

Raahen seudun vesistöjen säännöstely, mallinnusraportti

23.2.2021

Suomen ympäristökeskus SYKE

Harri Myllyniemi

Raahen seudun vesistöjen säännöstely, mallinnusraportti

Suomen Ympäristökeskus
Harri Myllyniemi

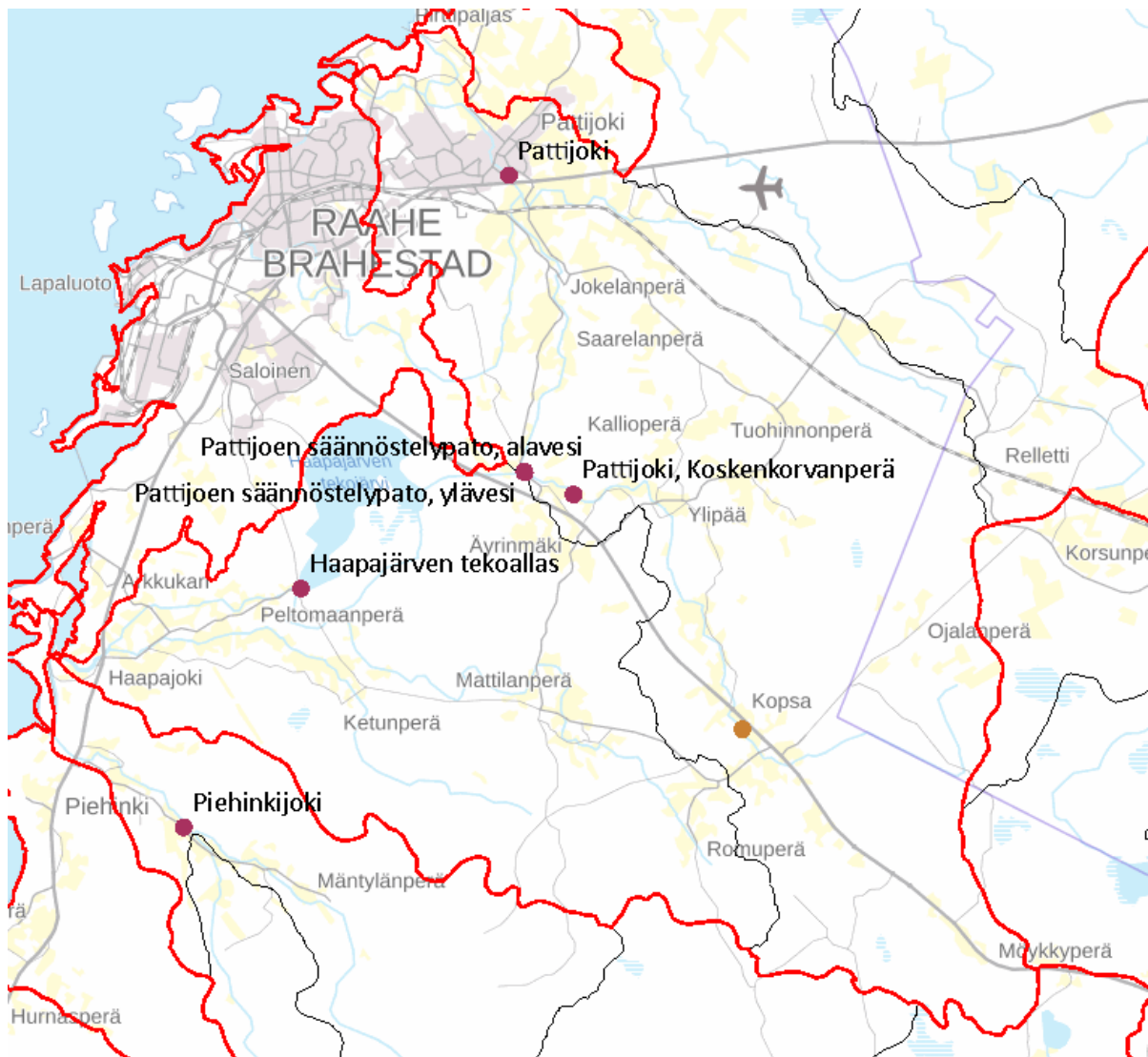
Vesistömallilla saatuja virtaamia käytettiin simulointimallissa, jolla kokeiltiin erilaisia säännöstelyvaihtoehtoja.

Vesistömalli simuloi hydrologista kiertoa, eli sateena tulevan veden kulkua valuntana maan pinnalta sekä maaperän ja pohjavesivaraston kautta jokiin ja järviin. Malli kalibroidaan olemassa olevien havaintojen pohjalta ja siihen syötettävät lähtötiedot (lämpötila, sadanta, potentiaalinen haihdunta) antavat yhdessä valuma-alueen ominaisuuksien kanssa tietoa mm. lumen vesiarvon kehityksestä, pohjavesistä sekä veden virtauksesta uomissa. Mallin kalibroinnissa on käytetty saatavilla olevia havaintoja vedenkorkeudesta, virtaamasta, sateesta, lämpötilasta, haihdunnasta ja lumen vesiarvosta.

Yksi mallin merkittävimmistä epävarmuustekijöistä on Kuljunlahden nettovedenoton havaintojen puuttuminen. Nettovedenotto voi vaihdella eri vuodenaikoina ja sitä on mallinnettu SSAB:n arvioiden perusteella. Nettovedenotto on keskimäärin noin $0,2...0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, mutta esim. kuivina kesinä vedentarve voi olla moninkertainen. Simuloinneissa arvioitiin vedenoton kasvavan toukokuuskuussa $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Muita suuria epävarmuustekijöitä ovat havaintojen puuttuminen Haapajoenlta. Tämä saa aikaan suuren epävarmuuden valunnan laskennassa Haapajärvestä ja Piehinginjoelta Kuljunlahdelle yltävällä alueella. Simuloinneissa valuntana kyseiselle alueelle käytettiin Haapajärven lähialueen valuntaa pinta-alojen suhteessa. Tältä alueelta laskenta perustuu Haapajärven vedenkorkeus- ja lähtövirtaamahavaintoihin.

Hanketta varten perustettiin kaksi vedenkorkeushavaintoasemaa. Toinen Pattijoen Koskenkorvanperälle täyttökanavan yläpuolelle ja toinen Piehinginjoelle. Näistä tehtiin virtaamamittaukset joiden perusteella määritettiin kyseisille paikoille purkautumiskäyrät. Tulvavirtaamien osalta apuna oli kesän 2020 rankkasadetulvat. Näistä tilanteista saatiin myös määritettyä n 20% tarkkuudella täyttökanavan purkukyky.

Muut epävarmuustekijät liittyvät erityisesti pienimpiin virtaamiin. Mallintaessa ei ollut käytössä havaintoja Haapajärven pumppauksesta Pattijokeen edes sillä tasolla onko pumpattu vai ei. Koska pumppauksella on tarkoitus kompensoida kuivien kausien vähäistä virtaamaa, on tällä merkitystä alivirtaamien kalibroinnissa. Eri skenaarioissa pumppausta käsiteltiin samalla periaatteella, joten näiden eroja voidaan epävarmuuksista huolimatta vertailla.



Kartalla vedenkorkeushavaintoasemat ympäristöhallinnon tietokannoista. Näiden lisäksi vedenkorkeushavaintoja oli käytössä myös Kuljunlahdelta, Siniluodonlahdelta sekä Piehingin padolta. Raahen Kopsan lumilinjalta saatiin mallin lumihavainnot.

Liitteen kuvissa on käytetty ilmastonmuutosjaksoa 2040-69. Päästöskenaariona on A1B (ns keskiskenaario, joka vastaa n Pariisin ilmastopimuksen toteutumista) ja ilmastomallina Ilmatieteenlaitoksen koostamaa 23 ilmastomallin keskiarvoa.

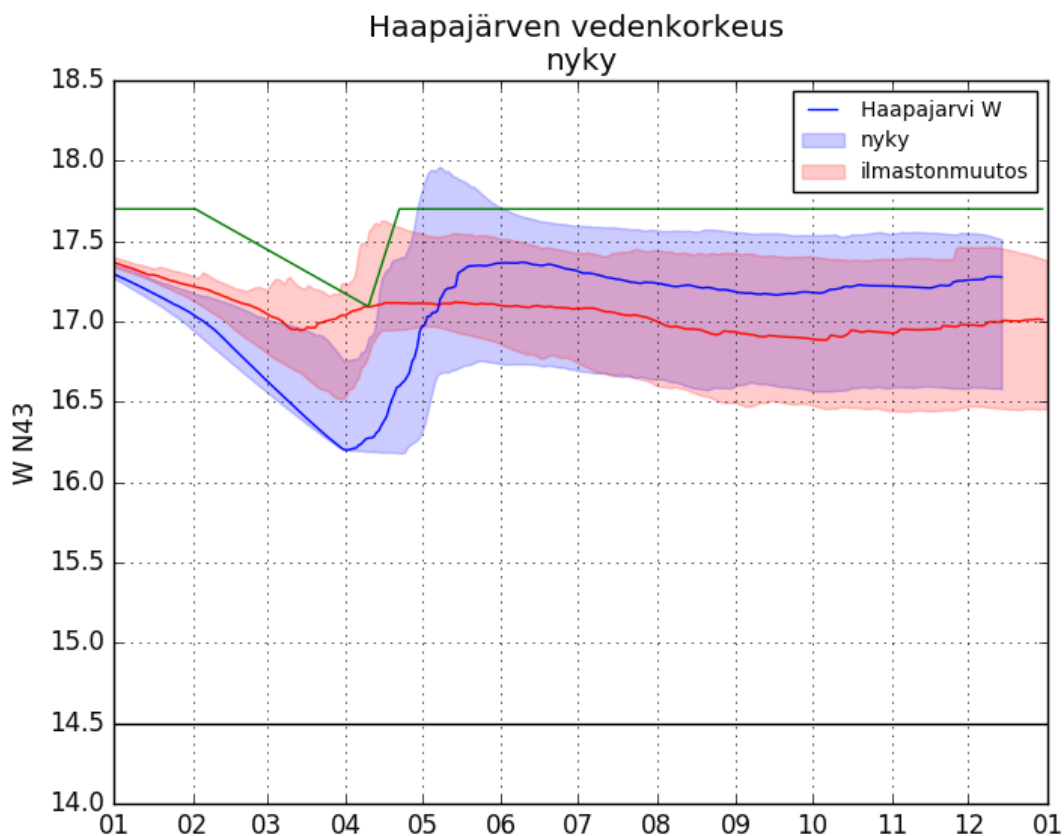
Säännöstelyvaihtoehtojen virtaamat ja vedenkorkeudet perustuvat vesistömallin simuloimiin arvoihin. Ne eivät siis täysin vastaa havaittuja arvoja. Simuloinneilla oli päämääränä verrata eri säännöstelyvaihtoehtojen vaikutusta vesistöissä. Vaikka mallilaskentaan liittyy epävarmuuksia, kuvaa se hyvin miten tilanne vesistöissä muuttuu, jos säännöstelyä hoidetaan eri tavalla sekä miten ilmastonmuutos vaikuttaa asiaan.

