

# Vesienhoidon toimenpiteiden suunnittelu vuosille 2016-2021

---

## Ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen vesienhoitotyössä

10.6.2013



Ilmastonmuutos, tulvat ja kuivuus -tiimi

## Sisällys

1	Esipuhe.....	3
2	Johdanto .....	4
3	Ilmastonmuutos vesienhoidon suunnittelussa.....	5
4	Ilmastonmuutoksen vaikutukset.....	7
5	Toimenpideyhdistelmien tarkastelu ilmastonmuutoksen sekä tulva- ja kuivuusriskien vähentämisen kannalta .....	13
6	Lähteet.....	16

# 1 Esipuhe

Ympäristöministeriö asetti 31.12.2011 hankkeen, jonka tehtävänä on valmistella opasehdotukset toimenpiteiden suunnittelua ja ympäristötavoitteiden asettamista varten vesienhoidon toiselle kaudelle eli vuosille 2016–2021.

Ilmastonmuutoksen, tulvien ja kuivuuden huomioon ottamisen osalta toimenpiteiden suunnittelussa nimettiin horisontaalinen tiimi, jonka jäseninä olivat:

Markku Puupponen, SYKE  
Bertel Vehviläinen, SYKE  
Noora Veijalainen, SYKE  
Mikko Sane, SYKE

Tiimin päätavoitteena on tarjota uusinta tutkimustietoa ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista pinta- ja pohjavesiin yleisellä tasolla. Työsuunnittelussa linjattiin, että tiimi tuottaa taustatietoa, ei valmiita ratkaisuja.

Ensimmäiseltä suunnittelukaudelta oli käytettävissä dokumentti ”Ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen vesienhoitotyössä”. Dokumenttia päivitettiin sektoritiimeiltä sekä 17.10.2012 työpajasta saadun palautteen pohjalta, esim. siinä pyrittiin mahdollisuuksien mukaan tarkastelemaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia alueellisesti, vesienhoitoaluekohtaisesti. Sektoritiimeillä oli näin mahdollisuus ohjeistaa ilmastonmuutoksen haittoja ehkäisevien toimenpiteiden valintaa alueellisesti, esim. voitiin priorisoida tietyllä alueella tiettyjä toimenpiteitä. Tiimin päätehtävänä oli päivittää tämä opastusdokumentti. Tämä palvelee myös tulvariskien hallinnan suunnittelua. Ilmastonmuutokseen liittyen dokumenttiin ei saatu palautetta vuoden 2013 alun kommentointikierroksella. Opastusdokumenttia kuitenkin päivitettiin muun saadun palautteen pohjalta.

Ilmastonmuutos, tulvat ja kuivuus vaikuttavat kaikkiin sektoreihin. Jokaisen sektoritiimin kanssa järjestettiin palaveri vuoden 2012 toisella neljänneksellä, jotta tiimit pystyivät hyödyntämään tietoa opastuksessa. Sektoritiimeiltä kysyttiin, mitä tietoa ilmastonmuutos-tiimiltä odotetaan ja miten ilmastonmuutos-tiimi voi palvella sektoritiimien työtä parhaiten.

Kussakin kokouksessa pidettiin yleisesitys ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista sekä käytiin läpi tarkasteltavaa ”toimenpidepalettia”, arvioitiin toimenpiteiden ilmastonmuutoskestävyyttä ja vuorovaikutusta tulviin ja kuivuuteen. Myös käytettävissä olevia aineistoja ja työkaluja esiteltiin. Kokousmateriaali ja myös muu tiimin materiaali löytyy seuraavasta sijainnista: YHA-verkko: [\\kk20\ryhma\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Ilmastonmuutos, tulva ja kuivuus](#) VY-verkko (ELYt): [\\kk20.ymparisto.fi\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Ilmastonmuutos, tulva ja kuivuus](#).

Vesienhoidon toimenpiteet oli jaoteltu ja taulukoitu ensimmäisellä suunnittelukaudella ilmastonmuutosherkkyyden/kestävyyden (ts. kuinka herkkä tietty toimenpide on ilmastonmuutoksen vaikutukselle) näkökulmasta kolmeen ryhmään (plus, neutraali, miinus -asteikko). Taulukkoa käytiin läpi kokouksissa sektoritiimien kanssa ja pohdittiin, miten se saataisiin palvelemaan mahdollisimman hyvin toimenpiteiden valintaa ja priorisointia. Huomioitavaa on, että sama toimenpide voi jollakin alueella voimistaa ilmastonmuutoksen haitallista vaikutusta (esim. järven vedennosto alueella, jolla ilmastonmuutos mahdollisesti lisää tulvia = haittoja lisäävä vaikutus) ja puolestaan jollakin alueella heikentää ilmastonmuutoksen vaikutusta (esim. järven

vedennosto alueella, jolla ilmastonmuutos mahdollisesti pienentää tulvia = kuivuus-näkökulma = haittoja ehkäisevä vaikutus). Tämä päätettiin huomioida taulukkoon lisättävässä kuvaus-sarakkeessa, jossa voidaan kertoa sanallisesti tarkemmin vaikutuksista.

Lisäksi 17.10.2012 työpajan jälkeisten keskustelujen pohjalta päätettiin arvioida erikseen sekä tulvariskiä että kuivuusriskiä: edistääkö/heikentääkö toimenpide varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin. Lisäksi päätettiin arvioida vastaavasti toimenpiteen vaikutusta ilmastonmuutokseen varautumiseen ja sopeutumiseen. Asteikosta syntyi viisiportainen (+2, +1, 0, -1 ja -2). Sektoritiimit tekivät arvioinnin tarkistetuilla toimenpidenimikkeillä (sekä mahd. myös ohjauskeinoille) hyötyjen arvioinnin yhteydessä. Ilmastonmuutostiimi kävi arvioinnit läpi. Arvioinnit voidaan myöhemmin koostaa yhteen.

Tällä suunnittelukaudella sovitetaan yhteen tulvariskien hallinnan toimenpiteet ja vesienhoidon toimenpideohjelmat; aikataulut ja toimenpiteet eivät saa olla ristiriidassa, tavoitteena on löytää myös win-win-ratkaisuja. Tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon toimenpiteistä on tehty ristiintaulukointia VEHOTULVA-hankkeessa. Tässä yhteydessä syntyy myös uusi ristiintaulukointi ns. yhteisien toimenpiteiden osalta, koska myös tulvariskien hallinnan vastaavassa tarkastelussa on mukana vaikutus vesien ekologiseen ja kemialliseen tilaan. Myös toimenpiteiden arvioinnin opastukset yhteen sovitetaan sekä linkitetään tietojärjestelmät (VEMU ja TULVA) myöhemmin toisiinsa.

Sektoritiimit toivoivat myös opastusta käytettävissä olevista paikkatietoaineistoista. Näitä on taulukoitu VEHOTULVA-hankkeessa. Yhdyskunta ja haja-asutustiimi toivoi patoaineistoja ja pohjavesitiimi karttatasoa POVETin kaivoista (TULVATJ3-hankkeessa). Yhteistyötä tehtiin muutenkin tulvariskikartoituksen kanssa.

## 2 Johdanto

Vesienhoidon suunnittelussa on tärkeää tarkastella ilmastonmuutosta ja siihen sopeutumista toimintaympäristöön vaikuttavana tekijänä. Asian edistämiseksi on valmisteltu EU-tason ohje ilmastonmuutostarkastelusta vesienhoidon suunnittelussa ([CIS ohje 24: River Basin Management in Changing Climate](#)). Asian toimeenpanoa seuraa EU:n ilmastonmuutos ja vesi -työryhmä, jossa Suomea edustavat Hannele Nyroos (YM) ja Minna Hanski (MMM).

