



Terrafame Oy

Kolmisopen vesistöjärjestelyt

101011324

28.5.2021



AFRY  
Ä F P Ö Y R Y

AFRY Finland Oy  
Infrapalvelut, Oulu  
Elektroniikkatie 13  
FI-90590 Oulu  
Tel. +358 10 3311  
E-mail: [etunimi.sukunimi@poyry.com](mailto:etunimi.sukunimi@poyry.com)  
[www.afry.com](http://www.afry.com)

DI Marko Lehmikangas

DI Kaisa Kettunen

DI Heli Harju

DI Sami Kuoppamaa

## Sisältö

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto.....  | 5  |
| 2     | Vesistöjärjestelyjen yleisperiaatteet.....                     | 5  |
| 2.1   | Vaihtoehto A .....   | 5  |
| 2.2   | Vaihtoehto B .....   | 6  |
| 3     | Kolmisopen nykyinen säännöstely .....                          | 7  |
| 3.1   | Säännöstelyn lupaehdot.....                                    | 7  |
| 3.2   | Säännöstelyrakenteet.....                                      | 7  |
| 3.3   | Kolmisopen säännöstelytilavuus ja kokonaistilavuus.....        | 8  |
| 3.4   | Kolmisopen tuleva virtaama .....                               | 8  |
| 3.5   | Terrafamen veden tarve .....                                   | 10 |
| 3.6   | Säännöstely .....  | 10 |
| 3.6.1 | Nykytila .....   | 10 |
| 3.6.2 | Akkukemikaalitehdas (NiSu) .....                               | 10 |
| 4     | Uudet uomat .....  | 11 |
| 4.1   | Uomien mitoitus .....  | 11 |
| 4.2   | Hakonen-Kuusijoki uoma .....                                   | 12 |
| 4.3   | Kalliojoen uoma.....   | 12 |
| 4.4   | Kalliojärven täyttökanaava .....                               | 13 |
| 4.5   | Nurminiemen ohitusuoma .....                                   | 13 |
| 5     | Kolmisopen sulkupadot .....                                    | 13 |
| 5.1   | Suunnittelun lähtökohdat.....                                  | 13 |
| 5.2   | Pohjaolosuhteet.....   | 13 |
| 5.2.1 | Tehdyt tutkimukset .....                                       | 13 |
| 5.2.2 | Pohjasuhdekuvaus .....   | 14 |
| 5.2.3 | Pohjasedimentin ja pohjamaan pilaantuneisuus .....             | 14 |
| 5.3   | Valmistelevat toimenpiteet.....                                | 14 |
| 5.4   | Sulkupadon tyyppirakenne.....                                  | 15 |
| 5.5   | Sulkupadon rakentamisen periaate ja vaiheistus.....            | 15 |
| 5.6   | Vesistövaikutusten vähentäminen .....                          | 16 |
| 5.7   | Vaihtoehto A: Hovinlahden sulkupato .....                      | 16 |
| 5.7.1 | Vaihtoehtoa A.....   | 16 |
| 5.8   | Vaihtoehto B: Aittolahden ja Niskalanlahden sulkupadot .....   | 16 |
| 5.8.1 | Aittolahden sulkupato .....                                    | 16 |
| 5.8.2 | Niskalanlahden sulkupato.....                                  | 17 |
| 5.9   | Sulkupadon alustava stabiliteetti- ja suotovesitarkastelu..... | 17 |
| 6     | Kolmisopen kuivattaminen .....                                 | 17 |
| 6.1   | Vesien purku Kolmisopesta .....                                | 17 |
| 6.2   | Kolmisopen säännöstelypatorakenne.....                         | 18 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.3   | Kuivattavan järvialueen tyhjennys .....       | 18 |
| 7     | Kolmisopen ruoppaus ja massojen läjitys ..... | 18 |
| 7.1   | Ruoppausalue ja massamäärät .....             | 18 |
| 7.1.1 | Patoalueiden ruoppaukset .....                | 18 |
| 7.1.2 | Vaihtoehto A .....                            | 18 |
| 7.1.3 | Vaihtoehto B .....                            | 18 |
| 7.2   | Ruoppauksen toteuttaminen.....                | 18 |
| 7.3   | Ruoppausmassojen läjittäminen .....           | 19 |
| 7.4   | Louhospatovaihtoehto .....                    | 19 |
| 8     | Kalliojärven säännöstelyallas .....           | 20 |
| 8.1   | Kalliojärven säännöstely .....                | 20 |
| 8.2   | Kalliojärven patoaminen .....                 | 20 |
| 9     | Kolmisopen uusi säännöstely .....             | 21 |
| 9.1   | Säännöstelyvaihtoehto A .....                 | 23 |
| 9.2   | Säännöstelyvaihtoehto B .....                 | 23 |

## Liitteet

|         |   |
|---------|---|
| Liite 1 | Kolmisopen säännöstelyraportti (päivitys 17.5.2021) |
| Liite 2 | Kolmisopen sedimenttitutkimus                       |
| Liite 3 | Sulkupadon stabiliteetti- ja suotolaskelma          |

# 1 Johdanto

Terrafamen kaivostoiminnan laajentaminen ja Kolmisopen avolouhoksen käyttöönotto muuttavat alueen luontaisia vesien virtausreittejä sekä veden varastoitumista. Uusi avolouhos ulottuu Kolmisopen Hovinlahden alueelle ja laajimmillaan lähes koko länsiosan alueelle. Louhoksen käyttöönottamiseksi Kolmisoppijärvi joudutaan kuivattamaan osittain. Kuivattaminen edellyttää patorakenteita Kolmisoppeen.

Pääosa Kolmisopen valumavesistä tulee järven länsipuolelta Kalliojoen kautta. Kolmisopen kuivattaminen edellyttää Kalliojoen vesien johtamisen kuivatettavan järvialueen ohi Tuhkajokeen. Kolmisopen eteläosan Hovinlahteen laskevien Hakosen ja Pikku-Hakosen vedet on myös johdettava uuden avolouhoksen ohi. Kolmisoppeen laskevat valumavedet johdetaan painovoimaisesti kuivattavan järvialueen ohi vesialueeksi jäävälle Kolmisopen alueelle ja edelleen Tuhkajokeen. Tämä edellyttää uusien virtausreittien rakentamista Kolmisopen valuma-alueelle huomioiden myös kaivosalueen tulevat toiminnot.

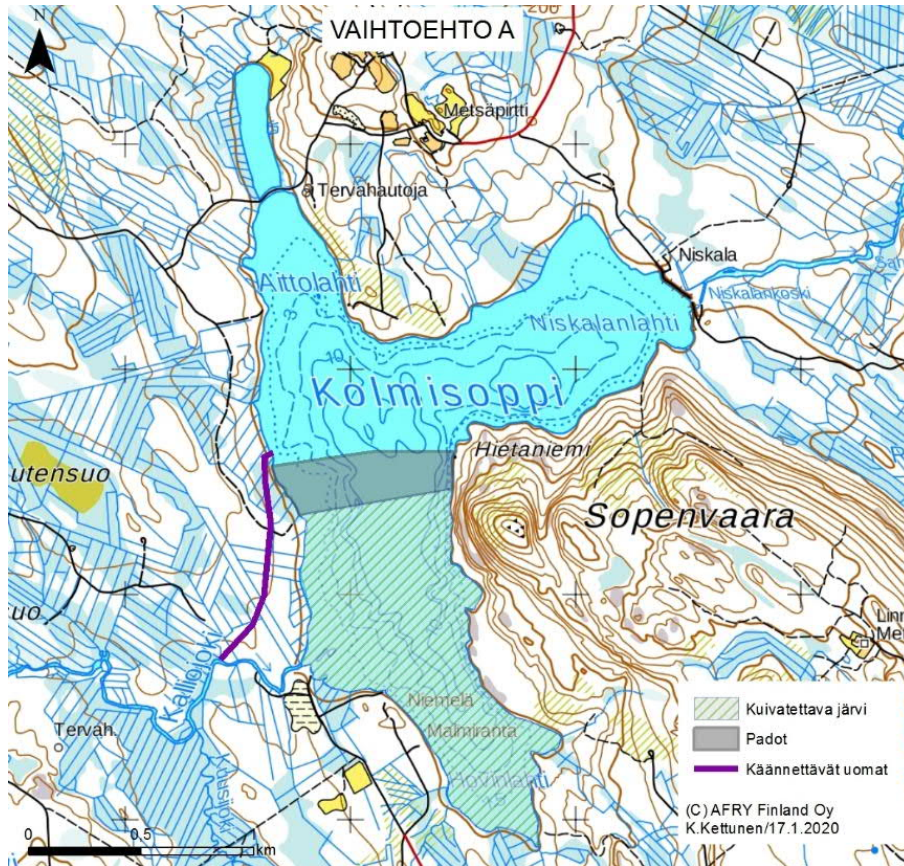
Kolmisopen osittainen kuivattaminen pienentää luontaista vesien varasto- ja tasausallasta, mikä vaikuttaa Tuhkajoen virtaamiin. Virtaamavaihtelujen tasaamiseksi sekä yli- ja alivirtaamien säätelyä tarkastellaan Kolmisopen yläpuolisen Kalliojärven muuttamista vesien säännöstelyaltauksi.

## 2 Vesistöjärjestelyjen yleisperiaatteet

### 2.1 Vaihtoehto A

Hovinlahden erottaminen sulkupadolla muusta järvestä. Tässä vaihtoehdossa sulkupato sijoittuu itä-länsisuunnassa Kuusiniemen ja Hietaniemen väliin, iso osa Kolmisopesta jää vesialueeksi. Kalliojoki käännetään kuivattavan järvialueen ohi. Vaihtoehdossa tarkastellaan myös Kalliojärven säännöstelyä riittävän säännöstelytilavuuden varmistamiseksi.

Vaihtoehdon A yleiskartta on esitetty piirustuksessa 101011324-01.

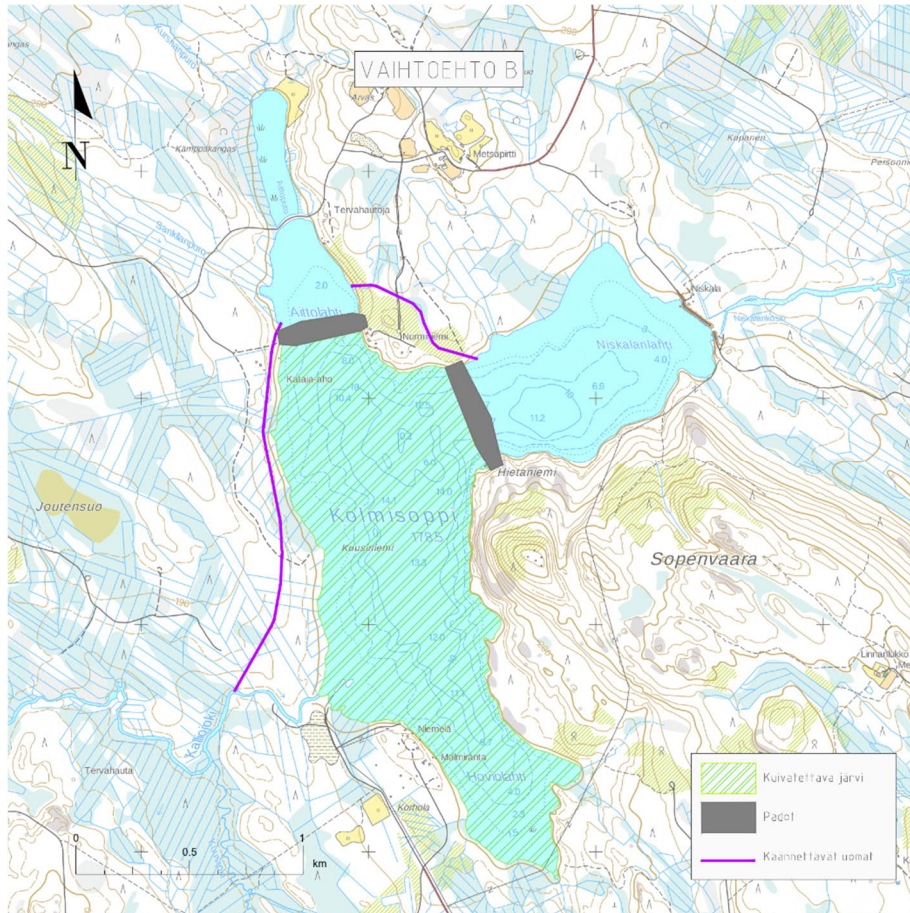


Kuva 2-1. Vaihtoehdon A mukainen Kolmisopen Hovinlahden kuivattaminen. Kuvassa on esitetty kuivatettava järvialue, sulkupatojen sijaintialue ja Kalliojoen uusi käänntöuoma.

## 2.2 Vaihtoehto B

Tässä vaihtoehdossa Kolmisopen avolouhos ulottuu Kolmisopen vesialueella pidemmälle pohjoiseen kuin vaihtoehdossa A. Niskalanlahti ja Aittolahti erotetaan sulkupadoilla kuivatettavasta järvialueesta, jolloin suurempi osa Kolmisoppea kuivataan. Tässä vaihtoehdossa sulkupadot sijoittuvat pohjois-eteläsuunnassa Hietaniemen ja Nurminiemen väliin sekä itä-länsisuunnassa Nurminiemen ja Katajahon väliin. Kalliojoen vedet johdetaan kuivatettavan järvialueen ohi Aittolahteen ja edelleen uutta uoma pitkin Niskalanlahteen. Vaihtoehdossa tarkastellaan myös Kalliojärven säännöstelyä riittävän säännöstelytilavuuden varmistamiseksi.

Vaihtoehdon B yleiskartta on esitetty piirustuksessa 101011324-14.



Kuva 2-2. Vaihtoehto B, Kolmisopen laaja kuivattaminen. Kuvassa esitetty kuivatettava järvialue, sulkupätojen alustava sijoittuminen ja Kalliojoen uusi käänntöuoma vaihtoehtoineen

### 3 Kolmisopen nykyinen säännöstely

#### 3.1 Säännöstelyn lupaehdot

Kolmisopen luvan mukaiset säännöstelyrajat ovat +175,70...+179,70 m. Säännöstelyn hätä HW-taso on +180,70 ja tekninen NW taso noin +174,70. Nykyisen luvan mukaan Kolmisopesta on juoksutettava Tuhkajokeen 1.10.–30.4. välisenä aikana vähintään 300 l/s ja 1.5.–30.9. välisenä aikana vähintään 700 l/s. Poikkeuksellisen kuivina kausina, kun Kalliojoen havaittu virtaama alittaa 200 l/s, minimivirtaama Tuhkajokeen on oltava vähintään 1,3-kertainen Kalliojoen virtaamaan verrattuna.

#### 3.2 Säännöstelyrakenteet

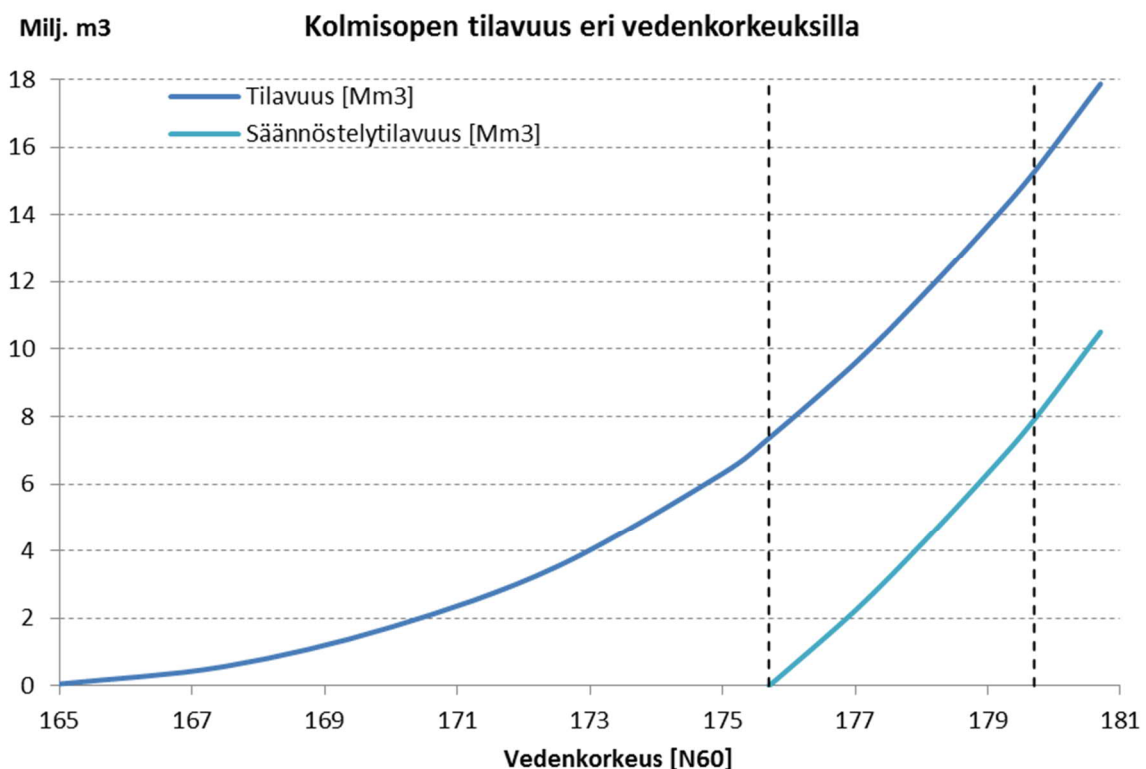
Normaalitilanteen juoksutukset Kolmisopesta Tuhkajokeen hoidetaan putki- ja pumppausjärjestelyin siten, että kaikissa tilanteissa Tuhkajokeen voidaan juoksuttaa luvan mukainen minimivirtaama. Kolmisopen puoleiselta ottokaivosta vesi ohjataan venttiileillä varustettujen halkaisijaltaan 800 mm ja 1000 mm olevien putkien kautta

Tuhkajokeen. Pienemmällä putkella vesi ohjataan pumppaamon kautta Tuhkajokeen, millä voidaan varmistaa minimivirtaamat myös alhaisilla vedenkorkeuksilla.

Säännöstelypadon yhteydessä on myös kiinteä ylivuotokynnys, jonka yli vesi purkautuu vedenpinnan noustessa tason +180 yläpuolelle.

### 3.3 Kolmisopen säännöstelytilavuus ja kokonaistilavuus

Kolmisopen tilavuudet on määritetty vuonna 2019 tehdyn syvyysluotauksen mukaan. Kolmisopen arvioitu kokonaistilavuus säännöstelyvälillä NW-HW vaihtelee välillä 7,36–15,27 milj.m<sup>3</sup>. Kolmisopen säännöstelytilavuus (NW-HW) on noin 7,91 milj.m<sup>3</sup> (Kuva 3-1). Nykyisillä säännöstelyrakenteilla Kolmisopesta voidaan poistaa vettä huomattava määrä kokonaistilavuudesta, mikäli virtaamat eivät ylitä säännöstelyrakenteiden juoksutuskapasiteettia. Juoksutuskapasiteetti on rajallinen, joten ylivirtaamatilanteissa pelkästään nykyisten säännöstelyrakentein vedenpintaa ei voida pitää säännöstelyn alarajalla.



Kuva 3-1. Kolmisopen tilavuus ja säännöstelytilavuus eri vedenkorkeuksilla.

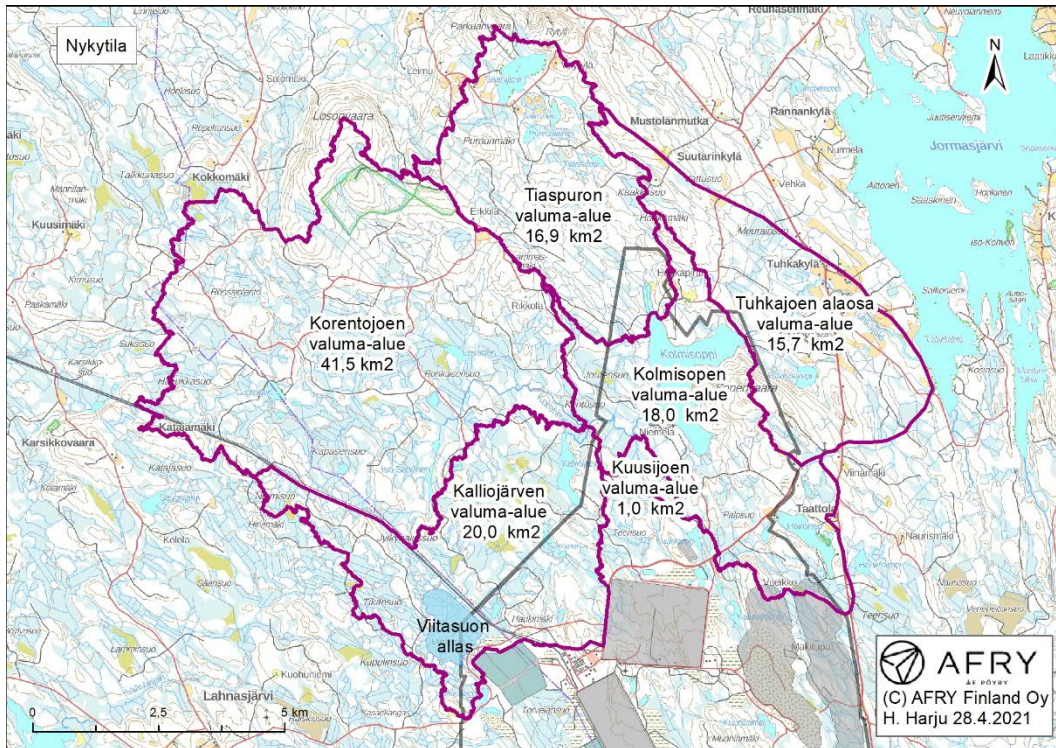
### 3.4 Kolmisopen tuleva virtaama

Kolmisoppeen laskee kolmelta suunnalta vesiä. Eniten vesiä tulee lännestä Korentojoen valuma-alueelta Kalliojoen kautta, lisäksi vesiä tulee pohjoisesta Tiaispuurosta ja etelästä Hakopurosta. Valuma-alueen koko on yhteensä n. 98 km<sup>2</sup>. (Kuva 3-2) Lisäksi Terrafamen suunnasta puretaan vesiä Kolmisopen kautta.

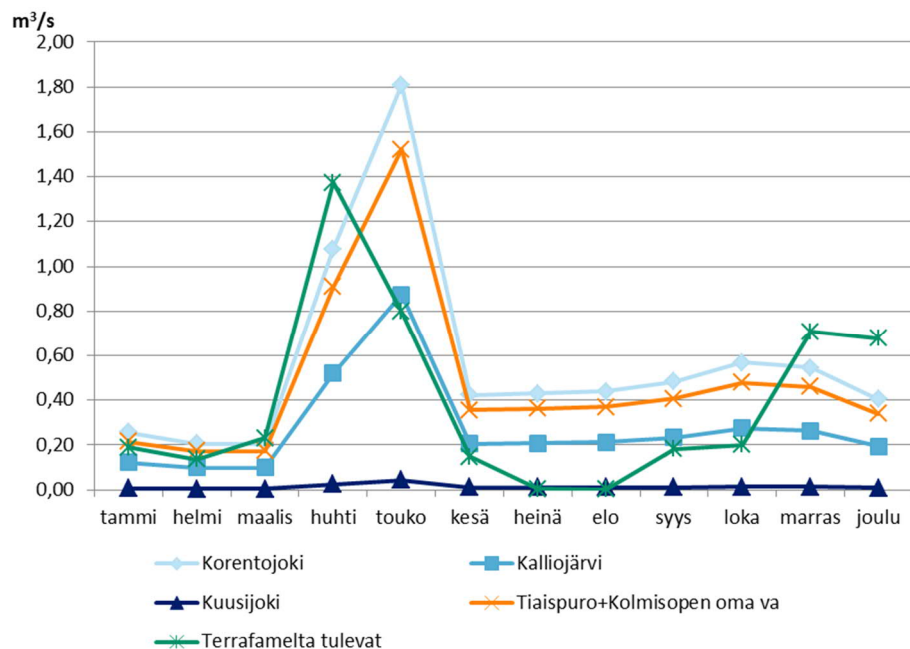
Tuleva virtaama on arvioitu vesistömallin simuloitu-data -aineiston valunta-arvolla (Tuhkajoki 59.885 qr) sekä valuma-alueiden koon perusteella. Lisäksi Terrafamen



alueelta kuukausittain tuleva virtaama on arvioitu Kalliojoen mitattujen virtaamien perusteella. Kolmisoppeen tuleva virtaama on siten vuositasolla arviolta  $6\,240\text{ m}^3/\text{h}$  ( $1,73\text{ m}^3/\text{s}$ ). (Kuva 3-3)



Kuva 3-2. Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet



Kuva 3-3. Kolmisoppeen tuleva virtaama eri valuma-alueilta keskimääräisenä vuonna

### 3.5 Terrafamen veden tarve

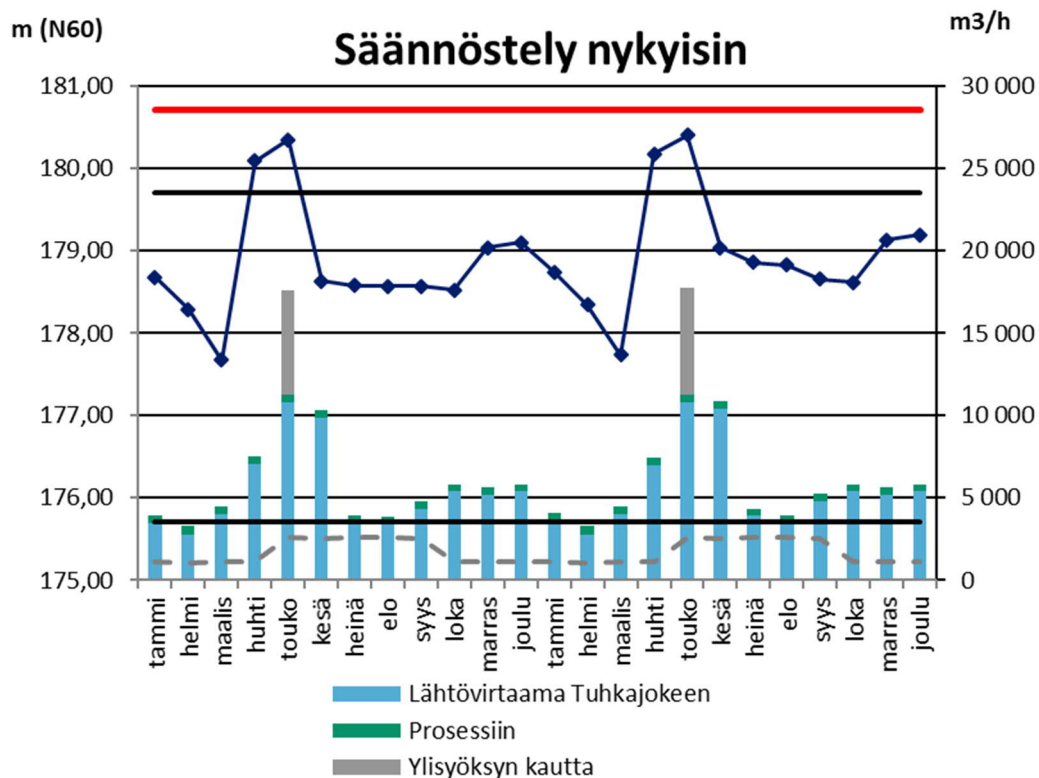
Terrafame ottaa Kolmisopesta vettä prosessiin ja korvausvedeksi yhteensä n. 460 m<sup>3</sup>/h eli n. 0,13 m<sup>3</sup>/s.

### 3.6 Säännöstely

Purkautumiskäyrän mukaan säännöstelyrakenteiden kautta voidaan juoksentaa vedenkorkeuden ollessa tasolla 175,7...177,5 m (N60) noin 5 200 m<sup>3</sup>/h (1,44 m<sup>3</sup>/s). Vedenkorkeuden ollessa ylärajan tuntumassa 177,5...179,99 m (N60), Kolmisopesta voidaan juoksentaa 10 400 m<sup>3</sup>/h (2,9 m<sup>3</sup>/s) verran. Näiden lisäksi järnessä on ylivuotokynnys, jonka yli menee vettä, kun vedenkorkeus ylittää tason 180 m (N60).