Nykysäännöstely

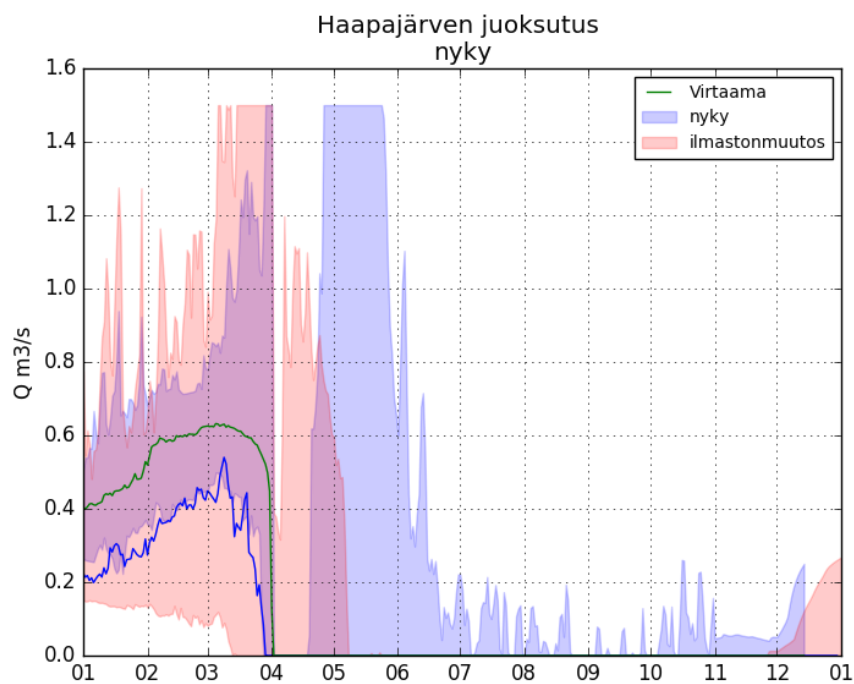
Nykysäännöstelyä simuloitaessa ohjattiin Haapajärven täyttökanavaan vettä vain tilanteissa, joissa Pattijoen virtaama oli suurempi kuin $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Haapajärveen tehtiin säännöstelyluvan mukainen kevätkuoppa, eikä kesäaikaan juoksutettu Haapajokeen, jollei säännöstelyraja uhannut ylittyä.

Haapajärvestä pumpattiin vettä Pattijokeen touko-syyskuussa 100 l/s ja muuna aikana 50 l/s, jos Pattijoella virtaama alittaa 200 l/s.

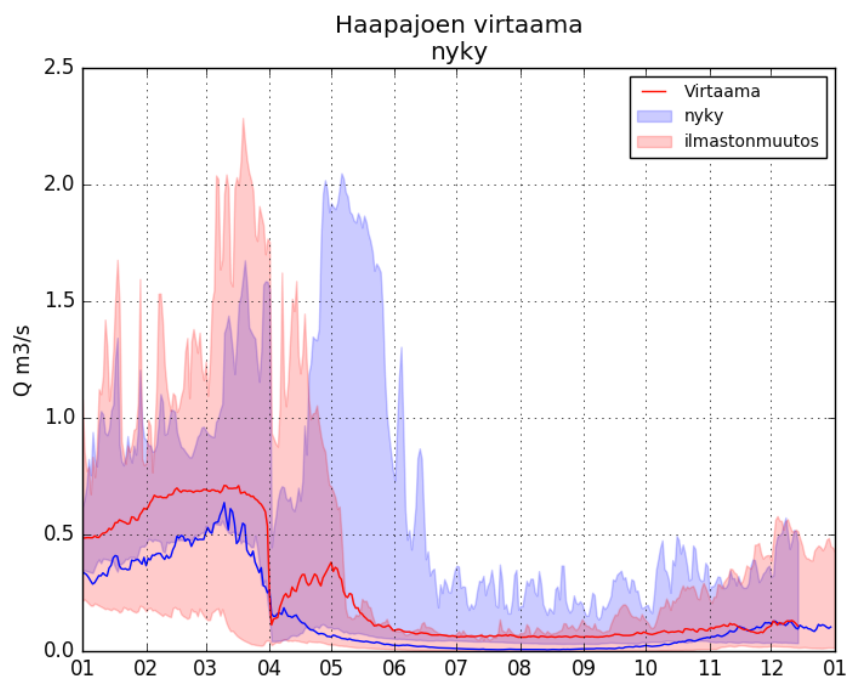
Kuljunlahden nettovedenottona oli kesäaikaan 0,8 m³/s ja muuna aikana 0,3 m³/s. Piehingin padolta juoksutettiin jatkuvasti kalatien kautta 50 l/s.



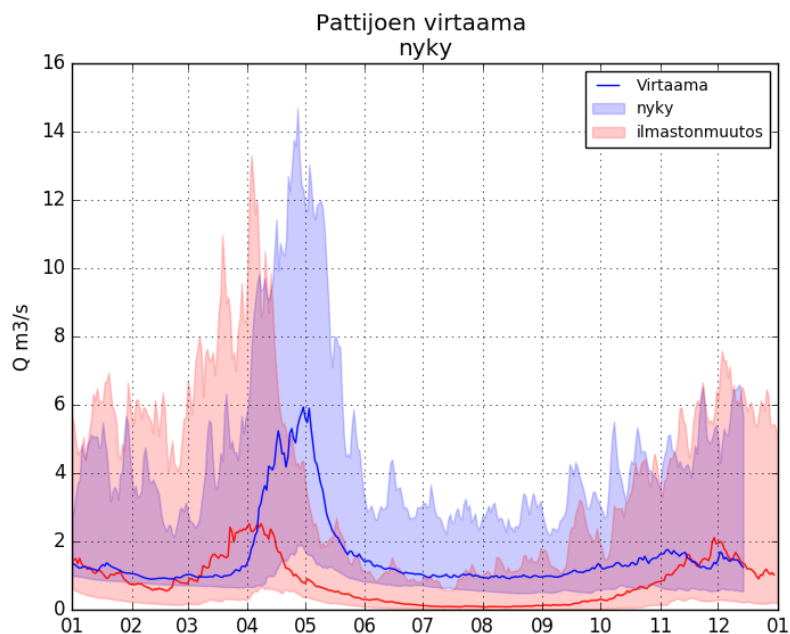
Ilmastonmuutoksen myötä kevätkuopan toteuttaminen aiheuttaa ongelmia altaan täyttämisen suhteen. Jos kuoppa tehdään lumettomana tai vähälumisena talvena, jää Haapajärven pinta noin 20 cm nykyistä alemmas. Kuopan ajankohta on myös jatkossa liian myöhäinen kevättulvan tullessa jo maaliskuussa. Kevättulva jää myös nykyistä pienemmäksi.



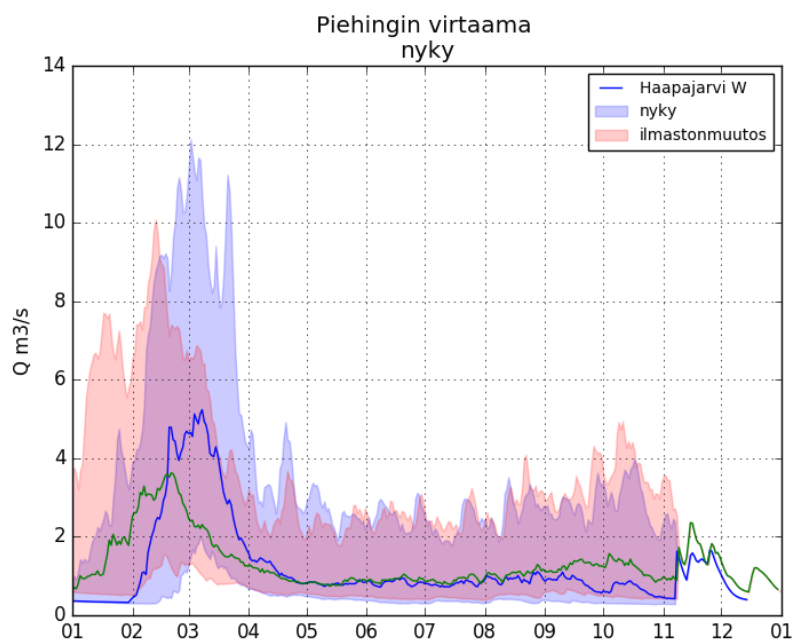
Ilmastomuutoksen myötä kevättulva aikaistuu yli kuukaudella eikä kesäaikaan ole tarvetta juoksuttaa Haapajärvestä lainkaan. Talvikuukausien juoksutukset sen sijaan lisääntyvät.