Vesienhoidon ensimmäisellä suunnittelukaudella ilmastonmuutosta tarkasteltiin yleisellä tasolla. Toimenpiteiden ilmastonmuutoskestävyydestä tehtiin yleinen arvio, mutta sitä ei varsinaisesti otettu huomioon toimenpiteiden suunnittelussa. Suomi sai kuitenkin positiivista palautetta toimenpiteiden arvioinnista ja lähestymistapaa on pidetty oikeansuuntaisena. Nyt toisella suunnittelukaudella pyritään täsmentämään tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista veden kiertokulkuun, vesistön kuormitukseen ja tilaan sekä tilaa parantaviin toimenpiteisiin.

Tätä ensimmäiselle suunnittelukaudelle laadittua dokumenttia ”Ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen vesienhoitotyössä” päivitettiin nyt toiselle kierrokselle uusimman tutkimustiedon valossa:

- luvun 3 tekstiä voi käyttää sellaisenaan kuvattaessa ilmastonmuutoksen huomioon ottamista asiakirjoissa ja muissa yhteyksissä
- luvun 4 teksti on tarkoitettu käytettäväksi vastaavissa tilanteissa alueen olosuhteisiin soveltaen, jolloin siitä voi jättää pois tarpeettomia osia ja täydentää sitä alueellisella lisätiedolla

- luku 5 on opastyypinen ja viittaa kohtiin, joissa tarkastellaan toimenpiteiden yhteensopivuutta ilmastonmuutoksesta juontuvien näkökohtien kanssa

### 3 Ilmastonmuutos vesienhoidon suunnittelussa

Ilmastonmuutos vaikuttaa monella tavoin vesivaroihin, muuhun ympäristöön ja yhteiskuntaan. Vaikutukset ovat jo osin havaittavissa, mutta niiden arvioidaan lisääntyvän olennaisesti vuosisadan loppupuolelle edettäessä. Tiedot ilmastonmuutoksen vaikutuksista ovat vielä puutteellisia, ja lyhyellä aikavälillä monet muut vesienhoitoon liittyvät tekijät ovat selvästi merkittävämpiä vesien tilan kannalta. Toisella suunnittelukaudella voidaan kuitenkin tarkastella ilmastonmuutoksen vaikutuksia myös alueellisella tasolla. Näin on mahdollista suunnitella ilmastonmuutoksen haittoja ehkäisevien toimenpiteiden valintaa alueellisesti, esim. voidaan priorisoida tietyllä alueella tiettyjä toimenpiteitä.

Veden kiertokulussa liikkuvat vesimäärät ja niiden ajallinen vaihtelu ovat keskeisiä vesien ekologisen tilan kannalta. Tulvien ja kuivuuden haittavaikutusten vähentäminen on toisaalta vesienhoidon eräänä tavoitteena, joka riippuu suoraan vesimäärästä ja niihin kohdistuvista säätelytoimista. Tulvariskien hallinnan suunnittelun toimeenpanon kytkeminen vesienhoitoon varmistaa ilmastonmuutoksen riittävän tarkastelun molemmista näkökulmista ([VEHOTULVA-hanke](#) Taulukko 1, taulukko 1). Myös kuivuusriskien käsittelyyn vesienhoidossa ollaan kehittämässä yhteiseurooppalaista lähestymistapaa ilman varsinaista direktiiviä.

Toimenpideohjelmissa ja vesienhoitosuunnitelmissa pyritään toisella suunnittelukaudella täsmentämään tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista veden kiertokulkuun, vesistön kuormitukseen ja tilaan sekä tilaa parantaviin toimenpiteisiin. Samalla tarkastellaan mm. tarvetta:

- kehittää seurantaohjelmia vaikutusten havaitsemiseksi
- tehdä muutoksia vesimuodostumien tyypittelyssä ja tyyppien referenssioloissa
- kehittää tietoperustaa ilmastonmuutoksen huomioon ottamiseksi toimenpideohjelmissa ja kytkeä suunnittelua tässä mielessä entistä läheisemmin muihin vesien käyttötarkoituksiin ja maankäytön suunnitteluun
- käyttää ilmastonmuutoksesta aiheutuvia poikkeavia ympäristötavoitteita
- ottaa huomioon ilmastonmuutoksen tarkasteluun paremmin soveltuva, vesienhoitolain ulottuvuutta (2027) pidempi aikaskaala, esim. 40 vuotta

Luvussa 4 on kuvattu ilmastonmuutoksen vaikutuksia vesivaroihin ja erilaisiin toimintoihin yleisesti ja joidenkin toimenpideohjelma-alueita koskevien erityispiirteiden osalta. Luvussa 5 on lisäksi tarkasteltu, miten esitetyt toimenpiteet suhtautuvat ilmastonmuutoksen vaikutuksiin vesien ekologisen tilan sekä tulva- ja kuivuusriskien hallinnan näkökulmasta; tukevatko ne myös ilmastonmuutokseen sopeutumista vai onko olemassa ristiriitojen mahdollisuus.

Tarkastelussa on käytetty hyväksi erityisesti FINADAPT-tutkimuksen loppuraporttia (Carter ym. 2007) ja sen taustajulkaisuja sekä WaterAdapt projektin loppuraporttia (Veijalainen ym. 2012).

# Tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon yhteensovittaminen

Tulvariskien hallinnan toimenpiteet		Toimenpiteen vaikutukset veden tilaan ja vesienhoidon tavoitteisiin					
		Vesimuodostuma			Erityisalueet		Muut luontovaikutukset
		Veden laatu	Biologiset	Haitalliset aineet	Hydro-morfologiset	Natura, vedenotto, uimarannat	
Riskin ehkäisy koko vesistöalueella	Maankäytön suunnittelu (kaavoitus)	0	0	0	0	0	0
	Suositukset alimmista rakentamiskorkeuksista	0	0	0	0	0	0
Toiminta tulvatilanteissa	Vedenpäästyskykyyn parantaminen valuma-alueella	3	3	3	3	1	10
	Säännöstelyn varautumistoimenpiteet	-2	-2	-2	-2	0	0
	Hyvye- ja jääpatojen ehkäiseminen	0	0	0	0	0	0
Pysyvät toimenpiteet Forissa	Tilapäiset tulva-alueet	-5	-1	-2	-1	1	0
	Ruoppaus	-3	-5	-3	0	-2	0
	Pengerrys	0	0	0	0	0	0
Pysyvät toimenpiteet Huittisissa	Ohtusuoma	0	0	0	0	-2	7
	Kiinteistökohtainen tulvasuojelu	0	0	0	0	0	0
	Säpilänniemen koskien perkaus	-5	-5	0	-5	0	-5
Pysyvät toimenpiteet Huittisissa	Pengerrys	-1	-1	-1	-1	0	0
	Säpilän ohtusuoma	0	0	0	0	-5	0
	Kiinteistökohtainen tulvasuojelu	0	0	0	0	0	0

