013) tehtud uuringu “Possibilities of oil shale mining under the Selisoo mire of the Estonia oil shale deposit” tulemusel jõuti arusaamale, et Estonia kaevanduse veeärastus ei mõjuta Selisoo raba ökoloogilist tasakaalu ega turba kasvu (Orru jt., 2013). Piirkonnas on raba veebilanss tasakaalus ning raba toitumine ületab väljavoolu ja auramist. Saadud tulemusteni jõuti võttes arvesse Jõgar (1983) poolt leitud vastavate kihtide vertikaalsed vee filtratsioonikoefitsientide tulemused, kus Oandu veepidemele võeti madal 10^{-5} m/d väärtus. Töö käigus tehtud katsetes leiti, et turba kõige alumised kihid käituvad kui looduslikud veepidemed, mis takistavad vee filtratsiooni alumistesse kihtidesse.

Marandi jt., (2013) uurimuse “Simulation of the hydrogeologic effects of oil-shale mining on the neighbouring wetland water balance: case study in north-eastern Estonia” tulemused pikaajalisel põhjavete tasemete järgmisel (1970–2011) näitavad, et kaevandusalade laiendamine Selisoo piirkonna poole, ja pidev veeärastus kaevandustest, on toonud kaasa märkimisväärse põhjavete tasemete languse nii kaevandatava kihi lasumis kui ka lamamis (Marandi jt., 2013). Tehtud mudelite käigus, kus arvestati Selisoo piirkonnas langenud põhjavee tasemeid, veepidemete filtratsiooni koefitsiente ja Estonia kaevanduse poolt välja pumbatava vee hulka, leiti Oandu veepideme filtratsioonikoefitsiendiks suuremad tulemused (0,0003 m/d), kui seni kasutatud on (Orru jt., 2013). Leiti ka turba enda võime käituda veepidemenä, kui kõige alumised kihid oleksid Selisoo piirkonnas ühtlaselt madala (10^{-5} m/d) filtratsiooni koefitsiendiga. Selliste näitajatega turvast ei mõjutaks Selisoo piirkonnas tegutsev Estonia põlevkivikaevandus. Uurimuse käigus koostati kaks mudelit Selisoo veebilansi kohta, seoses allmaakaevanduse lähenemisega soole. Mudelite tulemusel määrab suurt rolli allmaakaevanduse kaugus rabast. Kaevandustegevus Selisoo raba kõrval tooks kaasa soosettes 2,5 m veetaseme languse. Mudelite põhjal koostati lisaks omavaheline võrdlus kaevanduse paiknemise mõjust soo kõrval ja soo all, mida kõrvutati hetke seisuga. Joonisel 3 on välja toodud kolme erineva stsenaariumi vertikaalsed vee filtratsiooni tulemused (m^3/d). Joonisel paiknevad stsenaariumid: 1 (ring) on hetkeline seis soos, 2 (ruut) on kaevanduse asukoht Selisoo Natura kaitseala kõrval ja 3 (kolmnurk), kus põlevkivi kaevandatakse Estonia kaevanduse mäeeraldise piirilt, asudes Selisoo all (Joonis 6.). Soo

kõrval ja soo all stsenaariumite omavahelisel võrdlusel ei leitud suuri erinevusi, sest suurim mõju Selisoole avaldub juba siis kui kaevandus jõuab soo piirini (Marandi jt., 2013).



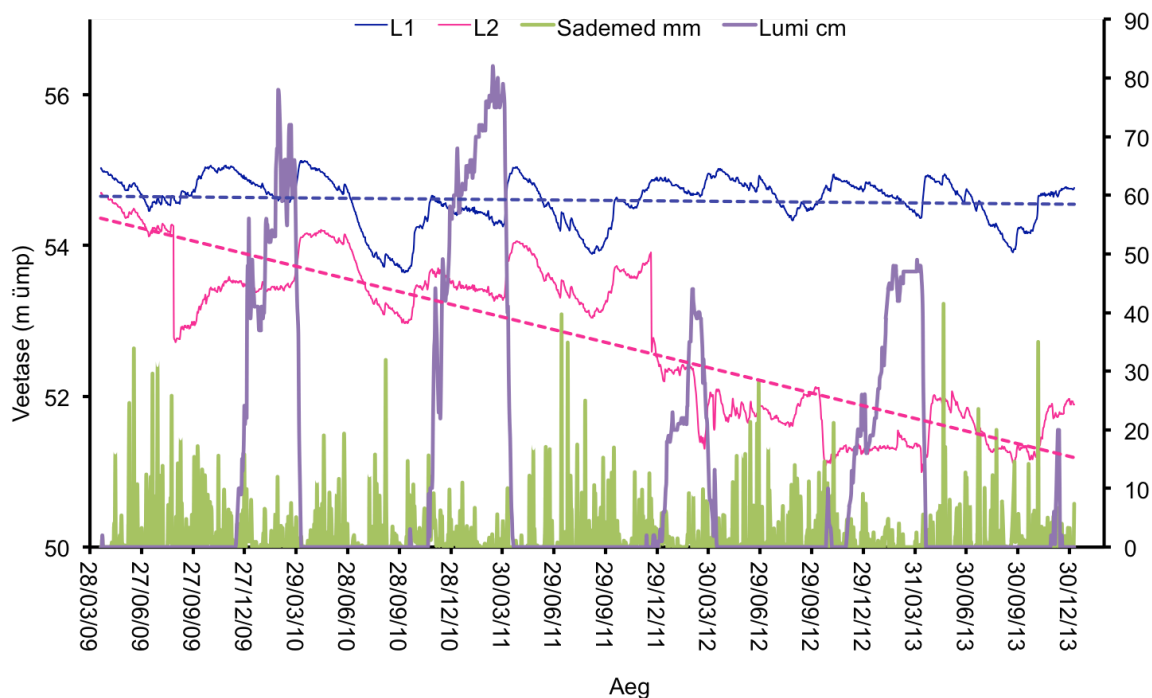
Joonis 3. Erinevate stsenaariumite vertikaalsete vee filtratsiooni tulemused Selisoo raba turba, Kvaternaari ja Nabala-Rakvere põhjaveekihi (Marandi jt., 2013).