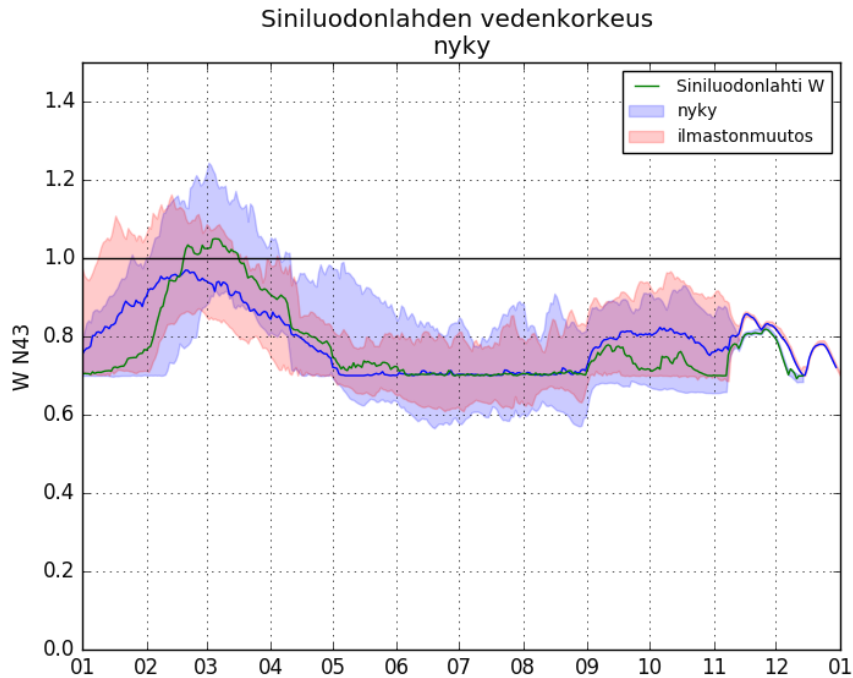
Haapajoella tulee olemaan huomattavasti enemmän kuivuusongelmia tulevaisuudessa. Ilmastomuutos lisää haihduntaa Haapajärvestä ja juoksutukset pienenevät. Vaikka sateisuus hieman kasvaa, ylittää haihdunnan kasvu tämän ja kuivuudet lisääntyvät.



Pattijoen kevättulvat aikaistuvat ja muuttuvat huomattavasti nykyistä pienemmiksi. Kuivuudet yleistyvät kesäaikaan. Haapajärven pumppauksistakaan ei ole apua, sillä sen pinta laskee nykyistä alemmas. (Vihreä käyrä = mediaanivirtaama nykyilmastossa, sininen mediaanivirtaama jaksolla 2040-69)



Ilmastonmuutoksen myötä Piehinginjoen kevättulvat pienenevät ja talvitulvat yleistyvät. Kesäkaudella muutosta ei simuloinnissa näytä juuri olevan, mutta tämä lienee niukkoihin havaintoihin perustuvan kalibroinnin epätarkkuudesta. Muutoksen oletetaan olevan samanlainen kuin Pattijoella.



Siniluodonlahden pintaan ilmastonmuutos vaikuttaa simulointien mukaan lähinnä kevättulvia pienentäen. Mallinnuksessa Piehinginjoen virtaama on ilmastonmuutosjaksolla liian suuri, joten todellisuudessa Siniluodonlahtikin laskee kuvassa esitettyä alemmalle tasolle.

Säännöstelyvaihtoehto 1 - Ekologinen

Säännöstelyvaihtoehdon tavoitteena on varmistaa tekojärvelle tarpeellinen tulva ja kasvukaudella laskeva luontainen vesipinta. Tällöin Pattijoelle voi riittää enemmän vettä, mutta huuhteluvirtaama voi jäädä joinain vuosina pieneksi.

Järviä säännöstellään mahdollisimman luonnonmukaisen rytmin mukaan: kevättulva, kesän mittaan laskeva vesipinta ja talvikuoppa lievänä lumen vesiarvojen mukaan

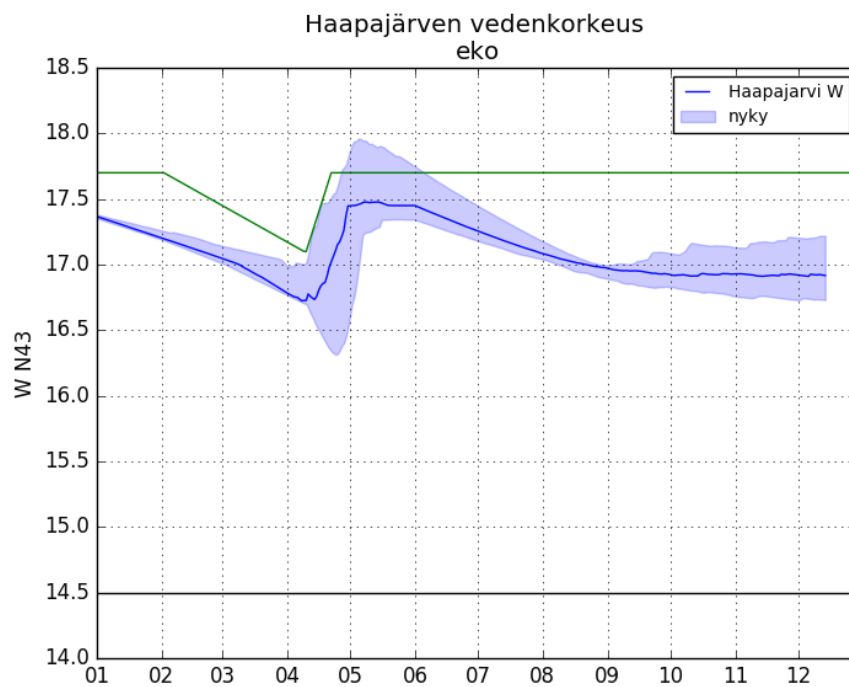
- Vaihtoehdossa asetetaan tavoitetaso kevätkuopalle eri lumen vesiarvoille
- tulvan pitäisi nousta tasolle +17,5 m ja elokuun loppuun mennessä tekojärven pitäisi laskea tasolle + 17,0 m.
- Siniluodonlahden tavoitetasot eivät ole yhtä radikaalit. pyritään siihen, että vesikorkeus ei menisi alle tason +0,6 m

Minimijuoksutus Haapajokeen olisi 20 l/s, jos mallin mukaan virtaama joen alaosalla on alle 80 l/s

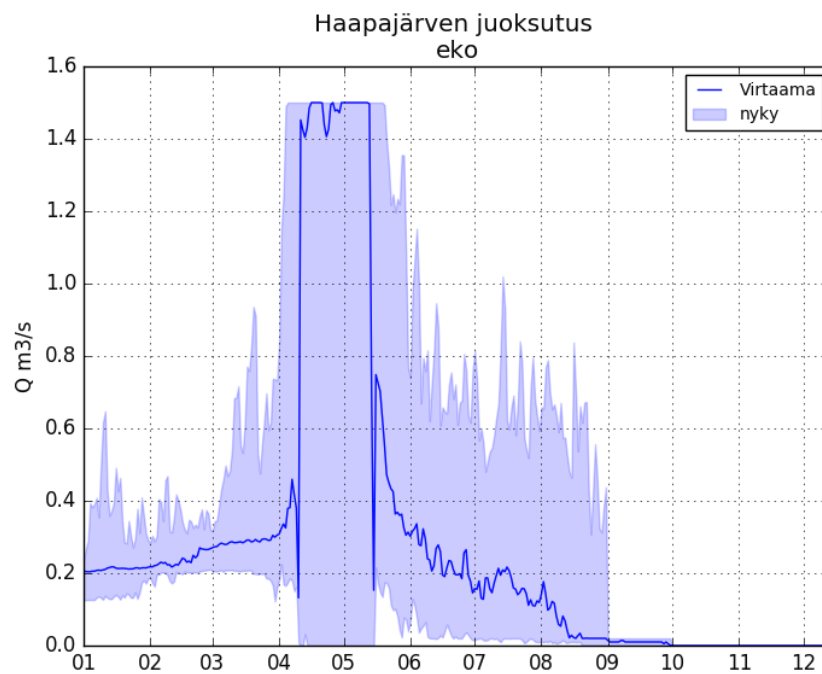
Pattijokeen pumpataan 15.5.-30.9. 50 l/s, kun virtaama Pattijoen alaosan havaintoasemalla alle 200 l/s. Pumpausmäärä on 100 l/s, kun virtaama Pattijoessa alittaa 150 l/s.

Pattijokeen pyritään saamaan aina huuhtova tulva 3 m³/s, kuitenkin altaan täyttö etusijalla. Mallinnuksessa huuhtova tulva toteutui joka vuosi, joten tähän ei tarvinnut kiinnittää huomiota säännöstelyssä.

