

# Luonnonmukaiset tulvariskien hallintaratkaisut Itämeren alueella

Antti Parjanne ja Mika Marttunen







Suomen ympäristökeskuksen raportteja 3 / 2021

# Luonnonmukaiset tulvariskien hallintaratkaisut Itämeren alueella

**Antti Parjanne ja Mika Marttunen**



Suomen ympäristökeskuksen raportteja 3 | 2021  
Suomen ympäristökeskus  
Vesikeskus

Kirjoittajat: Antti Parjanne ja Mika Marttunen, Suomen ympäristökeskus

Vastaava erikoistoimittaja: Ahti Lepistö

Rahoittaja/toimeksiantaja: Ulkoministeriö (rahoittaja) ja  
Maa- ja metsätalousministeriö (toimeksiantaja)  
Julkaisija: Suomen ympäristökeskus (SYKE)  
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Antti Parjanne

Kannen kuva: Teemu Helonheimo - Joki ja tulvaniitty Lahdessa 2020

Julkaisu on saatavana veloitusetta internetistä: [www.syke.fi/julkaisut](http://www.syke.fi/julkaisut) | [helda.helsinki.fi/syke](http://helda.helsinki.fi/syke)  
sekä [ymparisto.fi](http://ymparisto.fi) -sivulta. Julkaisu on myös ostettavissa painettuna SYKE:n verkkokaupasta:  
[syke.omapumu.com](http://syke.omapumu.com)

ISBN 978-952-11--5348-8 (PDF)

ISBN 978-952-11-5347-1 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

ISSN 1796-1718 (pain.)

Julkaisuvuosi: 2021



## Tiivistelmä

### Luonnonmukaiset tulvariskien hallintaratkaisut Itämeren alueella

Tässä raportissa kuvataan luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan nykytila, strategiat, haasteet ja hyvät käytännöt Itämeren rantavaltioissa (Suomi, Ruotsi, Tanska, Saksa, Puola, Viro, Latvia, Liettua). Raportissa esitettävät johtopäätelmät ja suositukset perustuvat maakohtaisen tarkastelun lisäksi muuhun aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen. Raportti on osa laajempaa Itämeriyhteistyöllä ilmastokestävyyttä – tulva- ja kuivuusriskien hallinta -hanketta, jossa kartoitettiin ilmastonmuutoksen aiheuttamien sään ääri-ilmiöihin sopeutumiseen tähtääviä suunnitelmia ja ratkaisuja Itämeren rantavaltioissa.

Tulvat ovat yleisin ja vahingollisin luonnononnettomuus maailmassa ja ilmastonmuutoksen ennakoidaan lisäävän tulvariskiä. Tulvariskiä on myös kasvattanut Itämeren alueella ympäristön tulvavesien pidätyskykyä heikentävät tekijät, kuten kaupungistuminen, maatalouden tehostuminen ja metsätalouden muutokset. Luonnonmukaisella tulvariskien hallinnalla on pyritty muuttamaan näitä kehityssuuntia ja lisäämään luonnollisten, monihyötyisten ja kustannustehokkaiden menetelmien käyttöä. Menetelmiin kuuluvat muun muassa tulvavesiä pidättävät kosteikot, jokien luonnollisen mutkittelun ja tulvametsien palauttaminen, tulvaherkkien alueiden hyödyntäminen ja ennallistaminen, hulevesien imeytysalueet ja vettäläpäisevän pinnan käyttö asfaltin sijasta.

Työssä keskityttiin pääasiassa laajoihin, ja ensisijaisesti tulvariskien hallinnan tarpeista toteutettuihin toimiin, jotka olisivat hyödynnettävissä muissa maissa tai alueilla. Helposti hyödynnettäviä ovat mm. toimenpiteiden suunnittelussa ja arvioinnissa käytetyt menetelmät, joskin niiden osalta tunnistettiin myös selkeitä kehitystarpeita esimerkiksi moninaisten hyötyjen huomioon ottamisessa.

Selvityksen perusteella luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimia on toteutettu kaikissa Itämeren rantavaltioissa. Eniten kokemuksia luonnonmukaisesta tulvariskien hallinnasta on Tanskassa, Puolassa, Saksassa ja Ruotsissa. Erilaiset tulvatyyppit on otettu huomioon, mutta pääsääntöisesti luonnonmukaiset toimet ovat keskittyneet pienialaisiin hulevesitulviin. Luonnonmukaisia toimia pitäisi toteuttaa laaja-alaisesti, jotta niillä olisi vaikutusta tulvariskien hallintaan. Toimivia keinoja luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi valtiollisella tasolla ovat konkreettisia toimia sisältävät strategiat sekä rahoitusmahdollisuuksien järjestäminen. Toimenpidekohtaisesti hyväksi on koettu sidosryhmien varhainen osallistaminen ja laaja yhteistyö, moninaisten hyötyjen esiin tuominen erityisesti pitkällä aikajänteellä, laaja tietoisuuden lisääminen eri menetelmistä ja niiden hyödyistä, sekä seuranta ja dokumentointi tulevien hankkeiden tarpeisiin.

**Asiasanat:** Tulvat, luontopohjaiset ratkaisut, Itämeri, hulevesi, meritulvat, vesistötulvat, luonnonmukainen vesirakentaminen

## Sammandrag

### Naturenlig hantering av översvämningsrisker i Östersjöområdet

I denna rapport beskrivs nuläget för naturenlig hantering av översvämningsrisker: strategier, utmaningar och god praxis i Östersjöns kuststater (Finland, Sverige, Danmark, Tyskland, Polen, Estland, Lettland, Litauen). De slutsatser och rekommendationer som presenteras i rapporten grundar sig förutom på en landsvis granskning även på annan litteratur i anslutning till ämnet. Rapporten är en del av det mer omfattande projektet Klimathållbarhet genom Östersjösamarbete – hantering av risker för översvämning och torka. I projektet kartlades planer och lösningar för anpassning till extrema väderfenomen orsakade av klimatförändringen i Östersjöstaterna.

Översvämningar är den vanligaste och mest skadliga naturkatastrofen i världen och klimatförändringen förutspås öka översvämningsrisken. Översvämningsrisken har också ökat i Östersjöområdet på grund av faktorer som försämrar förmågan att hålla kvar översvämningsvatten, såsom urbanisering, effektivare jordbruk och förändringar i skogsbruket. Genom naturenlig hantering av översvämningsrisker har man strävat efter att ändra dessa utvecklingsriktningar och öka användningen av naturliga, mångnyttiga och kostnadseffektiva metoder. Metoderna omfattar bland annat våtmarker som håller kvar översvämningsvatten, återställande av älvarnas naturliga slingrande och av översvämningskogar, utnyttjande och restaurering av översvämningskänsliga områden, absorberingsområden för dagvatten och användning av ytor som släpper igenom vatten istället för asfalt.