#### 3.6.1 Nykytila

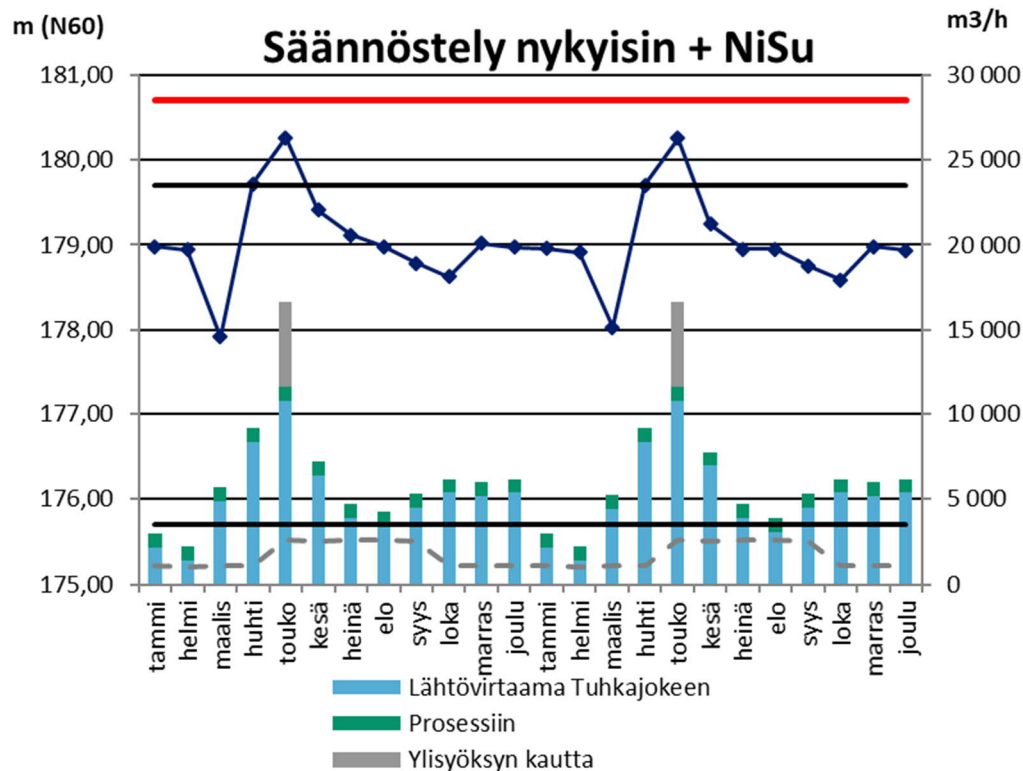
Säännöstelyä hoidetaan nykyisin siten, että vedenpinta pidetään mahdollisimman korkealla jatkuvasti. Varsinaista kevätalennusta ei välttämättä tehdä. Keväisin vesi nousee yleensä yli ylärajan, jolloin vettä purkautuu myös ylivuotokynnyksen kautta Tuhkajokeen. Tällöin hätä-HW tason ei pitäisi ylittyä missään vaiheessa.



Kuva 3-4. Kolmisopen säännöstely kahtena keskimääräisenä vuonna

#### 3.6.2 Akkukemikaalitehdas (NiSu)

Prosessivedentarve määrittää Kolmisopen vedenkorkeutta. Alla on esitetty tilanne, jossa nykyisen veden oton lisäksi Kolmisopesta otetaan akkukemikaalitehtaalle Nikkelisulfaatin (NiSu) valmistukseen 350 m<sup>3</sup>/h.



Kuva 3-5. Kolmisopen säännöstely kahtena keskimääräisenä vuonna NiSu:n vedenoton kanssa

## 4 Uudet uomat

### 4.1 Uomien mitoitus

Kolmisopen osittainen kuivattaminen ja tulevat kaivostoiminnot edellyttävät yläpuolisten vesien uudelleen reitittämistä. Kolmisopen valuma-alueella tehtävien uomamuutosten ja uusien uomien mitoitusta varten selvitettiin nykyisen käyttötilanteen mukaiset valuma-alueet.

Uudet uomat on mitoitettu nykyisen käyttötilanteen mukaan määritetyillä mitoituusvirtaamalla. Mitoituksessa ei ole huomioitu virtaamien pienenemistä toiminnan laajetessa. Uomat rakennetaan alkuvaiheessa pääosin jo ennen Kolmisopessa tehtäviä kuivatustoimenpiteitä, jolloin virtaamat ovat nykytilanteen mukaisia. Uomat on mitoitettu kerran sadassa vuodessa toistuvan ylivirtaaman (HQ<sub>1/100</sub>) mukaan hyödyntäen nomogrammeja mm. valuma-alueen koon ja järvisyyden perusteella (mm. Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu, SYKE, raportti 23/2007). Mitoitusvirtaaman määrittämisessä on huomioitu myös Kalliojoen mitatut virtaamat sekä vesistömallista saadut valumat. Tässä esitettyjen uomien mitoituksessa ei ole huomioitu mahdollista Kalliojärven säännöstelyä, millä on mahdollista hieman pienentää Kalliojoen ja Kolmisopen uomien ylivirtaamia toiminnan aikana. Uomien tyyppi- ja poikkileikkaukset on määritetty siten, että uoman poikkileikkaus on riittävä mitoitustulvatilanteessa. Tyyppi- ja poikkileikkauksessa on esitetty uoman minimimitoitus yksinkertaisella poikkileikkauksella. Maaston korkeus

ja kaltevuus vaihtelevat, joten tyyppipoikkileikkauksen mukainen uoma sovitetaan maaston mukaan. Tarkemman suunnittelun yhteydessä uoman tyyppipoikkileikkausta on mahdollista sovittaa maastoon sekä alueen muuhun rakentamiseen huomioiden esimerkiksi tulvatasanteiden mahdollisuus.

Esitettyjen uusien uomien kohdalla ei ole tehty maaperätutkimuksia eikä mahdollisesta kallion pinnan tasosta tai kaivumaiden laadusta ole tietoa. Jatkovaiheessa uomien kohdalle tulee tehdä maaperätutkimuksia pohjaolosuhteiden selvittämiseksi.

## 4.2 Hakonen-Kuusijoki uoma

Pikku-Hakosesta kaivetaan uusi uoma Latosuon tulevan patoaltaan pohjoispuolelta Kuusijokeen. Uuden kaivettavan uoman kokonaispituus on noin 2 km ja kokonaispudotusta Pikku-Hakosesta Kuusijokeen on noin 24 m.

Luontaisen valuma-alueen koko ennen Kuusijokea on noin 4,3 km<sup>2</sup>, minkä perusteella uoman mitoittava ylivirtaama HQ1/100 = 1,0 m<sup>3</sup>/s. Laskennallinen keskivirtaama MQ = 0,05 m<sup>3</sup>/s ja keskiylivirtaama MHQ = 0,5 m<sup>3</sup>/s.

Uusi uoma on esitetty siten, että uoman poikkileikkaus kasvaa alavirtaan päin mentäessä. Uoman leveys vaihtelee välillä 2 – 4 m ja luiskat kaivetaan kaltevuuteen 1:2. Esitetyn uoman kaivussyvyys on enimmillään noin kolme metriä ja arvioidut kaivumassat noin 24 000 m<sup>3</sup>. Nykyisen Hakopuron ja Kuusijoen kohdalla tulee tehdä pengerrys, millä estetään vesien purkautuminen nykyisten uomien suuntaan.

Uoman sijainti on esitetty suunnitelmapiirustuksessa 101011324-03, uoman pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-04.

## 4.3 Kalliojoen uoma

Kalliojoen luontaisen valuma-alueen koon (82 km<sup>2</sup>) perusteella uoman mitoittava ylivirtaama HQ1/100 = 33 m<sup>3</sup>/s, laskennallinen keskivirtaama MQ = 1,0 m<sup>3</sup>/s ja keskiylivirtaama MHQ = 16 m<sup>3</sup>/s.

Kalliojoen uuden kääntöuoman kautta ohjataan vedet Kolmisopen kuivattavan järvialueen ohi. Uuden uoman pituus ja liittymiskohta Kolmisoppeen riippuvat tarkasteltavasta vaihtoehdosta A tai B. Vaihtoehdossa A uuden uoman pituus on noin 1 030 m. Vaihtoehdossa B uusi uoma ulottuu Kolmisopen Aittolahteen, jolloin uoman pituus on noin 1690 m. Molemmissa vaihtoehdoissa kokonaispudotus on noin 2,5 m. Loppuosalla Kalliojoen vierelle, kuivattavan järvialueen puolelle, rakennetaan pato, jolla estetään veden purkautuminen järvialueelle tulvatilanteessa.

Uoman pohjan leveydeksi on esitetty 8 m ja luiskakaltevuudet 1:2. Arvioidut kaivumassat ovat noin 66 000 m<sup>3</sup> vaihtoehdossa A ja noin 89 000 m<sup>3</sup> vaihtoehdossa B. Tulvavirtaamilla virtausnopeudet kasvavat sen verran suuriksi, että uusi uoma eroosiosuojataan pienlouheella. Uoman kaltevuus on pieni, joten tulvan aikaista vedenkorkeutta on mahdollista pienentää tulvatasanteilla.

Uoman sijainti vaihtoehdossa A on esitetty suunnitelmapiirustuksessa 101011324-05, uoman pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-06.

Uoman sijainti vaihtoehdossa B on esitetty suunnitelmapiirustuksessa 101011324-16, uoman pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-17.

#### 4.4 Kalliojärven täyttökanava

Kalliojärvi otetaan myös mukaan säännöstelyyn. Normaalitylanteessa Kalliojärveen saadaan vettä järven omalta valuma-alueelta säännöstelytilavuuden verran. Lisäksi varaudutaan lisävedenottoon Korentojoesta. Kalliojärven tulokanava tehdään maastomuodoiltaan alavaan kohtaan. Tulokanava lähtee Korentojoesta Lapakonkosken alapuolelta ja tulokanavan yläosaan rakennetaan säännöstelypato, joka mahdollistaa kanavan käyttämisen ja Kalliojärven täyttämisen tulva-aikana. Kalliojärveen voidaan leikata osa Korentojoen tulvahuipusta, mutta pääosa vedestä saadaan Kalliojärven omalta valuma-alueelta. Kuivana aikana säännöstelypato on kiinni, jolloin Korentojoesta ei johdeta vettä Kalliojärveen. Tulokanavan pituus on noin 1,6 km, uoman pohjan leveydeksi on esitetty 7 m ja luiskakaltevuudet 1:2. Kaivumassoja muodostuu noin 50 000 m<sup>3</sup>. Uoman sijainti on esitetty suunnitelmapiirustuksessa 101011324-27 ja uoman pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaukset piirustuksessa 101011324-31.

#### 4.5 Nurminiemen ohitusuoma

Vaihtoehdossa B Aittolahdelta Niskalanlahteen kaivetaan uusi uoma Nurminiemen poikki. Kokonaisuudessaan uoman yläpuolisen valuma-alueen koko on noin 95 km<sup>2</sup>. Valuma-alueen kokoon perustuva mitoittava ylivirtaama  $HQ1/100 = 37 \text{ m}^3/\text{s}$ . Laskennallinen keskivirtaama  $MQ = 1,1 \text{ m}^3/\text{s}$  ja keskiylivirtaama  $MHQ = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Suunnitellun uoman pituus on noin 750 m. Uoman pohjan leveydeksi on esitetty 7 m ja luiskakaltevuudet enintään 1:2. Tällä perusteella arvioituna kaivumassat ovat noin 150 000 m<sup>3</sup>.

Uoman sijainti on esitetty suunnitelmapiirustuksessa 101011324-18 ja uoman pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaukset piirustuksessa 101011324-19.

### 5 Kolmisopen sulkupadot

#### 5.1 Suunnittelun lähtökohdat

Patojen suunnittelun lähtökohdaksi on, että osa järvestä voidaan kuivattaa ja erottaa avolouhoskäyttöön turvallisesti. Osa Kolmisopesta jää vesialueeksi ja yläpuoliset vedet voidaan ohjata kuivatun järvioltaan ohi Tuhkajokeen. Rakennettavien sulkupatojen tulee täyttää patoturvallisuuslain edellyttämät vaatimukset.

Suunniteltujen patojen kohdalta on käytettävissä järven syvyytiedot ja pohjatutkimustietoja.

#### 5.2 Pohjaolosuhteet

##### 5.2.1 Tehdyt tutkimukset

Kaikkien suunniteltujen sulkupatovaihtoehtojen kohdalle on tehty pohjatutkimuksina kahden talven aikana (v. 2019 – 2020) puristinheijari- ja siipikairauksia sekä otettu näytteitä jään päältä. Syvimät kairaukset ulottuivat noin 33 m syvyyteen jään pinnalta. Lisäksi koko järven alueelle on tehty matalataajuusluotaus kolmella eri taajuisella laitteella, jolloin on voitu arvioida sekä järven syvyyttä että alapuolisten pehmeiden kerrosten rajapintoja.

### 5.2.2 Pohjasuhdekuvaus

Pääpiirteissään kaikkien patojen kohdalla on vaihtelevan paksuisesti pehmeää liejua. Paksuimmillaan pehmeän liejukerroksen paksuus on noin 15 m. Näytteiden perusteella liejukerroksen vesipitoisuus vaihtelee noin välillä 400 – 800 % ja orgaanisen aineen määrä välillä 20 – 25 %. Siipikairalujuus vaihtelee välillä 1 – 3 kPa ja häiritty leikkauslujuus on käytännössä 0 kPa.

Liejukerroksen alla on vaihtelevasti savista silttiä tai savea. Näytteiden perusteella vesipitoisuus on noin 30 – 50 % ja siipikairalujuus noin 10 kPa.

Saven alla on moreenia, mikä näytteiden perusteella vaihtelee hiekkaisesta silttimoreenista silttiseen hiekkamoreeniin. Vesipitoisuus moreeninäytteillä oli välillä 7 – 20 %. Pintaosasta moreeni on tyypillisesti löyhää, mutta muuttuu syvemmälle keskittiiviiksi ja tiiviiksi.

Luotauksella arvioidut rajapinnat ovat suuntaa antavia, mutta kairaustuloksiin verrattuna hyvin saman suuntaisia. Patolinjojen välisillä alueilla pehmeiden ruopattavien massojen kokonaismääriä on arvioitu luotauksen perusteella määritettyjen kerrosrajojen mukaan.

Pohjatutkimuspisteet ja tutkimustulokset on esitetty liitteen pohjatutkimuskartalla 101011070-1 ja pohjatutkimusleikkauksissa 101011070-2...6.

### 5.2.3 Pohjasedimentin ja pohjamaan pilaantuneisuus

Kolmisopesta on otettu sedimenttinäytteitä 15 näytepisteeltä sedimenttitutkimuksia varten. Myös patolinjalta A syvemmältä otetuille sedimentti- ja maanäytteille on tehty haitta-ainetutkimus.

Pintasedimentissä havaittiin Vn214/2007 alemman ohjearvon ylittäviä sinkkipitoisuuksia. Lisäksi sedimentissä oli kynnystason ylittäviä pitoisuuksia nikkeliä, kadmiumia ja paikoin arseenia. Normalisoiduista pitoisuuksista nikkeli ylitti ruoppaus- ja läjitysohjeen raja-arvotason 2, minkä ylittyessä sedimenttiä ei suositella läjitettäväksi veteen. Sinkin osalta yksittäiset näytteet ylittivät raja-arvotason 2. Muilta osin haitta-ainepitoisuudet olivat pieniä vastaten luonnontilaisen sedimentin laatua.

Ruoppaus- ja rakennustöissä tulee estää kiintoaineksen leviämistä ja sen kulkeutuminen Tuhkajokeen. Myös läjitysalueilla vesienhallintaan ja niiden johtamiseen tulee kiinnittää huomiota.

Sedimenttitutkimukset on esitetty tarkemmin liitteen 2 raportissa.

## 5.3 Valmistelevat toimenpiteet

Ennen sulkupatojen rakentamista yläpuoliset vesistöjärjestelyt tulee olla tehtynä siten, että Kolmisoppeen laskevat vedet voidaan ohjata kuivattavan järviolueen ohi.

Ruoppausta ja patojen rakentamista varten Kolmisopen vesipinta lasketaan säännöstelyn alarajalle. Vesistövaikutusten vähentämiseksi Tuhkajokeen, työalueiden alapuolelle asennetaan silttiverho.

Ennen patojen rakentamista patoalueelta imuruopataan pehmeää liejua ja savea. Massat läjitetään erillisille läjitysalueille (kpl 7).

## 5.4 Sulkupadon tyyppirakenne

Sulkupadot rakennetaan louhetukirunkoisina ja tiivisrakenteena käytetään moreenia. Moreenitiiviste sijoittuu louhetukirungon vesialueeksi jäävälle puolelle. Louhetukirungon ja moreenin väliin tulee suodatinrakenne.

Korkeimmilla pato-osuuksilla pato on suunniteltu kaksiosaisena siten, että pato koostuu kahdesta peräkkäisestä erillisestä ja erikorkuisesta padosta. Tällä rakenteella suotovedenpinta ja vedenpaine lasketaan kahdessa vaiheessa, mikä lisää patorakenteen turvallisuutta. Näiden erillisten, mutta yhdessä toimivien patorakenteiden välissä on hallittu suotovesien keräys. Lähtökohtaisesti suotovedet pumpataan toiminnan aikana takaisin vesialueelle tai vaihtoehtoisesti prosessiin.

Matalilla pato-osuuksilla patorakenne koostuu vain yhdestä patorakenteesta ilman matalampaa patoa.

## 5.5 Sulkupadon rakentamisen periaate ja vaiheistus

Louhetukipenkereet rakennetaan ruopatulle alueelle veteen täyttönä kiilamaisena ylikorkeana päätypengerryksenä. Louhepengeri myös syrjäyttää pehmeitä ruoppaamattomia massoja asettuen alkuvaiheessa luiskakaltevuuteen 1:1 ... 1:1,2. Liejunkeroksen paksuuden ollessa pieni, louhetukipengertä voidaan rakentaa myös ilman ruoppausta tai apukaivuja, jolloin louhepengeri syrjäyttää pehmeät kerrokset. Louhepengeri tiivistyy ja painuu rakentamisen aikana.

Ennen suodatinrakenteen rakentamista louhetukipenkereen luiska kiilataan pienlouheella ja sen päälle rakennetaan suodatinrakenne murskeesta veteen täyttönä. Suodatinrakenteen päälle levitetään painotettuna suodatinkangas N4.

Moreenitiiviste levitetään luiskaan louhetukipenkereen päältä. Moreenikerros rakennetaan reilun paksuna kerroksena, jolloin voidaan varmistua riittävän paksusta tiivistyskerroksesta joka alueella. Moreenitiivisteen päälle rakennetaan vielä eroosiosuojauskerros.

Korkeimmilla pato-osuuksilla, missä on esitetty kaksivaiheinen patorakenne, rakentamisen vaiheistus voidaan toteuttaa seuraavasti.

- Kolmisopen vedenpinnan alentaminen ja pinnan pitäminen mahdollisimman alhaalla rakennustöiden aikana (voi edellyttää työnaikaista poikkeuslupaa Tuhkajoen minimijuoksutuksiin)
- ruoppaukset patoalueelta
- ensimmäisen vaiheen korkeamman padon rakentaminen
- vedenpinnan alentaminen kuivatettavalta järviolueelta pumppauksin
- matalamman louhetukipenkereen rakentaminen
- Louhetukipenkereiden välialueen ruoppaus ja syrjäytyneiden massojen poisto
- Matalamman padon suodatinrakenteiden ja moreenitiivisteen rakentaminen
- Välialueen muotoilu ja suotovesien hallintarakenteet

Rakennettaessa veteen erityisesti suodatinrakennetta ja moreenitiivistettä, rakennekerrospaksuuksien varmistaminen on erittäin tärkeää. Suuri merkitys laadunvarmistuksen suhteen on jo rakennettujen kerrosten luiskien kartoittaminen esimerkiksi monikeilauksella.

Rakentamisen ajaksi voi olla tarpeen hakea lupaa voimassa olevan luvan mukaisista Tuhkajoen juoksutusmääristä poikkeamiseen.

## 5.6 Vesistövaikutusten vähentäminen

Kiintoainekuormitusta ja samentumaa aiheuttavat ruoppaukset ja veteen rakentaminen tehdään silttiverhon suojassa. Vesistövaikutusten osalta kriittisin vaihe on patoalueiden ruoppaukset ja ensimmäisten sulkupatojen rakentaminen. Samentumaa aiheuttavia töitä pyritään tekemään muulloin kuin suurten virtaaminen aikana. Sulkupatojen takana tehtävät ruoppaukset ja rakentaminen tehdään jo suljetulla vesialueella eikä kiintoainekuormitusta pääse Tuhkajokeen.

Vaikka ruoppausmassojen läjitysalueella on reilusti tilavuutta alkuvaiheessa, myös läjitysalueen ylitevesien käsittelyyn tulee varautua ennen niiden palauttamista Kolmisoppeen. Silttiverhon toimintaa ja kiintoaineen/samentuman leviämistä vesialueella voidaan vesianalyysien lisäksi tarkkailla esimerkiksi ilmasta käsin drone-kuvauksin.

## 5.7 Vaihtoehto A: Hovinlahden sulkupato

### 5.7.1 Vaihtoehtoa A

Patolinjan paikkaa ja tarvittavien patomassojen on mietitty vuosina 2019-2020 kahdellakin hieman eri vaihtoehdolla Hovilahden kohdalla, joista jatkosuunnitteluun on valittu hieman pohjoisempi vaihtoehto.

Valitussa A vaihtoehdossa patolinjan keskiosalla järven pohja taso vaihtelee välillä +166 - +172. Liejukerroksen paksuus on enimmillään noin 5 m ja moreenin taso syvimmillään noin tasolla +160.

Rakennettavan sulkupadon pituus on noin 880 m ja pato liittyy Kalliojoen alaosalle rakennettavaan reunapatoon. Kaksiosaista patorakennetta rakennetaan noin 500 m matkalle. Kaikkiaan patomassat ovat noin 930 000 m<sup>3</sup>.

Padon kohdalta ruopattava liejumäärä on noin 320 000 m<sup>3</sup> ja pehmeitä savikerroksia on poistettava noin 190 000 m<sup>3</sup>.

Hovinlahden sulkupato on esitetty suunnitelmakartalla 101011324-07, padon pituusleikkaus piirustuksessa 101011324-08 ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-09.

## 5.8 Vaihtoehto B: Aittolahden ja Niskalanlahden sulkupadot

### 5.8.1 Aittolahden sulkupato

Aittolahden sulkupadolla Aittolahti erotetaan kuivatettavalta järvalueelta. Patolinjalla järven pohja on keskiosalla syvimmillään tasolla +173. Liejukerroksen paksuus on enimmillään noin 6 m ja moreenin taso syvimmillään noin tasolla +166.

Rakennettavan sulkupadon pituus on noin 375 m ja pato liittyy Kalliojoen alaosalle rakennettavaan reunapatoon. Pato rakennetaan yhdellä louhetukirungolla. Kaikkiaan patomassat ovat noin 220 000 m<sup>3</sup>.

Padon kohdalta ruopattava liejumäärä on noin 105 000 m<sup>3</sup> ja pehmeitä savikerroksia on poistettava 85 000 m<sup>3</sup>.

Aittolahden sulkupato on esitetty suunnitelmakartalla 101011324-20, padon pituusleikkaus piirustuksessa 101011324-21 ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-22.



### 5.8.2 Niskalanlahden sulkupato

Niskalanlahden sulkupadolla Niskalanlahti erotetaan kuivatettavalta järviolueelta. Patolinjalla järven pohja on keskiosalla syvimmillään tasolla +170. Liejukerroksen paksuus on enimmillään noin 7 m ja moreenin taso syvimmillään noin tasolla +162.

Rakennettavan sulkupadon pituus on noin 510 m. Kaksiosaista patorakennetta rakennetaan noin 250 m matkalle. Kaikkiaan patomassat ovat 380 000 m<sup>3</sup>.

Padon kohdalta ruopattava liejumäärä on noin 180 000 m<sup>3</sup> ja pehmeitä savikerroksia on poistettava 70 000 m<sup>3</sup>.

Niskalanlahden sulkupato on esitetty suunnitelmakartalla 101011324-20, padon pituusleikkaus piirustuksessa 101011324-23 ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-24.

## 5.9 Sulkupadon alustava stabiliteetti- ja suotovesitarkastelu

Tyyppirakenteen mukaiselle sulkupadolle on tehty stabiliteetti- ja suotovirtaustarkastelu korkeimman patoleikkauksen mukaan. Perustettaessa pato moreenin varaan, padon laskennallinen kokonaisvarmuus liukupintasortumaa vastaan on riittävä, kokonaisvarmuuskerroin  $F > 1,5$ . Padon äkillinen vedenpinnan lasku toiminnan aikana on käytännössä vedenpinnan lasku nopeasti säännöstelyn ylärajalta säännöstelyn alarajalle. Myös tässä tilanteessa padon stabiliteetti on riittävä,  $F > 1,3$ .

Padon läpi suotautuvan veden määrää on arvioitu tyyppipoikkileikkaukseen perustuvalla suotovirtausmallilla. Korkeimmalla patoleikkauksella padon läpi suotautuvan veden laskennallinen määrä Kolmisopen ollessa HW-tasolla on noin 1,8 m<sup>3</sup>/vrk/pato-m. Esimerkiksi Hovinlahden padossa kaksiosaisen padon pituus on noin 500 m. Pääosin Hovinlahden padon korkeus on pienempi kuin suotolaskentapoikkileikkauksessa. Arvioitaessa suotovirtaaman suuruusluokkaa käyttäen patopituutta 500 m ja suurimman patokorkeuden suotovirtaamaa, saadaan kokonaissuotomääräksi noin 900 m<sup>3</sup>/vrk eli noin 10 l/s.

Patorakenteen ollessa tyyppileikkauksen mukaan kaksiosainen, suurin osa suotovedestä purkautuu patojen väliselle alueelle. Alapuolinen matalampi patorakenne nostaa suotoveden tasoa ja siten pienentää suotovirtauksen kokonaisgradienttia ja suotoveden kokonaismäärää.

## 6 Kolmisopen kuivattaminen

### 6.1 Vesien purku Kolmisopesta

Nykyiset säännöstelyrakenteet eivät mahdollista veden pitämistä jatkuvasti lähellä säännöstelyn alarajaa. Pelkästään purkuputkien ja pumppauksen kautta Kolmisopesta voidaan juoksentaa säännöstelyn alarajalla enimmillään noin 1,0 m<sup>3</sup>/s. Työn alkuvaiheessa vedenpinnan pitämiseksi alhaalla, voidaan varautua pumppaamaan vettä työnaikaisella tilapäispumppauksella.

Nykyinen säännöstelypatorakenne yksistään ei mahdollista säännöstelyä ja veden pinnan pitämistä mahdollisimman alhaalla rakentamisen aikana eikä se mahdollista myöskään säännöstelyä louhoksen toiminnan aikaisessa tilanteessa.

## 6.2 Kolmisopen säännöstelypatorakenne

Nykyinen säännöstelypato tulee korvata uudella säännöstelypadolla, joka mahdollistaa säännöstelyn tulevassa tilanteessa. Säännöstelypadossa tulee olla säädettävä patorakenne, joka mahdollista nykyistä suuremmat juoksutukset sekä ylivirtaamakynnys, jolla vedenpinta voidaan pitää säännöstelyvälialueella ylivirtaamatilanteissa.

Säädettävä pato voi olla esimerkiksi säädettävä tasoluukku, jonka kautta vesipinta Kolmisopessa voidaan laskea säännöstelyn alarajalle myös suuremmilla virtaamilla kuin nykytilanteessa. Tämä mahdollistaa tarkemman säännöstelyn ja paremman varautumisen myös poikkeustilanteisiin, esimerkiksi nopean vedenpinnan laskun.

## 6.3 Kuivattavan järviolueen tyhjennys

Kolmisopen kuivattava vesialue tyhjenetään pumpaamalla sen jälkeen, kun sulkupadot on rakennettu ja vesien ohitusjärjestelyt ovat käytössä. Ennen rakentamistöitä Kolmisopen vesipinta lasketaan säännöstelyn alarajalle ja pyritään pitämään mahdollisimman alhaalla rakennustöiden aikana. Veden pinnan pitäminen alhaalla pienentää myös kuivattavalta järviolueelta pumpattavaa vesimäärää.

Alueen kuivatuspumppeusten aikana patorakenteiden seuranta tulee olla jatkuvaa. Patorakenteet instrumentoidaan ja varustetaan automaattimonitoinnilla, jolla seurataan patorakenteiden painumia, siirtymiä sekä huokosvedenpinnan tasoja. Patoja tulee tarkkailla myös silmämääräisesti, jolloin voidaan havaita mm. poikkeukselliset suotovirtaamat tai suotovirtauksessa tapahtuvat muutokset.

# 7 Kolmisopen ruoppaus ja massojen läjitys

## 7.1 Ruoppausalue ja massamäärät

### 7.1.1 Patoalueiden ruoppaukset

Patoalueilla ruoppauksia tehdään ennen patojen rakentamista. Arvio ruopattavien massojen määrästä patokohtaisesti on esitetty kappaleissa 5.8 ja 5.9.

### 7.1.2 Vaihtoehto A

Vaihtoehdossa A kuivattavalla järviolueella ruopattavan liejun arvioitu määrä on noin 2,9 Mm<sup>3</sup> ja poistettavan saven määrä noin 2,55 Mm<sup>3</sup>. Massamääräarvio perustuu patolinjojen kairauksiin ja tehtyyn luotaukseen.

### 7.1.3 Vaihtoehto B

Vaihtoehdossa B kuivattavalla järviolueella ruopattavan liejun arvioitu määrä on noin 4,1 Mm<sup>3</sup> ja poistettavan saven määrä noin 3,4 Mm<sup>3</sup>. Massamääräarvio perustuu patolinjojen kairauksiin ja tehtyyn luotaukseen.