VESIENHOIDON TOIMENPITEET	Toimenpiteen toteutusosuus vesistöalueella ja yksikkö	Vaikutukset tulvariskien hallintaan [asteikko -10...+10]		
		Valumavesien pidättyminen	Jääpatojen muodostumisen ehkäisy	Hyyteen muodostumisen ehkäisy
<b>HUOM!</b> Taulukosta jätetty pois toimenpiteet, jotka on alustavasti arvioitu tulvariskien kannalta neutraaleiksi.				
Turvetuotanto				
Vesiensojeluun perusrakenteet (laskeutuslaitat, tarkkojarakenteet ja lietteenpidättimet)	8 784 ha (ylläpito) 1 460 ha (ksäys)	3	0	0
Pintavalutusenttä (ei pumppausla)	1 923 ha (ylläpito) 455 ha (ksäys)	0-1	0	0
Pintavalutusenttä pumppausla (ksä/ympäristöinen)	3 099 ha (ylläpito) 3 026 ha (ksäys)	0-1	0	0
Virtaaman säätö	4 334 ha (ylläpito) 1 261 ha (ksäys)	3	0	0
Turvetuotantoalueiden jälkihoito (esim. kosteikat)	981 ha	3	0	0
<b>Maa- ja metsätalous</b>				
Kasvipeitteisyys	64 555 ha	3	0	0
Kosteikat	287 ha	2	0	0
Suojavyöhykkeet				
	3 146 ha	1	1	0
<b>Metsätalous</b>				
Kunnostusohjelman vesiensojeluun perusrakenteet (lieteuogat, kalju- ja perkauskatkot, laskeutuslaitat)	20 541 ha		0	0
Hakkuualueiden suojavyöhykkeet	965 ha	0-1	0-1	0
Metsätalouden eroosiohaittojen torjunta (pohja- ja putkipadot, kosteikat)	247 kpl (myk.) 169 kpl (ksäys)	3	0	0
Kunnostusohjelman tehostettu vesiensojelu (mm. pohja-, putki- ja settipadot)	68 kpl	1	0	0
Vesistöjen kunnostus, säännöstely ja rakentaminen				
Virtavesien elinympäristökunnostus (Mommolan kosken kalataloudellinen kunnostus (aikaisintaan 2013). Hanke käsärut Loimijoen alueen kunnostushankkeeksi, jossa mukana Mommolan kosken lisäksi Loimankoski, Silankoski, Korkeakoski, Opistonkoski, Maunialankoski ja Härkäkoski.)	1 kohde (Loimijoki)	0		0

Taulukko 1. Tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon toimenpiteiden ristiinarviointia. Taulukon vasemmalla puolella on arvioitu asteikoilla -10...+10 Kokemäenjoen tulvariskien hallinnan toimenpiteitä suhteessa vesimuodostumien tilaan (veden laatu, biologiset ominaisuudet, haitalliset aineet ja hydromorfologiset ominaisuudet), erityisalueisiin (Natura, vedenotto ja uimarannat) sekä muihin luontovaikutuksiin (monimuotoisuus ja suojelu). Taulukon oikealla puolella on arvioitu puolestaan vesienhoidon toimenpiteitä suhteessa seuraaviin tulvariskien hallinnan toimenpiteisiin: valuma-vesien pidättyminen, jääpatojen muodostumisen ehkäisy ja hyyteen muodostumisen ehkäisy (Olli-Matti Verta, [Merenhoidon ja vesienhoidon neuvottelupäivät 4.-5.9.2012](#)).

## 4 Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Tuoreimpien ilmastoskenaarioiden<sup>1</sup> mukaan Suomen keskilämpötila jaksolla 2010–39 on 0,9–2,2 °C korkeampi kuin vertailujaksolla 1971–2000 (Jylhä ym. 2009). Jaksolla 2040–69 kasvuskenaario on 1,8–4,1 °C, jaksolla 2070–99 se on 2,5–6,0 °C. Vastaavat sadannan kasvuskenaariot ovat 2–9, 5–15 ja 9–24 prosenttia. Sadannan rankkuus kasvaa enemmän kuin keskisadanta. Suurin vuorokausisadanta kasvaa talvella 5–35 %, kesällä 5–30 % vuosisadan loppuun mennessä. Nämä uudet skenaariot eivät merkittävästi poikkea aiemmista; sadannan kasvuennuste on kuitenkin jossain määrin noussut erityisesti loppukesällä.

Ilmastonmuutoksen tärkein vaikutus Suomen sisävesien **hydrologisiin oloihin** on siitä aiheutuva muutos valunnan, virtaamien ja vedenkorkeuksien vuodenaikaiseen jakaumaan. Vuosittaisen valunnan on arvioitu muuttuvan vuosisadan puoliväliin mennessä – 5 ... +12 % vesistöalueesta riippuen (Veijalainen ym. 2012). Valunnan kasvu on keskimäärin hieman suurempaa Pohjois-Suomessa kuin Etelä-Suomessa. Ilmaston muuttuessa talven valunta kasvaa merkittävästi lumen sulamisen ja vesisateiden lisääntymisen vuoksi. Vastaavasti kevättulvat pienenevät etenkin Etelä-Suomessa ja Keski-Suomessa, kun lumipeitettä ei enää kerry lämpimien talvien aikana.

Etelä- ja Keski-Suomen (vesienhoitoalueet 1-4) **järvisillä vesistöalueilla** vuosivalunnan kasvu on pienempää kuin vähäjärvisillä alueilla tai vuosivalunta jopa pienenee joillain skenaarioilla johtuen järvihaihdunnan kasvusta. Talvella lisääntyvä lumen sulaminen ja vesisade lisäävät virtaamia ja talvitulvia. Vastaavasti kevättulvat pienenevät, kun lunta ei enää kerry yhtä paljoa lämpimämpien talvien aikana. Tämä seurauksena pienten latvajärvien, joissa kevättulvat ovat nykyisin suurimpia tulvia, tulvariski voi pienetä (Veijalainen ym. 2012). Suurten keskusjärvien vedenkorkeudet tulevat nousemaan talvella nykyistä ylemmäksi ja kokonaisuudessaan tulvien suuruus kasvaa suurimmalla osalla skenaarioita. Suurten vesistöjen laskuissa kuten Kokemäenjoessa, Kymijoen ja Oulujoen talviviltaamien kasvu lisää hydytulvien riskiä. Toisaalta pidentynyt kesäkausi tuo tullessaan myös entistä alempien loppukesän vedenkorkeuksien mahdollisuuden etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa.

Kasvavien talviviltaamien, yleistyvien talvitulvien ja lisääntyvän hydytulvien vuoksi on Etelä- ja Keski-Suomen **säännöstelyihin järviin** tarvetta jättää talveksi enemmän varastotilavuutta. Keväällä varastotilavuuden tarve vastaavasti keskimäärin pienenee, kun lumitulvat jäävät pois tai pienenevät. Runsaslumisista talvia esiintyy kuitenkin etenkin lähivuosisikymmenten aikana, mutta vuosisadan puolivälissä ne käyvät Etelä- ja Keski-Suomessa entistä harvinaisemmiksi. Pidempiä ja välillä myös kuivempia kesiä varten järvet pitää saada täyteen keväällä. Pohjois-Suomessa varastotilavuutta tarvitaan edelleen lumen sulamisesta aiheutuvien kevättulvien pienentämiseen. Järvien säännöstelylupia joudutaan monilla järville muuttamaan (Veijalainen ym. 2012). Muutostarve koskee arviolta yli puolta nykyisestä 220 säännöstelyluvasta ja riippuu järven sijainnista, vesistön ominaisuuksista ja nykyisen säännöstelyluvan määrittelyistä.

Etelä- ja Keski-Suomen (vesienhoitoalueet 1-4) **jokivesistöissä** kevättulvat pienenevät ja niissä vesistöissä, joissa kevättulvat ovat nykyään selvästi suurimpia tulvia, tulvariski todennäköisesti pienenee. Sen sijaan syksyn ja talven tulvat kasvavat ja talven jääpeiteajan lyheneminen lisää hydytulvien todennäköisyyttä hyyteelle alttiissa joissa. Rankkasateiden on ennakoita lisääntyvän (Jylhä ym. 2009) keskimääräisiä sateita enemmän ja niiden myötä lisääntyvät rajut kesätulvat

---

<sup>1</sup> Perustuu 19 globaalin ilmastomallin tulosten 80 % vaihteluväliin.