Arbetet fokuserade i huvudsak på omfattande åtgärder, i första hand för hantering av översvämningsrisker, som också skulle kunna utnyttjas i andra länder eller områden. Lätta att utnyttja är bland annat de metoder som används vid planeringen och bedömningen av åtgärderna, även om man i fråga om dem också identifierade tydliga utvecklingsbehov till exempel i beaktandet av de olika fördelarna.

På basis av utredningen har åtgärder för naturenlig hantering av översvämningsrisker vidtagits i alla Östersjöns kuststater. Mest erfarenhet av naturenlig hantering av översvämningsrisker har man i Danmark, Polen, Tyskland och Sverige. Olika typer av översvämningar har beaktats, men i regel har de ekologiska åtgärderna koncentrerats till små dagvattenöversvämningar. Ekologiska åtgärder borde genomföras på bred front för att de ska ha effekt på hanteringen av översvämningsrisker. Fungerande metoder för att på statlig nivå främja den naturenliga hanteringen av översvämningsrisker är strategier som innehåller konkreta åtgärder samt ordnande av finansieringsmöjligheter. För enskilda åtgärder har det upplevts vara bra att intressentgrupperna deltar i ett tidigt skede och samarbetar i stor utsträckning, att man särskilt på lång sikt lyfter fram de mångsidiga fördelarna, att man på bred front ökar medvetenheten om olika metoder och deras fördelar samt att man följer upp och dokumenterar för kommande projekts behov.

**Ämnesord:** Översvämningar, naturbaserade lösningar, Östersjön, dagvatten, havsöversvämningar, översvämningar i vattendrag, ekologiskt vattenbyggande

## Abstract

### Natural flood risk management solutions in the Baltic Sea region

This report describes the current state of natural flood risk management and its strategies, challenges and good practices in the coastal Baltic Sea states (Finland, Sweden, Denmark, Germany, Poland, Estonia, Latvia, Lithuania). The conclusions and recommendations presented in the report are based not only on a country-by-country review but also on other literature related to the topic. The report is part of a broader project titled Climate resilience with Baltic Sea co-operation - management of flooding and drought. The project looked into plans and solutions aiming to adapt to extreme weather phenomena caused by climate change in the coastal Baltic Sea states.

Floods are the most common and damaging natural disaster in the world and climate change is expected to increase the risk of flooding. Flood risk has also increased in the Baltic Sea region due to factors affecting the flood water retention capacity in the environment, such as urbanisation, intensified agriculture and changes in forestry. Natural flood risk management has been used to try and divert these trends and increase the use of natural, multipurpose and cost-effective methods. The methods include wetlands for retaining flood waters, restoring flood forests and the natural meandering of rivers, utilising and restoring flood-prone areas, run-off water infiltration and using water-permeable surfaces instead of asphalt.

The work mainly focused on large-scale measures, primarily ones related to the requirements of flood risk management that could be utilised in other countries or regions. Some measures that can be easily utilised include the methods used for the planning and evaluation of measures, although clear development needs were also identified for them, such as considering diverse benefits.

Based on the report, measures for managing natural flood risks have been implemented in all Baltic Sea states. The largest amount of experience concerning natural flood risk management has been amassed in Denmark, Poland, Germany and Sweden. Different types of floods have been taken into account, but natural measures have mainly been focused on small-scale run-off water floods. Natural measures should be implemented on a broad scale for them to have an impact on flood risk management. Effective means of promoting natural flood risk management at the state level include strategies that include concrete measures and opportunities for organising funding. Some measures that have been found useful are early stakeholder participation and extensive cooperation, highlighting the diverse benefits especially in the long term, widespread awareness of different methods and their benefits, and monitoring and documentation for the needs of future projects.

**Keywords:** Floods, nature-based solutions, Baltic sea, urban storm water, coastal floods, fluvial floods, environmental river engineering





## Esipuhe

Tämä luonnonmukaisiin tulvariskien hallintaratkaisuihin keskittynyt osaraportti on osa laajempaa 'Itämeriyhteistyöllä ilmastokestävyyttä - tulva ja kuivuusriskien hallinta' -hanketta. Hankkeessa kartoitettiin ilmastonmuutoksen aiheuttamien sään ääri-ilmiöihin sopeutumiseen tähtääviä suunnitelmia ja ratkaisuja Itämeren rantavaltioissa. Hankkeessa keskityttiin kolmeen teemaan, joista jokaisesta laadittiin osaraportti ja lisäksi hankkeen loppuraporttiin kerättiin keskeiset tiedot tehdyistä selvityksistä, parhaista käytännöistä sekä suosituksista Itämeren alueen ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi tulva- ja kuivuusriskien hallinnassa. Hankkeen yhteen vetävä loppuraportti laaditaan englanniksi ja julkaistaan hankkeen sivuilla [www.ymparisto.fi/fi-FI/LOSSI/Itameriyhteistyolla\\_ilmastokestavyytta](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/LOSSI/Itameriyhteistyolla_ilmastokestavyytta). Lisäksi loppuraportissa on käsitelty Itämeren alueen ilmastonmuutoksen sopeutumistoimia.

Hankkeessa käsitellyt teemat (ja osaraportit) ovat:

- Kaupunkien sopeutumistoimet (hulevesien ja tulvien hallinta, luonnonmukaiset ratkaisut) - SYKE
- Maaseudun sopeutumistoimet (maatalouden ja vesihuollon sopeutumistoimet lisääntyviin kuivuusjaksoihin) - Luke
- Vesihuollon sopeutumistoimet (viemäriverkoston ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamojen ohitusten hallinnan ratkaisut Itämeren alueella) – Pirkanmaan ELY-keskus

Lisäksi hankkeessa tilattiin sopeutumistoimien ohjausta -käsittelevä osaraportti TYRSKY-Konsultointi Oy:lta.

Ulkoministeriön rahoittama ja Maa- ja metsätalousministeriön valvoma hanke toteutettiin vuosina 2019-2021. Hanketta koordinoi Varsinais-Suomen ELY-keskus (Pekka Parkkila). Hankkeessa laaditut neljä osaraporttia julkaistiin tai julkaistaan alkuvuodesta 2021. Niistä vastasivat Suomen ympäristökeskus (Antti Parjanne ja Mika Marttunen), Luonnonvarakeskus (Merja Myllys ja Tapio Salo), Pirkanmaan ELY-keskus (Kaisa Valkonen, Pepe Lindqvist ja Riitta Syväälä) ja TYRSKY-Konsultointi Oy (Kati Berninger).