## 7.2 Ruoppauksen toteuttaminen

Sulkupatojen rakentamisen jälkeen vedenpintaa kuivatettavalla alueella lasketaan pumpaamalla, mikä paljastaa ranta-alueita ja pienentää vesisyvyyyttä keskialueella. Keskialueelta pehmeitä massoja poistetaan imuruoppaamalla. Ruoppauksen edetessä vedenpintaa alueella lasketaan edelleen, mikä paljastaa ranta-alueita

laajemmin. Paljastuneilla ranta-alueilla pohjan kuivuminen sekä liejun sulamiskonsolidaatio tiivistävät ja kiinteyttävät liejua. Tämä mahdollistaa liejun poistamisen ja läjittämisen normaalilla maansiirtokalustolla. Liejun kuivuminen myös pienentää massan tilavuutta. Ranta-alueita pehmeiden maiden poisto etenee kuivumisen mukaan. Massoja voidaan poistaa myös talvella, jolloin jäätynyt pohja helpottaa liikkumista.

### 7.3 Ruoppausmassojen läjittäminen

Imuruopattavat massat ja pehmeät liejut läjitetään Kolmisopen länsipuolelle rakennettaville läjitysalueille. Läjitysalue koostuu paikalta kaivettavasta moreenista rakennetusta allaskokonaisuudesta. Läjitysalueita voidaan rakentaa vaihteittain ruoppaustyön etenemän mukaan ja lopullinen laajuus riippuu toteutettavasta Kolmisopen kuivatusvaihtoehdosta. Allastus toteutetaan ketjutettuna siten, että läjitysalueen vedet poistuvat altaiden välillä aina ylitevetenä ja erillisen selkeytysaltaan kautta takaisin Kolmisoppeen. Alueelta takaisin Kolmisoppeen johdettavan veden laatua tulee tarkkailla. Mikäli veden laadun perusteella vettä ei voida johtaa Kolmisopen vesialueelle, ruoppaustyön aikana ylitevedet voidaan ohjata/pumpata takaisin sulkupadoilla erotetulle ruoppausalueelle. Ylitevesien käsittelyyn tulee myös varautua tarvittaessa.

Läjitysalueet sijoittuvat moreenialueelle, joten tätä aluetta voi olla mahdollista hyödyntää moreenin ottoalueena myös muuta rakentamista varten ennen ruoppausmassojen läjittämistä.

Ruoppausmassojen läjitysalue vaihtoehdossa A on esitetty suunnitelmakartalla piirustuksessa 101011324-13 ja vaihtoehdossa B piirustuksessa 101011324-26.

### 7.4 Louhospatovaihtoehto

Molemmilla Kolmisopen kuivatusvaihtoehdolla A ja B on tarkasteltu vaihtoehtoa, missä alkuvaiheen louhoksen lähelle on rakennettu ns. louhospato. Tämän padon tarkoitus on pienentää ruoppausmassamäärää ainakin alkuinvestointivaiheessa. Varsinainen Kolmisopen sulkupato tai sulkupadot rakennetaan, kuten edellä on esitetty. Louhospadon pääasiallinen tarkoitus on padottaa pehmeitä sedimenttejä ja estää niiden purkautuminen louhokseen. Louhospadon harjan tasoksi on esitetty +172,50 eli noin 10 m sulkupadon harjan tasoa alemmas.

Louhospadon arvioitu patomassamäärä on noin 250 000 m<sup>3</sup>. Tällä voidaan kuitenkin pienentää merkittävästi ruopattavien massojen määrää. Sulkupatojen ja louhospatojen väliseltä alueelta massoja ei ruopata tason +170 alapuolelta.

Vaihtoehdossa A ruopattavien massojen määrää voidaan erillisellä louhospadolla vähentää noin 3 Mm<sup>3</sup>. Yleiskartta vaihtoehdon A louhospadon sijainnista ja ruopattavien massojen määrästä on esitetty piirustuksessa 101011324-10. Pituusleikkaus louhospadosta on esitetty 101011324-11 ja tyypileikkaus piirustuksessa 101011324-12.

Vaihtoehdossa B louhospato vähentää alkuvaiheen ruoppausmassamäärää yli 4 Mm<sup>3</sup>. Louhoksen laajetessa pohjoiseen näiden massojen ruoppaaminen tulee ajankohtaiseksi huomattavasti myöhemmin. Yleiskartta vaihtoehdon B louhospadon sijainnista ja ruopattavien massojen määrästä on esitetty piirustuksessa 101011324-25. Patorakenne on vastaavanlainen kuin vaihtoehdossa A.

## 8 Kalliojärven säännöstelyallas

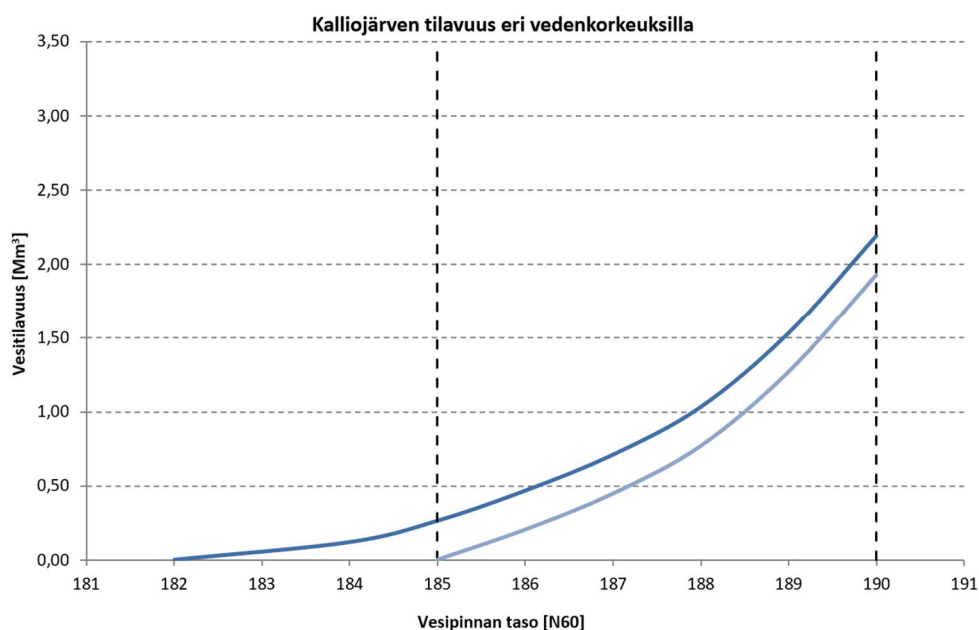
### 8.1 Kalliojärven säännöstely

Säännöstelylaskelmien perusteella kaikkien säännöstelyvaihtoehtojen kanssa kuivana vuonna olisi vaikeuksia saada luvan mukaista määrää vettä Tuhkajokeen. Tämän takia on säännöstelyvaihtoehtoihin otettu mukaan Kalliojärven säännöstely (Liite 1).

Kalliojärven patoaminen toteutetaan nykyisen järven luusuan kohdalle. Tällä järjestelyllä Kalliojärven vedenpinta on mahdollista nostaa enimmillään tasolle +190 m (N60), kun nykyinen vedenpinta on tasolla +186 m (N60). Tällöin suurin mahdollinen säännöstelyväli olisi 5 metriä välillä +185...190 m (N60), mikä tarkoittaisi noin 1,93 Mm<sup>3</sup> säännöstelytilavuutta (kokonaistilavuus n. 2,19 Mm<sup>3</sup>) (Kuva 8-1).

Kalliojärven säännöstelyn oletus oli, että talven ja kevään aikana järveä täytetään ja kesän ja syksyn aikana tyhjennetään.

Kalliojärven säännöstelyaltaan yleiskartta on esitetty piirustuksessa 101011324-27.



Kuva 8-1. Kalliojärven tilavuus ja säännöstelytilavuus eri vedenkorkeuksilla

### 8.2 Kalliojärven patoaminen

Kalliojärven patoaminen edellyttää noin 770 m pitkän padon rakentamisen. Pato esitetään rakennettavan moreenipadona. Padon märkäpuolen luiskassa käytetään hienoainesmoreenia, joka toimii ensisijaisena tiivisrakenteena. Kuivalla puolella voidaan käyttää karkeampaa moreenia, jonka ensisijainen tehtävä on toimia padon tukirunkona. Kuivan puolen luiskaan rakennetaan vaakasuodatin suotovesien vastaanottorakenteeksi. Luiskat eroosiosuojataan. Alustavan massalaskennan perusteella padon kokonaismassat ovat noin 29 000 m<sup>3</sup>. Pato perustetaan kantavan moreenin varaan. Patolinjalta ei ole maaperätietoja ja tarkempaa suunnittelua varten patolinjalle tulee tehdä maaperäkairauksia sekä näytteenottoja.

Kalliojärven padon suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 101011324-28, padon pituusleikkaus piirustuksessa 101011324-29 ja tyyppipoikkileikkaus piirustuksessa 101011324-30.

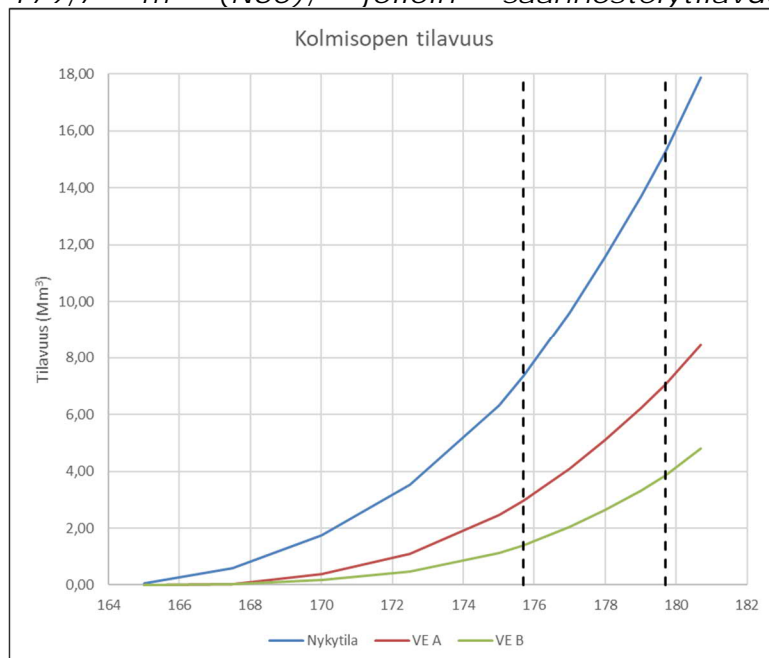
Kalliojärven säännöstelyn tehostamiseksi Korentojoesta kaivetaan tulokanava, jolla varmistetaan vesien virtaus nykyisen järvioltaan alueelle myös alhaisilla vedenkorkeuksilla. Nykyistä Kalliojärvestä laskevaa uomaa syvennetään tarvittaessa alimman esitetyn säännöstelytason +185 varmistamiseksi.

Tulevalta vesialueelta poistetaan puusto ja kannot sekä poistetaan pintamaat ja turpeet. Vaihtoehtona turpeen laajamittaiselle poistolle on turpeen painottaminen maa-aineksella. Ilman painotusta pohjalle jäävät turpeet voivat nousta lauttoina pintaan ja aiheuttaa ongelmia mm. säännöstelyrakenteille.

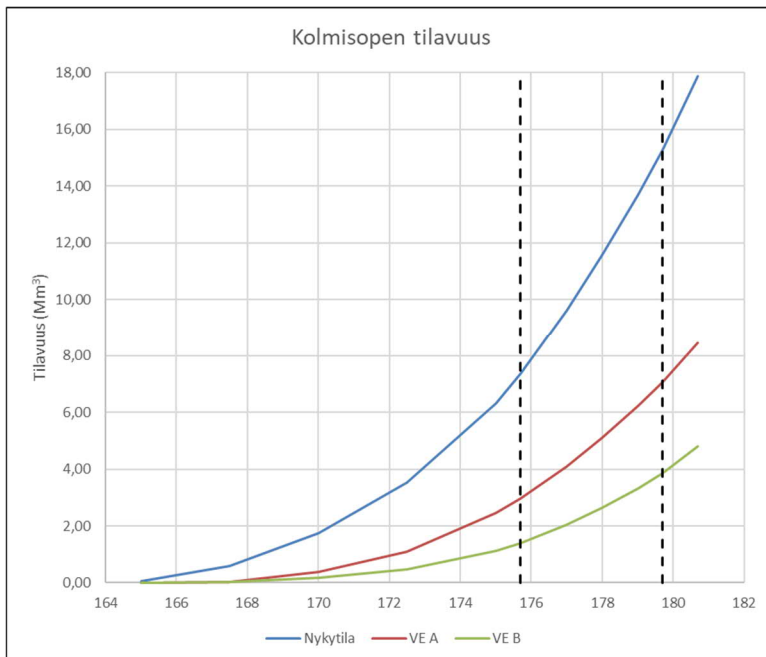
Kalliojärvestä vedet juoksutetaan uuden rakennettavan säännöstelypadon kautta. Säännöstelypato tulee olla sellainen, että säännöstely voidaan toteuttaa esitettyjen säännöstelyrajojen puitteissa. Pato tulee olla varustettuna esimerkiksi säädettävällä luukulla tai säätöputkilla, kuten Kolmisopen säännöstelypato nykyisin. Lisäksi säännöstelypadon yhteydessä tulee olla ylivuotokynnys, jolla estetään veden haitallinen nousu tulvatilanteessa.

## 9 Kolmisopen uusi säännöstely

Säännöstelyskenaariot on kuvattu liitteessä 1. Kolmisopen säännöstelyn lähtökohdat perustuvat nykyisin vallitsevaan tilanteeseen, eli ala- ja yläraja ovat samat ja lähtevä virtaama perustuu olemassa oleviin rakenteisiin ja lupaehtoihin. Kolmisopen nykyinen säännöstely tapahtuu välillä 175,7–179,7 m (N60), jolloin säännöstelytilavuus on 7,91 Mm<sup>3</sup>. (

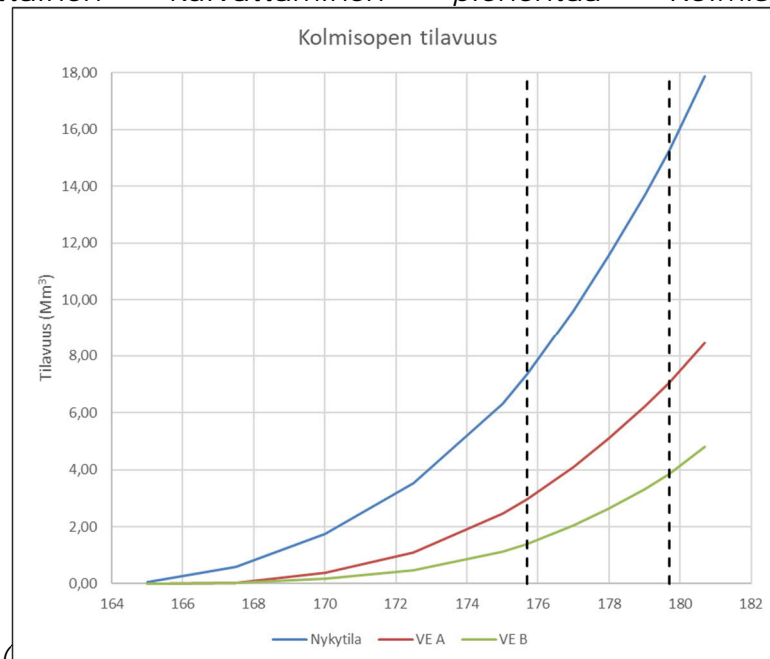


Kuva 9-1)



Kuva 9-1. Kolmisopen arvioitu vesitilavuus eri vedenkorkeuksilla eri vaihtoehdoilla.

Kolmisopen osittainen kuivattaminen pienentää Kolmisopen

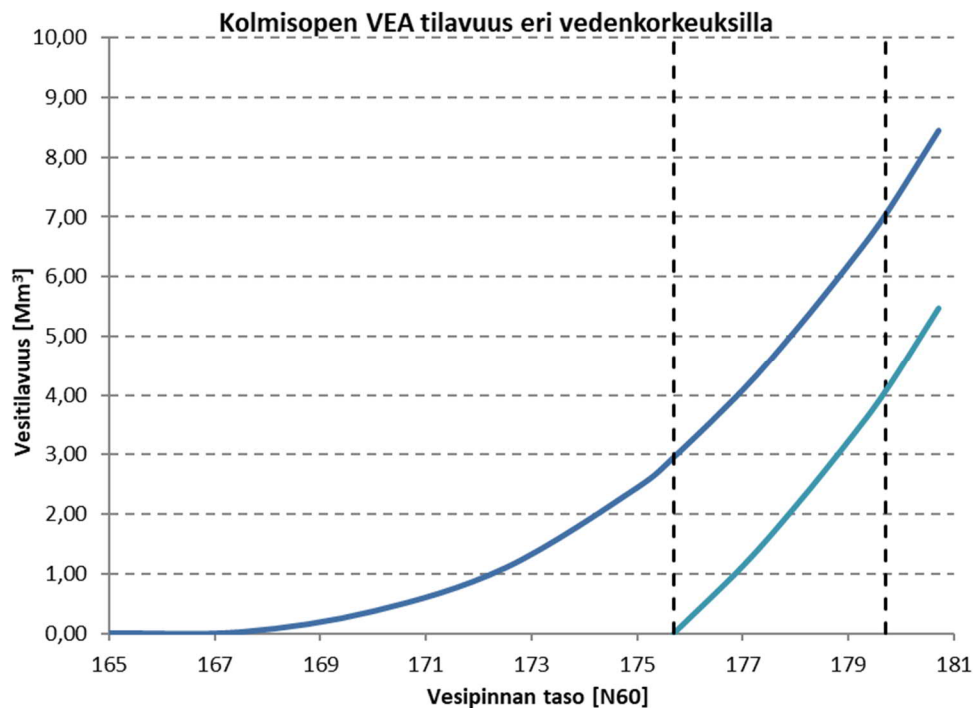


kokonaistilavuutta (

Kuva 9-1) ja säännöstelytilavuutta (Kuvat Kuva 9-2...9-3). Vaihtoehdoissa A ja B kuivan vuoden aikana Kolmisopen alivedenraja alittuu, kun juoksetetaan nykyisen luvan mukainen minimijuoksutus Tuhkajokeen, joten näiden vaihtoehtojen toteutuessa Kalliojärven säännöstely on pakollinen. Kalliojärven säännöstely mahdollistaa luvan mukaiset minimijuoksutukset Tuhkajokeen myös tulevassa tilanteessa.

## 9.1 Säännöstelyvaihtoehto A

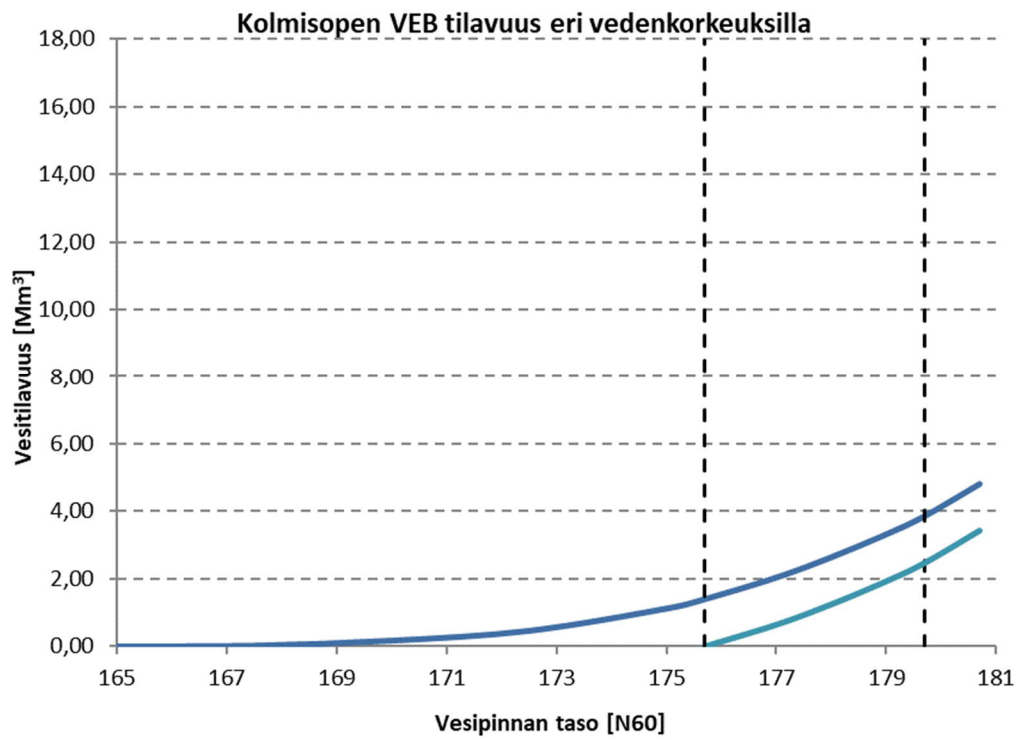
Vaihtoehdossa A patosijaintivaihtoehto oli sellainen, että Kolmisopen arvioitu kokonaistilavuus säännöstelyvälillä NW-HW vaihtelee välillä 2,97–7,05 milj.m<sup>3</sup>. Kolmisopen säännöstelytilavuus (NW-HW) on siis noin 4,08 milj.m<sup>3</sup>. (Kuva 9-2)



Kuva 9-2. Kolmisopen tilavuus ja säännöstelytilavuus eri vedenkorkeuksilla vaihtoehdossa A.

## 9.2 Säännöstelyvaihtoehto B

Vaihtoehdossa B Kolmisopen pinta-ala pienenee huomattavasti. Kolmisopen arvioitu kokonaistilavuus säännöstelyvälillä NW-HW vaihtelee välillä 1,40–3,86 milj.m<sup>3</sup>. Kolmisopen säännöstelytilavuus (NW-HW) on siis noin 2,46 milj.m<sup>3</sup>. (Kuva 9-3)



Kuva 9-3. Kolmisopen tilavuus ja säännöstelytilavuus eri vedenkorkeuksilla vaihtoehdossa B.





Terrafame Oy

## Liite 1. Kolmisopen säännöstelyraportti

Kolmisopen vesistöjärjestelyt

Päivitys 17.5.2021

Yhteystiedot

Kaisa Kettunen

Heli Harju

Marko Lehmikangas

Elektroniikkatie 13

FI-90590 OULU

Finland

Kotipaikka Vantaa, Finland

Y-tunnus 0625905-6

Puh. +358 10 3311

[www.afry.fi](http://www.afry.fi)

AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

## Sisältö

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Lähtöaineisto .....                             | 7  |
| 1.1   | Valuma-alueet.....                              | 7  |
| 1.2   | Lähtöaineisto .....                             | 10 |
| 1.3   | Valunta .....                                   | 11 |
| 1.4   | Kalliojoen virtaama .....                       | 12 |
| 2     | Tulo- ja lähtövirtaama Kolmisoppeen .....       | 13 |
| 2.1   | Keskimääräinen hydrologinen vuosi .....         | 16 |
| 2.2   | 1/100a märkä vuosi .....                        | 16 |
| 2.3   | 1/100a kuiva vuosi .....                        | 16 |
| 3     | Säännöstely.....                                | 17 |
| 3.1   | Kolmisoppi.....                                 | 17 |
| 3.2   | Kalliojärvi .....                               | 17 |
| 3.3   | Laskenta .....                                  | 18 |
| 3.3.1 | Kolmisoppi .....                                | 18 |
| 3.3.2 | Purkautumiskäyrä ohjuksutuskanavasta .....      | 18 |
| 3.3.3 | Kalliojärvi .....                               | 20 |
| 4     | Tulokset.....                                   | 20 |
| 4.1   | Lähtövirtaama nykytilassa .....                 | 21 |
| 4.1.1 | Keskimääräinen .....                            | 21 |
| 4.1.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....         | 22 |
| 4.1.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva .....        | 23 |
| 4.2   | Vaihtoehto 0+ 2028 .....                        | 24 |
| 4.2.1 | Keskimääräinen .....                            | 24 |
| 4.2.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....         | 24 |
| 4.2.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva .....        | 25 |
| 4.3   | YVA Vaihtoehto 1A ja 2A 2028 +Kalliojärvi ..... | 26 |
| 4.3.1 | Keskimääräinen .....                            | 26 |
| 4.3.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....         | 28 |
| 4.3.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva .....        | 30 |
| 4.4   | Vaihtoehto 2A 2045 +Kalliojärvi .....           | 32 |
| 4.4.1 | Keskimääräinen .....                            | 32 |
| 4.4.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....         | 34 |
| 4.4.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva .....        | 36 |
| 4.5   | Vaihtoehto 2B 2028 +Kalliojärvi .....           | 38 |
| 4.5.1 | Keskimääräinen .....                            | 38 |
| 4.5.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....         | 40 |
| 4.5.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva .....        | 42 |
| 4.6   | Vaihtoehto 2B 2045 +Kalliojärvi .....           | 44 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.6.1 | Keskimääräinen .....                     | 44 |
| 4.6.2 | Kerran 100 vuodessa toistuva märkä.....  | 46 |
| 4.6.3 | Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva ..... | 48 |
| 5     | Epävarmuudet .....                       | 50 |
| 6     | Yhteenveto.....                          | 51 |

## Liitteet

|              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| Liite 1..... | Tuhkajoen virtaama eri vaihtoehdoilla |
|--------------|---------------------------------------|

## Kuvat

|  |    |
|--|----|
| Kuva 1-1. Nykyisin Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet .....  | 7  |
| Kuva 1-2. Tuotannon laajentuessa Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma (VE0+). .....   | 8  |
| Kuva 1-3. Tuotannon laajentuessa Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma (YVA VE1A, VE2A ja VE2B vuonna 2028). ..                                      | 9  |
| Kuva 1-4. Tuotannon laajentuessa Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma ja VEB mukaiset padot Kolmisopessa. ....                                      | 10 |
| Kuva 1-5. Tulovirtaama-arvio nykytilanteessa eri kuukausina keskimäärin .....  | 11 |
| Kuva 1-6. Valunta-arvot eri toistuvuuksilla kuukausittain.....   | 12 |
| Kuva 1-7. Kalliojoen mitatut virtaamat.....  | 13 |
| Kuva 3-1. Ylisyöksypato 17.6.2019 © AFRY Finland Oy 2020 .....   | 19 |
| Kuva 3-2. Kolmisopen ylisyöksyn purkautumiskäyrä .....   | 19 |
| Kuva 4-1. Säännöstely nykyisin keskimääräisessä hydrologisissa olosuhteissa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....  | 21 |
| Kuva 4-2. Säännöstely nykyisin kerran 100 vuodessa toistuvassa määrässä tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....  | 22 |
| Kuva 4-3. Säännöstely nykyisin kerran 100 vuodessa toistuvassa kuivassa tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....  | 23 |
| Kuva 4-4 Säännöstely VE0+ keskimääräisessä tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....   | 24 |
| Kuva 4-5 Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehdossa 0+, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                             | 25 |
| Kuva 4-6 Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna YVA vaihtoehdossa 0+, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                             | 26 |
| Kuva 4-7. Säännöstely YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kalliojärven kanssa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama ..... | 27 |

|   |    |
|---|----|
| Kuva 4-8. Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdossa 1A ja 2A vuonna 2028 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa.....   | 28 |
| Kuva 4-9. Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....              | 29 |
| Kuva 4-10. Kalliojärven säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028.....  | 30 |
| Kuva 4-11. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....               | 31 |
| Kuva 4-12. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028.....  | 32 |
| Kuva 4-13. Säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kalliojärven kanssa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                | 33 |
| Kuva 4-14. Kalliojärven säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa .....   | 34 |
| Kuva 4-15. Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna vaihtoehdossa 2A vuonna 2045, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                        | 35 |
| Kuva 4-16. Kalliojärven säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna vaihtoehdossa 2A vuonna 2045.....   | 36 |
| Kuva 4-17. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                          | 37 |
| Kuva 4-18. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045.....   | 38 |
| Kuva 4-19. Keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kolmisopen säännöstely Kalliojärven kanssa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama ..... | 39 |
| Kuva 4-20. Kalliojärven säännöstely keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. ....   | 40 |
| Kuva 4-21. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                       | 41 |
| Kuva 4-22. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028.....  | 42 |
| Kuva 4-23. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                      | 43 |
| Kuva 4-24. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028.....   | 44 |
| Kuva 4-25. Keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kolmisopen säännöstely Kalliojärven kanssa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama ..... | 45 |
| Kuva 4-26. Kalliojärven säännöstely keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. ....   | 46 |
| Kuva 4-27. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama .....                       | 47 |

|  |    |
|--|----|
| Kuva 4-28. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045.....   | 48 |
| Kuva 4-29. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama ..... | 49 |
| Kuva 4-30. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045.....  | 50 |

