

# Lüganuse valda planeeritava biotoodete tehase tootmisvee allikate alternatiivid

ARUANNE

Töögrupi juht: Maile Polikarpus

Töögrupi liikmed: Joonas Pärn, Andres Marandi

RAKVERE 2023/2024

## Sisukord

Sisukord .....	2
Jooniste nimekiri .....	3
Sissejuhatus .....	5
Kliimatingimused .....	6
Purtse jõe valgla kirjeldus.....	10
Valgala hüdrogeoloogiline kirjeldus .....	20
Kvaternaarisetete vesi.....	20
Ordoviitsiumi veekompleks.....	21
Biotoodete tehase tootmisvee allikate alternatiivid.....	24
Kaevandustegevuse mõju Purtse jõe vooluhulkadele.....	28
Purtse jõe valgala veebilanss.....	31
Kokkuvõte.....	34
Kasutatud kirjandus.....	35
Lisa 1. Aidu karjääri idatruubi sulgemise katse .....	36

## Jooniste nimekiri

Joonis 1. Jõhvi ilmajaama kliimadiagramm perioodi 1991 – 2020 keskmiste väärtuste põhjal (Andmed: Keskkonnaagentuur, 2023; allikas: Polikarpus jt., 2023).....	7
Joonis 2. Põuaindeksi (SPEI-indeksi) kuised väärtused Jõhvi meteoroloogiajaamas perioodil 1980-2023. (allikas: Kohv & Pungas-Kohv, 2023). .....	9
Joonis 3. Purtse jõe Lüganuse hüdromeetriaajaama valgala, maakasutus ning kaevandatud alade paiknemine .....	10
Joonis 4. Purtse jõe aastamaksimum, -keskmine ja -miinimum vooluhulgad ajavahemikus 1923-2021 Lüganuse hüdromeetriaajaama andmetel .....	11
Joonis 5. Purtse jõe vooluhulk 2021.a. ja pikaajaline kuukeskmised vooluhulgad (Keskkonnaagentuur 2022).....	11
Joonis 6. Purtse jõe vooluhulgad Lüganuse seirejaamas .....	12
Joonis 7. Vooluhulkade mõõtmine Mehide ojas ja Purtse jõe ülemjooksul 20.06.2023. Ojamaa jõe (0,4 m <sup>3</sup> /s) ja Vahtsepa (0,2 m <sup>3</sup> ) kraavi vooluhulgad on tuletatud veetaseme vaatlusgraafikult, Lüganuse seirejaamas mõõdetud väärtus (1,4 m <sup>3</sup> /s) KAUR-ilt.. Põhja-Kiviõli veeärastus (0,2 m <sup>3</sup> /s) on hinnanguline.....	12
Joonis 8. Hirmuse jõe ööpäeva keskmine vooluhulk ajavahemikus 1985-1989 .....	13
Joonis 9. Hirmuse jõe vooluhulgad (18.11.2022) .....	14
Joonis 10. Ojamaa jõe ööpäeva keskmine vooluhulk ajavahemikus 1958-1965 .....	15
Joonis 11. Ojamaa jõe aasta maksimaalne, minimaalne ja keskmine vooluhulk.....	15
Joonis 12. Veetaseme ja elektrijuhtivuse seireandmed Ojamaa jões Ojamaa silla all.....	16
Joonis 13. Ojamaa jõgi Linnassaare soost läänes 2022.a. augustis .....	16
Joonis 14. Ojamaa jõgi oli 2023 a. augustis 3 km pikkusel lõigul (punane) kuiv. Jõe läänekaldas ja kohati ka jõe põhjas paljandus lubjakivi (must) .....	17
Joonis 15. Põhjaveetasemed suletud kaevandustes, Aidu karjääris, Ojamaa jões ning Ojamaa jõe ääres paiknevas seirekaevus (BTT,68443). .....	17
Joonis 16. Vahtsepa kraav (02.mai 2023 Foto: Maile Polikarpus).....	19
Joonis 17. Vahtsepa kraavis raudteesilla all mõõdetud vooluhulgad 2022-2023.a. ....	19

Joonis 19. Savala (Purtse) ürgoru ristiläbilõiked Ojamaa silla ja Võrnu peakraavi suudme vahelisel alla (VIII). Linnasaare rabast vahetult Lõuna pool (XIA)( Morozov, Domanova, 1972).....	20
Joonis 20. Purkse jõe valgjal põhjaveekihtide ja veepidemete avamusalad .....	21
Joonis 21. Ahtme rikkevööndi läbilõige Ojamaa ja Estonia kaevanduse vahel .....	23
Joonis 21. Vee juurdevool Ojamaa kaevandusse kuude lõikes .....	25
Joonis 22. Uus-Kiviõli II kaevanduse poolt põhjustatud veetaseme alanemine Keila-Kukruse veekihi (2023.a veetasemiinus-2039 a veetase), Kaasiksoo ja Oandu soo piirkonnas. Hall ala- Oandu veepideme avamusala. Mustad jooned oletatav karst või rike .....	26
Joonis 23. Uus-Kiviõli II kaevanduse poolt põhjustatud veetaseme alanemine pinnakattes Kaasiksoo ja Oandu soo piirkonnas. Hall ala- Oandu veepideme avamusala; mustad jooned oletatav karst või rike. Punane joon --suvel kuiv Ojamaa jõe lõik. ....	27
Joonis 24. Uus-Kiviõli II kaevandusest välja pumbatavad veekogused. 1/3 veekogusest moodustavad infiltreeruvad sademed. ....	27
Joonis 25 Purkse jõe valgala toimunud kaevandustegevused .....	28
Joonis 26. Purkse jõe aasta minimaalne vooluhulk ja perioodi keskmine minimaalne vooluhulk.....	29
Joonis 27. Purkse jõe aastakeskmise vooluhulk, kaevandusvee aastakeskmise vooluhulk Purkse jõkke ning kaevandusvee osakaal Purkse jõe vooluhulgast .....	30
Joonis 28. Veetasemete sesoonne kõikumine Ojamaa kaevandusega piirnevates veega täitunud Kohtla (W-15) ja Sompaa (486, 487) kaevandustes. Seirekaev 257 kirjeldab veetaseme muutust Ojamaa ja Aidu karjääri vahelisel alal. Ojamaa jõe veetase ning Ojamaa kaevandusest välja pumbatud kuukeskmised vooluhulgad .....	31
Joonis 29. Kaevanduste veetasemed ja põhjavee liikumis suunad kaevanduste vahel .....	32
Joonis 30. Valgala veebilansi komponendid.....	33

## Sissejuhatus

Planeeritav biotoodete tehas (BTT) vajab tootmisprotsessis 6-12,5 miljonit kuupmeetrit vett aastas. Tootmisprotsessis kasutatud vesi juhitakse pärast puhastamist otse merre. Aruande eesmärgiks on kirjeldada erinevaid BTT tootmisveallikate alternatiive: Käva kaevanduse väljavool, Aidu karjäär, Ojamaa kaevandusest või Uus-Kiviõli kaevandusest välja pumbatava vee juhtimine BTT-sse. Samuti hinnatakse vee kõrvale juhtimise mõju Ojamaa ja Purtse jõe vooluhulkadele ning Arvila sihtkaitsevööndile ja Kaitsealusele Kaasiksoole.

Aruandes kasutatud meteoroloogilised ja hüdrooloogilised andmerekad on saadud Keskkonnaagentuurist. Ojamaa jõe, Vahtsepa kraavi ning Aidu karjääri vooluhulka mõõdeti käesoleva töö raames EGT poolt.

Töö üldosa, sh kokkuvõte, on koostatud kuni sügis 2023 saadud andmete põhjal. Eraldi on lisas 1 Aidu karjääri 2024. aasta kevadel tehtud idatuubi sulgemiskatse.

## Kliimatingimused

Purtse jõe valgla paikneb Kirde-Eestis, kus kliimatingimused erinevad mitmes aspektis teistest Eesti piirkondadest. Kirde-Eestit iseloomustab madalam aasta keskmine õhutemperatuur, suurem sademete hulk, pikem talve kestus ja paksem lumikatte, kuid evapotranspiratsioon on lähedane Eesti keskmisele (Tabel 1).

*Tabel 1. Erinevate meteoroloogiliste näitajate võrdlus Purtse valgla keskmiste väärtuste ja Eesti ala kohta üldistatud väärtuste vahel. Õhutemperatuuri ja sademete summa puhul on kasutatud Jõhvi meteoroloogiajaama andmeid perioodist 1991-2020. Lumikatte näitajate ja potentsiaalse evapotranspiratsiooni puhul on kasutatud üle valgla interpoleeritud väärtusi. (Jaagus, 2013; Viru & Jaagus, 2020; Keskkonnaagentuur, 2023; Koit jt., 2023)*

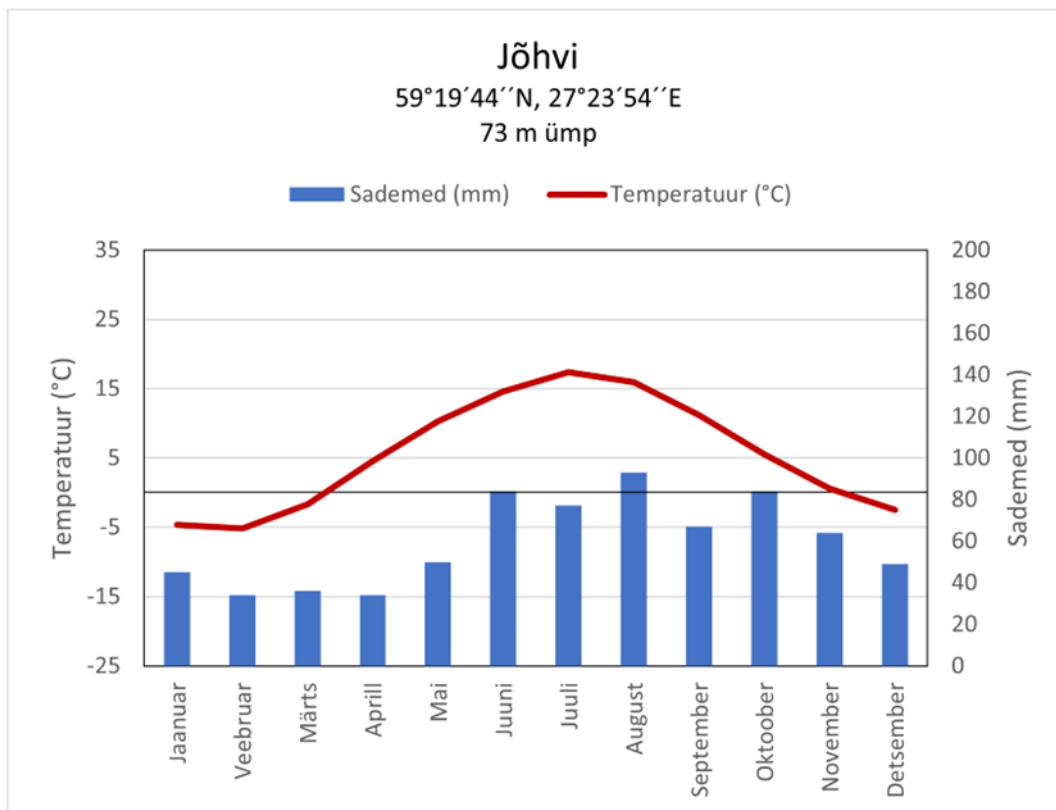
Näitaja	Purtse valgla	Eesti ala keskmine/vahemik
Õhutemperatuur (°C)	5,5	6,4
Sademete summa (mm)	717	662
Lumikatte kestus (päevades)*	115 - 125	61 - 130
Lumikatte keskmine maksimaalne paksus (cm)*	28 - 32	13 - 38
Evapotranspiratsioon ( <i>total evaporation</i> <sup>1</sup> , ERA5; mm)**	550	545

\* vahemik iseloomustab perioodi 1950-2016 keskmist (Viru & Jaagus, 2020)

\*\* keskmine iseloomustab perioodi 2012 – 2022 (Koit jt., 2023)

Aasta keskmine õhutemperatuur perioodil 1991–2020 oli Jõhvis 5,5°C (Tabel 1, Joonis 1). Kõige külmem kuu on veebruar (-5,2 °C) ning kõige soojem juuli (17,4°C). Kuu keskmine õhutemperatuur jääb detsembrist märtsini alla 0°C (Keskkonnaagentuur, 2023).

<sup>1</sup> Evapotranspiratsiooni näitaja aluseks on Euroopa Keskpika Ilmaennustuse Keskuse (ECMWF) reanalüüsi teenuse ERA5 näitaja „*total evaporation*“. Näitaja on arvatud Eesti väikevalglate (F<1000 km<sup>2</sup>) keskpunkti koordinaadile üldistatud keskmiste väärtuste põhjal. See väljendab maapinnalt aurustunud vee hulka, mille sisse on arvestatud ka lihtsustatud transpiratsiooni näitaja.



Joonis 1. Jõhvi ilmajaama kliimadiagramm perioodi 1991 – 2020 keskmiste väärtuste põhjal (Andmed: Keskkonnaagentuur, 2023; allikas: Polikarpus jt., 2023)

Ida-Virumaa paistab võrreldes teiste Eesti piirkondadega silma sademete rohkuse ning intensiivsuse poolest (Tabel 1). Aasta keskmine sademete hulk perioodil 1991-2020 Jõhvis oli 717 mm. Kõige sademetevaesemad kuud on veebruar ja aprill (34 mm). Kõige rohkem sajab keskmiselt augustis (93 mm, Joonis 1). Seevastu aasta keskmine evapotranspiratsioon Purtse jõe valglas on väga sarnane Eesti keskmisele (Tabel 1).

Ida-Virumaad koos Pandivere kõrgustiku ümbrusega iseloomustab Eesti keskmisest pikem lumikatte kestvuse periood ja lumikate paksus (Tabel 1). Need näitajad olid Purtse valglas perioodil 1950-2016 vastavalt 115-125 päeva ja 28-32 cm (Viru & Jaagus, 2020). Püsiva lumikatte kujunemise alguse mediaankuupäev on valgla lähima põhjalikult analüüsitud jaama (Sämi hüdromeetriaajaam) andmetel 15. detsember ja lõpukuupäev 31. märts (Viru & Jaagus, 2020). Pikaajaliste sulaperioodide tõttu võib piirkonnas mõnel talvel moodustuda kaks püsiva lumikatte perioodi (Savitski & Savva, 2009). Jõhvi meteoroloogiajaama maksimaalne lumikatte paksus (82 cm) on mõõdetud 12. märtsil 2011. aastal. Lume veevaru on kõige suurem lumesulamise algperioodil, mida võib jälgida veebruari kolmandast dekaadist kuni märtsi teise dekaadini. Jõhvi meteoroloogiajaamas mõõdetud keskmine maksimaalne veevaru lumes on 60 - 80 mm. Maksimaalse lumikatte ja püsiva lumikatte sulamise vaheline periood kestab kahest nädalast kuni ühe kuuni (Savitski & Savva, 2009).

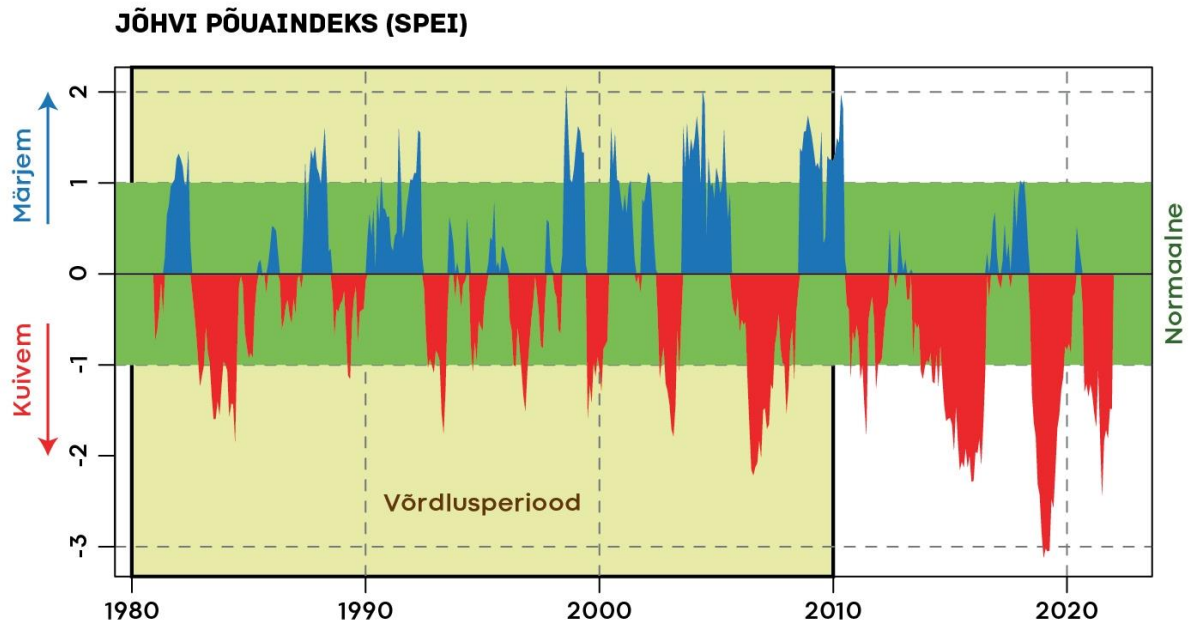
Viimase 50-70 aasta jooksul on Eesti kliimas toimunud mitmeid olulisi muutusi (Jaagus jt., 2017). Perioodil 1951-2015 on aasta keskmine temperatuur tõusnud 0,3-0,4 °C/kümnendis. Tõus on toimunud kõigil aastaegadel, aga eriti kiiresti talvel ja kevadel. Muutused sademete hulgas ei ole sama selged, sest sademeid iseloomustab suur ajaline ja ruumiline muutlikkus. Siiski on täheldatav sademete hulga suurenemine külmal poolaastal ja eriti perioodil novembrist-märtsini (Jaagus jt., 2017).

Lumekattega päevade arv on perioodil 1950-2016 vähenenud 3-4 päeva/kümneendis (Jaagus et al., 2017; Viru & Jaagus, 2020). Lumikatte perioodi algusaja (detsembri keskpaik) muutus ei ole statistiliselt oluline (Viru & Jaagus, 2020), aga lumikatte perioodi lõpu osas esineb mitmes mõõtejaamas (s.h Ida-Eesti jaamad nagu Tooma ja Tiirikoja) statistiliselt oluline muutus u 4,5 päeva kümneendis ehk kokku 4 nädalat kogu uuritud perioodi peale. Maksimalne lumikatte paksus on uuringuperioodil Sämi jaamas isegi suurenenud, aga teistes Ida-Eesti jaamades nagu Tooma hoopis vähenenud (Viru & Jaagus, 2020). Päevase lumikatte paksuse vähenemise trend esines kõige selgemalt perioodil jaanuarist märtsi keskpaigani ehk talve teises pooles. Statistiliselt oluline lumikatte paksuse vähenemine on toimunud hilistalvel veebruaris ja märtsis.