4. Materjal ja meetodika

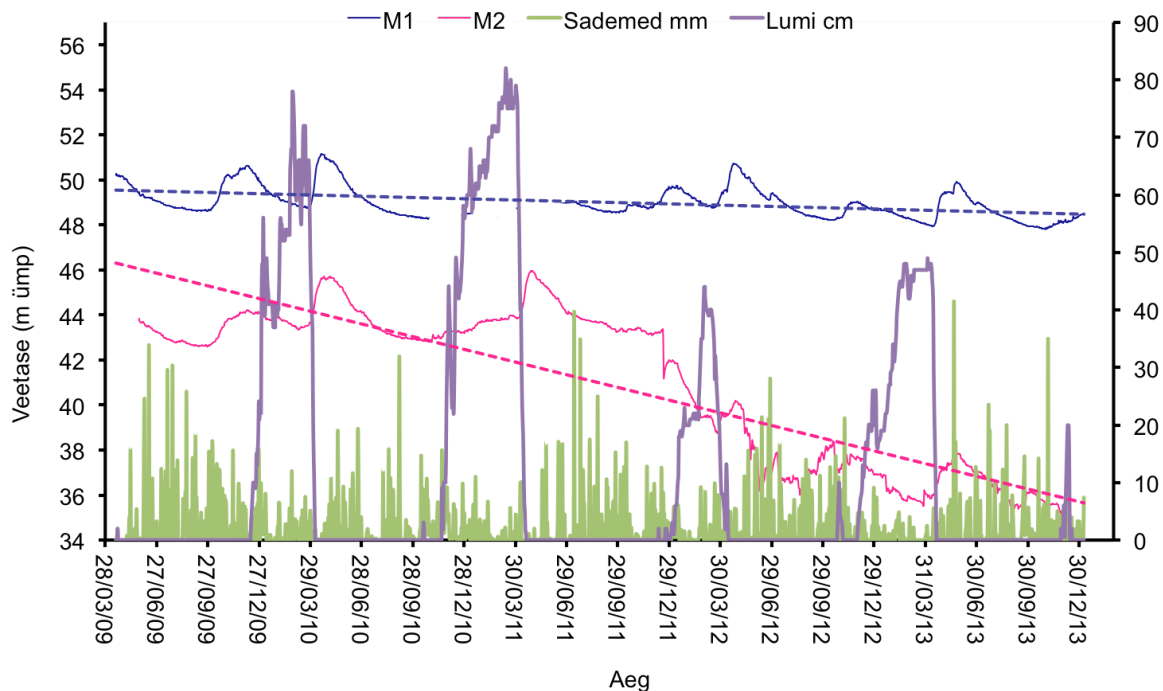
Bakalaureusetöö tegemisel on kasutatud andmeid 2009. aasta aruande “Selisoo hüdrogeoloogiline uuring kaevanduse mõju selgitamiseks“ (Hang jt., 2009) käigus paigaldatud neljast põhjavee vaatluskaevust koosnevast seiresüsteemist (Joonis 6.). Seire koosneb kahest transektist, kuhu paigaldati põhjavee puurkaevud ja soo pinnasevee vaatluskaevud. Seiresüsteemi tulemusi pinnasevee kohta antud uurimustöös ei kajastata. Puurkaevude eesmärk on seirata veetasemete muutusi Nabala-Rakvere ja Keila-Kukruse veekihtides. Puurkaevud (Tabel 1.) asuvad mõlemat veekihti kirjeldava paarina põhja (L)- ja lõunatransektide (M) idapoolsetes otsades (Hang jt., 2012). Automaatsete piesomeetritega vaatluskaevud mõõdavad veetaset pidevalt 3 h intervalliga. Seiretulemustest on veetasemete muutusi kirjeldatud ajavahemikus 16.04.2009 – 08.01.2014. Saadud tulemused aitavad arusaada, kas kaevanduse mõju on näha põhjavee tasemete muutustest ja millisel määral.

Veetasemete muutuste paremaks arusaamiseks on kasutatud sama perioodi ajal Selisoo 20 km kaugusel põhjapool paikneva Jõhvi ilmajaama andmeid (Joonis 4. ja 5.). Võrreldavateks

näitudeks on sademed ja lumikatte paksus. Tulemusi kõrvutades saab põhjavee tasemete näitudest visuaalselt maha arvestada iga-aastased kliima kõikumised ja suurvete perioodid. Veetasemete perioodiliste kõikumiste puudumine aitab leida põhjaveetasemete muutusi mis ei ole tingitud kliimast vaid muudest teguritest. Põhjavee tasemete joonistelt on maha arvestatud õhurõhust tulenevad tasemete kõikumised, mis muudaks joonised halvasti loetavaks ja kirjuks.

