

Kokemäenjoen vesistöalueen padotus- ja juoksutus selvitys



Tanja Dubrovin, Juho Jakkila, Juha Aaltonen, Miia Kumpumäki ja Bertel Vehviläinen

Suomen ympäristökeskus

2017

Sisältö

1. Alkusanat	4
2. Padotus- ja juoksutusselvityksen taustaa	5
3. Vesistöalueen hydrologia	6
3.1. Vesistöalueen kuvaus	6
3.2. Ilmastonmuutoksen vaikutusten huomioon ottaminen	7
3.3. Sadanta ja lämpötila	9
3.4. Lumi	10
3.5. Virtaama	10
3.6. Vedenkorkeus	12
4. Vesistön käyttö	13
4.1. Vesistön vesitaloushankkeet	13
4.2. Säännöstelyn toteutus	16
5. Arvio vesistön vahinkopotentialista tulvien ja kuivuuden osalta	19
5.1. Toteutuneet tulvatilanteet ja nykytilanne	19
5.2. Tulvariskikohteet ja vahinkoarviot	20
5.3. Toteutuneet kuivuustilanteet ja nykytilanne	23
5.4. Ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset tulviin	24
5.5. Ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset vedenkorkeuksiin ja virtaamiin kuivuustilanteissa	26
6. Selvitetyt vaihtoehdot tulva- ja kuivuusriskien hallitsemiseksi	27
6.1. Kyrösjärven säännöstelylupaun poikkeamismahdollisuus	28
6.2. Mallasveden osallistuminen Kokemäenjoen jäädytysajoon	29
6.3. Keurusselän jäädytysajo	30
6.4. Jäädytysajojen yhteisvaikutus	31
6.5. Tammelan Pyhäjärven käyttö Huittisten tulvatilanteessa	34
6.6. Mallasveden säännöstely kuivuustilanteessa	34
6.7. Kokemäenjoen virtaaman lisäys kuivuustilanteessa	36
7. Sidosryhmäyhteistyö	37
8. Vesitaloushankkeiden vaikutusmahdollisuudet ja muutostarpeet	38
8.1. Rauta-Kulovesi	38
8.2. Kyrösjärvi	38
8.3. Mahnalanselkä-Kirkkojärvi	38
8.4. Pyhäjärvi ja Vanajavesi	38
8.5. Näsijärvi	39
8.6. Mallasvesi ja sen yläpuoliset vesistöalueet	39
8.7. Keurusselkä, Ähtärinjärvi ja Ouluvesi	40
8.8. Tammelan Pyhäjärvi	40
8.9. Muut vesitalousluvut	41

8.10.	Toimenpiteiden vaikutuksista	41
9.	Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet.....	42
9.1.	Yleisiä johtopäätöksiä.....	42
9.2.	Syys- ja talvitulvat ml. hyydetulvat.....	42
9.3.	Kevät- ja kesätulvat (kevätkuoppa)	43
9.4.	Kuivuustilanteet.....	43
10.	Lähdeluettelo.....	46

1. Alkusanat

Kokemäenjoen vesistöalueen padotus- ja juoksutusselvitys (KOPSU) laadittiin vuosina 2015-2017 Varsinais-Suomen ELY-keskuksen johdolla yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE), Pirkanmaan ELY-keskuksen ja Hämeen ELY-keskuksen kanssa.

Padotus- ja juoksutusselvityksessä tutkittiin olemassa olevia vesistösäännöstelyitä sekä muita vedenkorkeuksiin ja virtaamiin merkittävästi vaikuttavia vesitaloushankkeita, joilla vesistöalueen tulvasta tai kuivuudesta aiheutuvia yleiseltä kannalta haitallisia vaikutuksia ja vahingollisia seurauksia voidaan vähentää. Selvitys on osa Kokemäenjoen tulvariskien hallintasuunnitelmassa esitettyjä toimenpiteitä ja yhdessä muiden toimenpiteiden kanssa selvityksessä esitetyt toimenpiteet voivat vähentää tulva- ja kuivuusriskejä. Tässä selvityksessä keskityttiin niihin juoksutustoimenpiteisiin, joilla voidaan vaikuttaa Kokemäenjoen vesistöalueen merkittävien tulvariskialueiden, Porin ja Huittisten, tulvatilanteisiin sekä kuivuustilanteisiin vesistön alaosassa asti. Muilla vesistön osa-alueilla voi olla tarpeen laatia erillisiä paikallisia selvityksiä.

Tässä työssä pyrittiin hyödyntämään jo olemassa olevaan tutkimusaineistoa. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen vaikutusten arvioinnissa käytettiin tulvariskien alustavan arvioinnin (2011) ja tulvariskien hallintasuunnitelman (2015) aikaisia tietoja, joita täydennettiin erikseen tunnistetuilla lisälaskennoilla. Lisälaskennat koostuivat mm. Kokemäenjoen jäädytysajon laajentamisesta Kyrösjärveen sekä tehostetusta säännöstelystä kuivuuden torjunnassa. Kaikissa simuloinneissa oletettiin, että vesistön uomasto on nykyisen kaltainen. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sedimentaation ja eroosion vaikutusta kuten Kokemäenjoen suiston kehitystä tai mahdollisia suunniteltuja uomanmuokkaustoimenpiteitä ei ole huomioitu.

Samanaikaisesti padotus- ja juoksutusselvityksen kanssa tehtiin Pirkanmaan keskeisten järvien kehittämiselvitys (PIRSKE) (Dubrovin ym. 2017), jossa muodostettiin päivitetty säännöstelysuositukset koskien Näsijärven, Vanajaveden, Pyhäjärven ja Iso-Kuloveden säännöstelyjä sekä laadittiin suositukset Kyrösjärven ja Mahnalanselkä-Kirkkojärven säännöstelyille. Molemmissa hankkeissa otettiin huomioon ilmastonmuutoksen vaikutus, mutta kehittämiselvityksessä tarkastelun pääpaino oli tavanomaisemmissa vesitilanteissa. Siinä ilmastonmuutoksen lisäksi huomioitiin erilaisia vesistön käytön ja tilan tavoitteita, joista jälkimmäisiä on esitetty mm. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmassa. Padotus- ja juoksutusselvitys keskittyi tulva- ja kuivuustilanteiden hallintaan. Näissä kahdessa hankkeessa on kuitenkin tehty paljon yhteistyötä ja hyödynnetty toistensa tuloksia.

KOPSU- ja PIRSKE-hankkeilla eli Kokemäenjoen vesistöalueen säännöstelytarkasteluilla toimi yhteinen ohjausryhmä, joka kokoontui vuosien 2015-2017 aikana yhteensä 12 kertaa. Ohjausryhmään oli nimetty jäseniksi:

Yksikön päällikkö Ari Nygren, Pirkanmaan ELY-keskus (31.12.2015 asti)
Yksikön päällikkö Heidi Heino, Pirkanmaan ELY-keskus (1.1.2016 alkaen)
Johtava vesitalousasiantuntija Diar Isid, Pirkanmaan ELY-keskus
Johtava vesitalousasiantuntija Olli-Matti Verta, Varsinais-Suomen ELY-keskus
Vesitalousasiantuntija Merja Suomalainen, Hämeen ELY-keskus
Johtava hydrologi Bertel Vehviläinen, Suomen ympäristökeskus
Kehitysinsinööri Tanja Dubrovin, Suomen ympäristökeskus

Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi 31.12.2015 asti Ari Nygren ja 1.1.2016 alkaen Diar Isid. Sihteerinä toimi Tanja Dubrovin. Nimettyjen jäsenten lisäksi ohjausryhmän kokouksiin osallistui asiantuntijoina projektiryhmän jäseniä käsiteltävistä aiheista riippuen.

Padotus- ja juoksutusselvityksen mallilaskennat sekä tietojen koostaminen raportiksi tehtiin SYKEssä. Kirjoittajien lisäksi SYKE:n Vesikeskuksesta työhön osallistuivat Antti Parjanne ja Mikko Sane tekemällä paikkatietoanalyysijä järvien tulvariskien arviointia varten. Myös Noora Veijalainen ja Mika Marttunen osallistuivat hankkeen suunnitteluun ja kommentointiin. Etelä-Pohjanmaan ja Keski-Suomen ELY-keskukset ovat kommentoineet raporttia alueitaan koskevin osin.

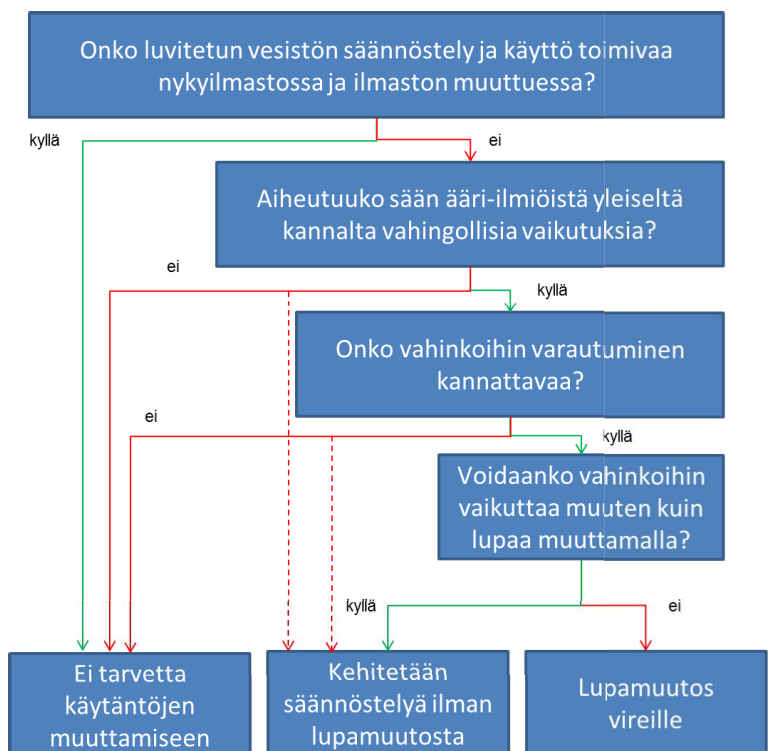
Selvityksen tuloksia käsiteltiin Kokemäenjoen säännöstelyn neuvottelukunnan kokouksessa 31.5.2016, johon osallistui säännöstelijöiden, Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten ja SYKEN edustajat. 17.1.2017 järjestettiin ns. laajennetun tulvaryhmän kokous, jossa käsiteltiin alustavia toimenpideselvityksiä. Lisäksi padotus- ja juoksutusselvityksessä otettiin huomioon PIRSKE-hankkeen sidosryhmätilaisuuksissa esille tulleita näkemyksiä.

2. Padotus- ja juoksutusselvityksen taustaa

Vuoden 2014 alussa vesilakiin (VL 587/2011) lisättiin kehittämistavoite tulva- ja kuivuusriskien hallitsemiseksi, jotta ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautumista voitaisiin parantaa erityisesti sään ja vesiolojen ääri-ilmiöiden kuten tulvien, rankkasateiden, epätavanomaisten jääilmiöiden ja kuivuuden osalta. Tätä tavoitetta varten ELY-keskus vesilain valvontaviranomaisena voi laatia yhteistyössä lupien haltijoiden sekä kuntien ja muiden viranomaisten (ml. pelastus- ja kalatalous) kanssa padotus- ja juoksutusselvityksen toimenpiteistä, joilla tulvasta tai kuivuudesta aiheutuvia yleiseltä kannalta haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää niin, että tulvasta tai kuivuudesta aiheutuvat vahingolliset seuraukset jäävät kokonaisuutena arvioiden mahdollisimman vähäisiksi. (HE 87/2013)

Padotus- ja juoksutusselvityksen perusteella nykyisiä lupamääräyksiä voidaan tarkistaa tai antaa uusia määräyksiä, jos tulvista tai kuivuudesta aiheutuu yleiseltä kannalta vahingollisia vaikutuksia, joita ei muulla tavoin voida vähentää. Laissa tarkoitettuja vahingollisia vaikutuksia ovat mm.:

- yleinen vaara ihmisen hengelle, turvallisuudelle tai terveydelle, (yhteiskunnan ensisijainen arvo)
- suuri vahinko yleiselle edulle (energiantuotanto, liikenneyhteydet, vedenhankinta, muu yhteiskunnan toiminnalle välttämätön infrastruktuuri)
- suuri ja laaja-alainen vahinko yksityiselle edulle.



Kuva 1. Kaaviokuva padotus- ja juoksutusselvityksen etenemisestä ja mahdollisista muutosmenettelyistä.

Valtion valvontaviranomainen voi padotus- ja juoksutusselvityksen perusteella saattaa aluehallintovirastossa vireille hakemuksen yhdelle tai useammalle vesitaloushankkeelle annettuihin lupiin sisältyvien määräysten muuttamiseksi vesilain 3 luvun 21 §:n 1 momentin 4 kohdan nojalla. Vanha lupamääräys voidaan joko korvata täysin uudella tai lupaan voidaan lisätä erityistilanteita koskevia määräyksiä. Mahdolliset omaisuuden kohdistuneet edunmenetykset, joita määräysten täytäntöönpanosta tulva- tai kuivuustilanteissa aiheutuu luvan haltijalle tai muille tahoille, korvataan valtion varoista vesivoiman menetystä lukuun ottamatta.

Eri hankkeiden lupamääräykset voidaan lisäksi sovittaa yhteen tulva- ja kuivuusriskien tehokkaaksi hallitsemiseksi koko vesistöalueella. Kaikkein ei kuitenkaan voida – eikä kannata varautua, mutta lupien tarkistusmenettelyllä voidaan vähentää väliaikaisten menettelyiden hakemisen ja määräämisen tarvetta.

3. Vesistöalueen hydrologia

3.1. Vesistöalueen kuvaus

Pinta-alaltaan noin 27 000 km² suuruinen Kokemäenjoen vesistöalue on Suomen neljänneksi suurin vesistöalue. Järvien osuus vesistöalueen pinta-alasta on noin 11 % eli noin 3 000 km². Järvien osuus painottuu pääasiassa Pirkanmaan järviolueelle, jossa Näsijärven ja Vanajaveden vedet virtaavat Pyhäjärven ja Rauta-Kuloveden kautta Satakunnan halki virtaavaan Kokemäenjokeen. Kokemäenjokeen laskee lisäksi Huittisissa Loimijoki, jonka valuma-alue on runsaat 3 000 km². (VARELY 2015) Kokemäenjoen vesistö kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen.

Kokemäenjoen vesistöalueella on yhdeksän osavaluma-aluetta (taulukko 1, kuva 2), jotka ovat kaikki kooltaan yli 2000 km² suuruisia ja jakautuvat kukin yhdeksään osavaluma-alueeseen.

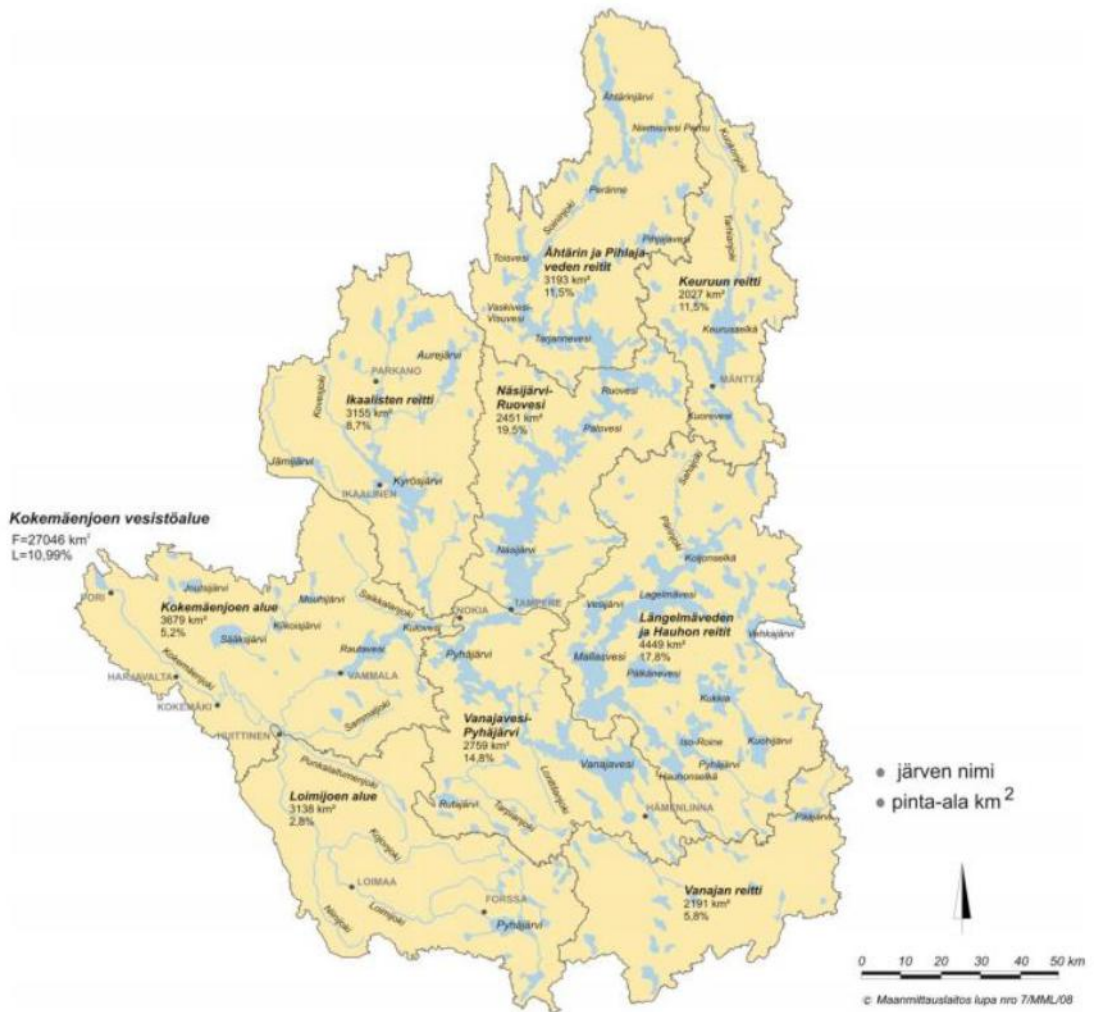
Taulukko 1. Kokemäenjoen vesistön osavaluma-alueet sekä niiden pinta-alat ja järvisuusprosentit

Osa-alueen nimi	Ala (km ²)	Järvisuus (%)
Kokemäenjoen vesistö	27046	11
Kokemäenjoen alue	3679	5
Vanajaveden – Pyhäjärven alue	2759	14
Näsijärven – Ruoveden alue	2452	19
Ähtärin ja Pihlajaveden reittien valuma-alue	3193	11
Ikaalisten reitin valuma-alue	3155	9
Keuruun reitin valuma-alue	2028	11
Längelmäveden ja Hauhon reittien valuma-alue	4450	19
Vanajan reitin valuma-alue	2192	6
Loimijoen valuma-alue	3138	3

Kokemäenjoen vesistöalueen reiteistä pohjoisin on Suomenselällä sijaitseva Ähtärin reitti. Se alkaa Ähtärinjärvestä, joka laskee Väliveden ja Hankaveden kautta Inhanjokea myöten Ouluveteen ja Perännejärveen ja siitä Virtain Toisveteen ja edelleen Tarjanneveteen. Ähtärin reitin itäpuolelta Tarjanneveteen laskee Pihlajaveden reitti. Keuruun reitti, jonka suurimpia järviä ovat Keuruselkä ja Kuorevesi, saa alkunsa Kokemäenjoen vesistöalueen koillisosasta ja yhtyy Ähtärin ja Pihlajaveden reitteihin Ruovedessä. Ruovedestä vesi virtaa Muroleenkosken kautta Näsijärveen ja edelleen Tammerkosken kautta Pyhäjärveen, joka on järviolueen keskusjärvi. (VARELY 2015)

Kokemäenjoen vesistöalueen itäosassa on kaksi suurta, tyypiltään erilaista vesistöreittiä. Längelmäveden-Hauhon reitti on runsasjärvinen. Suurista järvistä siihen kuuluvat Mallasvesi, Roine, Pälkänevesi, Längelmävesi, Vesijärvi, Hauhonselkä, Iso-Roine, Kukkia, Kuohijärvi sekä osin Kymijoen vesistön puolella sijaitsevat Vesijako ja Vehkajärvi. Kaakompaa Puujoelta tuleva Vanajan reitti on vähäjärvinen. Valkeakosken kautta laskeva Längelmäveden-Hauhon reitti ja Vanajan reitti kohtaavat Vanajavedessä, joka laskee Kuokkalankosken kanavan ja Herralanvirran padon kautta Pyhäjärveen. (VARELY 2015)

Pyhäjärvi laskee Nokian Melon voimalaitoksen kautta Iso-Kuloveteen, jossa siihen yhtyy pohjoisesta tuleva Kyrösjärven reitti. Iso-Kulovesi koostuu kolmesta järvestä, jotka ovat Kulovesi, Rautavesi ja Liekovesi. Kokemäenjoki on vesistöalueen laskujoki. Se alkaa Liekovedestä ja laskee Selkämereen Pihlavanlahdelle. Joen pituus Porin Pihlavanlahden ja Liekoveden välillä on 110 km ja kokonaisputouskorkeus 57 m. Jokijakson suurin järvi on Kokemäellä sijaitseva Sääksjärvi. (VARELY 2015)



Kuva 2.1. Kokemäenjoen vesistöalue. (© SYKE; hallinnolliset rajat © Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659)

Kuva 2. Kokemäenjoen vesistöalue (VARELY 2015).

Sekä vesistöalueen järvisyydellä että sen eri reittien maantieteellisellä sijainnilla on merkittävä vaikutus vesistöalueen hydrologiaan. Vähäjärviseltä Loimijoen vesistöalueelta vesi virtaa nopeasti Kokemäenjokeen, kun taas järvalueella vesi viipyy järvissä pidempään. Pohjoisemmalla Näsijärven reitillä kevään tulovirtaamat ovat tyypillisesti suurimmillaan vasta pari viikkoa Vanajaveden reitin suurimpien tulovirtaamien jälkeen. (VARELY 2015)

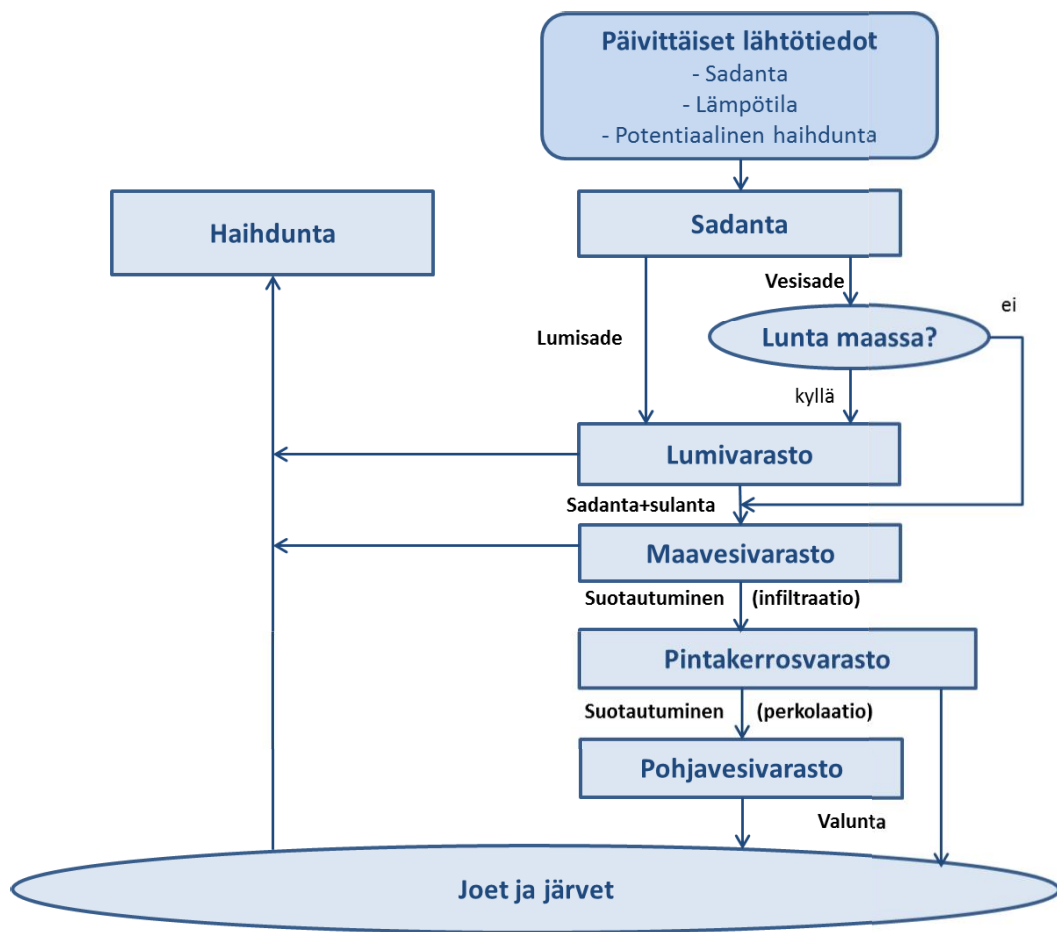
Oma erityispiirteensä Kokemäenjoessa on jokisuiston muutos, jossa rantaviiva siirtyy merelle päin maankohoamisen ja sedimentaation tuloksena. Tästä johtuen joen alaosan yksiuomainen osuus pitenee. Varsinkin yksiuomaiset osuudet joen alaosalla (Porin Kirjurinluodosta ylävirtaan sekä ennen Pihlavanlahtea) ovat hyyde- ja jäänlähtöpatotilanteissa kriittisiä, sillä uoman kapasiteetin pienentyessä vedellä ei ole muuta reittiä kuin tulvia uomasta ulos. (Cripps ym. 2011, Kämäri ym. 2015)

3.2. Ilmastonmuutoksen vaikutusten huomioon ottaminen

Padotus- ja juoksutusselvityksen keskeinen osa on ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen tulvien, rankkasateiden, epätavanomaisten jäälmiöiden ja kuivuuden kaltaisten sään ja vesiolojen ääri-ilmiöiden osalta.

Tässä selvityksessä ilmastonmuutoksen vaikutuksia on arvioitu Vesistömallijärjestelmällä (Vehviläinen ym. 2005, kuva 3), joka on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty veden kiertoa mallintava valtakunnallinen järjestelmä. Sitä sovelletaan sekä operatiivisessa ennustekäytössä että tutkimustarkoituksiin. Malli voidaan kalibroida olemassa olevien havaintojen pohjalta ja siihen syötettävät lähtötiedot (lämpötila, sadanta, potentiaalinen haihdunta) yhdessä valuma-alueen ominaisuuksien kanssa antavat tietoa mm. lumen vesiarvon kehittymisestä, pohjavesistä sekä veden virtauksesta kohti valuma-alueen purkupistettä. Mallin tuloksista voidaan eritellä esim. jokien virtaamat ja järvien

tulovirtaamat. Vesistömallijärjestelmään on mahdollista ohjelmoida säännöstelyohjeita ja siten tehokkaasti laskea pitkiäkin ajanjaksoja.