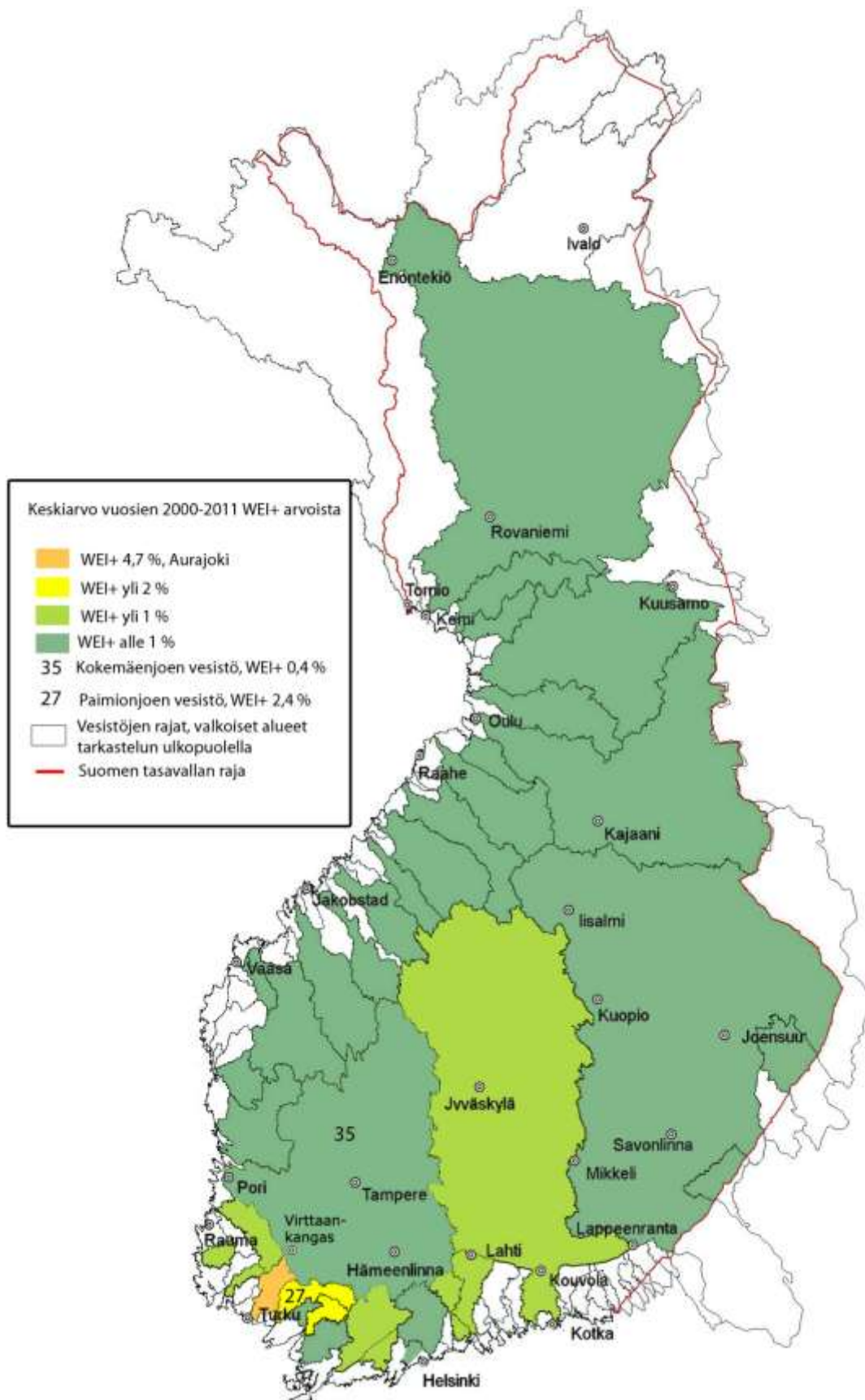
taajama-alueilla ja pienissä jokivesissä. Toisaalta kesien piteneminen voi jo sinänsä pahentaa loppukesän kuivuutta.

Pohjois-Suomen (vesienhoitoalueet 5-7) **jokivesissä** kevättulvien odotetaan kuitenkin vielä pysyvän keskimäärin ennallaan muutaman vuosikymmenen aikana lisääntyneen lumisadannan takia erityisesti Kemijoen, Ivalonjoen ja Tornionjoen valuma-alueilla, mutta pienenevän vuosisadan loppupuolella suurimmalla osalla skenaarioista lämpenemisen edetessä skenaarioiden mukaisesti. Runsassateisimmilla ja viileimmillä skenaarioilla tulvat pysyvät Pohjois-Lapissa nykyisen suuruusina vielä vuosisadan loppupuolellakin. Etelämpänä Etelä- Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla tulvien ennakoitaan pienenevän etenkin vuosisadan puolivälin jälkeen lumen määrän vähetessä (Veijalainen ym. 2012, Veijalainen ym. 2010).

Vedenhankinnan kannalta tärkeät **alivirtaamat** pienenevät ja alivirtaamakaudet kesällä pitenevät etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa (Veijalainen ym. 2010). Kesän keskivalunnan arvioidaan pienenevän esimerkiksi etelärannikon vesistöissä noin 16 %, Pohjanmaalla ja Satakunnassa vähennys olisi noin 19 % (Veijalainen ym. 2012). Etelä- ja Keski-Suomessa monien järvien vedenkorkeudet laskevat loppukesällä. Kuivimpina kesinä kastelu ja muu vedenhankinta voivat näissä vesistöissä vaikeutua tuntuvasti. Toisaalta kesän rankkasateiden lisääntyminen (Jylhä ym. 2009) ja lämpimät ja sateiset syksyt ja talvet voivat lisätä tulva- ja kontaminaatoriskejä joillain vedenottamolla. Ilmastonmuutos saattaa myös lisätä myrskyjä (Jylhä ym. 2009), mikä saattaa vaikuttaa vedenottamoiden toimintavarmuuteen erityisesti sähkökatkojen myötä.

Water Exploitation Index + (WEI+) on EU:n uusi **vedenniukkuusindikaattori**, joka kuvaa veden niukkuutta vesistötasolla. Veden niukkuus tarkoittaa ihmisten aiheuttamaa liiallista vedenkäyttöä suhteessa käytettävissä oleviin uusiutuviin vesivaroihin. Indikaattori siis osoittaa kuivuudelle herkeimmät alueet, joita vesiniukat alueet juuri ovat ja sen avulla voidaan levittää yleistä tietoisuutta vedenkulutuksen vaikutuksista. Ahopelto (2013) on laskenut indeksin vuositalolla 37 vesistölle (kuva 1) tarkastelujaksona 2000-2011. Laskennassa olleet vesistöt kattavat 68 % Suomen pinta-alasta. Lisäksi indeksi on laskettu kuukausitasolla 12 vesistölle. Tulosten perusteella mukana olleista vesistöistä lievää kausittaista veden niukkuutta on Aurajoen, Paimionjoen, Sirppujoen ja Uskelanjoen vesistöissä.