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b> .....	9
1.1 Tavoitteet .....	9
1.2 Määritelmät ja keskeisten käsitteiden kuvaus.....	10
<b>2 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan mahdollisuudet ja raamit</b> .....	14
2.1 Itämeren alueen erityispiirteet .....	14
2.2 Luonnonmukaisten toimenpiteiden mahdollisuudet eri tulvatyyppien hallinnassa.....	18
2.3 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan raamit ja politiikka .....	21
<b>3 Tarkastelun toteutus</b> .....	25
3.1 Rajaus .....	25
3.2 Aineiston kerääminen .....	26
<b>4 Maakohtainen tarkastelu</b> .....	29
4.1 Suomi .....	29
4.2 Ruotsi .....	35
4.3 Tanska.....	41
4.4 Saksa .....	45
4.5 Puola .....	49
4.6 Viro .....	54
4.7 Latvia .....	56
4.8 Liettua .....	59
<b>5 Johtopäätelmät ja suositukset</b> .....	61
5.1 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan nykytila Itämeren maissa.....	64
5.2 Suositukset toimenpiteiden arviointiin .....	66
5.3 Suositukset ohjaus- ja rahoituskeinoiksi.....	68
5.4 Suositukset toimenpiteiden suunnitteluun ja toteuttamiseen.....	70
5.5 Jatkotutkimustarpeet .....	75
<b>Lähteet</b> .....	77



# 1 Johdanto

Tulvat ovat yleisin ja vahingollisin luonnononnettomuus maailmassa ja ilmastonmuutoksen ennakoidaan lisäävän tulvariskiä. Tulvariski on kasvanut monin paikoin ympäristön tulvavesien pidätyskykyä heikentävien tekijöiden, kaupungistumisen, maatalouden tehostumisen ja metsien hävittämisen vuoksi. Myös Itämeren rantavaltioiden alueella asutus- ja teollisuusalueita on rakennettu luonnollisille tulva-alueille, jokiuomia on pengerrytetty tai oikaistu ja soita on ojitettu tai raivattu maa- ja metsätalouden käyttöön.

Luonnonmukaisella tulvariskien hallinnalla on pyritty muuttamaan näitä kehityssuuntia ja lisäämään luonnollisten, monihyötyisten ja kustannustehokkaiden menetelmien käyttöä. Samaan aikaan ilmastonmuutoksen sopeutumistoimiin on alettu kiinnittää enemmän huomiota ja luonnonmukaisilla ratkaisuilla onkin keskeinen rooli ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpidevalikoimassa. Usein luonnonmukaiset tulvariskien hallintaratkaisut ovat hyödyksi myös eliöiden elinympäristöjen ja monimuotoisuuden säilyttämisessä, parantavat vedenlaatua, tuovat virkistyskäyttö- ja maisemahyötyjä sekä parantavat kuivuusriskien hallintaa.

Menetelmiin kuuluvat muun muassa tulvavesiä pidättävät kosteikot, jokien luonnollisen mutkittelun ja tulvametsien palauttaminen, tulvaherkkien alueiden hyödyntäminen ja ennallistaminen, hulevesien imeytysalueet ja vettäläpäisevän materiaalin käyttö asfaltin sijasta. Periaatteessa mikä tahansa toimenpide voidaan toteuttaa ainakin osittain luonnonmukaisena tai luonnonmukaisuutta tukevana. Luonnonmukaiset menetelmät vahvistavat luonnon ja yhteiskuntien resilienssiä sään ääri-ilmiöille kuten tulville.

Raportin loppuun on koottu maakohtaisen tarkastelun lisäksi oma lukunsa johtopäätelmistä ja suosituksista, sisältäen parhaiksi arvioidut käytännöt - ei pelkästään toimenpidetyypeistä, vaan myös toteutusta tukevista strategioista tai ohjelmista sekä suunnittelu- ja arviointikäytännöistä.

## 1.1 Tavoitteet

Tämän selvityksen päätavoitteena on ollut koota tiedot Itämeren alueen valtioiden suunnitelmista ja toimenpiteistä luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi. Tulvariskien hallinta eri menetelmin on kaikissa näissä valtioissa keskeinen keino ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Tulvariskien hallintatoimet ovat myös yksi konkreettisimpia ja vaikutuksiltaan helpoimmin arvioitavissa olevia sopeutumistoimia, joten ne nostetaan usein esimerkeiksi sopeutumiskeinoista. Luonnonmukaiset tulvariskien hallintatoimet ovat kuitenkin usein keskittyneet vaikutuksiltaan pienialaisiin hulevesitulviin ja kaupunkiympäristöihin, eikä toimivista luonnonmukaisista vesistö- tai meritulvariskien hallintatoimista ole juurikaan esimerkkejä. Tuoreessa analyysissä kaikista luontopohjaisista toimia tulvariskien hallinnassa käsittelevistä artikkeleista vain 6 % käsitteli vesistötulvia ja 5 % meritulvia (Ruangpan ym. 2019).

Selvityksessä on erityisesti pyritty:

- nostamaan esille laajempia luonnonmukaisia tulvariskien hallintatoimia
- kiinnittämään huomiota toimenpiteiden suunnittelussa ja niiden vaikutusten arvioinneissa käytettyihin menetelmiin ja siihen, miten toimenpiteet on kytketty ilmastonmuutoksen sopeutumistoimiin
- löytämään toimivia konsepteja ja strategioita luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi
- tunnistamaan tieto- ja kehitystarpeita
- luomaan selkeä kokonaiskäsitys Itämeren maissa hyödyiltään ja vaikutuksiltaan toimivista luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi.

## 1.2 Määritelmät ja keskeisten käsitteiden kuvaus

### 1.2.1 Luontopohjaiset ratkaisut ja luonnonmukainen tulvariskien hallinta

Luontopohjaisilla ratkaisuilla (engl. *nature-based solutions*) tarkoitetaan monihyötyisiä yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisuja, jotka tukeutuvat luontoon ja ekosysteemipalveluihin (Vikström ym. 2019). Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton määritelmän mukaan luontopohjaiset ratkaisut ovat luonnontilaisen ja muokattujen ekosysteemien suojeluun, kestäväan käyttöön ja ennallistamiseen tähtääviä toimenpiteitä, jotka vastaavat yhteiskunnallisiin haasteisiin tehokkaasti ja joustavasti tuottaen samalla hyötyä ihmisen hyvinvoinnille sekä luonnon monimuotoisuudelle (IUCN, 2020). Ne tähtäävät ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäviin kokonaisratkaisuihin ja tulevaisuuden hyötyihin. Usein niillä pyritään ratkaisemaan samanaikaisesti ekologiaa, sosiaalisia ja taloudellisia haasteita. Luontopohjaiset ratkaisut korvaavat ja täydentävät tavanomaisia, tekniikkaa painottavia ratkaisuja ja monipuolistavat ratkaisuvaihtoehtojen valikoimaa (Paloniemi, 2019). Luontopohjaiset ratkaisut voivat tehokkaasti täydentää perinteisiä tulvariskien hallintatoimia (Browder 2019; OECD 2020). Perinteisiä tulvasuojeluratkaisuja ovat padot, penkereet, kanavat, tulvaportit ja yleisesti ottaen erilaiset esteet (EEA, 2017). Ne valmistetaan yleensä betonista, ja niitä kutsutaan harmaaksi infrastruktuuriksi. Vastaavasti luonnonmukaisia toimia kutsutaan toisinaan vihreäksi infrastruktuuriksi. Lisäksi on erilaisia ei-rakenteellisia tulvariskien hallinnan toimia, kuten maankäytön suunnittelu, valmiussuunnitelmat, vakuutukset, viestintä ja tietoisuuden lisääminen.

