

Alajärven säännöstelyn muutos

Hämeenlinna

Kehittämissuunnitelma

16.9.2020

1. YLEISTÄ.....	4
2. SÄÄNNÖSTELY.....	6
2.1 Säännöstelyluvut	6
2.2 Säännöstelykäytännöt	7
2.3 Vuoden 2020 säännöstely ja poikkeuslupa	8
3. SÄÄNNÖSTELYN MALLIAJOT	9
3.1 Yleistä	9
3.2 Tarkastellut säännöstelyvaihtoehdot	11
3.3 Tulokset ja huomiotavat tekijät.....	11
3.3.1 VE1	13
3.3.2 VE2	13
3.3.3 VE3	14
3.3.4 VE4	14
3.3.5 VE5	15
4. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	16

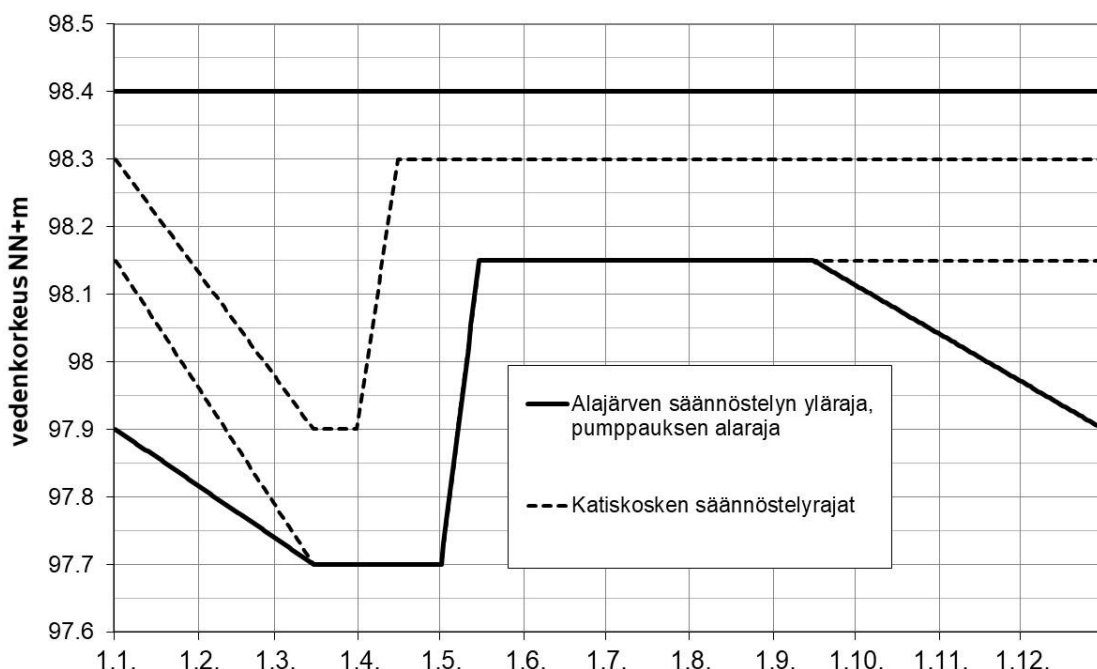
LIITELUETTELO

1. Mallinnetut vedenkorkeudet ja virtaamat
2. Vedenkorkeus-juoksutuskäyrät

1. YLEISTÄ

Alajärvi on Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy:n keskeinen raakavesilähde, sillä se toimii Ahveniston tekopohjavesilaitoksen imeytysveden lähteenä (n. 8000 m³/d). Alajärvestä imeytettävän veden on todettu lisäävän myös yhtiön toiseksi tärkeimmän pohjavesilaitoksen Kylmälahden antoisuutta. Vesi-yhtiöllä on parhaillaan käynnissä imeytyskokeet, joilla selvitetään Kylmälahden pohjavesiesiintymän antoisuuden lisäämistä (n. 2000 m³/d) Alajärvestä otetulla raakavedellä. Alajärven merkitys yhtiön vedenhankinnassa on tällä hetkellä kriittinen, sillä toistaiseksi yhtiö ei kykene täysin korvaamaan Ahveniston tekovesilaitoksen tuottaman veden, mikäli laitoksen toiminta syystä tai toisesta täysin keskeytyisi.

HS-Vesi säännöstelee Alajärven vedenpintaa Länsi-Suomen vesioikeuden päätösten 1975 ja 1985 mukaisesti Katiskosken padon avulla. Alajärven nykyinen säännöstelylupa sisältää pakollisen vedenkorkeuden kevätalennuksen, ns. kevätkuopan (kuva 1). Se ajoittuu maaliskuun loppupuolelle ja järveä voidaan alkaa täyttämään vasta huhtikuun puolella, mikä on määrällisesti ja ajallisesti nykyisin usein toimimaton ja tällöin haitallinen. Lumen määrä voi talvella jäädä vähäiseksi ja sulantakin ajoittuu usein maaliskuulle, jolloin sulamisvesiä ei voida varastoida järveen. Ilmastomuutoksen edetessä kevätkuopan väärän ajoittumisen ja syvyyden haittavaikutukset korostuvat entisestään.



Kuva 1. Alajärven ja Katiskosken säännöstelyluvan vedenkorkeusrajat. Vedenkorkeuden kevätalennus (kevätkuoppa) määräytyy Katiskosken ylärajan perusteella vähintään korkeuteen NN+97,9 m aikavälillä 15.3-31.3.

Pakollinen vedenkorkeuden kevätalennus aiheuttaa kahdenlaisia ongelmia: Ensinnäkin Katiskosken padolla virtaama joudutaan monesti asettamaan keväällä minimiin, jotta kesän tavoitevedenpinta saavutettaisiin toukokuun puoleen väliin mennessä. Tämä aiheuttaa vedenpinnan alenemista padon alapuolisissa järvissä (Suojärvi ja Viralanjärvi), mikä edelleen korostuu, jos kuivaa kevättä seuraa kuiva kesä. Lisäksi alhaisen virtaaman johdosta alapuolinen Jokilanjoki jää vähävetiseksi. Toiseksi kuivan kevään sattuessa Alajärven vedenkorkeuden tavoite-tasoa ei aina saavuteta. Tällöinkin ongelma kulminoituu kuivan kevään jälkeiseen kuivaan kesään.

Alajärven säännöstelyn ylärajan on NN+98,40 m (Katiskosken padolla NN+98,30 m) ja pumppauksen alaraja kesäaikana Katiskosken padolla mitattuna NN+98,15 m. Katiskosken padon rakenteessa on kuitenkin ylivirtauskynnys (taso noin NN+98,2 m), joka rajoittaa säännöstelykapasiteetin käyttöä lähellä ylärajaa ja kuivana aikana vedenpinta laskeekin Alajärven lähelle ylivirtauskynnyksen tasoa. Tällöin varastotilavuutta vedenoton kannalta on vain noin 5 cm:n verran. HS-Vesi joutuikin kesinä 2018 ja 2019 poikkeuksellisen kuivuuden johdosta lopettamaan luvan mukaisen imeytyspumppauksen molempina kesinä noin kolmen kuukauden ajaksi.

Toistaiseksi imeytyskatkojen näkyvin vaikutus on ollut Ahvenistonjärven (arvokas pohjavesijärvi) pinnan lasku ja varotoimenpiteenä tarve laskea Ahveniston laitoksella kaivopumppuja. Ilmastonmuutoksen arvioitujen vaikutusten myötä tilanne voi kuitenkin pahentua poikkeuksellisten kuivuusjaksojen todennäköisyyden kasvaessa. Lisäksi HS-Veden on varauduttava jonkin verran nykyistä suurempaan vedenkulutukseen eli tekopohjavesikapasiteetin lisäämiseen. Ahveniston alueen vedenpintojen laskeminen nykyistä alemmaksi voi myös lisätä vedenottokaivojen rauta- ja mangaanipitoisuuksia ja siten lisätä vedenkäsittelyn kustannuksia. Lisäksi Ahvenistolla on merkittävä rooli turvaamassa vedenhankintaa tilanteessa, jossa Kylmälahden ottamo on pois käytöstä.

Tämän yleissuunnitelman tarkoituksena on esittää säännöstelymallinnusten perusteella erilaisten säännöstelymuutosten vaikutuksia Alajärven vedenkäyttömuotoihin. Tavoitteena on löytää säännöstelyn tavoitteiden yhteensovittamisen kannalta kokonaisuutena paras ratkaisu, jonka mukaisesti haetaan järven säännöstelyluvan muutosta. Pääpainoarvo tarkasteluissa on vedenhankinnan turvaaminen, joka on myös Alajärven säännöstelylupapäätöksissä mainittu säännöstelyn päätarkoituksena.

2. SÄÄNNÖSTELY

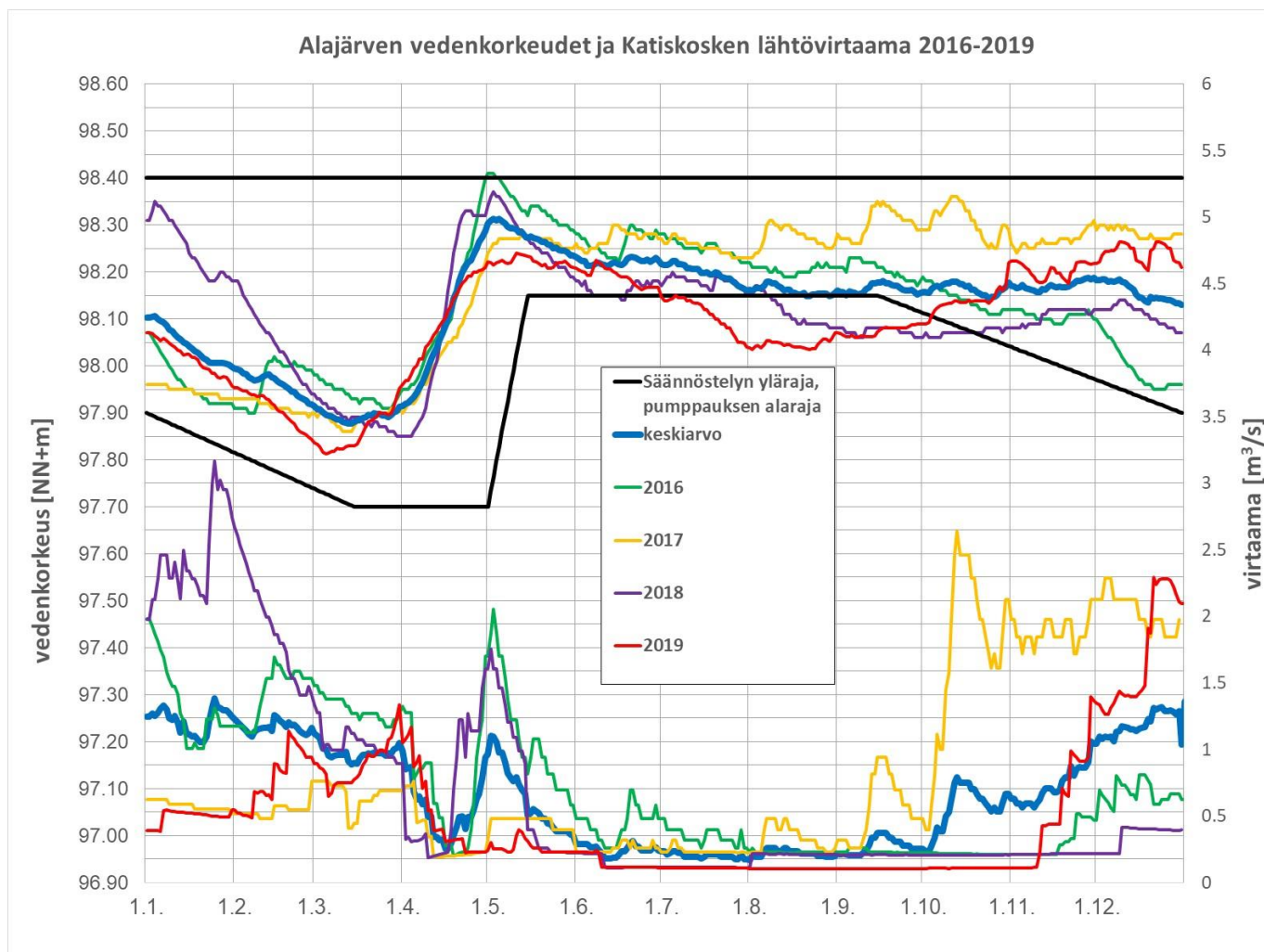
2.1 Säännöstelyluvat

Alajärveä säännöstellään Pikku-Munakkaan alapuolella Jokilanjoessa sijaitsevalla Katiskosken padolla.

HS-Vesi käyttää Alajärven vettä tekopohjaveden tuotannossa vedenottoluvan mukaisesti. Säännöstelyluvan (Länsi-Suomen vesioikeuden lupa nro 14 / 1985 / 1) mukaisesti vedenpinnan kevätalennus on pakollinen ja se on tehtävä kalenterin 15.3 mennessä Katiskosken padolla vähintään tasoon NN+97,90 m. Kevätalennus on luvassa määrätty tulvasuojelua varten. Alkuperäisessä 26.5.1959 myönnetyssä säännöstelyluvassa (järven lasku) kevätalennus oli nykyistä suurempi, kun padon aukot määrättiin olemaan kokonaan auki 1.3 mennessä. Vuoden 1985 lupapäätöksessä kevätalennusta loivennettiin, mutta ei kuitenkaan haetussa määrin. Vesioikeus tuolloin katsoi, että kevätalennuksen suurempi loiventaminen aiheuttaisi alapuolisille voimalaitoksille menetyksiä, kun virtaamat vähenisivät talvella, sekä aiheuttaisi tulvan lisääntymistä Katiskosken ja Kernaalanjärven välisellä osuudella.

Tilavuuslaskelmien perusteella nykyisen luvan mukainen vedenpinnan kevätalennuksen säännöstelytilavuus välillä Alajärvi – Katiskoski olisi vedenkorkeuksilla NN+98,30 – 97,90 m yhteensä noin 2,8 milj. m³, joka vastaa järven valuma-alueella noin 20 mm lumen vesiarvoa.

Alajärvelle on lisäksi määritelty luvan mukainen yläraja sekä raja, jonka alapuolella vettä ei saa pumpata imeytysvedeksi. Jatkuva juoksutus Katiskoskella on luvan mukaan oltava vähintään 70 l / s. Säännöstelyn ylärajan ylittymisen estämiseksi tapahtuva juoksutuksen muutos saa olla avoveden aikana enintään 1 m³ / s vuorokaudessa ja talviolosuhteissa enintään 0,3 m³ / s vuorokaudessa. Padon avaukset on luvan mukaan suoritettava siten, että alapuolisessa vesistöissä ei aiheudu haitallista tulva-aaltoa. Alajärven säännöstelyrajat on kuvattu kuvassa 2, jossa on mukana myös vedenkorkeushavainnot vuosilta 2016-2019.



Kuva 2. Alajärven vedenkorkeudet 2016-2019 (Korkeusjärjestelmä NN)

Alajärvestä saadaan ottaa vettä tekopohjaveden muodostamista varten enintään 6 000 000 m³ vuodessa, kuitenkin enintään 20 000 m³ vuorokaudessa. Käytännössä pumppaus on ollut vuositason keskimäärin noin 7100 – 8300 m³ / d, pääsääntöisesti noin 8000 m³ / d eli 2 920 000 m³ / vuosi. Jatkossa on kuitenkin varauduttava kapasiteetin osalta toteutuneita jonkin verran isompiin imeytysvesimääriin vedenhankinnan turvaamiseksi, tulevaisuudessa riittänee noin 4 400 000 m³ / vuosi. (HS-Vesi).

2.2 Säännöstelykäytännöt

Kevättulvan aikana vesi pyritään nostamaan 15.5. mennessä kesän tavoitetasolle. Alajärven pienehkö koko on mahdollistanut pinnan saamisen ylös kesällä kevätkuopan jälkeen myös kuivempina alkukesinä. Luvan joustavoittaminen kevätkuopan osalta olisi kuitenkin tarpeen varsinkin tulevien hydrologisten olosuhteiden takia. Lisäksi imeytysveden oton kannalta pumppauksen alaraja on jo aiheuttanut hankaluuksia poikkeuksellisen kuivina kesinä, jolloin olisikin tarpeen saada joustovaraa Alajärven vedenpinnan

alentamiseen nykyisestä rajasta kevyemmällä menettelyllä kuin tilapäisen poikkeuksen hakemisella. Tulvien osalta kevät- ja syystulvat ovat aiheuttaneet vahinkoa lähinnä maanviljelylle¹.

2.3 Vuoden 2020 säännöstely ja poikkeuslupa

Talvi 2019-2020 oli Alajärvellä poikkeuksellinen ja tulovirtaamat ajankohtaan nähden suuria etenkin joulukuussa 2019. Vettä oli satanut vuorottain lumena ja sateena ja sadanta-sulanta -jaksot olivat toistuvia. Helmikuussa HS-Vesi haki poikkeuslupaa Alajärven säännöstelyyn vedenpinnan kevätalennuksen madaltamiseksi. Lumen vesi-arvo oli Alajärven valuma-alueella poikkeuksellisen matala, poikkeuslupahakemuksen jättämisen aikaan ennusteen mukaan helmikuun puoliväliin mennessä vesi-arvo olisi laskenut alle 5 mm:iin. Tällöin vedenpinnan kevätalennus ei olisi ollut tarkoituksenmukaista. Lisäksi mikäli sateet olisivat jääneet lopputalvesta ja keväällä tavallista vähäisemmiksi, olisi Alajärven vedenpinnan nosto kesän vedenottoa sekä virkistyskäyttöä varten voinut vaikeutua ja riski kasvanut, että järveä ei olisi saatu kesällä vedenoton mahdollistamaan tavoitekorkeuteen. Tällöin järven kevätaikainen juoksutus olisi jouduttu laskemaan lupaehtojen mukaiseen minimiin 0,07 m³/s, jolloin alapuolisella vesistöllä virtaamat olisivat jääneet keväällä huomattavasti ajankohtaan nähden tavallista pienemmiksi. Tästä olisi seurannut alapuolisilla järvillä tavallista alhaisempia vedenkorkeuksia alkukesästä. Satelliittihavaintojen perusteella lumi-peite käytännössä hävisikin helmikuun aikana ja maaliskuussa lunta ei enää ollut.

¹ Alajärven säännöstelyn kehittäminen. Ilmastonmuutos- ja säännöstelylaskennat. Suomen ympäristökeskus. 2019.

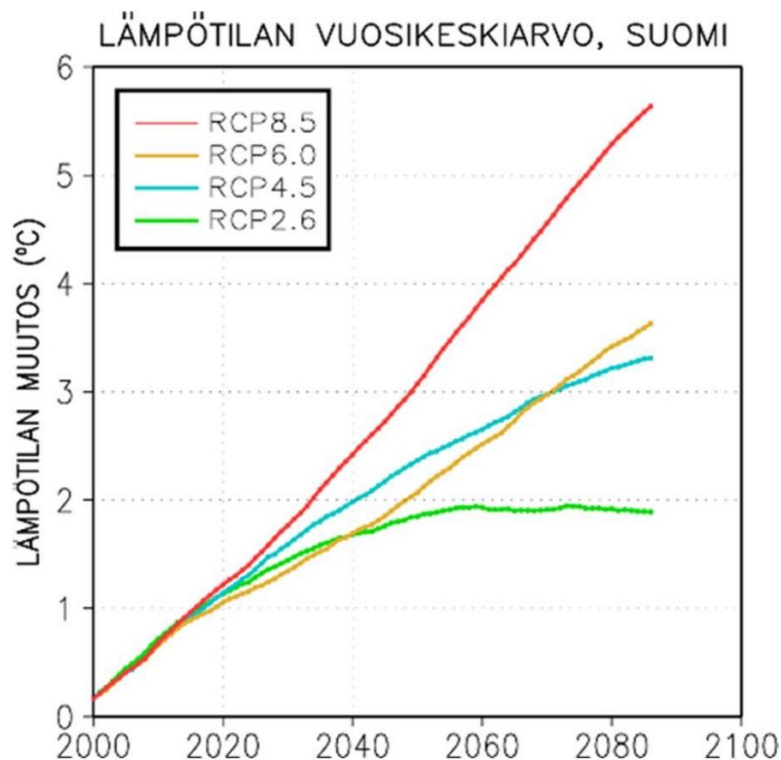
3. SÄÄNNÖSTELYN MALLIAJOT

3.1 Yleistä

Ilmastonmuutoksen ja säännöstelyn vaikutuksia Alajärven tulovirtaamaan, vedenkorkeuteen ja juoksutuksiin tarkasteltiin Vesistömallijärjestelmän hydrologisen mallin avulla. Vesistömallijärjestelmä on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty järjestelmä, joka simuloi ja ennustaa hydrologista kiertoa koko Suomen alueella sekä rajavesistöissä. Mallia voidaan kalibroida olemassa olevien hydrologisten havaintojen pohjalta, ja siihen syötettävät lähtötiedot (lämpötila, sadanta, potentiaalinen haihdunta) yhdessä valuma-alueen ominaisuuksien kanssa antavat tietoa mm. lumen vesiaron kehitymisestä, pohjavesistä sekä veden virtauksesta kohti valuma-alueen purkustettua.