Kuva 1. Kartta Suomen vesistöistä vuosittaisten WEI+ arvojen mukaan värikoodattuna (Ahopelto 2013).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia **pohjavesivaroihin** on tutkittu vähemmän kuin pintavesiin kohdistuvia vaikutuksia. Tehtyjen laskentojen perusteella talviaikaiset pohjavedenkorkeudet nousevat, kesäaikaiset laskevat hieman loppukesästä (Veijalainen ym. 2012; Vienonen ym. 2012). Kesän ja syksyn alimmat pohjavedenkorkeudet painuvat entistä alemmas etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa. Tämä kuivien kausien pahaneminen lisää pohjavesivarojen varassa olevan vesihuollon riskejä ja ongelmia (Vienonen ym. 2012). Suurissa pohjavesimuodostumissa sadannan ja sulannan vuodenaikaisrytmi vaikuttaa vähemmän kuin pienissä. Alimmat korkeudet ovatkin esiintyneet kaikkein suurimmissa pohjavesimuodostumissa viiveellä vasta pintavesien kuivakausien päätyttyä. Kesäsateet päätyvät kasvukauden ja haihdunnan vuoksi harvoin pohjaveteen saakka eivätkä näin ollen vaikuta suuresti pohjaveden muodostumiseen. Syksyn ja talven vesisateet ja sulamisvedet täydentävät tehokkaasti pohjavesivarastoja. Syys- ja talvisateiden ennustetaan lisääntyvän, jolloin rankkasateet, pitkät sateiset jaksot ja tulvat voivat heikentää **pohjaveden laatua** maaperän ollessa veden kyllästävä, jolloin likaista pintavettä voi päästä suoraan pohjavedenottamoiden kaivoihin. Suurimpia pintavalunnan ja suotautuvan veden riskinaiheuttajia ovat kasvinsuojelu ja torjunta-aineet sekä metaboliitit, kuten koliformiset bakteerit ja lääkeainejäämät. Riski kasvaa etenkin sellaisilla alueilla, joilla pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa. Ongelmia vedenlaadussa saattaa esiintyä myös pienissä pohjavesimuodostumissa, jossa alentuneet pohjavedenvirtaamat johtavat hapen puutteeseen sekä liuenneen raudan, mangaanin ja metallien korkeisiin pitoisuuksiin. Tästä saatiin viitteitä vuosien 2002- 2003 kuivuuden aikana.

Ilmastonmuutos voimistaa vesiekosysteemien **ravinnekuormitusta** ja sitä kautta rehevöitymistä. Valunnan kasvaessa myös huuhtoutumat lisääntyvät. Suurimmat vaikutukset kohdistuvat Etelä- ja Lounais-Suomen rannikkoseuduille (Huttunen ym. 2010). Peltojen lumettomuus tulee lisäämään ravinteiden, fosforin ja typen, huuhtoutumista vesistöihin talvella. Metsistä voi huuhtoutua enemmän typpeä, mutta metsien ravinnekuormituksen muuttumista on toistaiseksi tutkittu vähemmän kuin peltojen. Veden lämpötilan noustessa sinilevien kasvu lisääntyy ja happitilanne heikkenee järvisissä ja rannikkovesissä etenkin pienten virtaamien aikana. Myös vesien bakteerimäärät saattavat lisääntyä. Jääpeitekauden lyheneminen on toisaalta happitilanteen kannalta eduksi.

**Peltojen ravinnehuuhtoutumien** muutoksia ei ole valtakunnallisesti selvitetty SILMU-projektin (Kallio ym. 1997) jälkeen. SILMUn tulosten mukaan typpihuuhtoutumat lisääntyvät selvästi etenkin maan länsi- ja lounaisosissa, mutta kiintoainefosforin huuhtoutuma voi ilmastonmuutoksen myötä Järvi-Suomessa jopa selvästi vähetä kevätvalunnan ja -tulvien heiketessä. Varsinais-Suomessa sijaitsevalla kaltevilla savipellolla tehdyssä Puustisen ym. (2007) tutkimuksessa fosforikuormitus yli kaksinkertaistui vuosina, joina syksy ja talvi olivat lämpimiä ja sateisia normaaleihin vuosiin verrattuna. Toisaalta samassa tutkimuksessa kahden pienen valuma-alueen fosforikuormissa ei havaittu juurikaan kasvua lämpiminä vuosina. Viime vuosina syksyt ja talvet ovat olleet lämpimiä ja sateisia jo useasti maan etelä- ja joskus myös keskiosissa. Kokemäenjoen vesistöä koskevan Astra-projektin tulokset ovat antaneet viitteitä fosforikuormituksen merkittävästä lisääntymisestä.

Marisplan-projektissa on mallinnettu maalajiltaan erilaisten peltojen fosforikuormituksen kehitystä sääolosuhteiltaan erilaisina vuosina. Alustavien tulosten mukaan lämpimät ja sateiset vuodet kasvattaisivat savipeltojen fosforikuormitusta lisääntyvän makrohuokosvalunnan takia. Karkeilla pelloilla, joilla makrohuokosia ei ole, fosforikuormat saattaisivat jopa hieman pienentyä. Tähän on syynä keväällä lumen sulamisen aiheuttaman pintavalunnan väheneminen. Suurin osa pelloilta tulevasta fosforikuormasta johtuu eroosiota aikaansaavien pinta- ja makrohuokosvalunnan synnystä. Kuormituksen syntyajankohta siirtyisi kevästä talveen. Talvisaikaan tuleva, pidemmälle

ajanjaksolle ajoittuva sadanta imeytyisi tehokkaammin maaperään aiheuttaen vähemmän pintavaluntaa. Toisaalta malli ei huomioi ilmastonmuutoksen aiheuttamaa rankkasateiden yleistymistä. Suomen oloissa sateen intensiteetti on harvoin niin suuri, että se voisi itsessään aiheuttaa pintavaluntaa, vaan pintavaluntaa syntyy silloin, kun maan huokosto on veden kyllästämä tai jäässä (Pitkänen 1999). Pintavaluntaa aiheuttavien rankkojen sateiden yleistyminen voi kuitenkin lisätä eroosiota ja fosforin kulkeutumista vesistöihin.

Ilmastonmuutoksen ohella huuhtoutumiin vaikuttaa olennaisesti myös käytettävien viljelymenetelmien ja -kasvien valinta. Kuormituksen lisääntymistä voidaan vähentää kaltevilla pelloilla peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä. Tasaisilla pelloilla talviaikainen kasvipeitteisyys saattaa toisaalta jopa lisätä fosforikuormitusta (Uusitalo ym. 2007). Lounais-Suomessa TEHO-projektissa tehtyjen skenaariotulosten perusteella eri viljelytoimenpiteillä (mm. suojavyöhykkeet ja talviaikainen kasvipeitteisyys kaltevilla pelloilla) ja tarkemmalla lannoituksella ilmastonmuutoksen vaikutusta kuormitukseen voidaan hillitä, mutta Lounais-Suomessa ilmastonmuutostilanteissa on vaikea päästä nykytilannetta pienempiin kuormituksiin (Huttunen ym. 2010). Liuenneen fosforin huuhtoutumiseen muuttuvilla ilmasto-oloilla ei näyttäisi olevan suurta vaikutusta, ja kasvipeitteisyydellä on sitä jonkin verran kasvattava vaikutus. Huuhtoutuva nitraattityppi näyttäisi lisääntyvän etenkin maan lounaisimmista osista.