Ekosysteemipalvelut ovat luonnon ihmisille tarjoamia hyötyjä. Esimerkiksi tulvavallin rakentamisella rajoitetaan samalla tulvimisen synnyttämän ekosysteemin toimintaa, ilman hyötyjä tulvimisesta aiheutuvista ekosysteemipalveluista, kuten veden puhdistumisesta ja elinympäristöjen monimuotoisuutta lisäävästä vaikutuksesta. Tulvariskien hallinnan näkökulmasta ekosysteemipalveluiden määrä on suoraan yhteydessä luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimien määrään ja vaikuttavuuteen (van der Nat ym. 2016).

Luontopohjaiset ratkaisut ovat terminologisella tasolla yleistyneet viime vuosien aikana varsinkin ilmastonmuutokseen sopeutumista käsittelevässä kirjallisuudessa (Eggermont ym. 2015.; Han & Kuhllicke, 2019), mutta kirjallisuudessa luontopohjaisiin tulvariskien hallinnan toimenpiteisiin tai luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan saatetaan viitata muillakin termeillä (esim. *ecosystem-based adaptation, natural water retention measures, green infrastructure, sustainable urban drainage systems*).

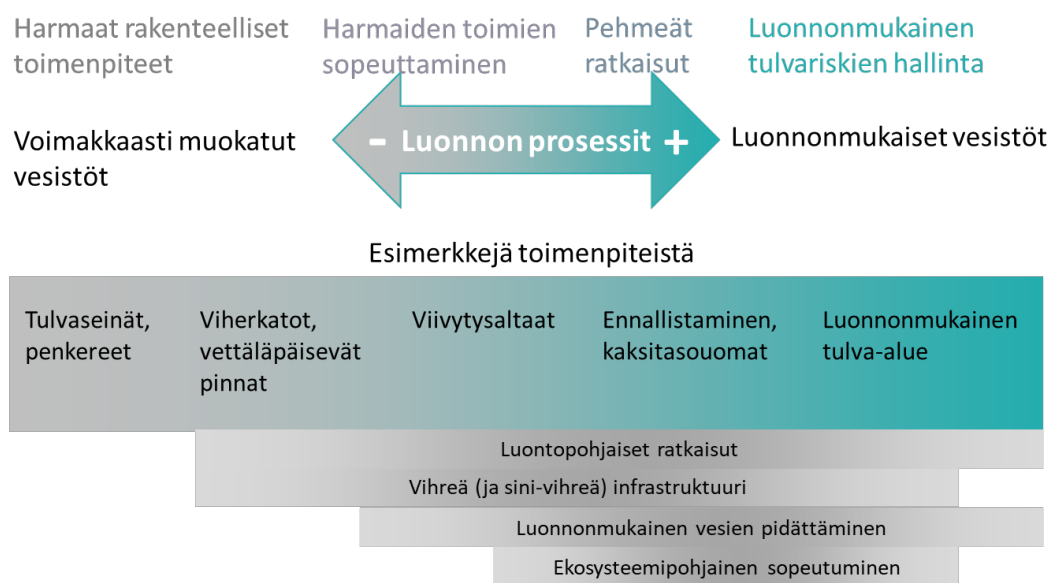
Erityisesti ilmastonmuutokseen sopeutumisen yhteydessä luontopohjaisten ratkaisujen rinnalla käytetään usein luontopohjaisten ratkaisuiden käsitettä suppeampaa käsitettä ekosysteemiperusteinen sopeutuminen (*ecosystem-based adaptation, EBA*). Käsitteen keskiössä on luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden hyödyntäminen osana ihmisten ja yhteiskunnan sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin kuten tulviin. Siihen kannustetaan myös EU:n ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategiassa. Ilmastonmuutoksen ja sosioekonomisen kehityksen huomioon ottava ennakoiva suunnittelu suosii luontopohjaisia ratkaisuita, jotka parantavat yhteiskunnan kykyä sopeutua muutoksiin.

Luonnonmukainen tulvariskien hallinta omaa käsitteenä pidemmän historian kuin 'luontopohjaiset ratkaisut', joka yleistyi käsitteenä vasta 2010-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Luonnonmukaisessa tulvariskien hallinnassa pyritään pääasiassa pidättämään vettä valuma-alueella. Luonnonmukainen tulvien hallinta voidaan määritellä maisematekijöiden muokkaamiseksi, ennallistamiseksi tai käytöksi tulvien vähentämiseksi (Houses of Parliament, 2011) (Kuva 1). Evansin ym. (2008) mukaan siihen sisältyy usein ns. pehmeitä eli luonnon prosesseja tai materiaaleja hyödyntäviä toimenpiteitä. Tämä on mahdollista etenkin säilyttämällä ja ennallistamalla vanhoja tulva-alueita sekä luomalla niitä lisää, muodostamalla erillisiä tulvauomia ja kaksitasouomia (Rantakokko, 2002; Jormola ym. 2004). EU:n ympäristöosaston määritelmän mukaan luonnonmukainen tulvariskien hallinta ottaa huomioon koko vesistöalueella tai tietyn merialueen valuma-alueella tapahtuvat hydrologiset prosessit, jotta

toimenpiteiden parhaat toteutuspaikat voidaan valita, keskittyen vedenpidätyskyvyn parantamiseen<sup>1</sup>. Esimerkkeinä toimenpiteistä mainitaan rannikkoalueiden ennallistaminen, tulva-alueiden palauttaminen, kosteikkojen ennallistaminen, maatalouden vedenpidättämisen ratkaisut sekä kaupunkien vihreä infrastruktuuri kuten luonnonmukainen hulevesien hallinta ja viherkatot.

Erityisesti EU:n ympäristöosaston terminologiassa luonnonmukainen vesien pidättäminen (*natural water retention measures, NWRM*) on yleisesti käytetty termi. Termi on selvästi luontopohjaisia ratkaisuita ja jonkin verran luonnonmukaista tulvariskien hallintaa suppeampi. Tulvariskien hallinnan näkökulmasta, varsinkin monissa Keski-Euroopan maissa, luontopohjaiset ratkaisut rajautuvat usein veden pidättämiseen erilaisin keinoin, kuten virtaamaa tai valuntaa hidastamalla tai imeytymistä parantamalla. Näin ollen luonnonmukainen vesien pidättäminen kattaakin suuren osan kaikista luonnonmukaisista tai luontopohjaisista tulvariskien hallinnan ratkaisuista. Luonnonmukaisen riskien hallinnan ja luontopohjaisten ratkaisuiden terminologiaa englanniksi on käsitelty mm. Oppla -portaalissa<sup>2</sup> sekä ESERALDA MAES -portaalissa<sup>3</sup>.