Vesistömallilla tehdyissä simuloinneissa Katiskosken säännöstelypadon lähtövirtaama muodostuu säännöstelyohjeen perusteella, jossa lähtövirtaaman suuruus riippuu järven vedenkorkeudesta ja päivämäärästä. Historiajakson säännöstelyä simuloitiin nykykäytäntöjen ja lupien mukaisesti. Huomioon on otettu nykyiset säännöstelyrajat, minimi- ja maksimijuoksutukset sekä olemassa olevat historiajakson hydrologiset havainnot. Imeytysveden otolle on mallinnuksessa käytetty arviota $3\,000\,000\text{ m}^3 / \text{vuosi}$ eli $0,1\text{ m}^3 / \text{s}$ silloin kun ollaan pumppauksen alarajan yläpuolella. Näiden tietojen pohjalta muodostettiin nykyistä säännöstelyä kuvaileva säännöstelyohje, joka määrää päivämääräkohtaisen juoksutuksen tason eri vedenkorkeuksilla. Simuloinnin tuloksina saatiin 30 vuoden aikasarjat vedenkorkeuksille ja virtaamille sekä historiajaksolle että ilmastonmuutosjaksoille. Seuraavaksi säännöstelyohjetta muokattiin iteroiden täyttämään eri säännöstelyvaihtoehtojen reunaehdot. Säännöstelyohjeet on esitetty liitteessä 2. Näin jokaiselle säännöstelyvaihtoehdolle muodostettiin oma säännöstelyohjeensa. Tuloksista voitiin arvioida, miten ilmastonmuutos sekä erilaiset säännöstelykäytännöt vaikuttavat Alajärven vedenkorkeuteen ja lähtövirtaamaan sekä Katiskosken padon vedenkorkeuteen.

Tässä selvityksessä on käytetty RCP (Representative Concentration Pathway) kasvihuonekaasupäästöihin perustuvia ilmastoskenaarioita ja globaalia ilmastomallia. Tarkastelussa käytettiin ilmastoskenaario RCP 4,5:tä, joka sisältää keskimääräiset päästöt vuosisadan lopulle mennessä eli säteilypakotteen $4,5\text{ W} / \text{m}^2$ (kuva 3). Lämpötilan muutosten osalta tarkastelussa on myös huomioitu muutokset lämpötilan jakaumassa eri vuodenaikoina. Historiajaksona on käytetty 30 vuoden jaksoa 1981 – 2010 ja ilmastonmuutosjaksoina 2020 – 2049 ja 2040 – 2069.



Kuva 3. Lämpötilan muutos eri ilmastomuutoskenaarioilla²

Historiajaksolla Vesistömallin lähtötietoina käytettiin havaittuja lämpötiloja ja sadantoja, joiden perusteella simuloitiin päivittäiset virtaamat ja vedenkorkeudet. Ilmastomuutoksen vaikutusta tarkasteltiin niin sanotulla delta-change -menetelmällä, jossa hydrologisen mallin vertailujakson havaittuja lähtötietoja – lämpötilaa ja sademäärää – muutetaan ilmastoskenaarioiden mukaisten keskimääräisten lämpötilan ja sademäärän muutosten mukaisesti.

Yleisesti ilmastomuutoksen vaikutuksista hydrologiseen kiertoon voidaan sanoa, että lämpötilan noustessa (etenkin talvilämpötilojen) suurin osa vedestä tulee talvella vesisateina. Etenkin Etelä-Suomessa pysyvää lumipeitettä ei usein saavuteta. Edelleen lämpötilan nousu voimistaa hydrologista kiertoa ja lisää sadantaa. Mallinnettu lumen vesiarvon keskiarvon muutos Alajärvellä historiajakssoon verrattuna jaksolla 2020-2049 oli -65 % ja jaksolla 2040-2069 -73 %. Vastaavasti tulovirtaaman muutos oli noin +3,9 % jaksolla 2020-2049 ja +6,8 % jaksolla 2040-2069. Säännöstelyn kannalta nämä muutokset tarkoittavat ensisijaisesti suurempia vesimääriä talvisin sekä pienempää kevättulvaa.

² Ruosteenoja, K. 2013. Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. [linkki](#)

3.2 Tarkastellut säännöstelyvaihtoehdot

Erilaisten säännöstelykäytäntöjen vaikutuksia tarkasteltiin Vesistömallijärjestelmällä sekä historia- että ilmastonmuutosjaksoilla. Tarkastelut tehtiin vertailemalla nykyisten lupaehtojen ja käytäntöjen mukaista simuloitua säännöstelyä (VE0) eri säännöstelyvaihtoehtoihin, joissa säännöstelyä ja lupaehtoja on muutettu (VE2 – VE5). VE1:nä tarkasteltiin skenaariota, jossa Alajärveä ei säännösteltäisi ja Katiskosken patorakennetta ei olisi olemassa. Tämän skenaarion mallinnettiin perustuen vuoden 1957 järvenlaskusuunnitelmassa esitettyihin vedenkorkeuden tunnuslukuihin.

Mallinnukset toteutti Suomen ympäristökeskus keväällä 2020, joka oli tehnyt jo aikaisemmin vastaavia tarkasteluja Alajärven osalta. Näitä tuloksia on käsitelty tarkemmin julkaisussa "Alajärven säännöstelyn kehittäminen" (2019, [linkki](#)). Uudessa mallinnuksissa on tarkasteltu lisäksi Alajärven säännöstelyn ylärajan noston vaikutuksia, ja lisäksi säännöstelyn muutosten vaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin vesilain mukaisen säännöstelyluvan muutosprosessin näkökulmasta.

Tämän yleissuunnitelman yhteydessä mallinnetut säännöstelyvaihtoehdot olivat:

- **VE0** 0-vaihtoehto: säännöstely nykykäytännön mukaisesti
- **VE1** Alajärvi ilman säännöstelyä ja patorakenteita
- **VE2** Säännöstelyn ylärajan nosto 10 cm
 - o minimivirtaama Katiskoskella 0,07 m³/s
 - o imeytysvedenotto 0,1 m³/s
- **VE3** Pumpkauksen alarajan lasku 10 cm
 - o minimivirtaama Katiskoskella 0,07 m³/s
 - o imeytysvedenotto 0,1 m³/s
- **VE4** Alajärven ylärajan nosto 10 cm ja pumpkauksen alarajan lasku 10 cm
 - o minimivirtaama Katiskoskella 0,07 m³/s
 - o imeytysvedenotto 0,1 m³/s
- **VE5** Kevätkuopan sopeutuminen lumitilanteeseen ja ylärajan nosto 10 cm
 - o minimivirtaama Katiskoskella 0,07 m³/s
 - o imeytysvedenotto 0,1 m³/s

3.3 Tulokset ja huomioitavat tekijät

Liitteenä 1 on esitetty mallinnettujen säännöstelyvaihtoehtojen vedenkorkeuksien ja virtaamien keskiarvot ja vaihteluvälit historiajaksolla 1981-2010 ja ilmastonmuutosjaksolla 2020-2049. Liitteenä 2 on esitetty mallinnuksessa käytetyt vedenkorkeus-juoksutuskäyrät (ns. "säännöstelyohjeet").

Säännöstelyvaihtoehtoilla VE2 ja VE5 säännöstelyn ylärajaa on nostettu +10 cm. Samalla Katiskosken padon purkautumista on muutettu siten, että padossa olevaa ylivirtauskynnystä on nostettu +20 cm tasolle NN+98,40 m, jotta säännöstelytilavuutta voidaan tosiasiallisesti käyttää ylärajalle asti. Kuitenkin mallissa on käytetty maksimijuoksutuksena nykyisen rakenteen mukaista 10 m³/s. Padon muutossuunnittelussa onkin ylivirtauskynnystä korotettaessa varmistettava padon riittävä purkautumiskyky.

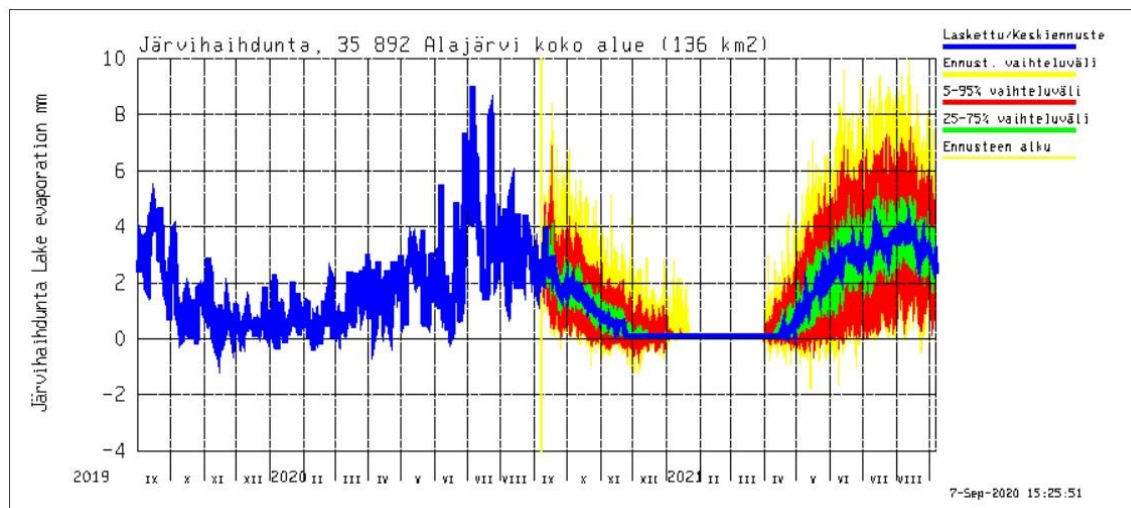
Liitteen 1 kuvassa 1 on esitetty nykykäytännön ja luvan mukaiset simuloidut vedenkorkeudet historia- ja ilmastonmuutosjaksolla. Kuvissa on esitetty keskiarvokäyrät sekä minimi- ja maksimikäyrät. Tuloksia arvioitaessa tulee huomata, että käyrät esittävät kunkin päivän minimi- ja maksimiarvon eivätkä siten esitä tiettyä yksittäistä vuotta. Historiajakson mallinuksissa yläraja rikkoutuu maksimiarvokäyrällä toukokuussa, joka johtuu vuoden 2000 myöhäisestä sulannasta huhtikuussa ja runsaslumisesta talvesta (simuloitu lumen maksimivesiarvo yli 170 mm). Koska kevätkuoppa ajoittuu malliajoissa huhtikuulle ja VE5:ssä myös tilanteen mukaan tätä aikaisemmaksi, ei juoksutusohjeiden mukainen säännöstely mukaudu tähän tilanteeseen. Tämän yksittäisen kevään poikkeama ei kuitenkaan vaikuta mallinnustulosten vertailuun ja niistä tehtäviin johtopäätöksiin.

Nykyisessä padossa säännöstelyä hoidetaan käsikäyttöisellä tulvaluukulla ja seiteillä, jotka eivät mahdollista kovin tarkkoja juoksutuksen muutoksia. Pato on kuitenkin tarkoitus uusita siten, että pato on kaukokäytettävä ja luukkujen säätö on mahdollista toteuttaa etäohjauksessa ja suuremmalla tarkkuudella kuin nykyään. Mallinuksissa juoksutusmuutokset tapahtuvat portaattomasti, ja eivät siten ole nykyisellä patorakenteella sellaisenaan toteutettavissa.

Imeytysvedenottona käytettiin kaikissa säännöstelyvaihtoehdoissa arvoa 0,1 m³/s jotta tuloksia voitaisiin paremmin vertailla vuoden 2019 mallinnustulosten kanssa. Kaavailtu vedenoton lisäys on tasoon 0,14 m³/s (4 400 000 m³/vuosi). Lisäys on itsessään hyvin pieni, vain alle 3 % järven vuotuisesta mallinnetusta keskitulovirtaamasta. Lisävedenoton vaikutukset näkyisivät käytännössä järven vedenkorkeudessa vain kesän kuivimpina jaksoina. Alla on vielä vertailtu eri tekijöiden vaikutusta Alajärven vedenkorkeuksiin kesäaikana (tasolla NN+98,15 m):

tekijä	virtaama	muutos	vesimäärä
minimivirtaamavelvoite	0,07 m ³ /s	-0,85 mm/vrk	6000 vrk/m ³
vedenotto (nyk)	0,1 m ³ /s	-1,2 mm/vrk	8600 vrk/m ³
vedenotto (suunn.)	0,14 m ³ /s	-1,7 mm/vrk	12000 vrk/m ³
järvihaihdunta		-4...10 mm/vrk	28000-71000 vrk/m ³

Kuten edellä on esitetty, järvihaihdunta on merkittävin tekijä veden poistumiselle järvestä. Vesistömallin laskennallinen järvihaihdunta Alajärvellä on kesällä 2020 vaihdellut välillä 0-9 mm, ollen keskimäärin luokkaa 4 mm/vrk.



Kuva 4. Vesistömallin laskettu järvihaihdunta Alajärvelle vuonna 2020, ennuste alkaen 7.9.2020

3.3.1 VE1

Tässä skenaariossa tarkasteltiin Alajärveä ilman säännöstelyä ja Katiskosken patorakennetta. (liite 1 kuvat 2, 11). Tarkoituksena oli havainnollistaa, miten säännöstely vaikuttaa mm. kevättulvan vedenkorkeuksiin. Järven purkautumiskäyrä iteroitiin vanhassa säännöstelylupapäätöksessä mainittujen, vuoden 1957 järvenlaskusuunnitelmassa esitettyjen vedenkorkeuden tunnuslukujen mukaisesti. On kuitenkin huomioitava, että järven vedenpintaa on mahdollisesti laskettu jo tätä aiemmin, ja siten tilanne VE1 ei kuvaa välttämättä järven luonnontilaa.

Järven keskivesi olisi huomattavasti nykyistä ylempänä, noin tasossa NN+98,40 m, kun nykytilanteessa simuloitu keskivesi on NN+98,11 m. Kevättulvan huippu olisi myös nykyistä huomattavasti korkeampi, noin tasossa NN+98,7 m, kun taas säännöstelyn yläraja on NN+98,40 m. Lisäksi loppukesästä esiintyisi 0-virtaamatilanteita, kun nykyisellä säännöstelyllä turvataan aina säännöstelyluvan velvoittama minimivirtaama 70 l/s.

3.3.2 VE2

Tässä vaihtoehdossa tarkasteltiin tilannetta, jossa säännöstelyn ylärajaa nostettaisiin 10 cm tasoon NN+98,50 m (liite 1 kuvat 3, 15, 22, 27). Lisäksi patorakenteen ylivirtauskynnystä on nostettu 20 cm tasoon NN+98,40 m. Mallinnuksen perusteella tämä edellyttäisi Katiskoskella säännöstelyn ylärajan nostoa noin tasoon NN+98,45 m nykyisellä maksimipurkautumiskyvyllä tai purkautumiskyvyn suurentamista nykyisestä (kuvat 5,14)

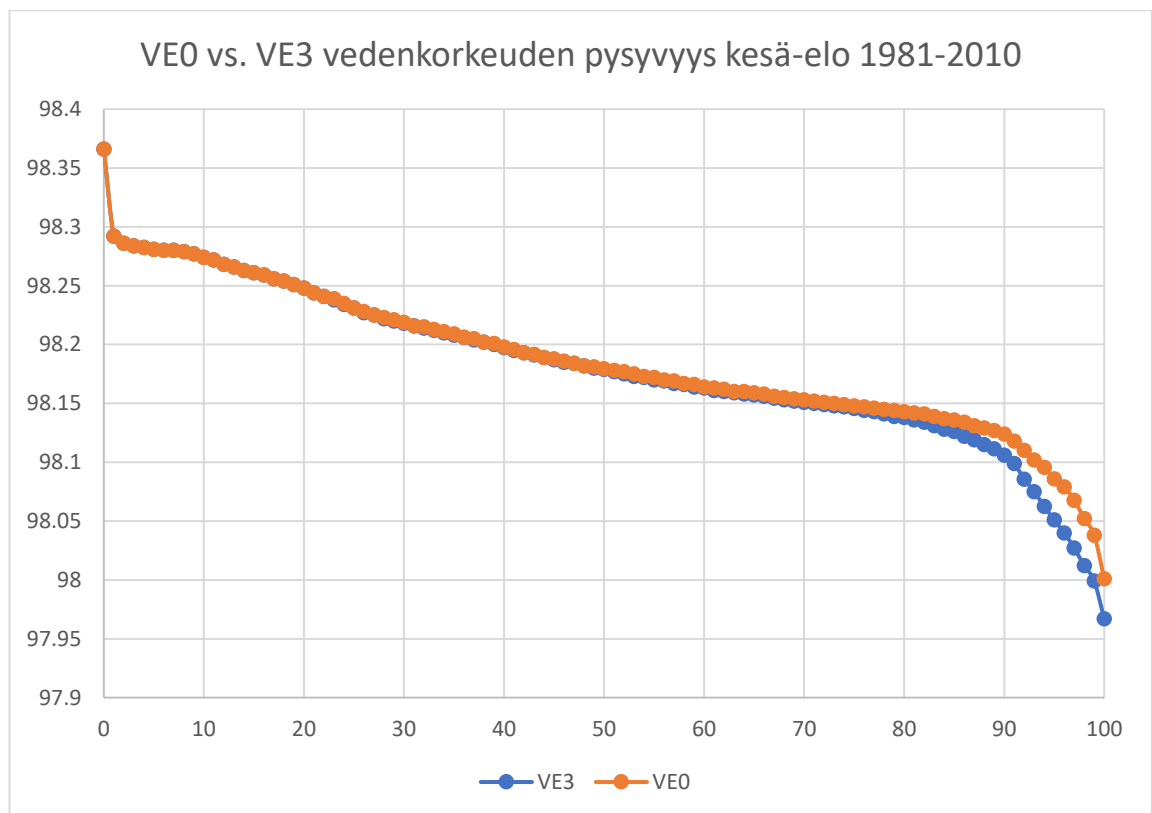
Säännöstelyvaihtoehdossa VE2B (liite 1 kuva 4) on mallinnettu sama kuin edellä, mutta ylivirtauskynnyksen 10 cm pienemmällä korotuksella tasoon NN+98,30 m. Tuolloin vedenkorkeuden keskiarvo kesäkuun alussa jää noin tasoon NN+98,37 m ja maksimikorkeus noin tasoon NN+98,40 m.

3.3.3 VE3

Tarkastellussa vaihtoehdossa Alajärven pumppauksen kesäaikaista alarajaa laskettiin 10 cm tasoon NN+98,05 m. Vedenkorkeuskäyrästä (liite 1 kuvat 6, 15) voidaan havaita, että alimmalla kesän vedenkorkeudella vedenottoa voidaan jatkaa noin 2 viikkoa verrattuna nykytilanteeseen. Seurauksena kesäkauden alimmat vedenkorkeudet laskevat historiajaksolla noin 4 cm nykyisestä vedenkorkeuden pysyvyydsvälillä 95-100 %. (kuva 5). Imetysvedenoton katkokset vähentyvät noin 81 %:lla nykyisestä, pysyvyyd sajasta 27 % -> 5 %:iin, kun tarkastellaan pysyvyydskäyrien muutosta korkeusvälillä NN+98,05–98,15 m.

Vastaavasti ilmastomuutosjaksolla kesäkauden alimmat vedenkorkeudet laskevat noin 3 cm nykyisestä vedenkorkeuden pysyvyydsvälillä 90-100%. Imetysvedenoton katkokset vähentyvät noin 78 %:lla nykyisestä, pysyvyyd sajasta 36 % -> 8 %:iin.

Virtaamakäyrät on esitetty liitteen 1 kuvissa 23 ja 28.



Kuva 5. Vedenkorkeuden pysyvyydet VE0 ja VE3 kesä-elokuussa historiajaksolla 1981-2010 (korkeusjärjestelmä NN)

3.3.4 VE4

Tässä vaihtoehdossa Alajärven säännöstelyn ylärajaa on nostettu 10 cm tasoon NN+98,50 m (liite 1 kuvat 7, 16, 24, 29) Lisäksi patorakenteen ylivirtauskynnystä on nostettu 10 cm tasoon NN+98,30 m. Tulosten perusteella tämä ylivirtauskynnyksen nosto ei ole riittävä, mikäli uutta säännöstelykapasiteettia välillä NN+98,40 – 98,50 halutaan käyttää hyödyksi veden varastoimista varten, vaan

vedenkorkeuden keskiarvo jää historiajaksolla noin tasolle NN+98,35 m ja ilmastomuutosjaksolla tasolle NN+98,30 m. Kuitenkin jo näillä tasoilla pumppauksen alarajan laskun vaikutukset kompensoituvat niin, että kesällä ja syksyllä alimmat vedenkorkeudet molemmilla jaksoilla ovat korkeammalla kuin nykyisellä säännöstelykäytännöllä.