Ensimmäinen ilmastonmuutokseen sopeutumiseen keskittynyt monitieteinen tutkimushanke Suomessa oli FINADAPT (2004–2005). Siinä arvioitiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia ympäristöön, ihmisiin ja elinkeinoihin. ”Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua?” -yhteenvetoraportissa on koottu Suomessa **toteutetun ilmastonmuutoksen vaikutus- ja sopeutumistutkimuksen tuloksia eri toimialoilla** (MMM 2012). Raportti perustuu pitkälti Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelman (ISTO, 2006–2010) hankkeiden tuloksiin, mutta mukana on myös monien muiden projektien tuloksia. FINADAPT-hankkeen mukaan ilmastonmuutoksen ei odoteta vuoteen 2050 mennessä aiheuttavan merkittäviä terveysriskejä Suomen väestölle. Rankkasateiden yleistyminen voi kuitenkin lisätä talousvesien pilaantumisen riskiä sekä eläinvälitteisten tautien levinneisyydessä voi tapahtua muutoksia (MMM 2012). Eliöstöön ilmastonmuutoksen odotetaan vaikuttavan yhä voimakkaammin. Tulee uusia lajeja, myös aggressiivisesti leviäviä vieraslajeja, ja elinympäristöjä samalla kun vanhat siirtyvät pohjoisemmaksi, jossa nykyiset lajit ja elinympäristöt heikkenevät. Monille uhanalaisille lajeille, kuten saimaannorpalle, muuttuvasta ilmastosta on haittaa. Kalojen kasvunopeuden esimerkiksi kuhalla ja ahvenella arvioidaan kasvavan lämpenemisen ansiosta. Toisaalta kylmää vettä tarvitsevat lajit, joihin useimmat uhanalaiset kalalajit kuuluvat, voivat kärsiä muutoksesta, esim. taimenen arvellaan tulevaisuudessa kärsivän korkeista kesälämpötiloista ja vähäisistä virtaamista kutujoissa.

**Hyötyviä tuotantosektoreita** voivat Suomessa olla maa- ja metsätalous sekä lämmitysenergian kuluttajat. Maatalouden tuotantokyky saattaa parantua lähitulevaisuudessa pidentyvän kasvukauden ja suuremman lämpösunnan kautta. Ilmaston äärevöityminen sekä suurempi tauti- ja tuholaispaine saattaa kuitenkin aiheuttaa ennalta arvaamattomia haittoja. Vesivoiman tuotantopotentiaali kasvaisi jaksolla 2021–2050 eri tutkimusten ja eri ilmastoskenaarioiden mukaan 10 % nykyisissä laitoksissa (Ilmava tutkimus, Tammelin ym. 2002) tai 5-10 % vesivoiman kannalta merkittävimmässä vesistöissä (Bergström et al. 2012). Lisäksi matkailuala voi saada suhteellista hyötyä eurooppalaisessa katsannossa. Kiinteistöjen ja liikenteeseen liittyvän rakentamisen kustannukset lisääntyisivät jonkin verran lähivuosisikymmeninä ja enemmän myöhemmin. Koko kansantalouden kannalta muutoksia on pidetty melko vähäisinä, mutta korostettu niiden epävarmuutta sekä kansallisesta että varsinkin globaalien vaikutusten näkökulmasta.

**Meriveden noususkenaariot** -hankkeessa (Ilmatieteenlaitos) on määritetty merenpinnan tulvakorkeudet eri todennäköisyyksille Itämerellä vuoteen 2100 asti ottaen huomioon myös ilmastonmuutoksen vaikutus. Tulokset on esitetty taulukossa 2.

Vedenkorkeus (cm) N2000-järjestelmässä								
Todennäköisyys (tapausta/vuosi)	1/20a		1/50a		1/100a		1/250a	1/1000a
	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2100	2100
Vuosi								
Kemi	186	198	211	222	230	241	266	303
Oulu	180	197	199	216	213	230	249	277
Raahe	150	170	165	185	176	197	212	234
Pietarsaari	136	156	150	171	160	182	196	217
Vaasa	135	150	153	168	166	181	199	225
Kaskinen	133	159	149	175	161	187	204	228
Mäntyluoto	131	162	145	177	156	189	204	226
Rauma	134	170	146	185	156	196	209	228
Turku	141	186	153	200	162	210	223	242
Föglö	119	163	127	177	134	186	196	212
Hanko	147	199	161	214	173	226	241	263
Helsinki	173	226	188	243	200	255	271	294
Hamina	213	262	235	283	251	300	321	353

Taulukko 2. Merenpinnan korkeudet eri todennäköisyyksille Itämerellä vuonna 2050 ja 2100 ottaen huomioon myös ilmastonmuutoksen vaikutus (Ilmatieteenlaitos 2013). Lisätietoja: SYKEssä: [\\kk43@gispro/projekti/Tulva/Tulvavaara/meritulva](http://kk43@gispro/projekti/Tulva/Tulvavaara/meritulva) ja ELYissä: [\\kk43.vmparisto.fi@gispro/projekti/Tulva/Tulvavaara/meritulva](http://kk43.vmparisto.fi@gispro/projekti/Tulva/Tulvavaara/meritulva).

[Ilmasto-opas.fi](http://ilmasto-opas.fi)-sivusto kokoaa yhteen osoitteeseen ja yhtenäiseen muotoon käytännönläheistä, tutkittua ja luotettavaa tietoa ilmastonmuutoksesta. Sivuston tarkoitus on yhteiskunnan ja väestön tukeminen ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Verkkosivusto auttaa ilmastonmuutokseen liittyvien ilmiöiden ymmärtämisessä ja tiedon jäsentämisessä. Tavoitteena on, että ilmastonmuutostiedon tarvitsijat löytävät tarvitsemansa tiedon nopeasti ja helposti.

## 5 Toimenpideyhdistelmien tarkastelu ilmastonmuutoksen sekä tulva- ja kuivuusriskien vähentämisen kannalta

Toimenpiteiden valinnassa pyritään siihen, että niillä olisi sekä vesien tilaa parantava että ilmastonmuutoksen haittoja ehkäisevä vaikutus. Tämä edellyttää muun muassa, että toimenpiteitä suunniteltaessa vesistöjä tarkastellaan kokonaisuuksina ja että toimenpiteet mitoitetaan hydrologisesti niin, että ne, mikäli mahdollista, hidastavat veden liikkumista valuma-alueella.

Vesienhoidon toimenpiteet oli jaoteltu ja taulukoitu ensimmäisellä suunnittelukaudella ilmastonmuutosherkkyyden/kestävyyden (ts. kuinka herkkä tietty toimenpide on ilmastonmuutoksen vaikutukselle) näkökulmasta kolmeen ryhmään:

- + mahdollinen ilmastonmuutoksen haittoja ehkäisevä vaikutus (edistää ilmastonmuutokseen varautumista ☺)
- 0 ilmastonmuutoksen suhteen neutraali ja
- – mahdollinen ilmastonmuutoksen haittoja lisäävä vaikutus (hankaloittaa ilmastonmuutokseen varautumista ☹)

Ensimmäisellä suunnittelukaudella VEMU-järjestelmässä olevista 68 toimenpiteestä suurimman osan (37 toimenpidettä) arvioitiin olevan ilmastonmuutoksen kannalta neutraaleja. Toimenpiteistä 28 arvioitiin vähentävän/kompensoivan ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia, joten niitä voidaan pitää ensisijaisina toimenpiteinä kaikilla vesistöalueilla, joilla on tulvariskialueita.

Tavoitteena on siis priorisoida toimenpiteiden valinnassa niitä toimenpiteitä, jotka parantavat ilmastonmuutokseen varautumista ja sopeutumista. Edelleen tavoitteena on valita win-win-toimenpiteitä vesienhoidon sekä tulva- ja kuivuusriskien hallinnan suhteen. Vesienhoidon toimenpiteitä, jotka heikentävät varautumista poikkeuksellisiin vesioloihin ja ilmastonmuutokseen, tulee välttää. WaterAdapt-hankkeen loppuraportin (Veijalainen ym. 2012) taulukkoon 15 on tiivistetty ilmastonmuutoksen kielteisiä vaikutuksia, mahdollisia sopeutumistoimenpiteitä ja tietoa sopeutumispotentiaalista. Taulukossa 16 on esitetty vastaavasti mahdollisia myönteisiä vaikutuksia Suomen vesistöissä.