Tarkastelun rajaaminen tiukasti luontopohjaisiin ratkaisuihin, luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan tai jonkun toisen termin mukaiseksi voisi rajata tarkastelun turhan suppeaksi, joten on parempi käyttää luontopohjaisten / luonnonmukaisten ratkaisuiden rinnalla myös muita termejä ja ymmärtää luontopohjaiset tulvariskien hallintaratkaisut laajasti. Luonnonmukaisia ratkaisuja toteutetaan usein myös yhdessä perinteisempien rakenteellisten tai ei-rakenteellisten tulvariskien hallintatoimien kanssa. Tässä raportissa luonnonmukaisina tulvariskien hallintaratkaisuuina pidetään kaikkia luonnon prosesseihin tukeutuvia tulvariskien vähenemiseen tähtäviä toimia (muokkaamista, ennallistamista ja hyödyntämistä).



Kuva 1. Esimerkki luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimenpiteiden jaottelusta. (Environment Agency (2010) mukaan)

<sup>1</sup> Euroopan komission internet-sivut "Towards better environmental options in flood risk management" [ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/better\\_options.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/better_options.htm)

<sup>2</sup> [oppla.eu/case-studies/existing-ecosystem-based-initiatives-eu-level](http://oppla.eu/case-studies/existing-ecosystem-based-initiatives-eu-level)

<sup>3</sup> [www.maes-explorer.eu/](http://www.maes-explorer.eu/)



## 1.2.2 Tulvariskien hallinta

Tulvariskien hallinnalla (engl. *flood risk management*) tarkoitetaan sellaisten toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden tavoitteena on arvioida ja vähentää tulvariskejä sekä estää tai vähentää tulvista aiheutuvia vahinkoja. Tulva on vesistön vedenpinnan noususta, merenpinnan noususta tai hulevesien kertymisestä aiheutuvaa maan tilapäistä peittymistä vedellä. Tulvariskillä tarkoitetaan tulvan esiintymisen todennäköisyyden ja tulvasta ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle mahdollisesti aiheutuvien vahingollisten seurausten yhdistelmää<sup>4</sup>.

Tulvariskien hallintaa EU-alueella ohjaa vuonna 2007 voimaan tullut tulvadirektiivi (2007/60/EY), joka luo raamit jäsenmaiden tulvariskien hallinnalle. Tulvadirektiivi on kussakin jäsenmaassa pantu voimaan kansallisella lainsäädännöllä (Suomessa laki ja asetus tulvariskien hallinnasta 620/2010 ja VNA 659/2010), mutta yleisperiaatteet ovat yhtenevät ja direktiivin mukaisen prosessin vaiheet toistuvat kuuden vuoden hallintasykleittäin, jolloin mm. toimenpiteiden toteutumista ja vaikutuksia voidaan uudelleen arvioida ja tarvittaessa tehostaa tulvariskien hallintaa.

Tulvadirektiivi kannustaa eri tavoin edistämään luonnonmukaista tulvariskien hallintaa ja ei-rakenteellisia toimenpiteitä. Esimerkiksi luonnonmukaiset tulvatasanteet pidättämisalueina on otettava huomioon tulvariskiä arvioitaessa ja tulvariskien hallintasuunnitelmissa, joissa on kuvattu tavoitteet ja toimenpiteet riskien ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi. Kuvassa 2 on esimerkkejä toimenpiteistä.

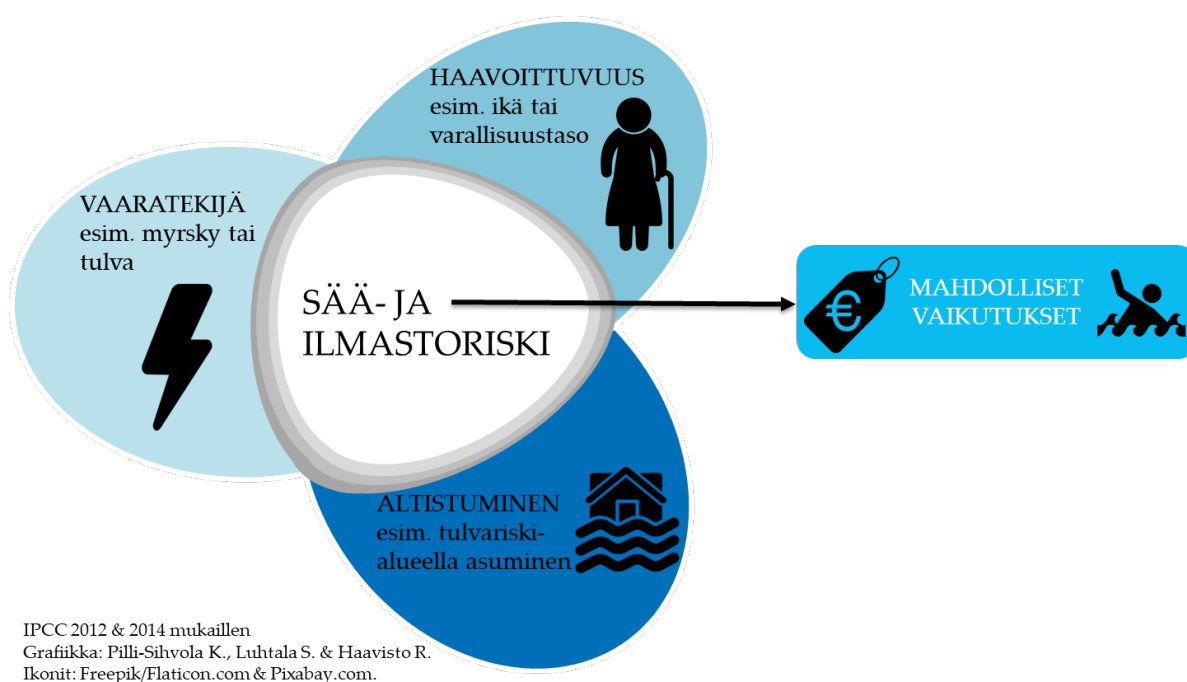


Kuva 2. Tulvariskien hallinnan vaiheet ja esimerkkejä toimenpiteistä.