Ka potentsiaalne evapotranspiratsioon (PET), mida väljendatakse ka atmosfääri niiskusvajakuna, on Eestis viimastel kümnenditel suurenenud (Domínguez-Castro et al., 2017; Montibeller et al., 2021). PET on kasvanud u 5 mm/kümneendis ja kõige suurem positiivne muutus on toimunud kevadel (4 mm/kümneendis). Sealjuures on PET suurenenud kõige enam maist juulini, mil tegelik evapotranspiratsioon on juba varem olnud sademete hulgast suurem (Montibeller et al., 2021). Kõige enam mõjutab evapotranspiratsiooni suurenemist suurem keskmine õhutemperatuur ja väiksem suhteline õhuniiskus (Domínguez-Castro et al., 2017). Soojem kliima on pikendanud ka vegetatsiooniperioodi, mis on samuti oluline PETi suurenemise põhjus (Montibeller et al., 2021).

Üldist kuivade ja sademete rohkete aastate vaheldumist iseloomustab põua- ehk SPEI-indeksi (*Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*) muutus (Jaagus jt., 2022; Kohv & Pungas-Kohv, 2023). Põuaindeks väljendab mingi perioodi (nt kuu, aasta) põuatingimuste intensiivsust ja arvutatakse kasutades selleks sademete ja õhutemperatuuri andmeid või eraldi arvatud evapotranspiratsiooni väärtust. Negatiivsed (<-1) SPEI-indeksi väärtused tähendavad keskmisest põuasemaid tingimusi ja positiivsed väärtused (>1) sademete rohkemaid tingimusi (Joonis 2). SPEI-indeksi absoluutväärtus kirjeldab põua- või tulvatingimuste intensiivsust. Selle väljenduseks on Joonis 2 esitatud põuaindeksi väärtused Jõhvi meteoroloogiajaamas perioodil 1980 – 2023. Jooniselt on näha, et alates 2010. aastast on keskmisest põuasemaid kuid esinenud tunduvalt sagedamini kui varem. Jaagus jt (2022) on näidanud, et perioodil 1949–2018 on Eestis SPEI-idneksi väärtused kasvanud külmal poolaastal (novembrist märtsini), mida on põhjustanud pikaajaline sademete hulga suurenemine. Samal ajal on täheldatav põuatingimuste sagedamini esinemine kevadel eriti aprillis (Jaagus jt., 2022).



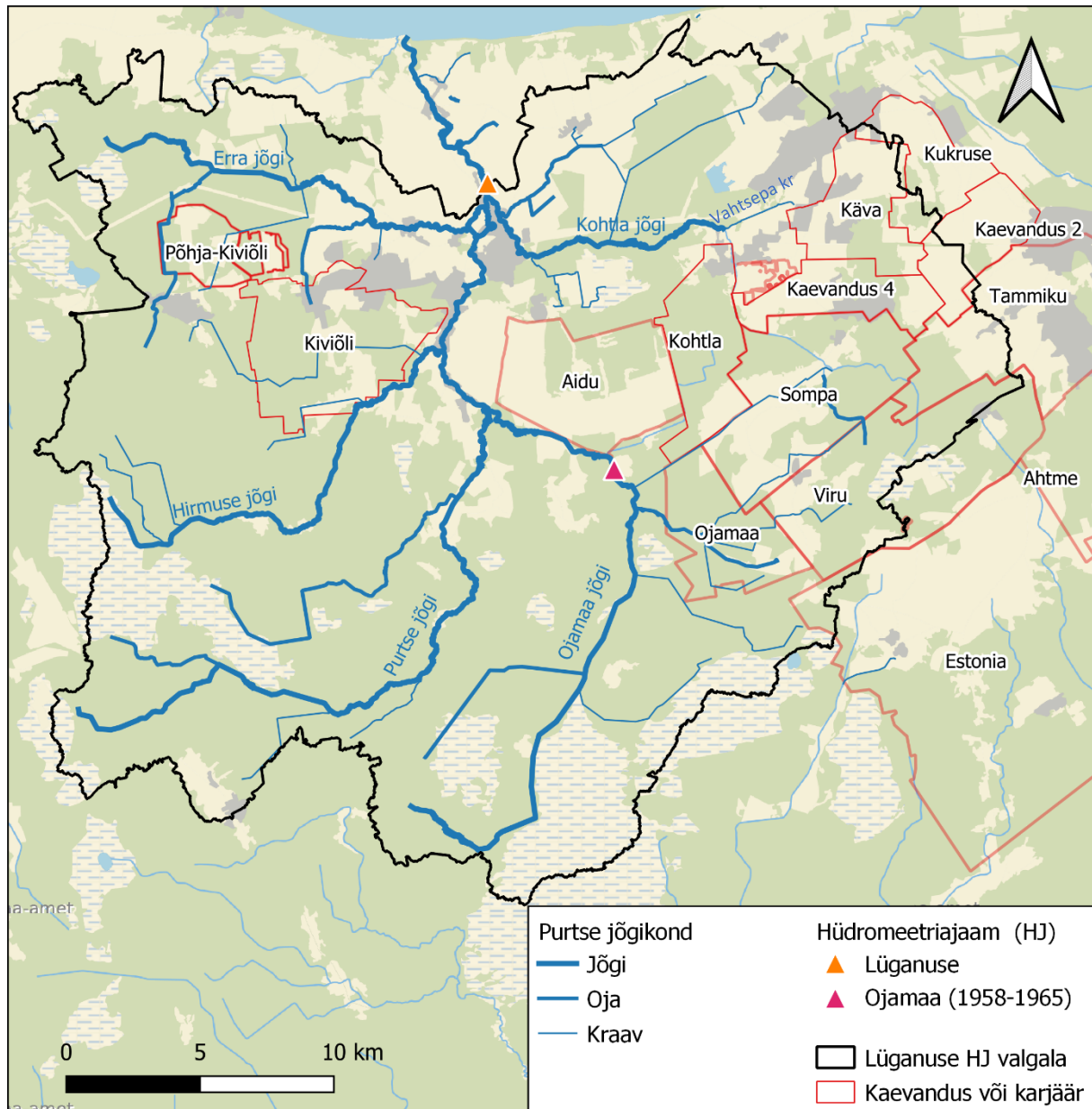


Joonis 2. Põuaindeksi (SPEI-indeksi) kuised väärtused Jõhvi meteoroloogiajaamas perioodil 1980-2023. (allikas: Kohv & Pungas-Kohv, 2023).

Muutused atmosfääri tingimustes (nagu sademed ja temperatuur) ja lumikattes kajastuvad ka jõgede äravoolu muutustest. Perioodil 1950-2015 ei ole aastase äravoolu muutused olnud statistiliselt olulised, aga on toimunud selged sesoonsed muutused (Jaagus jt., 2017). Talvine äravool kasvanud 0,4-0,9  $L \cdot s^{-1} \cdot km^2 \cdot kümnend^{-1}$  (Jaagus jt., 2017). Äravool on vähenenud aprillis ja mais ehk äravoolu maksimum on nihkunud varasemaks (märtsi) ja seda eriti Kesk- ja Põhja-Eestis. Põhja-Eesti jõgede (Jägala, Valgejõgi, Kunda ja Purtse) äravoolus toimunud pikaajalised muutused on üldiselt statistiliselt ebaolulised. Seal on täheldatav ainult positiivne nihe märtsi äravoolus alates 1989. aastast ja oluline äravoolu vähenemine maikuu (Jaagus jt., 2017). Üldised režiimihked jõgede äravoolus vastavad sademete rohkete ja kuivade perioodide vaheldumisele. Kuivem periood algas 1963-1964, sademete rohkem periood 1978 ja uus kuiv periood 2000ndate aastate keskel (Jaagus jt., 2017).

## Purtse jõe valga kirjeldus

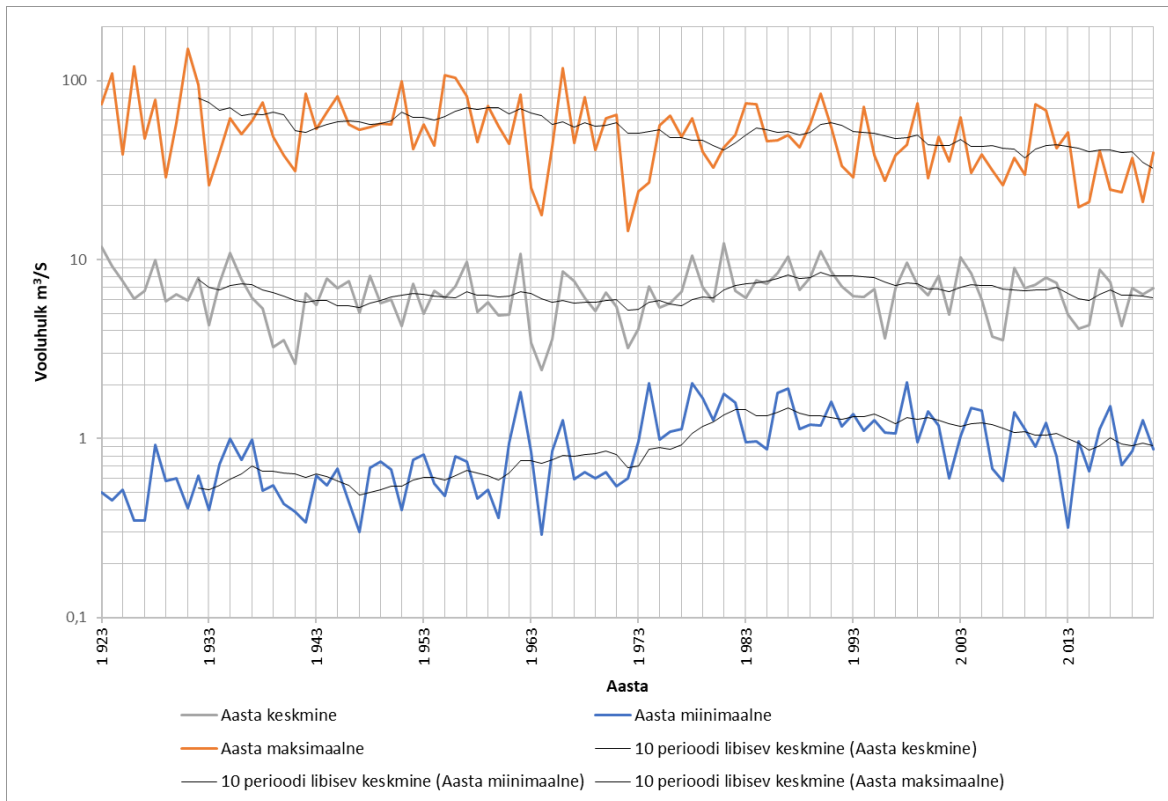
**Purtse jõe** valgala on 809 km<sup>2</sup>, mis oma suuruse poolest kuulub Eesti mõistes keskmise suurusega jõgede hulka. Purtse jõgi on 51 km pikk, jõgi algab Sirtsu soost ja suubub Soome lahte. Purtse jõe vasakpoolsed lisajõed on Erra ja Hirmuse ning parempoolsed Ojamaa ja Kohtla. Purtse jõe valglat katab 15% soo, 35% mets, 30% põllumajandusmaa ning 20% valgalast hõlmavad kaevandused või altkaevandatud alad, mis on suuremalt osalt kaetud samuti metsaga (Joonis 1).



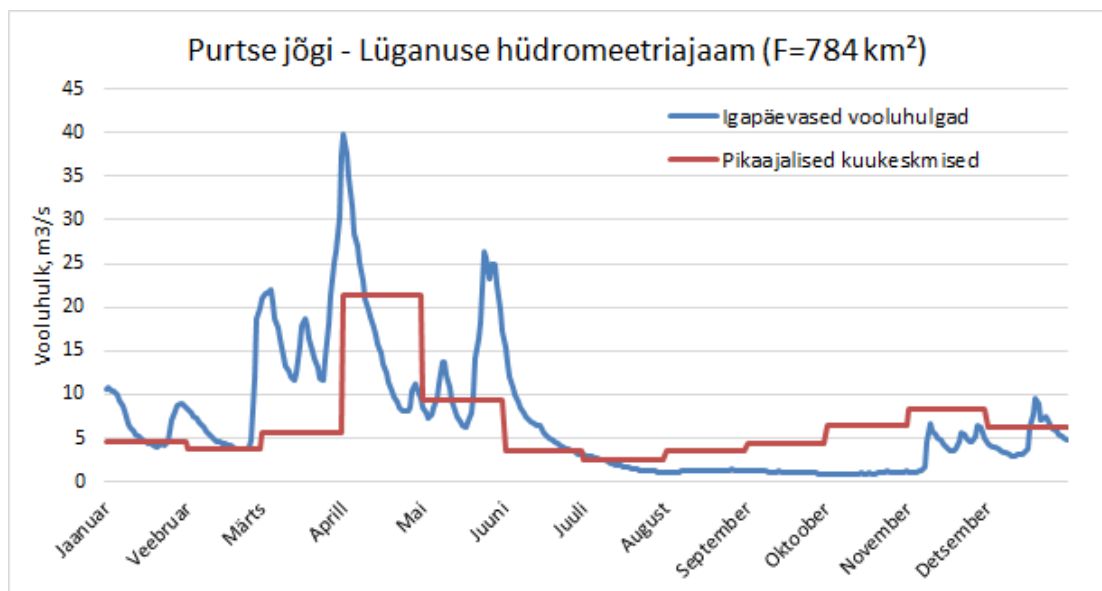
Joonis 3. Purtse jõe Lüganuse hüdrometriajaama valgala, maakasutus ning kaevandatud alade paiknemine

Lüganuse lävendil mõõdetakse Purtse jõe vooluhulka alates 1923. aastast, hüdrometriajaama valgala on 784 km<sup>2</sup>. Purtse jõe ajalooline keskmine vooluhulk on 6,68 m<sup>3</sup>/s, ajalooline miinimum 0,28 m<sup>3</sup>/s ja ajalooline maksimaalne vooluhulk 165 m<sup>3</sup>/s (Joonis 2). Kõige veerohkem on jõgi vahetult pärast lumesulaperioodi, aprillis, ning kõige veevaesem juulis. Vooluhulkade erinevus suurvee ja madalvee perioodil erineb keskmiselt pea 10 korda (Joonis 3). Maksimaalsetes vooluhulkades on näha

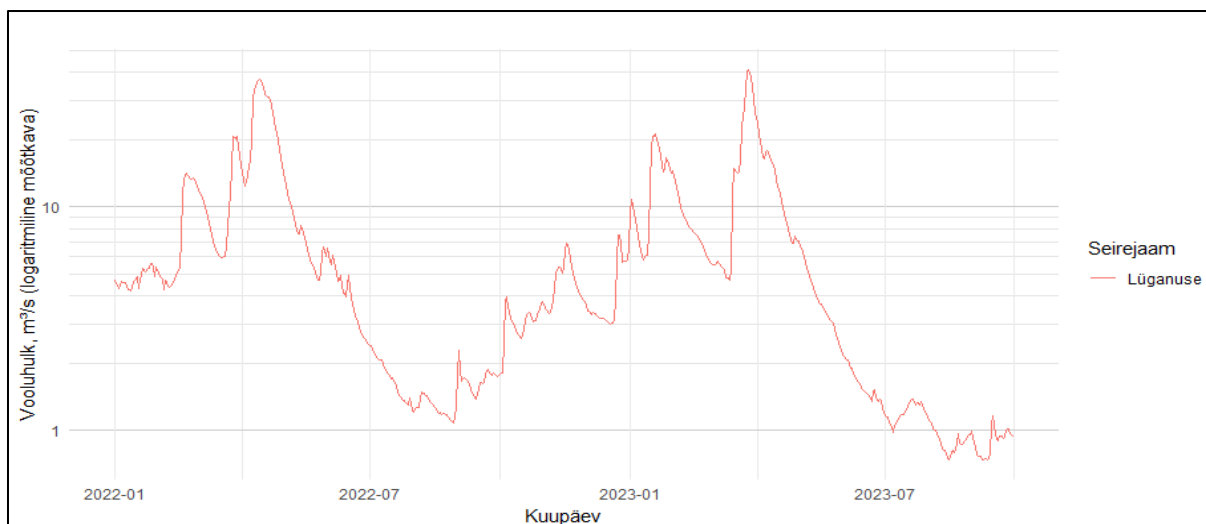
langustrendi. Keskmiste ja minimaalsete vooluhulkade muutusel on seos kaevandustegevusega, mida analüüsitakse täpsemalt edaspidi.