3.3.5 VE5

Vaihtoehdossa VE5 tarkasteltiin kevätkuopan loiventamista ja aikaistamista vähälumisina talvina, jotka tulevat yleistymään ilmastomuutoksen vaikutuksesta (liite 2 kuvat 8, 17, 25, 30). Kevätkuopan sopeuttaminen lumitilanteeseen ja kevään tulovirtaamaennusteisiin helpottaa Alajärven vedenkorkeuden nostamista kesän tavoitetasolle. Kevätkuopan loiventaminen pienentää lisäksi talviajan juokсутustarvetta, joka muuten kasvaisi ilmastomuutosjaksoille mentäessä. Kevät-tulvan jälkeisellä ajalla ja alkukesästä voidaan puolestaan juoksuttaa enemmän, koska Alajärven pinta on korkeammalla. Toisaalta tästä voi aiheutua suurempia juoksutuksia varsinkin huhtikuussa, jos kevätkuoppa on tehty loivana ja kevät onkin hyvin sateinen. Järven huhti – toukokuiset vedenkorkeushuiput nousevat samalla 20 – 25 cm vaihtoehtoon VE0 verrattuna.

Historiajaksolla (VE0) kevätkuoppa ajoittuu simuloinneissa keskimäärin maaliskuu – huhtikuun vaihteeseen siten, että alin vedenkorkeus on keskimäärin NN+97,8 m. Ilmastomuutosjaksoilla lumitilanteeseen sopeutuvalla säännöstelyllä kevätkuopan ajankohta aikaistuu muutamalla viikolla ajoittuu maaliskuun puoliväliin ja sen keskimääräinen syvyys olisi NN+97,93 m jaksolla 2020 – 2049. Alajärven vedenkorkeutta ei useina vuosina laskettaisi juuri lainkaan tammi – maaliskuussa. Tämä johtuu lämpimimpien talvien suurista tulovirtaamista ja vähäisistä lumimääristä.

Kevätalennuksen loiventamisen myötä toukokuun vedenkorkeuden keskiarvo on noin 10 cm suurempi kuin pakollisella kevätalennuksella, mutta ero pienenee tullessa kesäkuun alkuun (liite 1 kuva 18) Tämä selittyy sillä, että kevätalennus on suuruudeltaan maltillinen verrattuna moniin muihin järviin ja vastaa noin 20 mm vesimäärää valuma-alueelta. Kuitenkin kevään jäädessä kuivaksi kevätalennuksen loiventaminen vähentää alhaisia vedenkorkeuksia toukokuussa ja simuloituilla vedenkorkeuksilla VE5:ssä pumppauksen alaraja ei rikkoudu kertakaan, toisin kuin pakollisella kevätalennuksella.

4. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

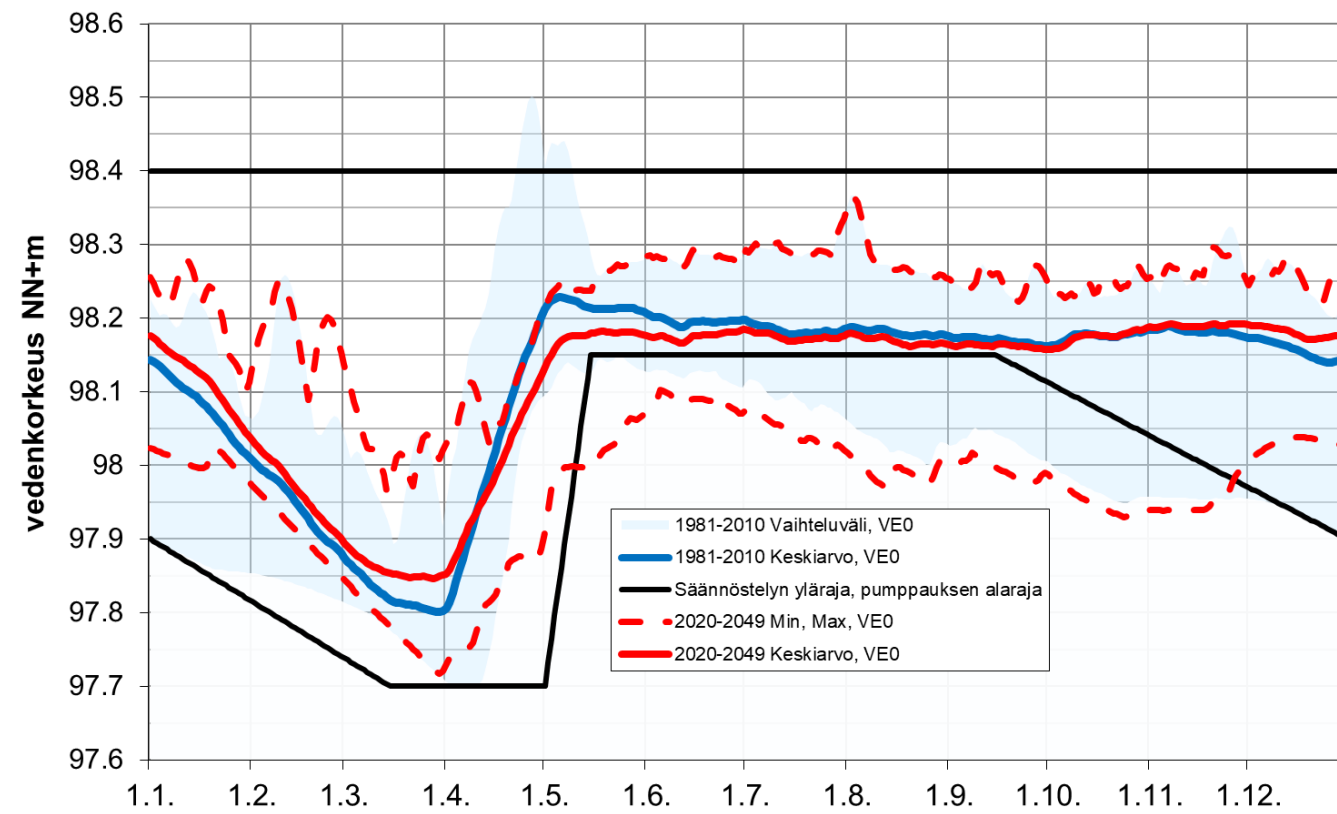
Vettymisvahinkoja käsiteltäessä tulee huomioida, että suunnitellulla säännöste-lyllä vedenkorkeuden ajallinen kesto korotetun ylärajan korkeusalueella NN+98,40-98,50 m on hyvin lyhyt. Rantarakennuksia lähellä vesirajaa oli perus-karttatarkastelun perusteella noin seitsemän kappaletta. Rakennuksille ei alusta-vasti arvioida aiheutuvan ylärajan nostosta haittaa, sillä muutos ylävedenkorkeu-nessa on suhteessa pieni.

Oulussa 16.9.2020

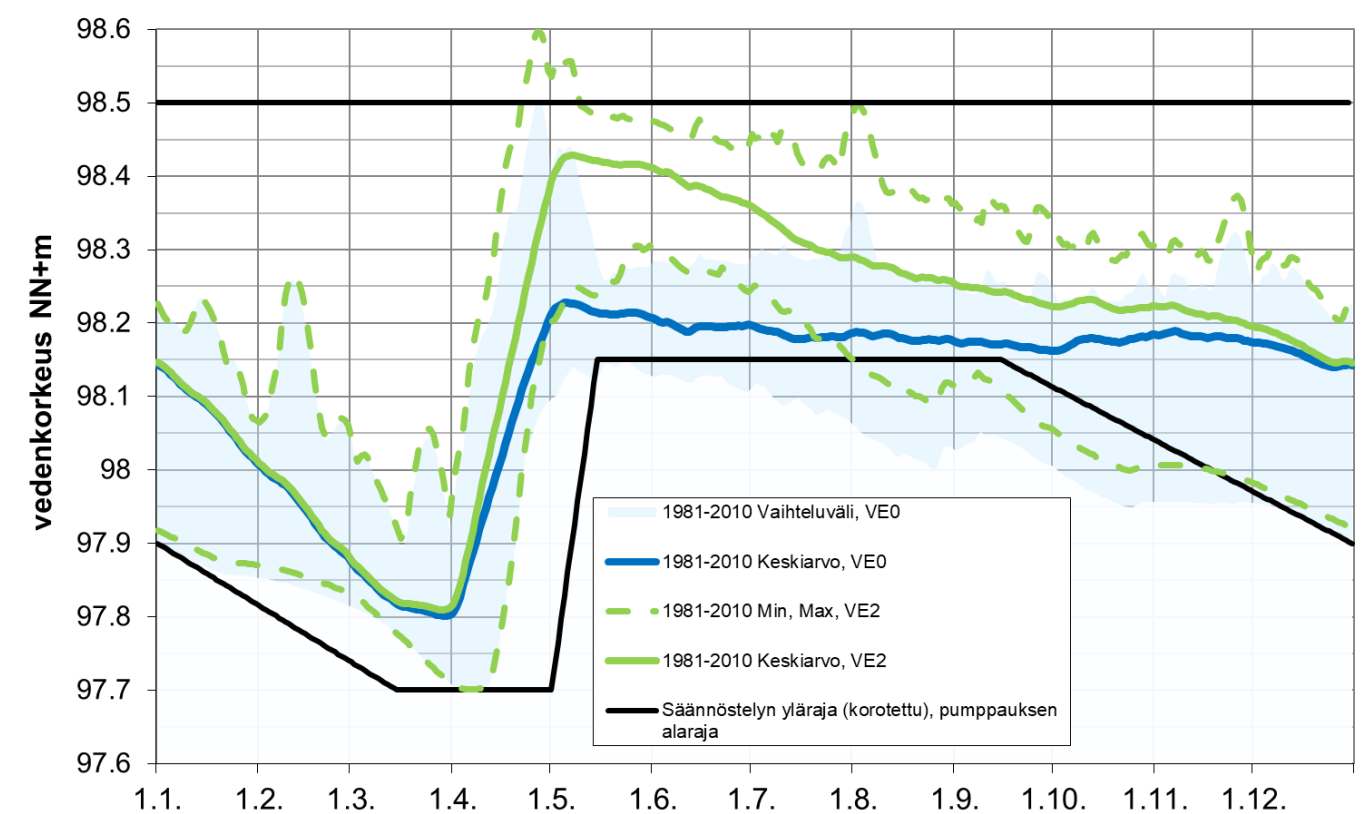
Maveplan Oy
Kiilakiventie 1
90250 OULU

DI Lauri Keskitalo
040-5469409

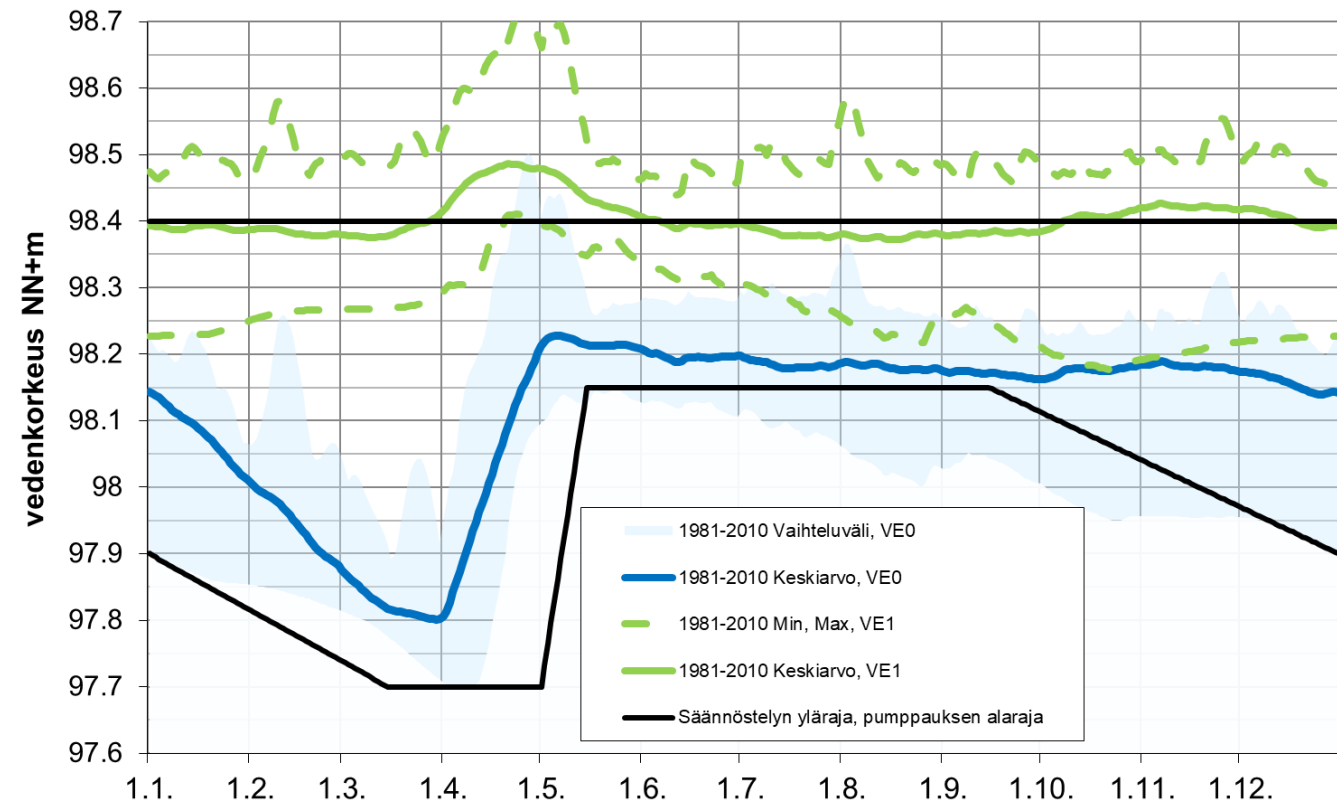
Mallinnetut vedenkorkeudet



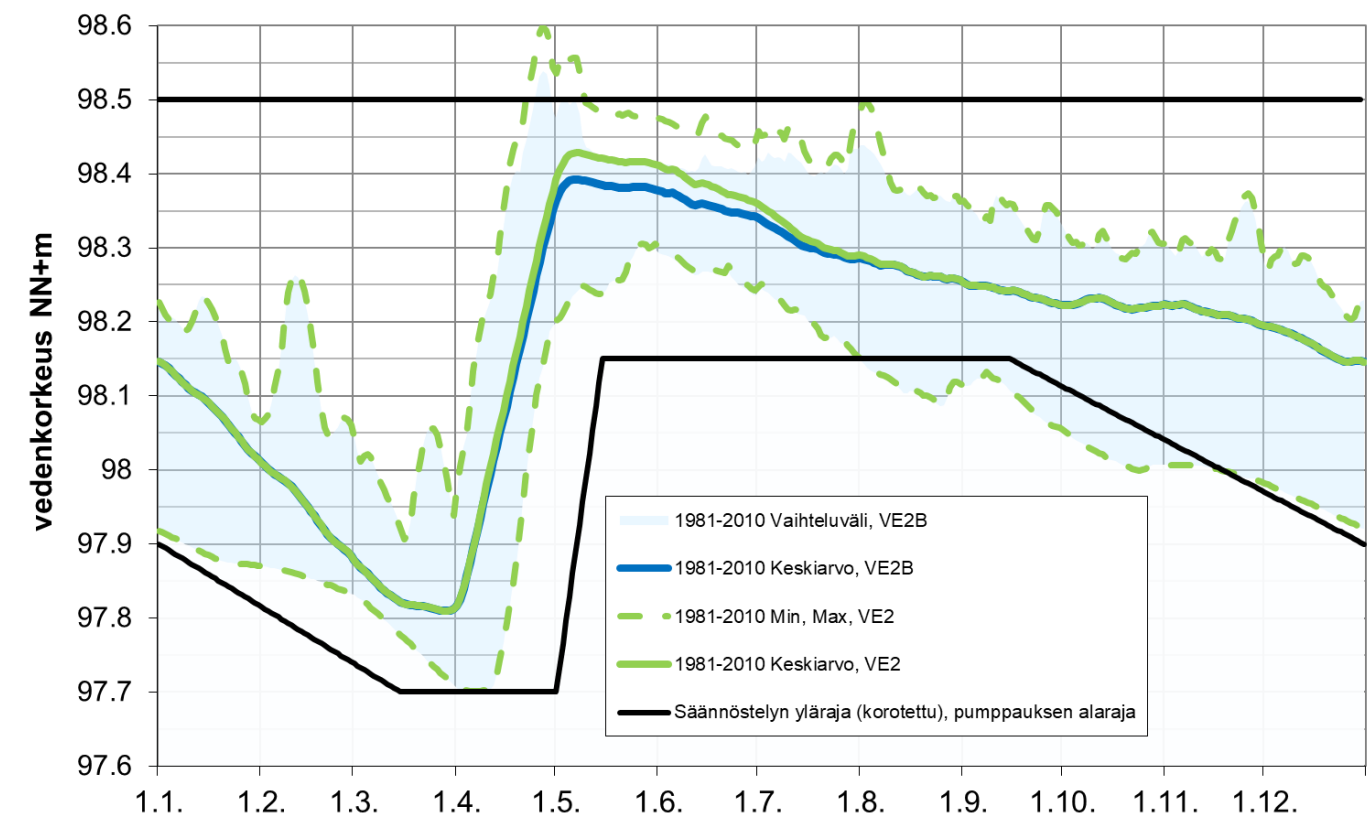
Kuva 1. VE0 Alajärven vedenkorkeudet nykyisen käytännön mukaisesti *historiajaksolla* 1981-2010 ja *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049. Virtaamat kuva 20.



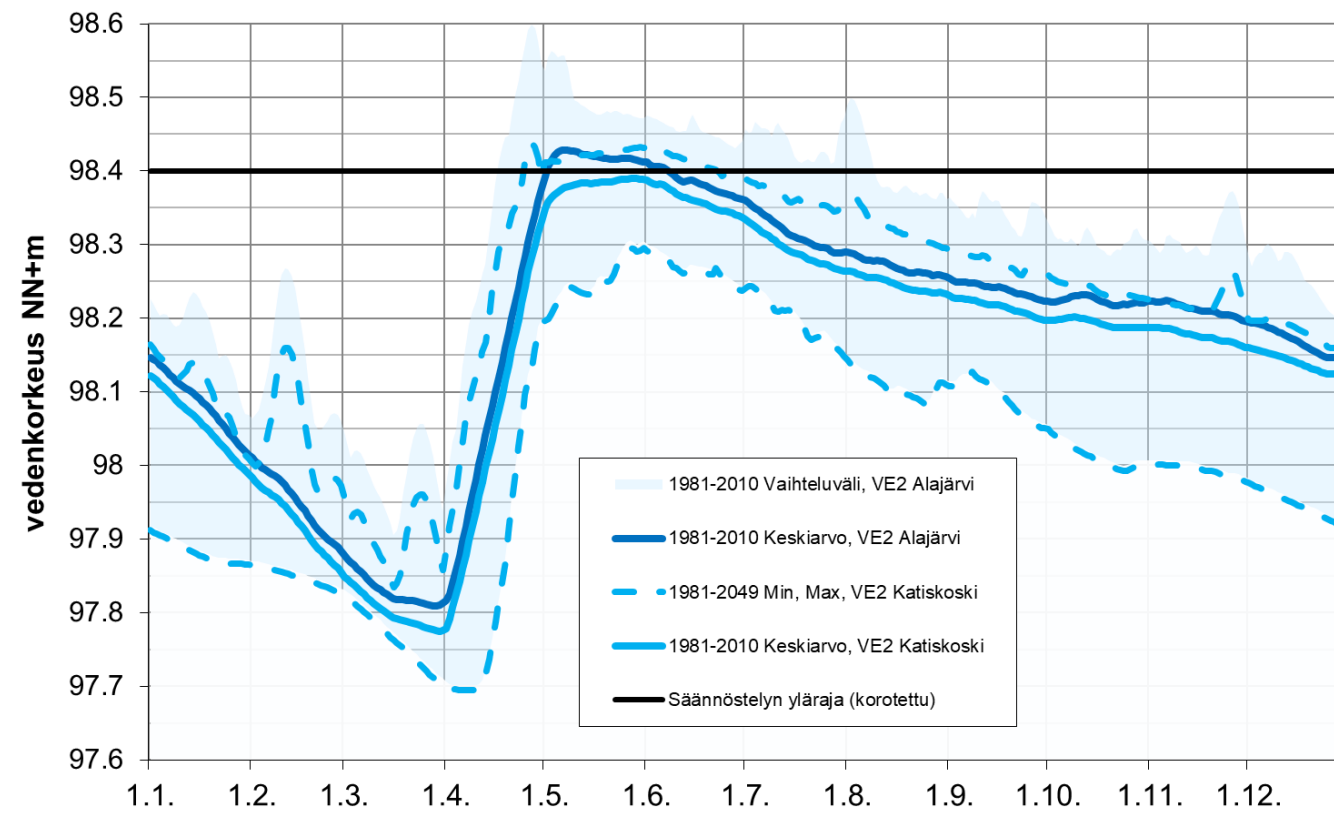
Kuva 3. VE2 Alajärven vedenkorkeudet korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m *historiajaksolla* 1981-2010. Virtaamat kuva 22.