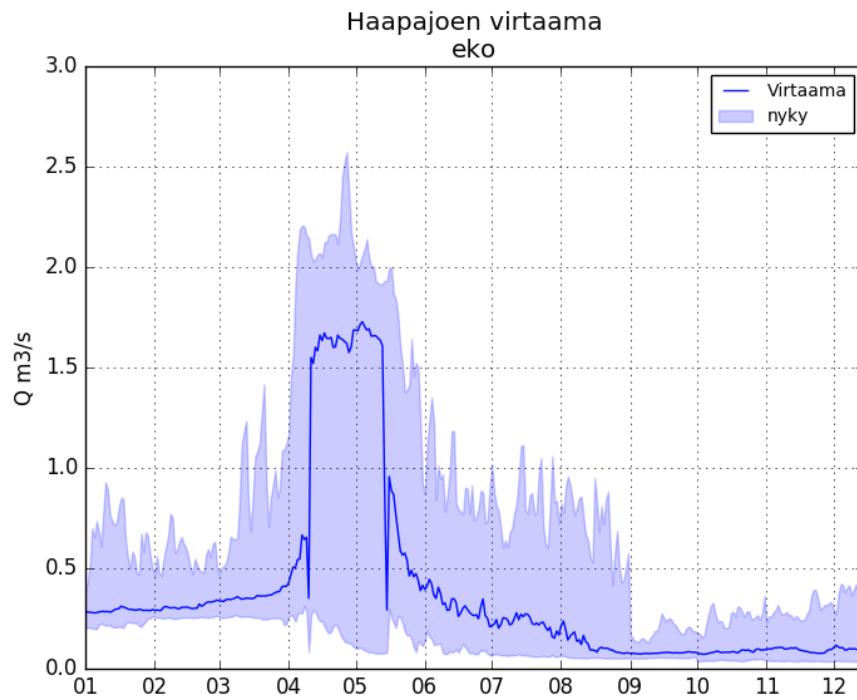
Piehinkijoen padolta juoksutetaan mereen kalatiehen houkutusvirtaama 1.7.-31.10. aina, kun järvien vedenkorkeus antaa myöten



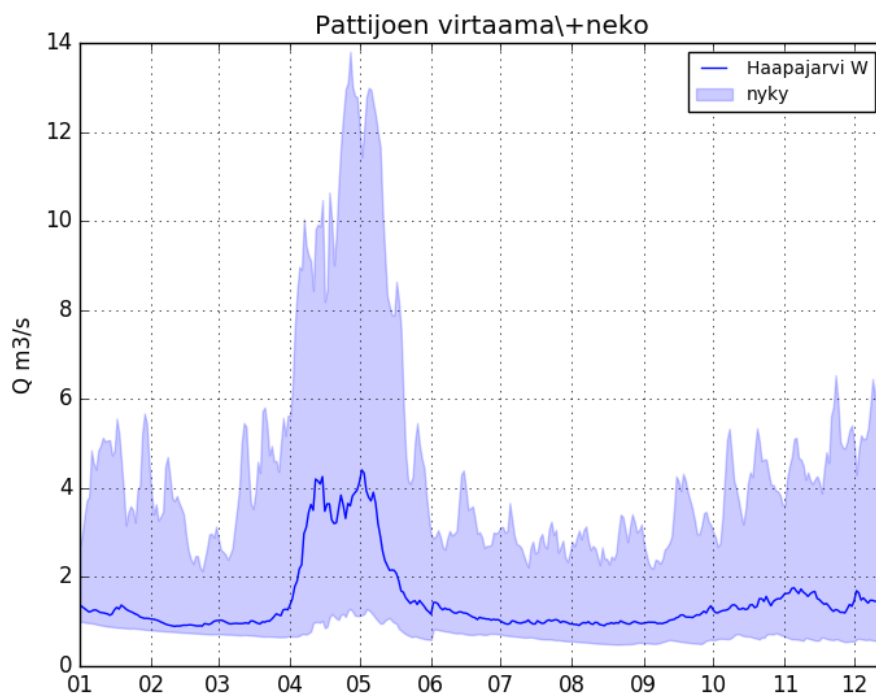
Pääosin tulva saadaan nousemaan yli tason 17,50, mutta vähälumisina talvina täytyy tehdä valinta Haapajärven kevättulvatason ja Pattijoen huuhtelevan tulvan välillä. Eli vettä ei aina riitä molempiin. Nyt valitulla säännöstelykäytännöllä on varmistettu myös Pattijoen huuhteleva tulva.



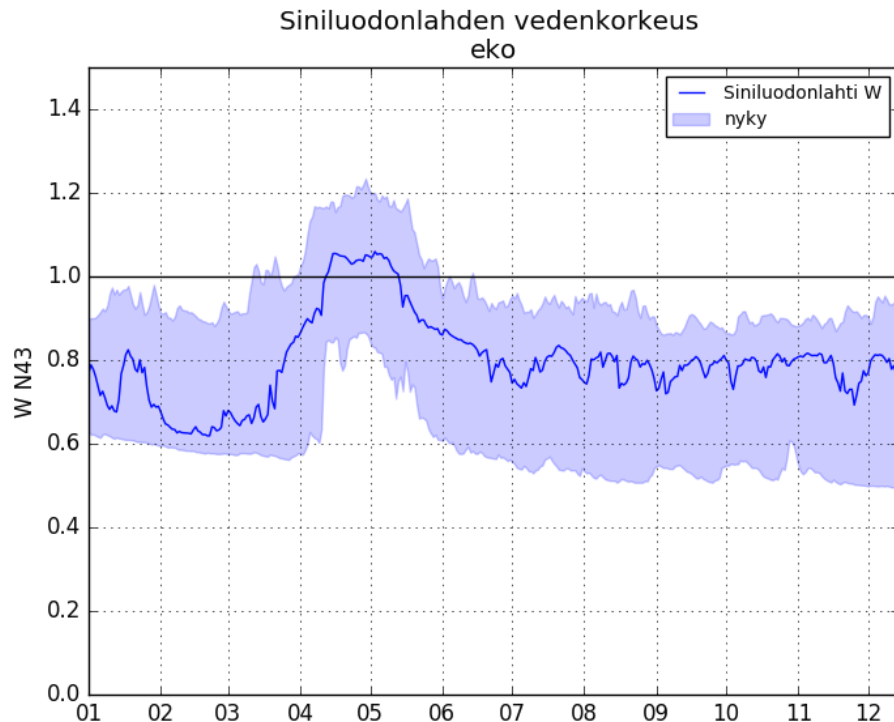
Haapajärvestä juoksutetaan myös kesäaikaan, jotta varmistetaan haluttu vedenpinnan lasku.



Haapajärven kesäaikainen vedenpinnan lasku auttaa myös Haapajoen vesitilanteeseen. Virtaama laskee alle 80 l/s lähinnä jaksolla elokuun puolivälistä joulukuuhun. Nykysäätelyllä kuivuusongelmia alkaa tulla jo kesäkuussa.



Pattijoen virtaama pysyy ekologisessa säännöstelyvaihtoehdossa suurempana kuin määritetty ympäristövirtaama



Ekologisessa säännöstelyvaihtoehdossa Siniluodonlahden pinta on hieman korkeammalla alkukesästä.

Säännöstelyvaihtoehto 2 – Virkistyskäyttö

Tekojärven totuttu vedenpinta pyritään pitämään varsinkin virkistyskäyttökaudella. Näin ollen tekojärven ja Siniluodonlahden vesipinta pidetään tasaisena mahdollisimman lähellä ylärajaa. Pattijokeen voi tulla tulvia ja kesällä voi olla kuivaa. Jos Siniluodonlahti laskee alle tason 0,7, suljetaan Piehingin kalatie.

Altaita säännöstellään siten, että vesipinta aina mahdollisimman tasaisena lähellä ylärajaa ja Haapajokeen ei ohjata minimivirtaamaa.

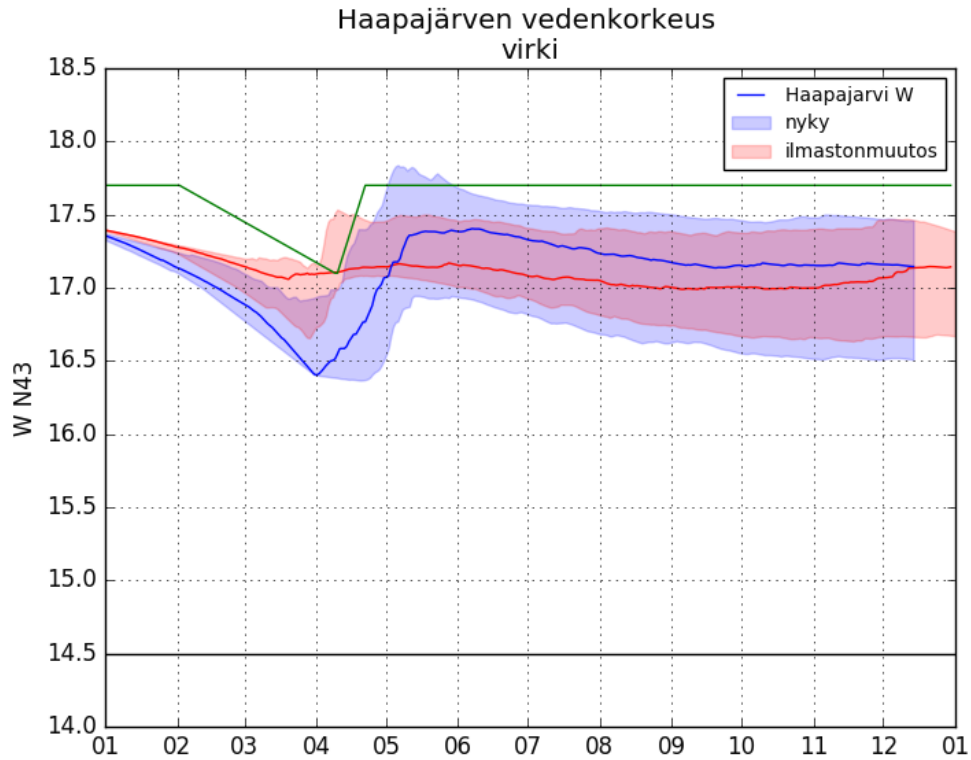
Pattijokeen pumpataan vettä vain oikein kuivana aikana (esim. 50 l/s, jos virtaama joen alaosalla alle 150 l/s. Pumppaus 100 l/s, jos virtaama joen alaosalla alle 100 l/s)