Joonis 4. Purtse jõe aastamaksimum, -keskmine ja -miinimum vooluhulgad ajavahemikus 1923-2021 Lüganuse hüdromeetriaaja andmetel

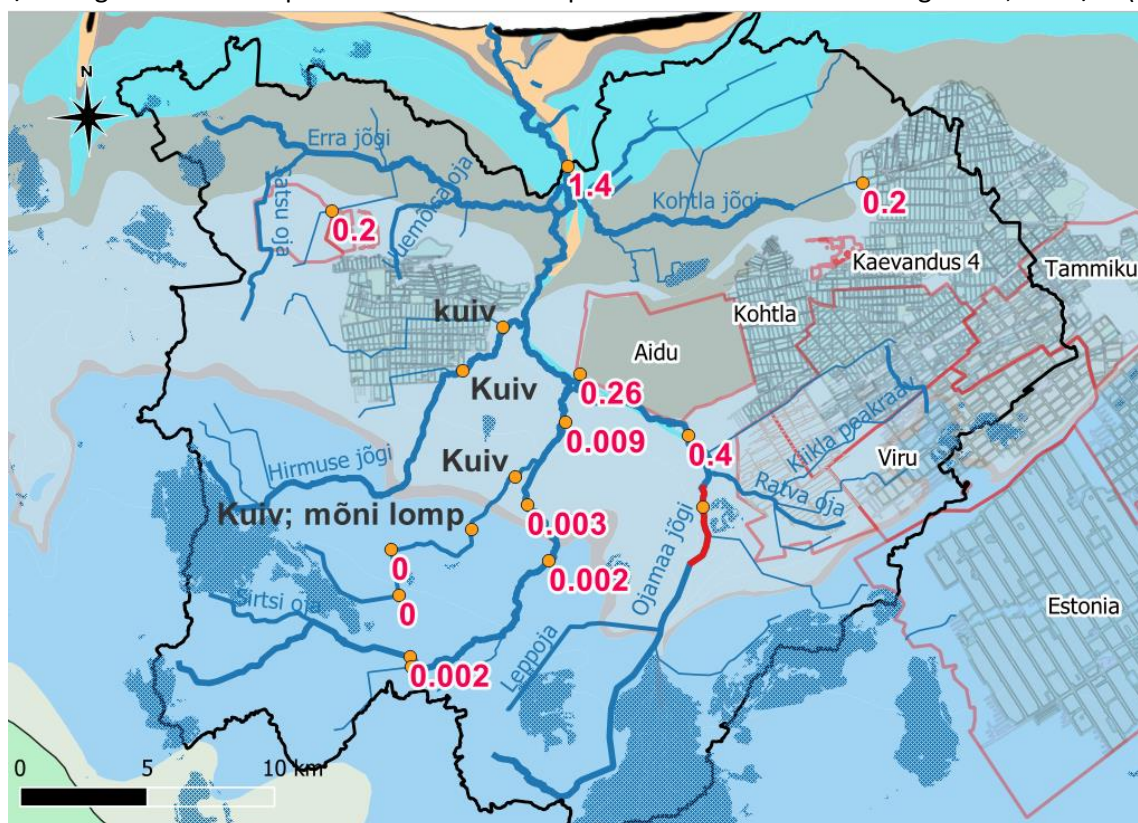


Joonis 5. Purtse jõe vooluhulk 2021.a. ja pikaajalised kuukeskmised vooluhulgad (Keskkonnaagentuur 2022)



Joonis 6. Puritse jõe vooluhulgad Lügane seirejaamas

Eesti Geoloogiateenistus teostas 20.06.2023 vooluhulkade mõõtmisi piki Mehide oja ja Puritse jõe ülemjooksu. Mehide oja ülemjooksul seisis vesi paigal, alamjooksul esinesid vaid üksikud lombid või oli jõesäng täiesti kuiv. Hirmuse jõe alamjooks oli samuti kuiv. Ojamaa jões moodustas voolava vee Aidu karjäärist välja voolav vesi ja Ojamaa kaevandusvesi. Aidu karjäärist välja voolava vee hulk oli sel päeval 0,26 m<sup>3</sup>/s. Puritse jõe ülemjooksul, Arukülas Savala-Arvila tee truubi juures, mõõdeti vooluhulgaks 9 l/s. Lügane vaatluspostil mõõdeti selle päeva keskmiseks vooluhulgaks 1,4 m<sup>3</sup>/s (KAUR).

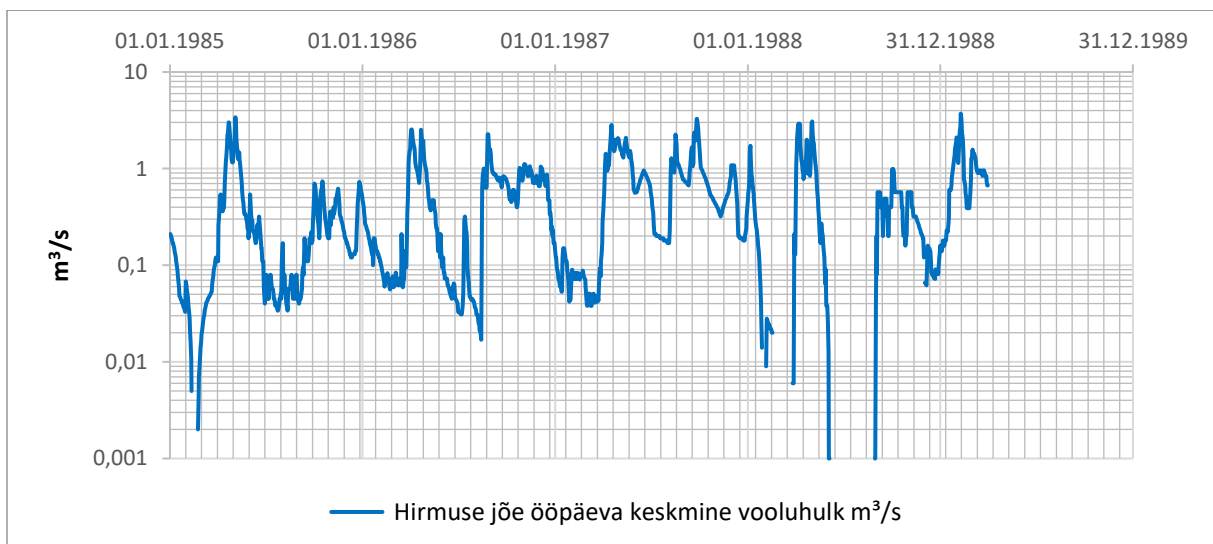


Joonis 7. Vooluhulkade mõõtmine Mehide ojas ja Puritse jõe ülemjooksul 20.06.2023. Ojamaa jõe (0,4 m<sup>3</sup>/s) ja Vahtsepa (0,2 m<sup>3</sup>/s) kraavi vooluhulgad on tuletatud veetaseme vaatlusgraafikult, Lügane seirejaamas mõõdetud väärtus (1,4 m<sup>3</sup>/s) KAUR-ilt.. Põhja-Kiviõli veeärastus (0,2 m<sup>3</sup>/s) on hinnanguline.

**Erra jõgi (VEE1070200).** Infosüsteemi EELIS andmetel on Erra jõgi tugevasti muudetud pinnaveekogu, mille valgala pindala on 103,4 km<sup>2</sup> jõe pikkus on 19,7 km. Erra jõgi saab alguse Pada Kuresoost ning enne suubumist voolab läbi Uhaku karstiaala, kus jõgi kaob läbi karstilehtrite maa alla ja ilmub maapinnale uuesti Purtse jõe kaldal ning tõusuallikatena Purtse jõe põhjas. Erra jõkke suunatakse Põhja-Kiviõli karjäärist välja pumbatud vesi, mis kahe viimase aasta andmete põhjal varieerub vahemikus 0,68-0,15 m<sup>3</sup>/s (Põhjavee bilanss 2021, 2022).

**Hirmuse jõgi (VEE1069700)** saab alguse Sirtsi soost. Jõe valgala pindala on 110,6 km<sup>2</sup>. Jõe põhitelje pikkus on 21,6 km. Jõgi on inimtegevuse poolt tugevasti muudetud. Jõkke suubuvad: Kiviõli kaevanduse kraav (Puisma jõgi) VEE1070100; Sirtsi peakraav VEE1069800; Hirmuse peakraav (Soonurme kraav) VEE1070000 ja Raiendiku kraav VEE1069900. Hirmuse jõgi piirneb alamjooksul uputatud Kiviõli kaevandusega, mille veetase on 41,4 m ü.m.p, mis on madalam kui Hirmuse jõe põhi, seetõttu neeldub osa jõe veest Kiviõli kaevandusse. Üksikmõõtmiste põhjal on suveperioodil jõevee neeldumise hulgak hinnatud 6600 m<sup>3</sup>/ööpäevas (Savitski ja Savva 2009).

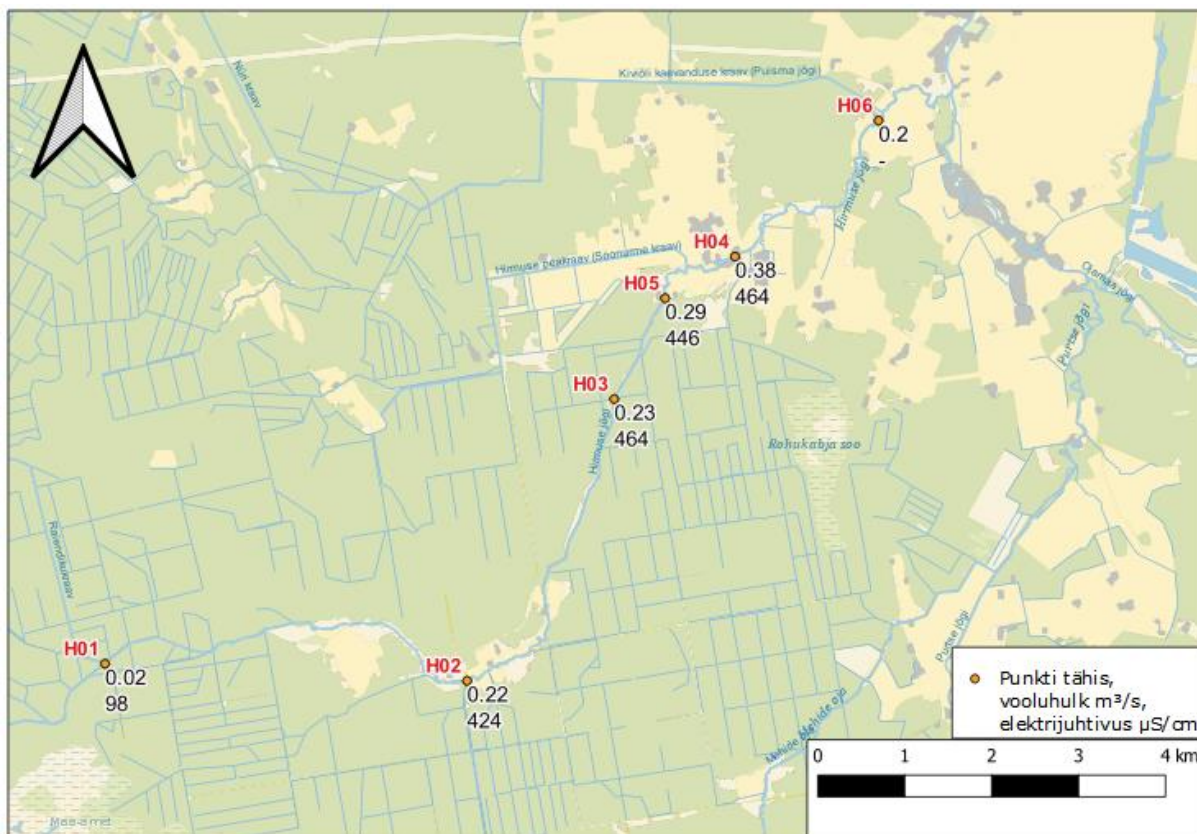
Ajavahemikus 1985-1989 mõõdeti Hirmuse jõe vooluhulka (Joonis 4) enne Kiviõli kaevanduse kraavi suubumist. Mõõtmistulemused jäävad Kiviõli kaevanduse töötamise aegsesse perioodi. Jõe maksimaalsed vooluhulgad ületasid 3 m<sup>3</sup>/s, kuid suvekuudel jäi jõgi kuivaks.



Joonis 8. Hirmuse jõe ööpäeva keskmine vooluhulk ajavahemikus 1985-1989

EGT tegi 18.11.2022 vooluhulga mõõtmised piki Hirmuse jõge (Joonis 9). Kokku kuues vaatluspunktis ning 2 suubivas kraavis.. Fotod: <https://photos.app.goo.gl/a27fwjYnQ4eDFg8L6>

Vaatluspunktide (H04 ja H05) vahel Hirmuse jõkke suubuv Soonurme kraav oli kuiv. Peale H06 suubuva Kiviõli kaevanduse kraavi vooluhulk oli 0,13 m<sup>3</sup>/s. Punktide H04 ja H06 (Hirmuse mõisa sild) vahel, neeldus ca 0,17 m<sup>3</sup>/s (14 700 m<sup>3</sup>/d) Kiviõli kaevandusse. 20.06.2023 olid H04 ja H06 juba kuivad. Augustis 2023 oli vaatluspunkt H02 kuiv.



Joonis 9. Hirmuse jõe vooluhulgad (18.11.2022)

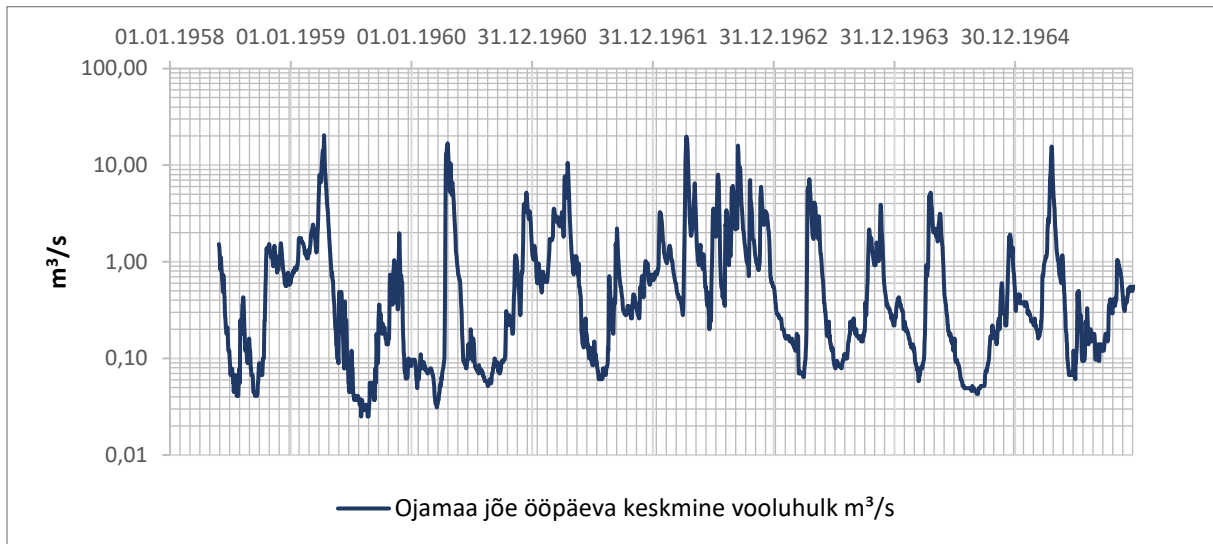
**Küttejõu kraav** suubub Purtse jõkke ja drenib uputatud Kiviõli kaevandust. aastatel 1990-2002 aastal varieerus keskmine äravool 32553 56138-m<sup>3</sup>/d (0,37 – 0,65 m<sup>3</sup>/s)( Savitski 2003). Hilisemast ajast on teada Kiviõli-Küttejõu väljalaskme vooluhulgad: 200 l/s (27.02.2009); 2199 l/s (08.04.2009) ja 396 l/s (15.05.2009), mõõtmistulemused kajastavad vooluhulga suurt ebahütlust kevadise suurvee ajal (Tamm, 2021)

Küttejõu karjäär töötas aastatel 1922–1947. Aastal 1930 avati Kiviõli kaevandus, mis hiljem ühendati Kiviõli kaevandusega. Kiviõli kaevandus suleti aastal 1989. Karjääriviisil kaevandatud ala suuruseks on ca 1,2 km<sup>2</sup> ja allmaakaevandatud ala ca 26,7 km<sup>2</sup>. Kiviõli kaevanduse töö lõppedes täitusid kaevanduskäigud veega ja vesi voolab suletud kaevandusstollidest endisesse Küttejõu karjääri. Tõenäoliselt on peetud ka osa Kiviõli kaevanduse vee väljumist Purtse jões allikatena. Kiviõli kaevanduse allmaakaevandatud ala põhjapoolne on isoleeriti Tallinn - Peterburi raudtee all lõuna-poolsest osast (Tamm, 2021)

**Ojamaa jõgi** saab alguse Muraka soostikust. Ojamaa jõe valgala on 233,7 km<sup>2</sup> ja põhitelje pikkus on 27,2 km. Ojamaa jõkke suubuvad: Tarumaa peakraav (Jürioja) VEE1069000; Leppoja VEE1068900; Ratva oja VEE1069100; Murakaraba kraav (Veskoja) VEE1068800; Raudjõgi VEE1069600; Ojamaa peakraav (Võrnu kraav) VEE1069500. Ojamaa jõe voolusängi on tugevalt õgvendatud ning süvendatud. Linnassaare raba lõigus lõikab jõe säng lubjakividesse, samuti on näha lubjakivide paljandumist jõe kaldas Aidu karjääri väljavoolu ja Ojamaa jõe ühinemiskohas. Ojamaa kaevandusveed suunatakse käesoleval ajal Ojamaa jõkke läbi Võrnu kraavi ja Ratva oja. Ojamaa jõkke suunatakse ka Ratva toruallikate veed, mis treenivad lumesulaperioodil Viru kaevandusest ära liigvett. Aastatel 1975-2002 juhiti Ojamaa jõkke ka Sompä ja Kohtla kaevanduse veest ning hiljem ka Viru kaevanduste 3.

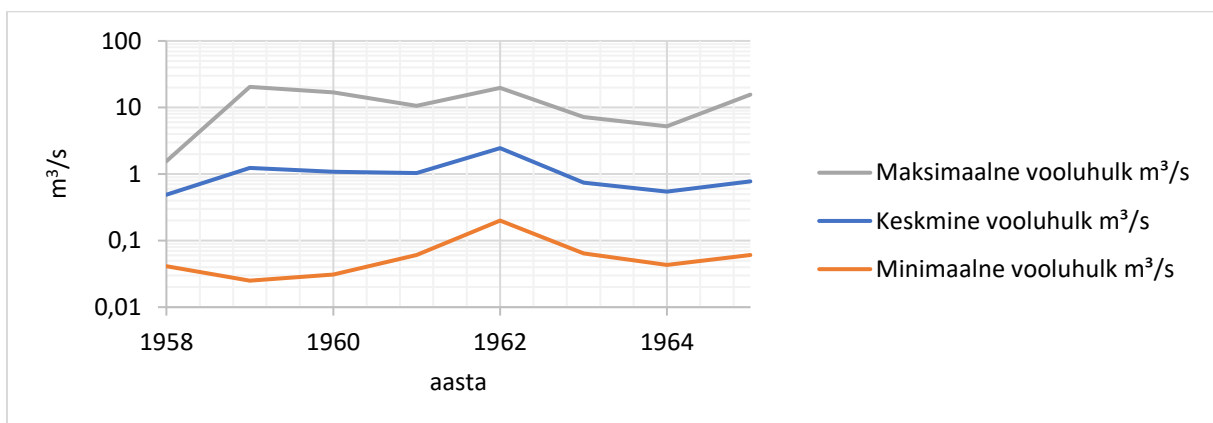
pumpla vesi. Raudjõgi on pärast Aidu karjääri sulgemist kuiv. Ojamaa jõkke suubub Aidu karjääri väljavool.

Aastatel 1958-1965 töötas Ojamaal kompleksseirejaam, kus mõõdeti Ojamaa jõe vooluhulka. Seirejaama valgala oli 202 km<sup>2</sup>. Mõõdetud vooluhulga andmed on esitatud joonisel 10. Seireperiood jääb ajavahemikku, kus kaevandusvett Ojamaa jõkke veel ei juhitud.



Joonis 10. Ojamaa jõe ööpäeva keskmine vooluhulk ajavahemikus 1958-1965

Minimaalne mõõdetud ööpäevakeskmine vooluhulk oli 0,025 m<sup>3</sup>/s 1959. a. augustikuu teises pooles ja maksimaalne (20,40 m<sup>3</sup>/s) sama aasta aprillis. Vaatlusperioodi keskmine miinimumvool oli 0,06 m<sup>3</sup>/s, ning perioodi keskmine vooluhulk 1 m<sup>3</sup>/s ning maksimaalne keskmine vooluhulk 13,6 m<sup>3</sup>/s. Ojamaa jõe vooluhulk sõltus peamiselt ilmastikuoludest, lume rohkusest, lumesula perioodist ning sügisestest vihmadest. Seireandmetele tuginedes võib järeldada, et põhjavee osakaal Ojamaa jõe vooluhulgas on olnud suvekuudel samuti väga väike.