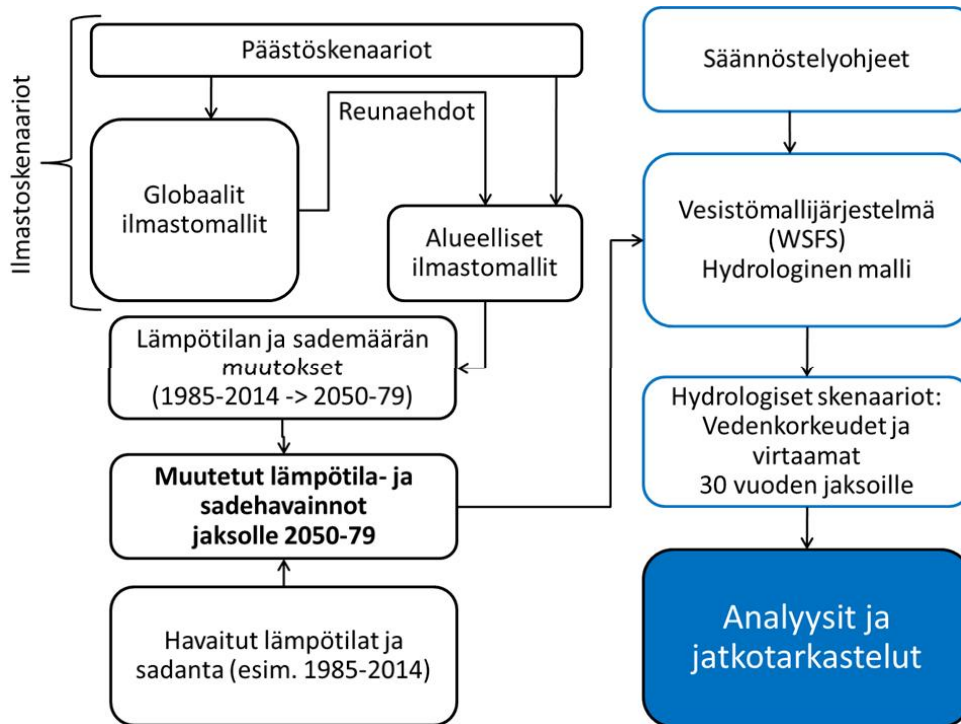


Kuva 3. Periaatekuva Vesistömallijärjestelmän toiminnasta.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia arvioitiin jaksoille 2020–2049 ja 2050–2079 käyttäen vertailujaksona vuosia 1985–2014. Ilmastonmuutoskenaario on muodostettu seitsemästä alueellisesta ilmastomallista lasketuista keskimääräisistä lämpötilan ja sademäärän muutoksista. Ilmastonmuutoksen huomiointi ilmakehän päästökkenaarioista, globaalien ja alueellisten ilmastomallien kautta hydrologiseen malliin on esitetty kaaviona kuvassa 4.

Vesistömallijärjestelmän lähtötietoina käytettiin vertailujakson 1985–2014 havaittuja sateita ja lämpötiloja. Ilmastonmuutos huomioitiin poikkeuttamalla vertailujakson lämpötiloja ja sadantoja ilmastomallien jaksoille 2020–2049 ja 2050–2079 simuloimien kuukausittaisten lämpötilojen ja sadantojen muutoksella.

Tässä selvityksessä käytetty vertailujakso 1985–2014 valittiin, jotta vertailujakson tulokset kuvaisivat mahdollisimman hyvin nykyilmastoa ja viime vuosikymmenten säännöstelykäytäntöjä. Aiemmin Kokemäenjoen vesistölle tehdyissä tarkasteluissa, joiden tuloksiin tässä raportissa myös viitataan, on käytetty vertailujaksoa 1971–2000 ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia on tarkasteltu jaksoille 2010–39, 2040–2069 ja 2070–99 (Veijalainen ym. 2012, VARELY 2015). Näissä tarkasteluissa menetelmän periaate on ollut sama, mutta käytössä on ollut enemmän globaaleihin ilmastokenaarioihin perustuvia tuloksia, kun tässä selvityksessä käytetyt skenaariot pohjautuvat alueellisten ilmastokenaarioiden tuloksiin.



Kuva 4. Periaatekuva ilmastomuutoksen simuloimisesta Vesistömallijärjestelmällä.

3.3. Sadanta ja lämpötila

Taulukko 2 kuvaa aluesadannan kuukausiarvoja ja vuosikeskiarvoja Kokemäenjoen vesistöalueen eri osissa vuosina 1971-2000. Taulukossa on lisäksi koko vesistöalueelle esitetty jakson 2040-2069 ilmastomuutoskenaarioiden mukainen ennuste sadannan keskimääräiselle muutokselle sekä muutoksen 90 % vaihteluväli. Alueelliset erot keskimääräisessä sadannassa ovat pieniä niin kuukausi- kuin vuositasollakin.

Taulukko 2. Kuukausisadannat Kokemäenjoen vesistön eri alueilla nykyilmastossa ja arviot jaksolla 2040-2069 (VARELY 2015, Ympäristöhallinto 2008 mukaan)

Kuuka usi	Vanajavesi, Kuokkalan- koski	Näsijärvi, Tammer- koski	Loimijoki, Maurialan- koski	Kokemäenjoen vesistöalue, Harjavalta		
				1971-2000	Muutos 2040-2069	
	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	Keskiarvo	90 % vaihteluväli
Tammi	43	44	45	44	10 %	1...20 %
Helmi	31	30	32	31	13 %	1...24 %
Maalis	35	37	33	36	19 %	0...20 %
Huhti	34	35	34	35	9 %	-3...20 %
Touko	35	37	34	36	6 %	-8...20 %
Kesä	57	63	59	60	8 %	-4...21 %
Heinä	79	83	75	81	4 %	-9...17 %
Elo	81	83	79	81	4 %	-7...15 %
Syys	61	66	60	64	6 %	-5...19 %
Loka	62	61	62	62	6 %	-1...14 %
Marras	56	57	59	57	12 %	3...21 %
Joulu	48	48	50	48	11 %	4...18 %
	622	644	622	635	8%	3..12 %

Aluesadannan kuukausiarvojen ennätykset tehtiin heinäkuussa 1979, jolloin koko Kokemäenjoelle laskettiin sataneen Harjavallan yläpuolisella valuma-alueella 167 mm, Loimijoella Maurialankosken valuma-alueella 166 mm, Tammerkosen valuma-alueella 168 mm ja Vanajaveden valuma-alueella 180 mm. Kokemäenjoen alueen vuosisadantasummien ennätys on noin 800 mm (2008) keskimääräisen sadesumman ollessa noin 600 mm.

Skenaariot ilmastonmuutoksen vaikutuksesta lämpötilaan ja sadantaan ovat peräisin Ilmatieteen laitokselta (Ruosteenoja ja Jylhä 2007). Sadannan ennustetaan kasvavan ilmastonmuutoksen myötä. Vuosisadannan muutos on 1-6 % jaksolle 2010–39, 5-9 % jaksolle 2040–69 ja 8-16 % jaksolle 2070–99 mennessä kun verrataan jaksoon 1971–2000. Sadannan muutoksessa erot eri ilmastoskenaarioiden välillä ovat suuria. Sadannat kasvavat keskimäärin eniten marraskuun maaliskuun välisenä aikana ja vähiten kesällä. Kesäiset rankkasateet voivat kuitenkin voimistua ja toisaalta kuivat jaksotkin saattavat yleistyä. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta vuoden keskilämpötila nousisi Kokemäenjoen vesistöalueella 1,0–1,9 astetta jaksolle 2010–39, 2,0–3,1 jaksolle 2040–69 ja 3,0–5,0 jaksolle 2070–99 kun verrataan referenssijaksoon 1971–2000. Talvilämpötilojen ennustetaan nousevan keskimääräistä lämpenemistä enemmän ja kesälämpötilojen vähemmän.

3.4. Lumi

Lumen vesiarvon alueellisia arvoja on esitetty taulukossa 3. Tarkastelujaksona on käytetty ajanjaksoa 1970/71 – 1999/2000. Lumen vesiarvon havaitut maksimiarvot ajoittuvat huhtikuun mittauksiin. Talvella 1983-84 lumen vesiarvo oli Tammerkoskella 215 mm ja Harjavallassa 183 mm.

Taulukko 3. Lumen vesiarvoja (mm) vuosijaksolta 1970/71 – 1999/2000 sekä ilmastonmuutosskenaarioiden mukaisena jaksolta 2040- 2069 (VARELY 2015, Ympäristöhallinto 2008 mukaan).

		16.11.	16.12.	16.1.	16.2.	16.3.	1.4.	16.4.
		Keskimääräinen lumen vesiarvo						
Kuokkalankoski	(mm)	6	20	42	65	78	76	42
Tammerkoski	(mm)	9	30	57	84	99	101	67
Harjavalta	(mm)	7	22	45	69	84	82	48
Maurialankoski	(mm)	4	14	33	56	67	62	25
Kokemäenjoki 2040-69, 90 % vaihteluväli	muutos (%)	-83... -68	-75... -37	-85... -37	-82... -33	-84... -40	-92... -54	-96... -66
		Suurin lumen vesiarvo						
Kuokkalankoski	(mm)	36	51	102	127	146	170	127
Tammerkoski	(mm)	43	78	123	173	193	215	146
Harjavalta	(mm)	37	55	100	143	160	183	122
Maurialankoski	(mm)	34	44	76	126	137	161	120
Kokemäenjoki 2040-69, 90 % vaihteluväli	muutos (%)	-60... -35	-52... -18	-74... -37	-74... -30	-75... -26	-83... -42	-88... -50

Leutoina ja vesisateisina talvina osa lumista sulaa jo talven aikana, lumipeitteinen aika lyhenee ja lumeen varastoitunut vesimäärä pienenee. Lumen määrä vähenee jaksolle 2040–69 mennessä huomattavasti referenssijaksoon verrattuna. Lunta alkaa kertyä nykyistä myöhemmin ja se sulaa aikaisemmin ja lumen määrä väheneekin eniten alkutalvesta ja keväällä. Erot eri skenaarioiden ja laskennassa käytettävien eri menetelmien välillä ovat kuitenkin hyvin suuria. Suurimmat lumen vesiarvot pienenevät prosentuaalisesti vähemmän kuin lumi keskimäärin.

3.5. Virtaama

Kokemäenjoen vesistöalueella seurataan virtaamia jatkuvasti noin 30 mittauspisteessä. Kokemäenjoen keski- ja alaosan tulvariskien hallinnan kannalta tärkeitä virtaaman havaintopaikkoja ovat Harjavallan voimalaitos ja ympäristöhallinnon havaintopaikka Maurialankoskessa Loimijoessa. Kummankin havaintopaikan havainnot alkavat vuonna 1931 ja seurannat jatkuvat edelleen. Kokemäenjoen järvalueen säännöstelyn kannalta keskeisiä virtaaman havaintopaikkoja ovat mm. Melon voimalaitos Nokialla, Tammerkosen voimalaitos Tampereella, Muroleenkoski, Herralanvirran pato Lempäälässä sekä Valkeakosken voimalaitos (Taulukko 4). (VARELY 2015)

Taulukko 4. Virtaaman keski- ja ääriarvoja Kokemäenjoen vesistöalueella. Virtaamatiedot ovat vuorokausikeskiarvoja. Porin virtaamat on laskettu Harjavallan virtaamista valuma-alueiden pinta-alojen suhteella (VARELY 2015, Ympäristöhallinto 2008 mukaan).

	Mittaus- historian suurin havaittu virtaama HQhavaittu (havaintovuosi)	HQ (m ³ /s) (1971- 2000)	MHQ (m ³ /s) (1971- 2000)	MQ (m ³ /s) (1971- 2000)	NQ (m ³ /s) (1971- 2000)
Pori, Kokemäenjoki (laskettu)	947 (1966)	890	637	245	2
Harjunpäänjoki (3510600)	47 (1970)	47	28	4,7	0
Harjavalta, Kokemäenjoki (3510450)	918 (1966)	863	618	238	2
Maurialankoski, Loimijoki (3509400, 3509410)	513 (1966)	328	192	24	0
Äetsä, Kokemäenjoki (3509052)	564 (1988)	564	417	187	26
Hartolankoski (3508750)	543 (1975)	543	408	186	29
Kyröskoski (3508250)	122 (2004)	121	83	29	0
Nokia (3507450)	419 (1975)	419	320	144	0
Tammerkoski (3506950)	247 (1988)	247	160	72	0
Muroleankoski (3506200)	269 (1899)	231	122	59	14
Lempäälä+Kuokkalankoski (3503360)	229 (1975)	229	156	72	18
Valkeakoski (3501650)	109 (1977)	109	64	36	4

Keskivirtaamatilanteessa noin 60 % Kokemäenjoen kokonaisvirtaamasta tulee Pirkanmaan järviolueelta. Tämä vesimäärä jakautuu tasan Iso-Tarjanneveden-Näsijärven reitiltä ja Iso-Längelmäveden-Vanajaveden reitiltä tulevan virtaaman välillä. Kyrösjärven reitiltä tulee hieman yli 10 % kokonaisvirtaamasta. Loimijoen virtaama on keskimäärin noin 10 % Kokemäenjoen kokonaisvirtaamasta. Loput 20 % kokonaisvirtaamasta tulee Kokemäenjoen jokiosuuden lähivaluma-alueilta. Tulvavirtaamilla virtaamien suhde muuttuu ja suurimmillaan tulvahuippujen aikaan yli puolet Kokemäenjoen virtaamasta on peräisin Loimijoesta ja jokiosuuden lähivaluma-alueilta. (VARELY 2015)

Ilmastonmuutoksen ennustetaan kasvattavan Kokemäenjoen virtaamaa jonkin verran vuositasaalla, mutta erityisesti suurimpien ja pienimpien virtaamien rytmi vuoden sisällä muuttuu. Leudot ja vesisateiset talvet tulevat yleistymään ja lumen sulamisen myötä suurimpien virtaamahuippujen ennustetaan jatkossa esiintyvän Kokemäenjoessa erityisesti talvisaikaan, jolloin myös haihdunta on pientä. Vastaavasti kevään virtaamahuiput pienenevät. (VARELY 2015)

Kokemäenjoen keskimääräinen vuoden suurin virtaama ja havaintojakson simuloitu suurin virtaama kasvoivat kaikilla 14 käytetyllä skenaariolla jaksoilla 2040–69 ja 2070–99. Laskelmissa ei ole huomioitu Kokemäenjoen yläosan järvien lyhytaikaista optimointia, joilla tulvahuippujen virtaamaa pystytään lyhytaikaisesti pienentämään. Sekä referenssijakso että tulevaisuuden jaksot on kuitenkin laskettu samoilla oletuksilla, joten virtaamien pitäisi olla vertailukelpoisia. Keväiden aikaistuminen pienentää kesän virtaamia ja lisää kuivien jaksoiden riskiä. (VARELY 2015)

Kokemäenjoen vesistöalueen pienissä joissa ja pienempien jokien virtaamapisteissä kevättulvat ovat yleensä nykyilmaston suurimpia tulvia. Kun kevättulvien suurus ilmastonmuutoksen vaikutuksesta pienenee, voi tulvariski kokonaisuudessa pienetä. Syys- ja talvitulvien ennakoita kuitenkin kasvavat ja riippuu paikallisesta hydrologiasta muodostuvatko ne yhtä suuriksi kuin nykyiset kevättulvat. Rankkasateiden on lisäksi ennakoitu kasvavan ja tämä voi lisätä paikallisten rankkasadetulvien suuruutta. Tätä vaikutusta ei ole nyt tehdyissä laskelmissa otettu lainkaan huomioon. Esimerkiksi Maurialankoskella keskimääräiset tulvat pienenevät jaksolle 2040–69 mennessä kaikilla skenaarioilla. Suurimmat tulvat kuitenkin kasvavat hieman joillain skenaarioilla. (VARELY 2015)

3.6. Vedenkorkeus

Suomen ympäristökeskuksen HYDRO-tietojärjestelmässä on Kokemäenjoen vesistöalueelta lähes sata vedenkorkeuden reaaliaikaista havaintoasemaa. Havaintoverkon pisimmät vedenkorkeuden aikasarjat alkavat 1800-luvulta. Porissa vedenkorkeutta on seurattu vuodesta 1921 lähtien ja tällä hetkellä havaintoja saadaan reaaliajassa useasta eri mittauspisteestä. Taulukko 5 sisältää vedenkorkeuden havaittuja ääriarvoja.

Taulukko 5. Vedenkorkeuksien havaittuja keski- ja ääriarvoja tarkastelujaksolla 1971-2000. (VARELY 2015, Ympäristöhallinto 2008 ja Merentutkimuslaitos 2008 mukaan)

Havaintopaikka (tunnus)	Mittaus-historian suurin havaittu vedenkorkeus HWHavaintu (vuosi)	Korkeus-järjestelmä	HW (1971-2000)	MHW (1971-2000)	MW (1971-2000)	NW (1971-2000)
Mäntyluoto	1,20 (1984)				0,14	
Pori (3510700, 3510710, 350720)	2,83 (1975) (3,174)	N60+m (N2000)	2,83 (3,174)	1,41 (1,754)	0,28 (0,624)	-0,64 (-0,296)
Kuhalankoski (3509210)	96,74 (1993, 1994) (97,084)	N60+m (N2000)	96,74 (97,084)	96,49 (96,834)	96,24 (96,584)	95,46 (95,804)
Rautavesi (3508700)	58,02 (1920) (58,7)	NN+ m (N2000)	57,65 (58,33)	57,45 (58,13)	57,27 (57,95)	56,52 (57,2)
Kyrösjärvi (3508210)	84,53 (1936) (85,21)	NN+ m (N2000)	84,45 (85,13)	83,73 (84,41)	83,01 (83,69)	82,29 (82,97)
Pyhäjärvi, Näppilä (3503410)	77,19 (1964,-74,- 75) (77,87)	NN+ m (N2000)	77,19 (77,87)	77,14 (77,82)	76,86 (77,54)	75,92 (76,6)
Näsijärvi (3506920)	96,55 (1899, Murole) (97,23)	NN+ m (N2000)	95,51 (96,19)	95,40 (96,08)	95,01 (95,69)	93,92 (94,6)
Keuruselkä, Mänttä (3505600)	106,89 (1899, Kolho) (107,57)	NN+ m (N2000)	106,59 (107,27)	105,90 (106,58)	105,30 (105,98)	104,79 (105,47)
Palovesi, Murole (3506200)	97,37 (1899) (98,05)	NN+ m (N2000)	97,14 (97,82)	96,39 (97,07)	95,85 (96,53)	95,32 (96)
Vanajavesi, Konhonselkä (3503010)	81,49 (1899, Hämeenlinna) (82,17)	NN+ m (N2000)	79,67 (80,35)	79,54 (80,22)	79,14 (79,82)	78,08 (78,76)
Mallasvesi, Apia (3501600)	85,19 (1899) (85,87)	NN+ m (N2000)	84,61 (85,29)	84,28 (84,96)	83,93 (84,61)	83,46 (84,14)
Längelmävesi, Kaivanto (3500600)	84,70 (1924) (85,38)	NN+ m (N2000)	84,68 (85,36)	84,32 (85)	83,96 (84,64)	83,48 (84,16)

Vedenkorkeuksilla on selvä vuodenaikainen vaihtelu, johon vaikuttavat mm. sadannan vuotuinen vaihtelu, sateen varastoituminen maaperään ja vesistöihin, lumen kertyminen ja sulanta, haihdunnan vuodenaikaisvaihtelu, valuma-alueen koko ja järvisyys. Luonnontilaisissa järvissä vedenkorkeuksilla on Kokemäenjoen vesistöalueella yleensä kaksi minimiä ja kaksi maksimia siten, että alimmat vedenkorkeudet esiintyvät alkukevällä ja loppukesällä ja ylimmät vedenkorkeudet puolestaan keväisin ja syksyisin. Vedenkorkeuksien vaihtelu vuosien välillä on suurta. (VARELY 2015)

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta erityisesti luonnontilaisten järvien vedenkorkeuksien rytmii muuttuu. Lämpötilan nousun myötä vesisateet yleistyvät ja talvella ne sulattavat kohonneiden lämpötilojen ohella lunta kasvattaen valuntaa ja vedenkorkeuksia. Vesistön latvoilla korkeimmat vedenkorkeudet saavutetaan keväällä nykyistä aiemmin ja tämän jälkeen vedenkorkeudet laskevat pidemmän kesän ja kasvavan haihdunnan vuoksi kesän mittaan nykyistä alemmaksi. Lumen sulamisesta aiheutuvat kevättulvat pienenevät ja niissä pienissä järvissä, joissa kevättulvat ovat olleet selvästi suurimpia tulvia, tulvariski saattaa pienetä. Syksyn ja alkutalven vedenkorkeudet riippuvat voimakkaasti loppukesän ja syksyn sateisuudesta. Alempana vesistön keskusjärvissä korkeimpien vedenkorkeuksien ajoitus siirtyy keväältä talveen ja kuivien kesien riski kasvaa kevään aikaistumisen vuoksi huomattavasti. (VARELY 2015)

4. Vesistön käyttö

4.1. Vesistön vesitaloushankkeet

Säännöstelyjä Suomessa hoitavat tavallisimmin voimayhtiöt tai ELY-keskukset. Silloin, kun hankkeella on laajalle ulottuvia vaikutuksia, voi valtio olla säännöstelyluvan haltija. Säännöstelyllä on vaikutustensa vuoksi käytännössä oltava vesilain mukainen lupa.

Kokemäenjoen vesistöalueen säännöstelyjä hoidetaan osittain ELY-keskusten ja osittain säännöstelyyhtiöiden tai muiden luvanhaltijoiden toimesta. Seuraaviin taulukoihin on koottu Kokemäenjoen vesistöalueen säännöstelyhankkeet (taulukko 6), luonnonmukaisesti juoksutettavat järvet (taulukko 7), merkittävimmät vesivoimalaitokset (taulukko 8), merkittäviä yhdyskuntien pintavedenottamoita (taulukko 9) sekä joitain muita vesitalouslupia (taulukko 10). Säännöstelylupien osalta on taulukkoon 6 merkitty myös ILMAVA-hankkeessa (Dubrovin 2015) tehty arvio luvan ilmastonmuutoksesta johtuvasta luvan muutostarpeesta lyhyellä tai pidemmällä aikavälillä sekä se miten luvassa on määrätty vedenkorkeuden kevättalvisen alentamisen eli ns. kevätkuopan tekemisestä. Voimalaitoksista on esitetty vain merkittävimmät, ja esimerkiksi Loimijoessa on useita pienempiä voimalaitoksia joita ei ole taulukossa.

Taulukko 6. Kokemäenjoen vesistöalueen säännöstelyluvut (Säännöstelytietojärjestelmä). Kahdessa viimeisessä sarakkeessa on ILMAVA- hankkeessa (2015) tehty luokittelu luvassa määrätystä vedenkorkeuden alentamisesta keväällä (kevätkuoppa) ja arvio ilmastonmuutoksesta aiheutuvasta luvan tarkistamisen tarpeesta.

Säännösteltävät järvet	Vesistö- alue	ELY- keskus	Luvanhaltija	Määräys kevätkuopasta luvassa	Luvan tarkista- mistarve ilmaston- muutok- sen takia
Rautavesi Kulovesi Liekovesi	35.131	PIRELY	Kokemäenjoen säännöstely-yhtiö	Kalenteriin sidottu, ei ehdoton	Kyllä
Joutsijärvi Palusjärvi (Kullaanjoen järjestely)	35.143	VARELY	Varsinais-Suomen ELY	Kalenteriin sidottu, ei ehdoton	Luultavasti ei
Kiikoisjärvi Mouhijärvi Kourajärvi (Marjajärven vesijätön kuivatus)	35.153	PIRELY	Pirkanmaan ELY	Kalenteriin sidottu	Kyllä
Pyhäjärvi Vanajavesi	35.211	PIRELY	Pirkanmaan ELY	Kalenteriin sidottu (Pyhäjärvi) Ei (Vanajavesi)	Kyllä
Kortejärvi Rutajärvi Nuutajärvi	35.286 35.287	PIRELY	Korte- Ruta- ja Nuutajärven laskuyhtiö	Joustava	Luultavasti kyllä
Matkunjärvi (Ihanajoen järjestely)	35.287	PIRELY	Ihanajoen järjestely- yhtiö	Ei	Luultavasti ei
Näsijärvi	35.311	PIRELY	Näsijärven säännöstely-yhtiö	Kalenteriin sidottu	Kyllä
Metterinjärvi (Soininkosken voimalaitos)	35.422	PIRELY	Killin Voima Oy	Ei	Luultavasti ei
Vuolteenjärvi Iso Vehkajärvi (Killinkosken voimalaitos)	35.423	PIRELY	Killin Voima Oy		Luultavasti ei
Ouluvesi	35.431	EPOELY	Koskienergia Oy	Ei	Luultavasti ei
Ähtärinjärvi	35.433	EPOELY	Killin Voima Oy	Kalenteriin sidottu	Kyllä
Mahnalanselkä Kirkkojärvi (Siuronkosken voimalaitos)	35.511	PIRELY	Violan puutarha	Joustava	Luultavasti ei
Kyrösjärvi	35.521	PIRELY	Kyröskosken Voima Oy	Kalenteriin sidottu, joustava	Kyllä
Riuttasjärvi Linnanjärvi	35.533	PIRELY	Killin Voima Oy	Joustava	Luultavasti ei
Vesijärvi (Vääksynjoen voimalaitos)	35.731	PIRELY	Vääksyn kartano	Kalenteriin sidottu	Ehkä
Tehtaanjärvi (Korkeakosken voimalaitos)	35.754	PIRELY	Kosken Voima Oy	Ei	Luultavasti ei
Eteläistenjärvi	35.775	HAMELY	Hämeen ELY	Ei	Ei
Pääjärvi	35.833	HAMELY	Teuronjoen ja Puujoen yläjuoks. järjestely-yhtiö	Kalenteriin sidottu, ei ehdoton	Ehkä
Alasjärvi Kesijärvi Loppijärvi Ojajärvi	35.872 35.873 35.874 35.876	HAMELY	Tervakoski Oy	Kalenteriin sidottu	Ehkä
Pyhäjärvi (Forssa, Tammela)	35.931	HAMELY	Loimijoen yläjuoksun perkausyhtiö	Kalenteriin sidottu	Kyllä
Nerosjärvi	35.783	HAMELY	Suomen Pienvoima Oy	Ei	Ei
Alajärvi	35.892	HAMELY	Hämeenlinnan kaupunki	Kalenteriin sidottu	Kyllä

Ansionjärvi Mommilanjärvi Oriharonjärvi Valkjärvi (Teuronjoen ja Puujoen säännöstelyt)	35.823 35.823 35.834 35.838	HAMELY	Teuronjoen ja Puujoen yläjuoks.järjestely-yhtiö	Joustava, ei ehdoton	Ei
Leineperin pato		VARELY	Varsinais-Suomen ELY		Ei

Taulukko 7. Kokemäenjoen vesistöalueen luonnonmukaisesti juoksetettavat järvet.

Järven nimi	Vesistöalue	Ely-keskus	Luvan saanut juoksetusrakenne	Luvanhaltija
Mallasvesi (Iso-Längelmävesi)	35.711	PIRELY	Valkeakosken voimalaitos	UPM Kymmene Oyj
Keurusselkä	35.621	PIRELY	Mäntänkosken voimalaitos	Mäntän Energia Oy

Taulukko 8. Tärkeimmät vesivoimalaitokset.

Voimalaitos	Ely-keskus	Omistaja	Rakennus -virtaama (m ³ /s)	Lisätieto/Lupapäätökset
Harjavalta	VARELY	Länsi-Suomen Voima Oy	460	Turun ja Porin läänin maaherra 29.12.1937, Nro 638 Turun ja Porin läänin maaherra 16.5.1945, Nro 1001 Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 16.7.2001, Nro 34/2001/2 Etelä-Suomen AVI 1.10.2013, Nro 198/2913/2
Kolsi	VARELY	Kolsin Vesivoimantuotanto Oy	450	
Äetsä	PIRELY	UPM-Kymmene Oyj	360	
Tyrvää	PIRELY	UPM-Kymmene Oyj	320	
Melo	PIRELY	PVO-Vesivoima Oy	420	
Tammerkoski - Yläkoski - Keskikoski - Alakoski	PIRELY	Ylä- ja keskikoski: Tampereen Energiatuotanto Oy Alakoski: Koski-energia Oy	140	
Siuro	PIRELY	Virolan puutarha	27	
Kyröskoski	PIRELY	Kyröskosken Voima Oy	67	
Valkeakoski	PIRELY	UPM-Kymmene Oyj	75	
Mänttä	PIRELY	Mäntän Energia Oy	30	

Taulukko 9. Yhdyskuntien pintavedenottoa. Vedenottomäärät vuodelta 2014 (Vesihuoltolaitostietojärjestelmä VELVET).