<sup>4</sup> Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 [finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620](http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620)

### 1.2.3 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen (engl. *climate change adaptation*) tarkoittaa ihmisen ja luonnonjärjestelmien kykyä toimia nykyisessä ilmastossa ja kykyä varautua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin (IPCC, 2014). Sopeutumiseen liittyvät käsitteet vaihtelevat jonkin verran eri alojen ja asiayhteyksien välillä<sup>5</sup>. Tässä raportissa ilmastonmuutokseen sopeutumisella tarkoitetaan keinoja, joilla pyritään varautumaan sää- ja ilmatoriskien aiheuttamiin vaikutuksiin. Sopeutumisen tavoitteena on vähentää nykyisen ilmaston tai ilmastossa tapahtuvien muutoksien kielteisille vaikutuksille altistumista ja haavoittuvuutta (kuva 3). Altistuminen tarkoittaa ihmisten, yhdyskuntien ja infrastruktuurin sekä ekosysteemien ja luonnonvarojen sijoittumista sellaiseen paikkaan, jossa niille aiheutuu mahdollisesti vahinkoa tai vaaraa (Gregow ym. 2016). Esimerkiksi rannikolla sijaitsevat kaupungit tai tuotantolaitokset ovat alttiita vedenpinnan nousun vaikutuksille. Haavoittuvuus viittaa ihmisten, teknisten rakenteiden ja yhteiskuntien herkkyyteen ja sopeutumiskykyyn sään ja ilmaston vaikutuksille.



Kuva 3. Sää- ja ilmatoriskiin vaikuttavat tekijät (Pilli-Sihvola ym. 2016).

Nykyisten sääilmiöiden ja lähitulevaisuuden ilmaston mahdollisesti aiheuttamiin vaikutuksiin sopeutuminen on osa katastrofiriskien hallintaa. Sopeutumiseen kuuluu erityisesti myös keskipitkän ja pitkän aikavälin sään ja ilmaston muutosten ennakointi, koska sopeutumistoimenpiteisiin ryhtyminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa on kaikkein kustannustehokkainta. Tällainen vuosikymmenten päähän ulottuva sopeutuminen voi olla asteittaista tai perustua rakenteellisiin eli järjestelmätason muutoksiin.

Luontopohjaisten ratkaisujen käytännön hyödyistä ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten vähentämisessä on vielä melko vähän kokemusta. Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät usein vasta pitkällä aikavälillä, ja tulvat epäsäännöllisinä luonnonilmiöinä ovat kuitenkin tietyn alueen ja sille mahdollisesti toteutetun luontopohjaisen hallintaratkaisun näkökulmasta hyvin harvinaisia, joten kokemusten karttuminen vie aikaa.

<sup>5</sup> [www.ilmastopas.fi](http://www.ilmastopas.fi)

## 2 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan mahdollisuudet ja raamit

### 2.1 Itämeren alueen erityispiirteet

Itämeren valuma-alueen pinta-ala on 1 720 000 km<sup>2</sup>. Se on noin neljä kertaa suurempi kuin itse meren pinta-ala. Valuma-alueella asuu 85-90 miljoonaa ihmistä. Valuma-alueen rantavaltiot ovat Suomi, Ruotsi, Venäjä, Viro, Latvia, Liettua, Puola, Saksa ja Tanska. Kaiken kaikkiaan valuma-alue ulottuu 14 valtion alueelle<sup>6</sup>. Tässä tarkastelussa on keskitytty Itämeren valuma-alueeseen.

Tulvariskien hallinnan käytännöt Itämeren maissa ovat pääosin melko samanlaisia mm. tulvadirektiivin ansiosta (pl. Venäjä). Itämeren eteläosa on tiheämmin asuttua ja maatalousvaltaista kun taas pohjoisosat ovat harvemmin asuttuja metsävaltaisempia. Hydrologiset piirteet ovat verrattain lähellä toisiinsa, ja vuoriston osuus valuma-alueesta on vähäinen. Suomen näkökulmasta tarkasteltuna esimerkiksi Tanskassa ja Virossa vesistöt ovat pienempiä, jolloin tulvariskit kohdistuvat enemmän rannikko- tai hulevesitulviin. Venäjän Itämeren rannikon pituus on muutama sata kilometriä, mutta rannikolla, Itämeren suurimman joen, Nevan (keskivirtaama n. 2600 m<sup>3</sup>/s) varrella sijaitsevaa Pietarin kaupunkia (n. 7 milj. asukasta) voidaan pitää tulvariskeiltään koko Itämeren alueen suurimpana tulvariskikohteena. Muut Itämeren maat ovat hydrologialtaan varsin lähellä Suomea, mutta toki alueellisiakin eroja on, varsinkin kaupungistumisessa (ja asukastiheydessä), tulvariskien hallinnan rahoituksessa sekä tulvantorjunnan historiassa ja nykypolitiikassa.

Erityisesti Itämeren pohjoisosan maissa talvi, lumen kertyminen ja sulaminen sekä jää- ja hyydepa-dot, aiheuttavat alueen tulvariskien hallinnalle erityispiirteitä, erityisesti vesistötulvien, mutta jossain määrin myös hulevesitulvien osalta. Tulvia luontaisesti tasaavia järviä esiintyy Suomessa ja Ruotsissa enemmän kuin Baltian maissa, Puolassa ja Saksassa. Etelämpänä joet virtaavat tyypillisesti hitaammin ja niillä on tärkeä merkitys kulkuväylinä, rannat ovat rakennetumpia, ja tulvaherkkiä alueita on otettu viljely- tai rakennuskäyttöön.

Maiden välillä on useita rajavesistöjä, joista suurimmat ovat: Tornionjoki (Suomi – Ruotsi, n. 370 m<sup>3</sup>/s), Vuoksi (Suomi – Venäjä, n. 700 m<sup>3</sup>/s), Narvanjoki (Venäjä – Viro, n. 400 m<sup>3</sup>/s), Daugava (Latvia – Venäjä – Valko-Venäjä, n. 700 m<sup>3</sup>/s), Niemenjoki (Liettua – Venäjä – Valko-Venäjä, n. 600 m<sup>3</sup>/s), Veiksel (Puola – Valko-Venäjä, n. 1100 m<sup>3</sup>/s) ja Oder (Puola – Saksa, n. 600 m<sup>3</sup>/s)<sup>7</sup>. Useat näistä ovat tulvaherkkiä ja niillä on toteutettu erilaisia tulvariskien hallintatoimia. Rajavesistöissä onnistuneen tulvariskien hallinnan edellytys on yhteistyö ja kokonaisvaltainen vesistöaluesuunnittelu, jota edellyttää myös luonnonmukainen tulvariskien hallinta.