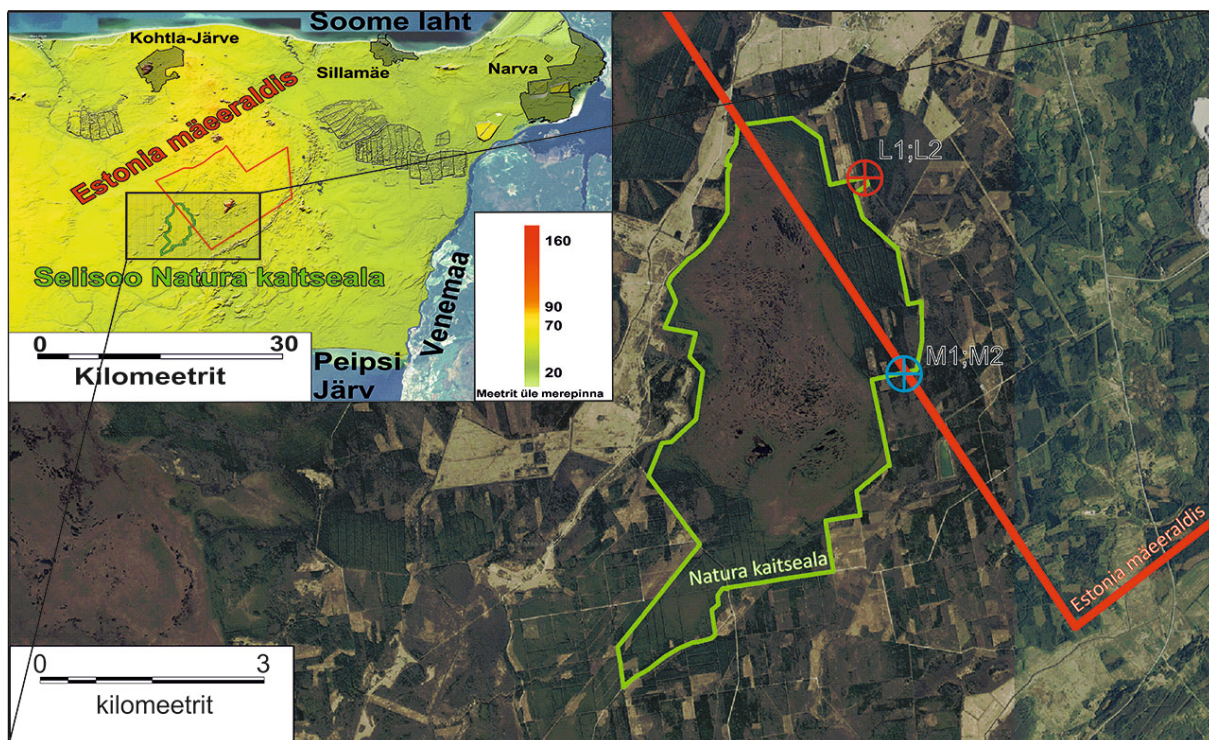


Joonis 4. Selisoo seirekaevude L1 ja L2 põhjaveetasemed koos Jõhvi ilmajaama tulemustega mõõteperioodil 16.04.2009 – 08.01.2014.



Joonis 5. Selisoo seirekaevude M1 ja M2 põhjaveetasemed koos Jõhvi ilmajaama tulemustega mõõteperioodil 16.04.2009 – 08.01.2014.

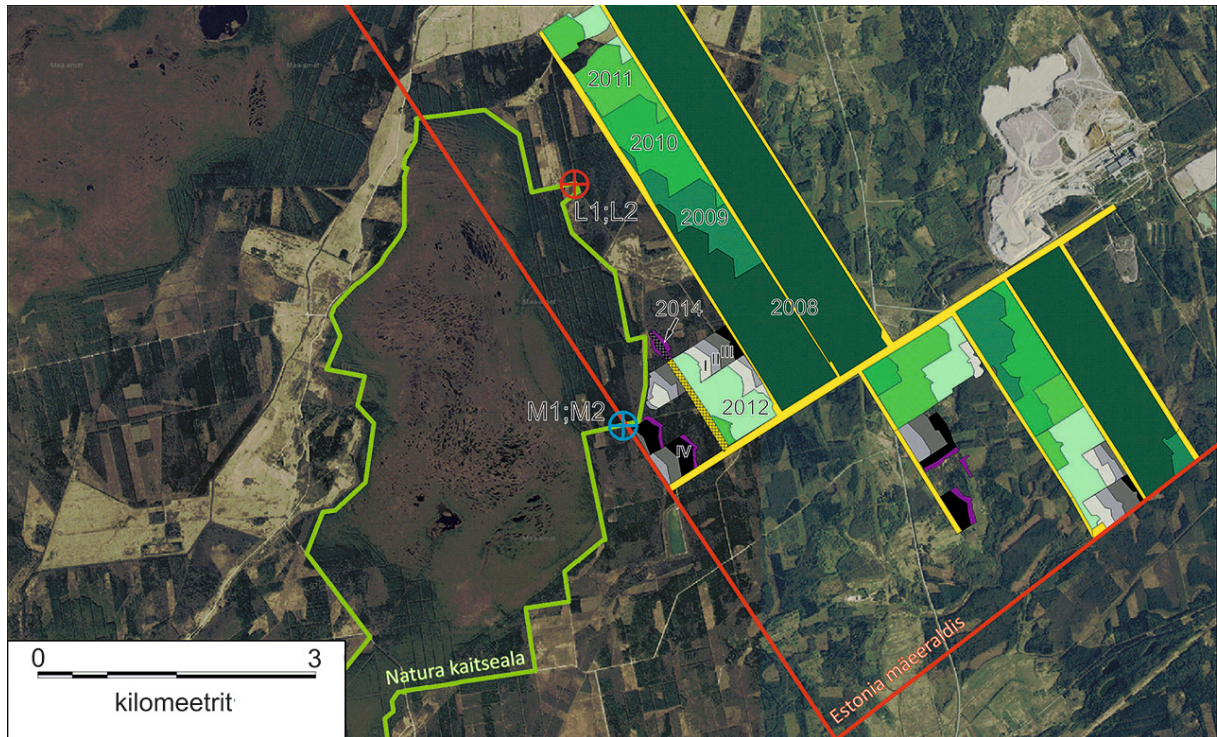
Kaevanduse kamberplokkide lähimad kaugused vaatluskaevudest on samamoodi võrdluseks võetud, et anda parem ülevaade kaevanduse mõjust ümbruskonna põhjaveekihtidele (Joonis 7.). Ära tootud andmed on 2009. aastast kuni 2014. aasta esimese kvartalini. Kaugused on lähim linnulennult mõõdetud vahemaa vaatluskaevu ja kaevanduse kamberploki vahel. Tulemused on aastate lõpuks kaevandatud kaugused, kus eraldi 2013. aasta kohta on ära toodud iga kvartali lõpuks kaevandatud kaugus ja 2014. aastast on ära toodud esimese kvartali kaugused. Täiendavalt on võimalik näha kaevanduse kamberplokkide asukohad ja paiknemine aastate kaupa, mis annab võimaluse leida seoseid põhjavee muutuste kohta. Kaevandustööde perioodi plaanid on saadud Eesti Energiast, mida uurimustöö käigus digitaliseeriti ja töödeldi.



Joonis 6. Selisoo põhjapoolsete (L1; L2) ja lõunapoolsete (M1; M2) vaatluskaevude paiknemine Estonia allmaakaevanduse kõrval.

	Katastri number	Põhjaveekiht	Sügavus (m)
L1	24942	Nabala-Rakvere	30
L2	24943	Keila-Kukruse	60
M1	24944	Nabala-Rakvere	30
M2	24945	Keila-Kukruse	60

Tabel 1. Seiresüsteemi puurkaevude paiknemised põhjaveekihtides, sügavused ja katastrinumbrid.



Joonis 7. Estonia allmaakaevanduse kaevandatud kamberplokkide paiknemine. Rohelistes toonides on 2009. – 2012. aastal kaevandatud alad, hallid toonid ja must näitavad 2013. aastal kaevandatud alasid kvartalite kaupa ning lillaga on märgitud 2014. aastal kaevandatavad alad.