Säännöstelyjen kehittäminen on eräs vesienhoidon suunnittelun toimenpide sekä keskeisin tulvariskien hallinnan toimenpide Suomessa. Myös säännöstelyjen kehittämistarpeen arvioinnissa on sovitettava yhteen sekä vesienhoidon suunnittelun että tulvariskien hallinnan tavoitteet. WaterAdapt-hankkeen loppuraportin (Veijalainen ym. 2012) taulukossa 17 on esitetty säännöstelyn sopeutumistoimenpiteitä, joilla ilmastonmuutoksen kielteisiä vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja virtaamiin voitaisiin lieventää tarkastelluissa järvissä, joille tämän on arvioitu olevan tarpeellista.

Toimenpiteiden ristiinarviointia edelleen kehitettiin nyt toisella suunnittelukaudella. Sektoritiimien arvioitavana olivat nyt toimenpiteiden (tarkistetut toimenpidenimikkeet) ja ohjauskeinojen **vaikutukset erikseen sekä tulvariskiin että kuivuusriskiin** seuraavassa esitetyllä asteikoilla (Taulukko 3). Taulukko on sama molempien riskien osalta. Arvioinnit on esitetty sektoritiimien ohjeistuksissa.

Erittäin myönteinen	Myönteinen	Neutraali	Haitallinen	Erittäin haitallinen
+2	+1	0	-1	-2
Edistää merkittävästi varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin	Edistää hieman varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin	Ei vaikutusta varautumiseen ja sopeutumiseen poikkeuksellisten vesiolojen suhteen	Heikentää hieman varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin	Heikentää merkittävästi varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin

**Taulukko 3. Toimenpiteiden vaikutus tulvariskiiin ja kuivuusriskiiin – arviointiasteikko (lähde: [\\kk20\ryhma\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Hvötyjen arviointi](#)). Lisäksi suositellaan käytettäväksi sanallinen kuvaus -saraketta.**

Esimerkiksi maatalouden suojavyöhykkeet edistävät hieman varautumista ja sopeutumista poikkeuksellisiin vesioloihin tulvariskin osalta viivyttämällä vettä valuma-alueella ja leikkaamalla näin tulvahuippua. Sen sijaan kuivuusriskin osalta ne ovat neutraaleja. Lisäksi sektoritiimit arvioivat toimenpiteen **vaikutusta ilmastonmuutokseen varautumiseen ja sopeutumiseen** seuraavalla asteikolla (Taulukko 4). Ravinnehuhtoutumien ennustetaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä, joten niitä hillitsevien suojavyöhykkeiden voidaan katsoa parantavan merkittävästi ilmastonmuutokseen varautumista ja sopeutumista.

Erittäin myönteinen	Myönteinen	Neutraali	Haitallinen	Erittäin haitallinen
+2	+1	0	-1	-2
Parantaa merkittävästi Ilmastonmuutokseen varautumista ja sopeutumista	Parantaa hieman ilmastonmuutoksen varautumista ja sopeutumista	Ei vaikutusta Ilmastonmuutoksen suhteen	Heikentää hieman ilmastonmuutoksen varautumista ja sopeutumista	Heikentää merkittävästi ilmastonmuutoksen varautumista ja sopeutumista

**Taulukko 4. Toimenpiteiden vaikutus ilmastonmuutokseen varautumiseen ja sopeutumiseen – arviointiasteikko (lähde: [\\kk20\ryhma\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Hvötyjen arviointi](#)). Lisäksi suositellaan käytettäväksi sanallinen kuvaus -saraketta.**

Huomioitavaa on, että sama toimenpide voi:

- jollakin alueella voimistaa ilmastonmuutoksen haitallista vaikutusta (esim. järven vedennosto alueella, jolla ilmastonmuutos mahdollisesti lisää tulvia = haittoja lisäävä vaikutus) ja
- jollakin alueella puolestaan vähentää/kompensoi ilmastonmuutoksen haitallista vaikutusta (esim. järven vedennosto alueella, jolla ilmastonmuutos mahdollisesti pienentää tulvia = kuivuus-näkökulma = haittoja ehkäisevä vaikutus)

Tämän tyyppinen asia voidaan todeta taulukon kuvaus-sarakkeessa, jossa voidaan kertoa sanallisesti tarkemmin vaikutuksista myös muuten.

Jos tulvien ennakoidaan ilmastonmuutoksen myötä kasvavan (esim. suurten vesistöjen keskusjärvisä ja niiden laskujoissa) tulisi ennakoitu kasvu huomioida uusia suunnitelmia tehtäessä esim. kaavoituksessa ja vesirakenteita tehtäessä. Sen sijaan pieneneviä tulvia ei voi vielä ottaa suunnittelun lähtökohdaksi, vaikka tulvat monissa osissa Suomea pienenevätkin useimmilla ilmastoskenaarioilla lumen määrän ja kevättulvien pienetessä. Tämä johtuu ilmastonmuutokseen liittyvistä epävarmuuksista ja ilmastonmuutoksen hitaasta ja mahdollisesti epälineaarista etenemisestä. Suunnittelun pohjana pitäisi siis käyttää vähintään nykytilanteen perusteella arvioidun suuruisia tulvia.

Luvussa 4 esitetyille kuivuudelle herkille alueille voidaan kohdentaa vettä säästäviä ja kuivuutta estäviä toimenpiteitä. Uusia alueita voi ilmetä, kun vesistöjä lasketaan lisää. Edellä kuvattu vedenniukkuusindikaattori osoittaa kuitenkin vain teoreettisesti, kuinka paljon ihminen kuluttaa vesistöä, mutta todellinen vaikutus selviää vasta tarkemman analyysin jälkeen. Tarkempi analyysi voisi pitää sisällään tarkemman kuukausittaisen WEI+ analyysin ja ympäristövirtaama-analyysin (Ahopelto 2013). Tulosten perusteella Ahopelto ehdottaa, että loput Suomen vesistöt tulisi arvioida sekä teettää enemmän kuukausittaisia WEI+ analyyskejä tarpeen mukaan. Tarkempi kuukausittainen analyysi voitaisiin tehdä, jos esimerkiksi vuosittaisen analyysin arvot ovat yli yhden prosentin tai vesistön peltopinta-ala ylittää 20 %. Isompia vesistöjä voisi tarkastella osavaluma-alueittain.

Toimenpiteiden suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon ilmastonmuutoksen tarkasteluun soveltuva, vesienhoitolain ulottuvuutta (2027) pidempi aikaskaala, esim. investointihankkeissa käyttöajan mukainen aikajänne (esim. 50...100 vuotta). Ilmastoskenaarioissa aikajänteenä esim. 2011...2040 ja 2071...2100. Kun toimenpide on lisäksi muunneltava/joustava, tulee huomioiduksi myös ilmastomallien epävarmuudet.

WaterAdapt-raportin (Veijalainen ym. 2012) doc-versio ja excelit raportin kuvista ovat ladattavissa sijainnista:

SYKEssä: <\\kk20\ryhma\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Ilmastonmuutos, tulva ja kuivuus\WaterAdapt>

ELYissä: <\\kk20.ymparisto.fi\ryhma\gVHSIII\Toisen kauden TPO ohjeistus\Ilmastonmuutos, tulva ja kuivuus\WaterAdapt>

Doc-versio ei ole ihan identtinen verrattuna lopulliseen versioon: sivutus muuttui hieman taitossa ja jotain pikkuvirheitä korjattiin oikoluvussa, mutta word-dokumentista voi paremmin poimia taulukoita yms. Raportissa esitettyjä prosenttimuutoksia voidaan soveltaa esim. HYD-valikko-ohjelmalla havainnoista toistuvuusanalyysillä laskettuun nykytilanteen tilastollisesti kerran 100 vuodessa toistuvan tulvan suuruuteen. Raportissa esitetyt 1/100a-tulvat on laskettu mallin simuloimista virtaamista ja saattavat poiketa jopa 10-20 % havaituista virtaamista lasketuista arvoista. Havaintoihin perustuva 1/100a-vuoden tulva on kuitenkin mallin laskemaa luotettavampi, koska kaikista raportissa esitetyissä pisteissä on kohtalaisen pitkät havaintosarjat.