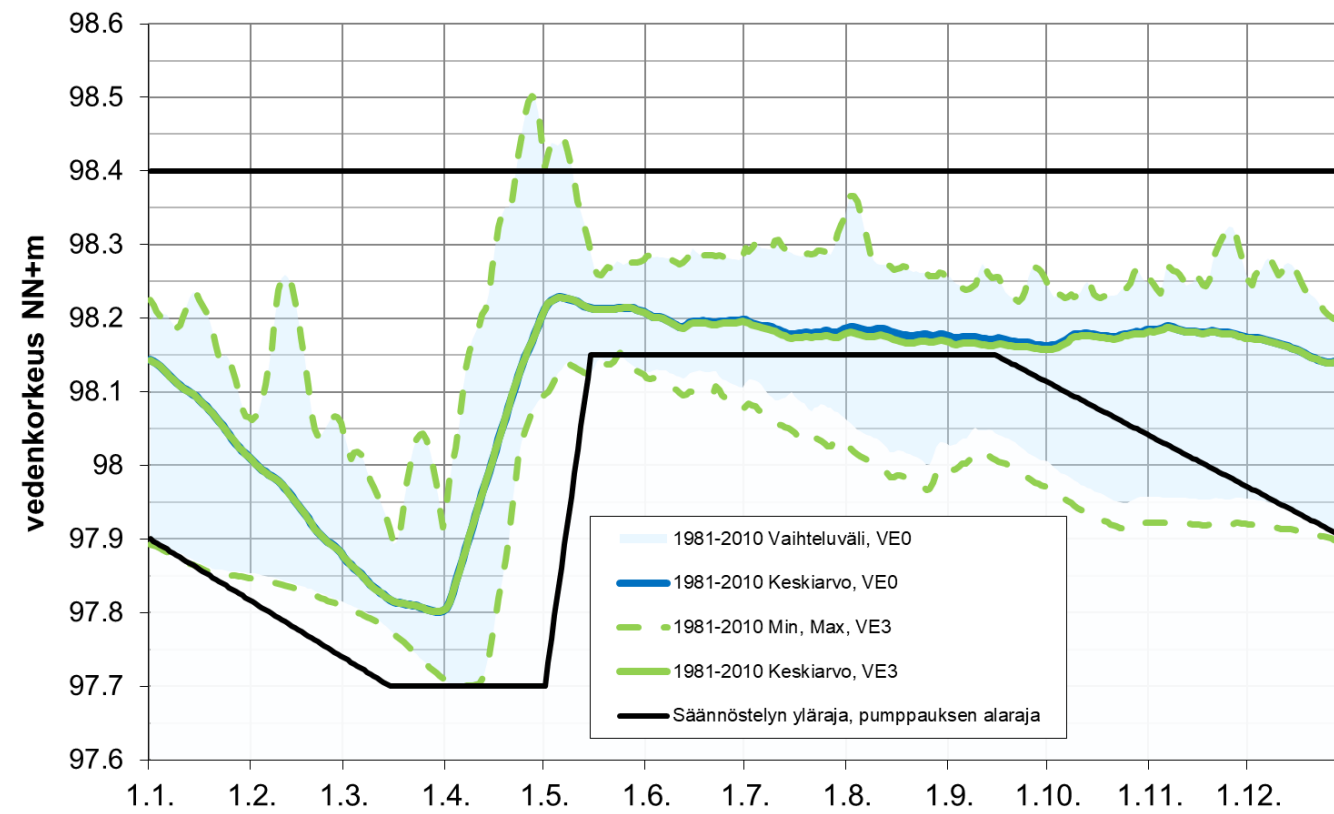
Kuva 2. VE1 Alajärven vedenkorkeudet ilman säännöstelyä ja patorakennetta *historiajaksolla* 1981-2010. Virtaamat kuva 21.



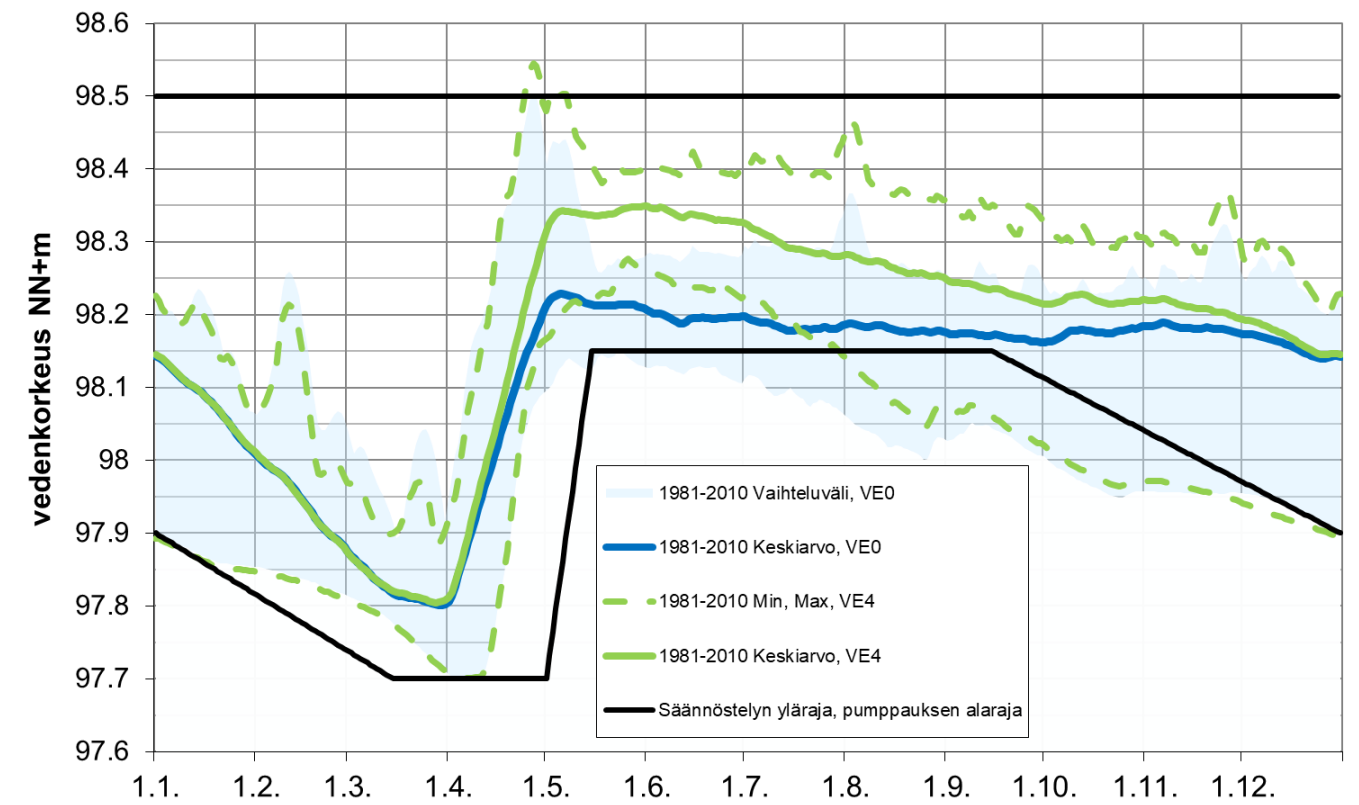
Kuva 4. VE2B Alajärven vedenkorkeudet korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m *historiajaksolla* 1981-2010 (VE2) ja sekä sama skenaario, jossa padon ylivirtauskynnystä ei ole korotettu vastaavasti (VE2B).



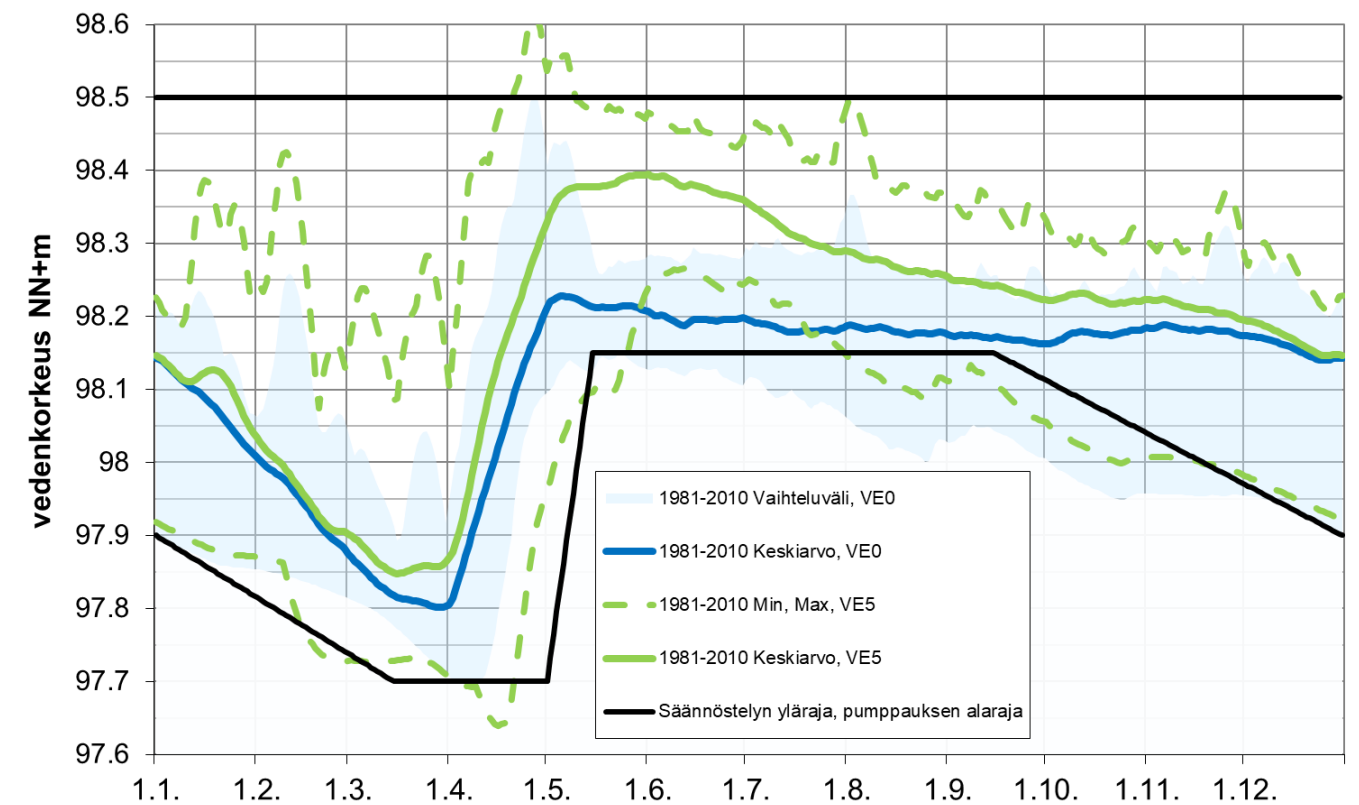
Kuva 5. VE2 Katiskosken ja Alajärven vedenkorkeudet Alajärven ja Katiskosken 10 cm korotetuilla ylärajoilla *historiajaksolla* 1981-2010.



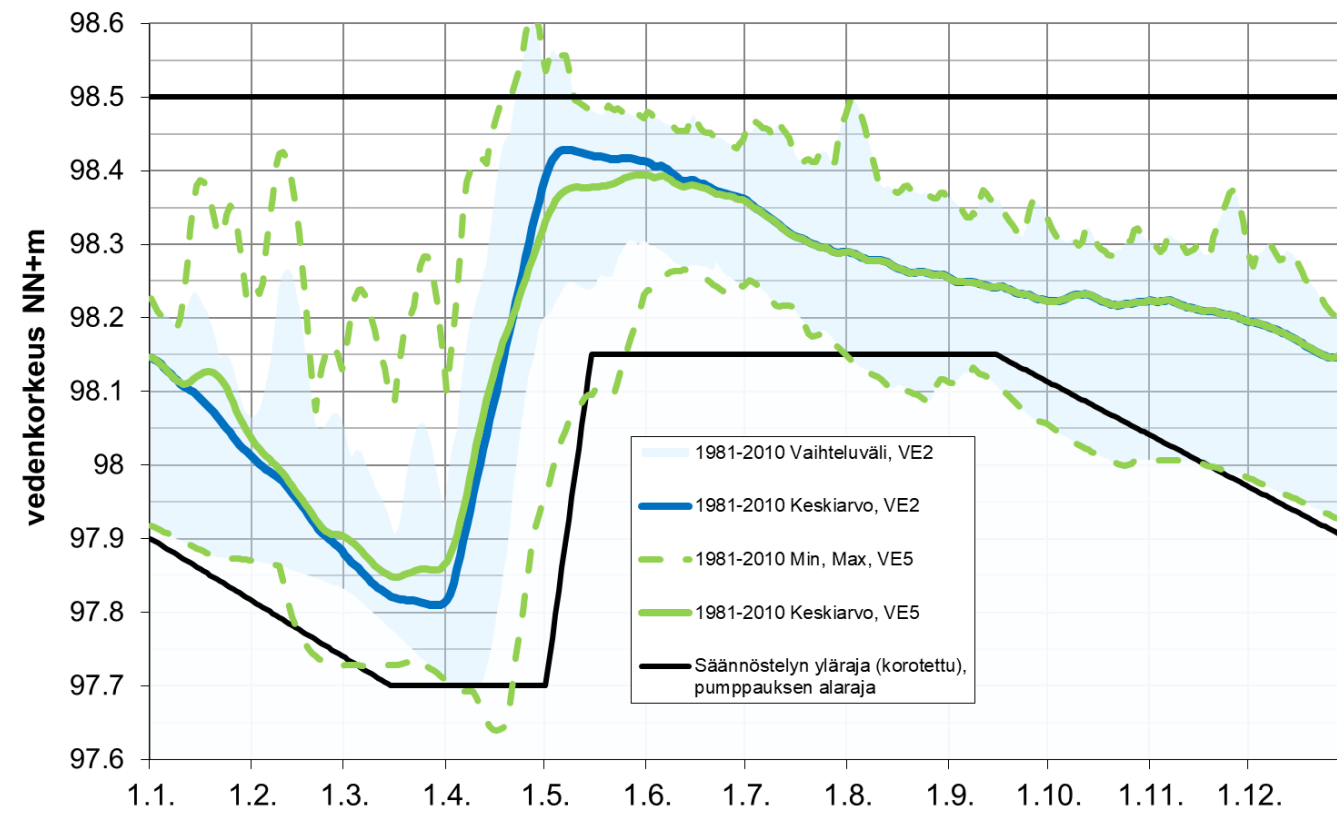
Kuva 6. VE3 Alajärven vedenkorkeudet kesäajan pumppauksen alarajan tasolla NN+98,05 m *historiajaksolla* 1981-2010. Kuvassa nykyinen alaraja. Virtaamat kuva 23.



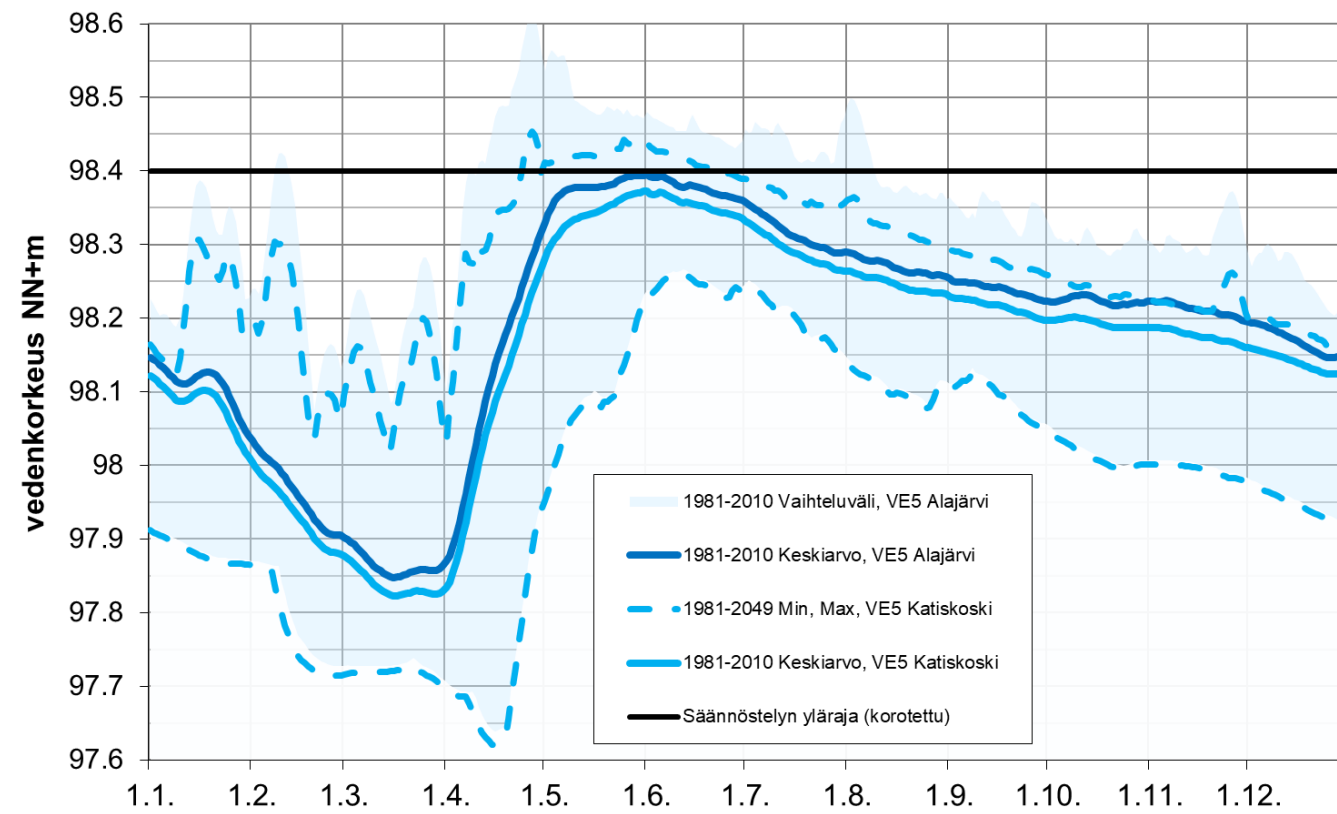
Kuva 7. VE4 Alajärven vedenkorkeudet korotetulla ylärajalla NN+98,50 m ja alennetulla kesäajan pumppauksen alarajalla NN+98,05 m (kuvassa nykyinen alaraja) *historiajaksolla* 1981-2010. Lisäksi tässä skenaariossa ylivirtauskynnyksen tasoa on korotettu vain +10 cm, toisin kuin VE2 ja VE5 +20 cm. Virtaamat kuva 24.