5. Tulemused ja arutelu

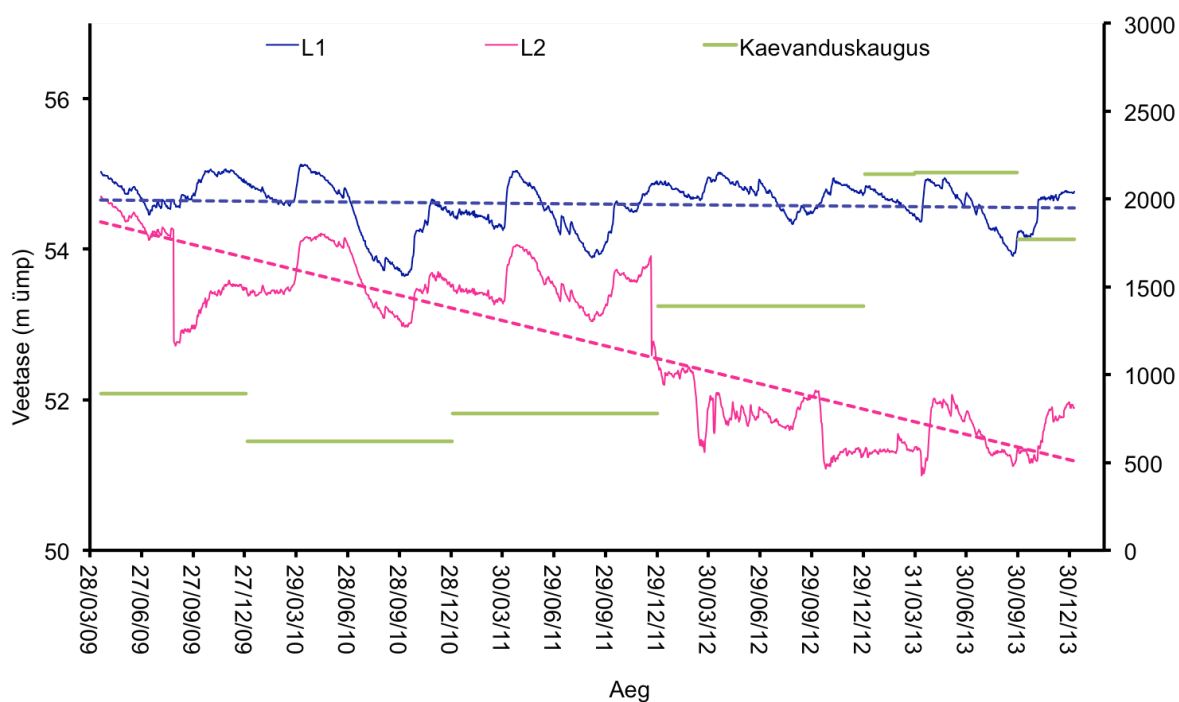
Selisoo seirekaevude L1 (mõõtes Nabala-Rakvere veetasemete muutusi) ja L2 (mõõtes Keila-Kukruse veetasemete muutusi) joonisel 8 on välja toodud põhjapoolse transekti põhjavee tasemete tulemused ajavahemikus 16.04.2009 – 08.01.2014. Horisontaalteljel on aeg 3 kuuse intervalliga ja vasakul pool vertikaalteljel on veetasemed meetrites üle merepinna.

Nabala-Rakvere põhjavee kihi veetasemed kõiguvad mõõteperioodi ajal 55 – 53,7 m vahel ja kogu põhjavee keskmise trendi langus on 54,7 – 54,5 meetrini. Mõõtetulemuste kõikumised kogu ajavahemikus on perioodilised.

Keila-Kukruse põhjavee kihi veetasemed kõiguvad mõõteperioodi ajal 54,7 – 51 meetri vahel ja kogu põhjavee keskmise trendi langus on 54,4 – 51,2 meetrini. Põhjavee tasemed kõiguvad ajas perioodiliselt välja arvata 4 järsku põhjavee taseme langust. Esimene järsk põhjavee taseme langus on 2009. aasta augustis, kus põhjavesi langes 54 – 52,8 meetrini, stabiliseerudes 3 kuuga 53,5 m peale. Järgmine suurem langus toimus 2011. aasta detsembris,

kus põhjavee tase langes 53,8 – 52,6 meetrini. Peale selle on näha päevast tõusu, mille järel toimub langus kuni 52,3 meetrini, mis püsib kuni 2012. aasta märtsini. Märtsis langeb veetase 1 meetri võrra, stabiliseerudes 2 kuuga 51,8 meetrini. Viimane veetasemete langus toimub 2012. aasta oktoobris, kus on näha 0,8 meetrist langust, pärast mida veetase stabiliseerub 51,3 meetrini mõõteperioodi lõpuni.

Joonisel 8 parempoolsel vertikaalteljel on välja toodud põhjapoolsete mõõtekaevude (L1 ja L2) lähimad kaugused töötavate kaevanduse kamberplokkidest aastate lõpuks. Tulemused varieeruvad 610-2150 meetri vahel (Tabel 2). Kaugus kaevandamisest püsib 700 m piires 2011. aasta lõpuni, millal järkjärgult kasvades saavutab maksimumi 2013. aasta kolmandal kvartalil. 2013. aasta lõpul väheneb kaugus 1770 m peale, püsid es sellisena mõõteperioodi lõpuni.



Joonis 8. Selisoo seirekaevude L1 ja L2 põhjaveetasemed koos lähimate kaugustega kaevanduse kamberplokkidest.

Periood	2009	2010	2011	2012	2013 I	2013 II	2013 III	2013 IV	2014
Vaatluskaev									
Põhjapoolsemad L1;L2	610	620	780	1390	2140	2150	2150	1770	1770
Lõunapoolsemad M1;M2	2000	2500	930	825	370	330	85	90	210