Jos vedenpinta uhkaa laskea

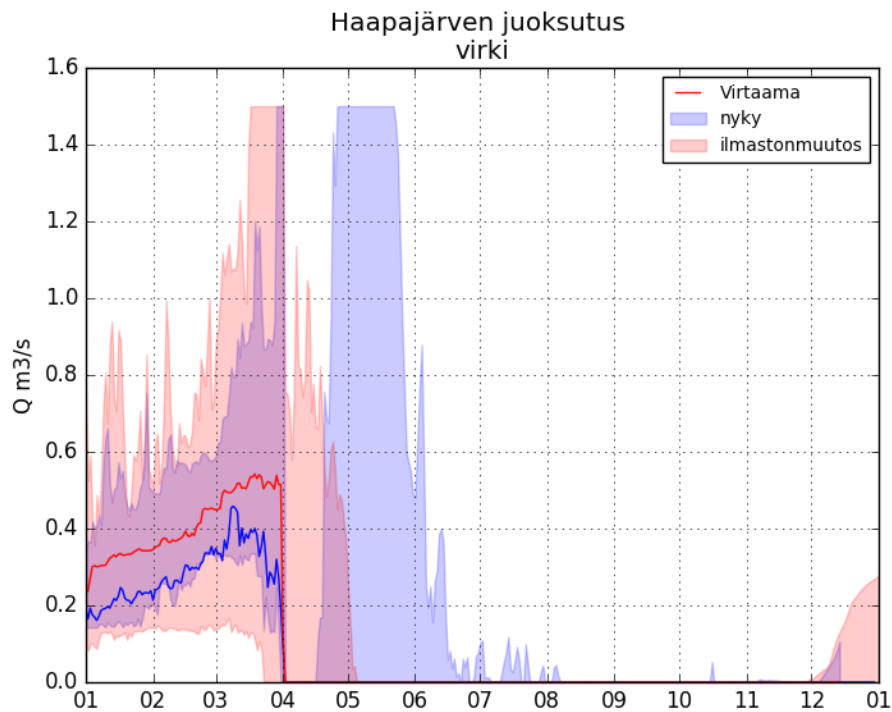
suljetaan Piehinkijoen kalatie

ohjataan Pattijoen vähäinenkin ylivirtaama Haapajärveen kesälläkin

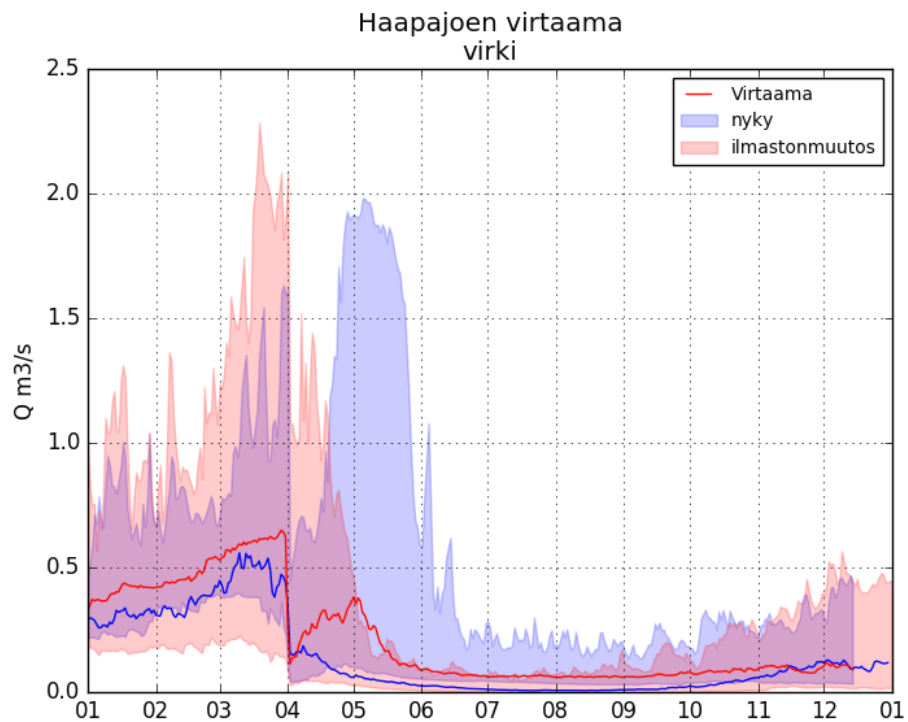
molemmat altaat laskevat suunnilleen samassa tahdissa



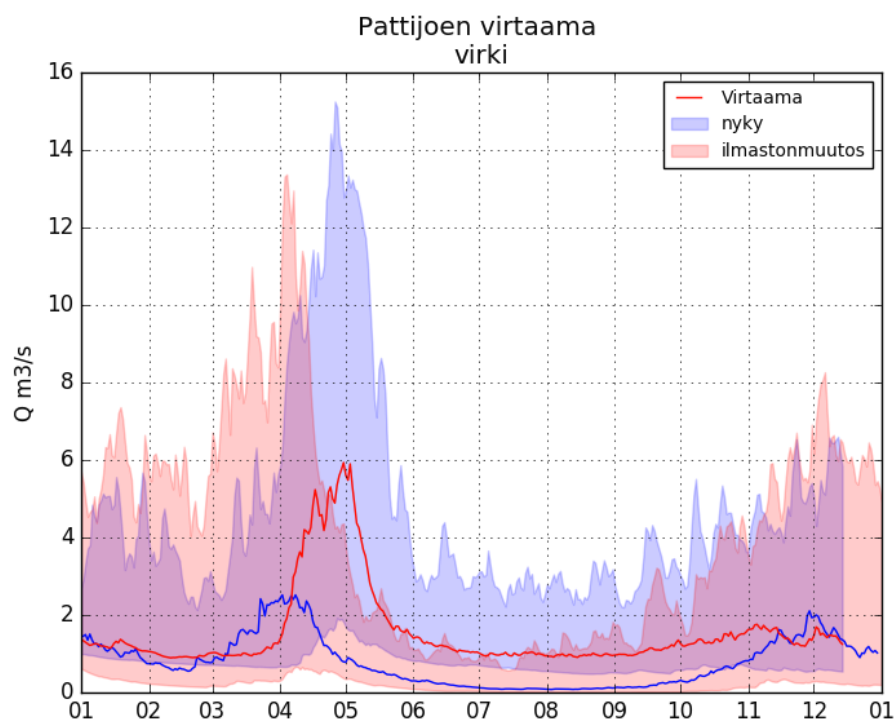
Haapajärven pinta pyritään pitämään kesällä ylhäällä. Ilmastonmuutoksen myötä tässä ei enää kovin hyvin onnistuta. Pinta on loppukesästä keskimäärin 5-10 cm korkeammalla kuin nykyäänöstelyllä.



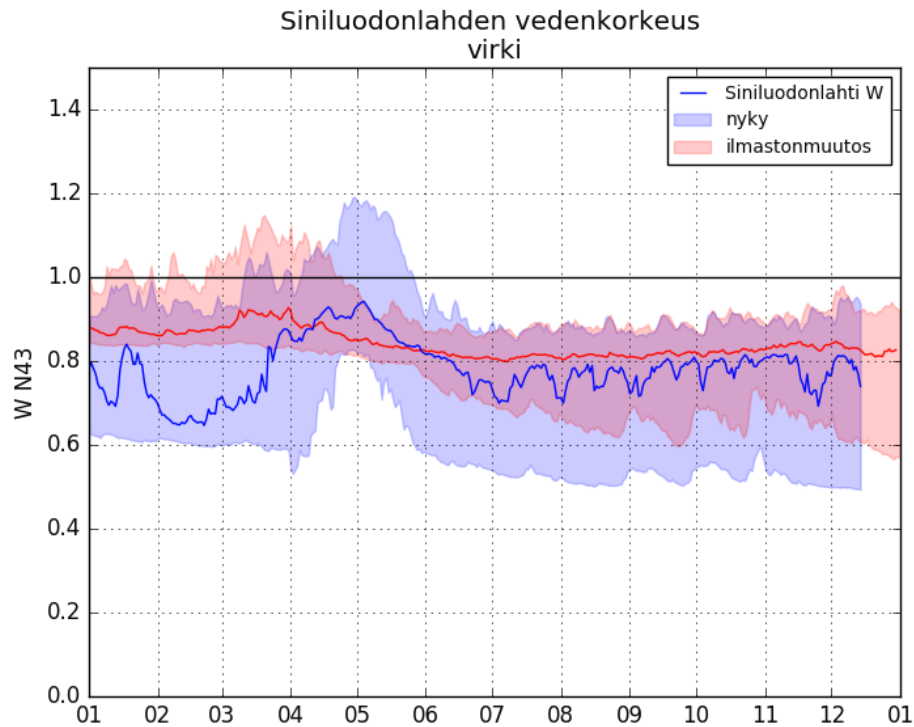
Haapajärvestä ei juoksuteta koko kesänä alkukesän tulvatilanteita lukuunottamatta.