Järvi tai joki	Ely-keskus	Vesihuoltolaitos	Vedenottamo	Otettava vesimäärä m ³ /vrk	Lisätietoja
Kokemäenjoki	VARELY	Turun Seudun Vesi	Karhiniemi	61 100	Veden johtaminen Kokemäenjoesta käytettäväksi esikäsittelyn jälkeen Virttaankankaan tekopohjavesilaitoksella maaperään imeytettäväksi vedeksi. Luvan mukaan vettä saadaan ottaa 130 000 m ³ /vrk kuukausikeskiarvona.
Näsijärvi	PIRELY	Tampereen Vesi	Kämenniemi	120	
Näsijärvi	PIRELY	Tampereen Vesi	Polso	100	
Näsijärvi	PIRELY	Tampereen Vesi	Kaupinoja		Ollaan kunnostamassa ja ottamassa käyttöön toiseksi päävedenottamoksi Ruskon rinnalle. Lupa mahdollistaa keskimäärin 53 000 m ³ /vrk vedenottomäärän.
Mallasvesi	PIRELY	Valkeakosken kaupungin vesihuoltolaitos	Tyrynlahti	8 000	
Roine	PIRELY	Tampereen Vesi	Rusko	37 800	
Tuurujärvi	VARELY	Porin Vesi	Tuurujärvi	17 700*	Vedenotto tekopohjaveden imeytykseen

* v. 2013

Taulukko 10. Muita vesitalouslupia.

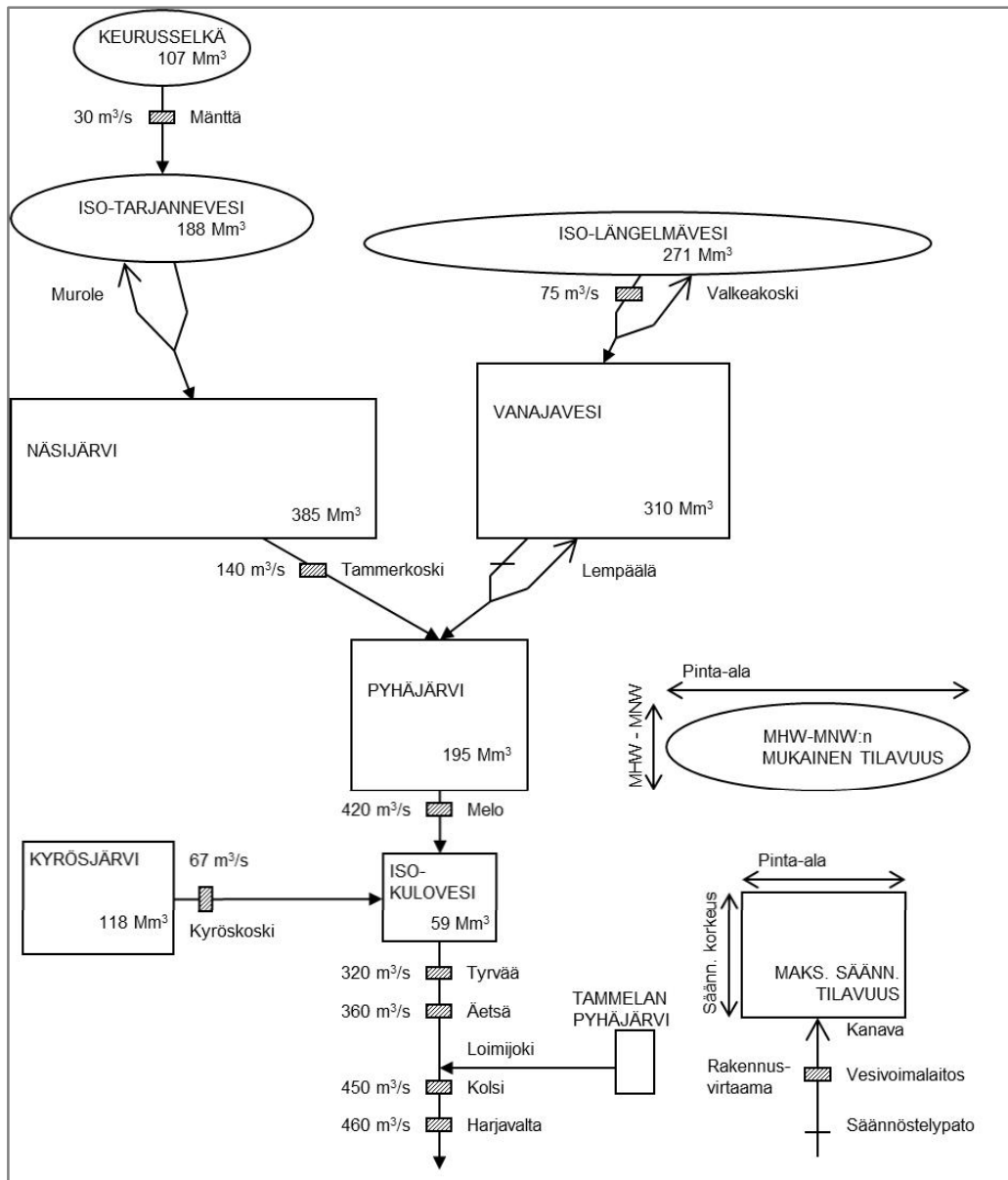
Luvan nimi	Ely-keskus	Luvan kuvaus
Punkalaitumenjoen perkaus	PIRELY	Perkaukseen liittyy säännöstelypadon kaltainen rakenne, jolla yksinkertaiset juoksutusohjeet.
Kaukajärvi	PIRELY	Pohjapato ja teollisuuden vedenotto.

4.2. Säännöstelyn toteutus

Näsijärven ja Pyhäjärven välistä virtaamaa on hyödynnetty vesivoiman tuotantoon jo 1800-luvulta asti ja Näsijärven vedenkorkeuksiin on ruvettu vaikuttamaan jo 1920-luvulla. Kokemäenjoen vesistöalueen järvien säännöstelyt on nyky muodossaan aloitettu pääosin 1950–1970-luvuilla ja jokiosuuden 1920–50-luvuilla. Säännöstelyjen alkuperäisinä tavoitteina on ollut vesivoimatuotannon, uiton ja vesiliikenteen edistäminen sekä tulvasuojelu. Keskeisenä tavoitteena on ollut virtaamien tasaaminen vuositasolla sekä järviolueella että alapuolisella Kokemäenjoella. Tätä kutsutaan vuosisäännöstelyksi.

Kokemäenjoella harjoitetaan voimakasta lyhytaikaissäännöstelyä. Sillä tarkoitetaan vesistön virtaaman muuttamista vuorokauden (vuorokausisäännöstely) tai viikon (viikkosäännöstely) aikana sähköenergian tarpeen mukaisesti. Suuret ja nopeat virtaaman vaihtelut ovat lyhytaikaissäädölle tyypillisiä.

Kokemäenjoen vesistöalueen kaaviokuva keskeisine järvineen sekä voimalaitoksineen on esitetty kuvassa 5.

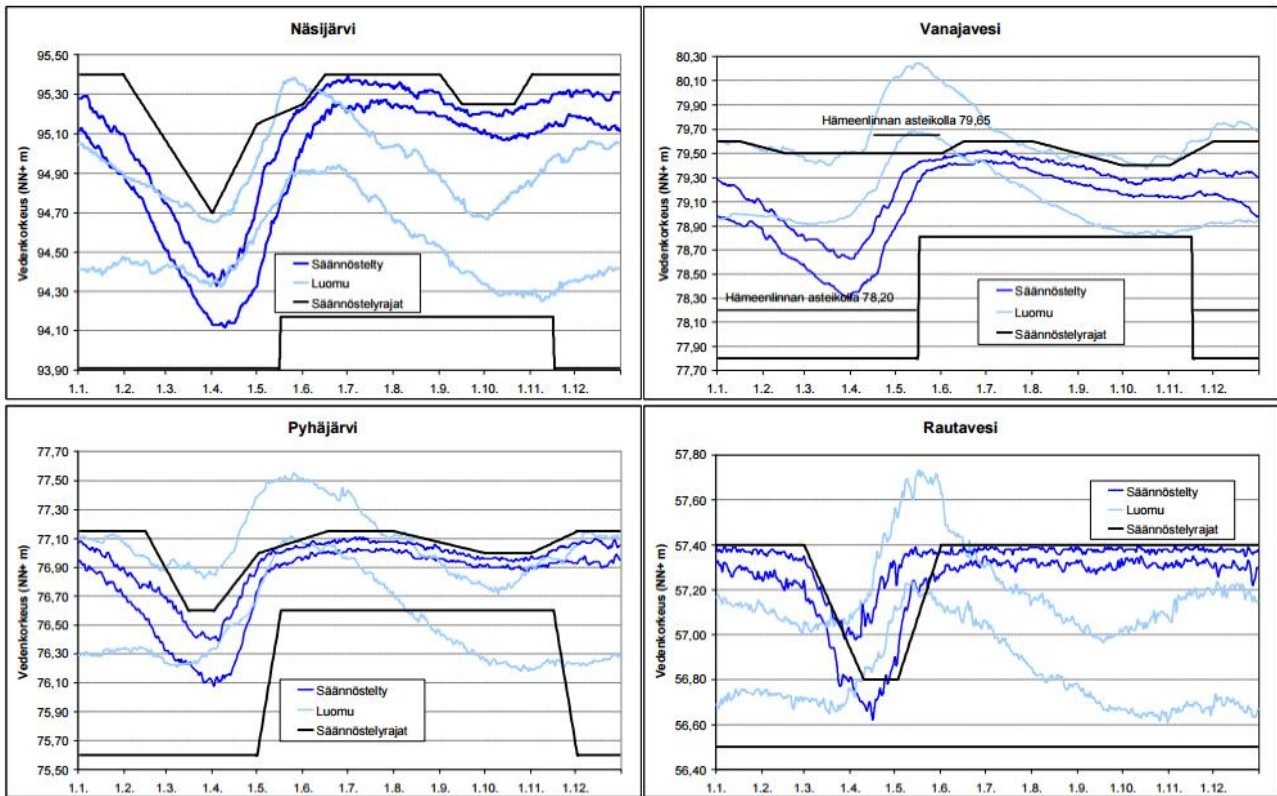


Kuva 5. Vesistöalueen kaaviokuva. Suorakaiteenmuotoiset järvet ovat säännösteltyjä, soikionmuotoiset luonnontilaisia. Maksimisäätötilavuudet ovat teoreettisia tilavuuksia sääntelyn alarajalta ylärajalle, käytännön sääntelymahdollisuudet ovat sääölojen, juoksutusrajoitteiden ja -mahdollisuuksien sekä vesistön eri käyttömuotojen huomioimisen vuoksi merkittävästi pienemmät. (Mukaieltu VARELY 2015)

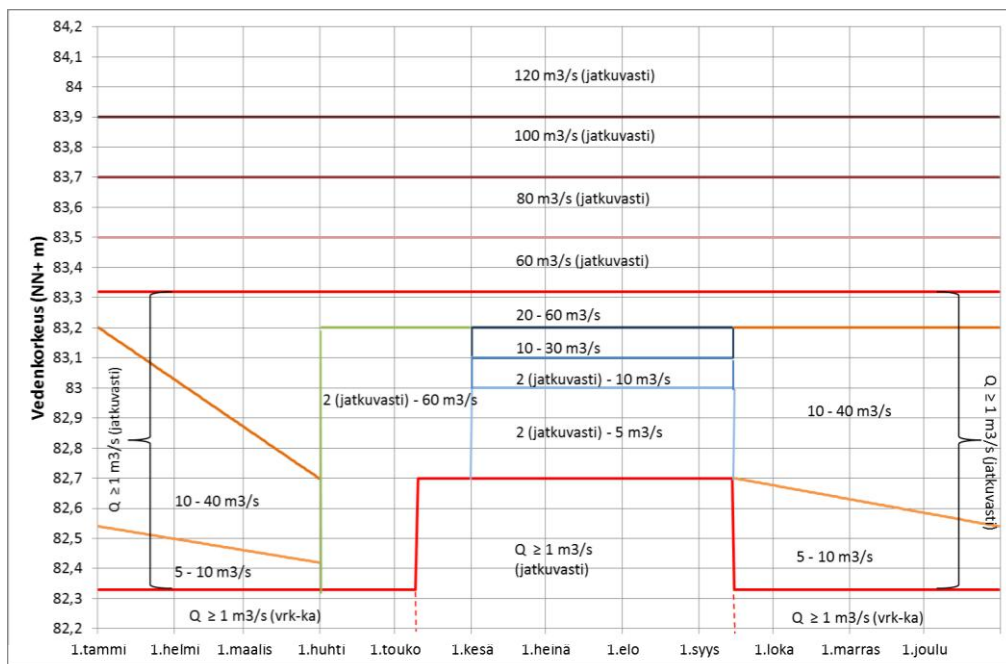
Kokemäenjoen vesistöalueen suurista järvistä säännösteltyjä ovat Kyrösjärvi, Näsijärvi, Vanajavesi ja Pyhäjärvi. Lisäksi Iso-Längelmäveden ja Keuruselän juoksutuksia hoidetaan voimalaitoksilla, mutta niiden juoksutukset on sidottu purkautumiskäyriin ja vedenkorkeuden vaihtelu noudattaa luonnontilaista rytmiä. Viikkosäätöä ja vuorokauden sisäistä lyhytaikaissäätöä harjoitetaan Pyhäjärven Melon voimalaitoksella ja Näsijärven Tammerkosken neljällä voimalaitoksella sekä Kyrösjärven Kyröskoskella. Vanajavedellä ei ole voimalaitosta eikä näin ollen myöskään lyhytaikaissäätöä. Vanajavettä säännöstellään Herralanvirran padon ja Lempäälän kanavan avulla. (VARELY 2015)

Kokemäenjoen keskeisissä säännöstellyissä järvissä vedenkorkeus laskee talvisin voimakkaasti ja on alimmillaan juuri ennen lumien sulamisen alkamista (=kevätkuoppa, kevätalenema). Kesäaikaan vedenkorkeudet ovat lähellä sääntelyn ylärajaa. Sääntely on myös säännönmukaistanut vedenkorkeuksien vaihtelua huomattavasti siten, että vesiolosuhteista riippumatta vedenkorkeudet ovat usein hyvin lähellä ajankohdan keskiarvoa. Kokemäenjoen säännösteltyjen järvien vedenkorkeuksien vaihtelu on kuitenkin suurta moniin muihin etelä- ja keskisuomalaisiin säännösteltyihin järviin verrattuna (Marttunen ym. 2004). Sääntelyrajat sekä sääntelyn vaikutus Näsijärven, Vanajaveden, Pyhäjärven ja Iso-Kuloveden vedenkorkeuksiin on esitetty kuvassa 6 (VARELY 2015). Kyrösjärven sääntelylupa ei liity kiinteitä ylä- ja alarajoja, vaan juoksutus on sidottu vedenkorkeuteen (kuva 7).

Lisäksi Kokemäenjoen tulvantorjunnan niin vaatiessa Kyrösjärven vedenkorkeus voidaan luvanhaltijan ja vesiviranomaisen sopimuksella nostaa enintään luvassa esitetyn purkautumiskäyrän mukaiseksi. Tämän lupaehdon on kuitenkin todettu olevan soveltumaton moneen käytännön tulvatilanteeseen. Säännöstelyjä on kuvattu myös Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittämiselvytyksessä (Dubrovin ym. 2017).



Kuva 6. Näsijärven, Vanajaveden, Pyhäjärven ja Rauta-Kuloveden säännöstellyt ja luonnonmukaiseksi (luomu) palautetut vedenkorkeudet vuosina 1971-2000 sekä säännöstelyn ylä- ja alarajat. Vedenkorkeuskäyrien 25 % ja 75 % välisellä vyöhykkeellä vedenkorkeus on keskimäärin joka toinen vuosi. Vedenkorkeuksista 25 % on ollut tämän vyöhykkeen alapuolella ja 25 % yläpuolella. Rautavedellä säännöstelyn yläraja on ehdollinen ajalla 1.3.-1.6.



Kuva 7. Kyrösjärven säännöstelyluvan juoksutuskaavio. Juoksutusarvot ovat viikon keskiarvoja, jollei kuvaajassa ilmoiteta muuta.

Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyt ovat vaikuttaneet jokijakson virtaamien vuotuisen rytmiin. Vedenkorkeuden talvisella alentamisella on juoksuuksia siirretty keväältä ja kesältä talvelle. Talven aikaiset virtaamat Harjavallassa ovat lisääntyneet noin viidenneksellä luonnonmukaiseen nähden. Säännöstely on pienentänyt jokijakson kesäajan virtaamia noin 50 m³/s:lla. Syksyn ja syystalven mediaanivirtaamissa ei ole merkittäviä eroja säännöstelyjen ja luonnonmukaisiksi palautettujen virtaamien välillä. (VARELY 2015)

5. Arvio vesistön vahinkopotentiaalista tulvien ja kuivuuden osalta

Kokemäenjoen vesistöalueella on merkittäviksi tulvariskialueiksi nimetty Pori ja Huittinen. Muita tunnistettuja tulvariskialueita ovat Keuruu, Punkalaidun, Vammala (Sastamala) ja Kokemäki.

5.1. Toteutuneet tulvatilanteet ja nykytilanne

Toteutuneita tulvia on käsitelty mm. Porin tulvat – hallittuja riskejä? –raportissa (Koskinen 2006) sekä Kokemäenjoen vesistön tulvariskien alustavan arvioinnin raportissa (VARELY 2011). Toteutuneita tulvatilanteita (taulukko 11) arvioidessa on huomioitava, että rahan arvon ja maankäytön muutoksen lisäksi esim. havainnointi, ennusteet, vesistöjen käyttö, tulvantorjunta ja varautumisen taso ovat kehittyneet.

Taulukko 11. Kokemäenjoen vesistössä esiintyneitä tulvia.

Vuosi	Sijainti	Toistumisaika	Tulvatyyppi	Pääasiallinen vahingollinen seuraus
1899	koko vesistö	n. 1/250	vesistötulva	maatalous, teollisuus, rakennukset
1924	Pori	-	jääpato	maatalous, rakennukset
1936	Pori	-	jääpato	maatalous, rakennukset
1944	Pori	-	jääpato	maatalous, rakennukset
1951	Pori	n. 1/20	vesistötulva	maatalous, rakennukset
1966	koko vesistö	n. 1/50-1/100	vesistötulva	maatalous
1974-75	Pori, Kokemäki, Huittinen, Sastamala	n. 1/100-1/200	jääpato, vesistötulva	maatalous, rakennukset
1981-82	Huittinen	-	jääpato	maatalous, teollisuus, rakennukset
1982-83	Huittinen	-	jääpato	maatalous
1984	Huittinen, Vampula	-	jääpato	rakennukset
1988	Pori, Keurusselkä	n. 1/50 (Keurusselkä), n. 1/20 (Pori)	vesistötulva	maatalous, teollisuus, rakennukset
2004-2005	Pori		jääpato	rakennukset
2006	Huittinen		vesistötulva	maatalous, rakennukset

Vuoden 1899 suurtulvan on arvioitu vastanneen keskimäärin kerran 250 vuodessa esiintyvää tulvaa. Tulvaan johtivat edeltävät sateiset vuodet, runsasluminen talvi sekä sitä seurannut sateinen ja lämmin kevät. Kokemäenjoen vesistöalueella tulvan alle jäi 47 500 hehtaaria maata. Vahingot olivat pääasiassa maatalousvahinkoja rakennuksille koituvien vahinkojen jäädessä vähäisiksi. Tämänkaltaiseen vesitilanteeseen voitaisiin nykyolosuhteissa varautua säännöstelemällä.

Viimeaikaisista tulvatilanteista vuosien 1974-75 välille sattunut tulva on ollut uhkaavin. Loppuvuoden 1974 runsaat sateet aikaansaiivat vesistöön suuret virtaamat ja lauha sää esti jääkannen muodostumisen Kokemäenjokeen. Nämä tekijät yhdessä mahdollistivat hyyteen ja hyydepatojen muodostumisen. Kaiken lisäksi samaan aikaan merivesi nousi korkealle, joka puolestaan aiheutti joen alajuoksulle korkean lähtövedenkorkeuden, jota virtaama yhdessä hyydepatojen kanssa entisestään nosti. Pihlavassa hyydettä oli jokiuomassa pohjaan asti. Vesi tulvi Kivinillä, Lyttylässä ja Vähäraumalla. Tuona talvena Porissa tapahtui myös normaalista talvitulvatilanteesta poiketen osittainen jäitten lähtö, jossa jäitä lähti liikkeelle Harjavallan voimalaitokselta lähtien. Jäät kasautuivat ensin rautatiesiltaan ja myöhemmässä vaiheessa Kirjurinluodon kärkeen. Jääpadot tukkivat Raumanjuovan ja Luotsinmäenhaaran. Jääpatotulva nosti veden Sunniemeen, Kalaholmaan, Aittaluotoon ja Karjarantaan. Tässä tulvatilanteessa vesistön säännöstely ei toiminut kokonaisuuden kannalta parhaalla mahdollisella tavalla:

Järviäntäiden vedenkorkeus pidettiin edeltäneet sateet huomioiden liian korkealla, jolloin niissä ei ollut varastotilaa alajuoksun tulvien torjumiseksi.

Kokemäenjoella sattuneissa, vahinkoja aiheuttaneissa tulvatilanteissa on jään ja hyyteen aiheuttama padotus ollut useimmissa tapauksissa pahentamassa tilannetta. Olosuhteet hyyteenmuodostukselle ovat olemassa, mikäli virtaama pysyttelee loppusyksyllä ja alkutalvella Kokemäenjoen alaosalla yli 350 m³/s:ssa, jokiveden lämpötilan painuessa lähelle nollaa ja ilman pakastuessa. Hyydepatojen syntypaikkoja Kokemäenjoella on kaikilla koskialueilla, voimalaitoksilla, Porin keskustan kohdalla olevalla matalikolla sekä jokisuistossa Porin Kivinissä. Pato syntyy jokiveden mukana kulkeutuvien hyyde- ja jäälauttojen kasaantuessa jääkannen reunaan tai silta-aukkoon. Näin syntyvä jää- ja hyydepatto voi olla pahimmillaan kilometrien mittainen.

Hyyteen muodostumista Kokemäenjoella voidaan ehkäistä ns. jäädytysajolla, jossa Kokemäenjoen virtaama pakotetaan joen jäätyneen ajaksi pieneksi vähentämällä pakkasjaksolla juoksutuksia säännöstellyistä järivistä. Pieni virtaama edesauttaa jääkannen muodostumista ja jääkansi ehkäisee hyyteen muodostumisen. Jäädytysajon aikana virtaamaa pienennetään siten, että se on Kokemäenjoen alaosalla alle 300 m³/s, mieluiten noin 200 m³/s, parin päivän ajan. Kun jääkansi on muodostunut, virtaamaa nostetaan hitaasti, jottei syntynyt jääkansi rikkoudu. Jäädytysajoa valmistellaan sulan veden aikaan ennakoivilla juoksutuksilla, joilla tehdään varastotilavuutta säännöstelyihin järviin jäädytysajon mahdollistamiseksi. Jäädytysajon onnistumiseksi on tärkeää, että sääolosuhteet pysyvät jäädytysajon aikana otollisena jääkannen muodostumiselle.

Keuruselällä oli vuonna 1988 korkea tulva, joka aiheutti noin 3,5 miljoonan markan vahingot (VARELY 2011). Keuruu on tunnistettu tulvariskialueeksi.

5.2. Tulvariskikohteet ja vahinkoarviot

Vuosille 2016-2021 laaditussa Kokemäenjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelmassa (VARELY 2015) on erikseen esitetty tulvariskikohteet Porin ja Huittisten alueelle (taulukko 12).

Taulukko 12. Tulvariskien hallintasuunnitelman mukaiset riskikohteet Porissa ja Huittisissa (VARELY 2015).

	Pori	Huittinen
vahingollinen seuraus ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle		
vaikeasti evakuoitavat rakennukset	17	
jätevedenpuhdistamot ja pumppaamot	2	2
välttämättömyyspalvelun keskeytyminen		
vedenottamot	1	1*
voimalaitokset, sähköasemat ja energiansiirto	5	2
tietoliikenteen rakennukset/kohteet	4	
katkenneet maantiet, pääkadut ja raideliikenne	3	2
vahingollinen seuraus ympäristölle		
ympäristöä pilaavat laitokset/toiminnot	17	13
suojelualueiden pilaantuminen	1	3
muut kohteet	8	2

*Lisätty päivitetyn tulvariskitiedon perusteella; Turun seudun tekopohjavesijärjestelmän vedenottamo Huittisissa

Tulvariskien hallintasuunnitelman mukaan Porissa aiheutuu harvinaisesta tulvasta runsaasti vahingollisia seurauksia. Asukkaita harvinaisella tulvalla tulva-alueelle jää noin 10 000 ja asuntoja hieman alle 5000. Rakennuksia tulva-alueella sijaitsee noin 4500. Osa rakennuksista on vaikeasti evakuoitavia (päiväkoteja, kouluja, vanhainkoti) ja lisäksi tulva-alueelle jää voimalaitosrakennuksia, muuntoasemia, huoltorakennuksia ja tietoliikennetarvikkeita. Valtatie 8 katkeaa tulvan seurauksena muutamasta kohtaa ja lisäksi runsaasti tiestöä ja katuverkkoa jää veden alle. Ympäristölle aiheutuu vahingollista seurausta ympäristöriskikohteiden kautta, joita ovat mm. polttoainejakelupisteet, teollisuuslaitokset,

jätevedenpuhdistamo ja pilaantuneet maa-alueet. Yhteensä ympäristöriskikohteita on alueella toista kymmentä ja pilaantuneita maa-alueita 28 kpl. Kokonaisvahinkojen Porissa erittäin harvinaisen tulvan sattuessa, jolloin joki tulvii patojen yli, on arvioitu olevan arvoltaan noin 500 M€ kun tulvasuojellut alueet on laskettu mukaan arvioon. Arvio sisältää paikkatietoaineistoihin ja vahinkofunktioihin perustuvia välittömiä vahinkoja. Noin 450 M€ on arvioitu rakennusvahingoiksi ja loput kustannuksista on arvioitu kohdistuvan pelastustoimelle ja liikenteelle. Arvio on erittäin karkea eikä sitä tule käyttää tarkempaan tarkasteluun. Erittäin harvinaisessa hyöde-/jääpatotulvassa vahingot voivat olla moninkertaiset avovesitulvaan verrattuna. Välilliset vaikutukset huomioiden tulvavahinkojen on arvioitu nousevan miljardeihin euroihin. (VARELY 2015)

Huittisissa tulvariskien hallintasuunnitelman mukaan erittäin harvinaisen tulvan seurauksena suurin haitta aiheutuu ympäristölle. Huittisten merkittävällä tulvariskialueella on ympäristöriskikohteita noin 10 kappaletta, joista valtaosa on eläinsuojia. Asukkaita harvinaisella tulvalla tulva-alueella on noin 300 ja asuntoja noin 130. Rakennuksia tulva-alueella sijaitsee noin 400. Vaikeasti evakuoitavia kohteita on vain muutama. Lisäksi tulva-alueelle jää voimalaitosrakennus, muutama muuntoasema ja huoltorakennus. Huittisissa kokonaisvahinkojen on arvioitu nousevan 27 M€:oon. Rakennusvahinkoja näistä on arvioitu olevan noin 24 M€ ja loput kustannuksista kohdistuu pelastustoimelle ja liikenteelle. (VARELY 2015)

Järvialueen tulvariskejä arvioitiin tulvakarttojen ja muiden paikkatietoaineistojen (mm. rakennus- ja huoneistorekisteri RHR, Maaseutuviraston peltolohkokisteri) avulla. Erittäin harvinaisen tulvan alueella sijaitsevien rakennusten, asukkaiden ja peltojen määriä on esitetty taulukossa 14. Tarkastellun tulvan korkeudet (taulukko 13) on määritetty järvestä riippuen joko kerran tuhannessa vuodessa toistuvan (vuotuinen todennäköisyys 0,1 %) tulvan tai padon hätä-HW:n (= hätäylivedenkorkeus eli padon tiiviin osan alimman yläpinnan korkeus, jonka ylittyminen voi aiheuttaa muutoksia patorakenteissa) tai vastaavan mukaan. Tarkastelukorkeudet sisältävät lisäksi aaltoiluvaran (20 – 30 cm). Taulukossa esitetty euromääräinen vahinko on arvioitu Silanderin ja Parjanteen (2012) esittämällä menetelmällä ja se sisältää paikkatietoaineistojen ja vahinkofunktioiden perusteella lasketut suorat vahingot rakennuksille, liikenteelle ja ajoneuvoille sekä pelastustoimen kustannukset.