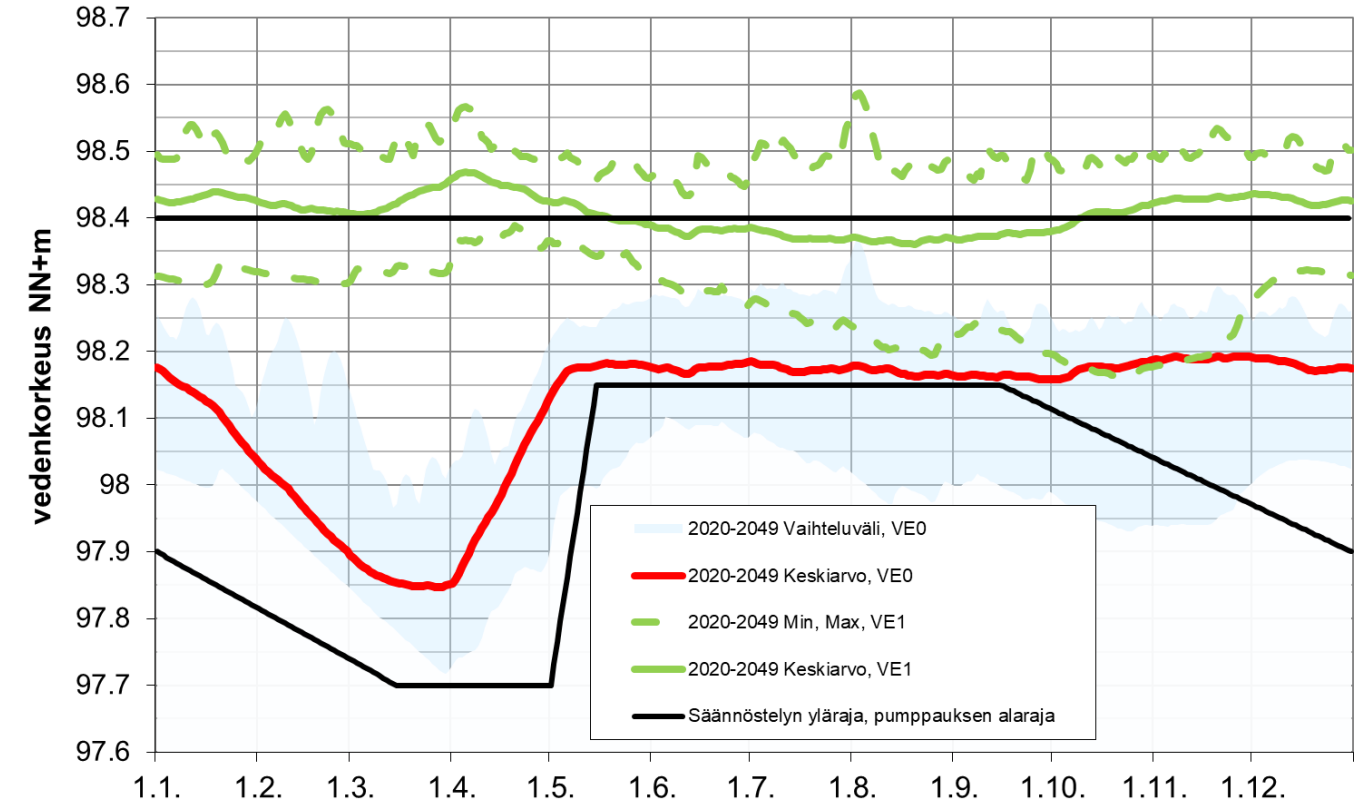
Kuva 8. VE5 Alajärven vedenkorkeudet *historiajaksolla* 1981-2010 korotetulla ylärajalla NN+98,50 m sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella vähälumisina talvina. Virtaamat kuva 25.



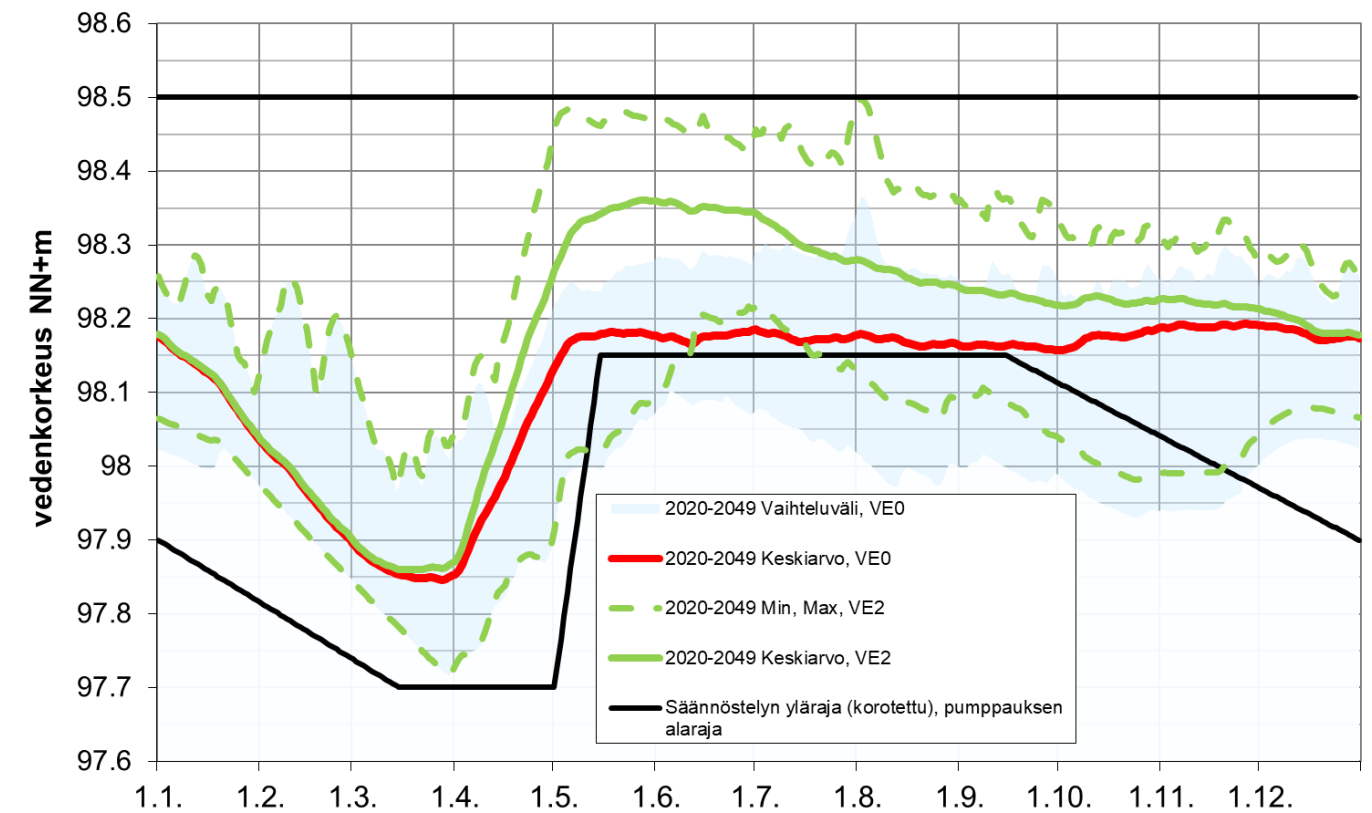
Kuva 9. Alajärven säännöstelyskenaarioiden **VE2** ja **VE5** vertailu *historiajaksolla* 1981-2010



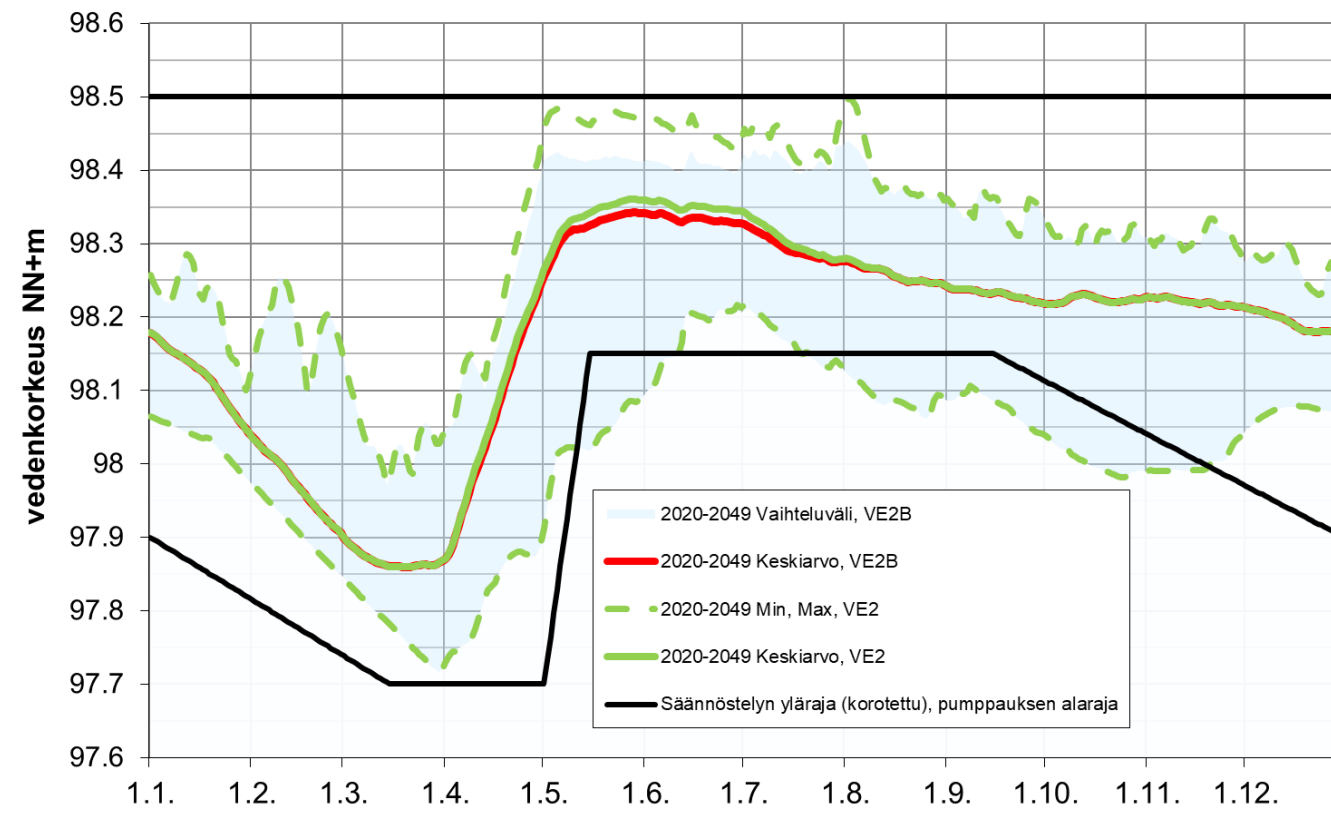
Kuva 10. **VE5** Katiskosken ja Alajärven vedenkorkeudet Alajärven ja Katiskosken 10 cm korotetuilla ylärajoilla sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella *historiajaksolla* 1981-2010.



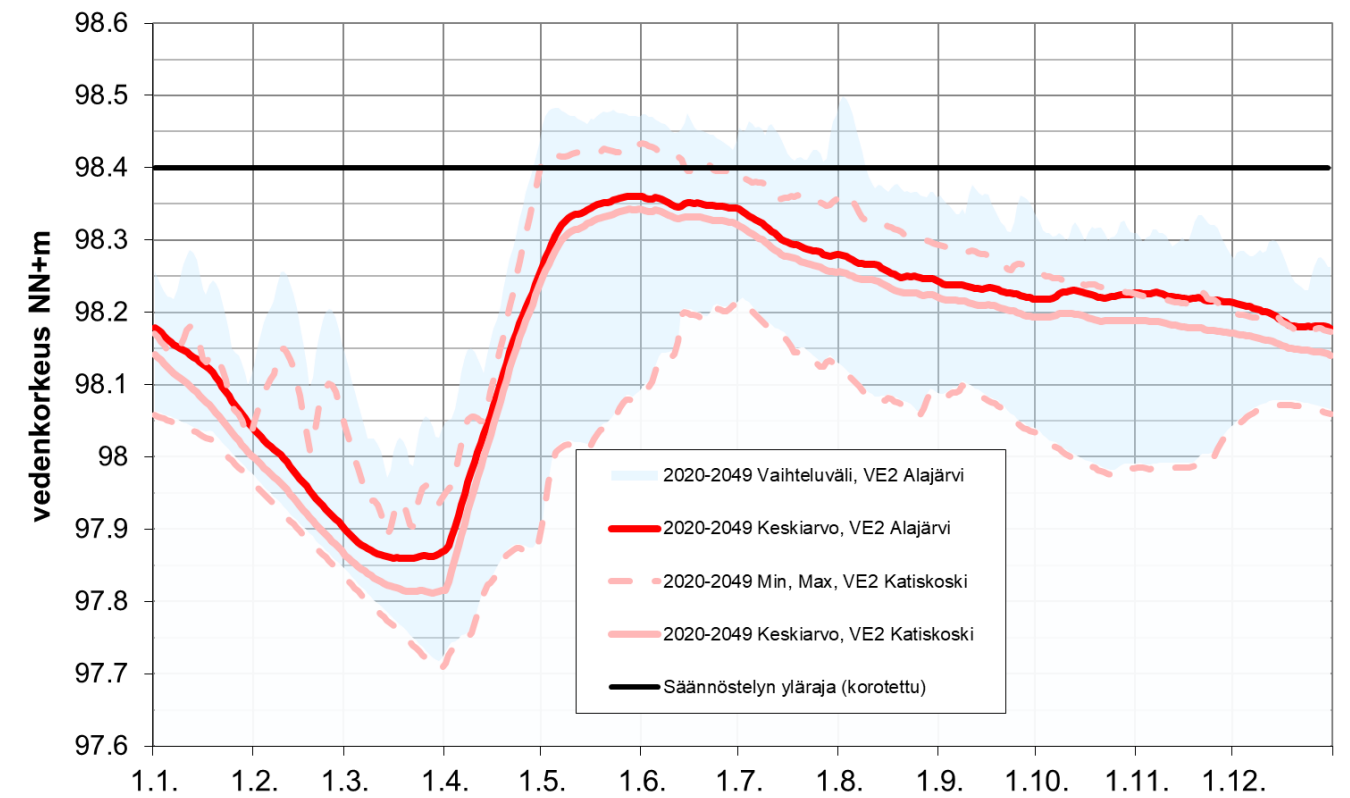
Kuva 11. **VE1** Alajärven vedenkorkeudet ilman säännöstelyä ja patorakenteita *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049. Virtaamat kuva 26.



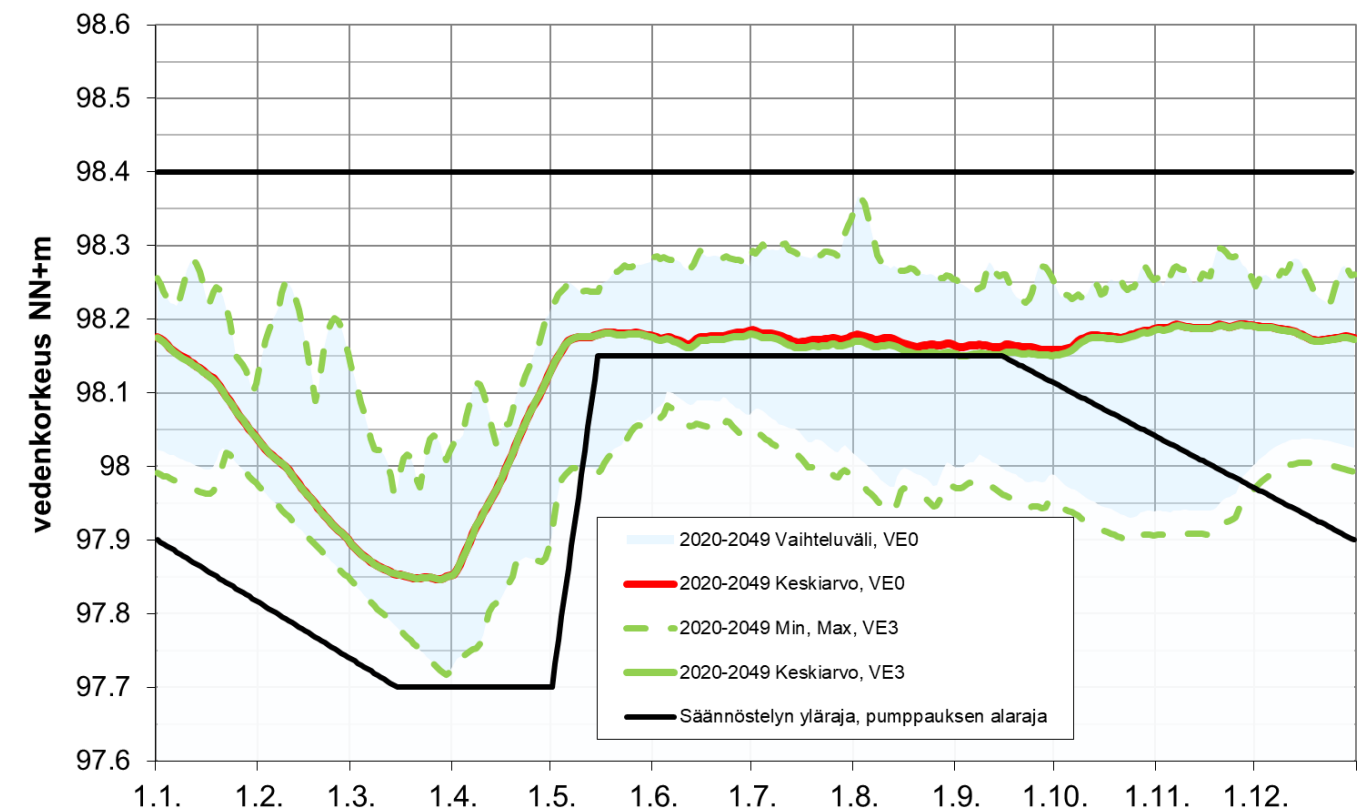
Kuva 12. **VE2** Alajärven vedenkorkeudet korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049. Virtaamat kuva 27.



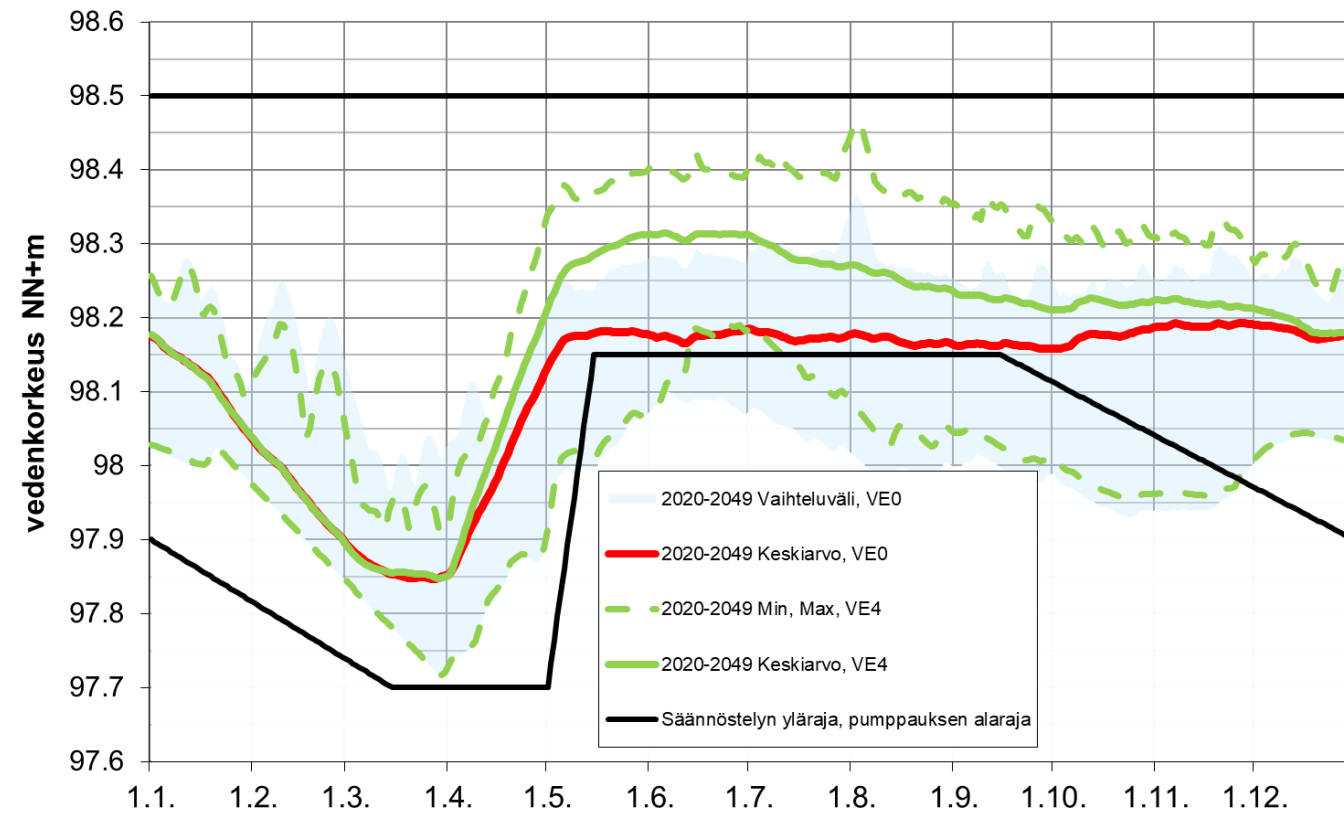
Kuva 13. Alajärven vedenkorkeudet korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m ilmastonmuutosjaksolla 2020-2049 **VE2** ja sekä sama skenaario, jossa padon ylivirtauskynnystä ei ole korotettu vastaavasti **VE2B**