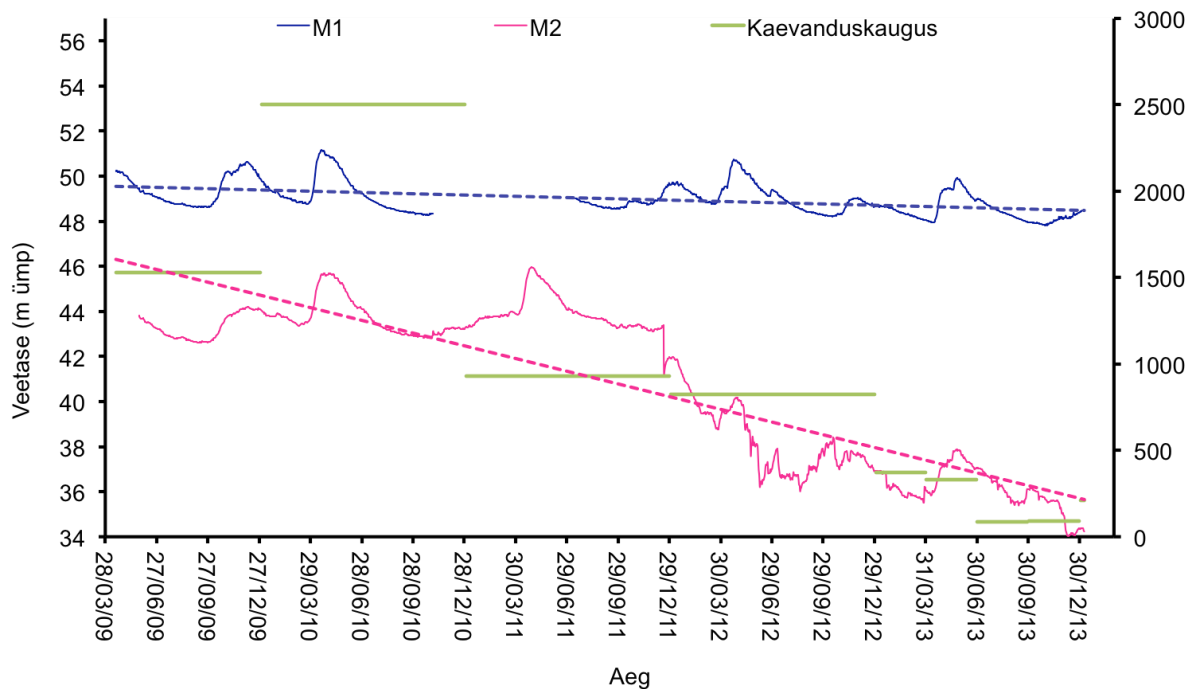
Tabel 2. Vaatluskaevude lähimad kaugused kaevanduse kamberplokkidest meetrites.

Põhjavee tasemete muutused põhja pool asuvates mõõtekaevudes näitavad mõõteperioodil erinevaid sündmusi, mis põhjustasid tasemete muutusi väiksemal skaalal kui lõunapool asuvates mõõtekaevudes. Võrreldes L1 seireanduri tulemusi, mis mõõtis Nabala-Rakvere põhjaveekihi veetasemete muutusi teiste mõõtmispunktide tulemustega, tuleb välja olematu 0,2 m langus. Veetasemete kõikumised on põhjustatud kliima tingimustest, mida on võimalik kõrvutada joonisel 4 olevast graafikust. Seireanduri tulemused ei ole mõjutatud kaevanduse lähenemise ega paiknemisega seirekaevu suhtes.

Põhjapoolse transekti teise vaatluskaevu (L2) tulemused, kus mõõdeti sügavamal paiknevat Keila-Kukruse põhjaveekihi veetasemeid, erinevad märgatavalt L1 omadest. Tulemused on mõjutatud ilmastikust, kaevanduse kaugusest ja paiknemisest seirekaevust. Kliimast mõjutatud kõikumisi (Joonis 4.) on näha kogu mõõteperioodi jooksul, välja arvatud hetked, kus põhjavee tasemed on muutunud äkitselt. 2009. aasta augustis toimunud langus 54 – 52,8 meetrini võib seostada kaevanduse tegevusega vaatluskaevu kõrval. 610 m kaugusel olev kaevandus ei tekita nii suurt langust, kuid kaevanduses teostatavad lõhkamisid võivad avada lõhede süsteemi, mis tekitab ajutise veetasemete langusi. Põhjaveetaseme taastumine sellisel viisil algab lõhede täitumisel veega, kus veeärastus enam intensiivne ei ole. Edasine periood kuni 2011. aasta detsembrini näitab veetaseme väikest tõusu, mis on tõenäoliselt tingitud veetasemete taastumisest endisele tasemele. Perioodi lõpus toimunud langus 53,8 – 52,6 meetrini on põhiliselt seotud 19.-20. Detsembril teostatud pumpamiskatsetega seirekaevude kontrolliks (Hang jt., 2012), pärast mida veetasemed Keila-Kukruse põhjaveekihis enam ei taastunud eelnevatele tasemetele. Katsete järgselt on näha ühepäevast põhjavee taseme tõusu, mis viitab loodulikule taastumisele, mida ei saa kindlalt väita seoses perioodi lühiajalisusele. Veetasemete langust peale pumpamiskatsete saab seostada ka kaevanduse kamberplokkide paiknemisega seirekaevude suhtes. Joonisel 7 paiknev kaevandus strekk (musta ruudustikuga kollane piirkond), võib lugeda veetaseme languse mitte taastumise põhjuseks. Jäädes lõunapool põhiliselt 2012. ja 2013. aastate lõpuks kaevandatud piirkondade keskele. 2011. aastal kaevandati streki lõunapoolt väikene ala andes eelduse kogu streki valmis kaevamisele, mis võimaldas edasisi kaevandamisi teostada järgnevatel aastatel. Streki kaevandamine sellisel juhul tõi kaasa põhjaveetasemete languse enne järgnevatel aastatel teostatuid kaevandeid. Jooniselt 7 on näha strekki ümbritseval alal edasist kaevanduse liikumist põhja poole aastatel 2013 ja 2014. Selle põhjal ärastatud põhjavesi hakkas oluliselt mõjutama seirekaevude tulemusi piirkonna Keila-Kukruse põhjavee kihis. Põhjavee taseme langus jätkub 52,3 m

peale, mis püsib märtsi kuuni. Sealt edasi toimub veetasemetes järjekordne 1 m langus, stabiliseerudes 2 kuuga 51,8 meetrini. Põhjavee taseme langus ja kõikumine võib olla seotud 2012. aastal kaevandatud piirkondade mõjust. Kaevandus streki (joonisel 7., musta ruudustikuga kollane piirkond) kõrval paiknevate 2012. aasta kaevanduspiirkondade kaevandamised algasid veetasemete muutuste põhjal märtsi kuus. Sellel ajal langes põhjaveetase 1 m võrra, peale mida veetase stabiliseerus 51,8 m peal. Stabiliseerumise ajal toimunud veetasemete muutused, on tõenäoliselt seotud kliimast ja kaevanduse tegevusest. Järgmine suurem langus 2012. aasta oktoobris on tõenäoliselt seotud kaevanduse alade laiendamisega, millal põhjaveetase langes 51,3 meetrini. 2012. aasta oktoobrist kuni 2013. aasta aprillini püsib veetase ühtlaselt 51,3 m peal, kus puuduvad kliima muutustest põhjustatud kõikumised. Selle perioodi ajal toimus ilmselt suurem kaevandamine nimetatud streki ümber, mis takistas kliima kõikumiste esinemist. Mõõteperioodi lõpuni püsis põhjavee tase L2 puurkaevus stabiilsena, kus on selgelt näha kliimast mõjutatud veetasemete kõikumisi. Põhjapoolsetest seirekaevudest vasakul pool kaevandatud alad ei näita otsest seost veetasemete muutustele.