Vesihuollon tulvariskikohteita on selvitetty julkaisussa Vesihuollon tulvariskit Pirkanmaalla (Rinne 2014), josta tulvariskissä olevien vesihuoltokohteiden lukumäärät järvikohtaisesti tiivistettynä ovat taulukossa 15. Tarkastelukorkeudet järvittäin ovat samat kuin taulukossa 13. Jätevedenpuhdistamoista on tarkasteltu pääsääntöisesti sellaiset kunnalliset jätevedenpuhdistamot, joiden asukasvastineluku on yli 100. Kaikkien jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen korkeuksia ei ole tarkistettu. Kohteiden tarkemmat tiedot sekä selvityksen tarkasteluperiaatteet löytyvät kyseisestä julkaisusta.

Taulukoiden tiedot antavat hyvän käsityksen tulvariskien suuruusluokasta, mutta ne eivät ole kattavasti niin tarkkoja, että niistä voitaisiin tarkasti määrittää järvien eri vedenkorkeuksilla syntyvien vahinkojen määrä ja laatu.

Vanajavedellä tulvakartta on tehty koko alueelle Herralanvirrasta Hämeenlinnaan, mutta vesihuollon tulvariskit on tarkasteltu ainoastaan Pirkanmaan alueella sijaitsevassa osassa eli Herralanvirrasta Vanajanselälle. Iso-Längelmäveden tulvakartta ja tarkastelut eivät käsitä Hämeen puolella olevaa Hauhon reittiä. Iso-Kulovedelle ei ole tehty koko alueen kattavaa tulvakarttaa, mutta Vammalan keskustan alueelle tehdyn tulvakartan perusteella Sastamalan keskustan alueella sijaitsee 19 jätevedenpumppaamaa, jotka ovat tulvariskissä tarkastellulla erittäin harvinaisella tulvalla. Niistä kolme on suojeltu tulvapenkereillä kerran viidessäkymmenessä vuodessa toistuvaa tulvaa vastaan, mutta ne ovat tulvariskissä suuremmilla tulvilla (Rinne 2014). Iso-Kulovedelle olisi hyvä laatia tulvakartta Melon voimalaitoksesta Tyrvään voimalaitokseen asti.

Taulukko 13. Vedenkorkeudet tarkastellussa erittäin harvinaisessa tulvatilanteessa.

Järvi	Tulvaskenaario	Aaltoiluvara, m	Tarkasteltu vedenkorkeus N2000+ m (NN+ m)
Keurusselkä	Hätä-HW	0,30	107,67 (107,12)
Näsijärvi	Hätä-HW	0,30	97,53 (97,00)
Iso-Längelmävesi	Vesistötulva 1/1000a	0,30	86,22 (85,73)
Vanajavesi	Kanavarakenteen yläreunan perusteella	0,28	Lempäälä ylä: 81,20 (80,68) Konho/Toijala: 81,37 (80,89) Lepaanvirta: 81,53
Pyhäjärvi	Hätä-HW	0,25	Melo: 79,05 (78,50) Näppilä: 79,30 (78,78)
Kyrösjärvi	Vesistötulva 1/1000a	0,30	86,15 (85,56)
Mahnalanselkä-Kirkkojärvi	Hätä-HW	0,20	61,65 (61,10)

Taulukko 14. Erittäin harvinaisen tulvan alueella sijaitsevien kohteiden määriä järviakohtaisesti. Tarkastelukorkeudet ovat taulukossa 13.

Järvi	Asukkaat, lkm	Asuinrakennukset, lkm	Vapaaajanrakennukset ja saunat, lkm	Rakennukset yhteensä, lkm	Pellot, ha	Päätiet, km	Suorat euromääräiset vahingot, milj.€
Keurusselkä	120	60	800	900	200	0	16
Näsijärvi	280	50	1800	1900	260	0,2	26
Iso-Längelmävesi	130	90	2700	2900	1500	0,9	66
Vanajavesi	220	30	900	1000	1600	0,8	24
Pyhäjärvi	660	60	600	700	700	0,1	19
Kyrösjärvi	90	80	1200	1300	500	0,1	34
Mahnalanselkä-Kirkkojärvi	1	2	30	30	60	0	0,2

Taulukko 15. Vesihuollon tulvariskikohteiden lukumääriä Pirkanmaalla järviakohtaisesti erittäin harvinaisella tulvalla (Rinne 2014). Tarkastelukorkeudet ovat taulukossa 13.

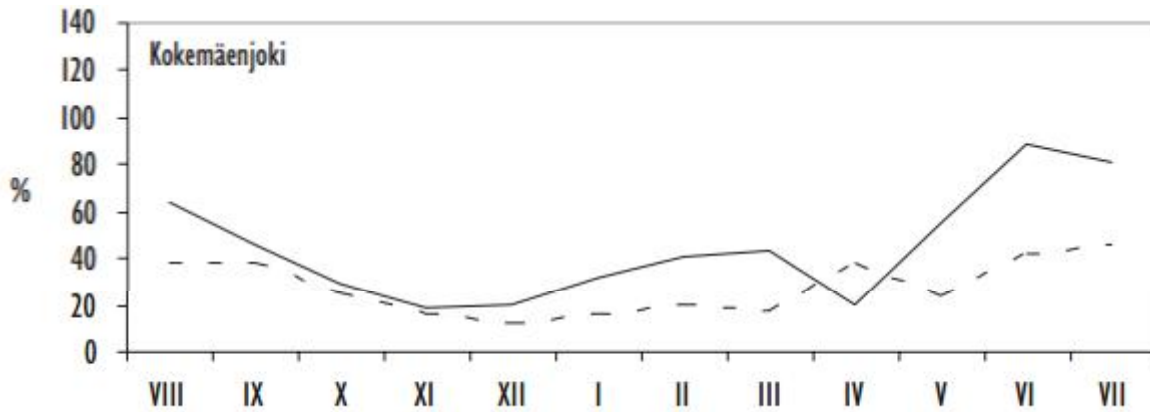
Järvi	Pohjavedenottoa, kpl	Pintavedenottoa, kpl	Jätevedenpuhdistamoita, kpl	Jätevedenpumppaamoita, kpl
Keurusselkä				25
Näsijärvi		1	1	40
Iso-Längelmävesi	1	1	2	48
Vanajavesi	1		1	29
Pyhäjärvi	1		1	46
Kyrösjärvi	3		3	22
Mahnalanselkä-Kirkkojärvi				4

Vesihuoltoriskien lisäksi muita tulvariskikohteita Pirkanmaan järvillä on alettu kartoittaa, ja niiden selvittäminen ja lisääminen Tulvatietojärjestelmään jatkuu edelleen. Seuraavassa on joitain tiedossa olevia tai mahdollisia tulvariskejä erittäin harvinaisella tulvalla: Kyrösjärvellä tulvariskissä ovat paperitehdas jonka toiminta pysähtyisi, sähköasema Ikaalisissa ja valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. Yksi uimaranta on saastumisriskissä tulvivien jätevedenpumppaamoiden takia. Näsijärvellä kolme uimarantaa ja pohjavesialue ovat saastumisriskissä tulvivien jätevedenpumppaamoiden takia. Pyhäjärvellä on pohjavesialue saastumisvaarassa. Nokian Tehdassaari on tulvariskissä. Vanajaveden erittäin harvinaisella tulvalla Tampere–Helsinki-moottoritie katkeaa molempiin suuntiin Turkuun menevän valtatie liittymän kohdalla. Myös Sääksmäen silta on poikki liikenteeltä. Paperitehtaan tuotanto pysähtyy, mikäli tehdasta ympäröiviä suojapenkereitä ei saada korotettua ajoissa. Joitain ongelmia voi aiheutua sähkönjakelulle ja kaukolämmölle. Kolme pohjavesialuetta on saastumisvaarassa. Uimarannalla voi tulla hygieniaoongelmia. Kaikkien näiden

järvien tulva-alueilla katkeaa pienempiä teitä useassa paikassa. Vammalan tulvakartoitetulla alueella tulvariskissä on useita muuntamoita ja Valtatie 12 katkeaa.

5.3. Toteutuneet kuivuustilanteet ja nykytilanne

Kuivuutta ja kuivuuden vaikutuksia on Suomessa selvitetty huomattavasti tulvia vähemmän. Silander ja Järvinen (2004) laativat selvityksen vuosien 2002 ja 2003 poikkeuksellisen kuivuuden vaikutuksista. Elokuun 2002 ja huhtikuun 2003 välisenä yhdeksän kuukauden jaksona Lounais-Suomessa satoi vain noin puolet pitkän ajan keskimääräisestä sademäärästä, joka heijastui mm. järvien vedenkorkeuksiin, jokien virtaamiin (kuva 8) sekä pohjaveteen.



Kuva 8. Kokemäenjoen kuukausivirtaamat (prosentteina keskimääräisestä) 1940-luvun alun (katkoviiva) kuivakauden sekä vuosien 2002-2003 kuivuuden (yhtenäinen viiva) aikana. (Silander & Järvinen 2004)

Silanderin ja Järvisen selvityksen osana Suomen ympäristökeskus ja alueelliset ympäristökeskukset lähettivät kunnille ja vesihuoltolaitoksille kuivuuden vaikutuksia koskevan kyselyn, jonka tavoitteena oli kartoittaa vuonna 2002 alkaneen kuivuustilanteen vaikutuksia ja aiheutuneita ongelmia kunnissa ja vesihuoltolaitoksilla. Vastauksettavuus silloisten Lounais-Suomen ja Pirkanmaan ympäristökeskusten alueilla oli laitosten osalta 44 ja 57 %, mutta 85 % liittymien piirissä olevien asukkaiden osalta. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella jopa 24 %:lla laitoksista oli veden riittävyysongelmia. Laitokset olivat sekä pohja- (13 kpl) että pintavesilaitoksia (4 kpl). Pirkanmaalla 13 % pohjavesilaitoksista kärsi riittävyysongelmista. Pinnankorkeuden muutokset pohjavesilaitoksilla olivat kuivuuden aikana Lounais-Suomessa keskimäärin 90 cm ja Hämeessä 50 cm keskiarvoa alempana. Kuivuus johti mm. varaosien käyttöön, säästösuosittelun antamiseen, veden säännöstelyyn ja ostoon muulta. Myös veden laatu kärsi. Suurimmat kuivuuden vedenhankinnalle aiheuttamat vaikeudet havaittiin haja-asutusalueilla vesihuoltolaitosten jakelun ulkopuolella olevilla kiinteistöillä.

Kotitalouksille ja maataloille kuljetetun veden (yht. 62 400 m³) kustannukset Pirkanmaalla olivat 521 900 euroa. Teollisuus on yleisesti ottaen varautunut melko hyvin kuivuuteen, mutta kuivuuden vaikutus vedenlaatuun voi vaikuttaa esim. veden käsittelyyn. Suurimmat taloudelliset seuraukset aiheutuivat vesivoimatuotannon vähenemisestä. Kokemäenjoen vesistöä ei Silanderin ja Järvisen raportissa kuitenkaan ollut euromääräistä tietoa. Maatalouden vahingot esim. vehnäsadon suhteen olivat Varsinais-Suomen TE-keskuksen alueella arviolta 500 € maatilaa kohti. Vedenhankinnan, vesivoiman ja maatalouden lisäksi kuivuus aiheutti haittoja tai vahinkoja mm. metsätaloudelle, vesien virkistyskäytölle ja saviperusteisille rakennuksille.

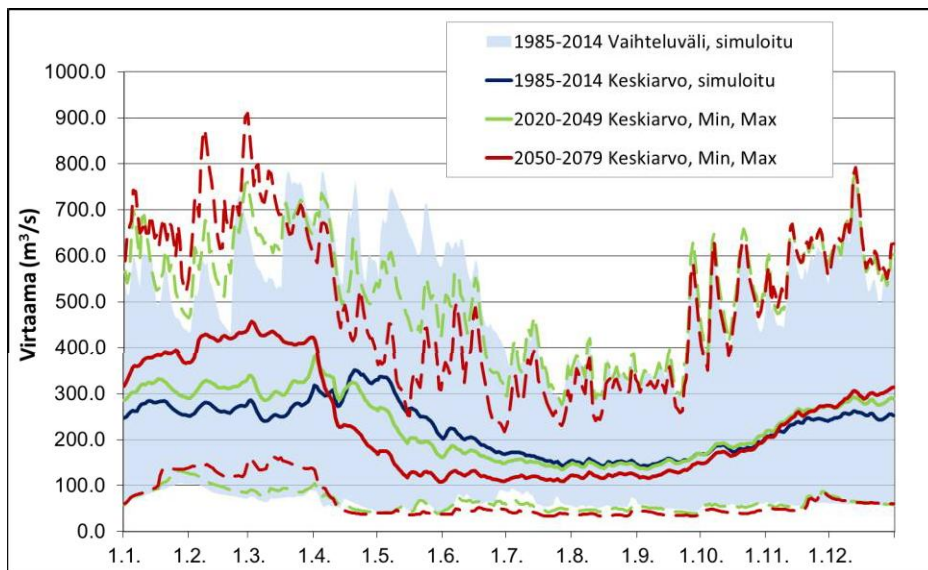
Taulukossa 9 (luku 4.1) esitettyjen, tämän selvityksen tarkastelualueella sijaitsevien yhdyskuntien merkittävien pintavedenotomien keskimääräinen yhteenlaskettu vedenotto on noin 125 000 m³/vrk eli noin 1,4 m³/s, joka vastaa pientä osuutta virtaamasta. Vedenottomäärä voi päivittäin vaihdella eikä luku sisällä pintavedenoton lisääntymistä (esim. Kaupinojan vedenottamo) eikä mahdollisia pienempiä pintavedenottoja. Pienen virtaaman ei arvioida vaikeuttavan Turun seudun veden Kokemäenjoesta tapahtuvan vedenoton saatavuutta, sillä vesilaitoksen tiedon mukaan vedenottokanava sijaitsee alivedenkorkeutta alempana. Tässä ei ole tarkasteltu teollisuuden vedenottoa mm. jäähdytysvedeksi, jonka osuus vedenotosta voi kuitenkin olla merkittävä.

5.4. Ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset tulviin

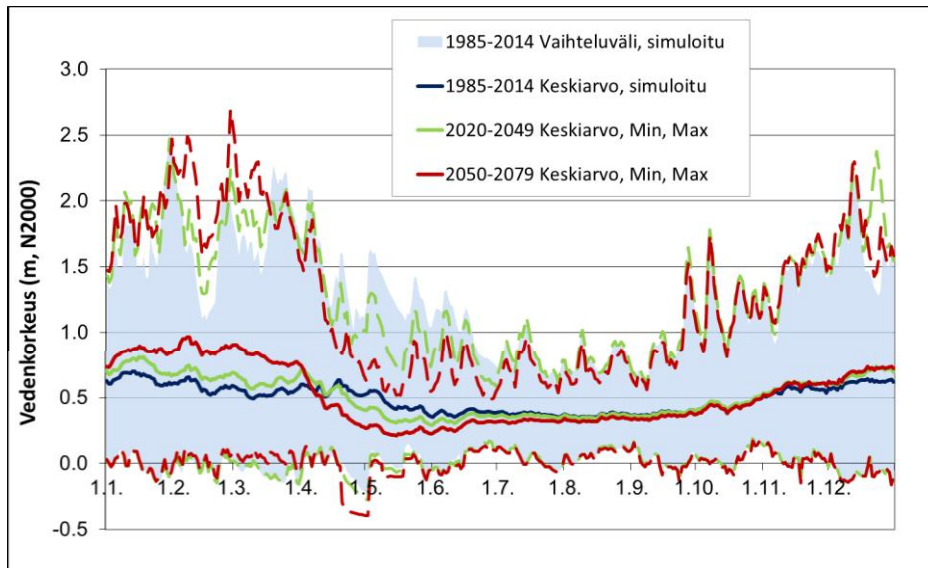
Ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulviin on arvioitu yleisellä tasolla koko tarkastelujaksolle 2020-2049 sekä erityisesti yksittäisiin talvitulvatapauksiin keskittyen. Arviot on tehty Vesistömallijärjestelmällä nykyisten säännöstelykäytäntöjen mukaisesti. Ilmastonmuutostilanteisiin on lisäksi luvussa 6 sovellettu erilaisia säännöstelykäytäntöjen muutoksia, joilla arvioitiin olevan tulvia pienentävä vaikutus tai joiden merkityksestä tai suuruusluokasta haluttiin säännöstelylaskelmilla varmuus.

Syys- ja talvitulvat aiheuttavat jo nykyilmastossa vaikeimmat tulvatilanteet Kokemäenjoen pääuomassa. Jää- ja hyydepatojen muodostumisella Tyrvään voimalaitoksen ja Porin Pihlavanlahden välisellä jokiosuudella on ratkaiseva merkitys tulvatilanteen vaikeuden osalta (VARELY 2011). Tulevaisuudessa syys- ja erityisesti talvitulvat tulevat kasvamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksen johdosta. Lähitulevaisuudessa aina tämän vuosisadan puoliväliin asti hyydetulvariski tulee kasvamaan kun talvivirtaamat kasvavat, mutta pakkasjaksoja edelleen esiintyy (Veijalainen ym. 2012). Syys- ja talvitulvien yleistymisen voi myös avovesikaudella johtaa nopeaan vedenkorkeuden nousuun yhdessä merivedenkorkeuden nousun kanssa, etenkin kun myrskyt ajoittuvat yleisimmin juuri syys- ja talvikuukausille. Tämän vuosisadan loppupuolella myös ilmastonmuutoksen vaikutukset merivedenkorkeuden nousuun voivat lisätä tulvia Porissa, mutta vielä vuosisadan puoliväliin mennessä maankohoaminen kompensoi merivedenkorkeuden nousua (Johansson ym. 2014).

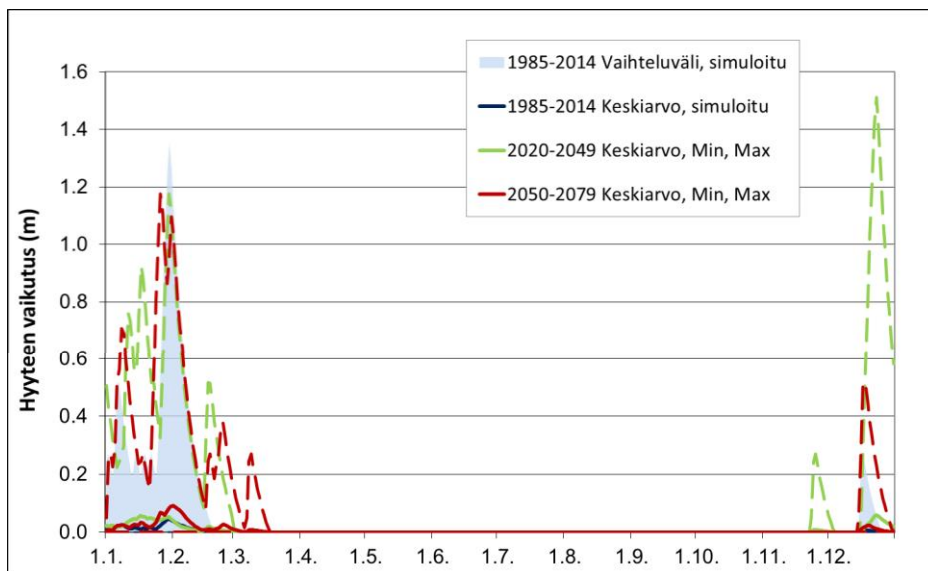
Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittämissuunnitelmassa (2017) on tarkasteltu ilmastonmuutoksen vaikutuksia yleisesti Kokemäenjoen virtaamiin ja vedenkorkeuksiin perustuen seitsemän alueellisen ilmastomallin keskiarvoskenaarioon. Mikäli järvien säännöstelyä jatkettaisiin nykyisten lupaehtojen ja säännöstelykäytäntöjen mukaisesti, Harjavallan syys- ja talvivirtaamat tulisivat tämän ilmastoskenaarion mukaan nousemaan 5-15 prosenttia lähitulevaisuuden jaksolle 2020-49 ja 5-25 % jaksolle 2050-79 mennessä (kuva 9). Talvivirtaamien kasvu nostaisi vastaavasti vedenkorkeushuippuja Porissa (kuva 10) ja lisäisi hyyteen vaikutusta (kuva 11) erityisesti lähitulevaisuuden jaksolla 2020-49. Tämän ilmastoskenaarion perusteella pakkasjaksot harvinaistuvat vuosisadan loppupuolella, jolloin hyydetilanteet vähenevät virtaamien kasvusta huolimatta.



Kuva 9. Ilmastonmuutoksen vaikutus Harjavallan virtaamaan lupien mukaisessa säännöstelyssä.



Kuva 10. Ilmastonmuutoksen vaikutus Porin vedenkorkeuteen lupien mukaisessa säännöstelyssä, hyyteen vaikutus laskennassa mukana.



Kuva 11. Vesistömallilla simuloitu hyydepatojen vaikutus Porin vedenkorkeuteen lupien mukaisessa säännöstelyssä jaksolla 1985-2014, 2020-49 ja 2050-79.

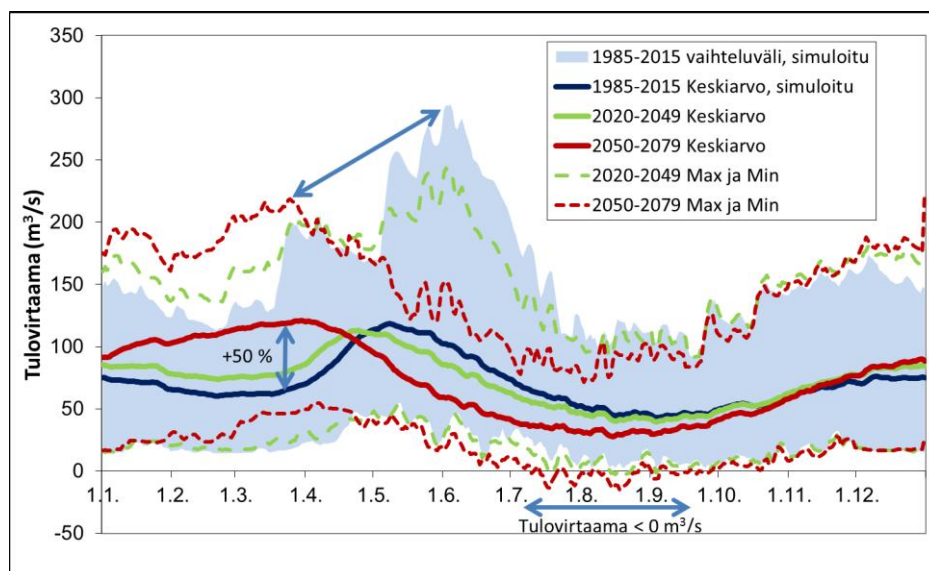
Ilmastonmuutoksen vaikutusta Suomen vesivaroihin ja niiden käyttöön on tutkittu aiemmin Ilmatieteen laitoksen ja SYKEN yhdessä vuosina 2011-2014 toteuttamassa ClimWater –hankkeessa. Yhtenä osana hanketta tutkittiin säännöstelyvaihtoehtoja Kokemäenjoen talviaikaisessa tulvatilanteessa. Vesistömallijärjestelmällä mallinnettiin kuvitteellinen, erittäin hankala tulvatilanne, jossa yhdistyivät korkea merivedenkorkeus, voimakkaista sateista aiheutuva suuri virtaama sekä pakkasjakso ja hyydepatojen muodostuminen Porissa. Sidosryhmien kanssa käydyn keskustelun pohjaksi tilanteeseen mallinnettiin kolme erilaista säännöstelyvaihtoehtoa: Ensimmäisessä vaihtoehdossa säännöstelyjen järvien vedenkorkeudet pidettiin säännöstelyrajojen mukaisina, jolloin mallinnettu Porin vedenkorkeus nousi yli kaupunkia suojaavien penkereiden. Tästä aiheutui mittavat, satojen miljoonien eurojen laskennalliset tulvavahingot. Toisessa vaihtoehdossa pyrittiin minimoimaan koko vesistöalueen yhteenlasketut tulvavahingot tekemällä ns. jäädytysajo hyyteen muodostumisen estämiseksi. Silloin Näsijärven, Vanajaveden ja Pyhäjärven vedenkorkeudet nousivat reilusti säännöstelyrajojen yli aiheuttaen vahinkoa. Yhteenlasketut vahingot pienenevät kuitenkin merkittävästi, sillä vedenkorkeus ei noussut Porissa penkereiden yli ja suurimmilta vahingoilta vältyttiin. Kolmannessa vaihtoehdossa vahinkojen määrää saatiin edelleen pienennettyä, kun lisäksi järvillä varauduttiin talvitulvaan pitämällä vedenkorkeuksia alempana jo alkutalvesta lähtien. Näin ollen järvien vedenkorkeudet eivät nousseet edellisen vaihtoehdon tasolle jäädytysajan aikana.

Keskeisenä osana ClimWater -hankkeessa oli eri toimintatapojen käsittely yhdessä sidosryhmien kanssa. Tehtyjen haastattelujen perusteella eri toimijoiden välillä on tällä hetkellä tulvariskien hallintaan liittyen yhteinen tahtotila ja ymmärretään, että koko vesistöaluetta tulee ajatella kokonaisuutena. Hankkeessa järjestetyssä sidosryhmätilaisuudessa valtaosa osallistujista piti hyväksyttävänä toimenpiteitä, joilla minimoidaan vesistöalueen tulvavahinkoja kokonaisuudessaan. Järvien vedenpintojen pitämiseen varautuvasti tavallista alempana marras-joulukuussa suhtauduttiin myönteisesti, mikäli ennusteet osoittavat keskimääräistä suurempaa talvitulvariskiä. Jokavuotiseen 30 cm ajankohdan keskivedenkorkeuden tasoa alempaan vedenkorkeuteen suhtauduttiin kuitenkin epäröivämmin mahdollisten voimataloudelle, järvien ekologiselle tilalle ja virkistyskäytölle aiheutuvien kielteisten vaikutusten takia. Laajemmin ranta-asukkaiden näkemyksiä vedenpinnan nostosta säännöstelyrajojen yläpuolelle kokonaisvahinkojen minimoimiseksi ei selvitetty. (Söderholm ym. 2017)

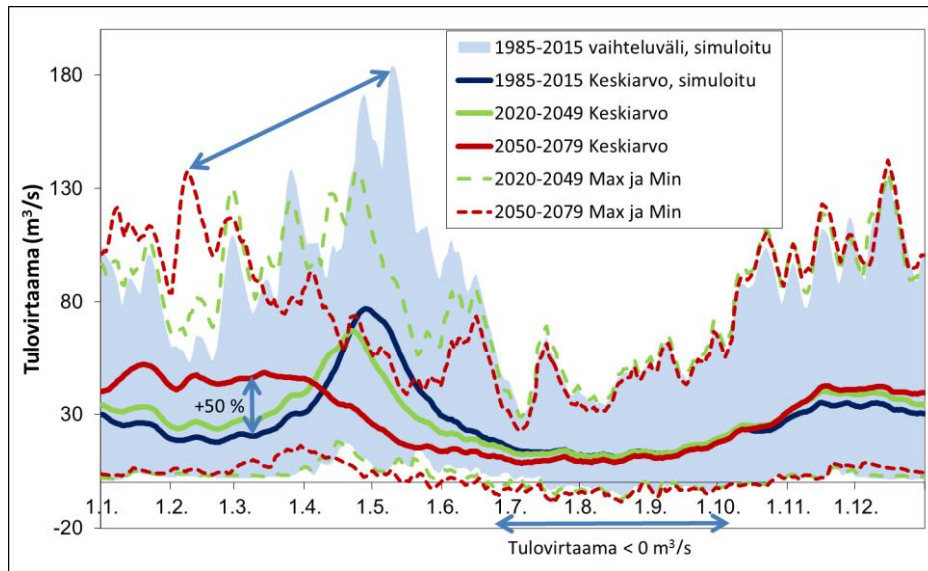
5.5. Ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset vedenkorkeuksiin ja virtaamiin kuivuustilanteissa

Ilmastoskenaarioiden mukaan kesien pidentymisen ja lämpötilojen nousun aiheuttaman haihdunnan kasvun sekä kevättulvien pienentymisen johdosta erityisesti luonnontilaisten järvien vedenkorkeudet laskevat kuivina vuosina nykyistä alemmaksi. Tulovirtaamien pieneminen voi vaikeuttaa myös säännösteltyjen järvien vedenkorkeuksien pitämistä kesän tavoitetasoilla. Ns. nettotulovirtaama voi olla kuivimpina aikoina jopa negatiivinen, jos haihdunta on järveen tulevaa vesimäärää suurempi (kuvat 12-13). Pitkäkestoiset kuivat jaksot voivat aiheuttaa myös Kokemäenjoen pääuoman minimivirtaamien pienentymistä. Suurimmat ongelmat pitkäkestoisina kuivina jaksoina koetaan haittana luonnontilaisten järvien vedenkorkeuksien laskusta loppukesällä ja syksyllä. Jokien minimivirtaamien pieneminen voi myös heikentää vedenlaatua. Jokien ja järvien vedenotto ei kuitenkaan todennäköisesti vaarannu, ellei vedenotto kasva merkittävästi kuivien jaksoiden aikana.