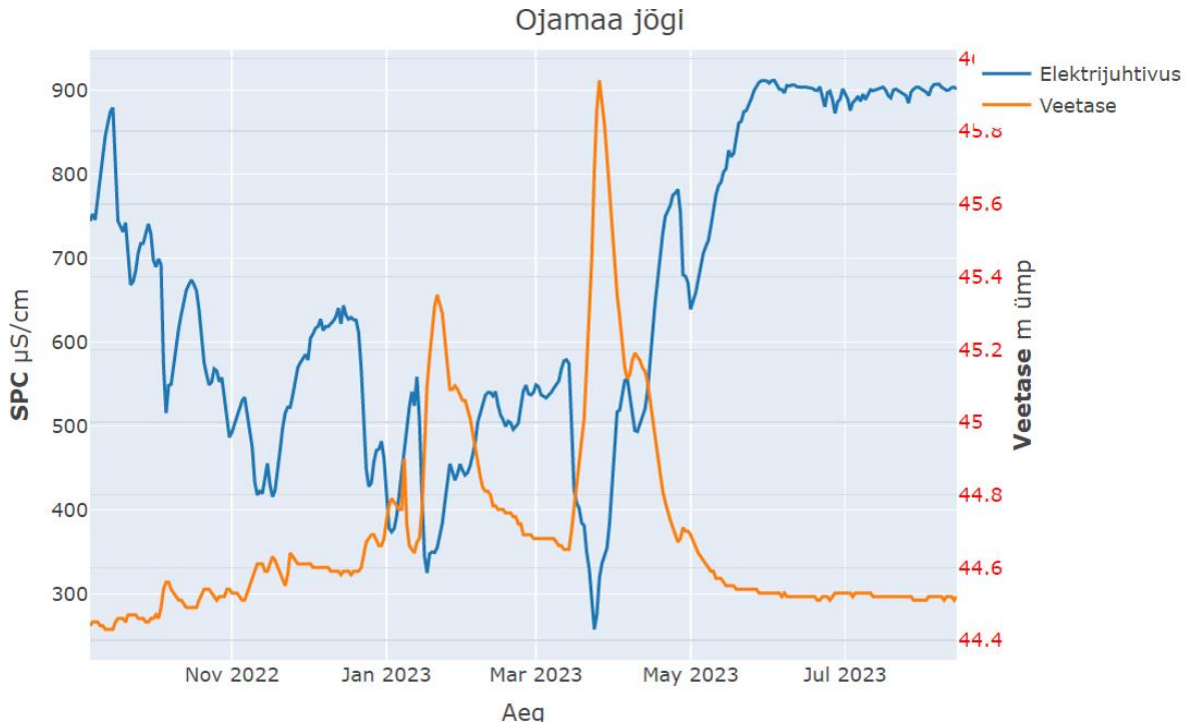


Joonis 11. Ojamaa jõe aasta maksimaalne, minimaalne ja keskmine vooluhulk

Ajavahemikus 2021-2023 a. on EGT mõõtnud vooluhulka Ojamaa jões neli korda aastas. Ojamaa silla all ehk samas kohas, kus aastatel 1958-1965 ning jõe ülemjooksul (Arvila-Savala maantee truubis, Lipu ja Tarumaa küla piiril). Ojamaa silla all mõõdetud vooluhulgad varieeruvad vahemikus 0,38-11,5 m<sup>3</sup>/s, (11,5 m<sup>3</sup>/s mõõdeti suurvee tipp hetkel), ülemjooksul 0,07-1,5 m<sup>3</sup>/s (suurvee maksimum hetkel ei ole mõõtmisi tehtud) Ülemjooksul mõõdetud jõe vee elektri juhtivus varieerub vahemikus 60-90

$\mu\text{S}/\text{cm}$ . Madal jõevee elektrijuhtivus näitab, et Ojamaa jõe ülemjooks toitub aastaringselt soo- ja sademete veest.

Ojamaa silla all registreerib veetaseme muutlikust andur, mis mõõdab ka vee elektrijuhtivust (joonis 12). Suurveetipul, kui vooluhulk oli  $11.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (20.03.2023), siis kaevandusest väljapumbatava vee hulk moodustas sellest ca  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Madalvee perioodil, mis algab juuni algul voolab Ojamaa jões vaid kaevandusvesi ( $0,38\text{-}0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



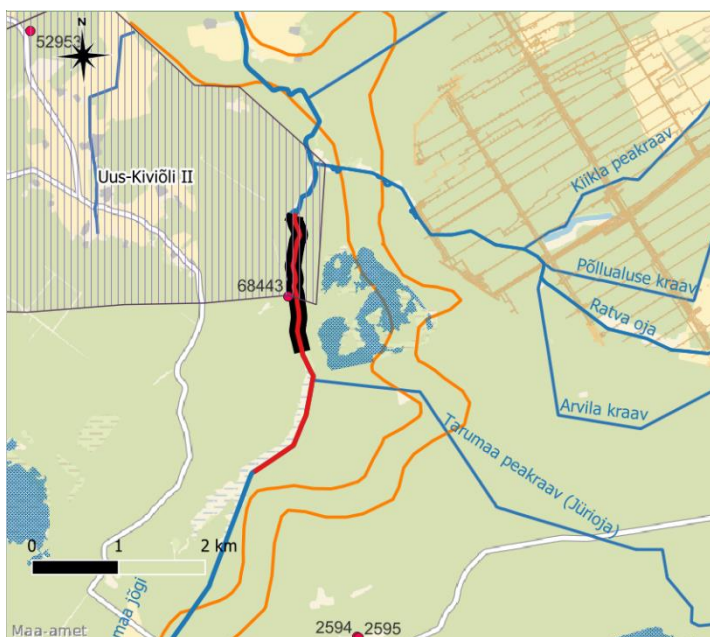
Joonis 12. Veetaseme ja elektrijuhtivuse seireandmed Ojamaa jões Ojamaa silla all.

2023.a. augusti keskel tehti pinnakatte geoloogilise kaardistamise käigus marsruut piki Ojamaa jõge, mille käigus kaardistati lubjakivi avamusala jõe kaldas ning koguti infot jõe põhjasettete kohta. Kaardistamise käigus (15.08.2023) ilmnes, et jõgi on kolme kilomeetri pikkusel lõigul täiesti kuiv (Joonis 11,12). Ratva oja suubumiskohast 700 m üles voolu tekib nn tagurpidi vool. Selle jõe lõigu vee elektrijuhtivus oli iseloomulik kaevandusveele.



Joonis 13. Ojamaa jõgi Linnassaare soost läänes 2023.a. augustis

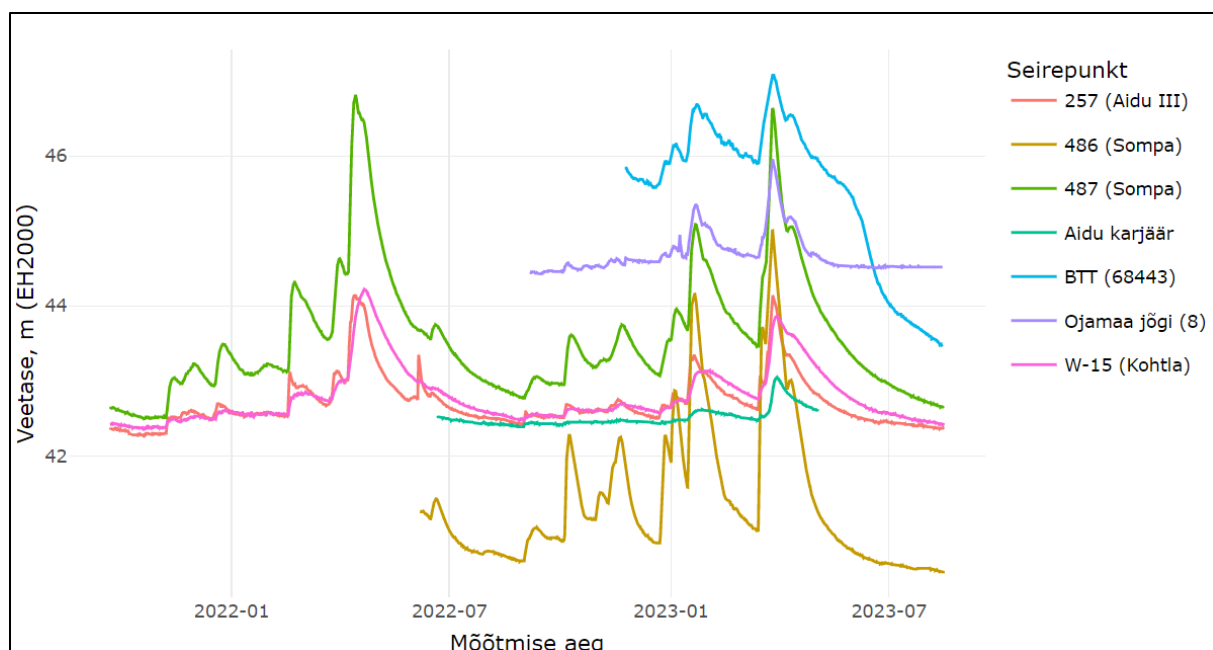




Joonis 14. Ojamaa jõgi oli 2023 a. augustis 3 km pikkusel lõigul (punane) kuiv. Jõe läänekaldas ja kohati ka jõe põhjas paljandus lubjakivi (must)

Kuna Ojamaa silla all paiknevas seirepunktis mõõdetakse koos jõe veetaseme ka elektrijuhtivust ning Ojamaa jõe äärde puuriti 2022. a. septembris uus Keila-Kukruse seirekaev (68443, BTT), siis nende andmete põhjal võime hinnata, millal nimetatud jõelõigus vett ei voola ning kuidas on jõgi ja põhjaveekiht omavahel seotud.

Joonisel 15 on toodud jõeäärse seirekaevu (68443, BTT) veetase. Anduri paigaldamise hetkel oktoobri algul 2022 oli jões vesi. Anduri andmete viimasel maha lugemisel 28.09.2023 ei olnud jões veel vett.



Joonis 15. Põhjaveetasemed suletud kaevandustes, Aidu karjääris, Ojamaa jões ning Ojamaa jõe ääres paiknevas seirekaevus (BTT,68443).

Kaevu (68443, BTT) veetaseme järgi võime järeldada, et septembrist kuni juunini kontrollis veetaset jõgi. Alates juuni algusest kaevu lähedal jões vesi enam ei voola, seda näitab meile joonisel 12 elektrijuhtivuse väärtus, mis on püsivalt üle 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Juuni alguses hakkab kaevus veetase langema ehk lõppeb ära jõe toide. Ojamaa kaevandus on kaevust 1,4 km kaugusel ning avaldab mõju seirekaevu veetasemele 3-4 m.

Võrreldes eelmise sajandi keskpaigas ja käesoleval ajal kogutud andmeid. Võime järeldada, et Ojamaa jõele on olnud ka ajalooliselt omane suur sesoone veetaseme kõikumine, mida näeme ka praegu. Erinevalt varasemast suvised madalad vooluhulgad neelduvad nüüd kaevandusse, seega jõuab madalveeperioodil Ojamaa jõest Purtse jõkke Ojamaa kaevandusvesi, millele lisandub Aidu karjääri väljavool.

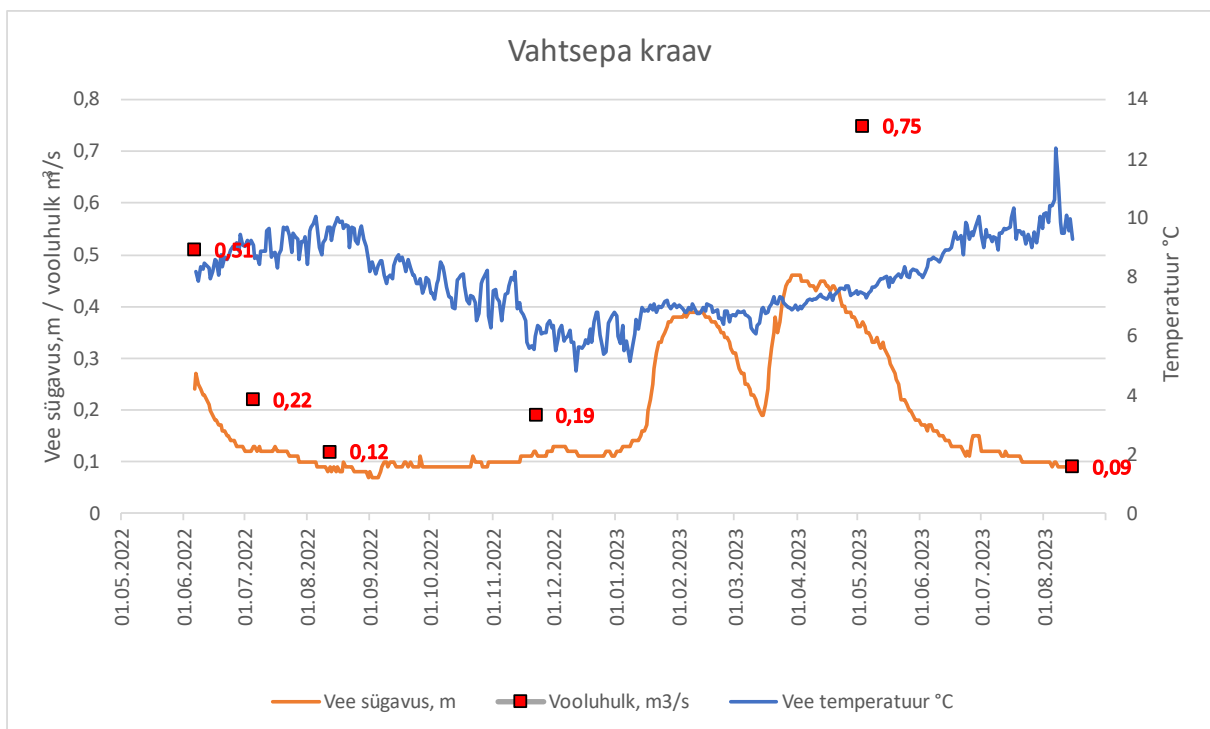
Võrreldes kaevanduseelse perioodiga Ojamaa jõe vooluhulka (0,06  $\text{m}^3/\text{s}$ ) ja viimaseid aastaid, mil minimaalne vooluhulk on 0,4  $\text{m}^3/\text{s}$ , siis suurem minimaalne vooluhulk tuleneb Ojamaa kaevanduse kohal suurenenud netoinfiltratsioonist ning juurdevoolust Viru, Sompja ja Kohtla kaevandusest, kus on samuti looduslikust kõrgem sademete netoinfiltratsioon. Suletud kaevandused aga paiknevad osaliselt Kohtla jõe looduslikul valgjal.

**Aidu karjääri väljavool** jääb varasemate andmete kohaselt vahemikku 99-1929 l/s, keskmiselt 1002 l/s (Tamm, 2021). EGT mõõtis Aidu karjääri veetaset täppis GPS-iga 03.05.2022 - 42,70 m ü.m.p ja 17.11.2022 42,35 m ü.m.p (EH2000), veetaset mõõdeti Aidu väljavoolu truubi juurest. Vooluhulka mõõdeti 06.07.2022 ja 06.09.2022 tulemused olid vastavalt 0,63  $\text{m}^3/\text{s}$  ja 0,3  $\text{m}^3/\text{s}$ . Kõige väikseim vooluhulk registreeriti 14.08.2023 0,15  $\text{m}^3/\text{s}$ . Aidu karjääri veetasemeandmed on esitatud joonisel 15. Karjääris tõuseb veetase suurveetipul 43 m ü.m.p.

**Kohtla jõgi** on kaevandustegevuse tulemusel osaliselt kuiv. Kohtla jõe valgala on 186,5  $\text{km}^2$ , jõe põhitelje pikkus on 12,2 km. Kohtla jõkke suubuvad: Varja oja (Naisteoja) VEE1071400, Varbe peakraav (Varbe oja) VEE1071100 ja Hiiesoo peakraav (Külmoja) VEE1071300 ning Vahtsepa kraav VEE1071000. Mõõda Vahtsepa kraavi jõuab Kohtla jõkke suletud Käva ja Kukruse kaevandusvee väljavool. EGT mõõdab Vahtsepa kraavis vooluhulka ja automaatanduriga veetaset alates 2022. a juunist. Andur paikneb raudteesilla all kraavi põhjas. Kogutud andmed on esitatud joonisel 16,17. Mõõdetud vooluhulgad varieerusid vahemiku 0,09-0,75  $\text{m}^3/\text{s}$ , samas veetaseme kõveral võib järeldada, et veetaseme maksimumhetkel, aprilli alguses oli vooluhulk tõenäoliselt veelgi suurem. Samas on selgelt näha, et Vahtsepa kraavi vee hulk on seotud lumeveevaru ning selle sulamisega. Lumesula vesi jõuab kiirelt suletud kaevandusse ning juuni alguseks on lumeveest täitunud kaevandused liigveest tühjaks jooksnud. Antud näide kirjeldab hästi, kuidas kaevandamine on muutnud põhjaveerežiimi. Netoinfiltratsioon on küll kaevandatud alal oluliselt suurem, kui see oleks kaevandamata alal, aga vaba väljavool kaevandusest viib sinna infiltreerunud vee uuesti kiiresti välja ning suvel on ikka kraavis vähe vett.



Joonis 16. Vahtsepa kraav (02. mai 2023 Foto: Maile Polikarpus)



Joonis 17. Vahtsepa kraavis raudteesilla all mõõdetud vooluhulgad 2022-2023.a.

## Valgala hüdrogeoloogiline kirjeldus

Purtse jõe valgla levib erineva geneesiga kvaternaarisetteid, mis üldjuhul oma väikese paksuse ja vähese veeanniga eraldi põhjaveekihti ei moodusta ning on hüdrauliliselt seotud Ordoviitsiumi veekompleksiga, kus eristatakse Nabala-Rakvere (O<sub>3</sub>nb-rk), Keila-Kukruse (O<sub>3</sub>kl-kk) ja Lasnamäe-Kunda (O<sub>2</sub>ls-kn) veekihte (Savitski ja Savva 2009). Purtse mattunud oru põhjaosas avaneb kvaternaarisetete all Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht.