Seliso seirekaevude M1 (mõõtes Nabala-Rakvere veetasemete muutusi) ja M2 (mõõtes Keila-Kukruse veetasemete muutusi) joonisel 9 on välja toodud lõunapoolse transekti põhjavee tasemete tulemused ajavahemikus 16.04.2009 – 08.01.2014. Horisontaal teljel on aeg 3 kuuse intervalliga ja vasakul pool, vertikaal teljel, on veetasemed meetrites üle merepinna.



Joonis 9. Selisoo seirekaevude M1 ja M2 põhjaveetasemed koos lähimate kaugustega kaevanduse kamberplokkidest.

Nabala-Rakvere põhjavee kihi veetasemed kõiguvad mõõteperioodi ajal 50,1 – 47,9 meetri vahel ja kogu põhjavee keskmise trendi langus on 49,5 – 48,5 meetrini. Mõõtetulemuste kõikumised kogu ajavahemikus on perioodilised. Tulemuste katkemine 2011. aasta novembrist kuni 2011. aasta juulini on seotud veaga mõõteanduris.

Keila-Kukruse põhjavee kihi veetasemed kõiguvad mõõteperioodi ajal 46 – 34 meetri vahel ja kogu põhjavee keskmise trendi langus on 43 – 35 meetrini. Põhjavee tasemed kõiguvad ajas perioodiliselt, kui välja arvata 3 järsku põhjavee taseme langust. Mõõteperioodi algusest kuni 2011. aasta detsembrini on näha 0,5 m veetaseme trendi tõusu, millele järgneb esimene suurem põhjavee langus. Järsk langus alandab veetaset 43,4 – 41,2 meetrini, mille järel on näha 30 päevast veetaseme tõusu. 2012. aasta jaanuaris hakkab veetase järkjärgult langema, kuni jääb 39,5 meetri peal lühikeseks ajaks pidama, jättes välja ilmastikust tingitud perioodilised muutused. Teine järsk langus põhjavee tasemel algab 2012. aasta mais ja kestab juuni keskpaigani, mis hetkeks on veetase kukkunud 36,2 meetrini. Kuni 2013. aasta novembrini on näha aeglast põhjavee taseme languse trendi, kus keskmine tase langeb 37 – 36 meetrini. Viimane suurem langus 2013. aasta novembris viib veetaseme keskmise kõrguse 34,2 meetrini, jäädes püsima mõõteperiood lõpuni. 9. Joonise parempoolsel vertikaalteljel on

välja toodud lõunapoolsete mõõtekaevude lähimad kaugused kaevanduse kamberplokkidest aastate lõpuks. Tulemused varieeruvad 85 – 2500 meetri vahel (Tabel 2.). 2010. aastast hakkab kaevandus tegevus mõõtekaevudele järkjärguliselt lähenema ning oma lähima kauguse (85 m) saavutab 2013. aasta kolmanda kvartali lõpuks. Peale seda hakkab kaevanduse tegevus mõõtekaevudest kaugenema.

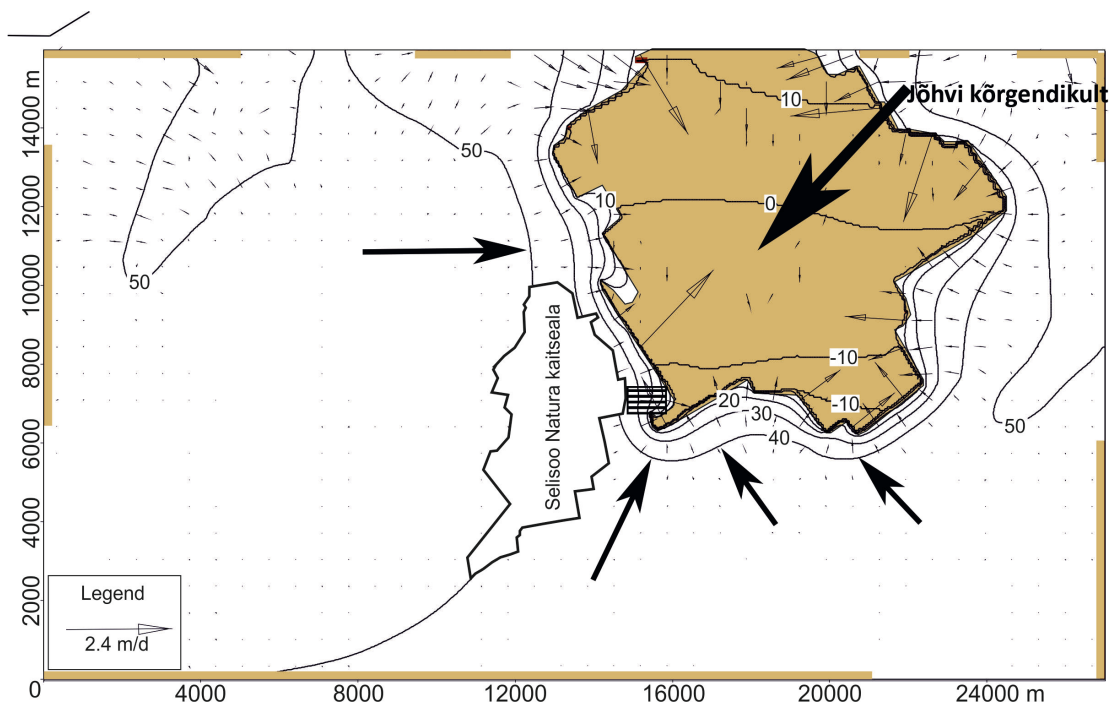
Transekti lõunapoolsemate seirekaevude tulemused (Joonis 9.) näitavad suuremat põhjavee taseme langust kui põhjapoolsemad. M1 vaatluskaevus, mis mõõtis Nabala-Rakvere põhjaveekihi veetaset, on kogu mõõtmisperioodi kestel näha 1 m veetaseme langust, seda võib seostada alates 2010. aastast läheneva Estonia kaevandusega vaatluskaevude suunas. Põhjavee tasemete perioodiline kõikumine on põhjustatud aastaste kliima kõikumiste tulemustega joonisel 5.