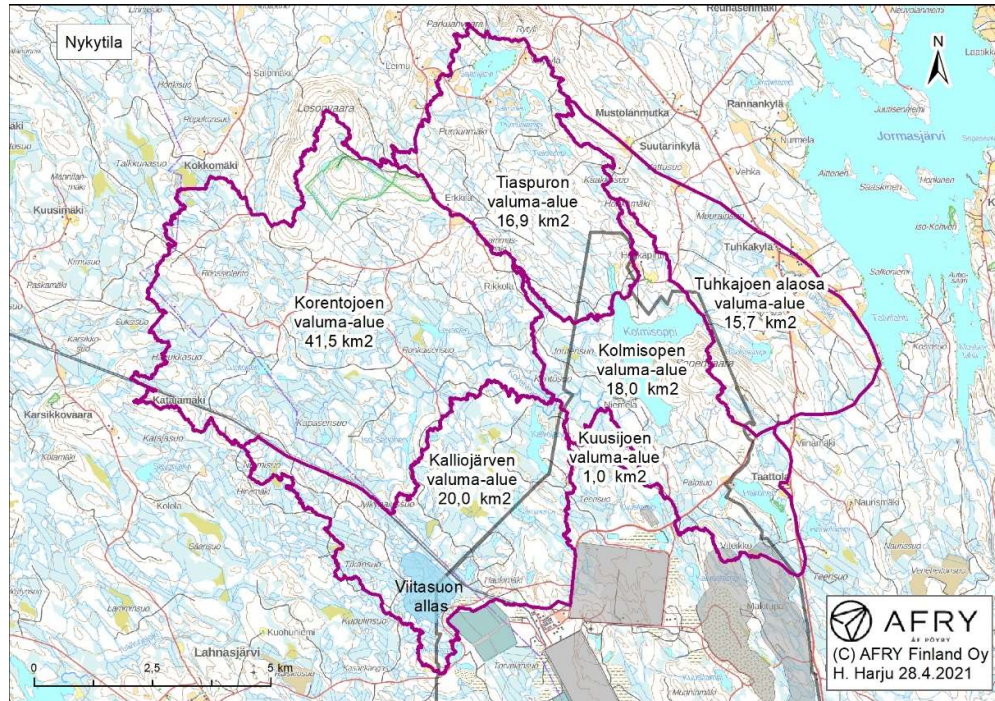
## Taulukot

|   |    |
|---|----|
| Taulukko 1-1. Valuntadata eri skenaariorissa eri vuoden aikana.....   | 11 |
| Taulukko 2-1. Nykyisillä valuma-alueilla laskettu tulovirtaama-arvio sekä lähtövirtaama minimissään.....                                      | 14 |
| Taulukko 2-2. Tuotannon laajentuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE0+) sekä lähtövirtaama minimissään.....                               | 14 |
| Taulukko 2-3. Tuotannon laajentuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE1A 2028, VE2A 2028 ja VE2B 2028) sekä lähtövirtaama minimissään ..... | 15 |
| Taulukko 2-4. Tuotannon laajentuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE2A 2045 ja VE2B 2045) sekä lähtövirtaama minimissään .....            | 15 |
| Taulukko 3-1. Säännöstelytilavuudet eri vaihtoehdoilla. ....  | 17 |
| Taulukko 3-2. Kolmisopen säännöstelylaskelmissa käytetyt reunaehdot.....  | 18 |
| Taulukko 4-1. Eri säännöstelyvaihtoehtojen vaikutukset Tuhkajoen virtaamiin vuositasolla .....  | 20 |

# 1 Lähtöaineisto

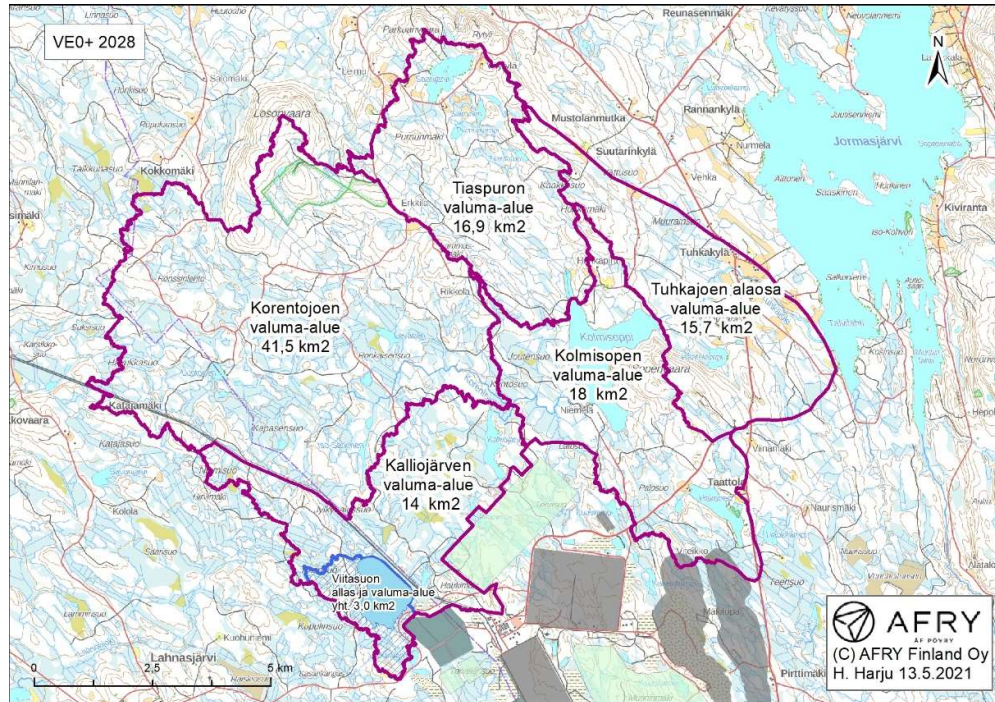
## 1.1 Valuma-alueet

Kolmisoppen tulevaa vedenmääräarviota varten valuma-alueet on arvioitu ArcGIS:n Watershed-työkalulla. Kolmisoppen laskee nykyisin alla olevan kuvan (Kuva 1-1) mukaiset valuma-alueet. Valuma-alueiden avulla on laskettu Kolmisoppen tulevaa virtaamaa.



Kuva 1-1. Nykyisin Kolmisoppen tulevat valuma-alueet

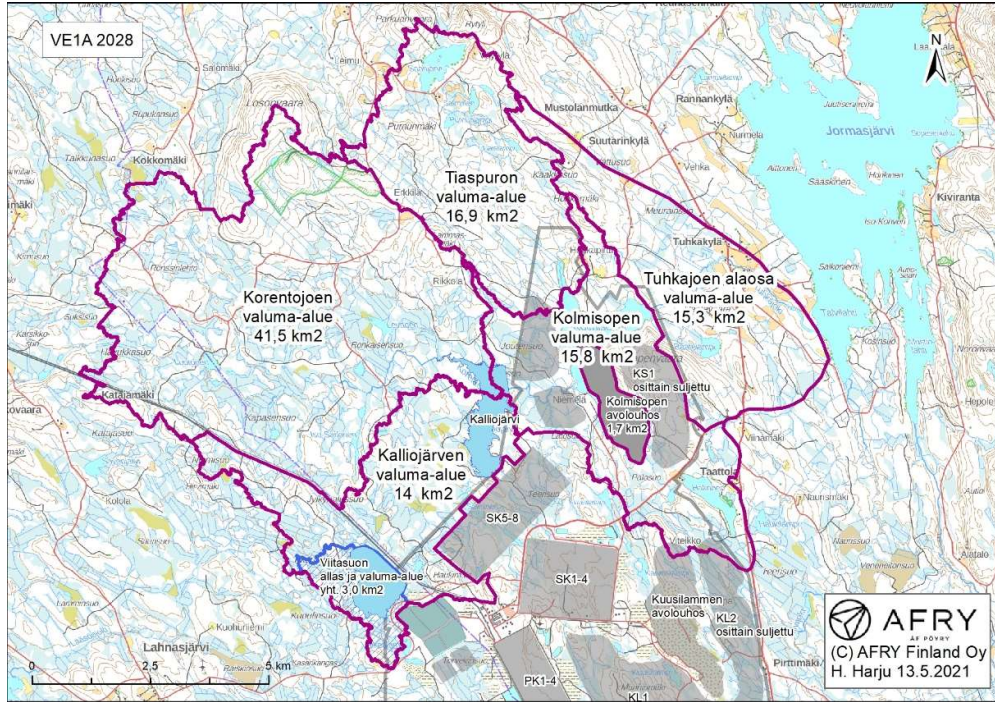
YVA vaihtoehdossa V0+ tarkastellaan tilannetta, jossa toiminnot sijoittuvat nykyisen kaivospiirin sisäpuolelle ja nykytilanteeseen nähden lisätään vain sekundäärikasan laajennus. Nykytilanteeseen nähden Kalliojärven ja Kolmisopin valuma-alueet pienenevät.



Kuva 1-2. Tuotannon laajentuessa Kolmisopeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma (VE0+).

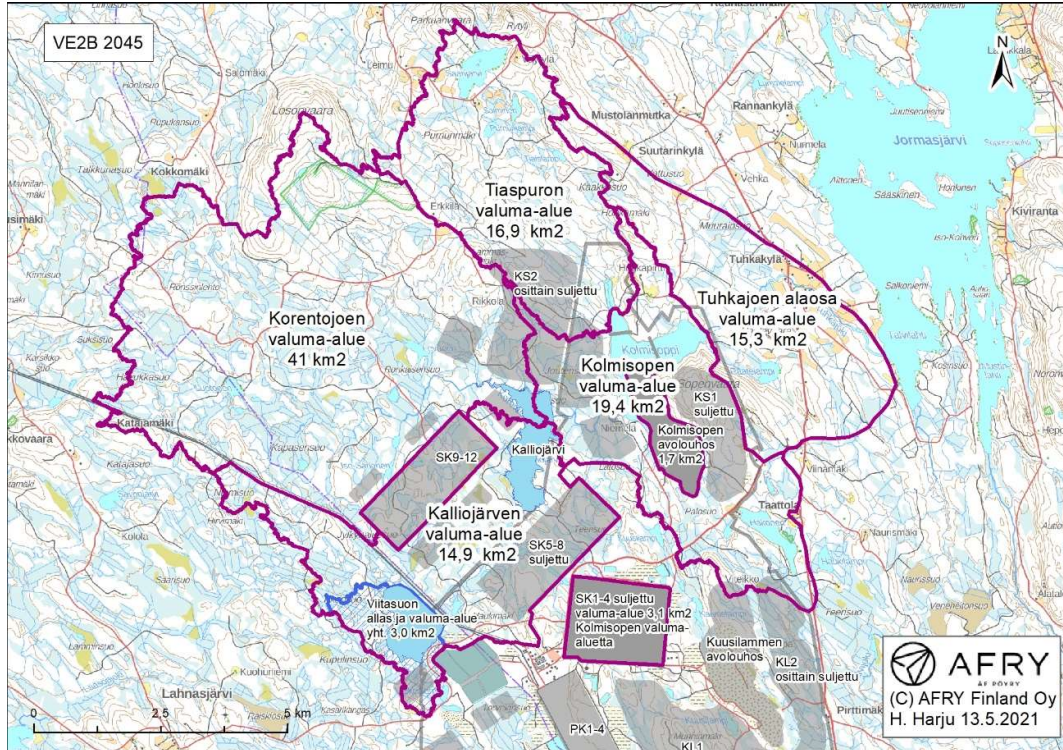
Tuotannon laajentuessa valuma-alueet muuttuvat. Kuvassa 1-3 on arvio tulevien valuma-alueiden koosta YVA vaihtoehtojen 1A, 2A ja 2B mukaisissa tilanteissa vuonna 2028. Tuotannon laajennus kuvaa tilannetta, jossa toiminnot sijoittuvat nykyisen voimassaolevan kaivospiirin sisäpuolelle.





Kuva 1-3. Tuotannon laajentuessa Kolmisopeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma (YVA VE1A, VE2A ja VE2B vuonna 2028).

YVA vaihtoehtojen 2A ja 2B tuotannon laajentuessa valuma-alueet muuttuvat. Kuvassa (Kuva 1-4) on arvio tulevien valuma-alueiden koosta YVA vaihtoehtojen 2A ja 2B mukaisissa tilanteissa vuonna 2045. Tuotannon laajennus kuvaa laajinta mahdollista vaihtoehtoa Kolmisopen avolouhoksen avaamisen yhteydessä.

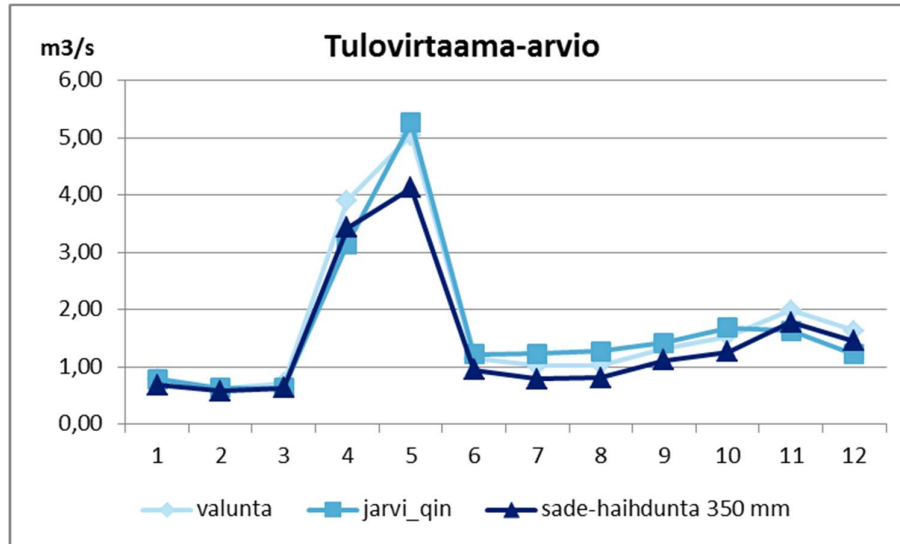


Kuva 1-4. Tuotannon laajentuessa Kolmisoppeen tulevat valuma-alueet, tuotannon laajennuksen alustava layoutsuunnitelma ja VEB mukaiset padot Kolmisopessa.

## 1.2 Lähtöaineisto

Tulovirtaama-arvio laskettiin kolmella eri tapaa. Vesistömallin (SYKE 2019) simuloitujen datat-aineistosta: Tuhkajoen 59.885 valunta (qr), Tuhkajoen alueelta tuleva virtaama (jarvi\_qin) sekä arvio sadannasta ja haihdunnasta. Alueella sataa n. 600–700 mm vuosittain ja haihdunta on arviolta 300 mm. Tulovirtaama-arvio on laskettu 650 mm sadannalla. Jokaisella aineistolla tulee hieman eri tulos.

Vesistömallin simuloitujen datan ”Valunta” keskiarvo sijoittuu kahden muun tuloksen väliin, joten laskennoissa sitä käytetään lähtöaineistona. (Kuva 1-5)



Kuva 1-5. Tulovirtaama-arvio nykytilanteessa eri kuukausina keskimäärin

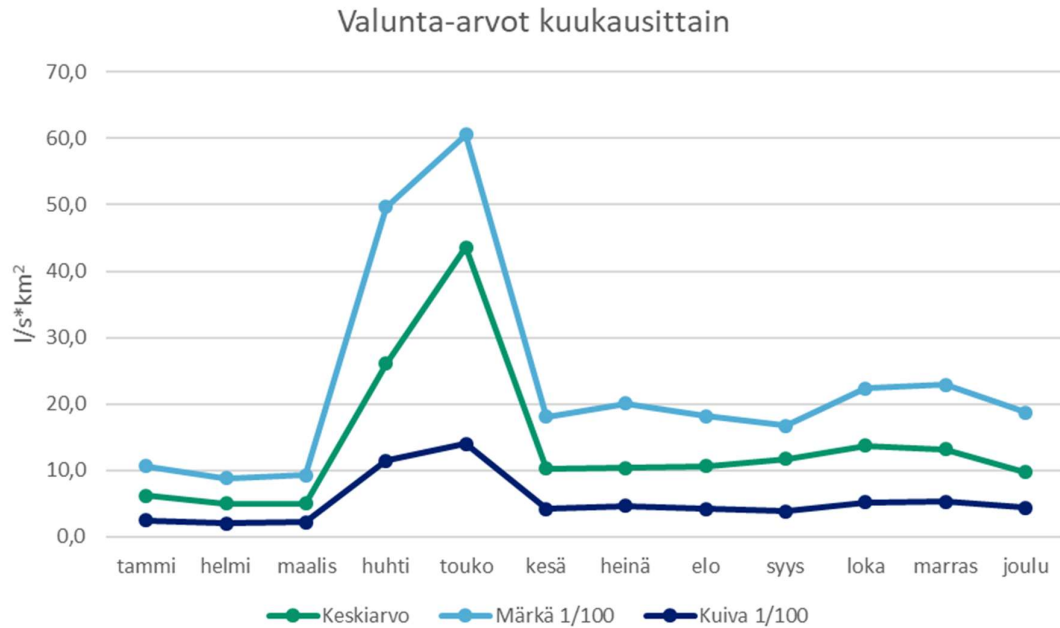
### 1.3 Valunta

Alueen kuukausittainen valunta on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 1-1) ja kuvassa (Kuva 1-6). Kerran 100 vuodessa toistuva märän ja kuivan vuoden valunta-arvo on määritetty toistuvuusanalyysin avulla soveltaen Gumbelin menetelmää. Kuukausittaiset arvot on arvioitu suhdeluvun avulla. Kerran 100 vuodessa toistuva märkä vuosi on arviolta 1,7-kertainen keskimääräiseen nähden ja kerran 100 vuodessa toistuva kuiva vuosi on 0,4-kertainen keskimääräiseen nähden.

Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) keskimääräinen valunta on vuosien 1990-2019 välisenä aikana 13,8 l/s\*km<sup>2</sup>, nettosadannaksi muutettuna se tarkoittaa 435 mm/vuosi. Arvio nettosadannasta kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna on 725 mm/a ja kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna 167 mm/a.

Taulukko 1-1. Valuntadata eri skeenariorissa eri vuoden aikana.

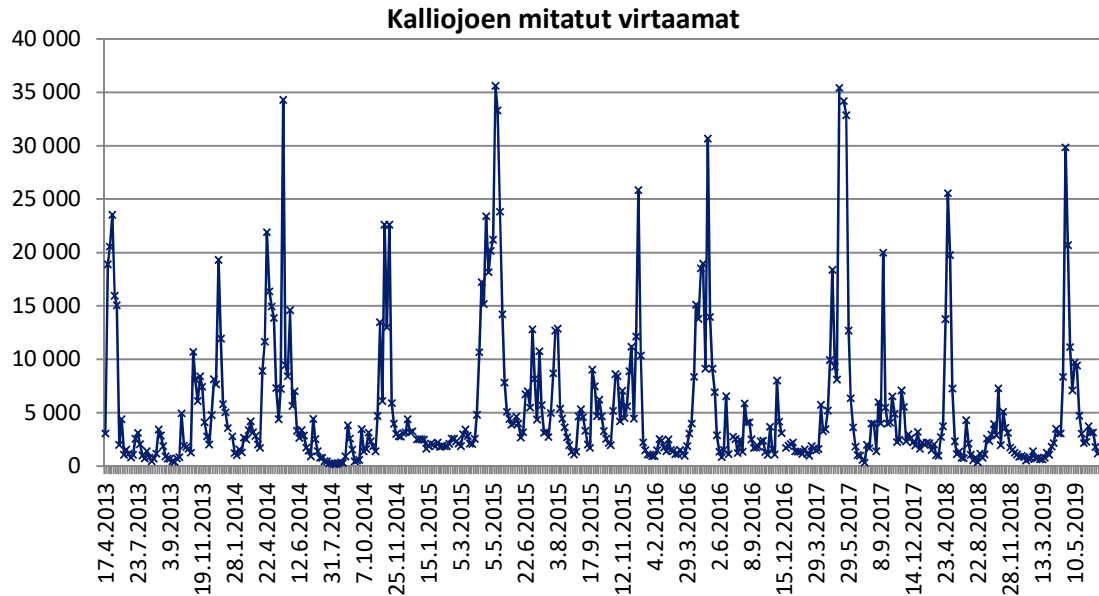
|  | tammi | helmi | maalis | huhti | touko | kesä | heinä | elo  | syys | loka | marras | joulu | Keskiarvo |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|------|--------|-------|-----------|
| Valunta q (l/s/km <sup>2</sup> )             | 6,2   | 5,0   | 4,9    | 26,0  | 43,6  | 10,2 | 10,4  | 10,6 | 11,7 | 13,7 | 13,2   | 9,7   | 13,8      |
| Valunta q 1/100 märkä (l/s/km <sup>2</sup> ) | 10,6  | 8,8   | 9,3    | 49,7  | 60,6  | 18,1 | 20,1  | 18,2 | 16,7 | 22,3 | 22,9   | 18,7  | 23,0      |
| Valunta q 1/100 kuiva (l/s/km <sup>2</sup> ) | 2,4   | 2,0   | 2,1    | 11,4  | 14,0  | 4,2  | 4,6   | 4,2  | 3,8  | 5,1  | 5,3    | 4,3   | 5,3       |



Kuva 1-6. Valunta-arvot eri toistuvuuksilla kuukausittain

## 1.4 Kalliojoen virtaama

Kalliojoen virtaamaa mitataan usean kerran joka kuukausi, jotta saadaan mahdollisimman hyvin selville eri vuoden aikaisvaihtelut. Mittausten keskiarvo aikavälillä 17.4.2013–14.6.2019 on 5 043 m<sup>3</sup>/h, suurin havaittu virtaama on 35 635 m<sup>3</sup>/h ja pienin havaittu virtaama on 192 m<sup>3</sup>/h.



Kuva 1-7. Kalliojoen mitatut virtaamat

## 2 Tulo- ja lähtövirtaama Kolmisoppeen

Kolmisoppeen kuukausittainen tulovirtaama laskettiin kuukausittain valunta-arvolla jokaiselle valuma-alueelle nykytilanteessa ja tuotannon laajennusvaihtoehdossa (Kuva 1-1, Kuva 1-2, Kuva 1-3 ja Kuva 1-4). Terrafamen alueelta tulevien vesien määrä on laskettu Kalliojoen mitatun virtaaman avulla; Kalliojoen mitatuista virtaamista on otettu kuukausikeskiarvot ja vähennetty Korentojoen, Kalliojärven ja Kuusijoen valuma-alueiden kuukausittaiset virtaamat. Heinäkuun laskennallinen virtaama oli negatiivinen, mutta kuivanakin aikana Terrafamen suunnalta tulee 10–20 m<sup>3</sup>/h (7 440 m<sup>3</sup>/kk). Tämä on huomioitu laskennassa.

Tuotannon laajennusvaiheessa Terrafamen tehdasalueelta Kolmisoppiin tulevien vesien määrä vähenee. Veden määrä on laskettu samassa suhteessa valuma-alueiden pientymisen kanssa.

Taulukoissa Taulukko 2-1, Taulukko 2-2, Taulukko 2-3 ja Taulukko 2-4 on esitetty nykytilassa ja laajennusvaiheissa Kolmisopen tulovirtaamasummat kuukausitasolla kaikissa laskennassa käytetyissä hydrologisissa olosuhteissa (keskiarvo, kerran 100 vuodessa toistuva märkä ja kerran 100 vuodessa toistuva kuiva vuosi). Lisäksi taulukkoon on koottu Kolmisopen lähtövirtaama minimissään; Kolmisopen lupaehtojen mukainen minimivirtaamavelvoite sekä Terrafamen tehdasalueen vedenotto. Terrafamen tehdasalueen vedenotto kasvaa nykyisestä n. 4,0 Mm<sup>3</sup>/a kulutuksesta n. 7,0 Mm<sup>3</sup>/a kulutukseen NiSu:n vedenoton alkaessa.

Taulukko 2-1. Nykyisillä valuma-alueilla laskettu tulovirtaama-arvio sekä lähtövirtaama minimissään

| Kuukausi        | Tulovirtaama (m3/kk) |                       |                       | Lähtövirtaama (m3/kk)                    |                        |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|------------------------|
|                 | Nykytila, keskiarvo  | Nykytila, 1/100 märkä | Nykytila, 1/100 kuiva | Padon kautta minimivirtaaman perusteella | Vedenotto, keskimäärin |
| Tammi           | 2 112 169            | 2 772 241             | 646 261               | 803 520                                  | 333 226                |
| Helmi           | 1 500 792            | 2 076 780             | 486 002               | 725 760                                  | 333 226                |
| Maalis          | 1 908 921            | 2 897 204             | 866 365               | 803 520                                  | 333 226                |
| Huhti           | 10 130 305           | 15 382 088            | 4 613 044             | 777 600                                  | 333 226                |
| Touko           | 13 512 719           | 18 876 181            | 5 646 110             | 1 874 880                                | 333 226                |
| Kesä            | 2 961 151            | 4 564 564             | 1 059 274             | 1 814 400                                | 333 226                |
| Heinä           | 2 722 129            | 5 235 848             | 1 213 961             | 1 874 880                                | 333 226                |
| Elo             | 2 776 177            | 4 759 463             | 1 104 186             | 1 874 880                                | 333 226                |
| Syys            | 3 417 983            | 4 816 350             | 1 434 427             | 1 814 400                                | 333 226                |
| Loka            | 4 111 447            | 6 044 780             | 1 781 747             | 803 520                                  | 333 226                |
| Marras          | 5 161 072            | 7 625 825             | 2 302 577             | 777 600                                  | 333 226                |
| Joulu           | 4 355 605            | 6 570 567             | 1 987 471             | 803 520                                  | 333 226                |
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>54 670 469</b>    | <b>81 621 891</b>     | <b>23 141 425</b>     | <b>14 748 480</b>                        | <b>3 998 716</b>       |

Taulukko 2-2. Tuotannon laajentuuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE0+) sekä lähtövirtaama minimissään

| Kuukausi        | Tulovirtaama (m3/kk)           |                                  |                                  | Lähtövirtaama (m3/kk)                    |                              |
|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
|                 | Tuotannon laajennus, keskiarvo | Tuotannon laajennus, 1/100 märkä | Tuotannon laajennus, 1/100 kuiva | Padon kautta minimivirtaaman perusteella | Vedenotto, keskimäärin +nisu |
| Tammi           | 1 939 453                      | 2 572 314                        | 599 354                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Helmi           | 1 379 228                      | 1 927 008                        | 450 653                          | 725 760                                  | 585 226                      |
| Maalis          | 1 746 327                      | 2 721 732                        | 791 571                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Huhti           | 9 256 194                      | 14 477 660                       | 4 210 953                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Touko           | 12 452 161                     | 17 735 955                       | 5 158 253                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Kesä            | 2 732 167                      | 4 235 380                        | 982 583                          | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Heinä           | 2 525 304                      | 4 858 253                        | 1 126 114                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Elo             | 2 575 667                      | 4 416 223                        | 1 024 255                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Syys            | 3 152 453                      | 4 512 691                        | 1 312 283                        | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Loka            | 3 793 357                      | 5 625 663                        | 1 635 426                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| Marras          | 4 714 950                      | 7 209 462                        | 2 097 360                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Joulu           | 3 968 334                      | 6 219 045                        | 1 809 326                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>50 235 595</b>              | <b>76 511 387</b>                | <b>21 198 134</b>                | <b>14 748 480</b>                        | <b>7 022 716</b>             |

Taulukko 2-3. Tuotannon laajentuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE1A 2028, VE2A 2028 ja VE2B 2028) sekä lähtövirtaama minimissään

| Kuukausi        | Tuotannon laajennus, keskiarvo | Tulovirtaama (m <sup>3</sup> /kk) |                                  | Lähtövirtaama (m <sup>3</sup> /kk)       |                              |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
|                 |                                | Tuotannon laajennus, 1/100 märkä  | Tuotannon laajennus, 1/100 kuiva | Padon kautta minimivirtaaman perusteella | Vedenotto, keskimäärin +nisu |
| Tammi           | 1 903 174                      | 2 669 103                         | 621 658                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Helmi           | 1 352 800                      | 1 999 516                         | 467 362                          | 725 760                                  | 585 226                      |
| Maalis          | 1 717 183                      | 2 806 682                         | 811 147                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Huhti           | 9 107 841                      | 14 915 515                        | 4 311 850                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Touko           | 12 195 156                     | 18 287 965                        | 5 285 456                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Kesä            | 2 673 927                      | 4 394 746                         | 1 019 306                        | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Heinä           | 2 464 095                      | 5 041 055                         | 1 168 238                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Elo             | 2 513 118                      | 4 582 393                         | 1 062 547                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Syys            | 3 085 912                      | 4 659 700                         | 1 346 159                        | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Loka            | 3 712 579                      | 5 828 567                         | 1 682 182                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| Marras          | 4 639 812                      | 7 411 033                         | 2 143 809                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Joulu           | 3 910 964                      | 6 389 225                         | 1 848 542                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>49 276 560</b>              | <b>78 985 502</b>                 | <b>21 768 256</b>                | <b>14 748 480</b>                        | <b>7 022 716</b>             |

Taulukko 2-4. Tuotannon laajentuessa laskettu tulovirtaama-arvio (YVA VE2A 2045 ja VE2B 2045) sekä lähtövirtaama minimissään

| Kuukausi        | Tuotannon laajennus, keskiarvo | Tulovirtaama (m <sup>3</sup> /kk) |                                  | Lähtövirtaama (m <sup>3</sup> /kk)       |                              |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------|
|                 |                                | Tuotannon laajennus, 1/100 märkä  | Tuotannon laajennus, 1/100 kuiva | Padon kautta minimivirtaaman perusteella | Vedenotto, keskimäärin +nisu |
| Tammi           | 1 973 361                      | 2 650 315                         | 616 988                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Helmi           | 1 403 662                      | 1 985 441                         | 463 778                          | 725 760                                  | 585 226                      |
| Maalis          | 1 775 060                      | 2 790 192                         | 793 355                          | 803 520                                  | 585 226                      |
| Huhti           | 9 405 365                      | 14 830 519                        | 4 213 392                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Touko           | 12 682 155                     | 18 180 811                        | 5 169 092                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Kesä            | 2 783 575                      | 4 363 810                         | 1 011 837                        | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Heinä           | 2 576 587                      | 5 005 570                         | 1 159 721                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Elo             | 2 628 033                      | 4 550 137                         | 1 054 773                        | 1 874 880                                | 585 226                      |
| Syys            | 3 211 433                      | 4 631 163                         | 1 318 338                        | 1 814 400                                | 585 226                      |
| Loka            | 3 864 689                      | 5 789 180                         | 1 652 849                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| Marras          | 4 790 715                      | 7 371 904                         | 2 090 294                        | 777 600                                  | 585 226                      |
| Joulu           | 4 029 105                      | 6 356 190                         | 1 801 370                        | 803 520                                  | 585 226                      |
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>51 123 741</b>              | <b>78 505 233</b>                 | <b>21 345 785</b>                | <b>14 748 480</b>                        | <b>7 022 716</b>             |

Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama on vuositasolla 14,7 Mm<sup>3</sup> (1 707 m<sup>3</sup>/h). Putkien kautta voidaan juoksettaa vuositasolla arviolta 56,2 Mm<sup>3</sup> (6 500 m<sup>3</sup>/h) ja sen lisäksi ylisyoäksypadon kautta menee ylimääräinen vesi vedenkorkeuden perusteella.