### Kvaternaarisetete vesi

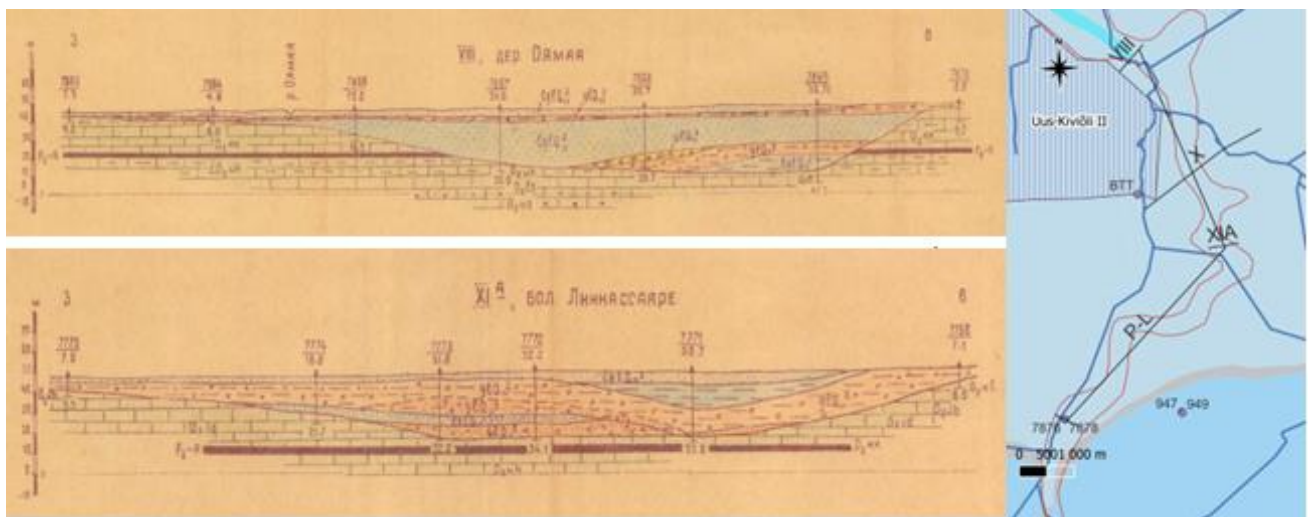
Setete geneesist lähtudes on vaadeldaval alal esindatud: soosetete, jääjärveliste setete, jõe- ja mattunud orgude setete ning veevaeses moreenis soraadiliselt leviv saviliiva- ja kruusaläätsede vesi.

Soosetete vesi on seotud soode ja rabade levikuga. Suurtes rabades on turbakihi paksus keskmiselt 3,0 m, väikestes rabades 2,0-2,5 m. Turba all lasub jääjärvelise ja järvelise päritoluga liivsavi, savi ja peeneteraline liiv. Filtratsioonikoefitsient on kuni 1 m/ööp.

Jääjärveliste setete vesi esineb keskmise-, peene- ja pisiteralistes liivades, paksusega 0,5-1,0 m. Veetase on 0,5- 2,0 m maapinnast. Kaevude erideebitid jäävad alla 0,1 l/s\*m.

Jõe- ja mattunud orgude setete vesi levib Savala mattunud orus (joonis 19). Mattunud oru piires on veekihi paksus 10-30 m, kaasaegsete jõesetete paksus on 0,5-2,0 m. Savala mattunud org, mis levib kuni 500 m laiuse ribana põhjast lõunasse, lõikab aluspõhjakiivimitesse. Oru setete vettandvad osa moodustavad eriteralistes liivad, mis vahelduvad kruusa ja aleuroliidiga. Tavaliselt lasub veekihi all vettpidav moreen, kuid tõenäoliselt on ürgoru lubjakivist seinad lõhelised, mis soodustavad vee liikumist oru külgede kaudu. Kolme oru setetes rajatud puurkaevu erideebit oli 0,25-0,5 l/s\*m, veejuhtivus 30-70 m<sup>2</sup>/ööpäevas. Maksimaalne filtratsioonikoefitsient on 3,6 m/ööpäevas.

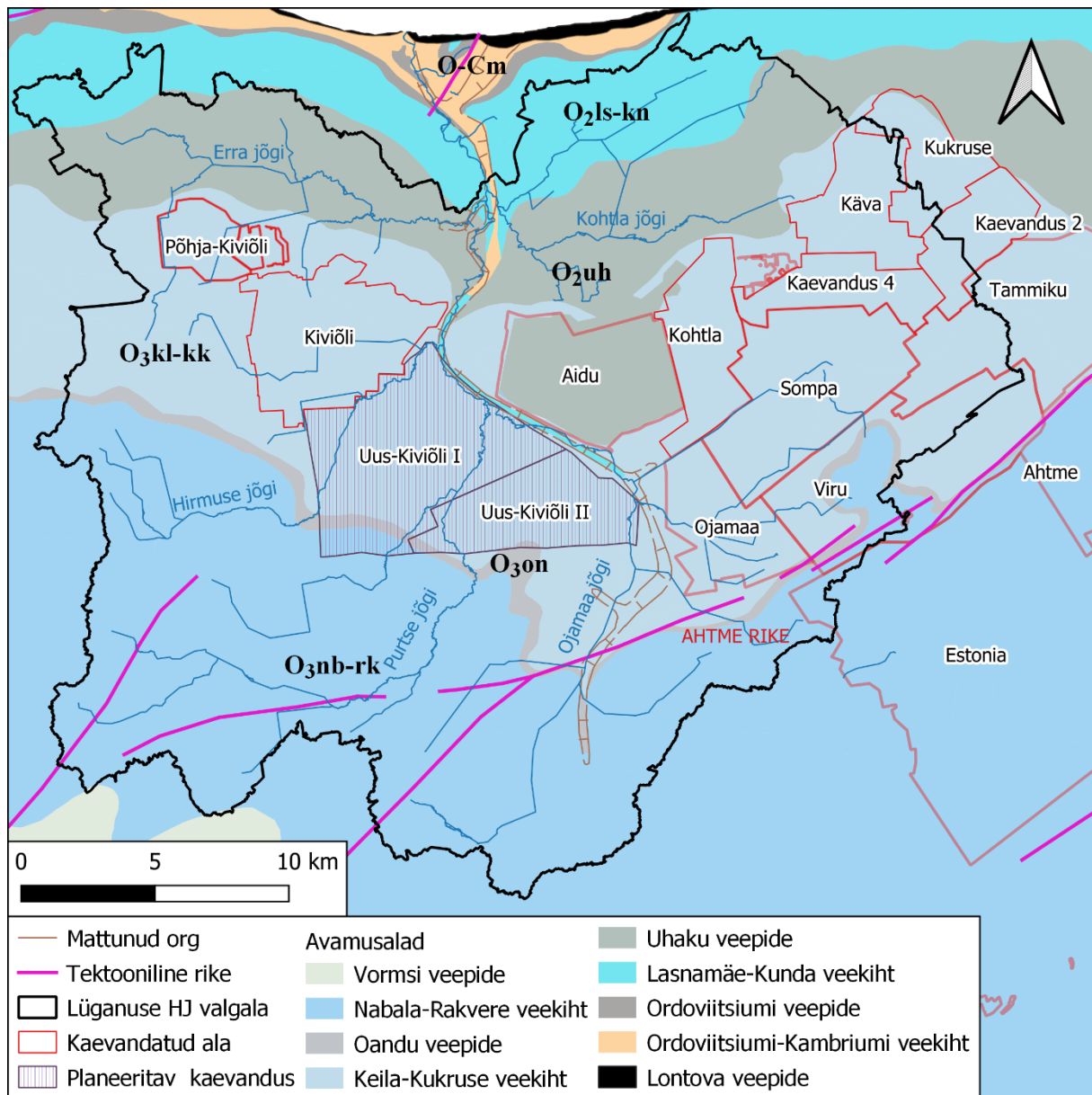
Moreenis annavad vett liivakamad kruusakamad kuni 3 m paksused vahekihid. Moreen lasub kvaternaarisetete aluspinnases aluspõhjakiivimite peal, filtratsioonikoefitsient 0,2—4,0 m/ööpäevas.



Joonis 18. Savala (Purtse) ürgoru ristlääbilõiked Ojamaa silla ja Võrnu peakraavi suudme vahelisel alla (VIII). Linnasaare rabast vahetult Lõuna pool (XIA) (Morozov, Domanova, 1972)

## Ordoviitsiumi veekompleks

**Nabala-Rakvere veekiht** levib valgala kaguosas. Veekihi paksus suureneb kagu suunas, kus see on kuni 25 m. Vettandvateks kivimiteks on Nabala ja Rakvere lademe ebaühtlaselt savikad ja kavernoossed lõhelised lubjakivid, harvem dolomiidistunud lubjakivi. Alumiseks veepidemeks on Oandu lademe savikas lubjakivi. Nabala-Rakvere veekiht toitub läbi õhukeste kvaternaarisetete sademeveest. Põhjavesi voolab välja ojadesse ja jõgedesse. Põhjaveetaseme muutuste aastane amplituud ei ületa looduslikes tingimustes 2 meetrit. Filtratsioonikoefitsient on vahemikus 2,0-7,0 m/ööpäevas (Savitski ja Savva, 2009).



Joonis 19. Purtse jõe valgjal põhjaveekihtide ja veepidemete avamusalad

**Keila-Kukruse veekihi** moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Keila, Jõhvi, Idavere ja Kukruse lademe kivimid. Veekiht levib suuremal osal kogu valgalt v.a Savala mattunud oru keskosa ning valgala põhjaosa, kus see välja kiildub. Vettandvateks kivimiteks on lõhelised, kohati kavernoossed ja dolomiidistunud lubjakivid, paksusega 18-30 meetrit. Valgala kagu osas katab veekihti Oandu suhteline veepide, mille vertikaalne veejuhtivus on 0,0003 - 0,0004 m/ööpäevas. Alumiseks veepidemeks on

Uhaku lademe savikas lubjakivi, mis levib peaaegu kogu valgala, v.a. peale kitsa riba Savala mattunud oru keskosas ning valgala põhjaosas.

Purtse jõe valgala keskosa paikneb Keila-Kukruse veekihi avamusosal, mis on ühtlasi ka veekihi väljavooluala. Põhjavee üldine voolusuund on lõunast põhja. Veekiht toitub avamusalal sademetest. Kivimite veerikkus on varieeruv. Kaevanduspiirkondades on kaevandustegevus tugevalt muutnud veekihi filtratsiooniomadusi kui ka vee liikumise suunda, sest põlevkivi tooduskiht paikneb Keila-Kukruse veekihi alumises osas. Valgala kagu osa, kus veel otseselt kaevandustegevust ei toimu (Uus-Kiviõli I-II mäeeraldise piirkonnas) on karbonaatkivimite filtratsioonikoefitsient vahemikus 14-26 m/ööpäevas. Veerikkam on veekihi ülemine osa, kus esineb ka karsti.

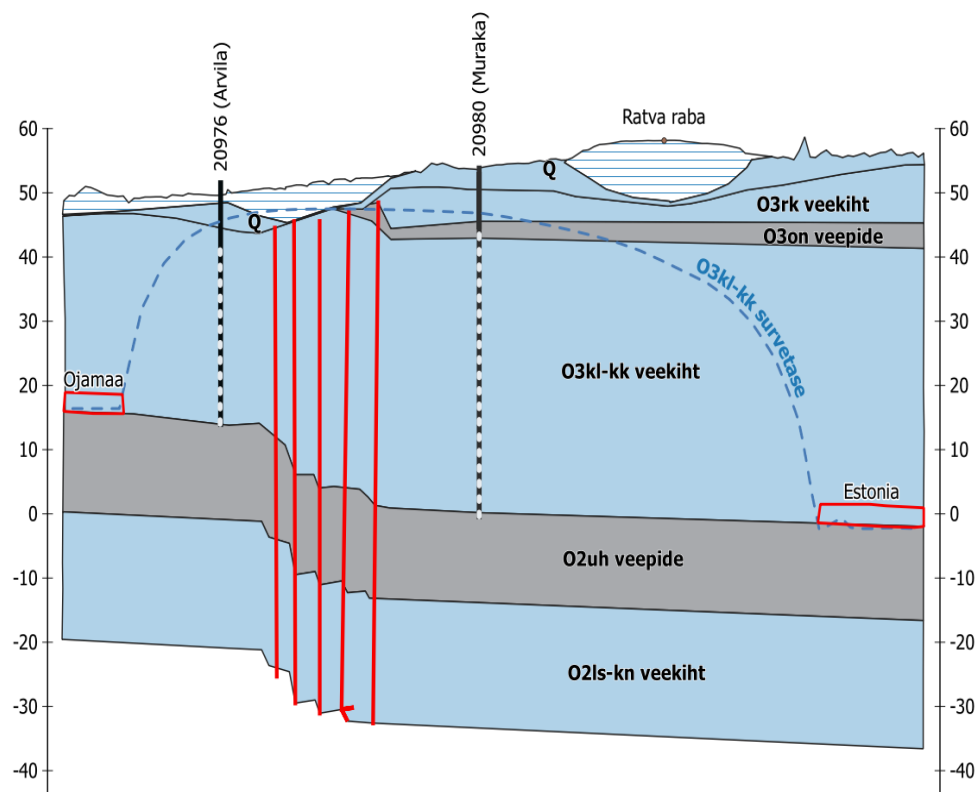
Keila-Kukruse veekihti eraldab Lasnamäe-Kunda veekihist Uhaku lademe suhteline veepide paksusega 10-16 m.

**Lasnamäe-Kunda veekihi** põhjavesi levib Kesk-Ordoviitsiumi Lasnamäe, Aseri ning Kunda lademe kivimites. Veekiht on levinud kogu valgala ulatuses ja avaneb kvaternaarisetete alla Savala mattunud oru keskosas ning valgala põhjaosas. Filtratsioonikoefitsient varieerub 0,3 kuni 2,5 m/ööpäevas. Veekihi avamusalal, kus kivimid on rohkem karstunud ja lõhelised, võib veejuhtivus ulatuda kuni 20 meetrini ööpäevas. Vettandvad kivimid on lubjakivid ja dolomiidistunud lubjakivid, mille keskmine paksus on 20 meetrit. Põhjaveetaseme aastased muutused, kaugemal kaevandustegevusest, on analoogsed Keila-Kukruse veekihi põhjaveetasemega. Aastane veetaseme muutuste amplituud ulatub kuni 1,3 meetrini.

Alumise veepideme moodustavad Alam-Ordoviitsiumi savikad lubjakivid.

**Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi moodustavad** Alam-Ordoviitsiumi Pakerordi lademe ja Kesk-Kambriumi Tiskre ja Pirita kihistu peeneteralistes, harvem aleuroliidi vahekihtidega keskmiseteralistes liivakivides. Vettandvate kivimite keskmine paksus on 22 m. Veekiht levib kogu valgala piires. Vettpidavaks lamamiks on Kambriumi savid. Veekiht on survealine, veetase alaneb põhja suunas absoluutkõrguselt 50 m kuni absoluutkõrguseni 20 m. Filtratsioonikoefitsient on 2-3 m/ööpäevas.

Purtse jõe valgala lõunaosas paikneb **Ahtme tektooniline** rike, mis on umbes 50 km pikkune ja 0,5-2 km laiune, mis jääb Ojamaa kaevanduse ning Muraka raba ja Estonia kaevanduse vahele (joonis 19, 20). Rikke vertikaalnihke amplituud on 15-20 m. Suletud kaevanduste seire raames tehtud vaatluste põhjal on väidetud, et see rikkevöönd takistab Ojamaa kaevandusest tingitud põhjavee alanduslehtri arengut lõunasuunas (Perens & Savitski, 2010).



Joonis 20. Ahtme rikkevööndi läbilõige Ojamaa ja Estonia kaevanduse vahel

## Biotoodete tehase tootmisvee allikate alternatiivid

Vaatluse all on 4 erinevat alternatiivi -biotoodete tehasele vajaliku tootmisvee saamiseks: Vahtsepa kraav, Ojamaa kaevandus, Uus-Kiviõli II kaevandus, Aidu karjäär. Veevõttu hakkavad piirama järgnevad kitsendavad faktorid: Arvila sihtkaitsevöönd (SKV), kaitsealune Kaasiksoo, Aidu sõudekanal. Lisaks on BTT võimalikku veetarbimist vaja vaadata üldises kontekstis, et kui kõik kaevandused on lõpetanud tegevuse, siis milliseks kujuneb Purtse jõe miinimum vooluhulk ning kuidas mõjutab BTT veetarbimine Purtse jõe vooluhulka.

Erinevate alternatiivide analüüsimiseks koostati Purtse jõe valgla piires põhjaveemudel, mis võimaldab hinnata töötavate, rajatavate ning suletud kaevanduste omavahelist mõju ning mõju kaitsealusele Kaasiksoole ning Arvila SKV-le. Järgnevalt kirjeldame erinevate alternatiivide võimalusi ning kaasnevaid kitsendusi.

### **Veevõtt Vahtsepa kraavist**

Vahtsepa kraavi valgala piirdub Käva ja Kukruse kaevanduse territooriumiga. Mõlemad kaevandused on vaid osaliselt täitunud veega ja nagu jooniselt 17 on näha, siis toimivad Käva ja Kukruse kaevandused maa-aluse drenaažisüsteemina, mis kiiresti juhib kevadise lumesulavee kaevandusest minema ning suvised vooluhulgad langevad 0,1 m<sup>3</sup>/s-ni, mis ei taga suveperioodil BTT veevajadust (0,2-0,4 m<sup>3</sup>/s).

### **Veevõtt Aidu karjääri idapoolsest dranžest**

Tuginedes 2023. aasta veetasemete ja vooluhulga mõõtmistele Aidu karjääris, võime järeldada, et veetase ja Aidust välja voolava veehulga määrab ära lumikatte paksus ning selle sulamise dünaamika. Vegetatsiooniperioodil, koos põuase suvega, on aurumine suurem kui sademete hulk, ning sellel perioodil on Aidu karjääri toiteallikaks ümbritsev põhjaveekiht ning Kohtla kaevandus, mille veevaru sõltub samuti sügistalvistest sademetest. Käesoleval ajal varieerub Aidu karjääri vooluhulk 2 – 0,15 m<sup>3</sup>/s. Kuid nii varasem (Savva, Savitski 2003) kui ka selle töö raames koostatud põhjaveemudel näitab, et peale Ojamaa kaevanduse sulgemist ning veetaseme taastumist kaevanduses, tõuseb veetase Kohtla kaevanduses tasemeni 46-47 m ü.m.p (2-3 m) ja Sompka kaevanduses 50-52 m ü.m.p ning see tõstab tulevikus Aidu karjäärist välja voolava vee hulka. Seega suurvee ajal, tagab Aidu väljavool BTT vajadused, kuid kuival ja kuumal suvel, nagu seda oli 2023. aasta, jääb veest BTT vajadusteks puudu.