Kesien kuivuminen ja piteneminen vaikuttaisi erityisesti pohjavesivarojen laatuun ja riittävyteen ja tuovat haasteita vedenhankinnalle. Kuivat kaudet aiheuttavat ongelmia erityisesti yksittäisten kiinteistöjen vedenhankinnalle ja siten tuovat tarvetta vesijohtoverkostojen edelleen laajentamiseen. Vesilaitosten vedenhankinnassa voi esiintyä vaikeuksia ja siitä johtuvia investointitarpeita varsinkin niukkojen pohjavesivarojen varassa toimivilla laitoksilla. Kaiken kaikkiaan ilmastonmuutos lisää varautumistoimenpiteiden tarvetta vesihuolto-organisaatioissa. (Lammila ym. 2008)



Kuva 12. Ilmastonmuutoksen vaikutus Näsijärven tulovirtaamaan eri vuodenaikoina. Sininen viiva kuvaa päivittäin 30 vuoden keskiarvoa menneellä jaksolla 1985–2014 ja vaaleansininen taustaväri suurimpia ja pienimpiä päivärajoja samalla jaksolla. Vihreä yhtenäinen viiva on keskiarvo lähitulevaisuuden jaksolla 2020–49 ja vihreät katkoviivat jaksosuurimpia ja pienimpiä arvoja. Punaiset viivat ovat vastaavasti jaksosuurimpia ja pienimpiä arvoja.



Kuva 13. Ilmastonmuutoksen vaikutus Kyrösjärven tulovirtaamaan eri vuodenaikoina. Sininen viiva kuvaa päivittäin 30 vuoden keskiarvoa menneellä jaksolla 1985–2014 ja vaaleansininen taustaväri suurimpia ja pienimpiä päivärajoja samalla jaksolla. Vihreä yhtenäinen viiva on keskiarvo lähitulevaisuuden jaksolla 2020–49 ja vihreät katkoviivat jakson suurimpia ja pienimpiä arvoja. Punaiset viivat ovat vastaavasti jakson 2050–79 arvoja.

6. Selvitetyt vaihtoehdot tulva- ja kuivuusriskien hallitsemiseksi

Vesistömallijärjestelmällä tarkasteltiin eri järvilla tehtävien säännöstelytoimenpiteiden vaikutuksia harvinaisissa tulva- ja kuivuustilanteissa. Tarkasteltavaksi valittiin sellaisia tilanteita, joilla tiettävästi olisi mahdollista olla merkittäviä vaikutuksia koko vesistöalueen kokonaisuuteen. Simuloinnit tehtiin valitsemalla seitsemän alueellisen ilmastoskenaarioiden avulla jaksolle 2020–49 tehdyistä simuloinneista kaikista vaikeimmat talvitulva- ja kuivuustilanteet. Tällä tavalla saatiin arvio jakson 2020–49 noin 1/30 vuodessa toistuvaa tulva- ja kuivuustilannetta vastaavista virtaamista ja vedenkorkeuksista Kokemäenjoen vesistössä, olettaen että ilmasto muuttuu näistä seitsemästä skenaariorista kaikkein pahimman skenaarion mukaisesti. Jaksolla 2020–49 seitsemästä alueellisesta ilmastoskenaariosta pahimmat tulva- ja kuivuustilanteetkin aiheutti Hadley Centerin alueellisella ja globaalilla ilmastomallilla tuotettu skenario (HadRM-HadCM-A1B-skenario). Tässä ilmastoskenaariossa on muita skenarioita suuremmat lämpötilan muutokset, mikä aiheutti niin pahimmat talvitulvat kuin pahimmat kuivuustilanteetkin. Kaikissa tarkastelluissa ilmastoskenaarioissa käytettiin IPCC:n neljännen arviointiraportin A1B-päästöskenaariota.

Tarkastelut tehtiin vertailemalla nykyisten lupaehtojen mukaista säännöstelyä ilmastonmuutokseen sopeutuvaan säännöstelykäytäntöön sekä lisäämällä tähän nykyisistä lupaehdoista poikkeavia säännöstelykäytäntöjä yksittäisillä säännöstelyillä järvilla. Sopeutuvassa säännöstelyssä tarkastellaan joustavampaa säännöstelykäytäntöä järvien kevätaleneman osalta sekä talvitulviin varautumiseksi (PIRSKE-raportin EKO vaihtoehto). Talvitulvien varalta järvien vedenkorkeudet pidetään alkutalvesta alempana kuin nykyisenkaltaisessa säännöstelykäytännössä, mutta keväällä lupaehtojen mukainen kevätkuoppa voidaan jättää tekemättä talven tulovirtaamista riippuen.

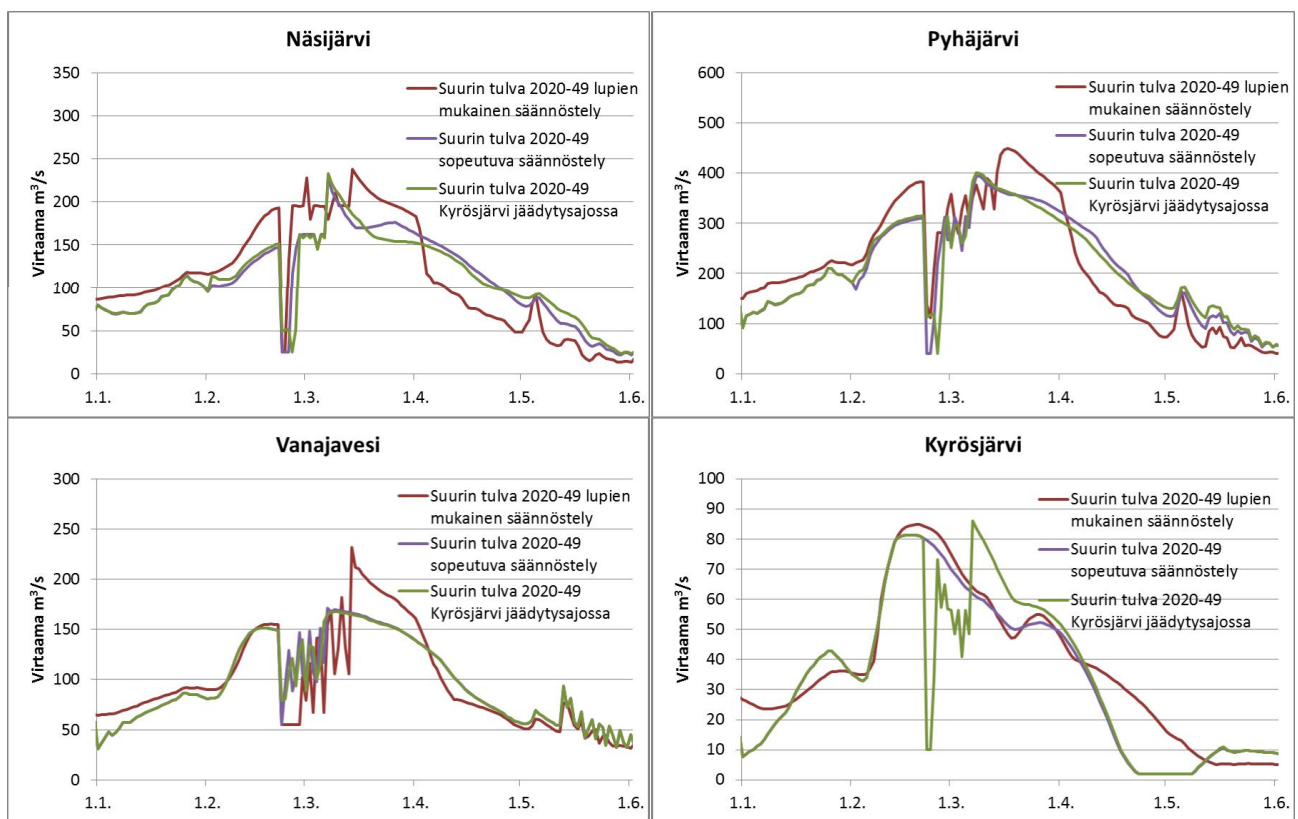
Hyydetulvien haittojen minimoimiseksi on tarkasteltu vaihtoehtoja, miten Vanajaveden, Näsijärven ja Pyhäjärven lisäksi Kyrösjärven, Mallasveden ja Keurusselän mukaan ottaminen jäädytysajoon helpottaisi tilannetta Porissa sekä Vanajavedellä, Näsijärvellä ja Pyhäjärvellä ja mahdollistaisi pidemmän jäädytysajon. Huittisten talvitulvien pienentämiseksi on tarkasteltu Tammelan Pyhäjärven säännöstelyn mahdollisia vaikutuksia Huittisten tulvahuipun leikkaamiseen.

Pahimpien kuivuustilanteiden helpottamiseksi on tarkasteltu, miten Mallasveden vedenkorkeuden nostaminen keväällä nostaisi Mallasveden ja Vanajaveden vedenkorkeuksia kesällä ja syksyllä sekä, miten Rauta-Kuloveden, Näsijärven, Pyhäjärven ja Kyrösjärven minimivirtaamien nosto kasvattaisi minimivirtaamia Kokemäenjoen pääuomassa Huittisissa.

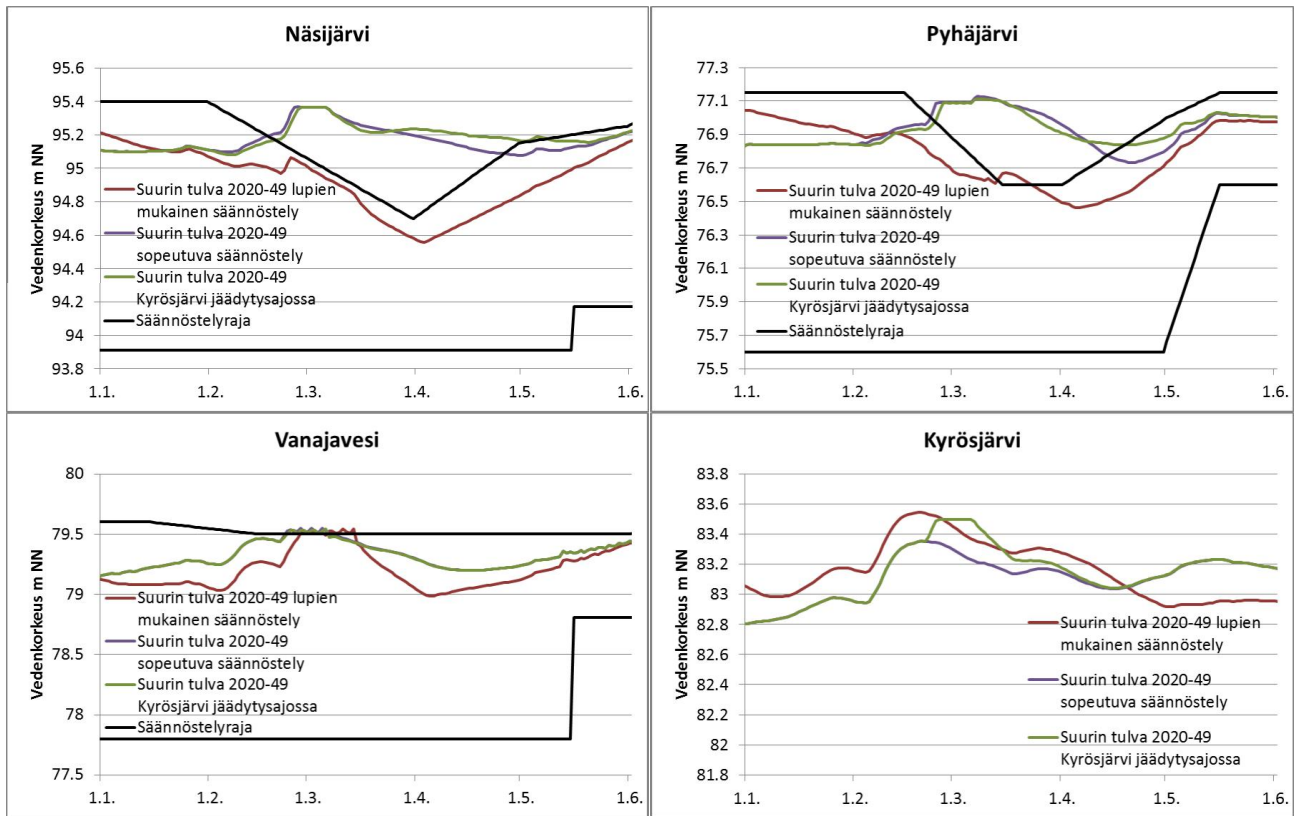
6.1. Kyrösjärven säännöstelylupa poikkeamismahdollisuus

Tässä vaihtoehdossa tarkasteltiin Kyrösjärven mukaantottoa Kokemäenjoen jäädytysajoon sekä vaikutusta muiden järvien tilanteeseen jaksolle 2020-49 mallinnetussa harvinaisessa talvitulvassa. Vaihtoehdossa Kyrösjärven juoksumäärä oli $10 \text{ m}^3/\text{s}$, mikäli vedenkorkeus järvessä oli pienempi kuin $83,50 \text{ m}$ (NN-järjestelmässä). Tämä juoksumäärä rikkoi nykyisiä lupaehtoja siten, että virtaama oli pienempi kuin mitä säännöstelylupa kyseisillä vedenkorkeuksilla edellyttää. Kyrösjärven nykykäytännön mukaisen juoksumäärän ja edellä mainitun $10 \text{ m}^3/\text{s}$ erotus jaettiin Näsijärven, Vanajaveden ja Pyhäjärven kesken. Tuloksia vertailtiin sopeutuvan säännöstelyn vaihtoehtoon sekä nyky lupien mukaiseen säännöstelyyn.

Tulokset on esitetty kuvissa 14 ja 15. Kuvista voidaan ensinnäkin nähdä, miten nykyisten lupien mukainen säännöstely aiheuttaa järvien lähtövirtaamiin painetta, joka voi johtaa esim. pakkasen kiristyessä hyödeongelmiin tai virtaaman myöhemmästä kasvusta johtuviin jäänlähtöihin. Tarkasteltaessa Pyhäjärven lähtövirtaamia varsinaisen jäädytysajon aikana, voidaan esim. todeta että viiden päivän lähtövirtaaman keskiarvo on sopeutuvalla säännöstelyllä $135 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Kyrösjärven mukaantolla $105 \text{ m}^3/\text{s}$. Nykylupien mukaisella säännöstelyllä vastaava keskivirtaama on $203 \text{ m}^3/\text{s}$. Vedenkorkeuksissa vaikutus näkyy lähinnä Kyrösjärven nousevana vedenkorkeutena: Muuten vaikutus voidaan siirtää juoksumääriin.



Kuva 14. Näsijärven, Pyhäjärven, Vanajaveden sekä Kyrösjärven jäädytysajon aikaisia lähtövirtaamia ilmastoskenaariossa mukaisessa harvinaisessa hyödetulvatilanteessa jaksolla 2020-49.

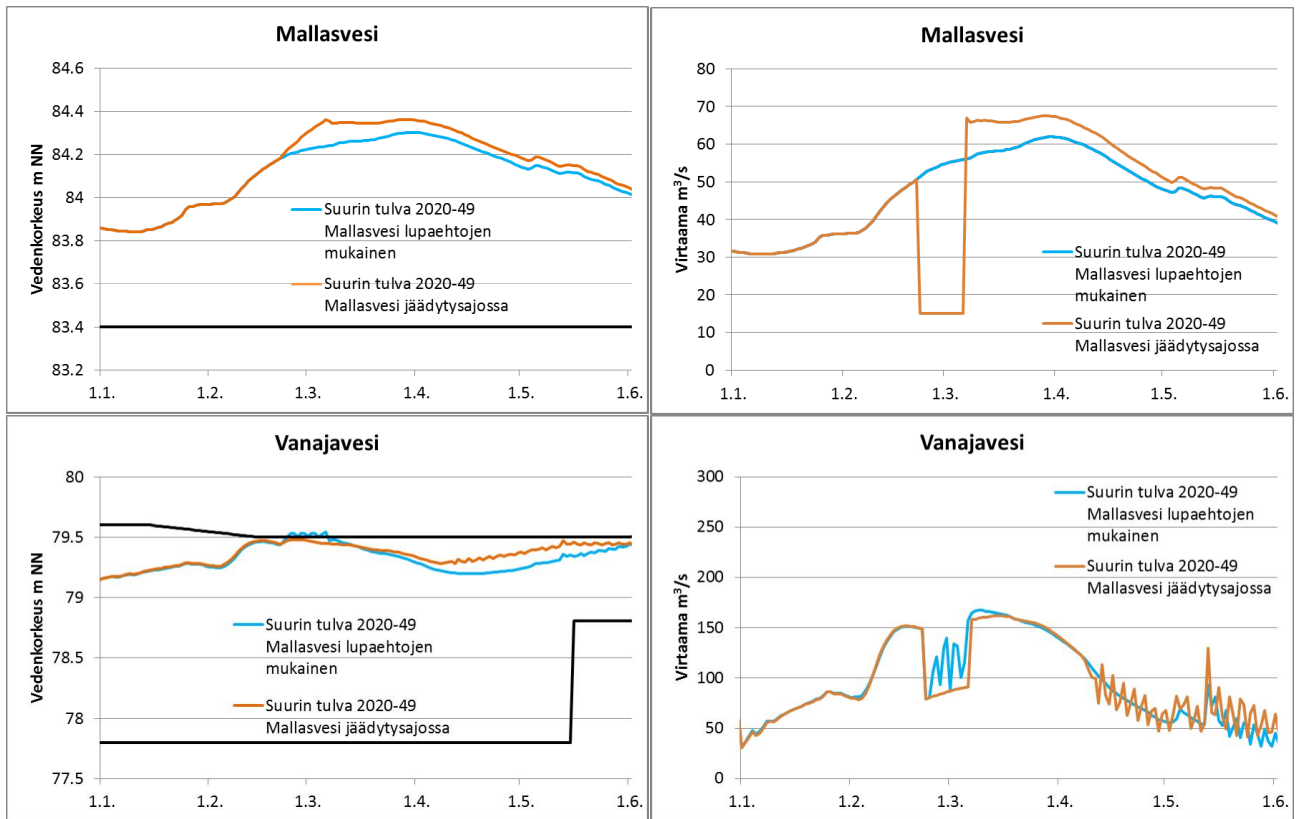


Kuva 15. Näsijärven, Pyhäjärven, Vanajaveden sekä Kyrösjärven jäädytysajon aikaisia vedenkorkeuksia ilmastoskenaariossa harvinaisessa hydetulvatilanteessa jaksolla 2020-49.

6.2. Mallasveden osallistuminen Kokemäenjoen jäädytysajoon

Tarkastelulla selvitettiin, miten Mallasveden juoksutuksen pienentämisellä voidaan mahdollisesti helpottaa Vanajaveden ja alapuolisen vesistön tilannetta. Vaihtoehdossa Mallasvedestä juoksutettiin jäädytysajon aikana $15 \text{ m}^3/\text{s}$. Jääkannen muodostuminen Kokemäenjokeen oletetaan tässä tärkeimmäksi tavoitteeksi ja vedenpinnan annetaan nousta Mallasvedessä.

Tulokset on esitetty kuvassa 16. Mallasveden vedenkorkeus nousee tutkitulla vaihtoehdolla 10-15 cm korkeammalle. Tällä menettelyllä voidaan hetkellisesti leikata Vanajaveden tulovirtaamia ja pitää niitä hieman pidempään alhaisempina, mikä vaikuttaa Vanajaveden juoksutuksiin.

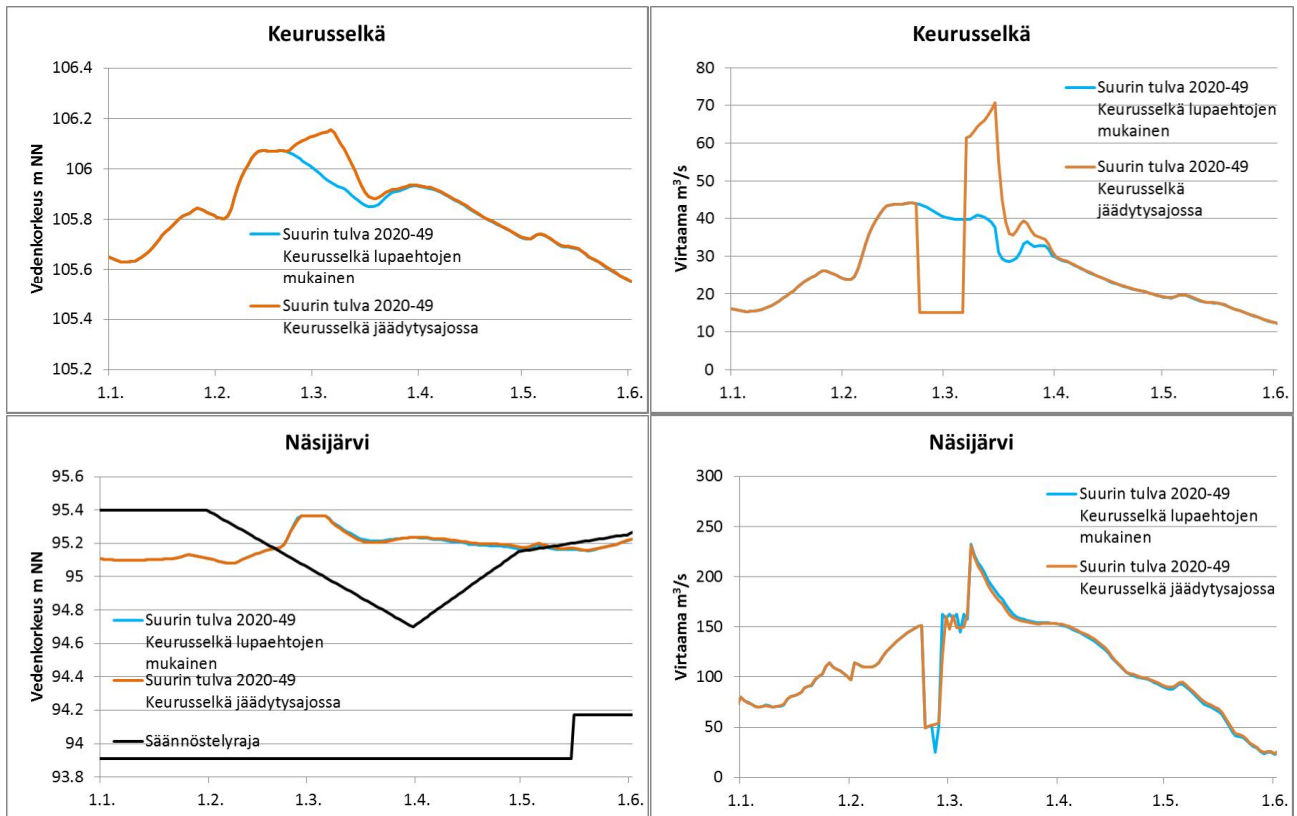


Kuva 16. Mallasveden huomiointi Kokemäenjoen jäädytysajossa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hydetulvatilanteessa jaksolla 2020-49.

6.3. Keurusselän jäädytysajo

Tässä vaihtoehdossa tutkittiin, miten Keurusselän mukaanotto vaikuttaa alapuolisen Näsijärven vedenkorkeuksiin ja edelleen alapuoliseen vesistöön. Keurusselän juoksutukseksi asetettiin $15 \text{ m}^3/\text{s}$, mikäli järven vedenkorkeus on pienempi kuin $106,80 \text{ m}$. Jääkannen muodostuminen Kokemäenjokeen oletetaan tässä tärkeimmäksi tavoitteeksi ja veden annetaan nousta Keurusselällä.

Kuvassa 17 on esitetty vaihtoehdon tuloksia jakson 2020-49 harvinaisessa tulvatilanteessa. Keurusselän virtaamanleikkaus nostaa järven vedenkorkeutta n. 5 cm . Vaikutus Näsijärven vedenkorkeuteen tulee viiveellä ja vaimennettuna välissä olevien järvialtaiden johdosta. Vaikutus Näsijärven lähtövirtaamiin näyttäisi olevan niin pieni, että sitä on vaikea havaita.