Vedenotto nykytilanteessa on 460 m<sup>3</sup>/h ja NiSu:n vedenoton kanssa yhteensä 820 m<sup>3</sup>/h (460+350 m<sup>3</sup>/h).

## 2.1 Keskimääräinen hydrologinen vuosi

Nykytilassa Kolmisoppeen tulee keskimääräisenä hydrologisena vuonna 6 241 m<sup>3</sup>/h eli n. 54,7 Mm<sup>3</sup>/v. Kalliojoen virtaamamittausten perusteella keskimääräinen tulovirtaama on 4 770 m<sup>3</sup>/h ja siihen on lisättävä Tiaispuron kautta tulevat n. 1 740 m<sup>3</sup>/h, joten suuruusluokka lienee oikein.

Tuotannon laajentuessa YVA VE0+ Kolmisoppeen tulevat valuma-alueiden yhteenlaskettu koko pienenee noin 7 %. Valuma-alueiden pienentyessä tulovirtaama on arviolta noin 5 735 m<sup>3</sup>/h, eli n. 50,2 Mm<sup>3</sup>/v.

Tuotannon laajentuessa vuonna 2028 YVA VE1A, VE2A ja VE2B mukaan Kolmisoppeen tulevien valuma-alueiden yhteenlaskettu koko pienenee noin 9 %. Valuma-alueiden pienentyessä tulovirtaama on arviolta noin 5 625 m<sup>3</sup>/h, eli n. 49,3 Mm<sup>3</sup>/v.

Tuotannon laajentuessa vuonna 2045 YVA VE2A ja VE2B mukaan Kolmisoppeen tulevat valuma-alueiden yhteenlaskettu koko pienenee noin 5 %. Valuma-alueiden pienentyessä tulovirtaama on arviolta noin 5 836 m<sup>3</sup>/h, eli n. 51,1 Mm<sup>3</sup>/v.

## 2.2 1/100a märkä vuosi

Kerran 100 vuodessa toistuvan märän valunnan mukaan Kolmisoppeen tulee nykyisin n. 9 318 m<sup>3</sup>/h eli n. 81,6 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä YVA VE0+ mukaan tulovirtaama on 8 734 m<sup>3</sup>/h eli n. 76,5 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä vuonna 2028 YVA VE1A, VE2A ja VE2B mukaan tulovirtaama on 9 017 m<sup>3</sup>/h eli n. 79,0 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä vuonna 2045 YVA VE2A ja VE2B mukaan tulovirtaama on 8 962 m<sup>3</sup>/h eli n. 78,5 Mm<sup>3</sup>/v.

## 2.3 1/100a kuiva vuosi

Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan valunnan Kolmisoppeen tulee nykyisin n. 2 642 m<sup>3</sup>/h eli n. 23,1 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä YVA VE0+ mukaan tulovirtaama on 2 420 m<sup>3</sup>/h eli n. 21,2 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä vuonna 2028 YVA VE1A, VE2A ja VE2B mukaan tulovirtaama olisi 2 485 m<sup>3</sup>/h eli n. 21,8 Mm<sup>3</sup>/v.

Valuma-alueen pienentyessä vuonna 2045 YVA VE2A ja VE2B mukaan tulovirtaama olisi 2 437 m<sup>3</sup>/h eli n. 21,3 Mm<sup>3</sup>/v.



## 3 Säännöstely

### 3.1 Kolmisoppi

Kolmisopen nykyinen säännöstely tapahtuu välillä 175,7–179,7 m, jolloin säännöstelytilavuus on 7,91 Mm<sup>3</sup>. Kolmisopen kokonaistilavuus on 15,5 Mm<sup>3</sup>.

Vaihtoehdoissa 1A ja 2A Kolmisoppi pienenee siten, että yo. säännöstelyvälillä säännöstelytilavuus on 4,08 Mm<sup>3</sup> ja vaihtoehdossa 2B säännöstelytilavuutta on enää 2,46 Mm<sup>3</sup>. (Taulukko 3-1)

*Taulukko 3-1. Säännöstelytilavuudet eri vaihtoehdoilla.*

| Säännöstelytilavuus |  |  |
|---------------------|--|--|
| Vaihtoehto          | Kolmisopin säännöstelytilavuus Mm <sup>3</sup> | Kalliojärven säännöstelytilavuus Mm <sup>3</sup> |
| <b>nykytila</b>     | 7,91   | -  |
| <b>V0+ 2028</b>     | 7,91   | -  |
| <b>V1A 2028</b>     | 4,08   | 1,93   |
| <b>V2A 2028</b>     | 4,08   | 1,93   |
| <b>V2A 2045</b>     | 4,08   | 1,93   |
| <b>V2B 2028</b>     | 2,46   | 1,93   |
| <b>V2B 2045</b>     | 2,46   | 1,93   |

Kolmisopen tulovirtaama on kuten kohdassa 2 on kuvattu. Kolmisopen lähtövirtaama koostuu kahdesta osasta; sieltä otetaan prosessiin vettä ja lisäksi vettä johdetaan Tuhkajokeen. Nykyisen luvan mukaan Kolmisopesta on juoksutettava Tuhkajokeen 1.10.–30.4. välisenä aikana vähintään 300 l/s ja 1.5.–30.9. välisenä aikana vähintään 700 l/s. Poikkeuksellisen kuivina kausina, kun Kalliojoen havaittu virtaama alittaa 200 l/s, minimivirtaama Tuhkajokeen on oltava vähintään 1,3-kertainen Kalliojoen virtaamaan verrattuna.

Tuhkajokeen johdetaan vettä kahden putken avulla, joiden maksimijuoksutus on n. 5 200 m<sup>3</sup>/h. Tuhkajokeen vähintään purettava vesimäärä on vähintään oltava 14,7 Mm<sup>3</sup>/a.

Kolmisopen säännöstely toimii ylärajalla siten, että kun vedenpinta saavuttaa tason 180 m (N60), vettä menee myös ylisyoöksypadon kautta Tuhkajokeen. Ylisyoöksypadon kautta menevä veden määrä on arvioitu ylisyoöksypadon kaavalla purkautumiskertoimen avulla.

### 3.2 Kalliojärvi

Etenkin vaihtoehdoissa A2020 ja B Kolmisopen säännöstelytilavuus ei riitä Tuhkajoen minimivirtaamiin. Tämän takia skenaarioihin on otettu mukaan Kalliojärven säännöstely.

Kalliojärvi on nykyisin peruskartan mukaan tasolla 186,0 m (N60). Ajatuksena on säännöstellä järveä siten, että vedenkorkeus nousee nykyisestä jopa 4 m. Säännöstelylaskelmat on tehty oletuksella, että säännöstelyn alaraja olisi 185 m, ja

yläraja 190 m. Tällä välillä säännöstelytilavuutta on arviolta 1,93 Mm<sup>3</sup>. (Taulukko 3-1)  
 Kokonaistilavuus Kalliojärnessä ylärajalla on 2,19 Mm<sup>3</sup>.

### 3.3 Laskenta

#### 3.3.1 Kolmisoppi

Kolmisopen säännöstely on arvioitu 6 eri skenaariossa 3 eri hydrologisessa tilanteessa; nykytilassa, NiSu:n vedenotolla sekä pienemmällä tulovirtaamalla säännöstelyvaihtoehdoilla VE0+, vuonna 2028 VE1A, VE2A ja VE2B, sekä vuonna 2045 VE2A ja VE2B keskimääräisenä vuonna, märkänä ja kuivana vuonna

Näiden lisäksi Kalliojärvi otettiin mukaan vaihtoehtoihin VE1A, VE2A ja VE2B jokaisessa hydrologisessa tilanteessa.

Säännöstely on tehty kuukausitasolla siten, että se huomioi järvien tilavuuskäyrät eri vedenkorkeuksilla. Kuukaudessa tapahtuva vedenpinnan muutos (dh) on laskettu kaavan (1) perusteella. Q<sub>sään</sub> on arvioitu saman kuun vedenkorkeuden perusteella, seuraavan kuun vedenkorkeus on saatu lisäämällä siihen dh. Kolmisopen osalta on oletus, että vedenpinta tammikuussa olisi tasolla 179,0 m.

$$dh = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{sään}} \quad (1)$$

Kolmisopen säännöstelyn lähtökohdat perustuvat nykyisin vallitsevaan tilanteeseen, eli ala- ja yläraja ovat samat ja lähtevä virtaama perustuu olemassa oleviin rakenteisiin ja lupaehtoihin. (Taulukko 3-2) Laskelmissa vedenpintaa pyritään pitämään ylärajan läheisyydessä ja talven alenema mahdollisimman pienenä. Vaihtoehdoissa A ja B tämä ei toteudu, vaan Kolmisopen säännöstelytilavuus pitää ottaa paremmin hyötykäyttöön.

Taulukko 3-2. Kolmisopen säännöstelylaskelmissa käytetyt reunaehdot

| Säännöstelyn reunaehdot                      | m <sup>3</sup> /h | m (N60) |
|--|-------------------|---------|
| Juoksutus välillä 175,7...177,5              | 5 200             |         |
| Juoksutus välillä 177,5...179,99             | 10 400            |         |
| Juoksutus kun vedenpinta yli 180             | 0...58 320*       |         |
| Prosessiin otettava vesimäärä                | 813               |         |
| Vähintään Tuhkajokeen juoksettava vesimäärä, |                   |         |
| loka-huhti                                   | 1080              |         |
| touko-syys                                   | 2570              |         |
| Alaraja                                      |                   | 175,7   |
| Yläraja                                      |                   | 179,7   |
| Hätä-HW                                      |                   | 180,7   |
| *Ylisyöksypadon purkautumiskaavan mukaan     |                   |         |

#### 3.3.2 Purkautumiskäyrä ohijuoksutuskanavasta

Ylisyöksypadon kautta purkautuvaa vesimäärää ei mitata, joten siitä purkautuva vesimäärä on arvioitu ylisyöksypadon kaavalla (2). Padon harjan leveytenä on käytetty

15 m ja purkautumiskertoimena 0,55. Yliyöksypadosta purkautuu vettä, kun Kolmisopen vedenpinta ylittää tason 180 m (N60) ja virtaama kasvaa mitä enemmän vettä padon päältä menee (Kuva 3-2). Yliyöksypato on kuvassa 3-1.

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h^{3/2} \sqrt{2g} \quad (2)$$

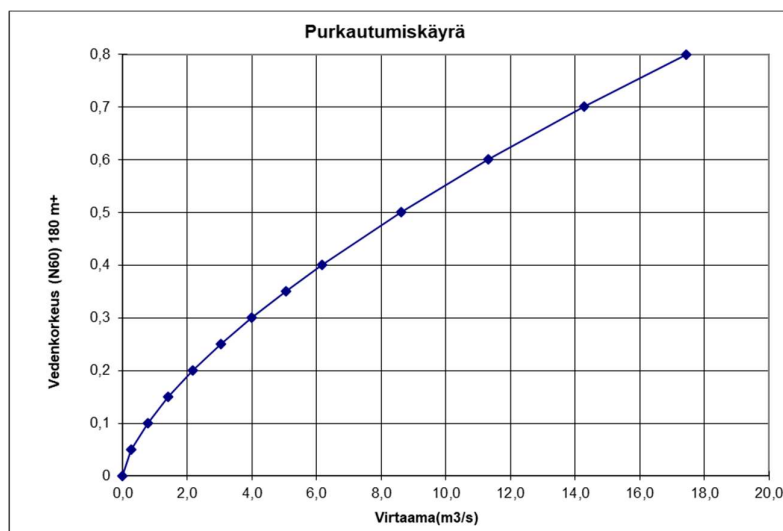
$\mu$  = purkautumiskerroin (0,55)

$b$  = padon harjan pituus virtauksen poikkisuunnassa

$h$  = yläveden korkeus padon harjan tasosta lukien



Kuva 3-1. Yliyöksypato 17.6.2019 © AFRY Finland Oy 2020



Kuva 3-2. Kolmisopen yliyöksyn purkautumiskäyrä

### 3.3.3 Kalliojärvi

Kalliojärven säännöstelyn oletus oli, että talven ja kevään aikana sitä täytetään ja kesän aikana tyhjennetään. Säännöstely on tehty kuukausitasolla siten, että se huomioi järvien tilavuuskäyrät eri vedenkorkeuksilla. Kuukaudessa tapahtuva vedenpinnan muutos (dh) on laskettu kaavan (1) perusteella.  $Q_{sään}$  on arvioitu saman kuun vedenkorkeuden perusteella, seuraavan kuun vedenkorkeus on saatu lisäämällä siihen dh.

Kalliojärven osalta oletus on, että vedenpinta tammikuussa olisi tasolla 188,0 m (N60). Kalliojärven säännöstelyrakenteita ei ole suunniteltu, joten lähtövirtaamaa ei rajoita mikään tekijä laskelmissa.

## 4 Tulokset

Kuvaajissa on kuvattu kahden vuoden säännöstely keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa ja yksi vuosi erikoisskenaarioissa.

Taulukossa 4-1 on kuvattu säännöstelytilavuudet sekä Kolmisopesta Tuhkajokeen juoksettavan veden määrä eri vaihtoehtoissa eri hydrologisina vuosina. Hydrologisena kuivana vuonna vaihtoehtoissa juoksetetaan vain Tuhkajokeen juoksettava minimimäärä.

Vaihtoehtoissa 2B kuivan vuoden aikana Kolmisopen alivedenraja alittuu, kun juoksetetaan nykyisen luvan mukainen minimijuoksutus Tuhkajokeen.

Taulukko 4-1. Eri säännöstelyvaihtoehtojen vaikutukset Tuhkajoen virtaamiin vuositasona

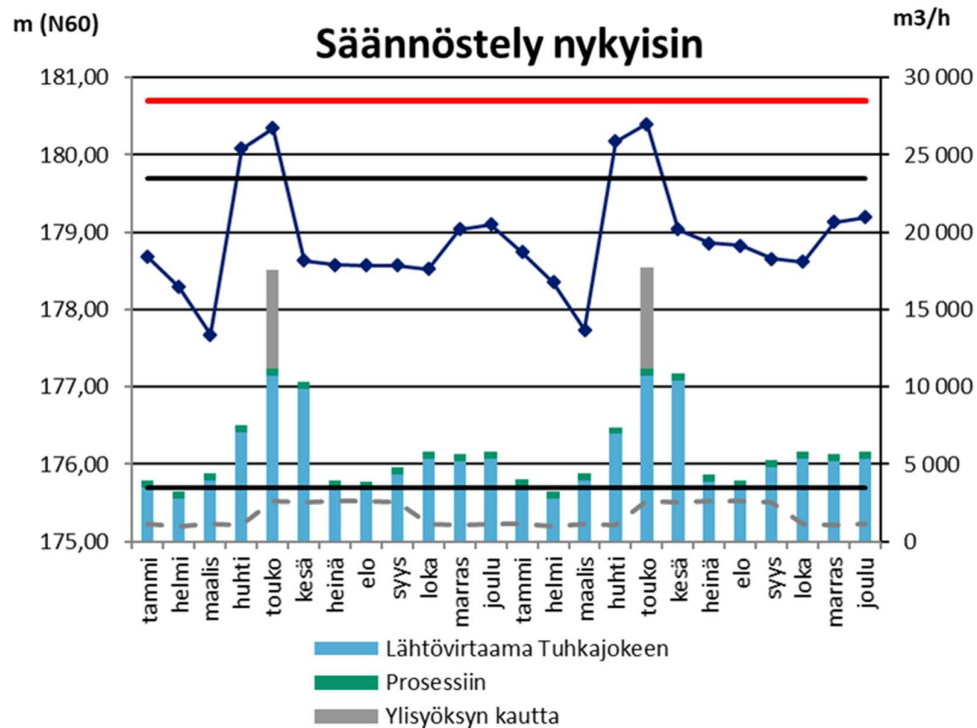
| Vaihtoehto      | Säännöstelytilavuus yhteensä Mm <sup>3</sup> | Juoksetukset Tuhkajokeen Mm <sup>3</sup> |        |         |
|-----------------|--|--|--------|---------|
|                 |  | Keskiarvo                                | minimi | maksimi |
| <b>nykytila</b> | 7,91   | 51,5                                     | 19,1   | 76,6    |
| <b>V0+ 2028</b> | 7,91   | 45,0                                     | 17,3   | 69,0    |
| <b>V1A 2028</b> | 4,08+1,93                                    | 42,0                                     | 17,9   | 73,0    |
| <b>V2A 2028</b> | 4,08+1,93                                    | 42,0                                     | 17,9   | 73,0    |
| <b>V2A 2045</b> | 4,08+1,93                                    | 44,9                                     | 18,0   | 72,7    |
| <b>V2B 2028</b> | 2,46+1,93                                    | 43,6                                     | 17,4   | 72,3    |
| <b>V2B 2045</b> | 2,46+1,93                                    | 45,0                                     | 17,6   | 72,5    |

## 4.1 Lähtövirtaama nykytilassa

### 4.1.1 Keskimääräinen

Nykyisin säännöstely perustuu siihen, että vettä pidetään ylärajalla. Keväisin vettä menee ylisyoöskynnyksen kautta. Keskimääräisessä tilanteessa vedenkorkeus nousee aina yli HW-tason kevättulvan aikaan. (Kuva 4-1)

Tuhkajokeen juoksetetaan vuositason arviolta 51,5 Mm<sup>3</sup> eli noin 5885 m<sup>3</sup>/h.



Kuva 4-1. Säännöstely nykyisin keskimääräisessä hydrologisissa olosuhteissa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama

#### 4.1.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

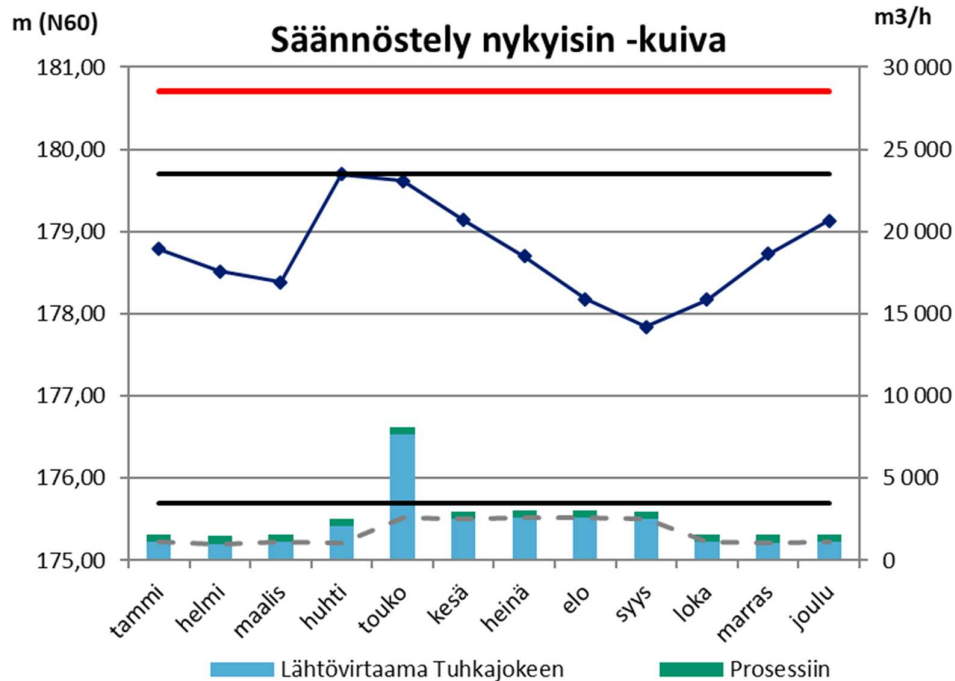
Laskelmien mukaan kerran 100 vuodessa toistuvalla märkänä vuotena juoksutukset Tuhkajokeen ovat huomattavasti suuremmat kuin keskimääräisessä tilanteessa. Vettä juoksutetaan Tuhkajokeen jopa 76,6 Mm<sup>3</sup> (8749 m<sup>3</sup>/h). Vettä menee ylisyöksykynnyksen yli keväällä ja alkutalvesta. (Kuva 4-2)



Kuva 4-2. Säännöstely nykyisin kerran 100 vuodessa toistuvassa määrässä tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

#### 4.1.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden laskelmien mukaan nykytilanteessa myös kesäaikana voidaan Tuhkajokeen juoksuttaa luvan mukainen minimivirtaama. Yhteensä Tuhkajokeen juoksutetaan 19,1 Mm<sup>3</sup> (2 180 m<sup>3</sup>/h). Kuivana vuonna ei ylisyöksykynnyksen kautta mene vettä, vaan juoksutukset voidaan hoitaa putkien avulla. (Kuva 4-3)

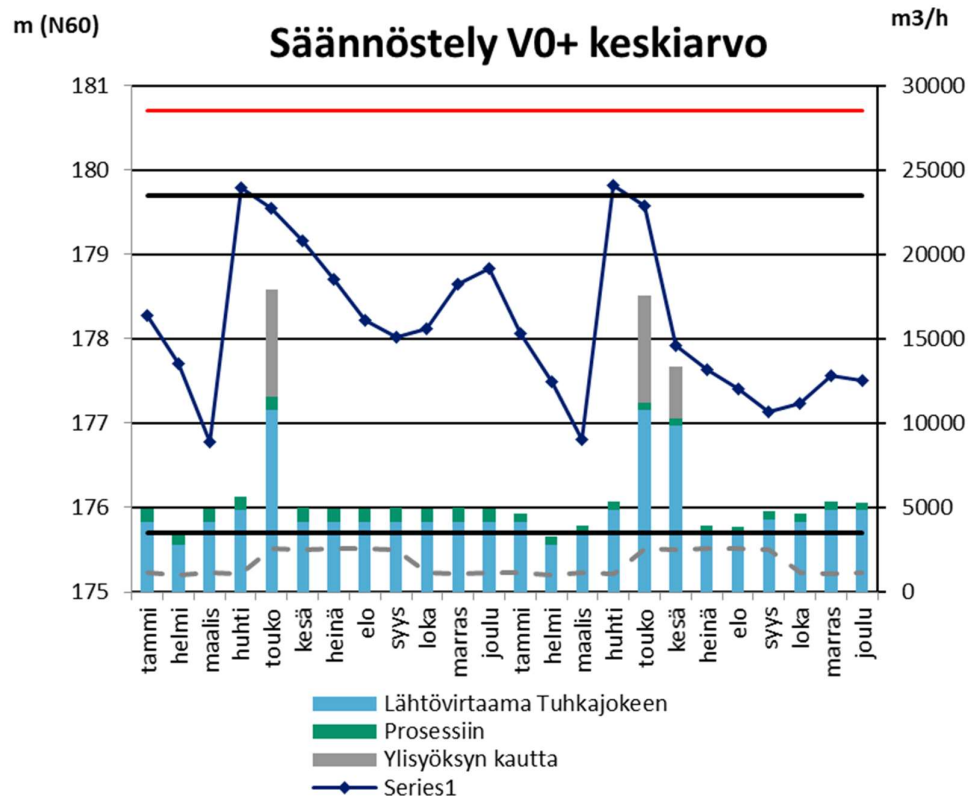


Kuva 4-3. Säännöstely nykyisin kerran 100 vuodessa toistuvassa kuivassa tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

## 4.2 Vaihtoehto 0+ 2028

### 4.2.1 Keskimääräinen

Vaihtoehtoon V0+ säännöstely tapahtuu hyvin paljon samalla tavalla kuin nykytilanteessa. Säännöstely perustuu siihen, että turvataan Tuhkajoen minimivirtaama ja keväisin vesi nousee ylärajalle. Keväisin vettä menee ylisyöksykynnyksen kautta. Keskimääräisessä tilanteessa vedenkorkeus nousee yli HW-tason kevättulvan aikaan. Tuhkajokeen juoksetetaan 45,0 Mm<sup>3</sup> eli keskimäärin 5 137 m<sup>3</sup>/h.

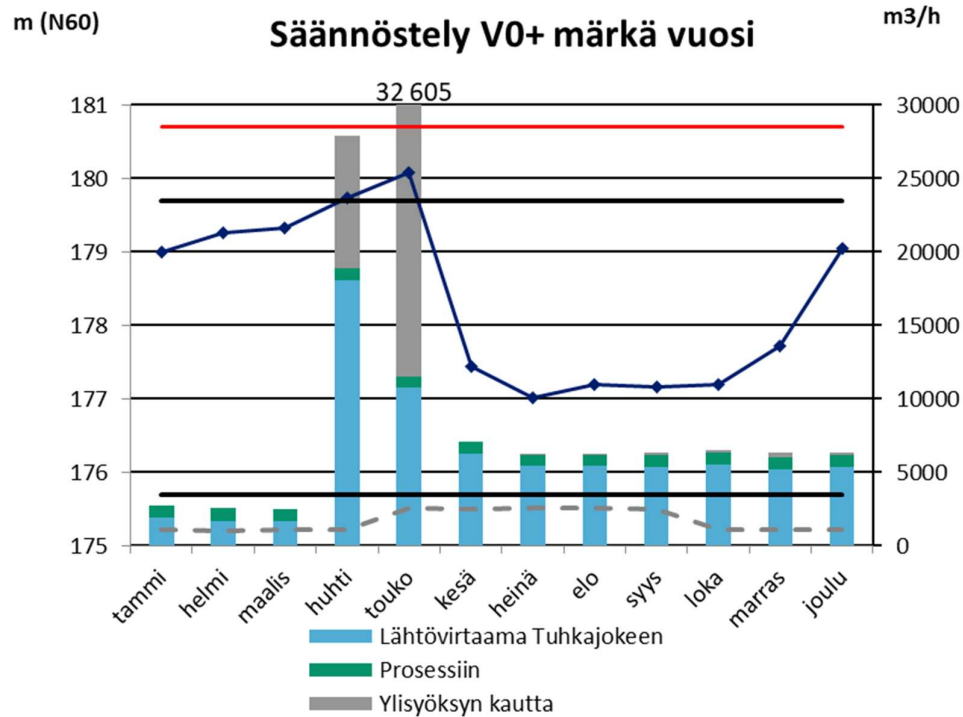


Kuva 4-4 Säännöstely VE0+ keskimääräisessä tilanteessa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama

### 4.2.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

Märän vuoden säännöstelyssä vettä juoksetetaan kevät- ja syystulvan aikaan ylijuoksetuskynnyksen läpi ja muuten juoksetus on melko tasaista. Tuhkajokeen juoksetetaan 69,0 Mm<sup>3</sup> eli 7873 m<sup>3</sup>/h.

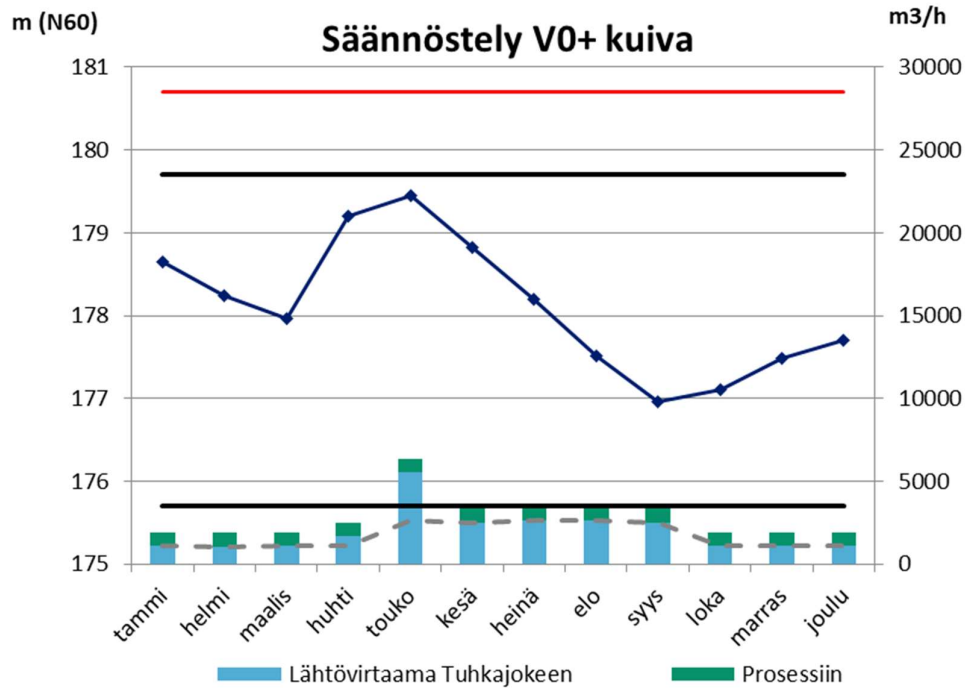




Kuva 4-5 Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehdossa 0+, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama

#### 4.2.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

Kuivan vuoden säännöstelyssä vettä juoksetetaan Tuhkajokeen minimimäärä, kevättulvan aikaan toukokuussa putkien kautta. Tuhkajokeen juoksetetaan 17,3 Mm<sup>3</sup> eli keskimäärin 1974 m<sup>3</sup>/h.