Aidu karjääri veetaset reguleerib edelanurgas paiknev äravoolukanal Ojamaa jõkke. Samas on idapoolsed 2 dranžeed ülejäänud veekogudest eraldatud ning veevahetus käib läbi truubi, mis lubaks idapoolsetes dranžeedes rohkem vett alandada, kui truup asendada lüüsiga, mille abil saab veeliikumist reguleerida. Seega võiks alternatiivina kaaluda vee võtmist Aidu karjääri idapoolsest dranžest ning jälgida, et veetase ei langeks Aidu sõudekanalis madalamale kui on 42 m ü.m.p. Kahjuks puudub hetkel teadmine, millised on dranžeede vaheliste aheraine kuhjade veejuhtivusomadused ning kui palju vett voolaks idapoolsetesse dranžeedesse läänepoolsest Aidust või idapoolsest Kohtla kaevandusest, mistõttu on selle variandi hindamiseks vaja läbi viia suuremahuline pumpamiskatse.

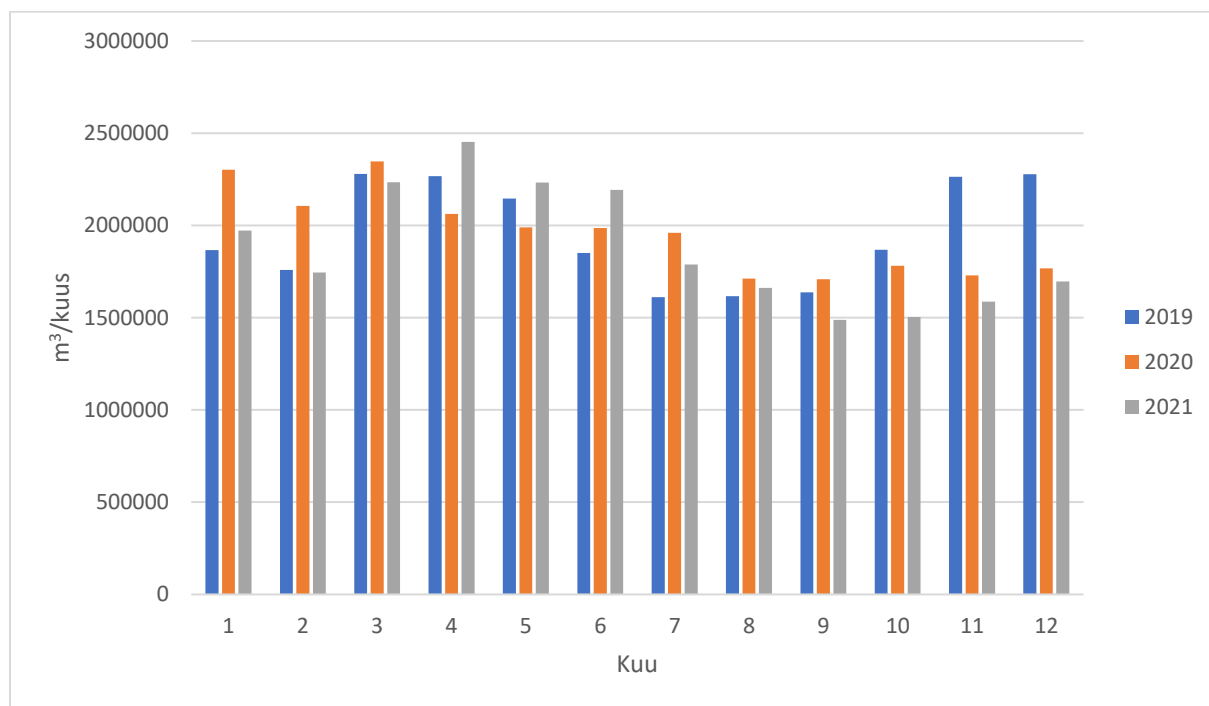
### **Veevõtt Ojamaa kaevandusest**

Ojamaa kaevandus ammendub 2027. aastal, senised veeärastusmahud näitavad, et BTT-le vajaminevad kogused on kaevandusest kätte saadavad (joonis 21). Ojamaa kaevanduse



kaevanduskäikude tühimikes on ruumi vee mahutamiseks  $20\,600\,000\text{ m}^3 \cdot 2,7\text{ m} \cdot 0,6 = 33\,372\,000\text{ m}^3$ , mis võrdub BTT 2,7 aastase maksimaalse vee vajadusega. Lisaks võimaldab kaevanduse kohal olev lubjakivi salvestada vett 25 m paksuse veesambana, kivimi (poorsus 2%) veemaht on  $10\,300\,000\text{ m}^3$ .

Ojamaa juurdevool kaevandusse on olnud keskmiselt  $23\,000\,000\text{ m}^3/\text{a}$ . Suurveeajal keskmiselt  $1\,800\,000\text{ m}^3/\text{kuus}$ . (BTT vajadus  $1\,042\,000\text{ m}^3/\text{kuus}$ ).



Joonis 21. Vee juurdevool Ojamaa kaevandusse kuude lõikes

Töö käigus modelleeriti läbi stsenaariumid, kus peale kaevanduse ammendumist jätkatakse vee välja pumpamist vastavalt BTT vajadusele 6M, 10M või 12,5M  $\text{m}^3/\text{a}$ , samal ajal modelleeriti ka Uus-Kiviõli II kaevanduse arengut.

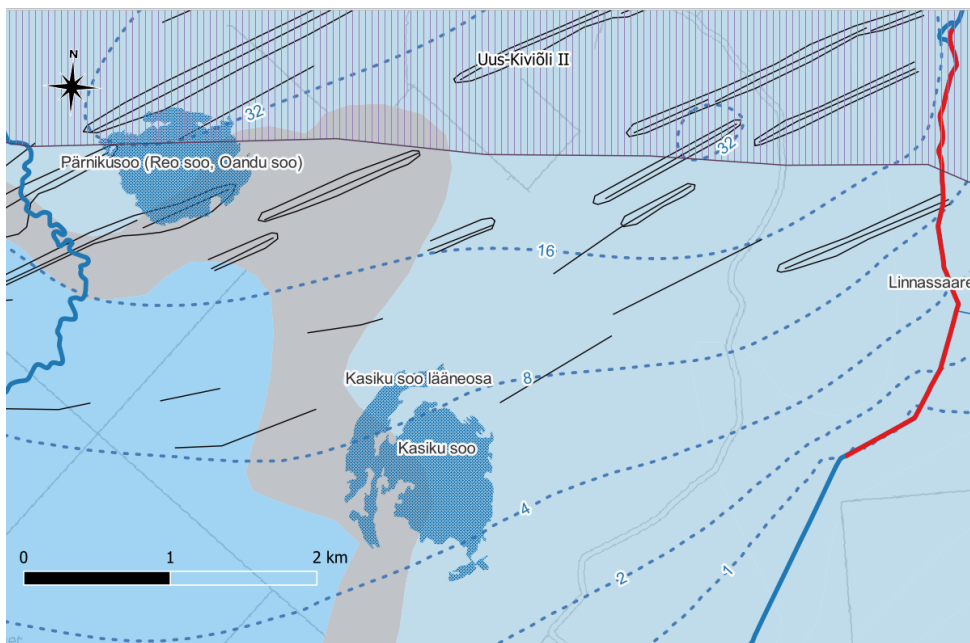
Paraku näitas mudel, et ka kõige väiksema veekoguse puhul (6 M  $\text{m}^3/\text{a}$ ) saab probleemiks Arvila SKV. Kuna kaevandamise lõppfaasis tuleb kaevandus kahest küljest vastu Arvila SKV, siis on väga oluline, et pärast kaevandustegevuse lõpetamist taastuks SKV ümber veetase võimalikult kiiresti, vastupidisel juhul avaldub negatiivne mõju SKV-le. Pikas perspektiivis, kui lasta kaevandusel enne veega täituda (5-7 aastat) seejärel alustada tarbimist 6M  $\text{m}^3/\text{a}$ , siis Arvila SKV-le olulist mõju ei ole. Varasemalt väljapakutud barjäär kaevanduskäikutesse ei too olulist leevendust, sest Uus-Kiviõli kaevandus mõjutab ka barjääri tagust veetaseme taastumist ning barjäär ei takista kaevanduse peal olevas põhjaveekihis vee liikumist.

### Veevõtt Uus-Kiviõli II kaevandusest

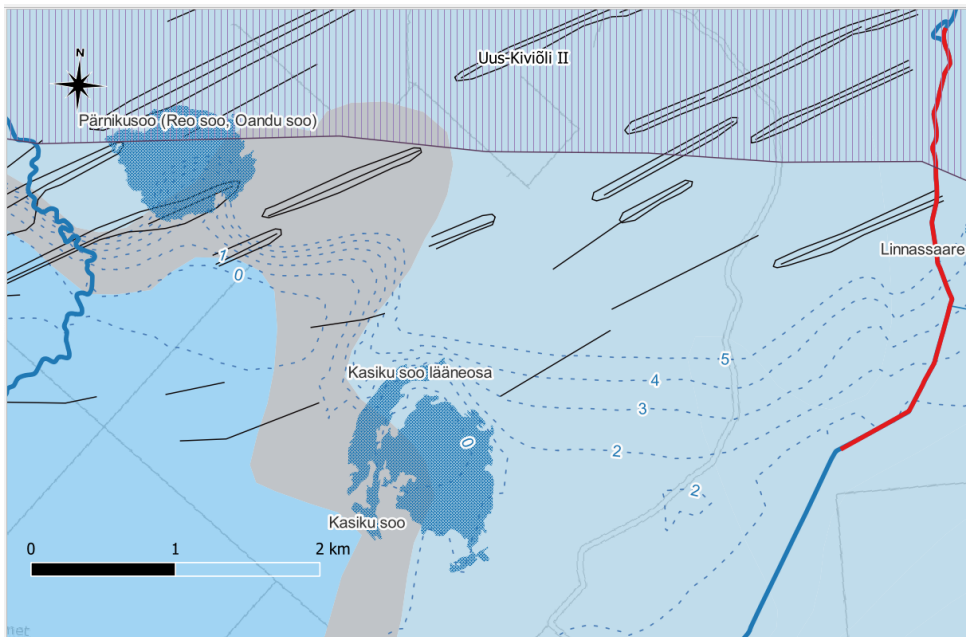
Uus-Kiviõli II kaevanduse arengut modelleeriti aastel 2024-2039. Kaevandus avatakse Rebu külas, mis on Uus-Kiviõli II kaevanduse põhjapoolsem osa ning kus põlevkivi lamami absoluutkõrgus on 20 m ü.m.p ning veetase Keila-Kukruse veekihis 46 m ü.m.p, seega veetaset põlevkivikihis tuleb alandada 26 m võrra. Uus-Kiviõli II kõige kagupoolsemas punktis on põlevkivi lamami absoluutkõrgus 9 m ü.m.p. Põhjaveetase 53 m ü.m.p., mis nõuab survetaseme alandamist põlevkivikihis 44 m võrra. Mudelis on

Keila-Kukruse veekiht kirjeldatud 2 mudeli kihina. Kaevandatav kiht 3 m paksune ning sellel lasuv ülejäänud Keila-Kukruse veekiht.

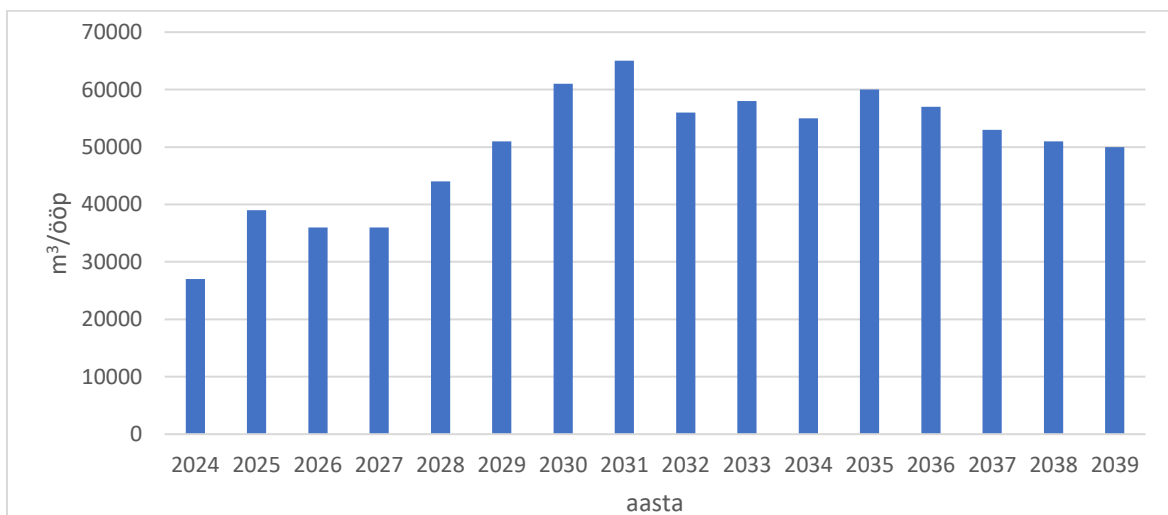
Joonistel 22 ja 23 on esitatud veetaseme muutused Keila-Kukruse veekihis ning pinnakattekihis Oandu ja Kaasiksoo ümbruses, kui Uus-Kiviõli II kaevandus on saavutanud maksimaalse ulatuse 2039. aastaks. Joonistelt näeme, et Oandu soo ja Kaasiksoo all kiildub välja Oandu veepide. Samas on geofüüsikaliste meetoditega tuvastatud palju rikkeid ja karstisoone, mis teeb soode ümbruse hüdrokeoloogilise situatsiooni keeruliseks ning mudelprognoozi koostamise ilma suuremahulise katsepumpamiseta väga keeruliseks. Kuid tuginedes tänastele teadmistele, et Ojamaa kaevandus avaldab mõju Ojamaa jõele ning Ojamaa kaevanduse poolt põhjustatud veetaseme alandus 1,4 km kaugusel ulatub 3-4 m, siis pole ka välistatud sarnane mõju Kaasiksoole, mis asub samuti 1,4 km kaugusel Uus-Kiviõli II kaevanduse piirist. Kuna eeldatava mõju põhjustajaks on kaevandustegevus, siis koostatakse KMH-s Uus-Kiviõli II kaevandusele kaitsealuse Kaasiksoo säilitamiseks seirevõrgu rajamise ja seirekohustus ning mõjude ilmnenemise korral kaevetööde edasi liikumise peatamise või veetõkke rajamise kohustus.



Joonis 22. Uus-Kiviõli II kaevanduse poolt põhjustatud veetaseme alanemine Keila-Kukruse veekihis (2023.a veetasemiinus-2039 a veetase), Kaasiksoo ja Oandu soo piirkonnas. Hall ala- Oandu veepideme avamusala. Mustad jooned oletatav karst või rike



Joonis 23. Uus-Kiviõli II kaevanduse poolt põhjustatud veetaseme alanemine pinnakattes Kaasiksoo ja Oandu soo piirkonnas. Hall ala- Oandu veepideme avamusala; mustad jooned oletatav karst või rike. Punane joon --suvel kuiv Ojamaa jõe lõik.



Joonis 24. Uus-Kiviõli II kaevandusest välja pumbatavad veekogused.

Uus-Kiviõli II kaevandusest välja pumbatavast vee kogusest moodustab 1/3 infiltreeruv sadevesi. BTT-le vajalik veekogus ( $18\,000\text{ m}^3/\text{d}$  -  $35\,000\text{ m}^3/\text{ööp}$ ) on hiljemalt 2028. a tagatud (joonis 24). Võimalik mõju Kaasiksoo veerežiimile on mõlemal juhul sama, sõltumata sellest, kas töötavast kaevandusest pumbatakse vett Ojamaa jõkke või juhitakse see BTT-sse.

Kokkuvõtteks oleks alternatiivid järgmised:

BTT tarbeks on võimalik võtta vett 2024-2027. a Ojamaa kaevandusest ning/või suurveeajal Aidu karjäärist. Madalvee ajal tagab Purtse jõe miinimumvooluhulga Uus-Kiviõli kaevandus.

Aastatel 2028-2034 saab vett võtta Uus-Kiviõli kaevandusest ning suurveeajal Aidu karjäärist. Ojamaa kaevanduse täitumise ajal ei anna Ojamaa kaevandus vett Ojamaa jõkke juurde. Sellel ajavahemikul peaks seire juba näitama hakkama, kas Uus-Kiviõli mõjutab Kaasiksood.

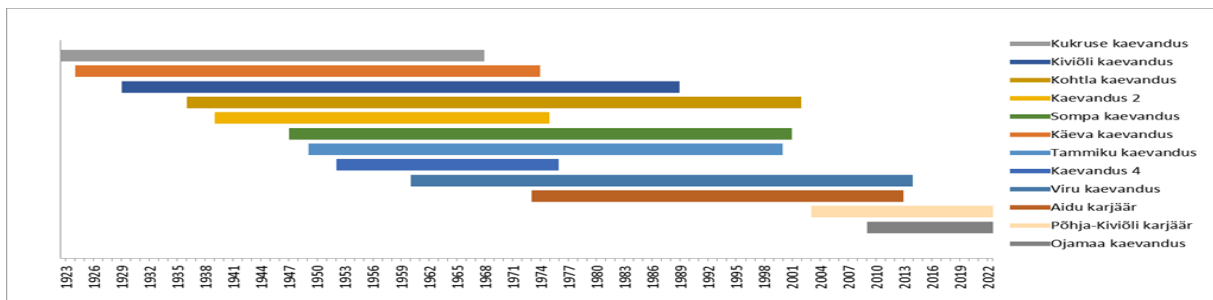
Alates aastast 2034 on Ojamaa kaevandus veega täitunud, veetase on tõusnud Kohtla ja Sompka kaevandustes. Veetaseme tõus Kohtla kaevanduse põhjaosas põhjustab üleujutust ja liigvesi tuleb ära juhtida. Ühtlasi tõuseb ka Aidu karjäärist välja voolava vee hulk. Seega on tõenäoline, et Aidust saab koos lüüsisüsteemiga aastaringelt vajalikus koguses vett kätte.

2034-2039 tagab Purtse jõe miinimumvooluhulga Uus-Kiviõli II ja hiljem Uus-Kiviõli I kaevandus kuni aastani 2051.