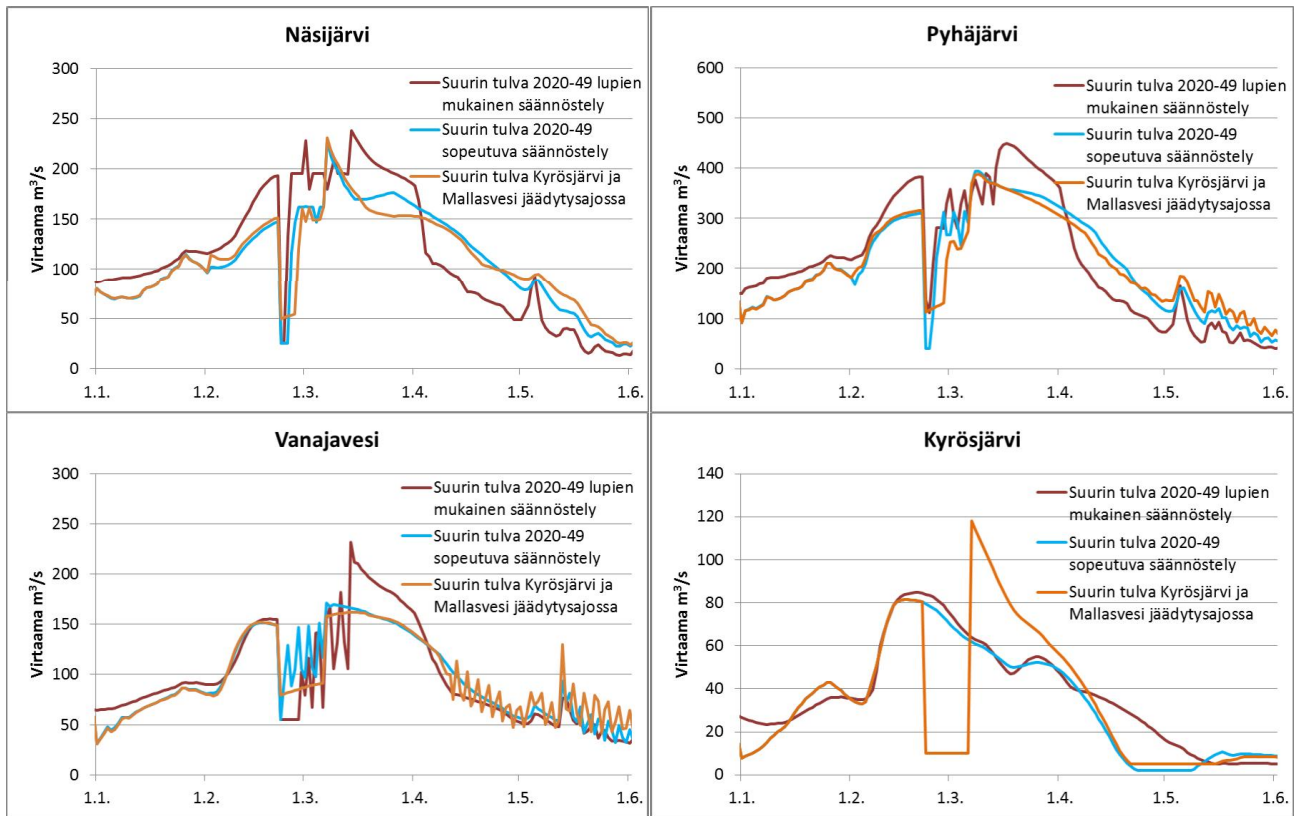


Kuva 17. Keuruselän huomiointi Kokemäenjoen jäädytysajossa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hydetulvatilanteessa jaksolla 2020-49.

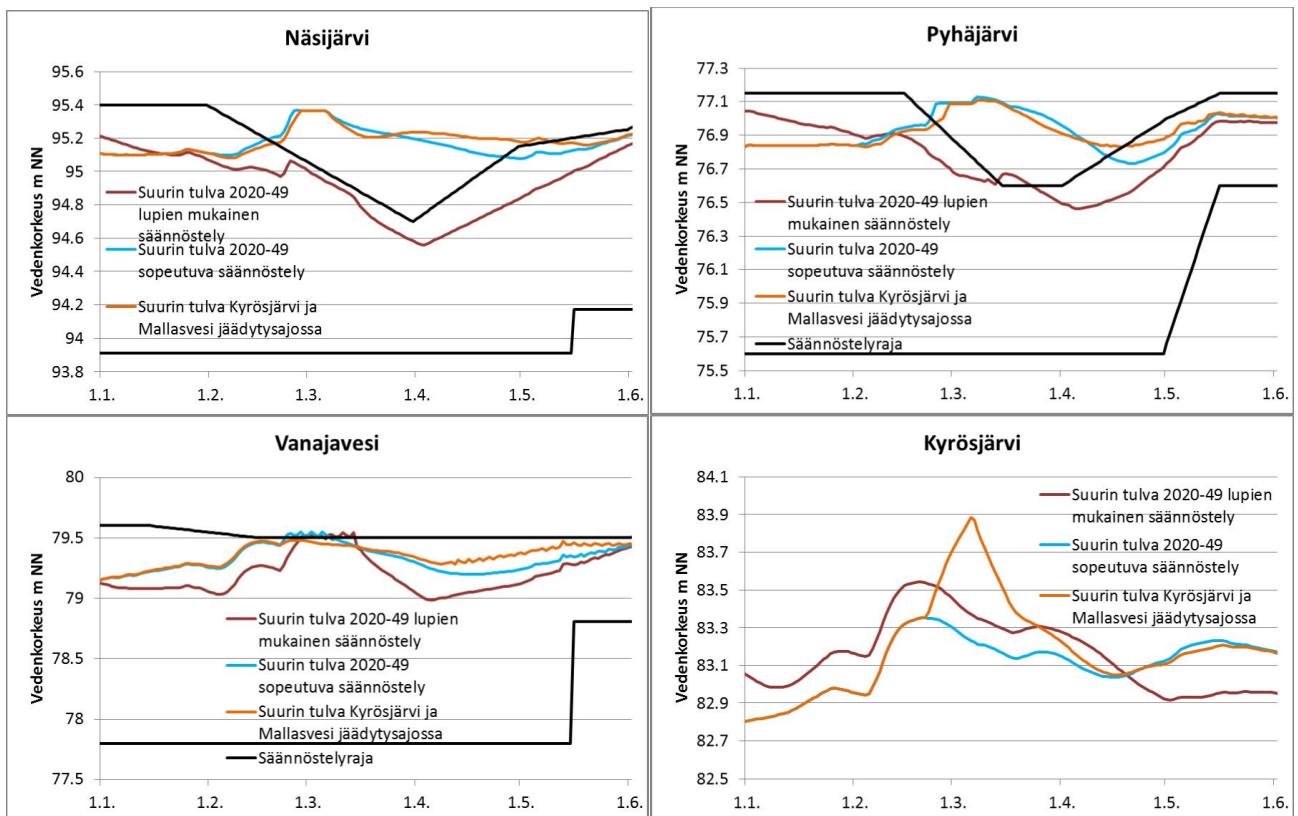
6.4. Jäädytysajojen yhteisvaikutus

Tässä vaihtoehdossa testattiin, miten edellisissä vaihtoehdoissa kuvatut Kyrösjärven, Mallasveden ja Keuruselän jäädytysajot toimivat yhdessä.

Tulokset tarkastellulle helmi-maaliskuun tilanteelle on esitetty kuvissa 18 ja 19. Kyrösjärven ja Mallasveden vedenkorkeuksien annetaan tässä tapauksessa nousta. Vaikutukset ovat selkeimmät Vanajavedellä. Pyhäjärven lähtövirtaamakuvasta nähdään, että jäädytysajoa voidaan jatkaa huomattavasti pidempään, mikä voi olla tarpeen erittäin pahassa hydetilanteessa.



Kuva 18. Näsijärven, Pyhäjärven, Vanajaveden ja Kyrösjärven lähtövirtaamia Kokemäenjoen jäädytysajossa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hydytulvatilanteessa jaksolla 2020-49, kun eri jäädytysajat on yhdistetty samaan simulaatioon.



Kuva 19. Näsijärven, Pyhäjärven, Vanajaveden ja Kyrösjärven vedenkorkeuksia Kokemäenjoen jäädytysajossa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hydytulvatilanteessa jaksolla 2020-49, kun eri jäädytysajat on yhdistetty samaan simulaatioon.

Kyrösjärven ja Mallasveden mukaan ottaminen jäädytysajoon helpottaisi muiden järvien painetta juoksutusten pienentämiseen ja vedenkorkeuden nousuun Porin hydytulvatilanteessa sekä

mahdollistaisi jäädytysajon jatkamista pidempään. Taulukossa 16 on esitetty kunkin järven lähtövirtaama ja sen kesto jäädytysajon aikana yllä kuvatussa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hyydetulvatilanteessa lähitulevaisuuden jaksolla 2020-49. Tuloksissa on esitetty vaihtoehdot nykyisten lupaehtojen mukaisella säännöstelykäytännöllä, jossa tehdään kevätkuoppaa juuri hyydetulvatilanteen aikana, sopeutuvalla säännöstelykäytännöllä, jossa järvien vedenkorkeuksia voidaan nostaa Porin hyydetulvatilanteen uhatessa sekä vaihtoehdoilla, joissa on lisätty sopeutuvaan säännöstelyyn myös Kyrösjärven sekä Mallasveden jäädytysajot.

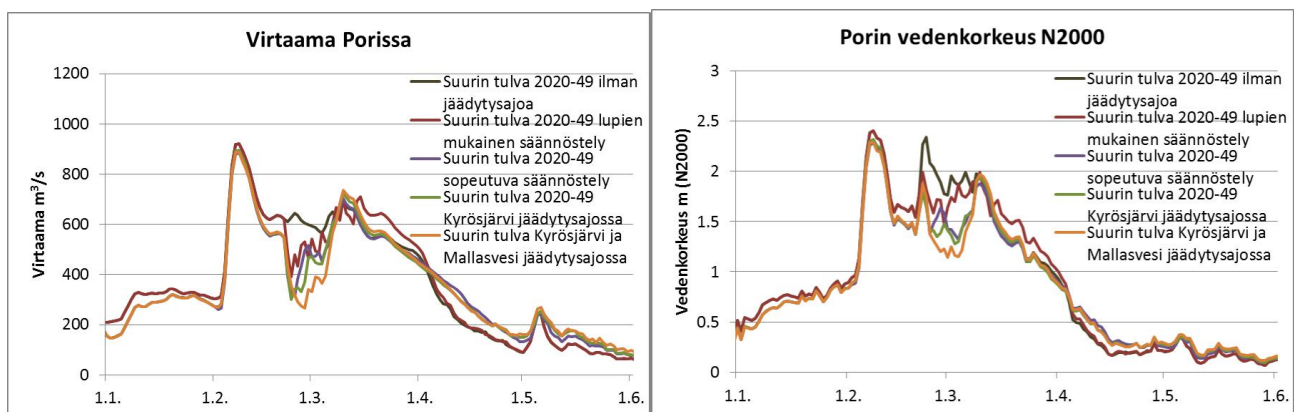
Tulosten perusteella nykyisenkaltaisella säännöstelykäytännöllä voidaan Vanajaveden säännöstelytilavuutta hyödyntää paremmin jäädytysajossa kuin sopeutuvassa säännöstelykäytännössä, jossa kevätkuoppaa ei tehdä. Muissa järvissä puolestaan kevätkuopan säntillinen noudattaminen johtaa suurempiin juoksuksiin jäädytysajon aikana. Tulosten perusteella hyydetulviin onkin syytä varautua lähitulevaisuuden jaksolla pitämällä järvien vedenkorkeuksia riittävän alhaalla jäädytysajon onnistumiseksi.

Lupaehtojen mukaisen kevätkuopan tiukka noudattaminen johtaa 60 m³/s suurempaan Pyhäjärven ja Kyrösjärven yhteenlaskettuun juoksuksiin jäädytysajon aikana kuin sopeutuvassa säännöstelyssä. Kyrösjärven mukaan ottaminen jäädytysajoon parantaisi tilannetta niin, että Pyhäjärven ja Kyrösjärven yhteenlaskettu virtaama jäädytysajon aikana voitaisiin pitää vielä 35 m³/s pienempänä kahden ensimmäisen vuorokauden aikana ja jäädytysajoa voitaisiin jatkaa vielä 160 m³/s suuruisena seuraavan kolmen vuorokauden ajan. Mallasveden mukaan ottaminen Kyrösjärven lisäksi pidentäisi jäädytysajon mahdollisuutta vielä yhdellä vuorokaudella lisää.

Taulukko 16. Järvien tavoitevirtaamat jäädytysajossa sekä toteutuneet virtaamat sekä niiden kesto eri säännöstelyvaihtoehdoilla

	Tavoite- virtaama jäädysajossa	Nykyinen säännöstely jäädysajossa	Nykyinen säännöstely kesto	Sopeutuva säännöstely jäädysajossa	Sopeutuva säännöstely kesto	Kyrösjärvi mukana jäädysajossa	Kyrösjärvi mukana kesto	Kyrösjärvi+ Mallasvesi jäädysajossa	Kyrösjärvi+ Mallasvesi kesto
Mallasvesi	15 m ³ /s	-	-	-	-	-	-	15 m ³ /s	13 vrk
Vanajavesi	55 m ³ /s	55 m ³ /s	6 vrk	95 m ³ /s	5 vrk	100 m ³ /s	6 vrk	85 m ³ /s	13 vrk
Näsijärvi	25 m ³ /s	25 m ³ /s	2 vrk	25 m ³ /s	3 vrk	45 m ³ /s	5 vrk	65 m ³ /s	6 vrk
Pyhäjärvi	40 m ³ /s	125 m ³ /s	2 vrk	65 m ³ /s	3 vrk	105 m ³ /s	5 vrk	120 m ³ /s	6 vrk
Kyrösjärvi	10 m ³ /s	-	-	-	-	10 m ³ /s	2 vrk	10 m ³ /s	13 vrk
Pyhä+Kyrös		210 m ³ /s	2 vrk	150 m ³ /s	2 vrk	115 m ³ /s+ 160 m ³ /s	2 vrk+ 3 vrk	130 m ³ /s	6 vrk
Pori	300 m ³ /s	440 m ³ /s	2 vrk	350 m ³ /s	3 vrk	340 m ³ /s	5 vrk	320 m ³ /s	6 vrk

Tulosten perusteella Kokemäenjoen virtaamaa Porissa pystytään leikkaamaan jäädytysajon avulla noin 200 m³/s kahdeksi vuorokaudeksi nykyisten lupaehtojen mukaisessa ajossa (kuva 20). Tällöin virtaama Porissa olisi noin 440 m³/s näiden kahden vuorokauden aikana. Sopeutuvalla säännöstelyllä voidaan leikata Kokemäenjoen virtaamaa 70 m³/s jo ennen hyydetilanteen syntyä, jolloin jäädytysajon avulla virtaama olisi 350 m³/s jäädytysajon aikana. Mikäli Kyrösjärvi ja Mallasvesi voitaisiin ottaa mukaan jäädytysajoon, Kokemäenjoen virtaamaa pystyttäisiin leikkaamaan edelleen ja sitä voitaisiin jatkaa tarvittaessa huomattavasti pidempään aiheuttamatta vahinkoja Näsijärvellä, Vanajavedellä ja Pyhäjärvellä. Hyyteen aiheuttamaa tulvahuippua Porissa voidaan tässä tulvatilanteessa pienentää jäädytysajon avulla noin 35 cm ja eri sopeutuvan säännöstelyn vaihtoehdoilla yli puoli metriä.



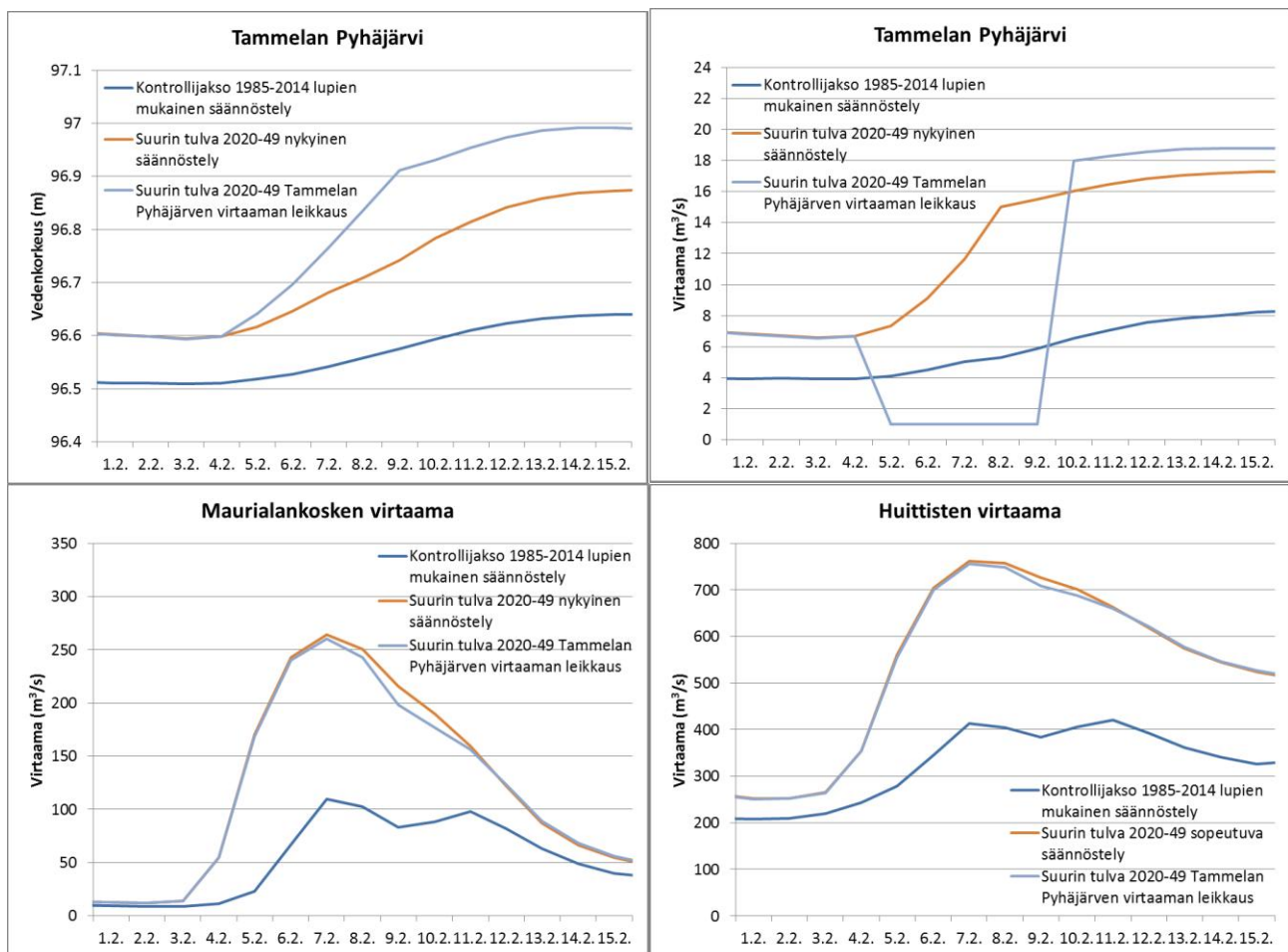
Kuva 20. Porin virtaamia ja vedenkorkeuksia Kokemäenjoen jäädytysajossa ilmastoskenaarion mukaisessa harvinaisessa hyydetulvatilanteessa jaksolla 2020-49, kun eri jäädytysajot on yhdistetty samaan simulaatioon.

6.5. Tammelan Pyhäjärven käyttö Huittisten tulvatilanteessa

Tässä vaihtoehdossa tutkittiin, miten Tammelan Pyhäjärven säännöstelymuutoksella voitaisiin mahdollisesti vaikuttaa Huittisten tulvatilanteeseen. Tammelan Pyhäjärveen sovellettiin 1 m³/s poikkeusjuoksutusta, jos vedenkorkeus Huittisissa nousi yli 43,50 m (NN). Vedenkorkeuden annettiin nousta Tammelan Pyhäjärvestä ilman muita rajoituksia. Vaihtoehtoa sovellettiin jakson 2020-49 harvinaiseen talvitulvatilanteeseen.

Tulokset on esitetty kuvassa 21. Huittisten vedenkorkeutta saadaan alennettua n. 5-6 cm, kun Tammelan Pyhäjärvi nousee samassa ajassa n. 20 cm. Virtaamanalennuksen vaikutukset näkyvät vasta muutaman päivän viiveellä, mikä vaikeuttaa toimenpiteen ajoittamista. Esimerkkitapauksessa Loimijoen ja sitä kautta myös Kokemäenjoen virtaama pienenee selvemmin lupien mukaisesta säännöstelystä vasta tulvahuipun laskuvaiheessa, jolloin mahdolliset tulvavahingot ovat jo tapahtuneet.

Virtaaman pienennys Loimijoessa voi vaikuttaa jääpatojen aiheuttamaan vedenkorkeuksien nousuun, jota voitaisiin edelleen selvittää esim. virtausmallilaskennoilla.



Kuva 21. Tammelan Pyhäjärven käyttö tulvatilanteessa ja sen vaikutus Pyhäjärven vedenkorkeuteen sekä Maurialankosken että Huittisten virtaamaan.

6.6. Mallasveden säännöstely kuivuustilanteessa

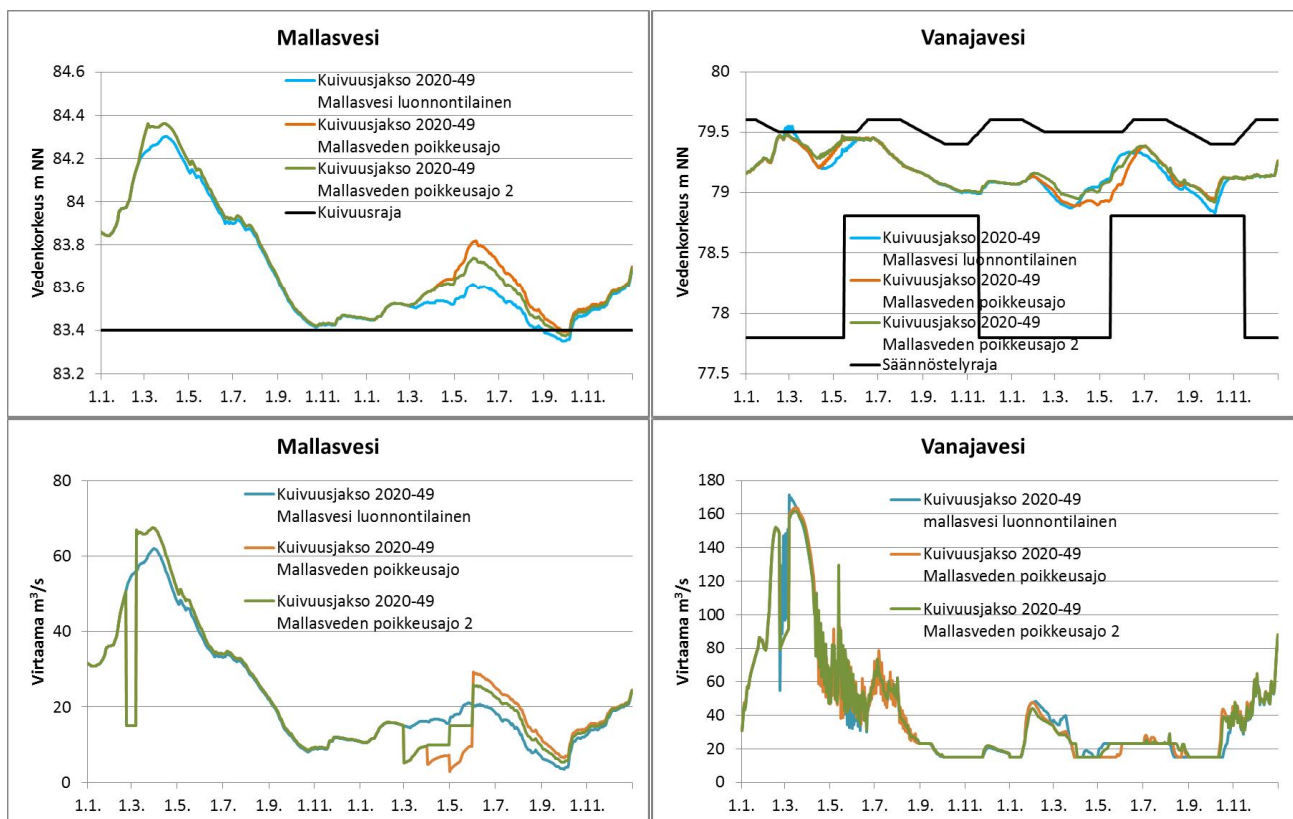
Kuivat vuodet voivat aiheuttaa haittaa mm. Mallasveden ja Vanajaveden virkistyskäytölle ja säännöstelyraja voi alittua Vanajavedellä varsinkin erittäin kuivina vuosina. Seuraavassa on tarkasteltu Mallasveden ja Vanajaveden vedenkorkeuksia ja virtaamia pitkän, lähes kaksi vuotta kestävä kuivusjakson aikana ja miten vedenkorkeuksiin voitaisiin vaikuttaa Mallasveden poikkeusjuoksutuksilla. Jakson ensimmäisen vuoden alussa molempien järvien vedenkorkeudet ovat helmi-maaliskuun vaihteessa verrattain korkealla ja Vanajaveden vedenkorkeus on noussut säännöstelyrajan tuntumaan ajankohtaan Porissa sattuneen hyydetilanteen johdosta. Pitkän ja kuivan kesäkauden jälkeen molempien

järvien vedenkorkeudet laskevat syksyllä hyvin alas. Kuivuusjakson jatkuessa seuraavana vuonna, tilanne pahenee ja Vanajaveden vedenkorkeus laskee säännöstelyn alarajalle ja Mallasvesi kuivuusrajan alapuolelle.

Poikkeusajot on toteutettu niin, että Valkeakosken luonnonmukaista juoksutusta pienennetään keväällä, mikäli Mallasveden vedenkorkeus on tason 84,00 m (NN) alapuolella. Tämän toteutuessa luonnonmukaista juoksutusta pienennetään maaliskuussa 10 m³/s, huhtikuussa 15 m³/s ja toukokuussa 20 m³/s. Toisessa vaihtoehdossa vastaava poikkeusjuoksutus tehdään vastaavasti pitämällä kuitenkin Mallasveden minimivirtaamana huhtikuussa 10 m³/s ja toukokuussa 15 m³/s, jotta Vanajaveden vedenkorkeus saadaan nostettua keväällä kesän tavoitetasolle. Poikkeusjuoksutusajoissa Mallasvesi on otettu myös mukaan jäädytysajoon ensimmäisen vuoden alkupuolella, mutta tällä ei ole vaikutusta enää kuivuustilanteessa.

Laskentojen tulokset on esitetty kuvassa 22. Vanajavedellä molemmat poikkeusjuoksutusvaihtoehdot nostaisivat loppukesän vedenkorkeuksia noin 5-6 cm ja syksyn alimpia vedenkorkeuksia noin 10 cm. Mallasvedellä poikkeusjuoksutukset nostaisivat loppukesän vedenkorkeutta ensimmäisessä vaihtoehdossa 10 cm ja syksyn minimivedenkorkeutta 4 cm ja toisessa vaihtoehdossa vastaavasti 6 cm ja 3 cm.

Ensimmäisessä poikkeusjuoksutusvaihtoehdossa vaikutukset molempien järvien minimivedenkorkeuksiin olisivat kuivuustilanteessa hieman toista vaihtoehtoa suurempia. Mikäli Mallasveden lähtövirtaaman annettaisiin laskea alla kuvattuja minimivirtaamia pienemmiksi huhti-toukokuun aikana, jäisi Vanajaveden vedenkorkeus kesäkuun alussa kuitenkin huomattavasti kesän tavoitetaso alapuolelle.

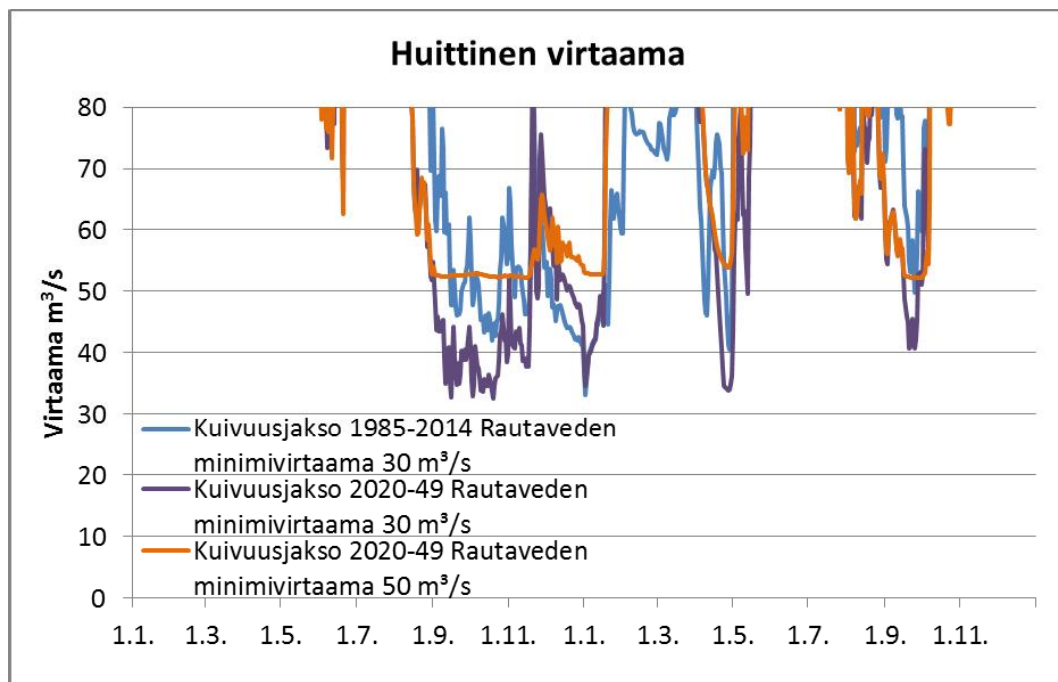


Kuva 22. Mallasveden poikkeusajo kuivuustilanteessa.