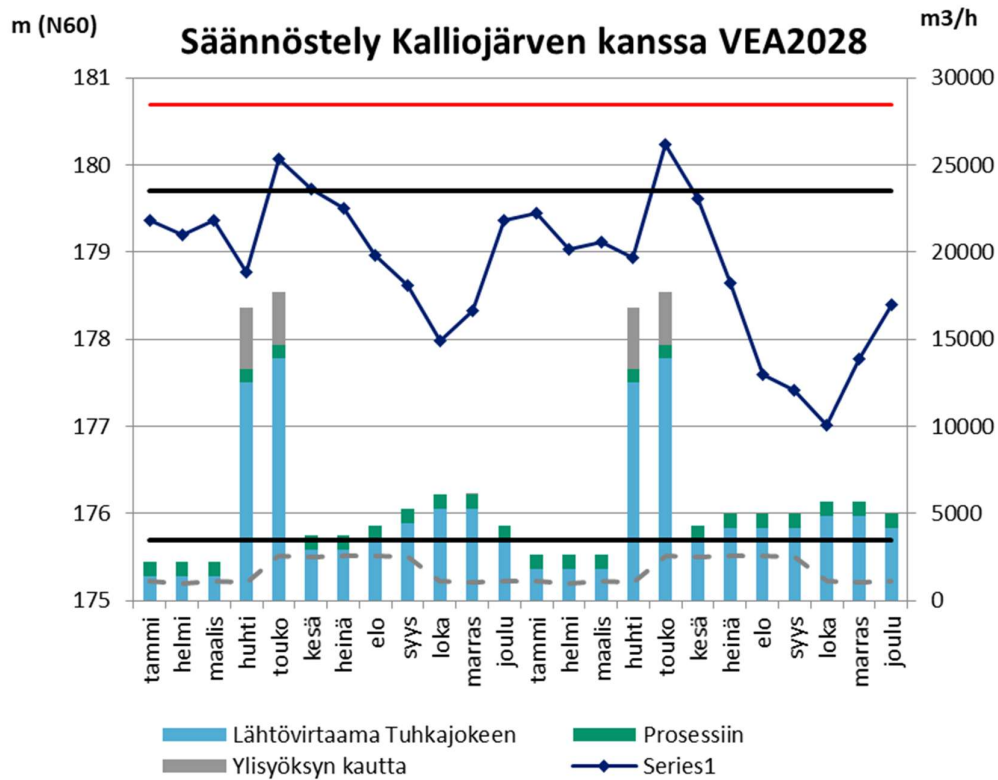


Kuva 4-6 Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna YVA vaihtoehdossa 0+, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

## 4.3 YVA Vaihtoehto 1A ja 2A 2028 +Kalliojärvi

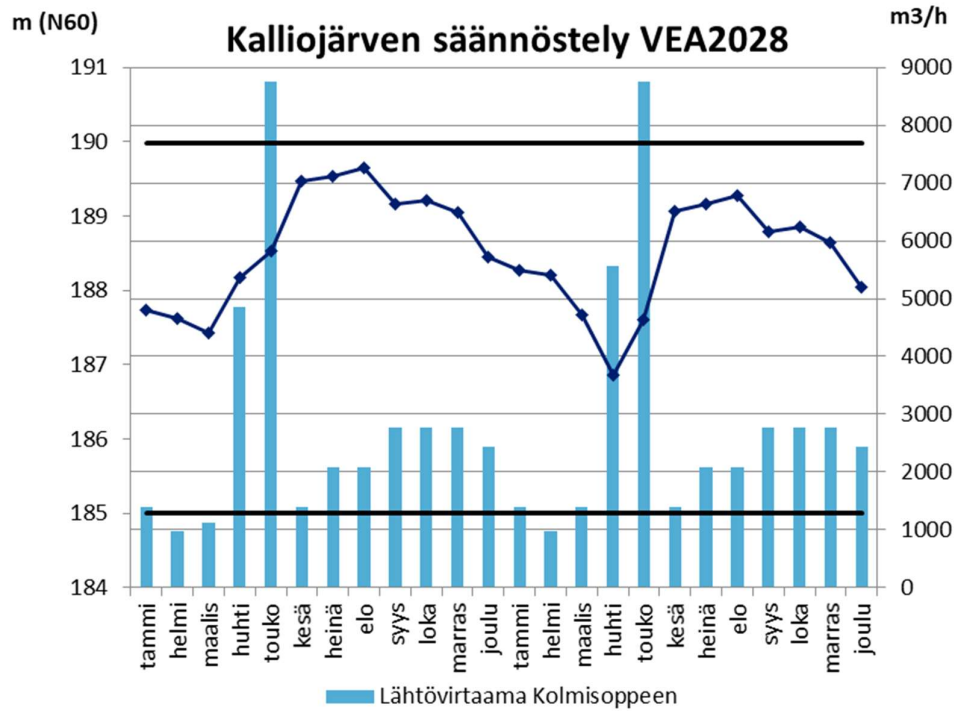
### 4.3.1 Keskimääräinen

Vaihtoehdossa Kolmisopen säännöstely on pyritty toteuttamaan niin että Tuhkajoen virtaama turvataan ja Kolmisopen vedenpinta pysyy säätelyrajoissa. Vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028 säännöstely ja vesimäärät ovat tismalleen samanlaiset. Tuhkajokeen voidaan juoksuttaa vuositasolla 42,0 Mm<sup>3</sup> (4795 m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-7)



Kuva 4-7. Säännöstely YVA vaihtoehdoissa 1A ja 2A vuonna 2028 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kalliojärven kanssa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

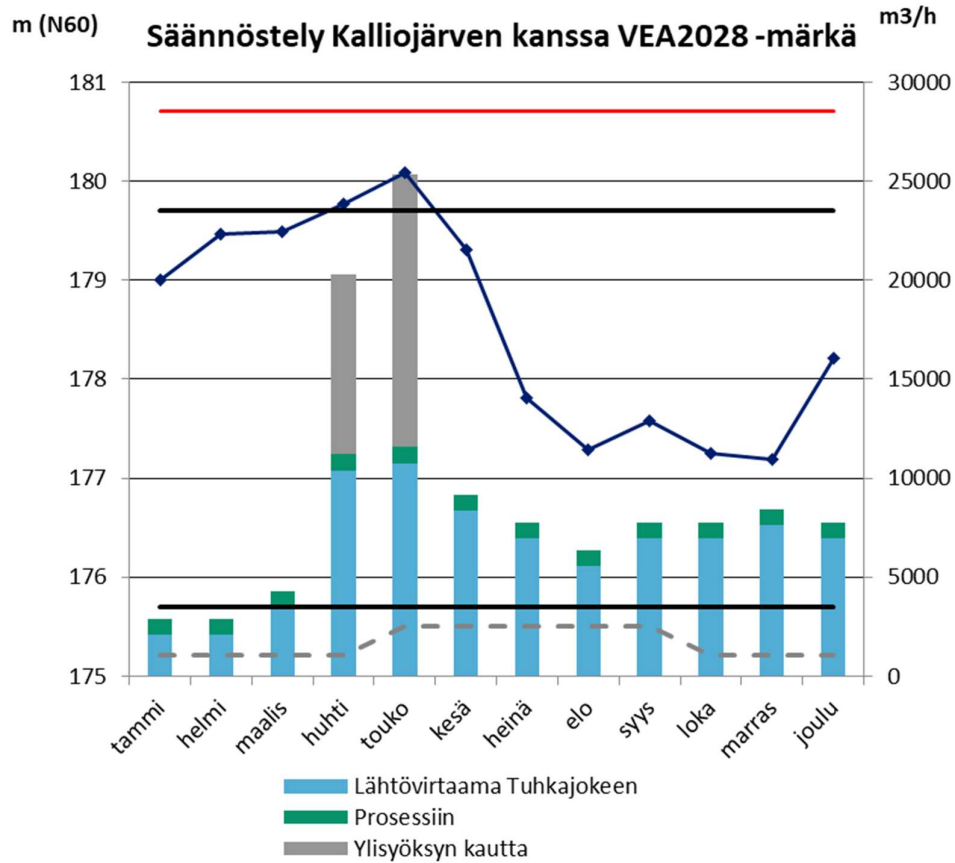
Kalliojärveä säännöstellään keskimääräisenä hydrologisena vuonna siten, että sinne varastoidaan kevään aikana vettä ja kesän ja syksyn aikana sitä tyhjennetään. (Kuva 4-8)



Kuva 4-8. Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdossa 1A ja 2A vuonna 2028 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa

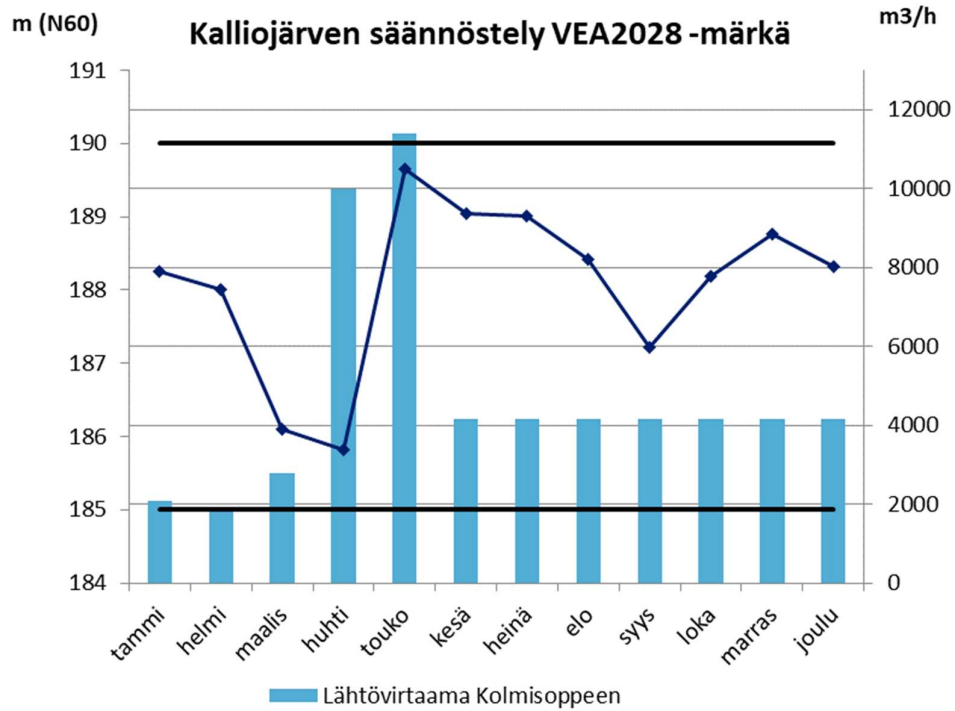
#### 4.3.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

Kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna Kalliojärven avulla voidaan hieman hillitä kevään tulvaa Kolmisopessa. Tuhkajokeen juoksetetaan 73,0 Mm<sup>3</sup> (8333 m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-9)



Kuva 4-9. Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehtoissa 1A ja 2A vuonna 2028, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksettava minimivirtaama

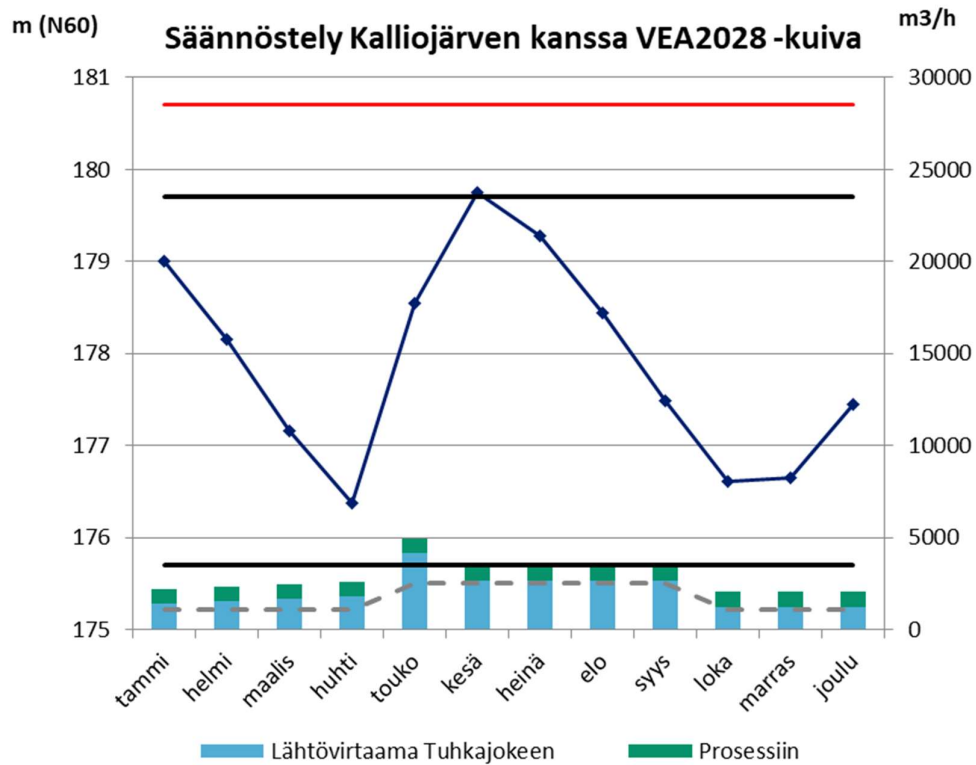
Kalliojärveen otetaan talvella ja keväällä vettä talteen, jotka juoksetetaan kesän aikana Kolmisoppeen. (Kuva 4-10) Talven ja seuraavan kevään aikana järvi voidaan järvi taas täyttää.



Kuva 4-10. Kalliojärven säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna YVA vaihtoehtoissa 1A ja 2A vuonna 2028

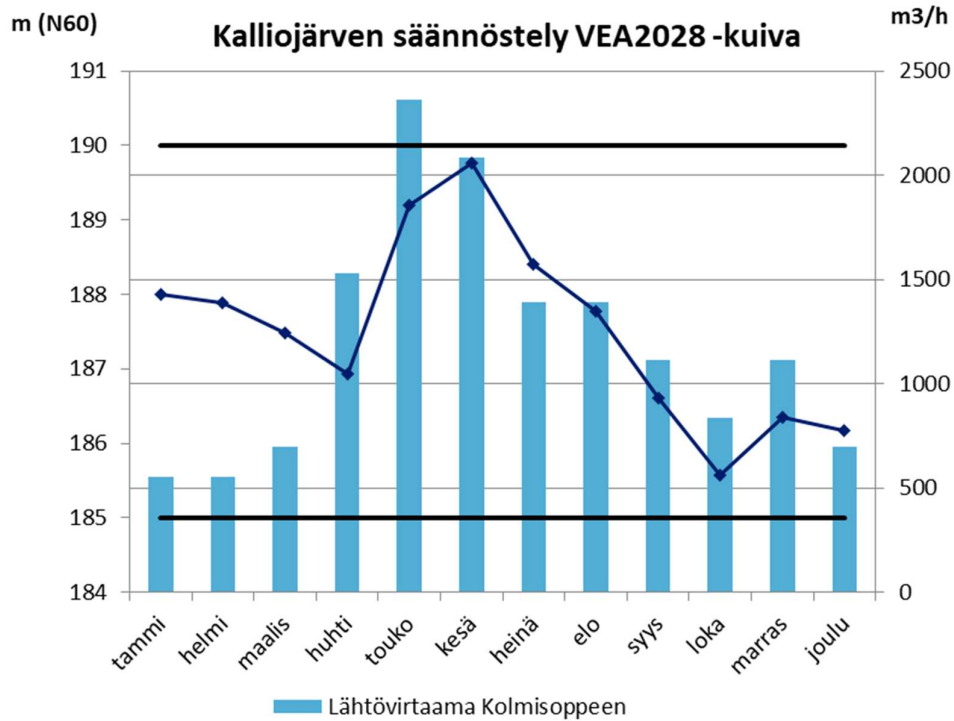
#### 4.3.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

Kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna Kalliojärven avulla vedenpinta pysyy yli alarajan verrattuna vaihtoehtoon ilman Kalliojärveä. Tuhkajokeen juoksutettavan veden määrä koko vuoden aikana on 17,9 Mm<sup>3</sup> (2043 m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-11)



Kuva 4-11. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehtoissa 1A ja 2A vuonna 2028, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksettettava minimivirtaama

Kalliojärveä säännöstellään siten, että keväällä ja alkukesällä sinne säilötään vettä ja loppukesän ja syksyn aikana sitä juoksetetaan pois. (Kuva 4-12)



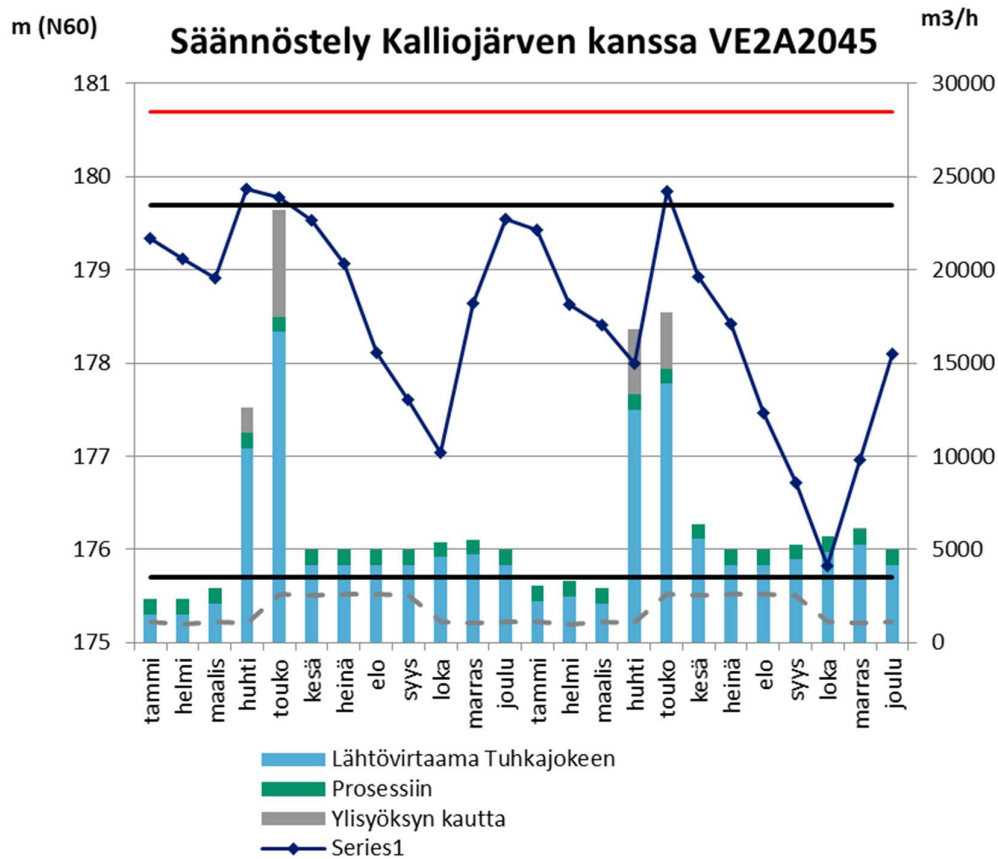
Kuva 4-12. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehtoissa 1A ja 2A vuonna 2028

## 4.4 Vaihtoehto 2A 2045 +Kalliojärvi

### 4.4.1 Keskimääräinen

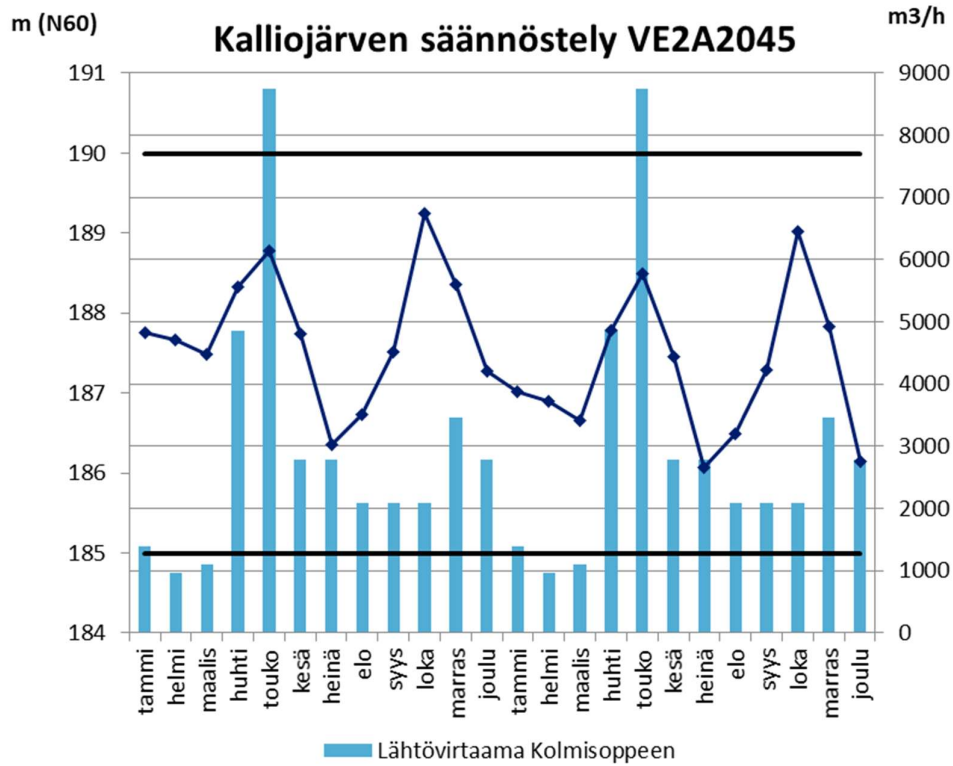
Vaihtoehdossa Kolmisopen säännöstelyssä vettä juoksetetaan kevättulvan aikaan ylivuotokynnyksen kautta. Tuhkajokeen voidaan juoksettaa vuositasolla 44,9 Mm<sup>3</sup> (5126 m<sup>3</sup>/h) (Kuva 4-13)





Kuva 4-13. Säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kalliojärven kanssa, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

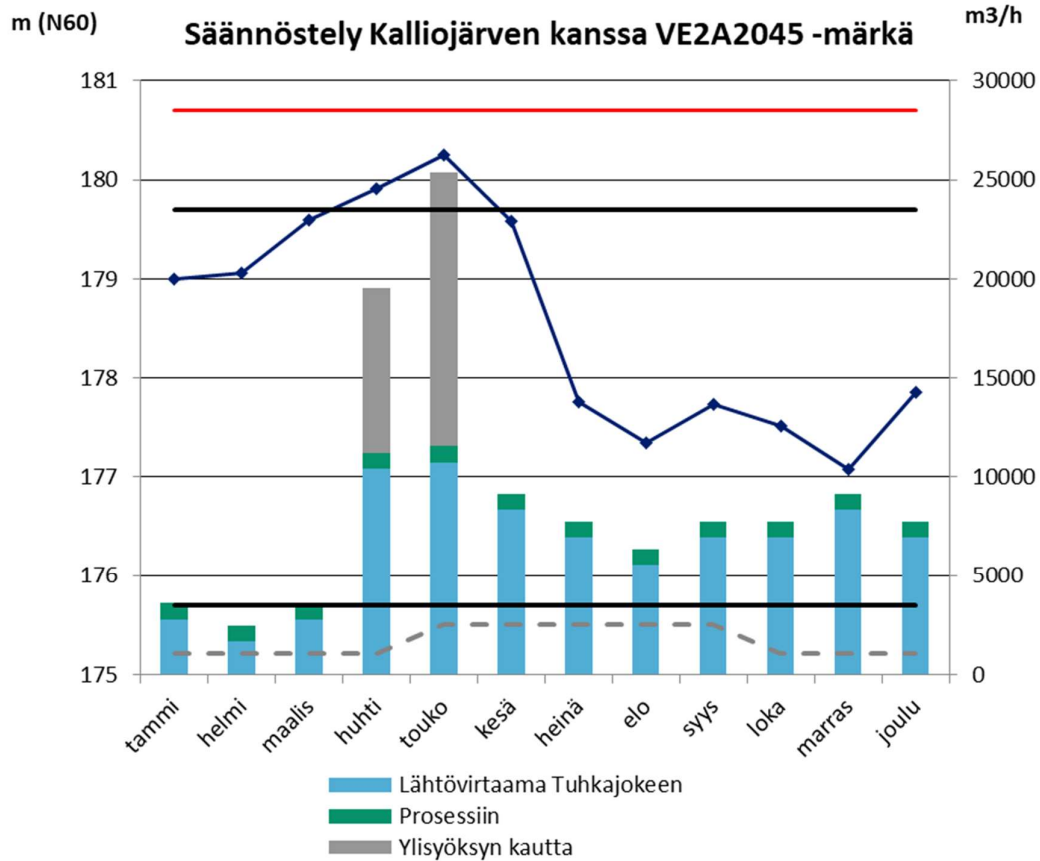
Kalliojärveä säännöstellään keskimääräisenä hydrologisena vuonna siten, että sinne varastoidaan talven ja kevään aikana vettä ja kesän ja syksyn aikana sitä tyhjennetään. (Kuva 4-14)



Kuva 4-14. Kalliojärven säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045 keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa

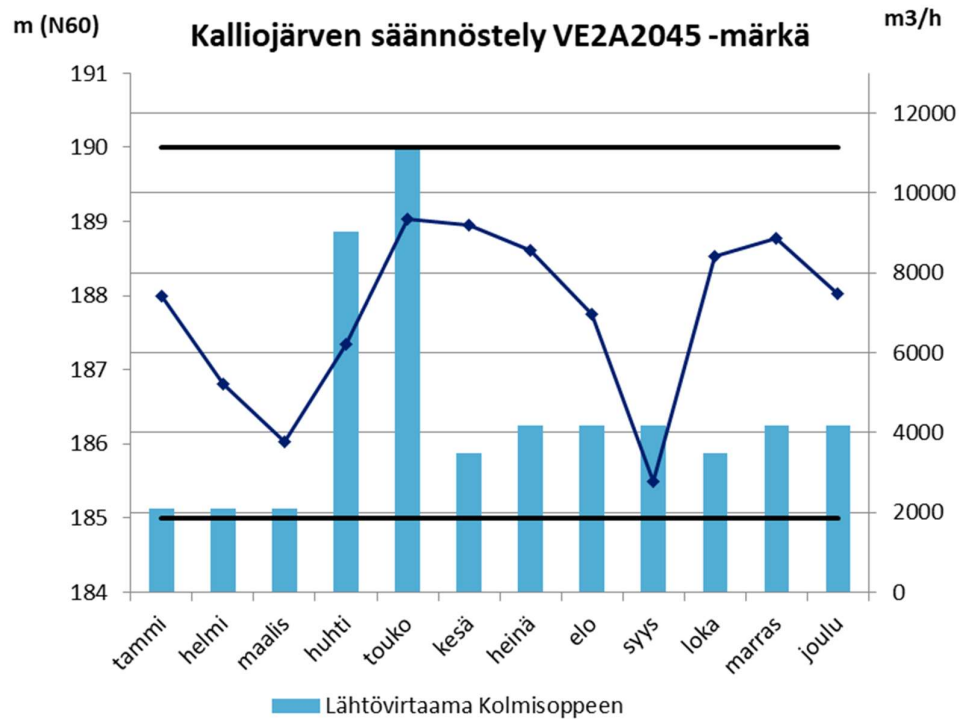
#### 4.4.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

Kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna Kalliojärven avulla voidaan hieman hillitä kevään tulvaa Kolmisopessa. Tuhkajokeen juoksetetaan 72,7 Mm<sup>3</sup> (8299 m<sup>3</sup>/h) (Kuva 4-15).