Joonisel 9 ära toodud M2 seirekaevu tulemused näitavad lõunapoolsel transektil sügavamal paikneva Keila-Kukruse põhjaveekihi veetasemete muutusi mõõteperioodi ajal. Erinevalt lõunapoolse analoogse seirekaevu tulemustega on näha suuremat veetaseme langust. Kogu mõõteperioodi jooksul langes veetase 10 m, mis on tingitud erinevatest muutustest kaevanduse arengu ja pumpamiskatse tulemusel. Mõõteperioodi algusest kuni 2011. aasta detsembrini on põhjavee tase püsinud stabiilselt 43 m peal. Tulemustes paljanduvad ka kliima kõikumistest tulenevad perioodilised veetasemete muutused. 2011. aasta detsembris teostatud pumpamiskatse (Hang jt., 2012) mõjutus on nähtav 2 m veetaseme langusega, mille järel veetase ei taastunud oma eelmistele tasemetele. On näha kuuajalist veetaseme tõusu, mida võib tõlgendada veetaseme loodusliku taastumisega peale pumpamiskatse lõpetamist. Tõusu lõppedes langeb veetase märgatavalt, samamoodi nagu lõunapool asuvas L2 vaatluskaevus, mille põhjust saab seostada kaevanduse kauguse ja paiknemisega vaatluskaevude suhtes (joonis 7.). Eelnevalt ära mainitud kaevanduse streki (joonisel 7., musta ruudustikuga kollane piirkond) oletatava lõpuni ehitamisega 2011. aasta lõpus hakkas põhjavee tase drastiliselt alanema. 2012. aasta keskpaigani kestvat põhjavee langust võib seostada piirkonnas kaevandatud alade laiendamisega, mis saavutas oma tasakaalu juunikuu alguses. Veetase jäi pidama 36,5 m peale, mis väikse alanemise trendiga kestab 2013. aasta lõpuni, kui keskmine veetase põhjaveekihis on 35,8 m. Vahepealsel perioodil toimunud veetasemete kõikumised ei ole üheselt tõlgendatavad kliima muutustega (Joonis 5.), mis viitab kaevanduses toimunud siiani teadmata tegevustele. Alanemise trendi 2012. aasta keskpaigast 2013. aasta lõpuni saab seostada kaevanduse järkjärgulise lähenemisega, kui kaevanduse kaugus vähenes 825 m pealt

85 m peale. Kogu mõõteperioodi viimane nähtav järsk põhjavee taseme langus toimus 2013. aasta novembris. Lühiajalist 2 m langust, kui põhjavee tase jääb püsima 34 meetri peale, võib seostada samamoodi uue kaevanduse streki ehitamisega. 2013. aasta viimases kvartalis kaevandati eelnevalt välja toodud streki pikemaks rajatud lõigul, mida hakati laiemalt kaevandama 2014. aasta alguses (Joonis 7). Pikendatud kaevanduse strekki (joonisel 7., valge ruudustikuga must piirkond) võib otseselt seostada Keila-Kukruse põhjaveetaseme langusega, kuigi püsima jäänud veetaseme periood on lühike ning selle põhjal oletusi teha on liiga vara.

Võttes arvesse kaevanduse paiknemist (Joonis 7.) ja regionaalset põhjavee voolamise suunda, (Joonis 10.) on põhjavee ärastusega seotud mõjud soo all lasuvates põhjaveekihtides selgesti nähtavad. Nii põhja- kui lõunapoolsetes kaevudes toimub K1-Kk põhjaveekihtis selge põhjaveetasemete alanemine ühe ajal – 2011. aasta detsembris. Miks aga põhjapoolsemates vaatluskaevudes ei olnud veetasemed mõjutatud 610 m kaugusel toimuvast kaevandustegevusest (Joonis 7. ja 8.), samal ajal kui lõunapoolsemates tekkis muutus juba 1000 m kaugusel toimuvast kaevandamisest (Joonis 7. ja 9.)? Põhjuseks võib lugeda põhjapoolsete ja lõunapoolsete kaevude erineva paiknemise võrreldes Jõhvi kõrgustikuga, mis on antud ala peamine toiteala, ning Estonia kaevandusega. Mõlemad kaevude grupid on Jõhvi kõrgustikult tuleva toite poolt ära lõigatud vahepeal asuva kaevandusega. Kahe grupi omavaheline erinevus seisneb selles, et põhjapoolsemad kaevud on Estonia kaevanduse läänekülje keskel, kuid lõunapoolsemad kaevud on kaevanduse edelanurgas. Siit tulenevalt on ka seletatav, miks vaatluskaevude ja kaevanduse vahelise ala väljamine ei mõjuta veetasemeid nii palju, kui vaatluskaevudest lõunapool toimuv kaevandamine. Vaatluskaevude ja kaevanduse vahelisel alal toimub kaevandamine juba põhjavee juurdevoolu mõttes varjulisel alal, kuid lõunapoolse kaevandamisega lõigatakse ära ka lõunapoolt toimuv põhjavee toitumine. Vaatluskaevudes mõõdetav põhjaveekiht saab oma toite põhja, lääne, lõuna ja kagu poolt (Joonis 10.). Lõuna poolt ära võetud toitumine 2011. lõpust kuni 2014. aastal kaevandatud alade poolt langetasid Keila-Kukruse põhjaveekihtis veetaset ~2 m (Joonis 8.). Kusjuures kaevandusalad paiknesid sellel ajal vaatluskaevude L1 ja L2 suhtes 3 km lõunapool.

Põhjapoolsemate vaatluskaevude veetasemed hakkasid sarnaselt langema samal perioodil. Kaevandatud piirkonnad 2011. lõpust kuni 2014. aasta I kvartalini alandavad Keila-Kukruse põhjaveekihi tasemeid lõigates ära veetoite lõuna ja kagu suunast (Joonis 10.). Veelanguse suurem mõju (~10 m, Joonis 9.) on tigitud kaevude lähemal paigutamisega kaevandustegevusele.



Joonis 10. Põhjaveetasemed Keila-Kukruse põhjaveekihis koos põhjaveevoolu suundadega.

Peened nooled näitavad veevoolu kiiruse hulka ja paksemad nooled rõhutatult veetoite suundasi. Viirutatud kast näitab 2011. lõpust kuni 2014. aastatel kaevandatud alade piirkonda (Marandi jt., 2013).