Meritulvariskien hallintaan vaikuttaa maan alavuus rannan tuntumassa, mutta myös mahdollinen aallokon vaikutus tai rantaviivan rikkonaisuus. Pidemmällä aikavälillä erityisesti maanpinnan kohoaminen ja erot siinä Itämeren eri osissa vaikuttavat siihen, kuinka kiireellisesti tai isoin resurssein meritulvariskiin tulee varautua. Esimerkiksi Perämerellä maa kohoaa n. 9 mm vuodessa ja Tanskan-Saksan-Puolan rannikolla maa painuu alaspäin n. 1 mm vuodessa (Rosenthau ym. 2012). Kokonaisuudessaan ilmastonmuutoksesta aiheutuvaksi pitkäaikaiseksi merivedenpinnan nousuksi arvioidaan Itämerellä 4-8 mm vuodessa (The BACC II Author Team, 2015), mutta maankohoamisen takia vaikutukset ovat erilaisia. Samoin lyhytaikaiset vaihtelut voivat pahentaa meritulvia erityisesti pitkien lahtien pohjukoissa.

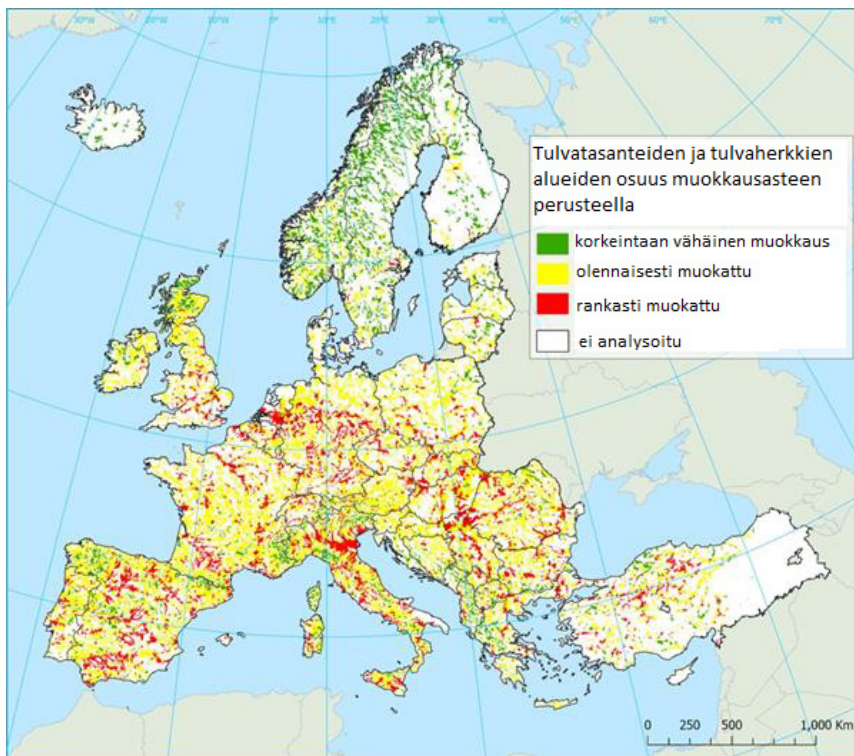
Hulevesitulvariskien hallintaan on panostettu viime vuosina useissa maissa, johtuen mm. ilmastonmuutoksen ennakoidusta rankkasateita lisäävästä vaikutuksesta sekä kaupungistumisesta ja sen mukanaan tuomasta päällystettyjen alueiden lisääntymisestä. Itämeren alueen maissa eri tulvatyypeistä ehkä juuri hulevesitulvariskien hallinnassa on eniten eroja maiden välillä. Esimerkiksi Tanskassa, Ruotsissa

<sup>6</sup> [www.jarviwiki.fi](http://www.jarviwiki.fi)

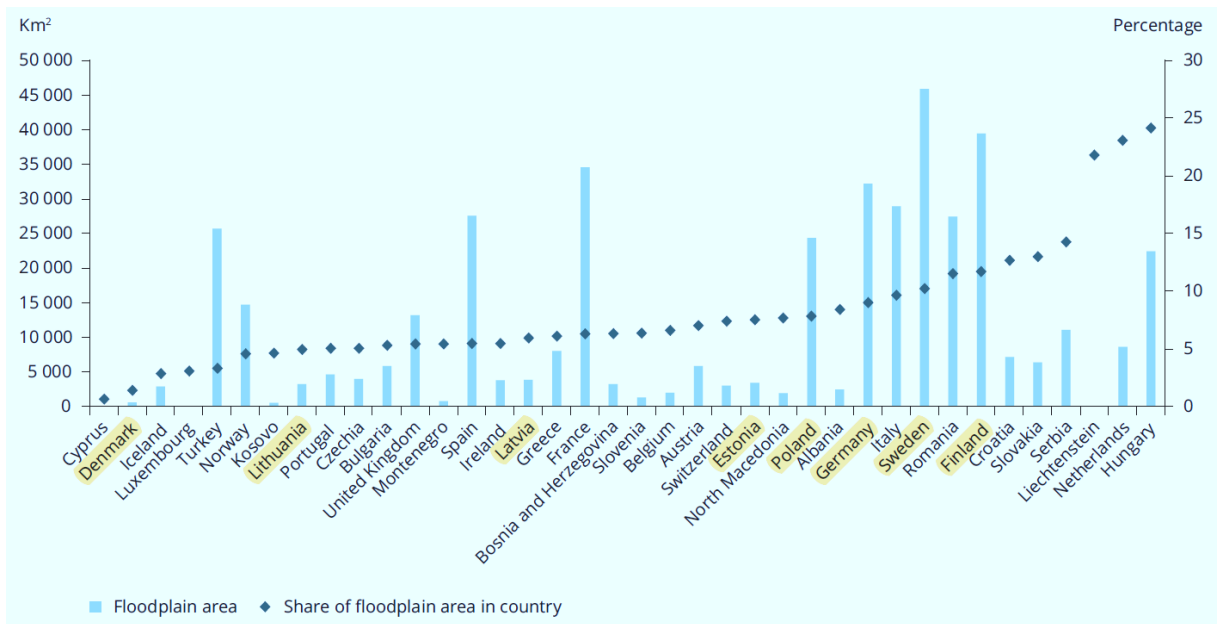
<sup>7</sup> wikipedia

ja Saksassa hulevesitulvariskien hallinnan tutkimukseen ja kehitykseen on panostettu ja toteutettu erilaisia pilotteja. Toisaalta monissa maissa kokonaistulvariskistä suurin osa muodostuu kuitenkin vesistö- tai meritulvista, joten hulevesien hallintaan ei vielä ole keskitytty yhtä laajasti. Hulevesitulvien hallintaratkaisut ovat myös melko helposti toteutettavia luontopohjaisia ilmastonmuutoksen sopeutumistoimia, joilla saadaan asutuksen keskellä helposti näkyvyyttä ja pienialaista vaikuttavuutta. Niistä löytyykin siksi varsin hyvin pilottihankkeita ja muuta tietoa.