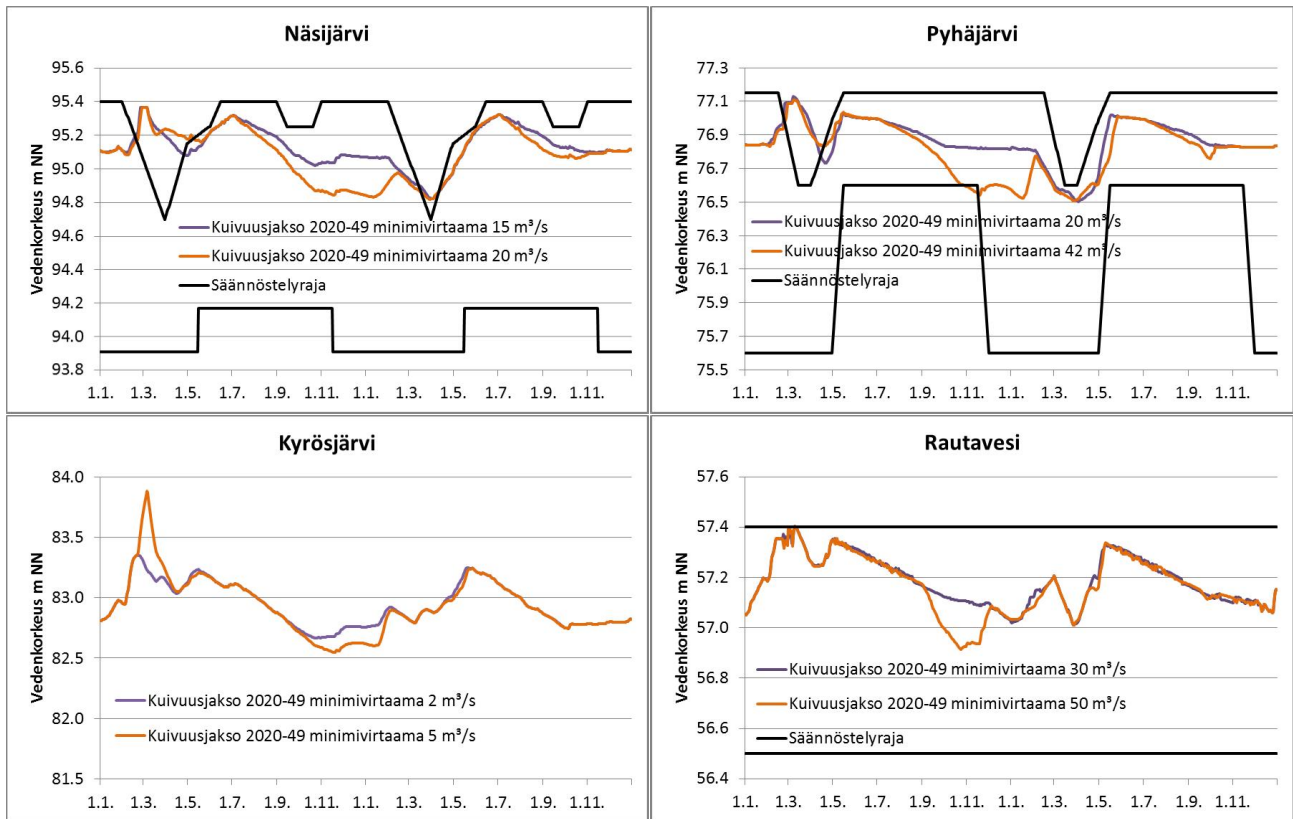
6.7. Kokemäenjoen virtaaman lisäys kuivuustilanteessa

Tässä vaihtoehdossa tavoitteena oli lisätä Kokemäenjoen virtaamaa kuivuustilanteessa. Virtaaman lisäyksellä voidaan edesauttaa vedenlaadun säilymistä jokijaksolla ja varmistaa Kokemäenjoen vuorokauden keskivirtaaman pysyminen riittävän suurena pitkän kuivan jakson vedenottotarpeiden varalta. Tarkastelussa Rautaveden minimilähtövirtaamaksi asetettiin $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Näsijärven minimilähtövirtaama oli $20 \text{ m}^3/\text{s}$, Pyhäjärven $42 \text{ m}^3/\text{s}$ sekä Kyrösjärven $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kokemäenjoen pääuoman minimivirtaamat kasvavat minimivirtaamien noston ansiosta n. $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (kuva 23) ja vuorokauden keskivirtaama voidaan pitää yli $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Minimivirtaamien lisäys nopeuttaa järvien vedenkorkeuksien laskua. Näsijärven vedenkorkeus laskisi marraskuussa noin 15 cm, Pyhäjärven noin 20 cm, Kyrösjärven noin 10 cm ja Rautaveden noin 20 cm alemmaksi kuin nykyisillä minimivirtaamilla (kuva 24). Vedenkorkeudet laskisivat siis tavoitetason alapuolelle ja Pyhäjärvellä jopa säännöstelyn alarajalle. Tämän vuoksi minimivirtaamien nostoja ei todennäköisesti voida toteuttaa ainakaan näin suurina. Jos Kokemäenjoen minimivirtaamat aiheuttavat tulevaisuudessa nykyistä suurempia ongelmia, minimivirtaamien nostoa voitaisiin harkita yhtenä vaihtoehtona pääuoman virtaaman lisäämiseksi.



Kuva 23. Ilmastonmuutoksen vaikutus Huittisen virtaamaan pitkän kuivan jakson aikana sekä minimivirtaamien noston vaikutus kuivuustilanteessa jaksolla 2020-49.



Kuva 24. Minimivirtaamien noston vaikutus Näsijärven, Pyhäjärven, Kyrösjärven ja Rautaveden vedenkorkeuksiin.

7. Sidosryhmäyhteistyö

Kokemäenjoen sääntelyn neuvottelukunnan kokouksissa käsitellään keskeisten sääntelijöiden ja vesiviranomaisen kesken ajankohtaista vesitilannetta ja sääntelyn toteuttamista. Neuvottelukunta kokoontuu 3 kertaa vuodessa ja vesiolosuhteiden muuttuessa lisäksi useammin.

Padotus- ja juoksutusselvityksen tuloksia hankkeen aikana käsiteltiin neuvottelukunnan kokouksessa 31.5.2016, johon osallistui sääntelijöiden, Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen Ely-keskusten ja SYKEN edustajat. 17.1.2017 järjestettiin ns. laajennetun tulvaryhmän kokous, jossa käsiteltiin alustavia toimenpide-esityksiä. Kokoukseen osallistui Varsinais-Suomen, Pirkanmaan ja Hämeen ELY-keskusten, SYKEN, Porin ja Huittisten kaupunkien, Pirkanmaan pelastuslaitoksen, PVO-Vesivoiman, Kyröskosken Voiman, UPM-energian ja Tampereen Sähkölaitoksen edustajat. Kokouksen jälkeen laajennetulla tulvaryhmällä oli mahdollisuus kommentoida raporttiluonnosta ja saadut kommentit otettiin huomioon raportin viimeistelyssä.

Padotus- ja juoksutusselvityksessä on otettu huomioon myös PIRSKE-hankkeen sidosryhmäyhteistyössä käsitellyt tavoitteita ja saatuja tuloksia. PIRSKE-hankkeen työpajoihin osallistui kalastusalueiden (Näsijärven, Kyrösjärven ja Vammalan seudun), Pirkanmaan kalatalouskeskuksen, Suomen luonnonsuojeluliiton, kuntien (Lempäälä, Vesilahti, Nokia, Pirkkala), Vanajavesikeskuksen, voimayhtiöiden sekä Pirkanmaan ELY-keskuksen edustajia. Lisäksi ranta-asukkaiden ja vesistöjen käyttäjien näkemyksiä kerättiin järvi-kohtaisissa yleisötilaisuuksissa ja kyselyllä.

8. Vesitaloushankkeiden vaikutusmahdollisuudet ja muutostarpeet

Tässä luvussa käsitellään edellä esitettyjen mallinnustulosten ja kokemuseräisen tiedon pohjalta eri vesitaloushankkeiden vaikutusmahdollisuuksia ja ongelmakohtia tulva- ja kuivuustilanteessa, ottaen huomioon vesitalousluvut ja vahinkopotentiaali. Mallinnetut tilanteet ovat esimerkkitalanteita jotka eivät täsmälleen tule toteutumaan, mutta antavat käsityksen toimintamahdollisuuksista yleistäväksi ennakoituissa tilanteissa.

8.1. Rauta-Kulovesi

Rauta-Kuloveden säännöstely on merkityksellinen Kokemäenjoen jäädytysajossa. Pienen pinta-alan vuoksi järveen itseensä pystytään varastoimaan vain pienehkö vesimäärä, mutta järviketjun alimpana järvenä sen tehtävä jäädytysajossa on erityisesti välittää koko vesistön juoksutuspäennykset alaspäin ja siten yhteistyö muiden säännöstelyjen kanssa on oleellista. Luvassa määrätty säännöstelyn yläraja muodostaa kevätkuopan, mutta kuopasta saadaan poiketa tietyillä tulovirtaamilla, tai jos se on tarpeen tulvan pienentämiseksi. Siten kevätkuoppa mukautuu vähävetiseen ja aikaiseen kevääseen ja tulvatilanteeseen.

8.2. Kyrösjärvi

Kyrösjärven säännöstelylupa ei sisällä vedenkorkeudelle kiinteitä ylä- ja alarajoja vaan juoksutuskaavion (kuva 7), jonka vuodenaikojen mukaan muuttuvien vedenkorkeusvyöhykkeiden sisällä on noudatettava tietyjä virtaamia.

Talvitulvien osalta säännöstelylupa ei edellytä osallistumista Kokemäenjoen jäädytysajoon ja toisaalta korkeilla vedenkorkeuksilla juoksutuskaavion mukaan on pakkokin juoksuttaa mahdollisen jäädytysajon kannalta haitallisen suuria vesimääriä. Jos syksy on kuiva ja vedenkorkeus siksi alhaalla, tilanne on helpompi. Nykyisen säännöstelyluvan puitteissa osallistumista tulvatilanteiden hallintaan on mahdollista tehdä siten, että juoksutuskaavion antaman väljyyden puitteissa vedenkorkeutta lasketaan ennen talvea, jotta mahdollisen jäädytysajon alkaessa vedenkorkeus olisi alempana eikä lupa edellyttäisi niin suurta juoksutusta. Tätä voidaan pitää tarpeellisena toimenpiteenä, mutta sen vaikutus on rajallinen. Lisäksi onkin tarpeen tarkastella mahdollisuutta muuttaa säännöstelylupaa siten, että se tulvatilanteeseen varautumiseksi ja jäädytysajon aikana antaisi enemmän säännöstelyn mahdollisuuksia eri vedenkorkeuksilla. Mikäli Kyrösjärven vedenkorkeutta nostettaisiin esimerkiksi jäädytysajon takia huomattavasti nykyisen luvan mukaista korkeammalle, voisi aiheutua vahinkoa Kyrösjärven rannoilla. Sitä varten tulisi arvioida vahinkoa aiheuttava vedenkorkeuden taso.

Kyrösjärven säännöstelylupa ei varsinaisesti sisällä tietyn suuruista kevätkuoppaa, mutta luvan juoksutuskaavio käytännössä jonkin verran ohjaa vedenkorkeuksien alentamiseen kevättalvella ja rajoittaa vedenkorkeuden nostamista keväällä. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta keskimääräisten tulovirtaamien arvioidaan pienenevän kesällä (kuva 13) minkä seurauksena Kyrösjärven vedenkorkeudet laskevat nykyistä helpommin aiheuttaen haittaa virkistyskäytölle (PIRSKE-hankkeen tulokset) ja vaikutus ulottuu myös alapuolisiin Pappilanjoen ja Siuronkosken virtaamiin. Kyrösjärven korkeammat kevään vedenkorkeudet saattaisivat helpottaa kesän tilannetta kyseisellä alueella. Todennäköisesti vaikutus Kokemäenjokeen asti on kuitenkin pieni.

8.3. Mahnalanselkä-Kirkkojärvi

Mahnalanselkä-Kirkkojärvi on Kyrösjärven alapuolella sijaitseva, pinta-alaltaan Kyrösjärveä huomattavasti pienempi järvi. Sen vedenkorkeus pidetään lähes aina lähellä kiinteää säännöstelyn ylärajaa. Siten juoksutus käytännössä myötäilee Kyrösjärven juoksutusta eikä tarvetta muutokselle ole. Kevättulvan ollessa selvästi keskimääräistä suurempi, järven vedenkorkeutta tulisi alentaa, jotta voidaan ehkäistä järven rannoille aiheutuvaa tulvavahinkoa.

8.4. Pyhäjärvi ja Vanajavesi

Pyhäjärven ja Vanajaveden säännöstelyä on käytetty Kokemäenjoen tulvatilanteiden hallinnassa erityisesti pienentämällä juoksutuksia jäädytysajon aikana ja tekemällä sitä varten järviin tilaa ennakkoon. Säännöstelyluvassa tästä ei kuitenkaan ole mainintaa. Pyhäjärvi on Rauta-Kuloveden tavoin tärkeä jäädytysajon onnistuneen ajoituksen varmistamisessa. Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyviin talvitulviin varautumiseksi vedenkorkeuksien laskemista olisi tehtävä ennakoivasti ja herkästi.

Säännöstelyluvan vedenkorkeusrajat eivät estä talvitulviin varautumista vedenkorkeutta laskemalla. Kuitenkin Pyhäjärvellä helmikuussa alkava pakollinen vedenkorkeuden alenema voi koitua alapuolisen vesistön tulvien kannalta ongelmaksi, jos hyydetilanne tai lumen sulaminen ajoittuu samaan aikaan kuin vedenkorkeutta on alennettava voimakkaasti. Tästä tulisi olla mahdollista poiketa vesitilanteesta riippuen. Aikaisina ja vähälumisina keväinä kalenteriin sidottu kevätkuoppa voi olla epätarkoituksenmukainen ja aiheuttaa jonkin verran haittaa myös virkistyskäytölle, vesiluonnolle sekä joissain tilanteissa vesivoiman tuotannolle. Kevättulviin kuitenkin tulee jatkossakin varautua myös vähälumisina vuosina, sillä keväällä maan ollessa vielä märkää voivat sateet nostaa vedenkorkeuden nopeasti. Runsaslumisina talvina varautuminen kevättulviin alentamalla vedenkorkeutta on edelleen tarpeellista. Vanajavedellä ei ole luvassa määrättyä kevätkuoppaa joten sen suhteen tarvittava ilmastonmuutokseen sopeutuminen voidaan tehdä nykyisen luvan puitteissa.

Ilmastonmuutostarkastelujen mukaan Pirkanmaan keskeisistä säännöstellyistä järvistä erityisesti Vanajavedellä kuivimpien kesien kesäaikainen vedenkorkeuden lasku on voimakasta ja voi aiheuttaa säännöstelyrajan alittumista. Vanajavedellä Hämeenlinnaa koskeva korkeampi säännöstelyn yläraja on rajoittanut keväällä vedenkorkeuden nostamista, mikä kuitenkin helpottaisi kesän matalia vedenkorkeuksia. Kokonaisuudessaan vesistöalueen kuivuustilanteita ajatellen nykyinen kesän aikainen säännöstelykäytäntö toimii verraten hyvin. Säännöstelysuosituksissa esitetty tavoite alentaa vedenkorkeutta kohtuullisesti kesän aikana tasapainottaa vesitilannetta säännösteltyjen järvien ja Kokemäenjoen kesken. Merkittävämpiä haittoja syntyy pitkäaikaisten kuivuusjaksojen myötä.

8.5. Näsijärvi

Näsijärven säännöstelyllä voidaan vaikuttaa hyvin alapuolisen vesistön vesitilanteisiin joten yhteistyö talvitulviin varautumisessa ja osallistumisessa on tärkeää. Näsijärven säännöstelyn luparajat ovat samantyyppiset kuin Pyhäjärvellä ja kevätkuopan ongelmat hyydetilanteen tai aikaisen kevättulvan tapauksessa pääpiirteiltään samoja. Näsijärven pinta-ala on noin kaksinkertainen Pyhäjärveen nähden. Kokemäenjoen tulvatilanteen vaatiessa, jos Kolsin voimalaitoksella juoksutus on vaarassa ylittää 500 m³/s, Näsijärven säännöstelylupa sallii vedenkorkeuden nostamisen enintään kymmeneksi vuorokaudeksi enintään korkeudelle NN + 95,50 m. Tämän poikkeuslupaehdon on kuitenkin todettu olevan varsin rajoitettu monissa käytännön tulvatilanteissa ja etenkin jäädytysajossa Kolsin virtaamaehto ei yleensä täyty. Vuosina 2016 ja 2017 haettiin poikkeamislupaa Näsijärven säännöstelyn kevätkuopan ylärajasta poikkeamiseksi tavanomaista vähälumisemmän kevään takia. Vuonna 2005 haettiin poikkeamislupa kevään ylärajasta uhkaavan hyydetilanteen varalle, mutta poikkeamista ei tarvinnut toteuttaa. Hyvin kuivassa tilanteessa vesitilanteeseen nähden epätarkoituksenmukainen kevätkuoppa voi vaikeuttaa myös kesän tavoitevedenkorkeuksien saavuttamista Näsijärvellä tai ainakin edellyttää epäedullisen pientä virtaamaa alapuolisen vesistön kannalta.

Säännöstelysuositukset myös Näsijärvellä sisältävät vedenkorkeuden laskevan suunnan kesällä, suositusalarajaa kuitenkin noudattaen.

8.6. Mallasvesi ja sen yläpuoliset vesistöalueet

Valkeakosken voimalaitoksen juoksutukset on sidottu luonnonmukaiseen purkautumiskäyrään, mutta lupa sallii juoksutuksen pienentämisen, jos Mallasveden vedenkorkeus on vaarassa laskea tason NN + 83,64 m alapuolelle. Purkautumiskäyrästä poikkeaminen tulvatilanteen hallitsemiseksi vaatisi poikkeamisluvan tai lupamuutoksen. Poikkeusjuoksutuksilla voitaisiin sikäli vaikuttaa alapuoliseen vesistöön, että järvi on yhteydessä Vanajaveteen ilman merkittävää viivettä. Poikkeusjuoksutus vaikuttaisi järvien vedenkorkeuksiin Mallasveden lisäksi koko Iso-Längelmäveden alueella. Järviryhmän kokonaispinta-ala on 410 km², minkä vuoksi poikkeusjuoksutusten aiheuttama vedenkorkeuden muutos jäisi maltilliseksi. Kuitenkin muun muassa Hauhon reitin kapeiden salmien vaikutuksesta voi tulvatilanteessa vedenkorkeusero Iso-Längelmäveden eri osissa olla n. 25 cm (Vainio 1999).

Mallinnustulosten perusteella Valkeakosken voimalaitoksen juoksutuksia pienentämällä voitaisiin osaltaan edesauttaa Kokemäenjoen jäädytysajon onnistumista tai vähentää Vanajaveden vedenkorkeuden nousua jäädytysajon aikana. Tähän mennessä Mallasvettä ei ole käytetty jäädytysajossa. Poikkeaminen voimalaitosluvasta tulvatilanteessa on tarpeen todennäköisesti sen verran harvoin, että tarvittaessa voidaan hakea nykyiseen lupaan poikkeamista vesilain 18 luvun 4 §:n mukaan eikä siten esitetä lupamuutostarpeita tältä osin.

Mallasveden ja siihen yhteydessä olevien vesistöjen kesä- ja syysajan kuivuustilanteita voitaisiin helpottaa pienentämällä juokсутusta aktiivisesti, jolloin vedenkorkeus keväisin nousisi korkeammalle. Muutos merkitsisi voimalaitosluvan muuttamista vesistön säännöstelyluvaksi, mikä ei ole todennäköistä. Muutokseen kuuluvat selvitykset ja kompensatiot voivat näin suurella vesistöalueella kasvaa niin suuriksi, ettei löydy sellaista tahoja, joka voisi muutosta ajaa. Kokemuksia luonnontilaisen järven säännöstelyselvityksestä on esimerkiksi Pielisellä, jossa todennäköisimmäksi vaihtoehdoksi on tulossa vastaavanlainen menettely kuin Valkeakosken voimalaitoksella.

Valkeakosken voimalaitoksen luvassa mainitaan, että luvan saajan tulee vesiviranomaisen kanssa sopia siitä ajankohdasta ja tavasta, milloin ja miten purkautumiskäyrän mukaisesta juokсутuksesta tulee poiketa. Nykyisen kaltaisella purkautumiskäyrästä poikkeamisella pyritään vähentämään kuivuudesta aiheutuvia haittoja Mallasvedellä ja siihen yhteydessä olevilla järvilla, mutta näillä kuivuusajan juokсутuksilla voidaan aiheuttaa kuivuusongelmia myös alapuolisessa Vanajavedessä. Valkeakosken voimalaitoksella on vuosina 2000-2015 ryhdytty poikkeamismenettelyyn 11 kertaa (yhteensä 1 364 vuorokautta).

Lupaehdon soveltamisessa on kuitenkin eräitä ongelmia. Missään ei ole määritelty, kuinka aikaisin siinä tarkoitettu vedenkorkeuden laskemisuhka voidaan todeta ja ryhtyä juokсутuksen pienentämiseen. Jos pienentämiseen ryhdytään esimerkiksi vain viikkoa ennen ennakoitun uhkan realisoitumista, ei vedenkorkeuden laskua enää käytännössä voida kuin poikkeustapauksessa estää. Tällöinkin tarvittavat toimenpiteet ovat alapuolella sijaitsevan Vanajaveden kannalta rajuja - järven tulovirtaama alenee käytännöllisesti katsoen nolnaan ja sen vedenkorkeuksien lasku kiihtyy. Lisäksi pienestä juokсутuksesta aiheutuu ongelmia Kärjenniemen veden laadulle, koska sinne kunnan ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoilta johdettujen vesien laimennusolot heikkenevät oleellisesti. Mikäli taas ennakoituihin ryhdytään mahdollisimman aikaisin heti, kun mahdollinen uhka on nähtävissä, poiketaan todennäköisesti huomattavasti nykyisen luvan tarkoituksesta, saatetaan aiheuttaa haittaa erityisen alaville ranta-alueille ja esimerkiksi viime vuosina yleistyneiden syksyn ja talven aikaisten sadekausien aikana lähtökohtaisesti pahentaa niistä johtuvaa tulvatilannetta.

Alapuolisen Vanajaveden kannalta tällainen mahdollisimman aikainen ennakoituihin olisi kuitenkin selvästi parempi, koska silloin tarvittavat juokсутuksen muutokset tapahtuisivat asteittain ja siten kertaluokiltaan selvästi pienempinä. Kummassakin tapauksessa juokсутukset palautettaisiin luvan purkautumiskäyrän mukaiseksi heti, kun vedenkorkeuden laskemisuhka voitaisiin riittävällä varmuudella katsoa poistuneeksi.

8.7. Keurusselkä, Ähtärinjärvi ja Ouluvesi

Keurusselällä voimalaitoksen juokсутus on luvassa sidottu luonnonmukaiseen purkautumiseen, eikä luvassa ole esitetty automaattista poikkeamismenettelyä kuivuus- tai tulvatilanteissa. Mallinnustulosten perusteella Keurusselän alapuolella sijaitsevat, menovirtaamaltaan luonnontilaiset järvet (Tarjannevesi ym.) tasoittavat virtaamia niin paljon, että Keurusselällä tehtävien juokсутusmuutosten vaikutus on häviävän pieni Näsijärvellä tai sen alapuolisissa vesistöissä ja tulee niihin tarpeeseen nähden myöhässä. Siten Keurusselän juokсутuksiin ei ole Kokemäenjoen tulva- tai kuivuustilanteiden kannalta tarpeen esittää muutoksia.

Ähtärinjärvi ja Ouluvesi ovat pinta-alaltaan selvästi Keurusselkää pienempiä ja koska Tarjannevesi tasoittaa myös niistä tulevia virtaamia, ei myöskään niiden säännöstelymuutoksilla voitaisi sanottavasti vaikuttaa tulva- ja kuivuustilanteissa vesistön alaosaan asti. Ähtärinjärvelle on kuitenkin tarpeen tehdä tarkempi ilmastonmuutosselvitys, sillä säännöstelyluvan pakollisen kevätkuopan takia vähälumisten talvien jälkeisinä keväinä järven vedenpinta saattaa jäädä liian matalalle. Selvityksessä tulisi tarkastella myös vaikutuksia alapuolisella Toisvedellä.

8.8. Tammelan Pyhäjärvi

Mallinnukset osoittavat, että Tammelan Pyhäjärveen vettä padottamalla saadaan aikaan vain pieni vaikutus Huittisten vedenkorkeuteen ja Loimijoen viipymän takia sen ajoittaminen on hankalaa. Viime vuosien talvitulvat ja keväiden aikaisuus ovat kuitenkin osoittaneet, että Tammelan Pyhäjärven kalenterisidonnaisen säännöstelyluvan lupamääräyksiä tulisi ajantasaistaa. Vuonna 2017 laadittavan Loimijoen padotus- ja juokсутus selvityksen tavoitteena on parantaa varautumista tulva- ja kuivuusriskeihin huomioiden Loimijoen vesistön erilaiset käyttötarpeet.

Huittisten tulvatilanteeseen joka aiheutuu Loimijoen suuresta virtaamasta, pystytään vaikuttamaan Pirkanmaan järvien säännöstelyllä pienentämällä juoksutuksia Loimijoen tulvahuipun ajaksi.

8.9. Muut vesitalousluvut

Tässä selvityksessä on käsitelty sellaisia Kokemäenjoen vesistöalueen vesitalouslupia, joiden on tiedetty tai arveltu vaikuttavan hankaliin tulva- ja kuivuustilanteisiin vesistöaluetasolla laajemmin. Sellaisten säännöstelyjen, joiden tiedetään olevan vesimääriltään pieniä tai viipymäjaksojen erottamia muista vesistön osista, ei ole tarkasteltu. Osalla niistä voi kuitenkin olla esimerkiksi ilmastonmuutoksen myötä tulevia ongelmia lähialueellaan ja siten tarpeellista tehdä erillinen selvitys kuten säännöstelyn kehittämiselvitys tai padotus- ja juoksutus selvitys.

Muiden kuin järvien vedenkorkeuksia säätelevien voimalaitosten juoksutuksia ei ole erikseen tässä selvityksessä tarkasteltu. Ilmastonmuutos ja toimenpiteet vaikuttavat myös niihin. Esimerkiksi Harjavallan voimalaitoksen remontilla on varauduttu tulva- ja kuivuustilanteiden hallintaan siten, että laitoksen kokonaiskapasiteettia on kasvatettu, ja uusi koneistoyksikkö pystyy myös juoksettamaan aiempaa pienempää virtaamaa.

8.10. Toimenpiteiden vaikutuksista

Tässä selvityksessä käsiteltävien toimenpiteiden tavoitteena on parantaa tulva- ja kuivuusriskien hallintaa vesistöaluetasolla. Lisäksi tässä kohdassa käsitellään säännöstelyjen muuttamisen arvioituja vaikutuksia vesien tilaan, virkistyskäyttöön, vesivoiman tuotantoon ja eroosioon perustuen mm. PIRSKE-hankkeen (Dubrovin ym. 2017) tuloksiin.