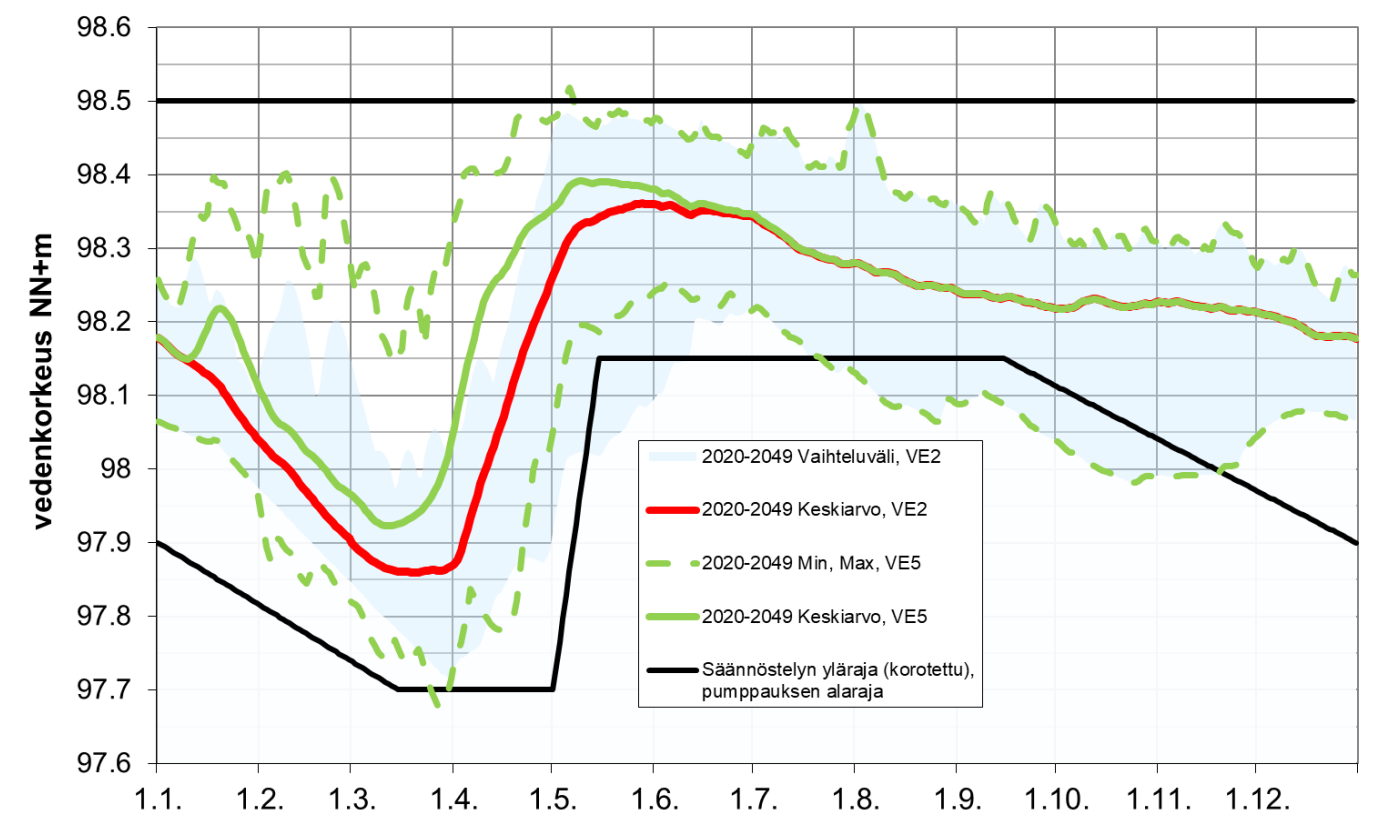
Kuva 14. **VE2** Katiskosken ja Alajärven vedenkorkeudet Alajärven ja Katiskosken 10 cm korotetuilla ylärajoilla ilmastonmuutosjaksolla 2020-2049



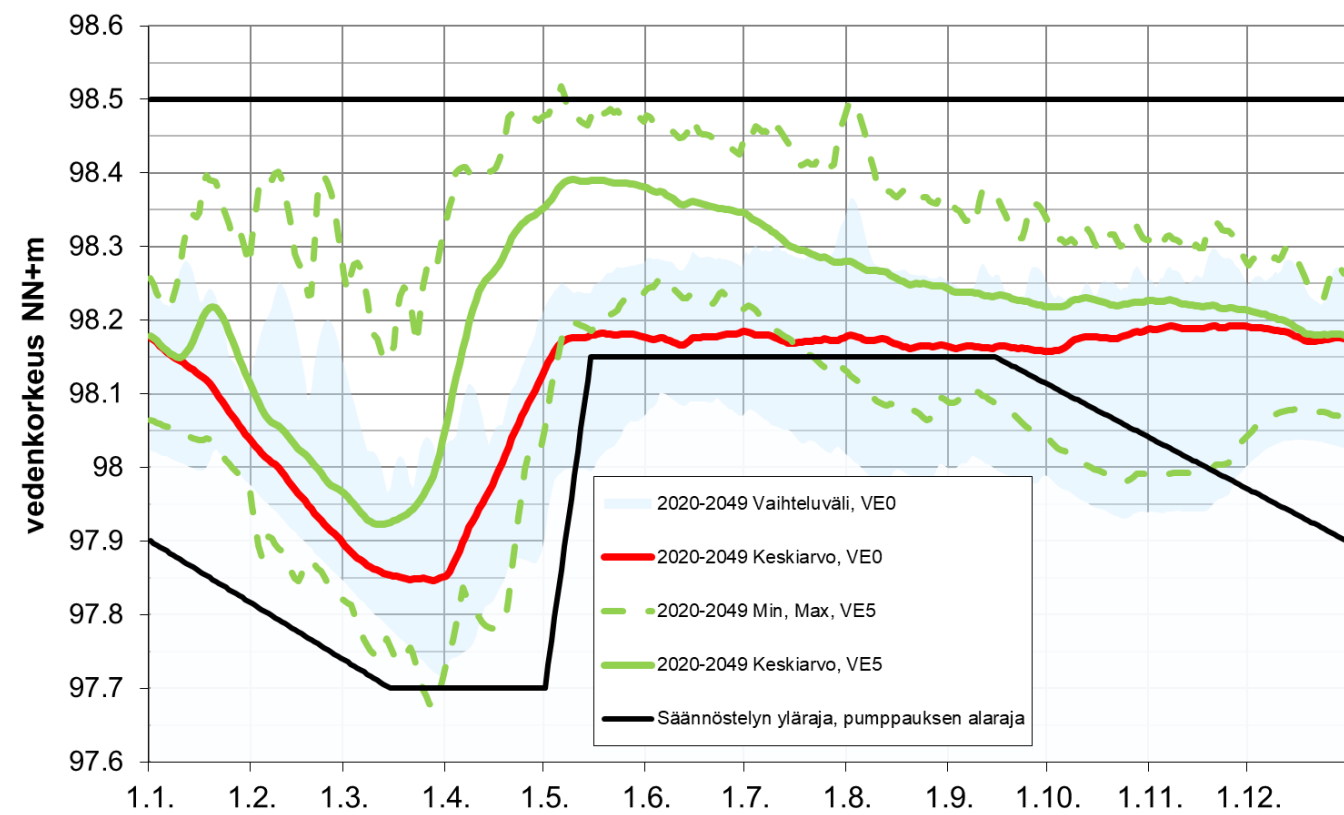
Kuva 15. **VE3** Alajärven vedenkorkeudet kesäajan pumppauksen alarajan tasolla NN+98,05 m ilmastonmuutosjaksolla 2020-2049. Kuvassa nykyinen alaraja. Virtaamat kuva 28.



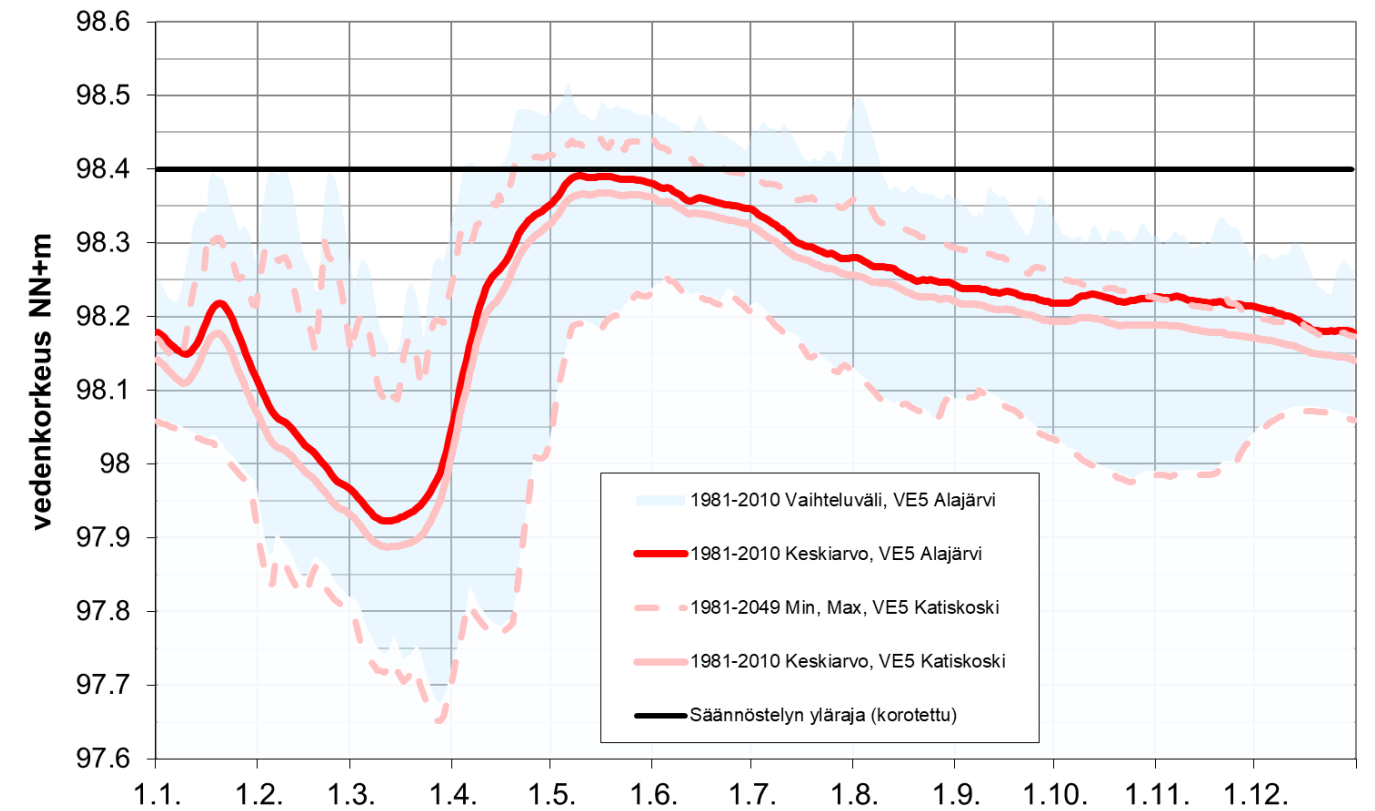
Kuva 16. VE4 Alajärven vedenkorkeudet korotetulla ylärajalla NN+98,50 m ja alennetulla kesäajan pumppauksen alarajalla NN+98,05 m (kuvassa nykyinen alaraja) *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049. Lisäksi tässä skenaariossa ylivirtauskynnyksen tasoa on korotettu vain +10 cm, toisin kuin VE2 ja VE5 +20 cm. Virtaamat kuva 29.



Kuva 18. Alajärven säännöstelyskenaarioiden **VE2** ja **VE5** vertailu *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049.

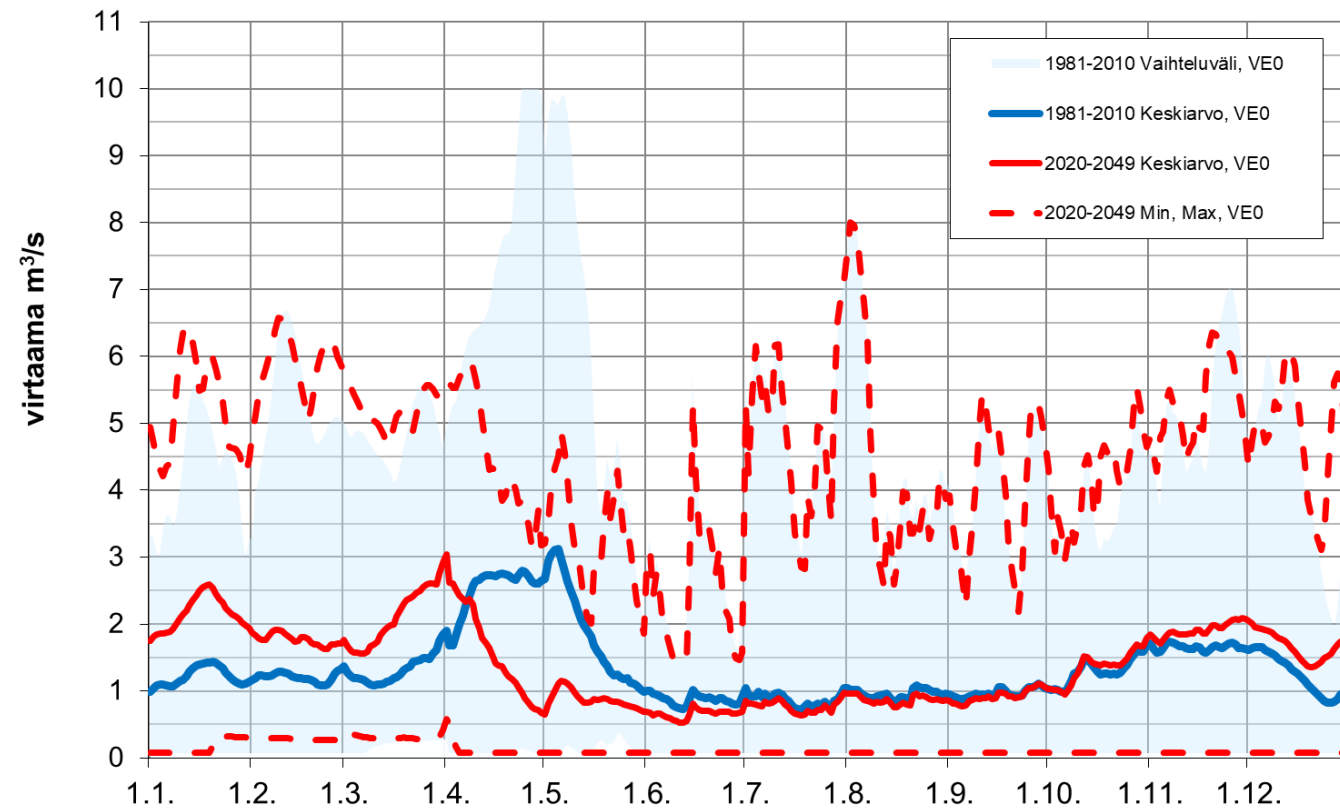


Kuva 17. VE5 Alajärven vedenkorkeudet *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049 korotetulla ylärajalla NN+98,50 m sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella vähälumisina talvina. Virtaamat kuva 30.

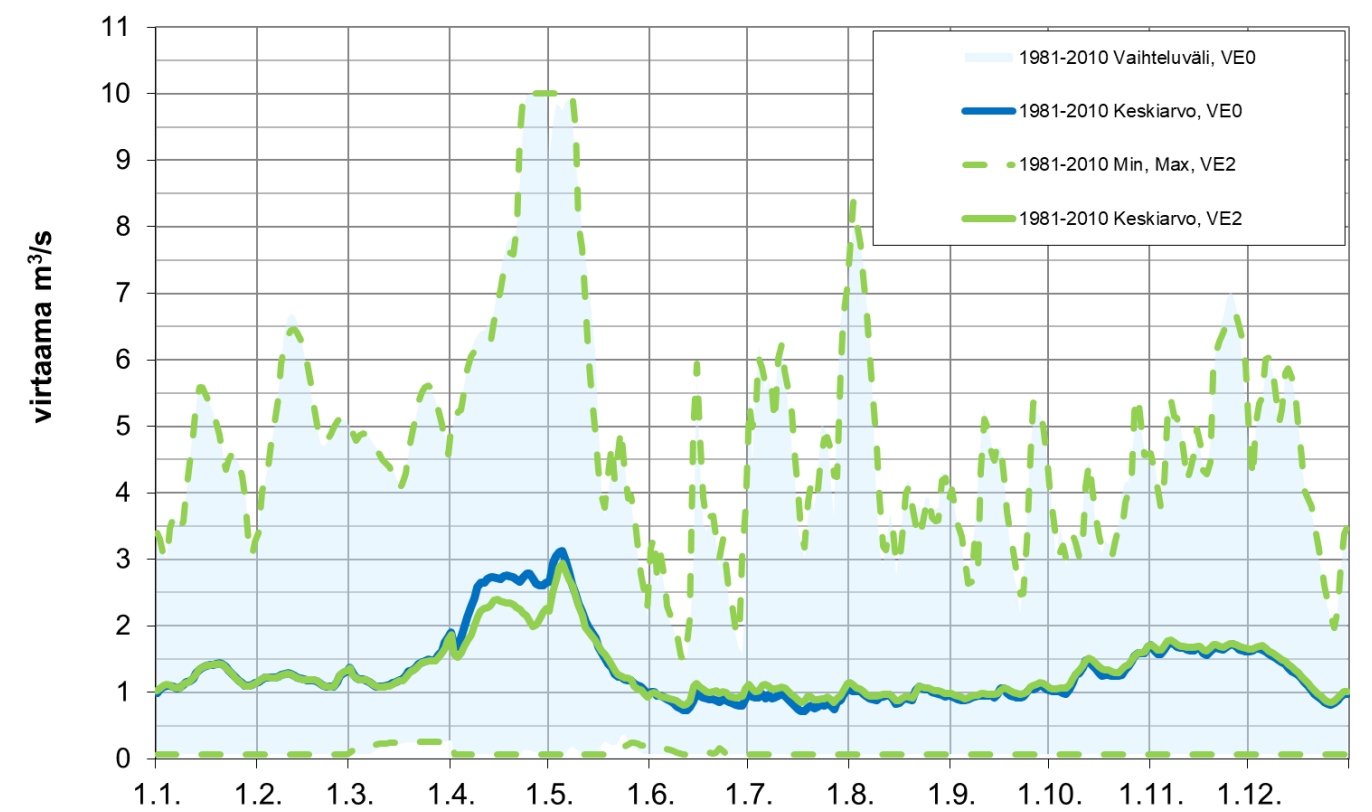


Kuva 19. VE5 Katiskosken ja Alajärven vedenkorkeudet Alajärven ja Katiskosken 10 cm korotetuilla ylärajoilla sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049