Kuva 4-15. Kolmisopen säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna vaihtoehdossa 2A vuonna 2045, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

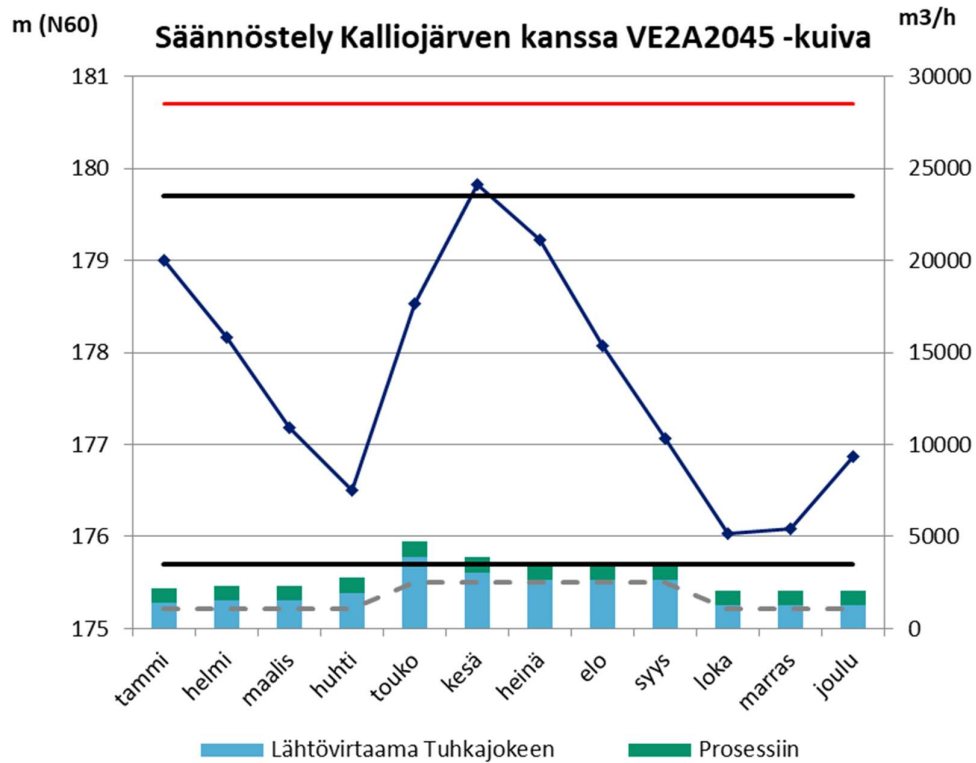
Kalliojärveen otetaan talvella ja keväällä vettä talteen, jotka juoksutetaan kesän aikana Kolmisoppeen. (Kuva 4-16) Talven ja seuraavan kevään aikana järvi voidaan järvi taas täyttää. Mikäli heti perään tulee märkä talvi, Kalliojärven vedenpinta voi nousta yli ylärajan ja Kolmisoppeen pitäisi juoksuttaa enemmän vettä.



Kuva 4-16. Kalliojärven säännöstely kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna vaihtoehdossa 2A vuonna 2045

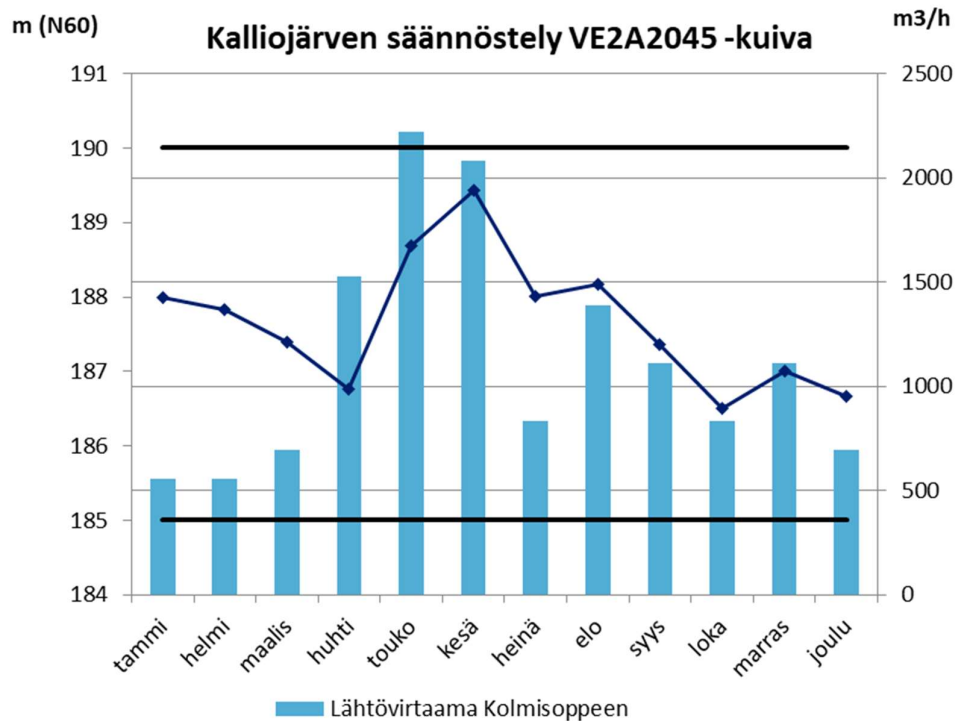
#### 4.4.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

Kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna Kalliojärven avulla voidaan turvata Tuhkajokeen vähän yli minimivirtaaman verran vettä (18,0 Mm<sup>3</sup> 2055 m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-17)



Kuva 4-17. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045, katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama

Kalliojärveä säännöstellään siten, että talvella ja keväällä sinne säilötään vettä ja kesän aikana sitä juoksetetaan pois. (Kuva 4-18) Mikäli toinen kuiva vuosi sattuu perään, niin Kalliojärvestä voi loppua vesi. Tällaisen skenaarion todennäköisyys on kuitenkin pieni.



Kuva 4-18. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely vaihtoehdossa 2A vuonna 2045

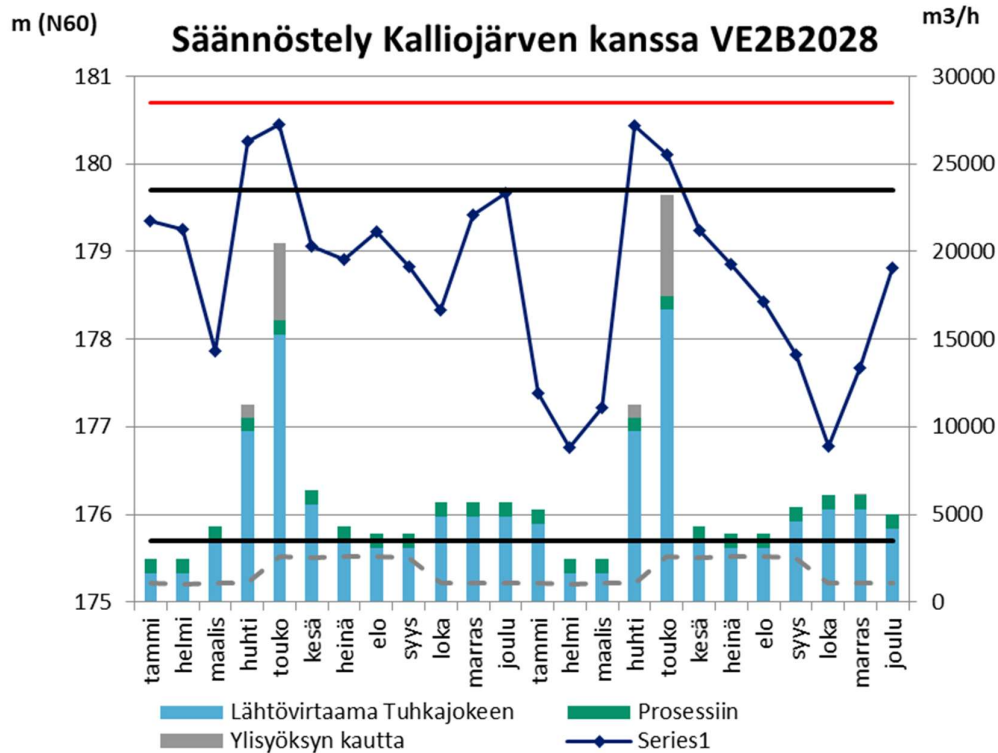
## 4.5 Vaihtoehto 2B 2028 +Kalliojärvi

### 4.5.1 Keskimääräinen

Kolmisopen säännöstelyn helpottamiseksi on suunniteltu, että Kalliojärveä säännöstellään. Tällä saadaan osittain takaisin Kolmisopesta häviävää säännöstelytilavuutta arviolta 1,93 Mm<sup>3</sup>. Kolmisopen ja Kalliojärven säännöstelyn lähtökohdaksi on laitettu virtaaman turvaaminen Tuhkajoessa erityisesti kesäaikana.

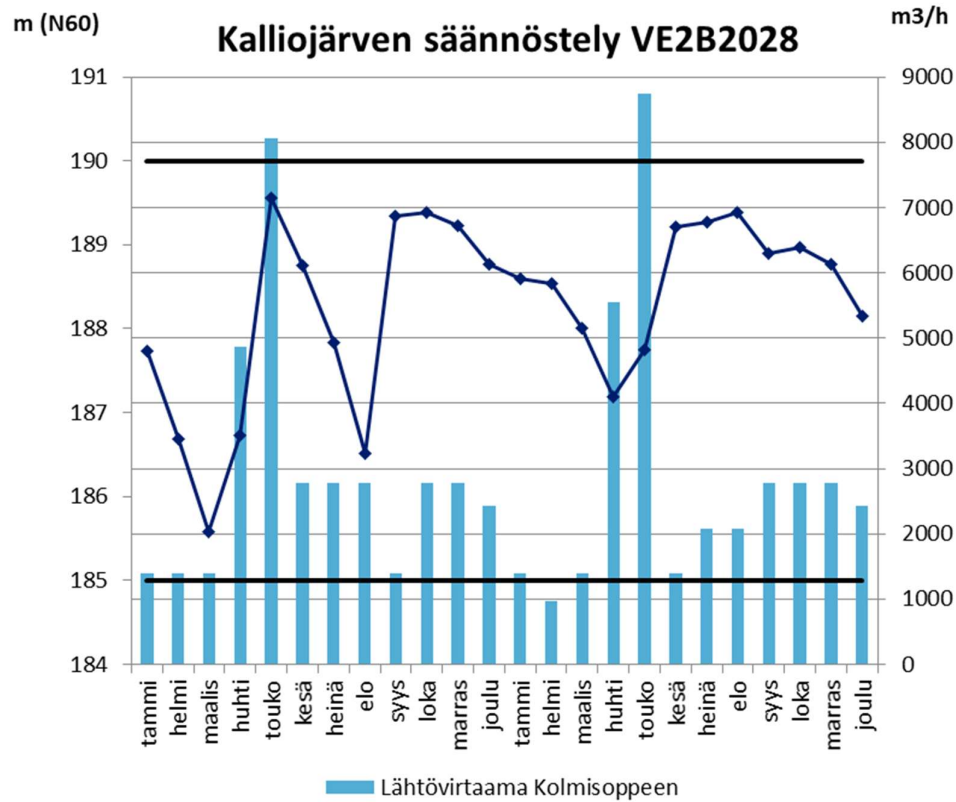
Verrattuna vaihtoehtoon B ilman Kalliojärveä vedenpinnan vaihtelut eivät ole niin ääreviä. Juoksutuksia voidaan ajoittaa esimerkiksi kesäaikaan, jolloin talviaikaan voidaan juoksuttaa vähemmän. Tuhkajokeen juoksutetaan kuitenkin myös talvella vettä, eli se ei kuivu. Säännöstely edellyttää edelleen, että Kolmisoppi ajetaan talven aikana mahdollisimman alas ja täytetään kevään sulamisvesillä.

Tässä esitetyssä keskimääräisessä säätelytilanteessa kokonaisjuoksutusmäärä Tuhkajokeen on 43,6 Mm<sup>3</sup> (4977m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-19)



Kuva 4-19. Keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kolmisopen säännöstely Kalliojärven kanssa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksettettava minimivirtaama

Kalliojärveä säännöstellään vaihtoehdossa B keskimääräisenä hydrologisena vuonna siten, että sinne talven ja kevään aikana varastoidaan vettä ja kesän aikana sitä tyhjennetään. (Kuva 4-20)

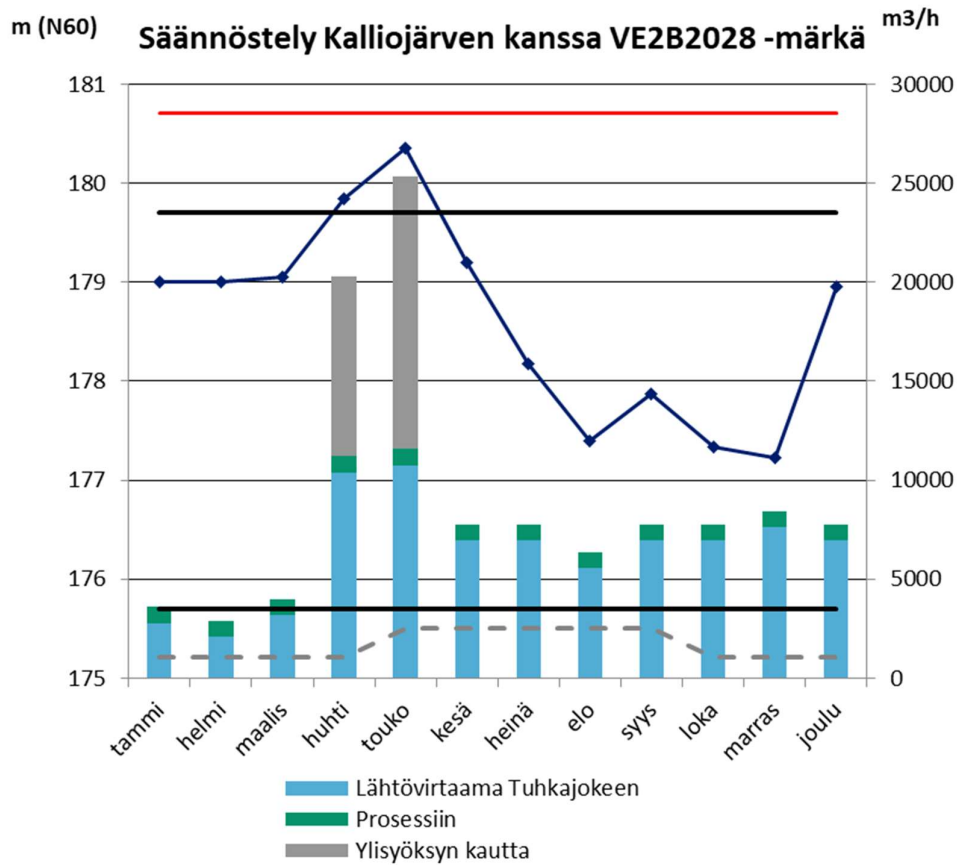


Kuva 4-20. Kalliojärven säännöstely keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028.

#### 4.5.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

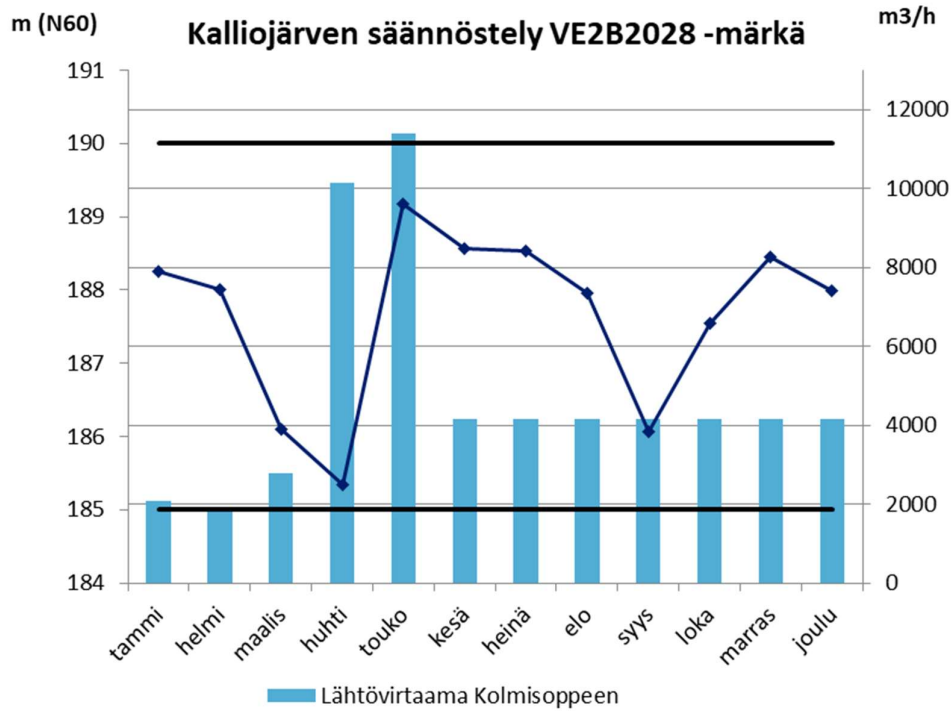
Kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna Kalliojärven avulla voidaan hieman hillitä kevään tulvaa Kolmisopessa. Keväällä vettä poistetaan ylivuotokynnyksen kautta. Tuhkajokeen juoksetetaan 72,3 Mm<sup>3</sup> (8253 m<sup>3</sup>/h) (Kuva 4-21)





Kuva 4-21. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

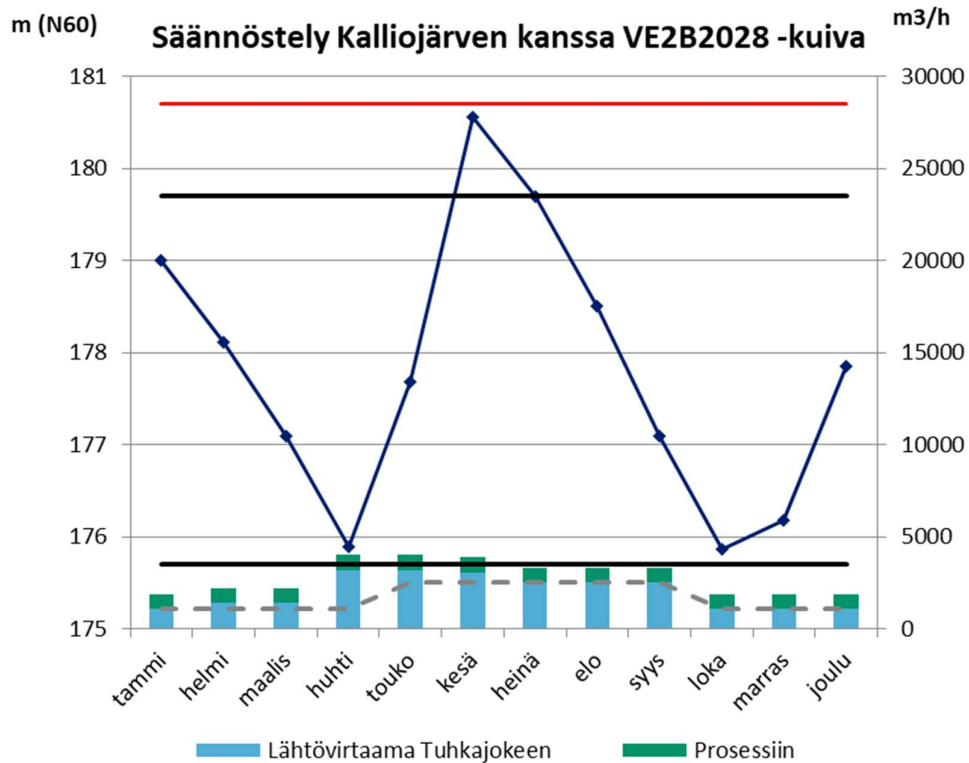
Kalliojärveen otetaan talvella ja keväällä vettä talteen, jotka juoksutetaan kesän aikana Kolmisoppeen. (Kuva 4-22) Talven ja seuraavan kevään aikana järvi voidaan järvi taas täyttää. Mikäli heti perään tulee märkä talvi, Kalliojärven vedenpinta voi nousta yli ylärajan ja Kolmisoppeen pitäisi juoksuttaa enemmän vettä.



Kuva 4-22. Kerran 100 vuodessa toistuvan määrän vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028.

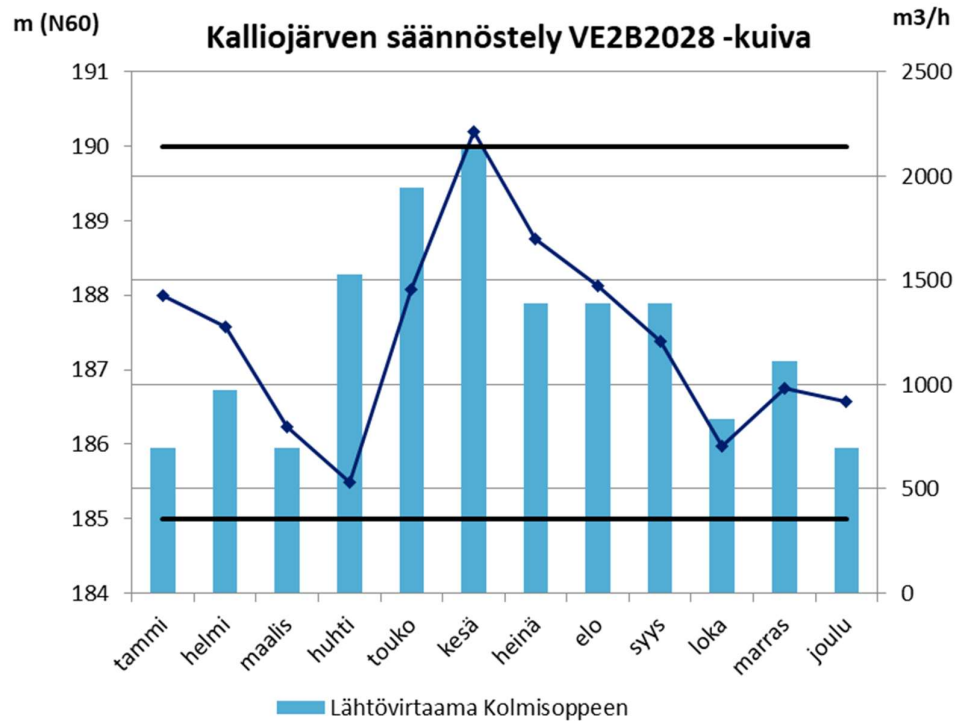
#### 4.5.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

Kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna Kalliojärven avulla voidaan turvata Tuhkajokeen hieman enemmän kuin minimivirtaaman verran vettä (17,4 Mm<sup>3</sup> 1981 m<sup>3</sup>/h). Paitsi nykyisillä rakenteilla ja lupaehtoilla tämä skenaario ei voi toteutua, koska kun Kolmisopen vedenpinta ylittää tason 180 m (N60), vettä purkautuu huomattavasti enemmän, kuin mitä laskennassa on arvioitu. Eli, jos vaihtoehto B toteutetaan, pitää Kolmisopen rakenteita ja lupaehtoja muuttaa siten, että Kolmisoppeen voi varastoida vettä HW-tason yläpuolelle. (Kuva 4-23)



Kuva 4-23. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksetettava minimivirtaama

Kalliojärveä säännöstellään siten, että talvella ja keväällä sinne säilötään vettä ja kesän aikana sitä juoksetetaan pois. (Kuva 4-24) Mikäli toinen kuiva vuosi sattuu perään, niin Kalliojärvestä voi loppua vesi. Tällaisen skenaarion todennäköisyys on kuitenkin pieni.



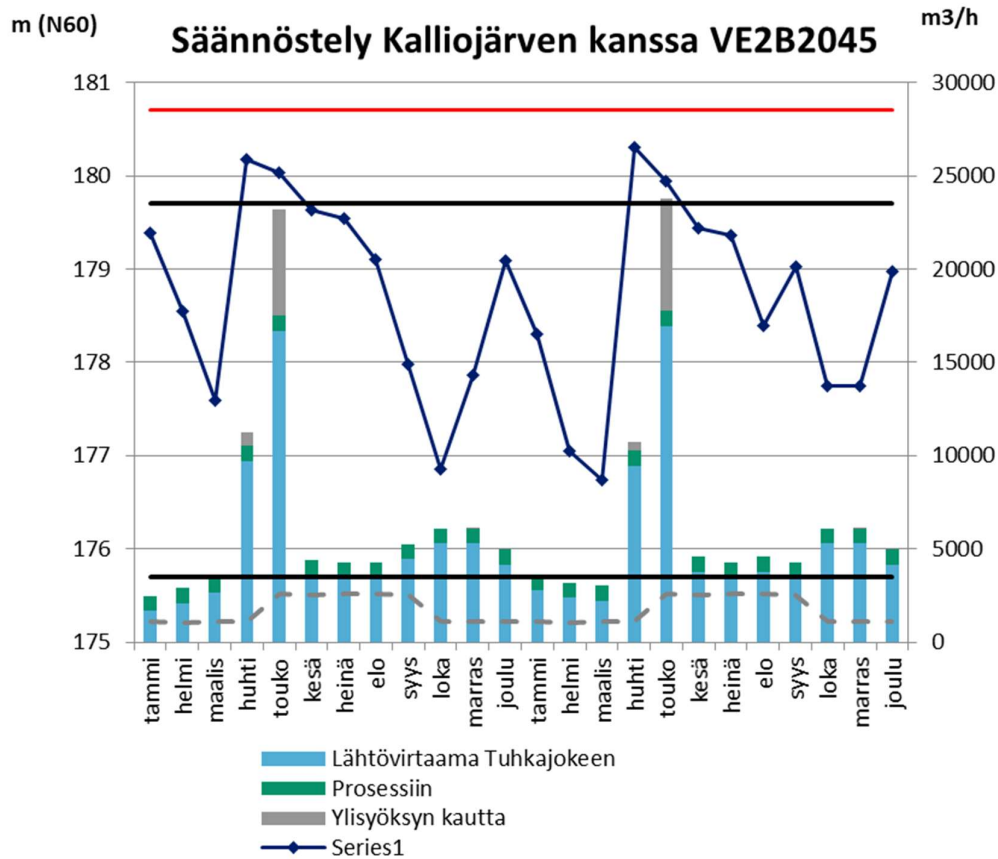
Kuva 4-24. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2028.

## 4.6 Vaihtoehto 2B 2045 +Kalliojärvi

### 4.6.1 Keskimääräinen

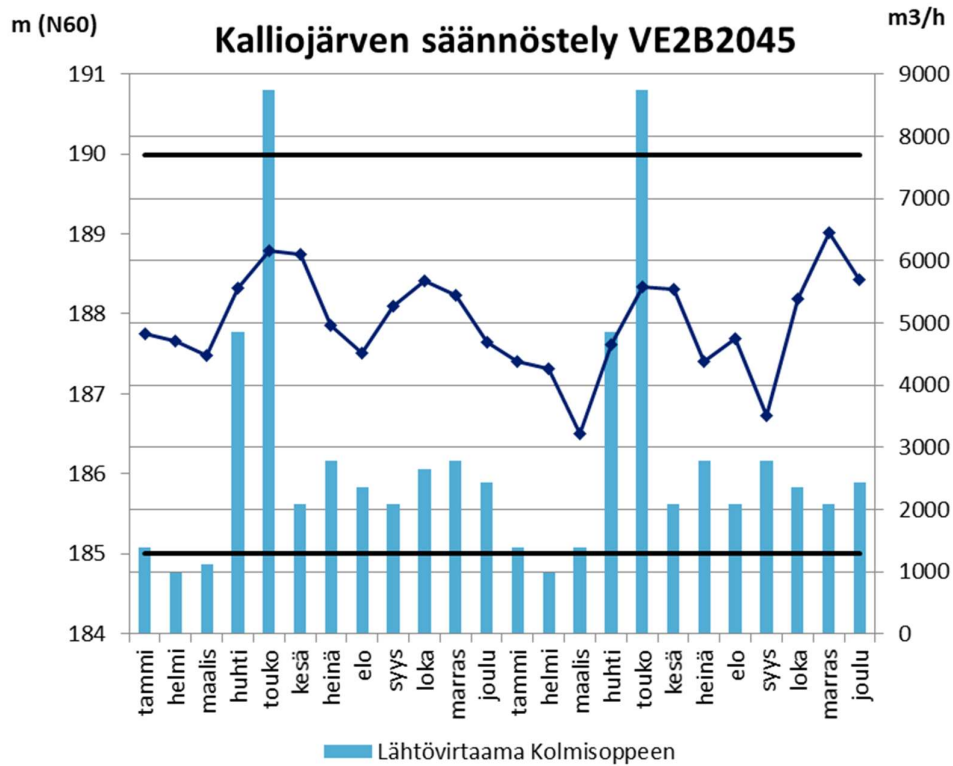
Säännöstely edellyttää edelleen, että Kolmisoppi ajetaan talven aikana mahdollisimman alas ja täytetään kevään sulamisvesillä.