Ilmastonmuutoksen myötä Haapajoen on lähes joka kesä kuivuusongelmia.



Ilmastonmuutosjaksolla vettä ei riitä tarpeeksi sekä Haapajärven virkistyskäyttöön että Pattijoen ympäristövirtaamaan.



Haapajärven pienempää juoksutusta kompensoi Piehingin kalatien sulkeminen vedenpinnan laskiessa alle 0,70. Eroa nykysäännöstelyyn ei käytännössä ole.

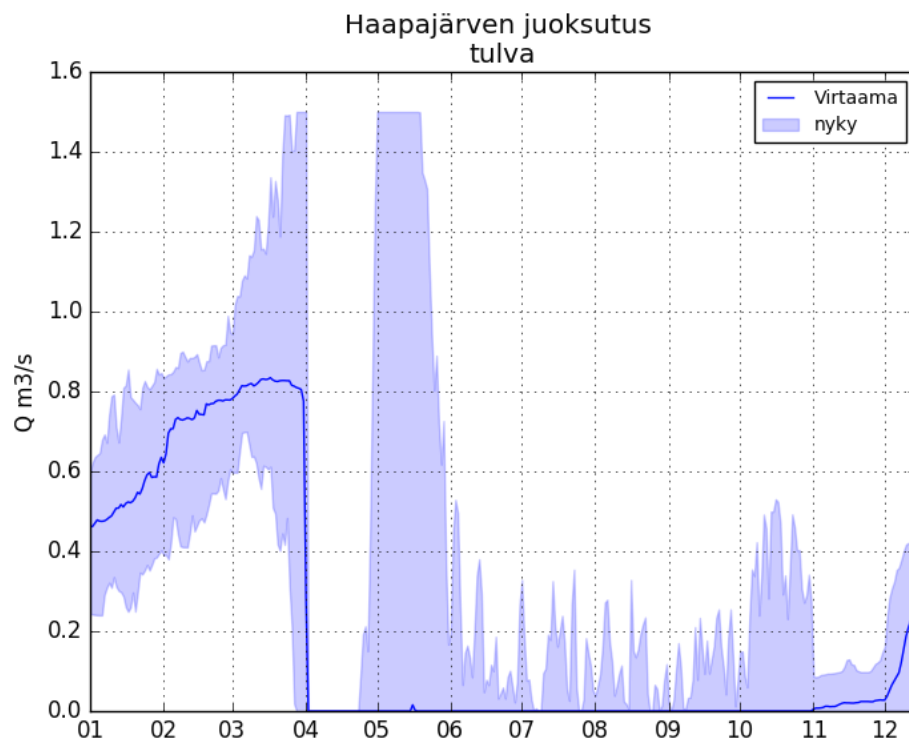
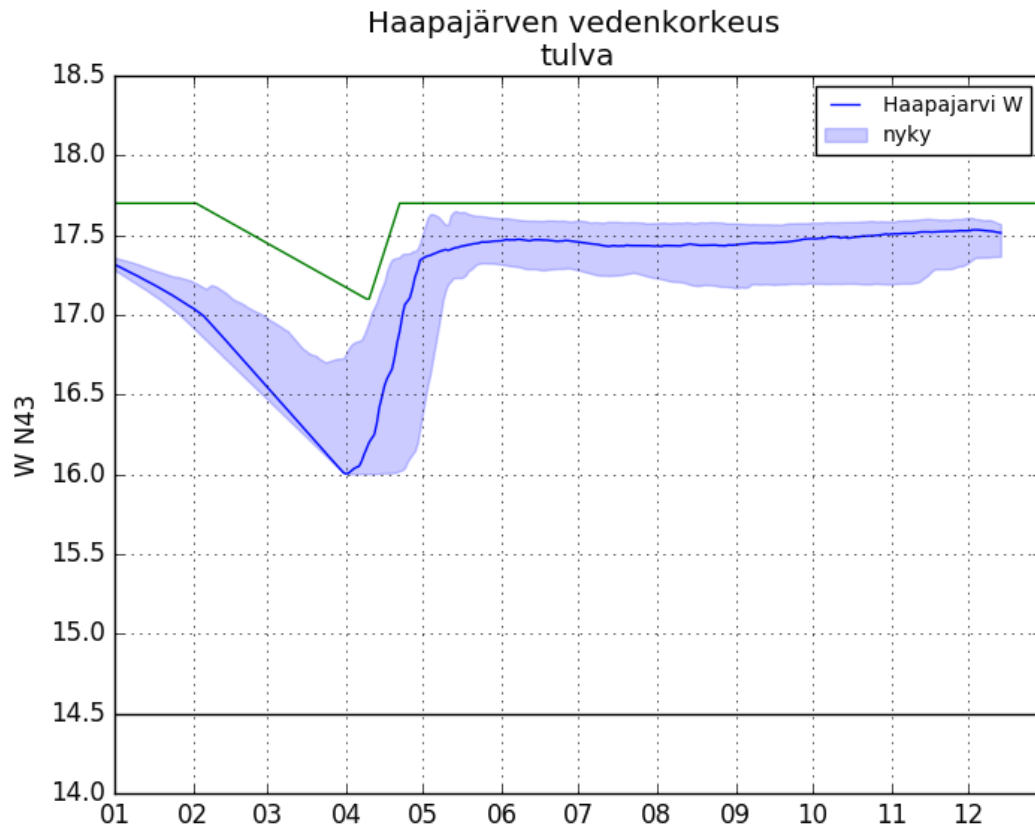
Säännöstelyvaihtoehto 3 – Tulvasuojelu

Haapajärveä käytetään ensisijaisesti tulvan tasaukseen. Tällöin jokien minimivirtaama voisi toteutua, mutta esim. Pattijoen huuhtovaa tulvaa ei välttämättä saavutettaisi.

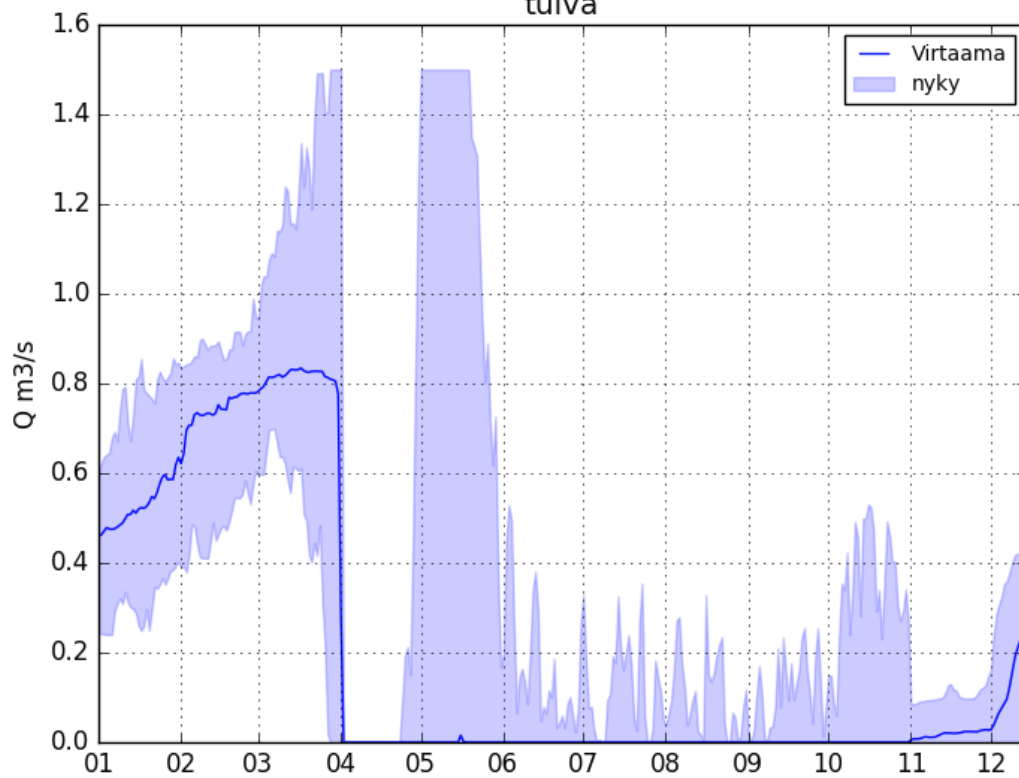
Haapajärven vesipinnoilla varmistetaan läpi vuoden tulvasuojelun näkökulmat: kesällä varaudutaan rankkasateisiin, talvella sulantajaksoihin ja lopputalvella kevättulvaan.

veden läpijuoksutus Haapajokeen tulvatilanteissa (ja vetokyvyn parantaminen tarvittaessa)