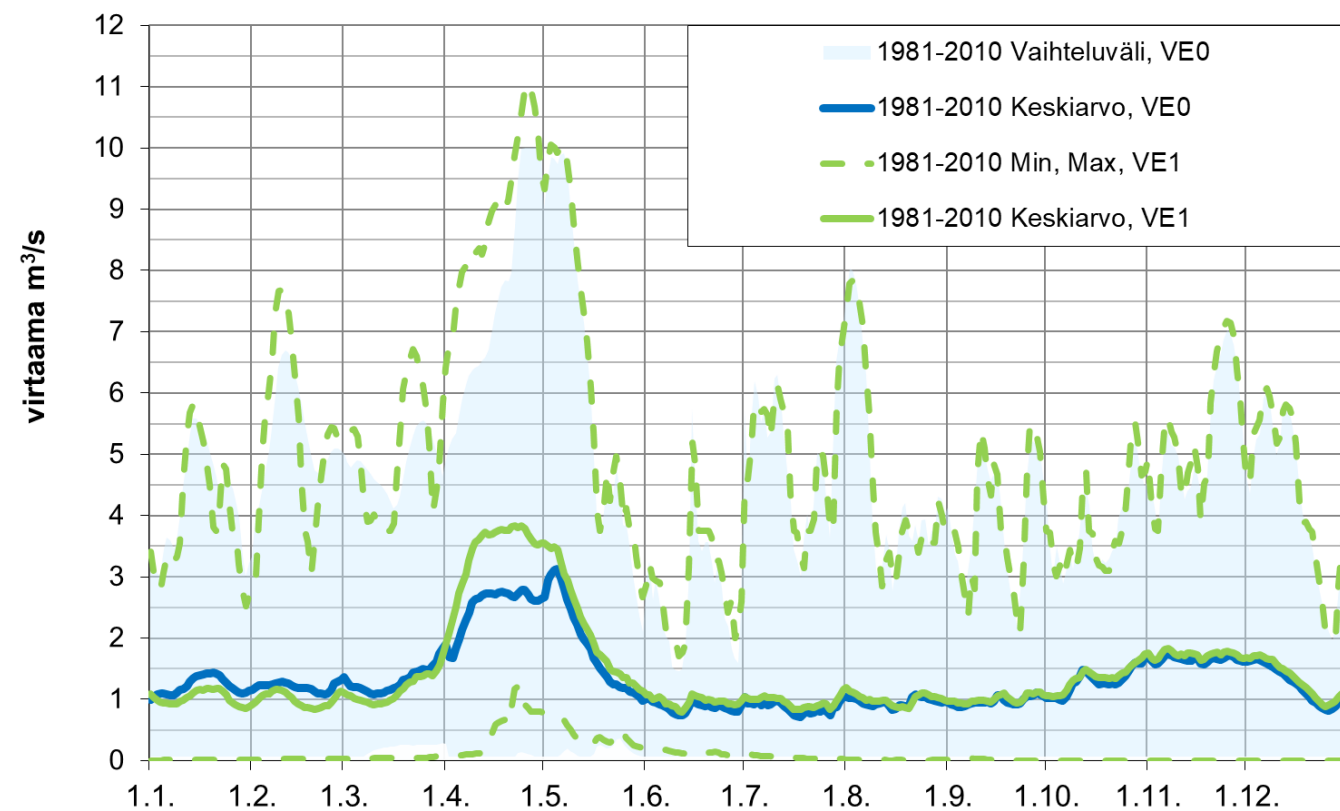
Mallinnetut lähtövirtaamat



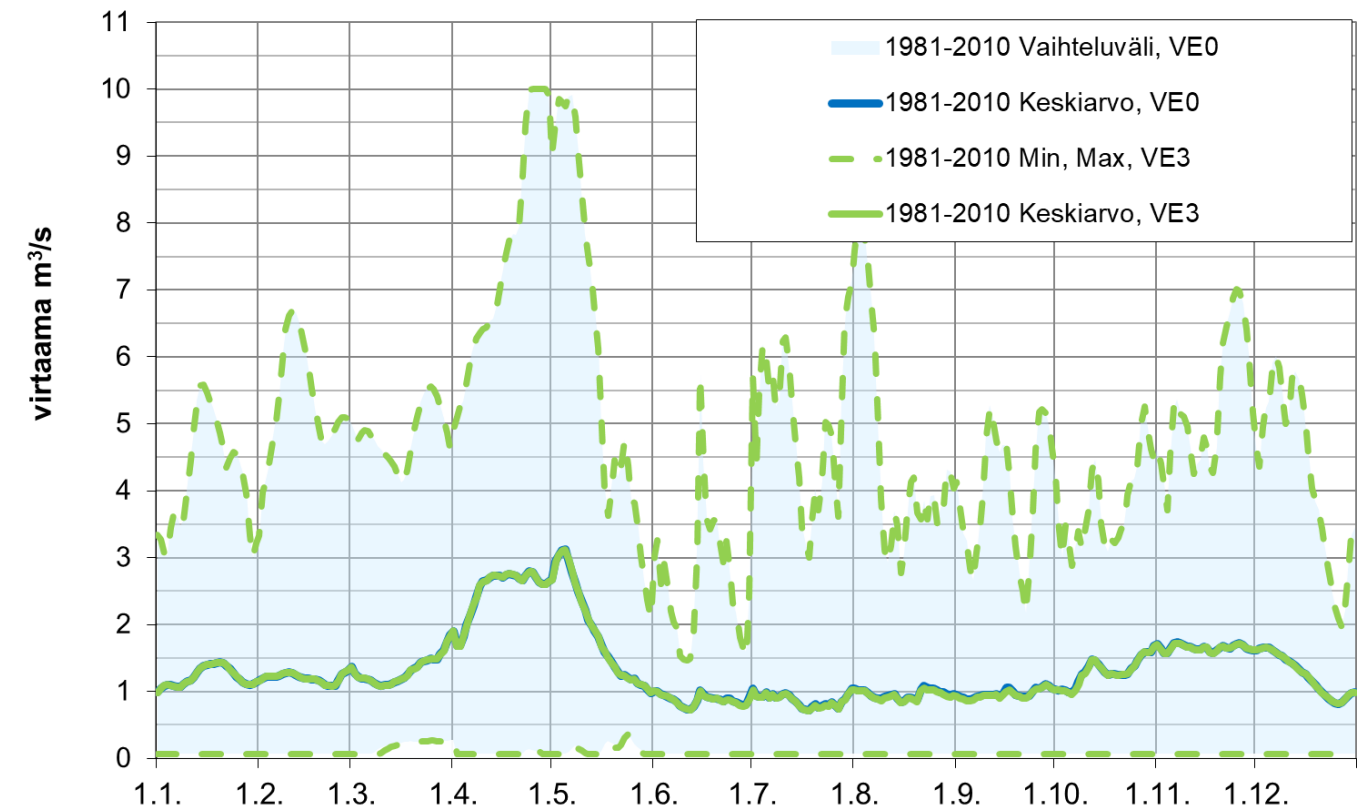
Kuva 20. VE0 Katiskosken virtaamat nykyisen käytännön mukaisesti *historiajaksolla* 1981-2010 ja *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049



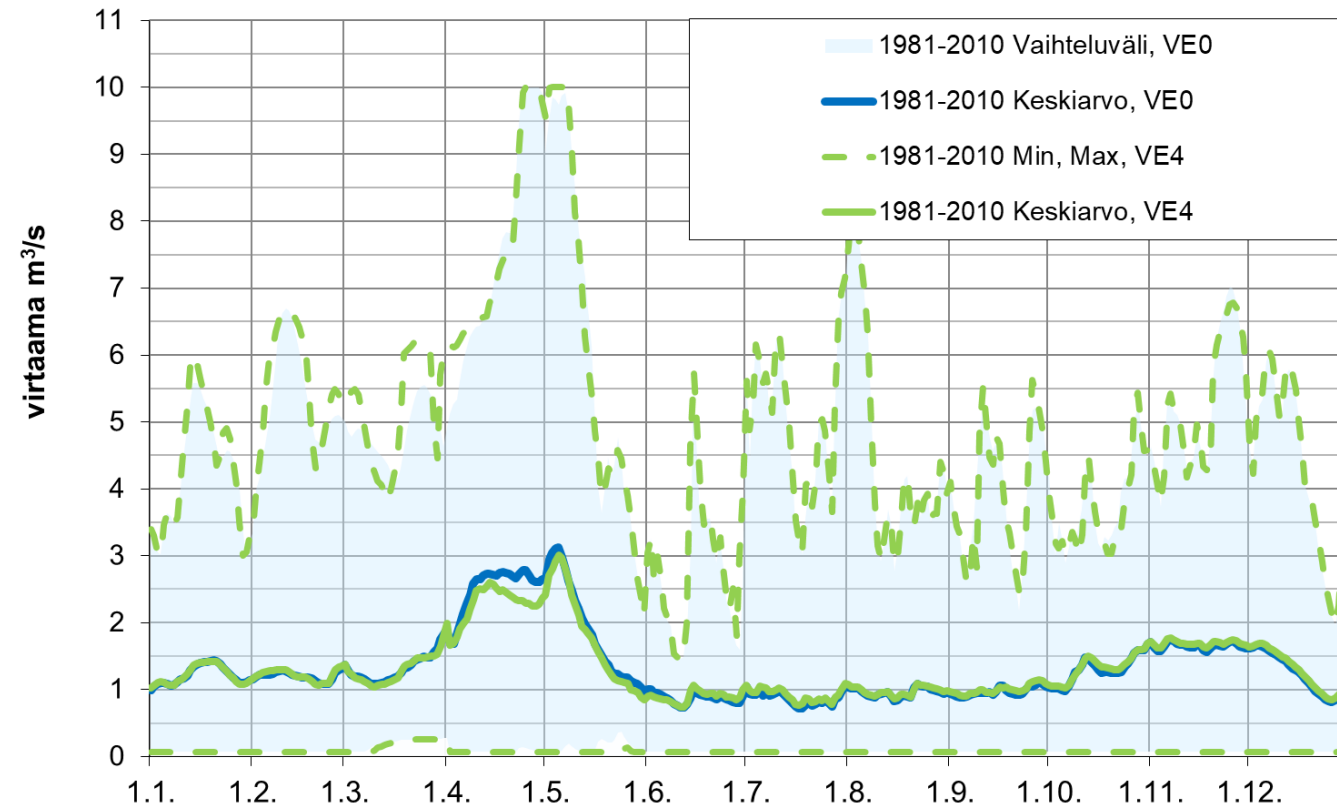
Kuva 22. VE2 Katiskosken virtaamat Alajärven korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m *historiajaksolla* 1981-2010



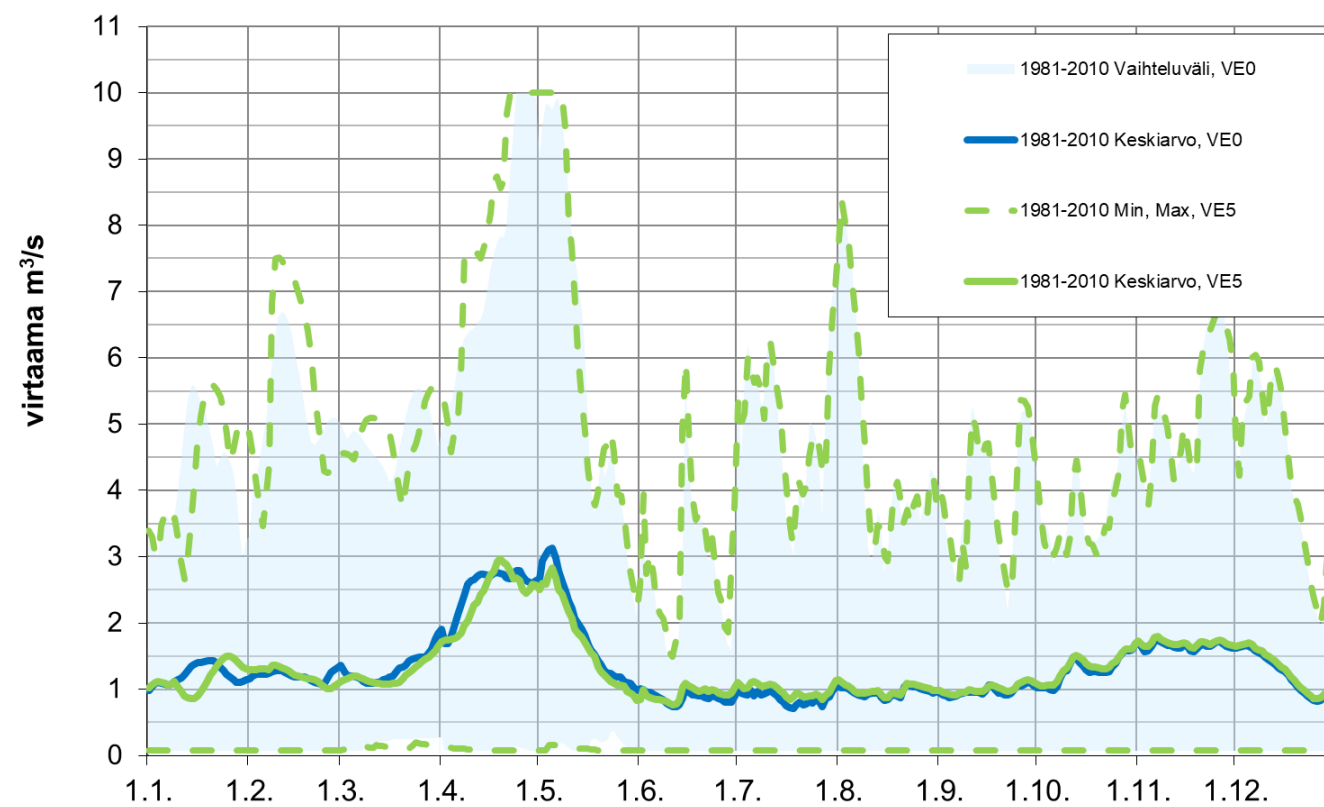
Kuva 21. VE1 Katiskosken virtaamat ilman Alajärven säännöstelyä ja Katiskosken patorakenteita *historiajaksolla* 1981-2010



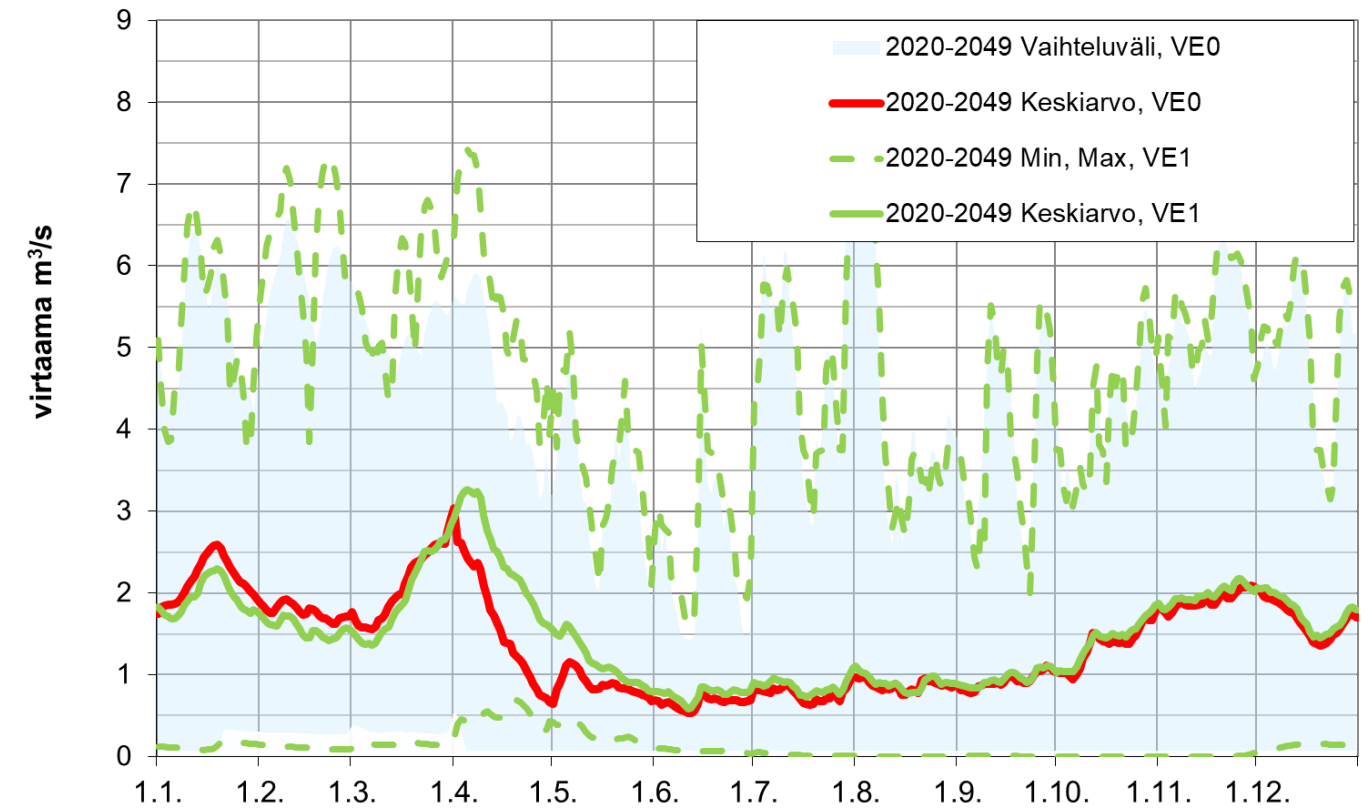
Kuva 23. VE3 Katiskosken virtaamat Alajärven kesäajan pumppauksen alarajan tasolla NN+98,05 m *historiajaksolla* 1981-2010.



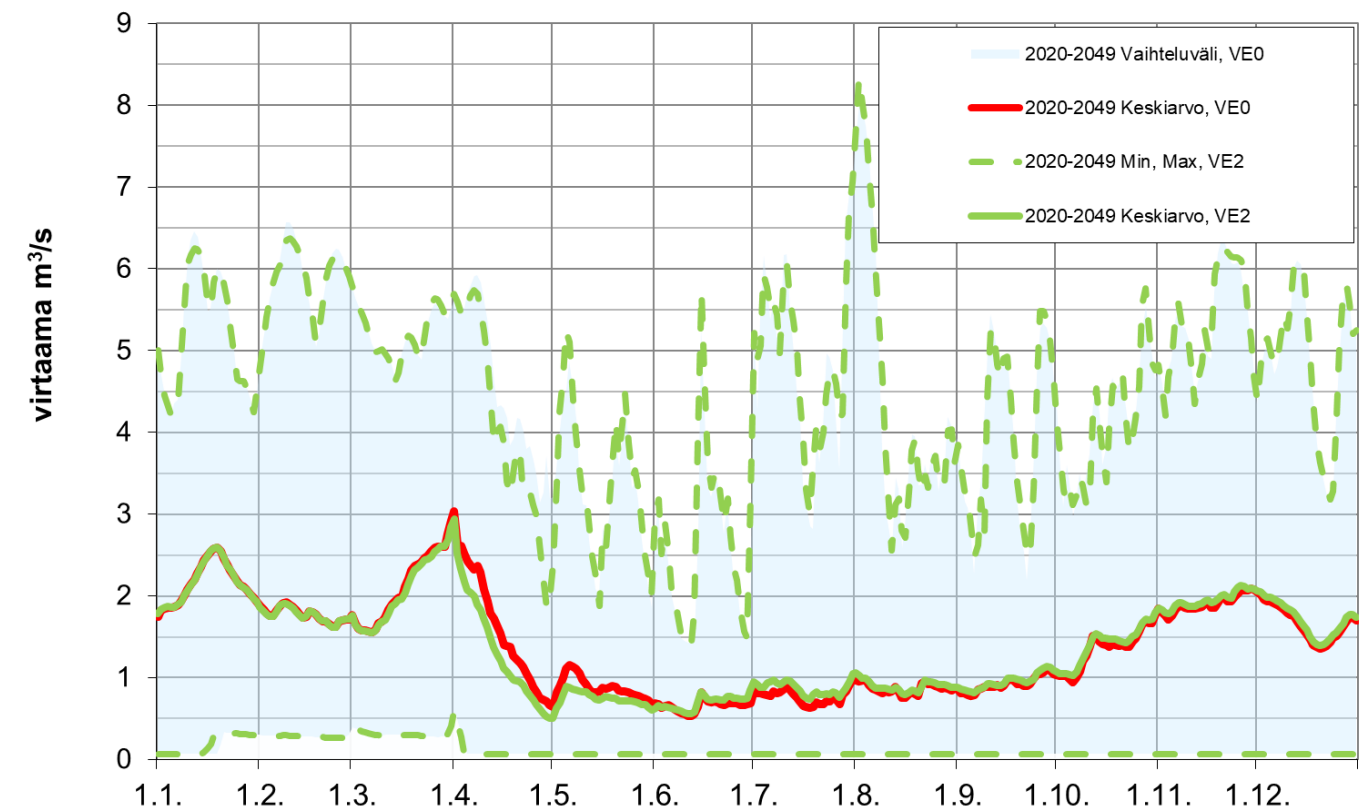
Kuva 24. VE4 Katiskosken virtaamat Alajärven korotetulla ylärajalla NN+98,50 m ja alennetulla kesäajan pumppauksen alarajalla NN+98,05 m *historiajaksolla* 1981-2010.