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida ja selgitada Kirde-Eestis paikneva Selisoo raba põhjaveekihtide veetasemete muutusi. Andmed pärinevad soo idaküljel paiknevatest seirekaevudest, mis jäävad Selisoo ja Estonia kaevanduste vahele. Kuna eelnevalt koostatud uurimused antud teemal on andnud teineteisest erinevaid tulemusi, oli vajalik täiendavalt uurida kaevanduse veekõrvalduse mõju Selisoo veebilansile kasutades värskeid põhjavee tasemete muutuste andmeid. Andmete paremaks arusaamiseks kasutati võrdluseks Estonia kaevanduse kamberplokkide paiknemist ja kaugust seirekaevudest ning piirkonnast põhjapool paikneva Jõhvi ilmajaama kliima andmeid.

Uurimuse tulemustest järeldeb:

- a) Nähtav Estonia kaevanduse mõju Keila-Kukruse veekihti mõõtvate seirekaevude veetasemetele mõõteperioodi jooksul.
- b) Põhjavee tasemete alanemise ulatus sõltub põlevkivi kaevanduse kaugusest rabast
- c) Lõunapoolsemates seirekaevudes on mõju suurem.
- d) Põlevkivi kaevandamisega seotud kihtides (Keila-Kukruse) on põhjaveetasemete langused ulatuslikumad (~10 m), kui ülemistes kihtides (~1 m)(Nabala-Rakvere).
- e) Kaevanduse mõju ümbritsevatele veekihtidele on tugevalt seotud kaevandamise kohaga kaevanduse küljel.
- f) Kaevandustegevus lõunanurgas mõjutas veetasemeid 3000 m kaugusel, samal ajal kui kaevanduse tegevuse mõju külje keskosas oli väiksem kui 610 m.
- g) Praegused andmed ei näita veel veetasemete stabiliseerumist Keila-Kukruse põhjaveekihis mistõttu on soovitatav seiret jätkata.

Tänuõnad

Sooviks avaldada suur tänu Enn Karrole ja Marko Kohvlie, kes uurimustöö raames koostatud postri tegemisel jagasid näpunäiteid ja omandatud tarkusi. Suurimad tänud juhendajale Andres Marandile, kes oli alati valmis suunama ja aitama.

Kasutatud kirjandus

Kirjandusviited:

Arold, I. 2005. Eesti maastikud. Tartu Ülikooli kirjastus: 453 lk.

European Union 1992. Council directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. O J Eur Comm L 206:7–36

Hang, T., Miidel, A. 1999. Quaternary cover: thickness. In: Miidel A, Raukas A (eds) Lake Peipsi: geology. Sulemees, Tallinn, Estonia, lk 29–32

Hang, T., Hiiemaa, H., Jõeleht, A., Kalm, V., Karro, E., Kirt, M., Kohv, M., Marandi, A. 2009. Selisoo hüdrogeoloogilised uuringud kaevandamise mõju selgitamiseks. KIK projekt 127 lõpparuanne, 80 lk.

Hang, T., Hiiemaa, H., Järveoja, M., Jõeleht, A., Kalm, V., Karro, E., Kohv, M., Mustasaar, M., Polikarpus, M., Plado, J. 2012. Ratva raba hüdrogeoloogilised uuringud ja Selisoo seiresüsteemi rajamine. Keskkonnainvesteeringute Keskuse projekt nr 15. Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut

Joosten, H., Clarke, D. 2002. Wise use of mires and peatlands: background and principles including a framework for decision- making. International Mire Conservation Group and International Peat Society, Saarijärvi, Finland, 304 pp

Jõgar, P. 1983. Ground-water flow models of Pandivere Upland (north-east Estonia). Proceedings of Estonian Academy of Sciences. Geology 32(2):69–78

Kattai, V., Bauert, H., 1997. Kukersite oil shale. In. Geology and mineral resources of Estonia. Tallinn, Estonia Academy Publishers, 313-327.

Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. 2000. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurss, kaevandamistingimused. Eesti geoloogiakeskus..

Marandi, A., Karro, E., Polikarpus, M., Jõelet, A., Kohv, M., Hang, T., Hiiemaa, H. 2013. Simulation of the hydrogeologic effects of oil-shale mining on the neighbouring wetland water balance: case study in north-eastern Estonia. Hydrogeology Journal DOI 10.1007/s10040-013-1032-x

Orru, M. 1995. Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus: 55-56.

Orru, M. 1997. Peat. In: Geology and mineral resources of Estonia. Tallinn, Estonia Academy Publishers, 337-346.

Orru, M., Vaizene, V., Pastarus, J., Systra, Y., Valgma, I. 2013. Possibilities of oil shale mining under the Selisoo mire of the Estonia oil shale deposit. Environ Earth Sci DOI 10.1007/s12665-013-2396-x

Internetiallikad:

Eesti Energia kodulehekül, <https://www.energia.ee/polevkivi-kaevandamine>

Impact of dewatering an oil shale mine on surrounding groundwater levels based on Selisoo area

Tõnn Paiste

Summary

The aim of this thesis was to describe and analyze the groundwater level changes in Selisoo mire located in northeast Estonia. The data is derived from monitoring wells between Selisoo mire and Estonia Underground Mining, which are located east of the mire. Since previous studies on the subject have given different result, it was necessary to further investigate, using new groundwater level data, how the underground mining water removal affects the Selisoo water balance. To better understand the results, the location of the mine and the distance from the monitoring wells with climatic data were used.

Main results of the thesis were:

- a) Visible impact of Estonian Underground Mining to the monitoring well that measured the Keila-Kukruse water aquifer
- b) Groundwater recession levels depend on the distance from the oil shale mine
- c) Effect is higher in the monitoring well situated in the southern part of the mire
- d) Water aquifer linked to oil shale layers (Keila-Kukruse) has experienced a more extensive decline in groundwater levels (~10 m) than in upper layers (~1 m) (Nabala-Rakvere)
- e) Impact of mining on surrounding aquifers has a strong link to the mining location in the mine
- f) Mining in the south corner of the mine affects water levels as far as 3000 m, while the influence of mining was lower in the side of the mine 610 m away
- g) Current data does not show further water level stabilisation in Keila-Kukruse aquifer. Therefore, further monitoring is advised

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Tõnn Paiste,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Põlevkivi kaevanduse veeärastuse mõju ümbritsevatele põhjaveekihtidele
Selisoo piirkonna näitel

,

mille juhendaja on Andres Marandi,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **23.06.2014**