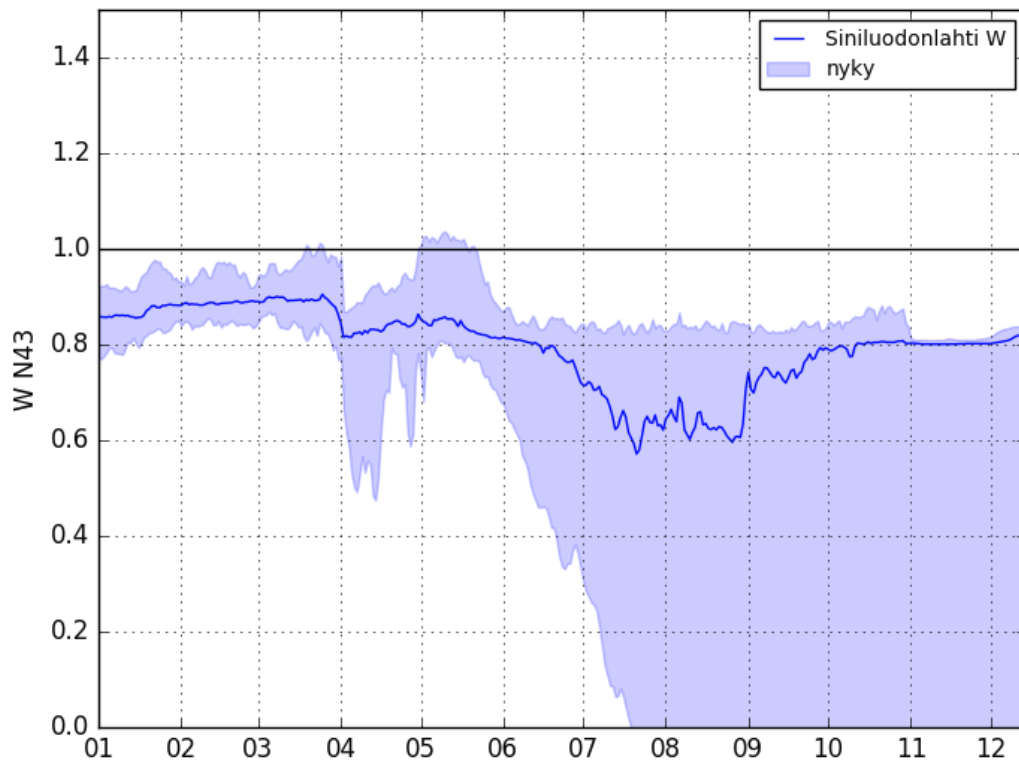
Pattijoen kevättulva otetaan varman päälle järveen



Haapajärven juoksutus
tulva



Siniluodonlahden vedenkorkeus
tulva



Koska kevätkuoppa on laskettu niin alas, ei kevään tulovirtaamat riitä pitämään Siniluodonlahtea riittävän korkealla. Vedenoton pysyessä entisellään, laskee pinta lähelle merenpinnan tasoa. Kaikkina vuosina vesi ei silti riittäisi loppuvuodesta tehtaan tarpeisiin.

Säännöstelyvaihtoehto 4 – Kompromissi

Säännöstelyn päätarkoituksena on taata joka tilanteessa terästehtaan riittävä vedensaanti. Muiden käyttömuotojen tarpeet ovat tälle tavoitteelle alisteisia, mutta ne otetaan huomioon mahdollisimman hyvin ja tasapainoisesti.

Järviä säännöstellään mahdollisimman luonnonmukaisen rytmin mukaan huomioiden virkistyskäytön ja tulvasuojelun tarpeet

Haapajärvi

- Kevättulva 17,50–17,65
- Kesän mittaan laskeva vesipinta: juhannus 17,40-17,55; elokuun loppuun 17,15–17,30
- Syys-joulukuussa pinta pidetään välillä 17,00–17,20. Näin varaudutaan rankkasateisiin ja lumen sulantaan
- Jos hydrologiset olosuhteet ja muiden vesimuodostumien hydrologinen tilanne ja niiden ennusteet sallivat, pysytellään tavoitevälin yläreunan läheisyydessä
- Sulanjaksoilla ja rankkasateilla veden pinnan annetaan tarvittaessa nousta tavoitevälin yläpuolelle lähivaluma-alueelta tulevan ja tarvittaessa Pattijoesta johdettavan veden vuoksi.
 - palataan rauhallisesti tavoiteväliin
- Kevätkuoppa tehdään lievänä lumen vesiarvojen mukaan siten, että taataan Pattijoen huuhtova tulva
 - Kuitenkin kevätkuopasta tehdään aina niin syvä, ettei virtaama kevättulvan aikana Pattijoen alaosalla nousisi yli 6m³/s.
 - Kevätkuoppaa ei sidota päivämäärään, koska sulanta-aika vaihtelee ja aikaistuu ilmastonmuutoksen edetessä

Siniluodonlahti

- Siniluodonlahdelle kevättulva 80–95 cm,
- Vesipinnan annetaan laskea suunnilleen samassa tahdissa Haapajärven kanssa. Kuitenkin pyritään välttämään vesipinnan laskua kesä-elokuussa alle tason 60 cm järven umpeenkasvun ja virkistyskäyttöhaittojen vähentämiseksi
 - kalatie voidaan sulkea hetkellisesti minivirtaamatilanteessa, jos siitä on vähäistä suurempaa hyötyä
- Sulantajaksoilla ja sadekausilla veden pinnan annetaan nousta tavoitevälin ylärajalle (esim. kesäkuu 85 cm, heinäkuu 80 cm, elokuu–joulukuu 75 cm) ennen kuin ohjataan mereen Piehinkijoen säännöstelyluukun kautta.
- Jos merivesipinta on Siniluodonlahtea korkeammalla, vettä ei voi juoksuttaa Siniluodonlahdesta mereen Piehingin säännöstelyluukun kautta.

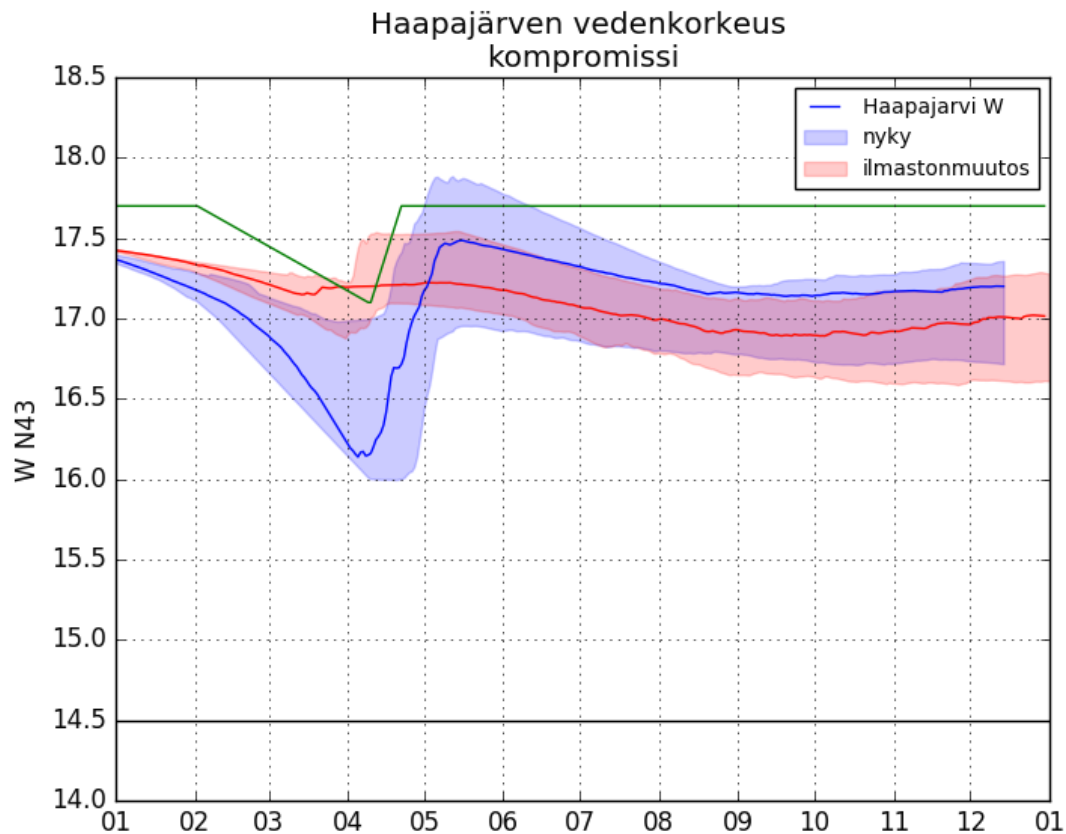
Jokiin pyritään takaamaan riittävä minimivirtaama sekä puhdistava tulvavirtaama. Haittaa aiheuttavia tulvavirtaamia pyritään leikkaamaan.

Haapajoki

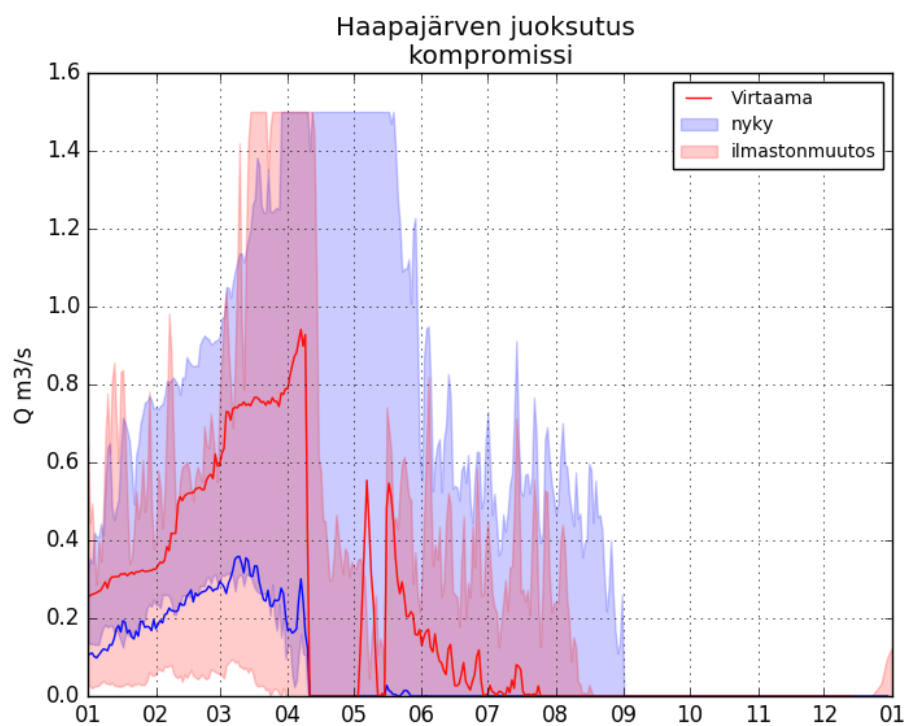
- Haapajärven vedenkorkeustavoitteiden saavuttamiseksi Haapajokeen juoksutetaan tarvittava määrä vettä myös kesäaikana
- Juoksutus Haapajokeen 20 l/s, jos mallin mukaan virtaama joen alaosalla on alle 80 l/s.
- Patoturvallisuuden takaamiseksi Haapajokeen on tarvittaessa juoksutettava vettä maksimimäärä (1,5 m³/s). Tämä ehto on jo nykyisessä säännöstelyluvassa.