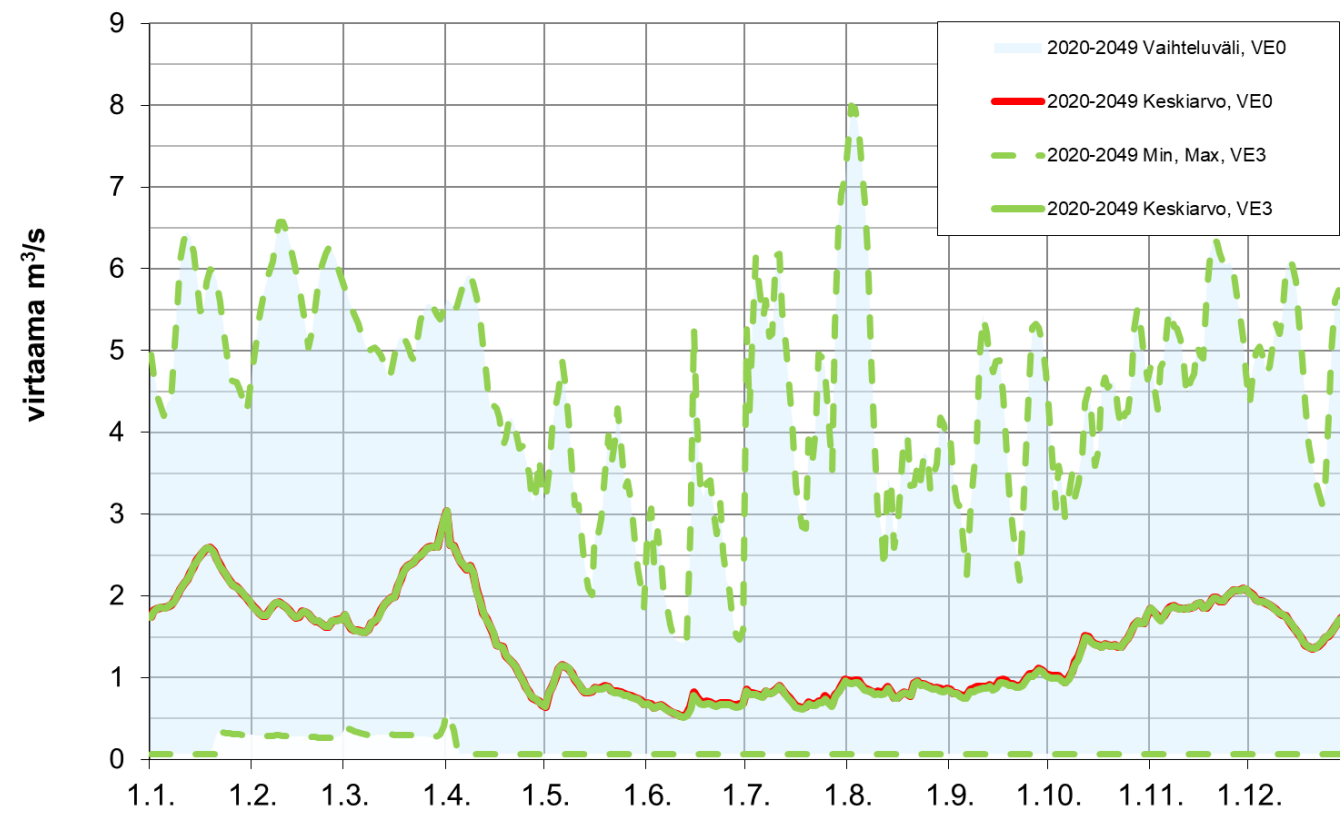
Kuva 25. VE5 Katiskosken virtaamat *historiajaksolla* 1981-2010 Alajärven korotetulla ylärajalla NN+98,50 m sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella vähälumisina talvina.



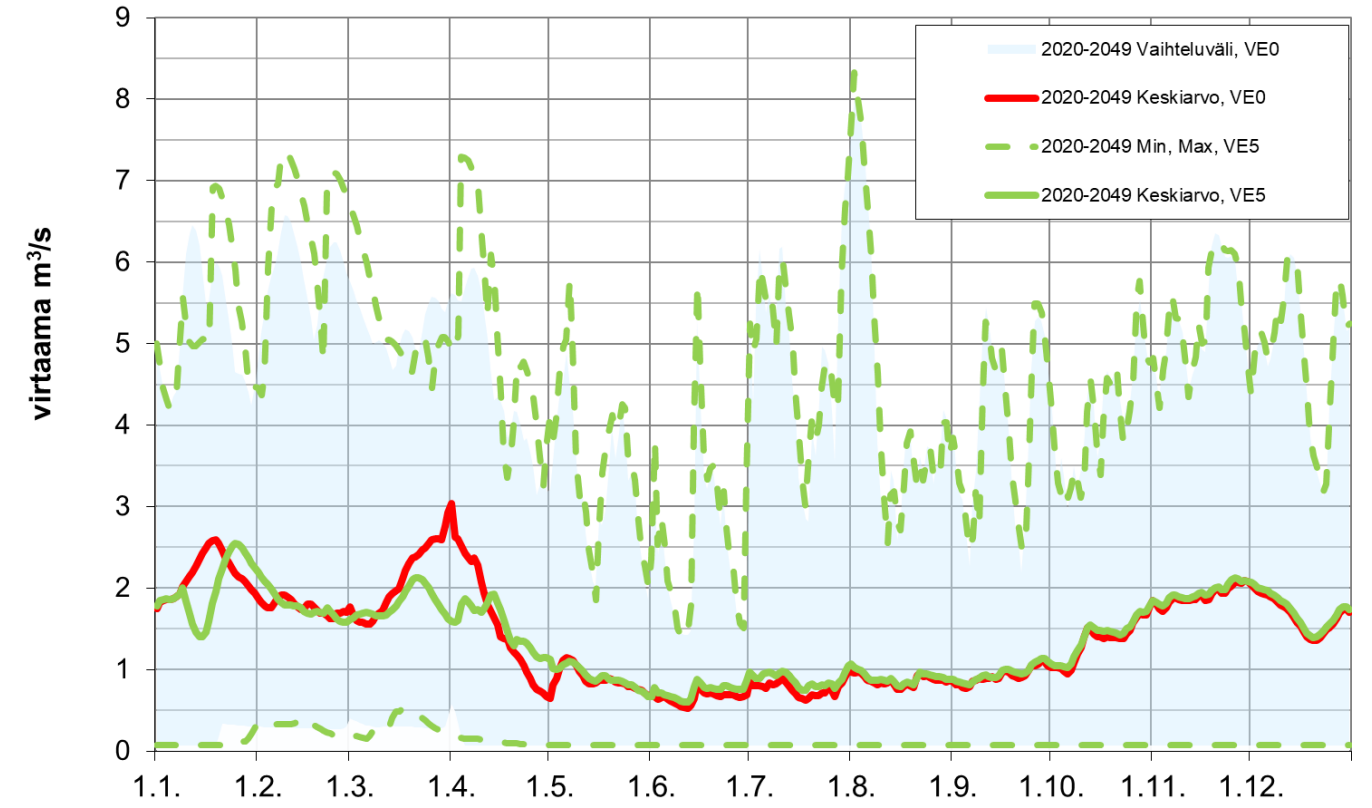
Kuva 26. VE1 Katiskosken virtaamat ilman Alajärven säännöstelyä ja Katiskosken patorakenteita *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049.



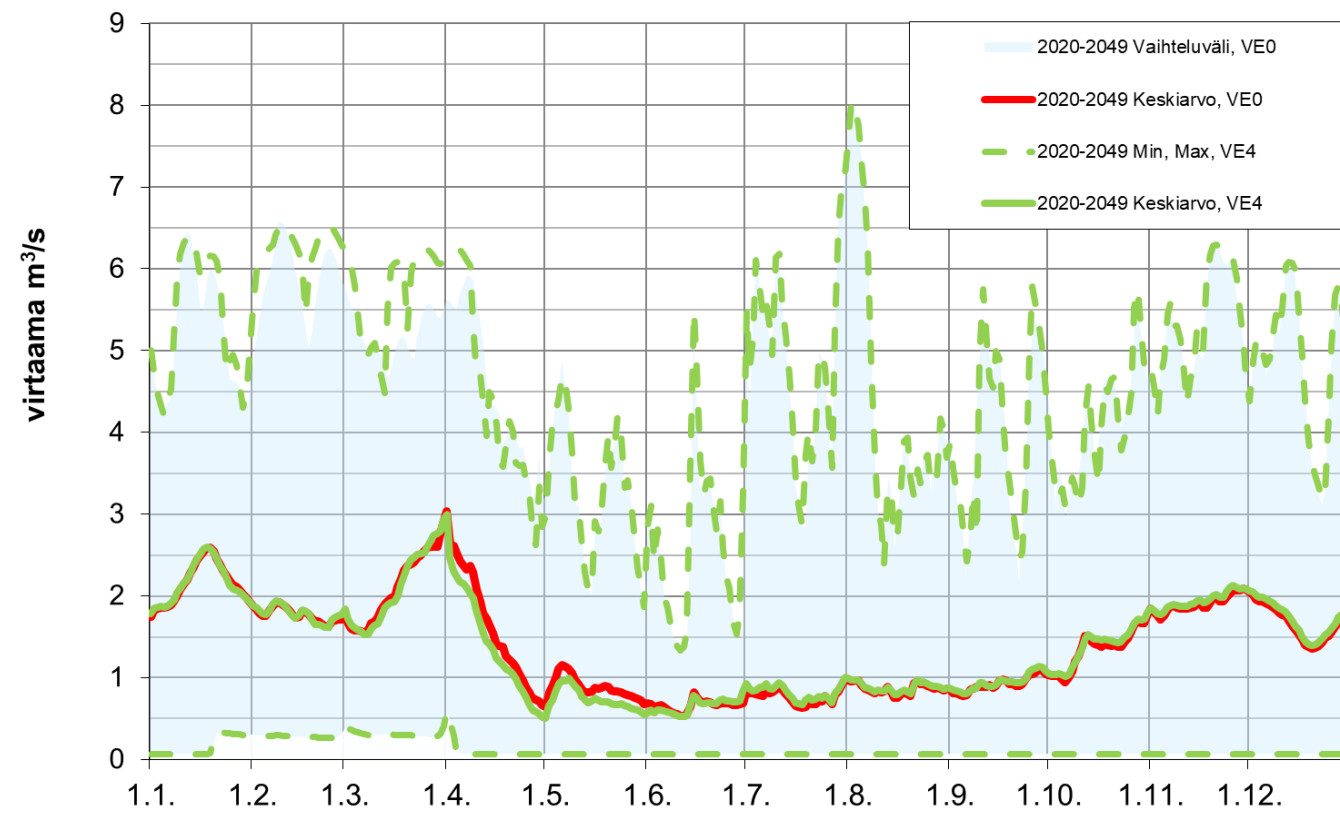
Kuva 27. VE2 Katiskosken virtaamat Alajärven korkeammalla ylärajalla NN+98,5 m *ilmastonmuutosjaksolla* 2020-2049.



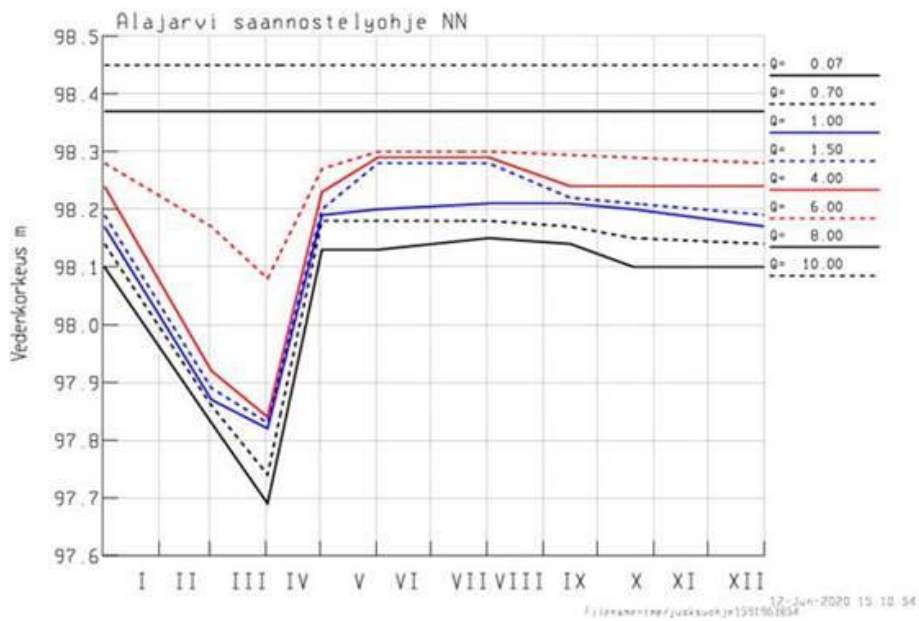
Kuva 28. VE3 Katiskosken virtaamat Alajärven kesäajan pumppauksen alarajan tasolla NN+98,05 m *historiajaksolla* 2020-2049.



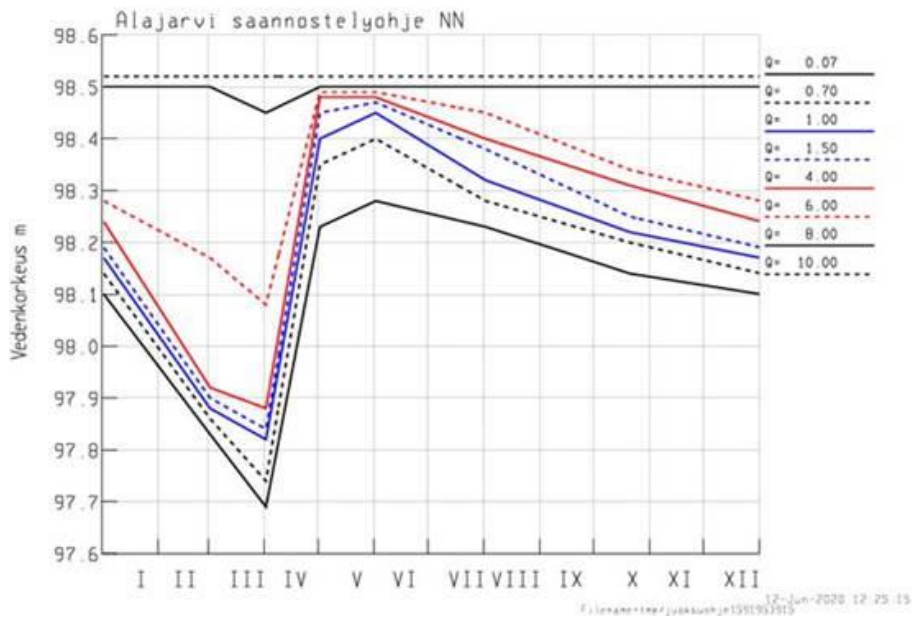
Kuva 30. VE5 Katiskosken virtaamat *historiajaksolla* 2020-2049 Alajärven korotetulla ylärajalla NN+98,50 m sekä sopeutetulla vedenpinnan kevätalennuksella vähälumisina talvina.



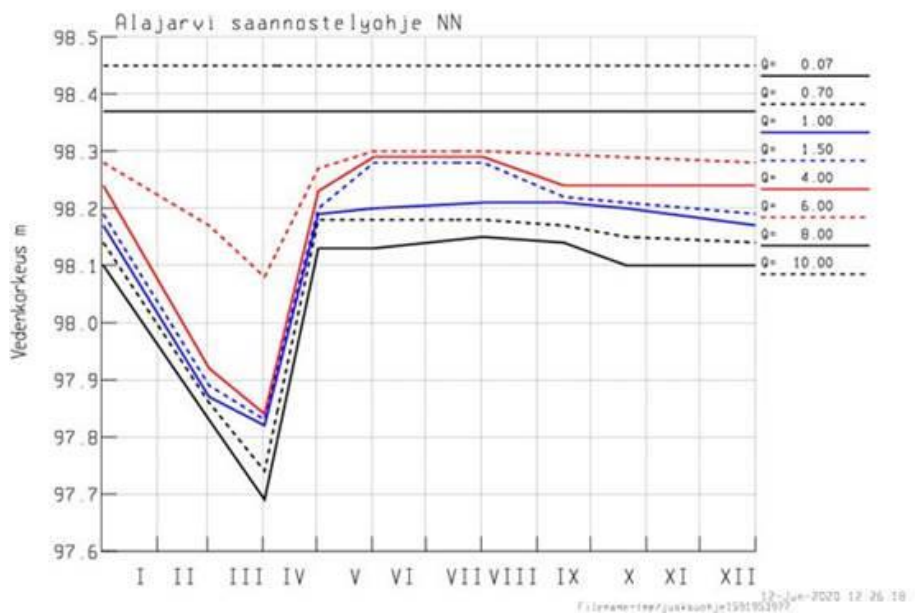
Kuva 29. VE4 Katiskosken virtaamat Alajärven korotetulla ylärajalla NN+98,50 m ja alennetulla kesäajan pumppauksen alarajalla NN+98,05 m *historiajaksolla* 2020-2049.



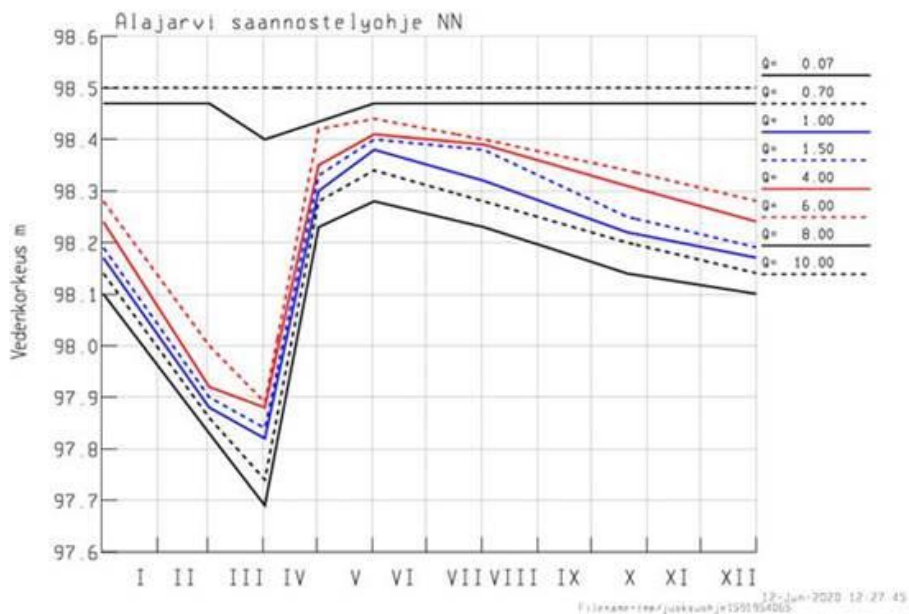
VE0



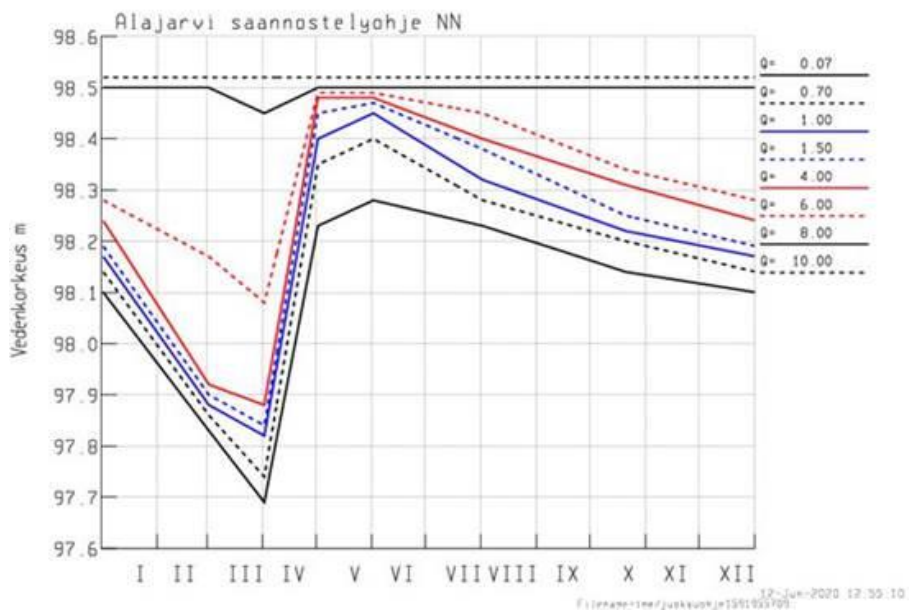
VE2



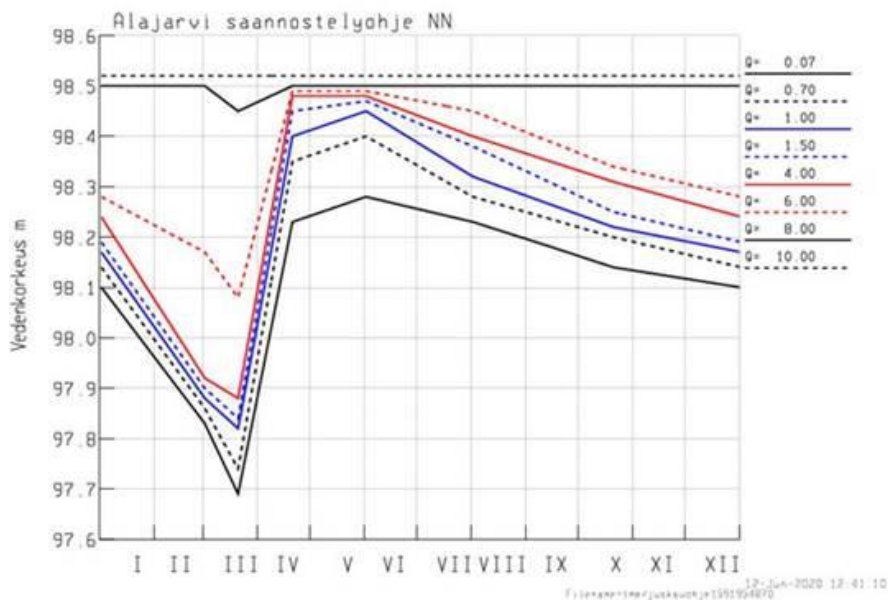
VE3



VE4



VE5 – historiajakso



VE5 – ilmastonmuutosjakso