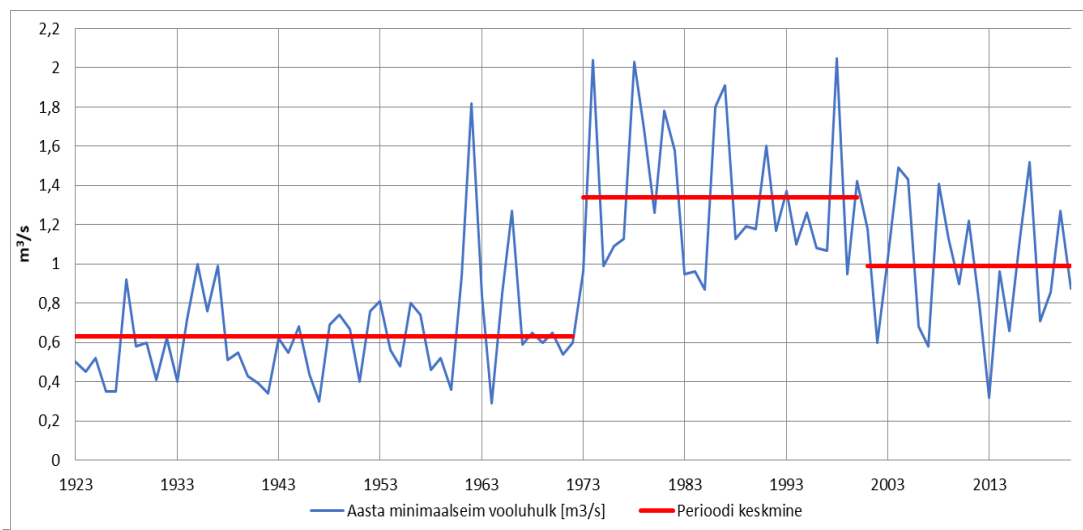
## Kaevandustegevuse mõju Purtse jõe vooluhulkadele

Ettevõtete huvi põlevkivi uurimise ja kaevandamise vastu tekkis pärast 1916. aastal valminud uuringut, mis käsitles põlevkivi põletamise võimalusi katlamajades ja vedurites. Kahe maailmasõja vahel alustasid mitmed ettevõtted põlevkivi detailuuringutega ning rajati esimesed karjäärid ja kaevandused: Põvandu, Vanamõisa, Küttejõu, Kukruse. Põlevkivi kaevandamist alustati Kukruse lademe avamusalalt esialgu karjääri viisil, kaevandustegevuse laienemisega lõunasuunas tuli kasutusele võtta allmaakaevandamise meetodid. Kuni 50nendate aastateni kasvas põlevkivitoodang ühtlaselt ja oli üsna tagasihoidlik. Purtse jõe vooluhulkadele sel perioodil kaevandustegevuse mõju ei avaldu.

Põlevkivi uurimine sai hoo sisse pärast II maailmasõda, millele järgnes uute kaevanduste rajamine. Ahtme - 1946, Kaevandus nr 2 - 1949 ja Tammiku – 1951. Seoses soojuselektrijaamade rajamisega kasvas nõudlus põlevkivitoorme järgi veelgi ning 1961. a alustati Viru kaevanduse rajamist, 1971. a. Estonia ning 1973.a avati Aidu karjäär (Joonis 25). Põlevkivitoodang kasvas jõudsalt kuni 1980. a, mil avati Sosnovi Bori AEJ. Seejärel vajadus põlevkivist elektrit toota vähenes (Kattai jt 2000).



Joonis 25 Purtse jõe valgala toimunud kaevandustegevused

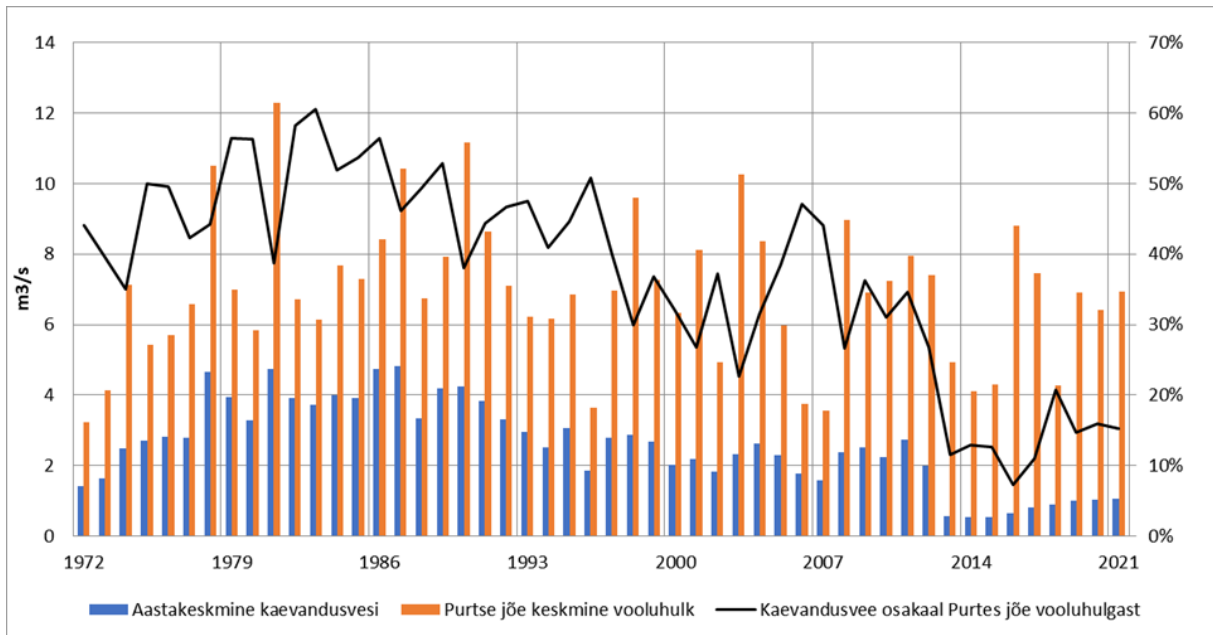


Joonis 26. Purtse jõe aasta minimaalne vooluhulk ja perioodi keskmine minimaalne vooluhulk

Vaatamata põlevkivi aastatoodangu langusele, ei langenud sama kiiresti kaevandusvee hulk, sest kaevandusest vee väljapumpamise vajadus püsis sõltumata kaevandusmahtudest. Jooniselt 26 võib järeldada, et ajavahemikus 1973-1999 oli Purtse jõe keskmine minimaalne vooluhulk  $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$ , mis on üle kahe korra suurem kui perioodil 1923-1972 –  $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ajavahemikku 1973-1999 jäi Aidu karjääri avamine ning Kohtla ja Sompka kaevanduste laienemine. Purtse jõe valgala veebilansi seisukohast suurenes kaevanduste kohal sademete netoinfiltratsioon, millega vähendati looduslikku äravoolu jõgedesse ja kraavidesse ning kaevanduste kohal alandatud põhjaveetasemete tõttu polnud põhjavesi kätte saadav ka taimestikule, seeläbi tõenäoliselt vähenes ka evapotranspiratsioon. Kuna vee infiltreerumine läbi kivimi on kordi aeglasem kui vee äravool kraavivõrgus, siis kevadel põhjavette infiltreerunud sademevesi jõuab läbi kaevanduste Purtse jõkke viibega, mis omakorda tingis ka minimaalsete jõe vooluhulkade suurenemise madalveeperioodil.

Purtse jõe keskmine minimaalne vooluhulk langes  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  pärast Sompka ja Kohtla kaevanduste sulgemist. Aidu karjääri (2012) ja Viru kaevanduse sulgemine 2013. aastal peegeldub jõe miinimumvooluhulga muutuses, kuid see kaob pärast Aidu karjääri veega täitumist ning karjäärist väljavoolu taastumist (Joonis 26). Samal ajal jätkus Ojamaa kaevanduse ja Põhja-Kiviõli karjääri laienemine, millega kaasneb samuti suurenev välja pumbatav vee hulk.

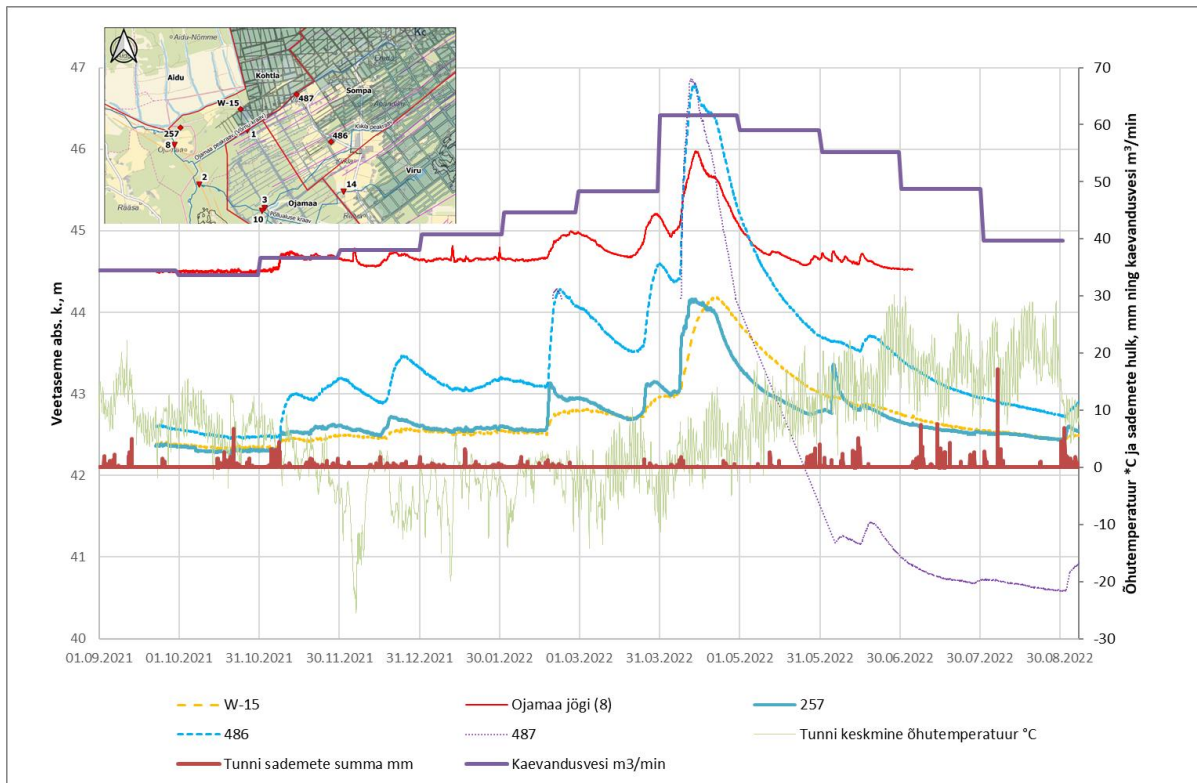
Kui enne 2013. aastat moodustas Purtse jõe keskmisest vooluhulgast kaevandusvee kogus 30-60 %, siis käesoleval ajal moodustab see vaid 10-20 % (Joonis 26), samas keskmises vooluhulgas langustrendi märgata ei ole. Sellise võrdluse tegemisel tuleb arvestada, et kaevandustest väljapumbatavat vee kogust ei mõõdetata Purtse jõe suublas vaid vahetult enne settebasseinidesse pumpamist. Seega osa väljapumbatud veest infiltreerub enne Purtse jõkke suubumist põhjavette tagasi.



Joonis 27. Purtsi jõe aastakeskmine vooluhulk, kaevandusvee aastakeskmine vooluhulk Purtses jões ning kaevandusvee osakaal Purtses jõe vooluhulgast

Kui võrrelda Ojamaa jõe vooluhulka käesoleval ajal ning 1960. aastatel, siis võib järeldada, et pärast Ojamaa kaevanduse sulgemist taastub voolurežiim nagu see oli varasemal perioodil, kus suured vooluhulgad on seotud talvise suurveega ning madalveeperioodil on jões vähe vett. Peale sulgemist ei jõua madalveeperioodil Ojamaa jõkke enam sama palju vett kui kaevandamise ajal. Ojamaa kaevanduse sulgemise tulemusel tõuseb veetas nii Viru kui ka Sompaa kaevandustes. Viru kaevanduse toruallikad töötavad suurvee perioodil pikemat aega, tõenäoliselt suureneb vee väljavool Aidu karjääri läbi Kohtla kaevanduse.

Suletud kaevanduste sesoonset veerežiimi kirjeldab joonis 18, kus on esitatud Ojamaa kaevandusega piirnevate Kohtla ja Sompaa kaevanduste veetasemed, Ojamaa jõe veetase peale Ojamaa kaevanduse väljalaske ning Ojamaa kaevandusest välja pumbatavad kuukeskmised vee kogused. Samuti on lisatud joonisele Jõhvi ilmajaamas mõõdetud sademete hulgid ning õhutemperatuur. Joonis näitab selgelt, et nii Keila-Kukruse veekihi kui ka kaevanduste veerežiim sõltub tugevalt lumesula perioodist ning seega lumikatte paksusest. Nii Ojamaa jõe vooluhulk kui põhjaveetasemete maksimumid ning Ojamaa kaevandusest välja pumbatavate veekoguste maksimumid jäävad lumesula perioodi. Samas juuli ja augusti sademetest ei jõua intensiivse evapotranspiratsiooni tõttu põhjavee toiteks praktiliselt midagi.

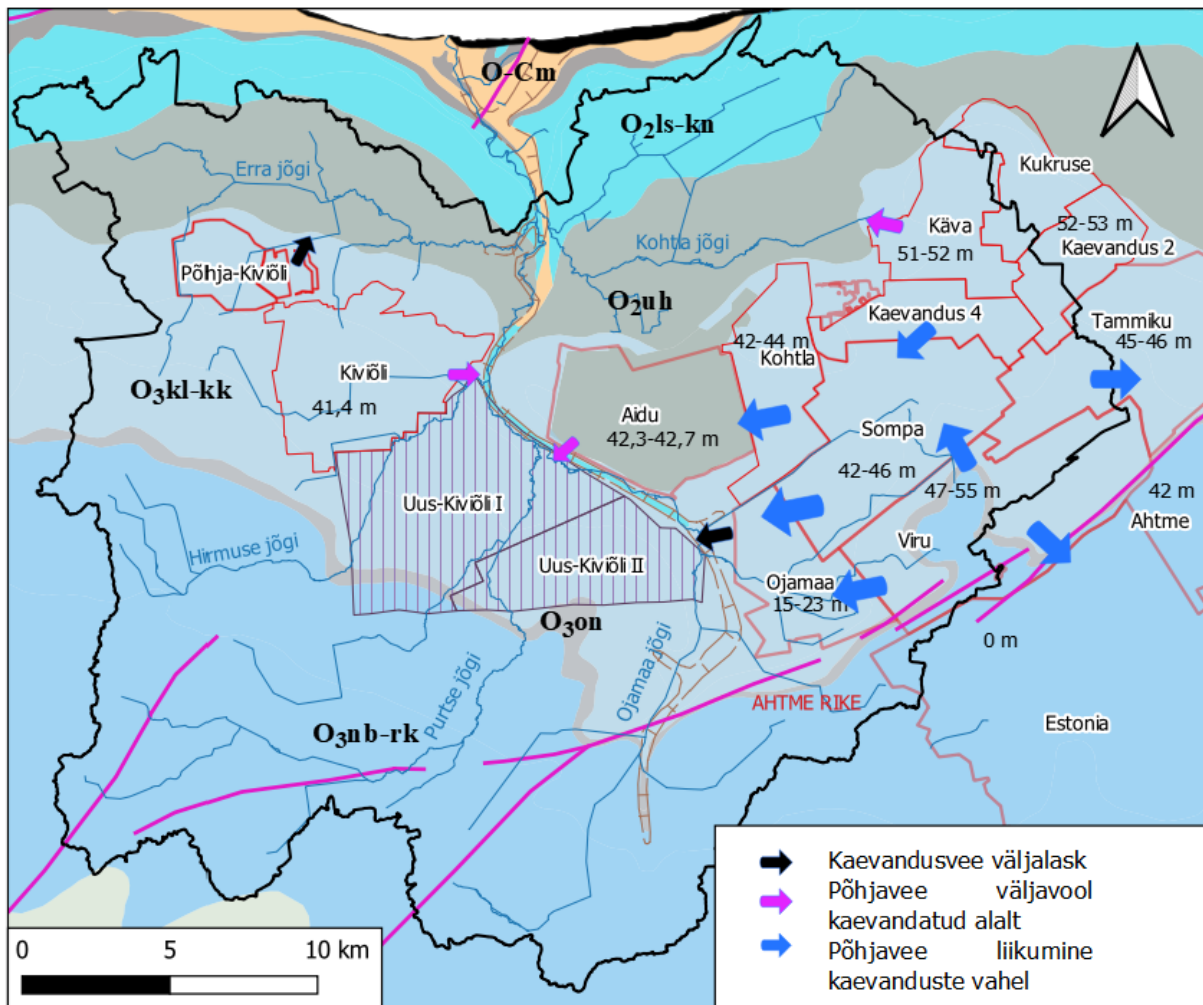


Joonis 28. Veetasemete sesoonne kõikumine Ojamaa kaevandusega piirnevates veega täitunud Kohtla (W-15) ja Sompja (486, 487) kaevandustes. Seirekaev 257 kirjeldab veetaseme muutust Ojamaa ja Aidu karjääri vahelisel alal. Ojamaa jõe veetase ning Ojamaa kaevandusest välja pumbatud kuukeskmised vooluhulgad

Samas kui võrrelda jooniseid 6 (Purtse jõe vooluhulk), 15 ja 28, siis suletud kaevandustes toimuvad veetaseme muutused praktiliselt sama kiiresti, kui muutub Purtse jõe vooluhulk. Kaevandusest välja pumbatavad veekogused aga nii kiiresti ei lange, mis tagab Ojamaa jões suveperioodil suurema vooluhulga, kui looduslikus seisundis. Siit võib teha veelkord järelduse, et pärast Ojamaa kaevanduse sulgemist hakkab rohkem vett liikuma Aidu karjääri suunas, kuid muutus kajastub eelkõige suurveeperioodil ning kuival ja kuumal suvel langevad Purtse jõe minimaalsed vooluhulgad tagasi kaevanduseelsesse aega, kus minimaalne keskmine vooluhulk oli  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## Purtse jõe valgala veebilanss

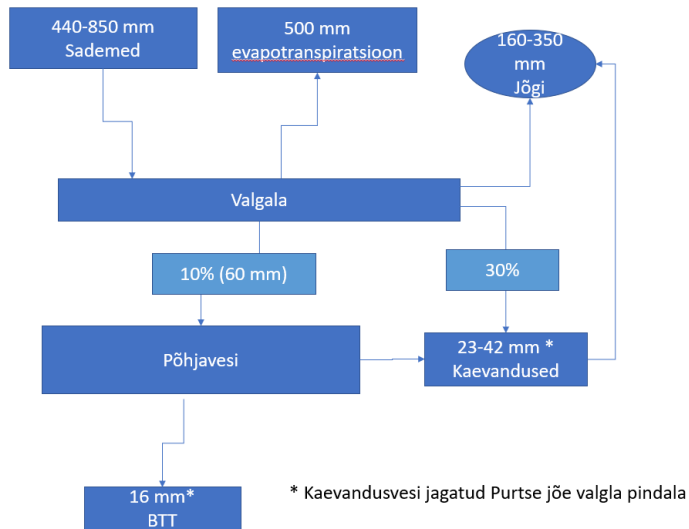
Purtse jõe valgala toiteallikaks on sademed. Jõgi oma lisajõgedega on suuremal või vähemal määral seotud Nabala-Rakvere ja Keila-Kukruse põhjaveekihtidega. Maapinnalähedaste põhjaveekihtide toitumine sõltub samuti sademete hulgast. Kaevandused (Joonis 29) omakorda drenivad Keila-Kukruse veekihti. Kaevandustegevus alandab põhjaveetaset, mis soodustab suuremat sademete netoinfiltratsiooni, kui see oleks looduslikus tingimuses.