Pattijoki

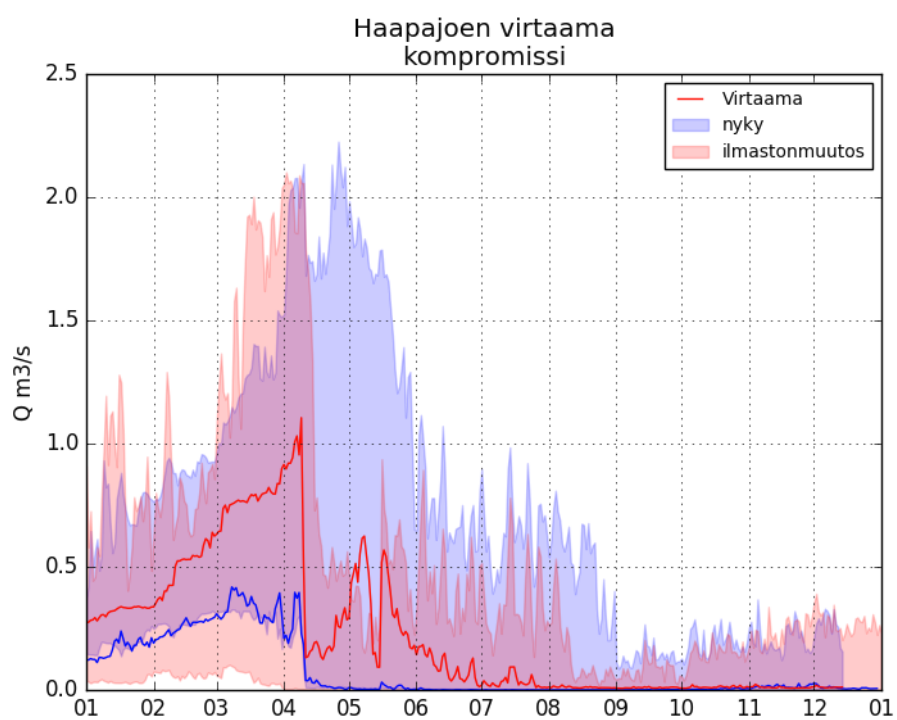
- Pattijokeen pumpataan 15.5.-30.9. 50 l/s, kun virtaama 8-tien kohdalla alittaa 200 l/s, 100 l/s, kun "luonnonvirtaama" alittaa 150 l/s (toisin sanoen pumpataan 100 l/s, jos 50 l/s pumppauksesta huolimatta virtaama 8-tien kohdalla laskee uudestaan alle 200 l/s)
 - Jos Haapajärven vedenpinta laskee tavoitevälin alapuolelle, pumpataan enintään 50 l/s (myönnytys virkistyskäyttöön)
 - Jos vesipinta laskee alle 16,80, pumppaus lopetetaan (vesilupa)
- Pattijokeen aina huuhtova kevättulva min. 3 m³/s, kuitenkin Haapajärven täyttö etusijalla
- Pattijoen alaosan tulvaa pyritään leikkaamaan johtamalla vettä Haapajärveen siten, että virtaama ei Pattijoen alaosan mittauspisteellä ylitä arvoa 5–7 m³/s
 - haittaraja eri vuodenaikoina ja luonnonolosuhteissa vaihtelee. Asia vaatii lisäselvityksiä
 - loka-marraskuussa virtaama oli 8 m³/s ja merivesi +1m => puhelinsoittoja, ei tietoa, että olisi ollut haittoja rakenteille.



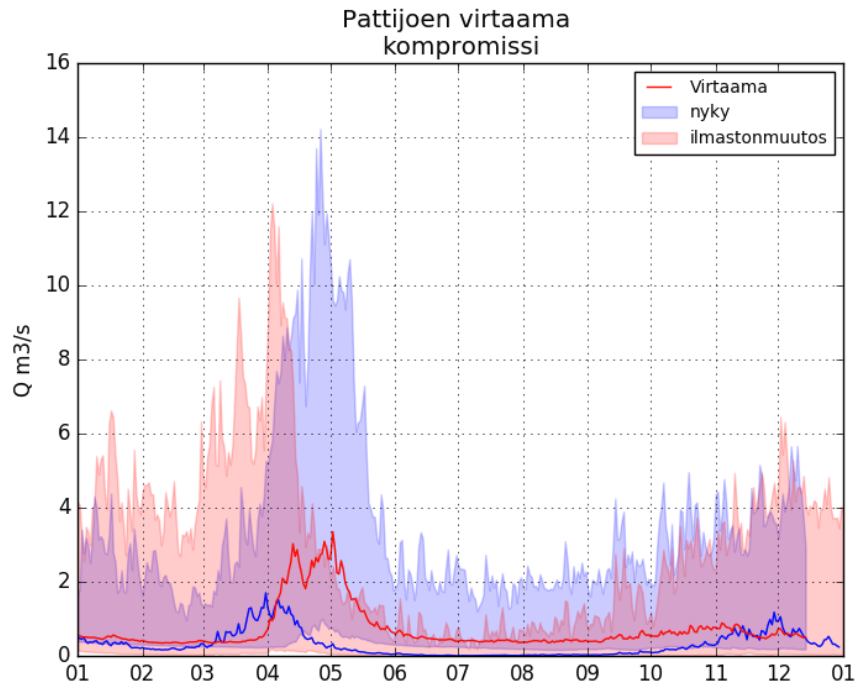
Ilmastonmuutoksen myötä tulee olemaan vaikeuksia pitää Haapajärven pinta riittävän ylhäällä virkistyskäytön näkökulmasta. Vaikka kevätkuoppaa ei käytännössä tehtäisi, laskee järven pinta kuivina kesinä tavoitevyöhykkeen alapuolelle.



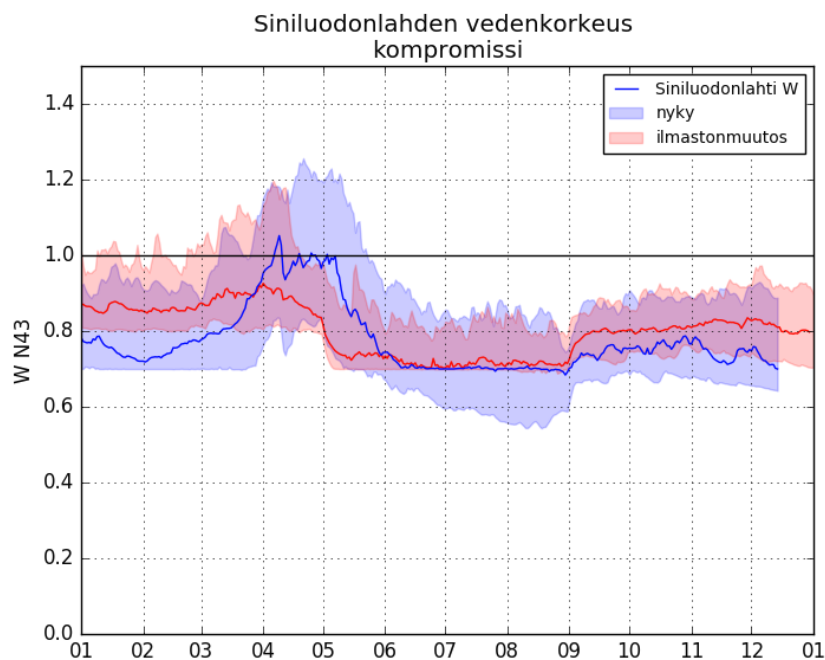
Alkukesästä kompromissivaihtoehdossa juoksutetaan nykysäännöstelyä enemmän.



Kompromissivaihtoehto leikkaa jonkin verran suurimpia tulvahuippuja ja näin hieman pienentää Haapajoen tulvariskiä.



Pattijoella vaihtoehto leikkaa keskimääräisiä huippuja. Maksimihuippuihin säännöstelymuutoksella ei ole vaikutusta. Kesän keskimääräinen virtaama on pienempi ja kuivuusongelmia saman verran kuin nykysäännöstelyssä. Pumpkauksesta ei ole apua kuivimpaan aikaan, sillä Haapajärven pinta on tällöin laskenut jo alle luvamukaisen pumpppauksen alarajan 16,80.



Alkukesän suurempien juoksutusten ansiosta Siniluodonlahti pysyy hieman ylempänä kuin nykysäännöstelyllä. Erot vaihtoehtojen välillä ovat kuitenkin pieniä. Täsmällisemmän tuloksen saamiseksi tarvittaisiin havaintoja Haapajoen virtaamasta sekä tehtaan nettovedenotosta.



Suomen ympäristökeskus | 2021

Kirjoittaja: Harri Myllyniemi