Tässä esitettyssä kokonaisjuoksumäärä Tuhkajokeen on 45,0 Mm<sup>3</sup> (5137 m<sup>3</sup>/h). (Kuva 4-19)



Kuva 4-25. Keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa Kolmisopen säännöstely Kalliojärven kanssa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

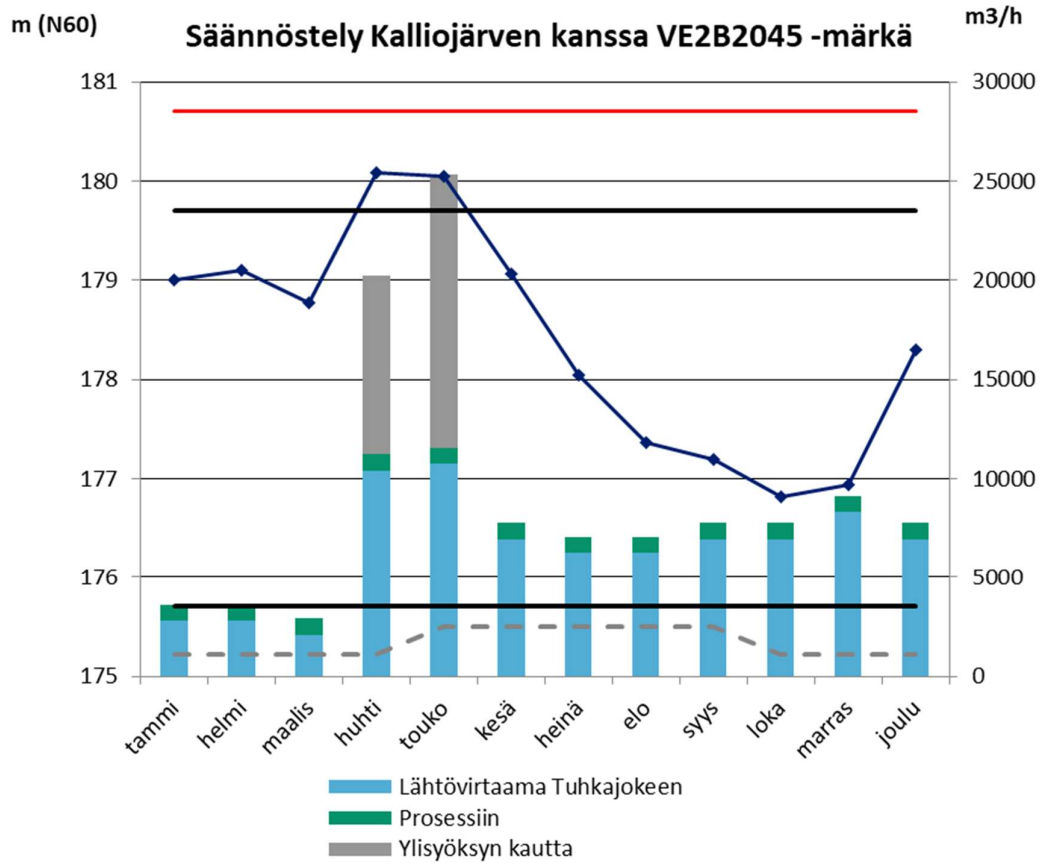
Kalliojärveä säännöstellään vaihtoehdossa B keskimääräisenä hydrologisena vuonna siten, että sinne talven ja kevään aikana varastoidaan vettä ja kesän aikana sitä tyhjennetään. (Kuva 4-20)



Kuva 4-26. Kalliojärven säännöstely keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045.

#### 4.6.2 Kerran 100 vuodessa toistuva märkä

Kerran 100 vuodessa toistuvana märkänä vuonna Kalliojärven avulla voidaan hieman hillitä kevään tulvaa Kolmisopessa. Tuhkajokeen juoksetetaan 72,5 Mm<sup>3</sup> (8276 m<sup>3</sup>/h) (Kuva 4-21)



Kuva 4-27. Kerran 100 vuodessa toistuvan märän vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

Kalliojärven otetaan talvella ja keväällä vettä talteen, jotka juoksutetaan kesän aikana Kolmisoppeen. (Kuva 4-22) Talven ja seuraavan kevään aikana järvi voidaan järvi taas täyttää. Mikäli heti perään tulee märkä talvi, Kalliojärven vedenpinta voi nousta yli ylärajan ja Kolmisoppeen pitäisi juoksuttaa enemmän vettä.

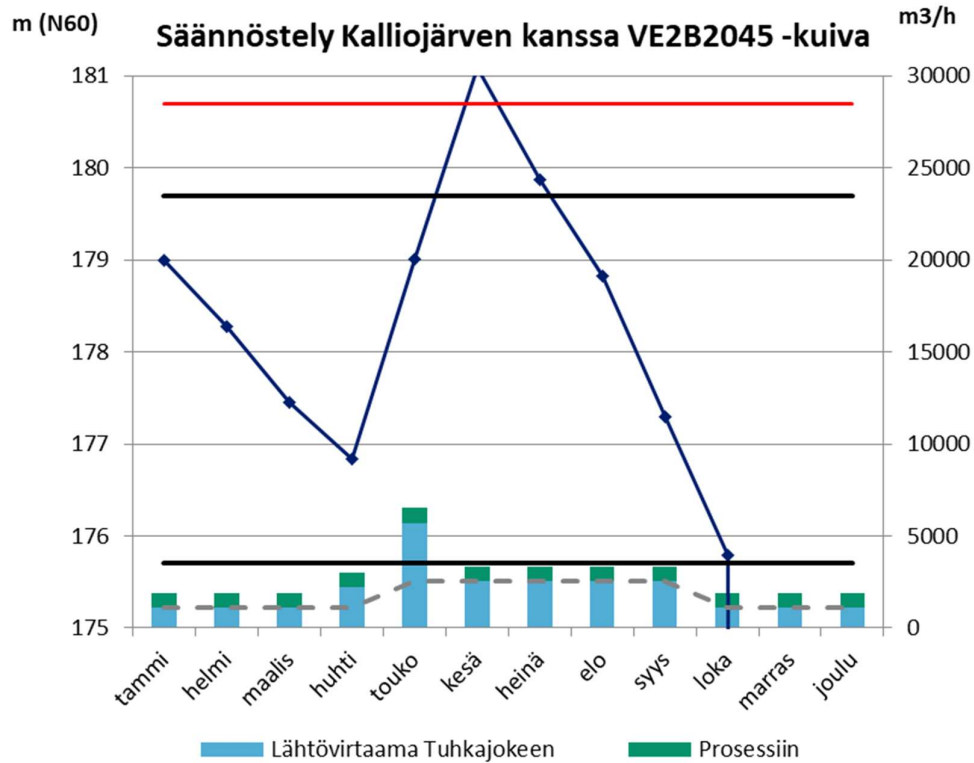


Kuva 4-28. Kerran 100 vuodessa toistuvan määrän vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045.

#### 4.6.3 Kerran 100 vuodessa toistuva kuiva

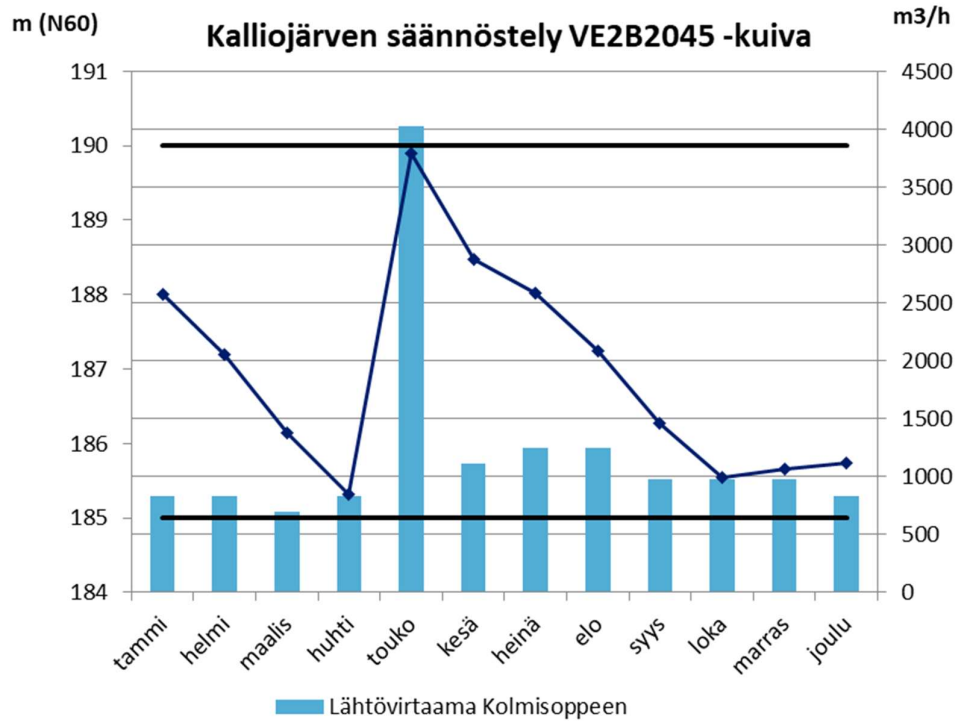
Kerran 100 vuodessa toistuvana kuivana vuonna Kalliojärven avulla voidaan turvata Tuhkajokeen hieman enemmän kuin minimivirtaaman verran vettä (17,6 Mm<sup>3</sup> 2012 m<sup>3</sup>/h). Paitsi nykyisillä rakenteilla ja lupaehtoilla tämä skenaario ei voi toteutua, koska kun Kolmisopen vedenpinta ylittää tason 180 m (N60), vettä purkautuu huomattavasti enemmän, kuin mitä laskennassa on arvioitu. Eli, jos vaihtoehto B toteutetaan, pitää Kolmisopen rakenteita ja lupaehtoja muuttaa siten, että Kolmisoppeen voi varastoida vettä HW-tason yläpuolelle. (Kuva 4-23)





Kuva 4-29. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kolmisopen säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045. Katkoviivalla kuvattu Tuhkajokeen juoksutettava minimivirtaama

Kalliojärveä säännöstellään siten, että talvella ja keväällä sinne säilötään vettä ja kesän aikana sitä juoksutetaan pois. (Kuva 4-24) Mikäli toinen kuiva vuosi sattuu perään, niin Kalliojärvestä voi loppua vesi. Tällaisen skenaarion todennäköisyys on kuitenkin pieni.



Kuva 4-30. Kerran 100 vuodessa toistuvan kuivan vuoden Kalliojärven säännöstely YVA vaihtoehdolla 2B vuonna 2045.

## 5 Epävarmuudet

Tähän on koottu laskennan oletukset ja niihin liittyvät epävarmuudet

- Säännöstelytilavuudet eri vedenkorkeuksilla perustuu syvyysluotaukseen kummankin järven osalta
- Kolmisopen lähtövirtaama on oletettu tapahtuvan taulukon 3-2 mukaisilla reunaehdoilla
- Ylisyöskynnyksen virtaama on arvioitu ylisyöksypadon kaavan (1) avulla
- Kolmisopen vedenpinta on oletettu olevan tammikuussa tasolla 179,0 m (N60)
- Kalliojärven vedenpinta on oletettu olevan tammikuussa tasolla 188,0 m (N60)
- Kalliojärven säännöstely on oletettu tapahtuvan välillä 185,00-190,00 m (N60)
- Kalliojärven patorakenteita ei ole suunniteltu, joten lähtövirtaamaa ei rajoita mikään
- Toteutetut säännöstelylaskelmat kuvaavat vain yhtä tilannetta tuhansista vaihtoehdoista
- Kuukausitason laskelmat yksinkertaistavat todellista tilannetta huomattavasti
- Säännöstelyssä ei ole huomioitu Tuhkajoen vetokykyä

## 6 Yhteenveto

Kaivoksen laajentuessa Kolmisopen merkitys tulee muuttumaan. Aluksi sieltä otetaan enemmän vettä prosessiin (NiSu) ja sen jälkeen sen valuma-alue pienenee, jolloin sinne tulee vähemmän vettä. Myös Kolmisopen oma pinta-ala ja sitä kautta tilavuus pienenee Kolmisopen louhoksen käyttöönoton myötä, joten laskentoihin otettiin mukaan lisäksi Kalliojärven säännöstely.

Kolmisopen säännöstelytilavuus tällä hetkellä on n. 7,91 Mm<sup>3</sup> ja se pienenee eri skenaarioissa eri verran. Kalliojärven säännöstelytilavuutta laskettiin mukaan 1,93 Mm<sup>3</sup>. Kolmisopen säännöstelytilavuus muuttuu seuraavien skenaarioiden mukaisesti:

| Vaihtoehto | Kolmisopin säännöstelytilavuus Mm <sup>3</sup> | Kalliojärven säännöstelytilavuus Mm <sup>3</sup> |
|------------|--|--|
| nykytila   | 7,91   | -  |
| V0+ 2028   | 7,91   | -  |
| V1A 2028   | 4,08   | 1,93   |
| V2A 2028   | 4,08   | 1,93   |
| V2A 2045   | 4,08   | 1,93   |
| V2B 2028   | 2,46   | 1,93   |
| V2B 2045   | 2,46   | 1,93   |

Tässä raportissa oletettu valuma-alueen pieneneminen on tehty kevään 2021 aikaisilla tuotantosuosittelulla. Valuma-alueen pieneneminen YVA VE0+ :ssa aiheuttaa vuositasolla tulovirtaamaan n. 4 Mm<sup>3</sup> eli n. 506 m<sup>3</sup>/h pienenemisen keskimääräisissä olosuhteissa.

Valuma-alueen pieneneminen YVA VE1A, VE2A ja VE2B:ssä vuonna 2028 aiheuttaa vuositasolla tulovirtaamaan n. 5 Mm<sup>3</sup> eli n. 616 m<sup>3</sup>/h pienenemisen keskimääräisissä olosuhteissa.

Valuma-alueen pieneneminen YVA VE2A, VE2B:ssä vuonna 2045 aiheuttaa vuositasolla tulovirtaamaan n. 4 Mm<sup>3</sup> eli n. 405 m<sup>3</sup>/h pienenemisen keskimääräisissä olosuhteissa.

Kolmisopesta otetaan nykyisin tuotannon käyttöön n. 460 m<sup>3</sup>/h vettä ja NiSu:n käyttöönoton jälkeen Kolmisopesta otettava vesimäärä kasvaa 350 m<sup>3</sup>/h, ollen yhteensä 820 m<sup>3</sup>/h (7,0 Mm<sup>3</sup>/a).

Tämän työn tarkoituksena oli tarkastella voidaanko kaivoksen laajentumisen suunnitelmilla taata Tuhkajokeen vähintään lupaehdoissa olevat juoksutukset ja samalla pitää Kolmisopen pinta luparajojen sisällä.

Nykyisen luvan mukaan Kolmisopesta on juoksutettava Tuhkajokeen 1.10.–30.4. välisenä aikana vähintään 300 l/s ja 1.5.–30.9. välisenä aikana vähintään 700 l/s. Poikkeuksellisen kuivina kausina, kun Kalliojoen havaittu virtaama alittaa 200 l/s, minimivirtaama Tuhkajokeen on oltava vähintään 1,3-kertainen Kalliojoen virtaamaan verrattuna. Kolmisopen säännöstelyväli on 175,7–179,7 m (N60), hätä-HW on tasolla 180,7 m (N60). Kalliojärven säännöstely on tehty oletuksella, että säännöstely tapahtuisi välillä 185–190 m (N60).

Tässä työssä tehty Kolmisopelle vesitase perustuu sen tilavuuteen eri vedenkorkeuksilla eri skenaarioissa. Säännöstely on tehty kuukausiperusteisesti yleistäen. Säännöstely on laskettu kolmessa eri hydrologisessa skenaariossa, keskimääräinen, kerran 100 vuodessa toistuva märkä eli "märkä" ja kerran 100 vuodessa toistuva kuiva eli "kuiva" vuosi.

Tuhkajokeen on luvan mukaan juoksutettava vuositasolla vähintään 14,7 Mm<sup>3</sup>, joka tarkoittaa arviolta 1 707 m<sup>3</sup>/h. Nykyisin Tuhkajokeen juoksutetaan arviolta 51,5 Mm<sup>3</sup> eli noin 5885 m<sup>3</sup>/h.

Vaihtoehdossa V0+ Kolmisopen säännöstelytilavuus on sama kuin nykytilanteessa, eli 7,91 Mm<sup>3</sup>. Säännöstely perustuu Kolmisopen säännöstelyyn ja on hyvin samankaltaista, kuin nykytilanteessa. Vettä pidetään melko lähellä ylärajaa, juoksutetaan melko tasaisesti hieman yli vaadittu minimimäärä Tuhkajokeen ja kevät- ja syystulvien aikana vettä juoksutetaan reilummin ylivuotokynnyksen kautta. Säännöstely onnistuu nykyisillä rakenteilla ja lupaehdoilla.

Vaihtoehdossa V1A 2028 Kolmisopen säännöstelytilavuus on 4,08 Mm<sup>3</sup> ja Kalliojärven 1,93 Mm<sup>3</sup>. Keskimääräisen ja märän vuoden säännöstely perustuu kevättulvan aikana ylijuoituskyynnyksen kautta juoksutukseen. Kuivan vuoden säännöstely on haastavaa; Kolmisoppi juoksutetaan ennen kevättulvaa melkein tyhjäksi ja kevättulvan aikaan se pitää pitää tarkalleen ylärajalla, kuitenkin niin, ettei ylivuotokynnyksen yli pääse purkautumaan vettä. Säännöstely onnistuu nykyisillä rakenteilla ja lupaehdoilla Kalliojärven kanssa.

Vaihtoehdossa V2A 2028 Kolmisopen säännöstelytilavuus on 4,08 Mm<sup>3</sup> ja Kalliojärven 1,93 Mm<sup>3</sup>. Keskimääräisen ja märän vuoden säännöstely perustuu kevättulvan aikana ylijuoituskyynnyksen kautta juoksutukseen. Kuivan vuoden säännöstely on haastavaa; Kolmisoppi juoksutetaan ennen kevättulvaa melkein tyhjäksi ja kevättulvan aikaan se pitää pitää tarkalleen ylärajalla, kuitenkin niin, ettei ylivuotokynnyksen yli pääse purkautumaan vettä. Säännöstely onnistuu nykyisillä rakenteilla ja lupaehdoilla Kalliojärven kanssa.

Vaihtoehdossa V2A 2045 Kolmisopen säännöstelytilavuus on 4,08 Mm<sup>3</sup> ja Kalliojärven 1,93 Mm<sup>3</sup>. Keskimääräisen ja märän vuoden säännöstely perustuu kevättulvan aikana ylijuoituskyynnyksen kautta juoksutukseen. Kuivan vuoden säännöstely on haastavaa; Kolmisoppi juoksutetaan ennen kevättulvaa melkein tyhjäksi ja kevättulvan aikaan se pitää pitää tarkalleen ylärajalla, kuitenkin niin, ettei ylivuotokynnyksen yli pääse purkautumaan vettä. Säännöstely onnistuu nykyisillä rakenteilla ja lupaehdoilla Kalliojärven kanssa.

Vaihtoehdossa V2B 2028 Kolmisopen säännöstelytilavuus on 2,46 Mm<sup>3</sup> ja Kalliojärven 1,93 Mm<sup>3</sup>. Keskimääräisen ja märän vuoden säännöstely perustuu kevättulvan aikana ylijuoituskyynnyksen kautta juoksutukseen. Kuivan vuoden säännöstely ei käytännössä onnistu; Kolmisoppi juoksutetaan ennen kevättulvaa melkein tyhjäksi ja kevättulvan aikaan vesi nousee yli ylärajan jolloin ylivuotokynnyksen yli pääsee purkautumaan vettä liian nopeasti. Säännöstely ei onnistu nykyisillä rakenteilla ja lupaehdoilla Kalliojärven kanssa.

Vaihtoehdossa V2B 2045 Kolmisopen säännöstelytilavuus on 2,46 Mm<sup>3</sup> ja Kalliojärven 1,93 Mm<sup>3</sup>. Keskimääräisen ja märän vuoden säännöstely perustuu kevättulvan aikana ylijuoituskyynnyksen kautta juoksutukseen. Kuivan vuoden säännöstely ei käytännössä onnistu; Kolmisoppi juoksutetaan ennen kevättulvaa melkein tyhjäksi ja

kevättulvan aikaan vesi nousee yli hätäylärajan jolloin ylivuotokynnyksen yli pääsee purkautumaan vettä liian nopeasti ja vesi loppuu lokakuussa. Säännöstely ei onnistu nykyisillä rakenteilla ja lupaehtoilla Kalliojärven kanssa.

## Säännöstelyraportin Liite 1 - Tulokset

### 1 Nykyinen lähtövirtaama Tuhkajokeen

| Yhteenveto | Nykytila                  |           |        |
|------------|---------------------------|-----------|--------|
|            | Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo | Kuiva  |
|            | m3/h                      |           |        |
| tammi      | 3 542                     | 1 116     | 3 984  |
| helmi      | 2 778                     | 1 008     | 3 464  |
| maalis     | 3 984                     | 1 116     | 4 346  |
| huhti      | 6 986                     | 2 083     | 18 444 |
| touko      | 17 215                    | 7 639     | 32 632 |
| kesä       | 10 122                    | 2 520     | 5 956  |
| heinä      | 3 681                     | 2 604     | 5 373  |
| elo        | 3 438                     | 2 604     | 5 373  |
| syys       | 4 544                     | 2 520     | 5 200  |
| loka       | 5 373                     | 1 116     | 5 373  |
| marras     | 5 200                     | 1 080     | 14 922 |
| joulu      | 5 373                     | 1 116     | 8 062  |

### 2 Lähtövirtaama vaihtoehdossa V0+

| Yhteenveto                | Tuotannon laajennus |       |        |
|---------------------------|---------------------|-------|--------|
|                           | VE0+                |       |        |
| Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo           | Kuiva | Märkä  |
|                           | m3/h                |       |        |
| tammi                     | 4 167               | 1 116 | 2 083  |
| helmi                     | 3 472               | 1 008 | 2 083  |
| maalis                    | 4 861               | 1 116 | 2 083  |
| huhti                     | 6 250               | 2 083 | 18 056 |
| touko                     | 10 747              | 7 639 | 10 747 |
| kesä                      | 9 844               | 2 520 | 5 956  |
| heinä                     | 3 472               | 2 604 | 5 000  |
| elo                       | 3 403               | 2 604 | 5 373  |
| syys                      | 4 306               | 2 520 | 5 200  |
| loka                      | 4 167               | 1 116 | 5 000  |
| marras                    | 4 861               | 1 080 | 5 200  |
| joulu                     | 4 861               | 1 116 | 5 373  |

### 3 Lähtövirtaama vaihtoehdossa VE1A 2028 & V2A 2028

| Yhteenveto                | Tuotannon laajennus |       |        |
|---------------------------|---------------------|-------|--------|
|                           | VE1A2028 & V2A 2028 |       |        |
| Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo           | Kuiva | Märkä  |
|                           | m3/h                |       |        |
| tammi                     | 1 389               | 1 389 | 2 083  |
| helmi                     | 1 389               | 1 528 | 2 083  |
| maalis                    | 1 389               | 1 667 | 3 472  |
| huhti                     | 16 000              | 1 806 | 10 400 |
| touko                     | 16 930              | 4 167 | 10 747 |
| kesä                      | 2 917               | 2 639 | 8 333  |
| heinä                     | 2 917               | 2 639 | 6 944  |
| elo                       | 3 472               | 2 639 | 5 556  |
| syys                      | 4 444               | 2 639 | 6 944  |
| loka                      | 5 278               | 1 250 | 6 944  |
| marras                    | 5 356               | 1 250 | 7 639  |
| joulu                     | 3 472               | 1 250 | 6 944  |

Lähtövirtaama Kalliojärvestä Kolmisoppeen:

|        | V1A & V2A 2028 |       |        |
|--------|----------------|-------|--------|
| kk     | ka             | kuiva | märkä  |
| tammi  | 1 389          | 556   | 2 083  |
| helmi  | 972            | 556   | 1 806  |
| maalis | 1 111          | 694   | 2 778  |
| huhti  | 4 861          | 1 528 | 10 000 |
| touko  | 8 750          | 2 361 | 11 389 |
| kesä   | 1 389          | 2 083 | 4 167  |
| heinä  | 2 083          | 1 389 | 4 167  |
| elo    | 2 083          | 1 389 | 4 167  |
| syys   | 2 778          | 1 111 | 4 167  |
| loka   | 2 778          | 833   | 4 167  |
| marras | 2 778          | 1 111 | 4 167  |
| joulu  | 2 431          | 694   | 4 167  |

#### 4 Lähtövirtaama vaihtoehdossa VE2A 2045

| Yhteenveto                | Tuotannon laajennus |       |        |
|---------------------------|---------------------|-------|--------|
|                           | VE2A 2045           |       |        |
| Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo           | Kuiva | Märkä  |
|                           | m3/h                |       |        |
| tammi                     | 1 389               | 1 389 | 2 778  |
| helmi                     | 972                 | 1 528 | 1 667  |
| maalis                    | 1 111               | 1 528 | 2 778  |
| huhti                     | 4 861               | 1 944 | 18 750 |
| touko                     | 8 750               | 3 889 | 24 540 |
| kesä                      | 2 778               | 3 056 | 8 333  |
| heinä                     | 2 778               | 2 639 | 6 944  |
| elo                       | 2 083               | 2 639 | 5 556  |
| syys                      | 2 083               | 2 639 | 6 944  |
| loka                      | 2 083               | 1 250 | 6 944  |
| marras                    | 3 472               | 1 250 | 8 333  |
| joulu                     | 2 778               | 1 250 | 6 944  |

Lähtövirtaama Kalliojärvestä Kolmisoppeen:

|        | VE2A 2045 |       |        |
|--------|-----------|-------|--------|
| kk     | ka        | kuiva | märkä  |
| tammi  | 1 389     | 556   | 2 083  |
| helmi  | 972       | 556   | 2 083  |
| maalis | 1 111     | 694   | 2 083  |
| huhti  | 4 861     | 1 528 | 9 028  |
| touko  | 8 750     | 2 222 | 11 111 |
| kesä   | 2 778     | 2 083 | 3 472  |
| heinä  | 2 778     | 833   | 4 167  |
| elo    | 2 083     | 1 389 | 4 167  |
| syys   | 2 083     | 1 111 | 4 167  |
| loka   | 2 083     | 833   | 3 472  |
| marras | 3 472     | 1 111 | 4 167  |
| joulu  | 2 778     | 694   | 4 167  |



## 5 Lähtövirtaama vaihtoehdossa VE2B 2028

| Yhteenveto                | Tuotannon laajennus |       |        |
|---------------------------|---------------------|-------|--------|
|                           | VE2B 2028           |       |        |
| Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo           | Kuiva | Märkä  |
|                           | m3/h                |       |        |
| tammi                     | 3 056               | 1 080 | 2 778  |
| helmi                     | 1 667               | 1 389 | 2 083  |
| maalisk                   | 2 569               | 1 389 | 3 194  |
| huhti                     | 10 444              | 3 194 | 19 444 |
| touko                     | 21 029              | 3 194 | 24 540 |
| kesä                      | 4 167               | 3 056 | 6 944  |
| heinä                     | 3 125               | 2 520 | 6 944  |
| elo                       | 2 917               | 2 520 | 5 556  |
| syys                      | 4 028               | 2 520 | 6 944  |
| loka                      | 4 514               | 1 080 | 6 944  |
| marras                    | 5 039               | 1 080 | 7 639  |
| joulu                     | 4 444               | 1 080 | 6 944  |

Lähtövirtaama Kalliojärvestä Kolmisoppeen:

|         | V2B 2028 |       |        |
|---------|----------|-------|--------|
| kk      | ka       | kuiva | märkä  |
| tammi   | 1 389    | 694   | 2 083  |
| helmi   | 1 389    | 972   | 1 806  |
| maalisk | 1 389    | 694   | 2 778  |
| huhti   | 4 861    | 1 528 | 10 139 |
| touko   | 8 056    | 1 944 | 11 389 |
| kesä    | 2 778    | 2 153 | 4 167  |
| heinä   | 2 778    | 1 389 | 4 167  |
| elo     | 2 778    | 1 389 | 4 167  |
| syys    | 1 389    | 1 389 | 4 167  |
| loka    | 2 778    | 833   | 4 167  |
| marras  | 2 778    | 1 111 | 4 167  |
| joulu   | 2 431    | 694   | 4 167  |

## 6 Lähtövirtaama vaihtoehdossa VE2B 2045

| Yhteenveto                | Tuotannon laajennus |        |        |
|---------------------------|---------------------|--------|--------|
|                           | VE2B 2045           |        |        |
| Lähtövirtaama Tuhkajokeen | Keskiarvo           | Kuiva  | Märkä  |
|                           | m3/h                |        |        |
| tammi                     | 2 222               | 1 080  | 2 778  |
| helmi                     | 2 222               | 1 080  | 2 778  |
| maalis                    | 2 431               | 1 080  | 2 083  |
| huhti                     | 10 167              | 2 222  | 10 400 |
| touko                     | 22 669              | 5 694  | 10 747 |
| kesä                      | 3 681               | 2 520  | 6 944  |
| heinä                     | 3 472               | 2 520  | 6 250  |
| elo                       | 3 611               | 2 520  | 6 250  |
| syys                      | 3 958               | 2 520  | 6 944  |
| loka                      | 5 278               | 1 080  | 6 944  |
| marras                    | 5 356               | 1 080* | 8 333  |
| joulu                     | 4 167               | 1 080* | 6 944  |

\*Vedenpinta Kolmisopessa laskee Tuhkajoen minimivirtaamalla säännöstelyn alarajan alapuolelle eikä Tuhkajoen minimivirtaamaa pystytä varmistamaan.

Lähtövirtaama Kalliojärvestä Kolmisoppeen:

|        | V2B 2045 |       |        |
|--------|----------|-------|--------|
| kk     | ka       | kuiva | märkä  |
| tammi  | 1 389    | 833   | 2 083  |
| helmi  | 972      | 833   | 2 083  |
| maalis | 1 111    | 694   | 2 083  |
| huhti  | 4 861    | 833   | 9 028  |
| touko  | 8 750    | 4 028 | 11 111 |
| kesä   | 2 083    | 1 111 | 4 167  |
| heinä  | 2 778    | 1 250 | 3 472  |
| elo    | 2 361    | 1 250 | 4 167  |
| syys   | 2 083    | 972   | 4 167  |
| loka   | 2 639    | 972   | 4 167  |
| marras | 2 778    | 972   | 4 167  |
| joulu  | 2 431    | 833   | 4 167  |