Järvisäännöstely voi muuttaa merkittävästi vedenpinnan luontaista vaihtelua: avovesikauden keskivesi, vedenpinnan vaihtelun rytmikka sekä ylimmät ja alimmat vedenkorkeudet voivat muuttua. Muutokset voivat heijastua vesiluontoon ja vesistön eri käyttömuotoihin monin tavoin. Suurten järvien vedenlaatuun vaikutukset ovat yleensä vähäisiä. Järvien kevätkuoppien muuttaminen joustavammaksi olisi vesiluonnon kannalta edullista. Lievempi kevätkuoppa voi parantaa vedenpinnan laskulle ja jäätymiselle herkkien kasvien ja eliöiden elinolosuhteita sekä helpottaa kuivana keväänä vedenkorkeuden nostamista tasolle, jolla hauen lisääntymisolosuhteet ovat hyvät ja vaikutus rantakasvillisuuteen myönteinen. Virkistyskäytölle kevään alimpien vedenkorkeuksien nostolla olisi myönteisiä vaikutuksia, sillä paljon tyytymättömyyttä aiheuttaneet jäiden lähdön jälkeisten muutamien viikkojen alhaiset vedenkorkeudet nousisivat myös ja virkistyskäytölle sopiva vedenkorkeustaso saavutettaisiin aikaisemmin. Kevättalven alimpien vedenkorkeuksien nostolla saattaisi olla myös myönteisiä vaikutuksia pääaltaasta eristyksiin jäävien lahtialueiden happitilanteeseen. Aikaisena ja kuivana keväänä kevätkuopan lieventäminen vähentää myös pienten virtaamien esiintymistä Kokemäenjoessa, koska tarve juoksutusten pienentämiseen kevätkuopasta nousemiseksi on vähäisempi kuin nykyisäännöstelyn mukaisen kevätkuopan jälkeen.

Vesivoiman tuotannon tavoitteet ovat yleensä samansuuntaisia kuin tulva- ja kuivuusriskien hallinnan. Arvio perustuu lähinnä juoksutettaviin vesimääriin, sillä sähkönhinnan vaihtelu sisältää epävarmuuksia. Järvien alemmat vedenkorkeudet loppuvuonna ennen talven pakkasjaksoja eivät ole vesivoiman kannalta ihanteellisia, sillä ne pienentävät putouskorkeuksia ja vähentävät pakkasjaksolla juoksettavan veden määrää. Toisaalta alemmat vedenkorkeudet mahdollistavat paremmin ns. jäädytysajon hyyteen torjumiseksi. Hyyteen muodostuminen heikentää voimalaitosten hyötysuhteita ja voi vähentää vesivoiman tuottoa joten hyyteen torjuminen hyödyttää myös vesivoiman tuotantoa. Talvitulviin varautuminen voi myös pienentää riskiä ohijuoksutuksiin, joita voidaan tarvita sekä nopeassa jäädytysajoon valmistautumisessa että tulovirtaaman kasvaessa suureksi. Nykyisen kaltaiset kevätkuopat voivat esimerkiksi aikaisina keväänä edellyttää suuria juoksutuksia vedenkorkeuksien laskemisvaiheessa ja hyvin pieniä juoksutuksia vedenkorkeuksien nostamisvaiheessa. Tasaisemmat juoksutusmahdollisuudet olisivat myös voimatalouden etu, jos kevätkuoppaa voitaisiin mukauttaa kevään vesitilanteen mukaan. Ohijuoksutusten riskin pienentäminen voi myös auttaa jokiuomien eroosion hillitsemisessä, mikä osaltaan vähentäisi rantojen sortumista ja maa-aineksen kulkeutumista alavirtaan.

9. Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet

Johtopäätöksenä luvussa 5 esitetyistä tapahtuneista ja arvioiduista tulva- ja kuivuusvahingoista, luvussa 6 kuvatuista vahinkojen vähentämiseksi tutkituista toimenpiteistä sekä luvussa 8 tunnistetuista seikoista voidaan todeta seuraavaa. Taulukossa 17 on yhteenveto vesitaloushankkeiden vaikutusmahdollisuuksista tulva- ja kuivuustilanteissa, lupien ongelmakohdista ja suosituksena esitettävistä jatkotoimenpiteistä.

9.1. Yleisiä johtopäätöksiä

Tulvatilanteessa ja tulvan uhatessa yhteistyö ja viestintä vesistön eri toimijoiden ja osien välillä on tärkeää ja tulee tähdätä yleiseltä kannalta katsoen vahinkojen minimointiin. Vesistöalueen vahinkojen minimoiminen edellyttää yhteistä tavoitetta ja yhteistyötä.

Vesistöalueen hydrologisen tilanteen seuraaminen ja ennustaminen vaativat pohjatiedoiksi kattavia ja tarkkoja havaintoja. Näiden turvaaminen ja pitäminen vähintään nykytilannetta vastaavana on tärkeää.

Vesistön vedenkorkeuksiin ja virtaamiin vaikuttavien toimenpiteiden muutoksissa ja poikkeuksissa tulee ottaa huomioon tiedottaminen niiden vaikutuksen piirissä oleville tahoille.

9.2. Syys- ja talvitulvat ml. hyydetulvat

Kokemäenjoen vesistöalueen merkittävin tulvariskialue on sekä nykyisessä että arvioidussa tulevassa hydrologisessa tilanteessa Kokemäenjoen alajuoksulla olevan Porin kaupungin alue. Tulvariski on suuri etenkin talvella, mikäli hyydetulvariskiä pienentävää jääkanta ei saada muodostettua. Hyydetulvariskin ennakoidaan lisääntyvän ilmastomuutoksen vaikutuksesta, kun entistä leudommat ja sateisemmat talvet lisäävät virtaamia ja vaikeuttavat pysyvän jääkannen muodostamista, mutta hyyteen muodostumisen aiheuttamia pakkasjaksoja esiintyy ainakin vielä vuosisadan puoliväliin ulottuvalla jaksolla (Veijalainen ym. 2012). Toinen merkittävä tulvariskialue, Huittinen hyötyy myös jääkannen muodostumisesta. Huittisissa vahinkoa syntyy avovesitilanteessakin jo virtaamalla $650 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hyyderiskin pienentämisessä tärkeimpiä keinoja on jääkannen muodostumista edistävä jäädytysajo, jossa vesistön järviolueelta Kokemäenjokeen saapuvaa virtaamaa säännöstellään niin, että se yhdessä Loimijoen virtaaman ja sopivien sääolojen kanssa mahdollistaa jääkannen syntymisen. Jäädytysajoa varten Pyhäjärveen, Näsijärveen, Vanajaveteen, Kyrösjärveen ja Rauta-Kuloveteen on tehtävä ennen talvea varastotilaa, jota voidaan pakkasten alettua ja jäädytysajopäätöksen tekemisen jälkeen käyttää virtaamien leikkaamisen aiheuttaman vedenkorkeuden nousuun. Varastotilan tekeminen ennakoivasti on jäädytysajon kannalta tärkeää, koska riittävän varastotilavuuden tekeminen kokonaan vasta viime tingassa juuri ennen jäädytysajoa voi edellyttää virtaamaa joka aiheuttaa tulvavahinkoa Huittisissa. Vanajaveden, Pyhäjärven, Näsijärven ja Rauta-Kuloveden säännöstelyluvut nykyisellään mahdollistavat talvitulviin varautumisen. Kyrösjärven säännöstelytilavuutta on käytetty vain harvoin Kokemäenjoen jäädytysajossa ja nykyisen säännöstelyluvan juoksutusvelvoite voi tietyissä vesitilanteissa aiheuttaa hankaluutta jäädytysajon toteuttamisessa. Siten Kyrösjärven lupaehtoja olisikin hyvä tarkistaa talvitulvia ja jäädytysajoa silmällä pitäen. Tätä on vielä tarpeen käsitellä tarkemmin jatkotarkastelussa.

Syys- ja talvitulvat voivat myös sulan veden tilanteessa johtaa Porissa nopeaan vedenkorkeuden nousuun yhdessä merivedenkorkeuden nousun kanssa. Tehtyä varastotilavuutta voidaan kokonaistilanteesta ja ennusteesta riippuen käyttää myös sulan veden tilanteen tai hyye- ja jäänlähöpatojen muodostamien tulvien vahinkojen ehkäisyyn ja vähentämiseen joen virtaamaa pienentämällä. Säännöstelyn kehittämiselvityksessä (PIRSKE) on järvikohtaisesti esitetty suositeltavat vedenkorkeudet talvitulviin varautumiseksi (Dubrovin ym. 2017).

Jäädytysajon tekemisessä tarkasteltiin myös Mallasveden ja Keurusselän mukaan ottamista. Tulosten perusteella Mallasveden mukaan ottaminen helpottaisi muiden järvien tilannetta, koska Mallasveden lähtövirtaamaa pienentämällä voidaan samanaikaisesti pienentää Vanajaveden, Pyhäjärven ja Rauta-Kuloveden lähtövirtaamia, vaikuttamatta merkittävästi näiden järvien vedenkorkeuden nousuun, koska järvien välisten jokiosuuksien aiheuttama viive on pieni. Sen sijaan Keurusselän juoksutuksia leikkaamalla vaikutukset Näsijärven vedenkorkeuteen jäävät häviävän pieniksi, koska välissä olevan vesistön aiheuttaman viiveen johdosta vaikutukset Näsijärveen tulevat jäädytysajon kannalta liian myöhään.

Vanajaveden, Pyhäjärven, Näsijärven, Kyrösjärven ja Rauta-Kuloveden säännöstelyjä toteutettaessa tulee yhteistyössä muiden keskeisten vesitalouslupien haltijoiden sekä vesiviranomaisen kanssa riittävästi varautua ja osallistua talvitulvien ehkäisemiseen. Tähän mennessä se on toteutunut hyvin vapaaehtoisuuteen perustuen. Tarvittaessa velvollisuus siihen voidaan kirjata lupiin. Hankalammissa tulvatilanteissa Mallasvesi voitaisiin ottaa mukaan poikkeamislupamenettelyllä.

9.3. Kevät- ja kesätulvat (kevätkuoppa)

Ilmastonmuutostarkastelujen mukaan kevättulvat järvillä aikaistuvat ja loivenevat. Järvien kevätalenemat tulisi muuttaa vesitilanteen mukaan joustaviksi Pyhäjärvellä ja Näsijärvellä. Tämä menettely on vaihtelevassa lumitilanteessa järkevää järvien käytön ja ekologisten tavoitteiden kannalta, mutta edesauttaa myös kuivuustilanteiden torjunnassa (kun järviä ei juokseteta keväällä liian matalalle kevättulvaan nähden) sekä tulvariskin pienentämisessä (tehdään järvioltaisiin tilaa ennen kevättulvaa). Alapuolisen vesistön tulvariskin hallintaa parantaa, jos vedenkorkeutta ei ole pakko alentaa hetkellä, jolloin tulovirtaama on suuri tai jäädytysajo tarpeen. Tämä menettely edellyttää muutoksia Pyhäjärven ja Näsijärven säännöstelylupiin ja sen tulisi olla joustava sekä kevätaleneman syvyyden että ajankohdan suhteen, jotta erilaisiin tilanteisiin voidaan mukautua kunkin talven ja kevään vesitilanteen mukaan. Kevättulviin tulee kuitenkin jatkossakin varautua, sillä vähälumisinaakin vuosina maan ollessa keväällä vielä märkää, sateet voivat helposti nostaa vedenkorkeuksia. Runsaslumisina talvina kevätkuoppa on edelleen tarpeen tehdä riittävänä kevättulvan hallitsemiseksi.

Kyrösjärvellä tulisi tarkemmin selvittää, miten vedenkorkeuden laskeminen ennen kevättulvaa tulisi toteuttaa erilaisten vuosien lumen vesi-arvoon ja vesitilanne-ennusteeseen nähden, jotta haitat olisivat mahdollisimman vähäisiä. Samalla selvitetäisiin muutoksen edellyttämä mahdollinen luvan tarkistamisen tarve.

9.4. Kuivuustilanteet

Ilmastonmuutostarkastelujen perusteella kuivuustilanteet Kokemäenjoessa pahenevat kesällä ja syksyllä, kun kevään tulovirtaamat pienenevät ja aikaistuvat ja haihdunnan määrä kasvaa. Pitkäkestoinen kuivuus laskee järvien vedenkorkeuksia erityisesti Mallasvedessä ja Vanajavedellä sekä pienentää Kokemäenjoen pääuoman virtaamia.

Kokemäenjoen pääuomassa kuivuustilanteen aiheuttamia ongelmia voitaisiin pienentää yläpuolisten järvioltaiden (Näsijärven, Pyhäjärven, Kyrösjärven ja Rauta-Kuloveden) minimijuoksuksia nostamalla. Tämä toimenpide aiheuttaa tosin vedenkorkeuksien laskua näillä järvillä, minkä vuoksi toimenpiteen hyötyjä ja haittoja tulisi kartoittaa vielä tarkemmin. Kuivuustilanteessa Vanajaveden ja Kyrösjärven vedenkorkeudet laskevat herkästi muutenkin, joten niiden mahdollisuudet auttaa alapuolista vesistöä ovat heikkommat. Tavanomaisempien kuivuustilanteiden osalta järvien säännöstelysuosituksissa (Dubrovin ym. 2017) esitettyä vedenkorkeuden kohtuullista laskemista kesän aikana voidaan pitää riittävänä. Hankalat kuivuustilanteet ovat sen verran harvinaisia ja omalaatuisia, että pysyvää lupamuutosta niiden varalle ei esitetä, vaan sellaisen sattuessa voidaan hakea vesilupiin poikkeamislupaa.

Iso-Längelmävedellä tulisi tehdä tarkempi kuivuusselvitys, jossa erityisesti selvitetäisiin, minkälaisilla kriteereillä Valkeakosken voimalaitosluvan mukaisiin kuivuusajan juoksuksiin tulisi ryhtyä erilaisissa tilanteissa.

Ilmastonmuutoksen myötä arvioidut pienenevät kesäaikaiset tulovirtaamat heikentävät virkistyskäyttöä Kyrösjärvellä ja sen alapuolella Pappilanjoessa ja Siuronkoskella. Tulisi selvittää mahdollisuutta vähentää kuivina kesinä matalista vedenkorkeuksista ja pienistä virtaamista aiheutuvia haittoja lkaalisten reitillä nostamalla Kyrösjärven vedenkorkeuksia keväällä nykyistä säännöstelykäytäntöä enemmän sekä sen edellyttämää lupamuutoksen tarvetta.

Taulukko 17. Yhteenvedo keskeisten säännöstely- ja muiden vesitaloushankkeiden vaikuttavuudesta, ongelmakohtista ja suositeltavista jatkotoimenpiteistä. Vaikutusmahdollisuudet tulva- ja kuivuustilanteissa on arvioitu Kokemäenjoen pääuoman kannalta. Lisäksi voi olla paikallisempaa vaikutusmahdollisuutta.

	Vaikutusmahdollisuus tulvatilanteissa	Perustelu vaikutusmahdollisuuksista tulvatilanteissa	Vaikutusmahdollisuus kuivuustilanteissa	Perustelu vaikutusmahdollisuuksista kuivuustilanteissa	Luvan ongelmakohtat	Suosittelavat jatkotoimenpiteet
Rauta-Kulovesi ja	Vähäinen	Jäädysajossa ja muutenkin Kokemäenjoen virtaamaa pienennettäessä vaikutus näkyy ensimmäisenä Rautaja Kulovedessä.	Vähäinen	Kuivuuksot ovat aina huomattavasti pidempiä kuin mitä järven pienestä varastosta voidaan muuttaa virtaamaksi. Minimivirtaaman nostolla voitaisiin helpottaa Kokemäenjoen tilannetta, mutta se edellyttää myös muiden minimivirtaaman nostoa.	Luvassa ei edellytetä talvitulvien hallintaan varautumista eikä osallistumista. Luvassa on päivämäärään sidottu kevätkuoppa, josta voidaan kuitenkin poiketa esimerkiksi kevättulvan ollessa pienempi tai aikaisempi, tai jos se on tarpeen alapuolisen vesistön tulvan pienentämiseksi. Siten säännöstelyä voidaan optimoida riittävästi.	Talvitulvien hallintaan ja jäädysajoon varautuminen ja osallistuminen toteutetaan yhteistyössä muiden keskeisten säännöstelijöiden ja vesiviranomaisen kanssa. Tarvittaessa tämä kirjataan lupaan.
Kyrosjärvi	Merkittävä	Jäädysajoon osallistuminen jakaa siihen nyt osallistuvien järvien taakkaa ja lisää kokonaisvarastotilavuutta.	Vähäinen	Nostamalla keväällä vedenkorkeuksia nykyisestä voitaisiin nostaa kesän alimpia vedenkorkeuksia lkaalisten reitillä virkistyskäytönäkölmuasta paremmiksi.	Vedenkorkeuden ollessa korkea lupa pakottaa suureen juoksutukseen jäädysajon aikana. Toisaalta matalien vedenkorkeuksien aikana juoksutusvelvoite ei mahdollista suurempia juoksutuksia, vaikka tiedettäisiin ennusteiden perusteella suurista tulovirtaamista. Mahdollisuus talvitulviin varautumiseen ja osallistumiseen on siten rajallinen. Lupa ei mahdollista korkeita vedenkorkeuksia keväällä etenkin vähätulmisen talven jälkeen.	Talvitulvien hallintaan ja jäädysajoon varautuminen ja osallistuminen toteutetaan yhteistyössä muiden keskeisten säännöstelijöiden ja vesiviranomaisen kanssa. Tarvittaessa tämä kirjataan lupaan. Juoksutusvelvoitetta muutetaan siten, että se mahdollistaa myös pienet juoksutukset veden ollessa korkealla (jäädysajo) ja suuret juoksutukset matalilla vedenkorkeuksilla (mikäläi ennusteet osoittavat tarvetta tehdä varastoitilavuutta).
Mahnalan-selkä	Ei	Paikallinen vaikutus. Järvestä käytännössä läpijuoksutetaan Kyrosjärvestä tulevat vedet.	Ei	Järvestä käytännössä läpijuoksutetaan Kyrosjärvestä tulevat vedet.		
Pyhäjärvi	Merkittävä	Järvellä on ja siihen voidaan vielä erikseen varautumalla luoda varastokapasiteettia esimerkiksi Kokemäenjoen jäädysajoa sekä talvi- ja kevättulvia varten.	Vähäinen	Jos minimivirtaaman nostolla yhdessä muiden järvien kanssa merkittävästi helpotettaisiin Kokemäenjoen tilannetta, se johtaisi merkittäviin matalista vedenkorkeuksista aiheutuviin ongelmiin järvillä.	Luvassa ei edellytetä talvitulvien hallintaan varautumista eikä osallistumista. Nykyuotoinen pakollinen kevätkuoppa voi joissain tilanteissa esim. aiheuttaa alapuolisessa vesistössä tulvavahinkoja, kun kevätkuoppaa ollaan tekemässä.	Talvitulvien hallintaan ja jäädysajoon varautuminen ja osallistuminen toteutetaan yhteistyössä muiden keskeisten säännöstelijöiden ja vesiviranomaisen kanssa. Tarvittaessa tämä kirjataan lupaan. Kevätkuoppa tulisi muuttaa joustavaksi, sillä esim. myöhäisessä hyydetulvassa helmikuun lopulla nykytavan mukainen yläraja voi olla rajoittava tekijä.
Vanajavesi	Merkittävä	Järvellä on ja siihen voidaan vielä erikseen varautumalla luoda varastokapasiteettia esimerkiksi Kokemäenjoen jäädysajoa sekä talvi- ja kevättulvia varten.	Vähäinen	Jos minimivirtaaman nostolla yhdessä muiden järvien kanssa merkittävästi helpotettaisiin Kokemäenjoen tilannetta, se johtaisi merkittäviin matalista vedenkorkeuksista aiheutuviin ongelmiin järvillä.	Luvassa ei edellytetä talvitulvien hallintaan varautumista eikä osallistumista. Säännöstelyrajojen suhteen lupa on riittävän väljä. Ilmastomuutokseen sopeutuminen on tarpeen, mutta voidaan tehdä luvan puitteissa.	Talvitulvien hallintaan ja jäädysajoon varautuminen ja osallistuminen toteutetaan yhteistyössä muiden keskeisten säännöstelijöiden ja vesiviranomaisen kanssa. Tarvittaessa tämä kirjataan lupaan. Kevätkuoppa tulee toteuttaa vesitilanteen mukaan joustavasti, mutta se ei vaadi lupamuutosta.

Näsijärvi	Merkittävä	Järvellä on ja siihen voidaan vielä erikseen varautumalla luoda varastokapasiteettia esimerkiksi Kokemäenjoen jäädytysajon sekä talvi- ja kevätulvia varten.	Vähäinen	Jos minimivirtaaman nostolla yhdessä muiden järvien kanssa merkittävästi helpotettaisiin Kokemäenjoen tilannetta, se johtaisi merkittäviin matalista vedenkorkeuksista aiheutuviin ongelmiin järvillä.	Luvassa ei edellytetä talvitulvien hallintaa varautumista eikä osallistumista.	Talvitulvien hallintaan ja jäädytysajon varautuminen ja osallistuminen toteutetaan yhteistyössä muiden keskeisten säännöstelijöiden ja vesiviranomaisen kanssa. Tarvittaessa tämä kirjataan lupaan. Kevätkuoppa tulisi muuttaa joustavaksi, sillä esim. myöhäisessä hyydetulvassa helmikuun lopulla nykyluvun mukainen yläraja voi olla rajoittava tekijä.
Mallasvesi	Merkittävä	Mallasveden osallistumisella Kokemäenjoen tulvatilanteisiin vaikutusta jäädytysajon helpottumiseen.	Vähäinen	Jos vedenkorkeus nostettaisiin keväällä ylempäs, voitaisiin helpottaa kuivuustilanteita lähinnä Iso-Längelmäveden ja Vanajaveden alueilla.	Nykytuotoineen pakollinen kevätkuoppa voi joissain tilanteissa esim. aiheuttaa alapuolisessa vesistöissä tulvavahinkoja, kun kevätkuoppaa ollaan tekemässä.	Tilanteen vaattessa voidaan talvituloaan ja jäädytysajon varautuminen ja osallistuminen tehdä poikkeamislupamenettelyllä. Samoin kuivuustilanteissa voidaan tarvittaessa hakea poikkeamislupaa.
Keurusseikä	Ei	Alapuolella olevat järvet ja tasaavat viivästyttävät vaikutusta.	Ei	Alapuolella olevat järvet ja tasaavat viivästyttävät vaikutusta.	Juoksutukset on sidottu luonnonmukaiseen purkautumiseen.	Käynnistetään erillinen selvitys kuivuustilanteista sekä kriiteereistä purkautumiskäyrästä poikkeamiseksi.
Tammelan Pynhäjärvi	Vähäinen	Paikallinen vaikutus. Alapuolella viivästyttää ja huittisten tulvatilanteisiin.	Ei	Paikallinen vaikutus.	Paikallinen kevätkuoppa.	Erillinen padotus- ja juoksutus selvitys on jo tekeillä.
Ähtärinjärvi	Ei	Paikallinen vaikutus. Alapuolella olevat järvet ja tasaavat viivästyttävät vaikutusta.	Ei	Paikallinen vaikutus lähinnä Ähtärinjärven ja Toisveden alueella. Alapuolella olevat luonnonmullaiset järvet viivästyttävät ja tasaavat vaikutusta alaspäin.	Pakollinen kevätkuoppa jonka takia vähälumisten talvien jälkeisinä keväinä järven vedenpinta saattaa jäädä liian matalalle.	Käynnistetään erillinen selvitys ilmastomuutos huomioon ottaen.
Ouluvesi	Ei	Paikallinen vaikutus. Alapuolella olevat järvet ja tasaavat viivästyttävät vaikutusta.	Ei	Paikallinen vaikutus. Alapuolella olevat järvet viivästyttävät ja tasaavat vaikutusta.		

10. Lähdeluettelo

Cripps, C., Peltonen, J., Räsänen, M., Huhta, P ja Niinikoski, J. 2011. Kokemäenjoen suiston kehitys, maaperämuodostumat ja niiden kemialliset piirteet. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2011. 61 s.

Dubrovin, T. 2015. Sopeutumistarve ilmastonmuutokseen vesistöjen säännöstelyssä. Raportti. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BD069AB8D-25C0-4E2B-B5E2-E527402B22B1%7D/110341>

Dubrovin, T., Isid, D., Kumpumäki, M., Mustajoki, J., Jakkila, J. & Marttunen, M. 2017. Kehittämissuosituksset Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyille. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 26/2017. www.doria.fi/ely-keskus

Johansson, M. M., Pellikka, H., Kahma, K. K., & Ruosteenoja, K. 2014. Global sea level rise scenarios adapted to the Finnish coast. Journal of Marine Systems, 129, 35-46.

Koskinen, M. (toim.). 2006. Porin tulvat – hallittuja riskejä? Suomen ympäristö 19/2006. 85 s. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38788/SY_19_2006.pdf?sequence=3

Kämäri, M., Alho, P. Veijalainen, N., Aaltonen, J., Huokuna, M. & Lotsari, E. 2015. River ice cover influence on sediment transportation at present and under projected hydroclimatic conditions. Hydrological Processes, 29, 4738–4755.

Lammila, J., Ryyänen, A. & Yli-Siuru, S. 2008. Lounais-Suomen vesihuollon kehittämissuositusten 2020 väliarviointi ja Kehittämissuositusten 2007-2012. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17 | 2008. 99 s.

Marttunen, M., Nieminen, H., Keto, A., Suomalainen, M., Tarvainen, A., Moilanen, S. & Järvinen, E. A. 2004. Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen – Yhteenveto ja suositukset. Suomen ympäristö 689. 195 s.

Rinne, J. 2014. Vesihuollon tulvariskit Pirkanmaalla. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 107/2014. 87 s. www.doria.fi/ely-keskus

Ruosteenoja K. & Jylhä K. 2007. Temperature and precipitation projections for Finland based on climate models employed in the IPCC 4th Assessment Report. Third International Conference on Climate and Water, Helsinki, Finland, 3-6 September 2007. Proceedings, p. 404–406.

Silander, J. & Järvinen, E.A. (toim.). 2004. Vuosien 2002–2003 poikkeuksellisen kuivuuden vaikutukset. Suomen ympäristö 731. 79 s. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40479/SY_731.pdf?sequence=1

Silander, J. & Parjanne, A. 2012. Tulvariskien euromääräisten vahinkojen ja niiden hallinnan hyötyjen arviointi. Julkaisematon raportti. Suomen ympäristökeskus. 38 s. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelu/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelun_materiaalia

Söderholm, K., Pihlajamäki, M., Dubrovin, T., Veijalainen, N., Vehviläinen, B. & Marttunen, M. 2017. Collaborative planning in adaptive flood risk management under climate change. Käsikirjoitus.

VARELY 2015. Kokemäenjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016 – 2021. Varsinais-Suomen ELY-keskus Raportteja 104/2015. 178 s. www.doria.fi/ely-keskus

VARELY 2011. Tulvariskien alustava arviointi Kokemäenjoen vesistöalueella, Harjajuova-Pinkjärven valuma-alueella sekä niiden edustan rannikkoalueella. 97 s.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2DCF69F0-1A60-41EE-97E7-E0AFefd632c2%7D/78338>

Vainio, M. (toim.). 1999. Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. Alueelliset ympäristöjulkaisut 132. 83 s.

Vehviläinen B., Huttunen M., Huttunen I. 2005. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: the watershed simulation and forecasting system (WSFS). In: Innovation, advances and implementation of flood forecasting technology, conference papers, 17–19 October 2005, Tromsø, Norway

Veijalainen, N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt-projektin loppuraportti

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38789/SY16_2012.pdf?sequence=1

Säädökset

HE 87/2013. Hallituksen esitys eduskunnalle vesilain muuttamisesta.

<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2013/20130087>

VL 587/2011. Vesilaki. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>