Vesienhoidon ja tulvariskien hallinnan suunnittelussa käytettävissä olevia tulviin liittyviä paikkatietoaineistoja on listattu taulukossa 5.



<b>Havaitut tulva-alueet</b>	Jonkun tietyn toteutuneen tulvan veden peittävä alue, joka on rajattu maastohavaintojen tai kaukokartoitusaineiston perusteella. Havaitut tulva-alueet on rajattu 10 alueelta (tilanne 3/2012).
<b>Määritetyt tulva-alueet (tulvavaarakartat, tulvavaaravyöhykkeet)</b>	Veden alle jäävät alueet ja vesisyvytydet sekä vallitsevat vedenkorkeudet tietyllä tulvan todennäköisyydellä. Tulvavaarakartoitus on valmistunut 78 joki- ja järvi-alueelta ja 5 merialueelta (tilanne 3/2012). <i>Patojen vahingonvaaraselvityksien tulvavaara-alueet tulossa paikkatietoaineistoihin vuoden 2012 aikana pariltakymmeneltä 1. luokan padoilta. Jatkossa kartoitetaan myös pienempiä tulvia (~1/2a, 1/5a ja 1/10a, syvät alueet kertovat myös pienemmällä tulvilla peittyviä alueita) sekä tarvittaessa myös ilmastomuutosskenaarioita.</i>
Määritettyjen tulva-alueiden tulvariskiruudut	Tulvavaarakarttojen sekä rakennus- ja huoneistorekisterin avulla lasketut riskiruudut (tulva-alueelle sijoittuva asukasmäärä ja kerrosala 250 m ruuduittain) sekä vesistöaluekohtaiset tunnusluvut.
Tulvariskien alustava arviointi (TURINA) -tulva-alueet	Karkean tason tulvan peittävyys ja viitteelliset syvyydyvyöhykkeet ~toistuvuudelle 1/1000a (0,1 %). Laskettu 46 vesistö-alueelle ja koko rannikkoalueelle. <i>Tunnistettu myös tulvatasanteita ja mahdollisia tulvavesien pidättämisalueita (painanteita).</i>
TURINA-tulva-alueiden tulvariskiruudut	TURINA-tulva-alueiden sekä rakennus- ja huoneistorekisterin avulla lasketut riskiruudut (tulva-alueelle sijoittuva asukasmäärä ja kerrosala 250 m ruuduittain) sekä vesistöaluekohtaiset tunnusluvut.
<b>Tulvariskialueet</b>	Sisältää maa- ja metsätalousministeriön 20.12.2011 nimeämät vesistö- ja meritulvien <b>merkittävät tulvariskialueet</b> . Alueiden rajauksissa on otettu huomioon tulvakartoituksen tarpeet.
<b>Pistemäinen tulvatieto (tulvatietojärjestelmä)</b>	Sisältää määritettyjen tulva-alueiden (tulvavaarakartat) lisäksi havaittuja (toteutuneita) ja määritettyjä (skenaarioita) yksittäisiä tulvavedenkorkeuksia ja -virtaamia, havaittuja tulva-alueita sekä suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista.
<b>Ilmastomuutoksen vaikutus vesistötulviin</b>	<i>Karttatason perustuen WaterAdapt raporttiin 2009 (päivitetty 2010):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>WaterAdapt_2009_ilmastomuutos_2010_2039.lyr</i></li> <li>• <i>WaterAdapt_2009_ilmastomuutos_2070_2099.lyr</i></li> </ul>
Tulvavahinkotietokanta	Tietoja poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta säädetyn lain (1983/284) mukaisista korvauksista vuodesta 1995 alkaen. Tietokanta kattaa vain vesistötulvat.
Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO > Vahingontorjuntatehtävät > Tulva, sadevesi, kohonnut vedenpinta	Valtakunnallinen järjestelmä pelastustoimen seurantaan ja kehittämistä sekä onnettomuuden selvittämistä varten. Tietoja on vuodesta 1996 lähtien. Tehtävät sisältävät mm. seuraavat kentät: kuolleet, loukkaantuneet, pelastetut, evakuoitettut ja omaisuusvahingot.
Liikennehäiriöt > tulva, vettä tiellä, tie sortunut	Tietoja liikennehäiriöistä mm. poliisilta, urakoitsijoilta, hätäkeskuksilta, tiepalvelulta ja tienkäyttäjiltä.

**Taulukko 5. Tulviin liittyviä paikkatietoaineistoja. Kaikki vesienhoidon ja tulvariskien hallinnan suunnittelun paikkatietoaineistot ja tietojärjestelmät saatavilla [VEHOTULVA-hankkeelta](#).**

## 6 Lähteet

Ahopelto, L. 2013. EU:n vedenniukkuusindikaattori ja sen soveltaminen Suomessa. Diplomityö, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos.  
<http://civil.aalto.fi/fi/tutkimus/vesi/opinnaytteet/ahopelto2013.pdf>

Bergström, S., Andréasson J., Veijalainen, N., Vehviläinen, B. Einarsson, B., Jónsson, S. Kurpniece, L. Kriaučiūnienė, J., Meilutytė-Barauskienė, D., Beldring, S. Lawrence, D., Roald, L.A. 2012. Chapter 6. Modelling Climate Change Impacts on the Hydropower System. In: Thorsteinsson, T., Björnsson, H. (eds.) 2012. Climate Change and Energy Systems. Impacts, Risks and Adaptation in the Nordic and Baltic countries. TemaNord 2011:502. Nordic council of Ministers, Copenhagen.

Carter, T.R. 2007 (toim.). Suomen kyky sopeutua ilmastomuutokseen: FINADAPT. Suomen ympäristö I/2007. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Huttunen, M., Huttunen, I., Vehviläinen, B., Salmi, B. 2010. TEHO-hankkeen skenaariot SYKE-WSFS-DEMALA mallilla. TEHO-raportit.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=24541&lan=fi>



- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Ilmatieteen laitos, Helsinki. Raportti 2009:4.
- Kallio, K., Rekolainen, S., Ekholm, P., Granlund, K., Laine, Y., Johnsson, H. & Hoffman, M. 1997. Impacts of climatic change on agricultural nutrient losses in Finland. *Boreal Environment Research* 2:33-52.
- Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) 2012. Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? – yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelman ISTO, 2006–2010.  
[http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2012/67Wke725j/MMM\\_julkaisu\\_2012\\_6.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2012/67Wke725j/MMM_julkaisu_2012_6.pdf)
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiaho, J., & Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable land in Finland. *Soil & Tillage Research* 93 (2007) 44-55.
- Tammelin, B., Forsius, J., Jylhä, K., Järvinen, P., Koskela K., Turunen, M.A, Vehviläinen, B. & Venäläinen, A. 2002. Ilmastonmuutoksen vaikutus energiantuotantoon ja lämmitysenergian tarpeeseen. Ilmatieteen laitos Raportteja 2002:2.
- Uusitalo, R., Turtola, E. & Lemola, R. 2007. Phosphorus losses from a subdrained clayey soil as affected by cultivation practices. *Agricultural and Food Science* 16: 352-365.
- Veijalainen, N, Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos-vaikutukset ja sopeutuminen, WaterAdapt-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=413480&lan=fi>
- Vienonen, S., Rintala, J., Orvomaa, M., Santala, E. ja Maunula, M. 2012. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristö 24/2012. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=417074&lan=fi>