Joonis 29. Kaevanduste veetasemed ja põhjavee liikumis suundad kaevanduste vahel

Joonisel 29 on esitatud põhjaveetaseme absoluutne kõrgus kaevandustes ning põhjavee liikumissuundad kaevanduste vahel. Nii Viru kaevandus kui Tammiku kaevandus ning Kaevandus 2 dreenevad põhjavett Purtse jõe valglat ära Pühajõkke ning Estonia kaevandusse. Ojamaa kaevandus dreeneb Sompa, Kohtla ning Viru kaevandust. Ojamaa kaevandusvesi suunatakse Ojamaa jõkke, väljapumbatav veekogus varieerub sõltuvalt aastaajast 0,4-0,76 m<sup>3</sup>/s. Aidu karjäär dreeneb samuti Kohtla kaevandust, Kohtla kaevandus omakorda Kaevandus nr 4 ning ka Sompa kaevandust. Aidu karjääri väljavooluhulk varieerub 0,15-2 m<sup>3</sup>/s. Vahtsepa kraav dreeneb Käva ja Kukruse kaevandust, kraavi vooluhulgad jäävad vahemikku 0,1-0,7 m<sup>3</sup>/s. Käva ja Kukruse kaevanduste põhjaosa ei ole veega täitunud. Vahtsepa kraavi valgala piirneb Käva ja Kukruse kaevanduse territooriumiga. Kiviõli kaevandusest voolab isevoolselt välja 0,3-0,6 m<sup>3</sup>/s, mis suubub Purtse jõkke.





Joonis 30. Valgala veebilansi komponendid

Samas dreenitakse valgla piiril paiknevate töötavate või suletud kaevanduste poolt osa põhjavett teise valglasse. Lumesulavesi, mis põhjavette infiltreeruda ei jõua, dreenitakse kraavivõrku mööda jõgedesse või tarvitatakse taimestiku poolt ära. Valgala veevaru on võimalik suurendada suletud kaevandustest vee äravoolu takistamisega jõkke ja/või evapotranspiratsiooni arvelt. Seega jõe minimaalset vooluhulka vähendamata saame valgala veebilansi suurendada netoinfiltratsiooni suurendamisega.

## Kokkuvõte

- Vaatlusandmed näitasid, et 2023. a madalveeperioodil oli Ojamaa jõgi 3 km pikkusel lõigul, kus pinnakate on õhuke või puudub, Ojamaa kaevanduse tõttu kuiv.
- On üsna tõenäoline, et pärast kaevandustegevuse lõpetamist langevad Purtse jõe keskmised miinimumvooluhulgad tagasi kaevandamiseelse aega.
- Kaevandatud aladel on netoinfiltratsioon küll suurem, kuid tänu iseoolsetele väljalaskmetele ja kaevandustegevuse tõttu oluliselt muutunud kivimi filtratsiooniomadustele dreenitakse peamiselt sügis-talvistest sademetest kaevandatud alal infiltreerunud vesi suve alguseks kaevandustest välja.
- Ojamaa kaevanduses on BTT jaoks vajalik põhjaveekogus olemas, mida näitavad senised veeärastuse andmed. Kitsendavaks teguriks on Arvila SKV, millele Ojamaa kaevandus läheneb. Seniste seireandmete põhjal kalibreeritud mudel näitab, et Arvila SKV veerežiimi säilitamiseks on oluline Ojamaa kaevandus võimalikult kiire veetaseme taastumine.
- Taastunud veetasemega Ojamaa kaevandusest on võimalik 6 miljonit m<sup>3</sup>/a vett välja võtta ilma Arvila SKV-le mõju avaldamata.
- Hiljemalt aastaks 2028 on Uus-Kiviõli II kaevandusest välja pumbatavad kogused nii suured, et tagada vajalik veekogus BTT-le. Samas kitsendavaks teguriks on kaevandustegevuse võimaliku mõju avaldumine kaitsealusele Kaasiksoole.
- Vahtsepa kraavis, mis dreenib Käva ja Kukruse kaevandust, on vajalik veekogus olemas vaid suurveeajal.
- Aidu karjääri tagab samuti vajaliku veekoguse vaid suurveeperioodil. Samas modelleerimistulemused näitasid, et Ojamaa kaevanduse täitumisega kaasneb veetaseme tõus Sompa ja Kohtla kaevanduses, mis omakorda suurendab Aidusse välja voolava vee hulka.
- Katsetada võiks Aidu karjääri kahe idapoolse dranžee eraldamine lüüsi abil ülejäänud karjäärist.

## Kasutatud kirjandus

- Jaagus, J., 2013. Nüüdiskliima. Kogumikus: Eesti kliima minevikus ja tänapäeval, (toimetajad) Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu.
- Jaagus, J., Aasa, A., Aniskevich, S., Boincean, B., Bojariu, R., Briede, A., Danilovich, I., Castro, F. D., Dumitrescu, A., Labuda, M., Labudová, L., Lõhmus, K., Melnik, V., Mõisja, K., Pongracz, R., Potopová, V., Řezníčková, L., Rimkus, E., Semenova, I., Stonevičius, E., ... Zahradníček, P., 2022. Long-term changes in drought indices in eastern and central Europe. *International Journal of Climatology*, 42 (1), 225–249. DOI: 10.1002/joc.7241
- Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. 2000 Eesti Põlevkivi. Akadeemia Trükk
- Keskkonnaagentuur 2021, Hüdroloogiline aastaraamat 2021.
- Kohv, M., Pungas-Kohv, P., 2023 Soode taastamine kui praeguse sajandi maaparandus, Eesti Loodus
- Koit, O., Pärn, J., Tarros, S., Hunt, M., Abreldaal, P., 2023. Exploring the hydrological sensitivity of surface water and groundwater resources in the boreal region of Estonia. 30TH INTERNATIONAL KARSTOLOGICAL SCHOOL AND 30TH ANNIVERSARY. Karst – Approaches and Conceptual Models. Postojna, Slovenia, 19–23 June 2023.
- Montibeller, B., Jaagus, J., Mander, Ü., Uemaa, E., 2021. Evapotranspiration Intensification Over Unchanged Temperate Vegetation in the Baltic Countries Is Being Driven by Climate Shifts. *Frontiers in Forests and Global Change*. 4. 10.3389/ffgc.2021.663327
- Morozov, V., Domanova, N., 1972 Aruanne detailuuringust Eesti põlevkivimaardla kaeveväljal nr. 12 ja kaevavälja nr. 1 põhjaosas 1969.-1971. a. EGF 3215
- Osjamets, M., Polikarpus, M., Hunt, M., Raidla, V., Männik, M., Ani, T., Marandi, A. 2022. Ojamaa kaevanduse ja Muraka soostiku ökosüsteemi põhja- ja pinnaveeseire 2021. aastal. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere
- Running, S. W.; Mu, Q.; Zhao, M.; Moreno, A. (2019): User's Guide MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product (MOD16A2/A3 and Year-end Gap-filled MOD16A2GF/A3GF) NASA Earth Observing System MODIS Land Algorithm (For Collection 6), Version 2.2, June 10, 2019.
- Savitski, L., 2003 Suletud ja suletavate kaevanduste mõju põhjaveele. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn EGF 7496
- Savitski, L., Savva, V. 2009 Hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosid seoses Uus-Kiviõli kaevanduse avamise ja Aidu karjääri sulgemisega. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn
- Tamm, I. 2021 LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Põlevkivi kaevandatud ala ise-voolsete väljalaskmete veekeemia ja veekoguste uuring ning mõju hinnang pinnaveekogumitele
- Viru, B., Jaagus, J., 2020. Spatio-temporal variability and seasonal dynamics of snow cover regime in Estonia. *Theoretical and Applied Climatology* 139, 759–771.

## Lisa 1. Aidu karjääri idatruubi sulgemise katse

### Eesmärk

Biotoodete tehase rajamiseks vajalike tootmisvee allikate keskkonnamõjude hindamise (KMH) raames viidi Aidu karjääris läbi vooluhulga mõõtmised ja veetaseme seire märtsis ja aprillis 2024. Selle eesmärk oli jälgida, kuidas mõjutab Aidu idatruubi sulgemine ülejäänud karjääri veetasemeid ja äravoolu Ojamaa jõkke.

Välitöödel osalesid Maile Polikarpus, Andres Marandi, Siim Tarros, Merle Truu, Valle Raidla ja Leonid Latsepov.

### Kasutatud seadmed

Vooluhulga mõõtmiseks kasutati akustilisel dopleri efektil töötavat mõõteseadet SonTek River Surveyor RS5. Veetaseme absoluutse kõrguse määramiseks Trimble RTK-GPS seadet. Veetaseme pidevseireks kasutati automaatandurit TD-Diver (tootja: Eijkelkamp), maksimaalse uputussügavusega 10 m, mille mõõteviga on +/- 1,5 cm. Veetasemete erinevuse täpseks nivelleerimiseks kasutati optilist nivelliiri.

### Vaatluspunktid

Vaatluspunkt AiduS01 asub Aidu väljavoolus, truubist ülesvoolu. Vaatluspunkt AiduS02 asub Aidu idatruubist lääne pool ja vaatluspunkt AiduS03 idatruubist ülesvoolu.



Joonis 1. Vaatluspunktide asukohad Aidu karjääris

### Välitööd

Vaatluspunkti AiduS01 oli veetasemeandur paigaldatud juba 2023. aasta juunis. 14.08.2023 mõõdeti Aidu karjääri väljavooluks 0,15 m<sup>3</sup>/s.

13.03.2024 paigaldati mõlemale poole idatruupi veetaseme automaatandurid (vaatluspunktid AiduS02 ja AiduS03). Samuti mõõdeti vooluhulka Aidu idatruubis (AiduS02) ja väljavoolus (AiduS01).

02.04.2024 hommikul suleti Aidu idatruubi sissevool liivakottidega (Foto 2). Sel päeval mõõdeti vooluhulka vaatluspunktides AiduS01 kahel korral ja AiduS02 vahetult pärast truubi sulgemist.



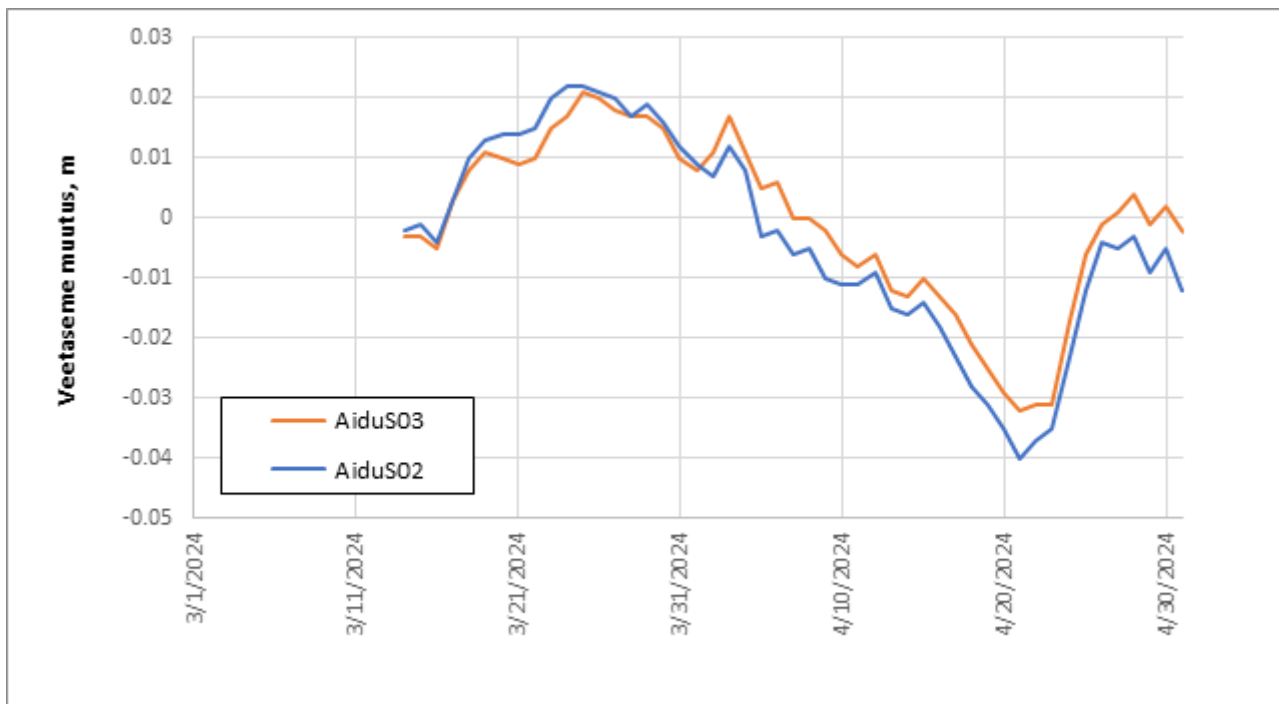
Foto 2. Idatruubi sulgemine

Järgnevalt toimus vooluhulga mõõtmine vaatluspunktis AiduS01 03.04.2024, 08.04.2024, 12.04.2024 ning viimast korda 02.05.2024. Mõõdetud vooluhulgad ja veetasemed on esitatud tabelis 1 ja joonistel 3 ja 4.

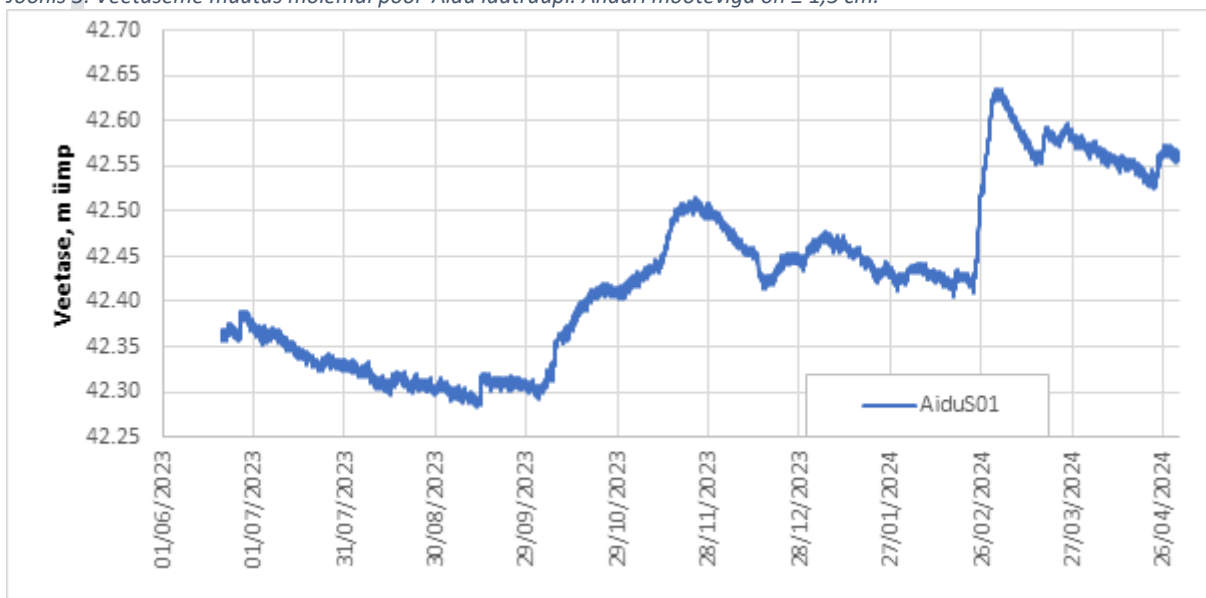
Kuna veetasemete muutused on samas suurusjärgus anduri mõõteveega, siis 12.04.2024 nivelleerisime veetasemed mõlemal pool suletud truupi. Veetaseme erinevus oli 2 cm.

Tabel 1. Mõõdetud vooluhulgad

Vaatluspunkt	kuupäev	Vooluhulk m <sup>3</sup> /s	Märkus
AiduS01	13.03.2024 10:00	1.85	
AiduS01	02.04.2024 11:16	1.81	
AiduS01	02.04.2024 18:40	1.80	
AiduS01	03.04.2024 11:40	1.79	
AiduS01	08.04.2024 09:45	1.73	
AiduS01	12.04.2024 10:57	1.58	
AiduS01	02.05.2024 10:00	1,69	
AiduS02	13.03.2024 11:37	0.62	Truubis sees
AiduS02	13.03.2024 12:00	0.80	Truubi ees
AiduS02	02.04.2024 19:07	0.15	Pärast truubi sulgemist, truubi ees
AiduS02	12.04.2024 12:00	0.05	Tugev lääne tuul puhus vett vastuoolu



Joonis 3. Veetaseme muutus mõlemal pool Aidu idatruupi. Anduri mõõteviga on  $\pm 1,5$  cm.



Joonis 4. Aidu karjääri veetase (AiduS01) ajavahemikus juuni 2023 – aprill 2024. Veetaseme erinevus võrreldes AiduS02 oli 1-2 cm ehk sama suur kui mõõteviga

### Kokkuvõte

Aidu karjääris läbi viidud idatruubi sulgemiskatse näitas, et liivakotid sulgesid küll vee liikumise idatruubis, kuid ei takistanud vee liikumist läbi aheraine ning veetasemed mõlemal pool truupi olid praktiliselt sarnased (2 cm). See tähendab, et aheraine juhib hästi vett ja veetaseme alandamine ükskõik millises Aidu kanalis mõjutab kogu Aidu karjääri veetaset, sealhulgas ka sõudekanalis.

Sulgemiskatses saab teha järgmised järeldused Aidu vee kasutamise kohta:

1. Aheraine hea veejuhtivuse tõttu tuleb Aidu karjääri käsitleda kui ühtset veekogu ning ei saa eraldada väiksemaid osi.

2. Aidu karjäärast vee võtmiseks tuleb vee väljavoolu reguleerida väljavoolupunktis (AiduS01).
3. Veehulga tagamiseks on vaja vähemalt kuu täpsusega hüdroloogilisi prognoose Aidu äravoolust.
4. Aidu kasutamiseks veehoidlana ja tööstuse veeallikana on vaja teha hüdrotehniline projekteerimine, mis hõlmab veehulkade prognoosi, veekasutuse mõju Purtse jõe valgalale ja niiskusrežiimi muutusi Aidu karjääri ümbruses.