Itämeren rantavaltioissa on pääsääntöisesti enemmän luonnontilaisia tulva-alueita kuin muissa Euroopan maissa (kuva 4). Poikkeuksia tähän yleistykseen ovat Tanska, Saksa ja Puola, joissa luonnontilaisia tulva-alueita on keskimääräistä Eurooppaa vähemmän jäljellä. Tulva-alueiden määrittely (vesistö + 1/100a tulvan alue + jäännösriskialue) perustuu automaattisiin Euroopan ympäristöviraston käyttämiin tulkintamenetelmiin ja esimerkiksi kuvassa 5 esitetyt tulva-alueiden pinta-alat ja osuudet koko maan pinta-alasta kuvaavat enemmänkin mahdollisuuksia luonnonmukaiseen vedenpidättämiseen kuin absoluuttista jossakin tulvatilanteessa kastuvaa maa-alueita. Suurimmassa osassa Itämeren rantavaltioista tulva-alueista suurin osa on järvien, jokien ranta-alueita tai suoalueita. Urbaaneja alueita tai maatalous-alueita on vähemmän kuin muissa Euroopan maissa.



*Kuva 4. Muokattujen tulvasanteiden ja tulvaherkkien alueiden osuus muokkausasteen perusteella luokiteltuna (lähde: Globevnik ym. 2020).*



Kuva 5. Tulvaherkkien alueiden pinta-alat ja osuudet koko maan pinta-alasta Euroopassa. (lähde: EEA, 2019)

Monet valtiot Itämeren alueella ovat laatineet ilmastostrategian, ilmastolain ja kansallisen sopeutussuunnitelman (taulukko 1). Suomessa valtioneuvosto hyväksyi kansallisen ilmastomuutokseen sopeutussuunnitelman 2014 (MMM, 2014). Suomi oli yksi maailman ensimmäisistä maista, joka julkaisi ilmastostrategian vuonna 2005.

Taulukko 1. Itämeren maiden kansalliset ilmastomuutoksen sopeutumisstrategiat ja suunnitelmat.<sup>8</sup>

ei sopeutumispolitiikkaa  
 kansallinen sopeutumisstrategia  
 kansallinen sopeutussuunnitelma (ja strategia)

Maa	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Suomi										päivitys					
Ruotsi															
Tanska															
Saksa															
Puola															
Viro															
Latvia															
Liettua															
Venäjä															

<sup>8</sup> [www.eea.europa.eu/airs/2018/environment-and-health/climate-change-adaptation-strategies](http://www.eea.europa.eu/airs/2018/environment-and-health/climate-change-adaptation-strategies) (päivitetty v. 2019 osalta tämän selvityksen perusteella)



Ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämeren valuma-alueella kohdistuvat muun muassa jääpeitteeseen, rannikoiden tulvaherkkyyteen sekä lajistoon (The BACC II Author Team, 2015). Talven sademäärät lisääntyvät koko Itämeren alueella, jolloin joet tulvivat yhä useammin myös talvisin. Kevättulvat pienevät ja kesäsateet kasvavat Itämeren pohjoisosissa. Itämeren eteläosissa kuivakaudet lisääntyvät kuumien ja kuivien kesien vuoksi. Kuivuusriskien hallinta onkin jo nousemassa keskeiseksi tekijäksi tulvariskien hallinnan kanssa. Hulevesitulvien on ennakoitu kasvavan, johtuen ilmastonmuutosta sateita lisäävästä ja äärevöittävästä vaikutuksesta Itämeren alueella, sekä kaupungistumisesta ja kaupunkirakenteiden tiivistymisestä. Kaupungistuminen lisää vettä läpäisemättömiä alueita.

Karkean käsityksen maiden tulvariskeistä nykytilanteessa ja ilmastonmuutoksen myötä saa esimerkiksi Aqueduct flood analyser -portaalin kautta<sup>9</sup>. Maakohtaisia arvioita on tehnyt lisäksi vesistötulvista mm. Rojas ym. (2013) ja Dottori ym. (2020). Keskeiset tiedot on esitetty taulukossa 2.

## Taulukko 2. Itämeren rantavaltioiden tulvariskiarviot nykytilanteessa ja tulevaisuudessa.

Kunkin sarakkeen osalta kolme suurinta arvoa on lihavoitu ja alleiviivattu ja kolme seuraavaksi suurinta alleiviivattu.

	Asukkaat tulvariskissä nykyään (hlöä/v)*	Asukkaat tulvariskissä 2080 (hlöä/v)*	Vuosivahingon odotusarvo nykyään (milj.€/v) vesistö / meri		Vuosivahingon odotusarvo 2080 (milj.€/v) vesistö / meri		Sopeutumis- kustannukset Vesistöjen varrella (milj.€/v)**	Sopeutumis- kustannukset rannikolla (milj.€/v)***
Suomi	<u>39 000</u>	<u>105 000</u>	83	<u>1,6</u>	<u>380</u>	<u>520</u>	<b>323</b>	<u>9-13</u>
Ruotsi	<b>58 000</b>	<b>331 000</b>	<u>440</u>	<u>5</u>	<b>5 200</b>	<u>1500</u>	<u>46</u>	<u>13-23</u>
Tanska	<u>17 000</u>	<u>97 000</u>	50	<b>30</b>	<u>600</u>	<b>6400</b>	11	<b>45-80</b> (5-9)
Saksa	<b>100 000</b>	<b>340 000</b>	<b>2 000</b>	<b>300</b>	<b>8 200</b>	<b>47000</b>	<b>170</b>	<b>50-101</b> (12-23)
Puola	<u>46 000</u>	<u>83 000</u>	<b>650</b>	<b>12</b>	<u>3 300</u>	<b>3300</b>	<b>127</b>	<u>12-16</u>
Viro	4 000	4 000	14	0,4	200	150	10	<b>21-29</b>
Latvia	7 000	10 000	<u>83</u>	0,7	150	19	<u>30</u>	7-11
Liettua	5 000	4 000	36	0,3	110	96	<u>34</u>	3-4
Venäjä	<b>350 000</b>	<b>619 000</b>	<b>3 600</b>	<u>7,3</u>	<b>26 000</b>	<u>2000</u>	-	-
Yht.	626 000	1 593 000	6 956	357	44140	60 985	751	160-277(82-128)

\* Lähde: [www.wri.org/applications/aqueduct/floods](http://www.wri.org/applications/aqueduct/floods). Tiedot poimittu 28.8.2020 maakohtaisista riskitiedoista, koko maan alueelta käyttäen työkalun oletusarvoja. Nykyarvona käytetty vuotta 2010. Asukasmääriin on laskettu yhteen vesistö- ja meritulvariskissä olevat ja pyöristetty tuhansien tarkkuudella. Koko Itämeren alueen yhteisummat on laskettu yhteen maiden arvioista. Vesistötulvavaarassa on yhteensä v. 2010 12 000 ja v. 2080 25 000 hlöä/v, loput meritulvavaarassa. Vuosivahingon odotusarvo perustuu rakennetun alueen vahinkoihin.

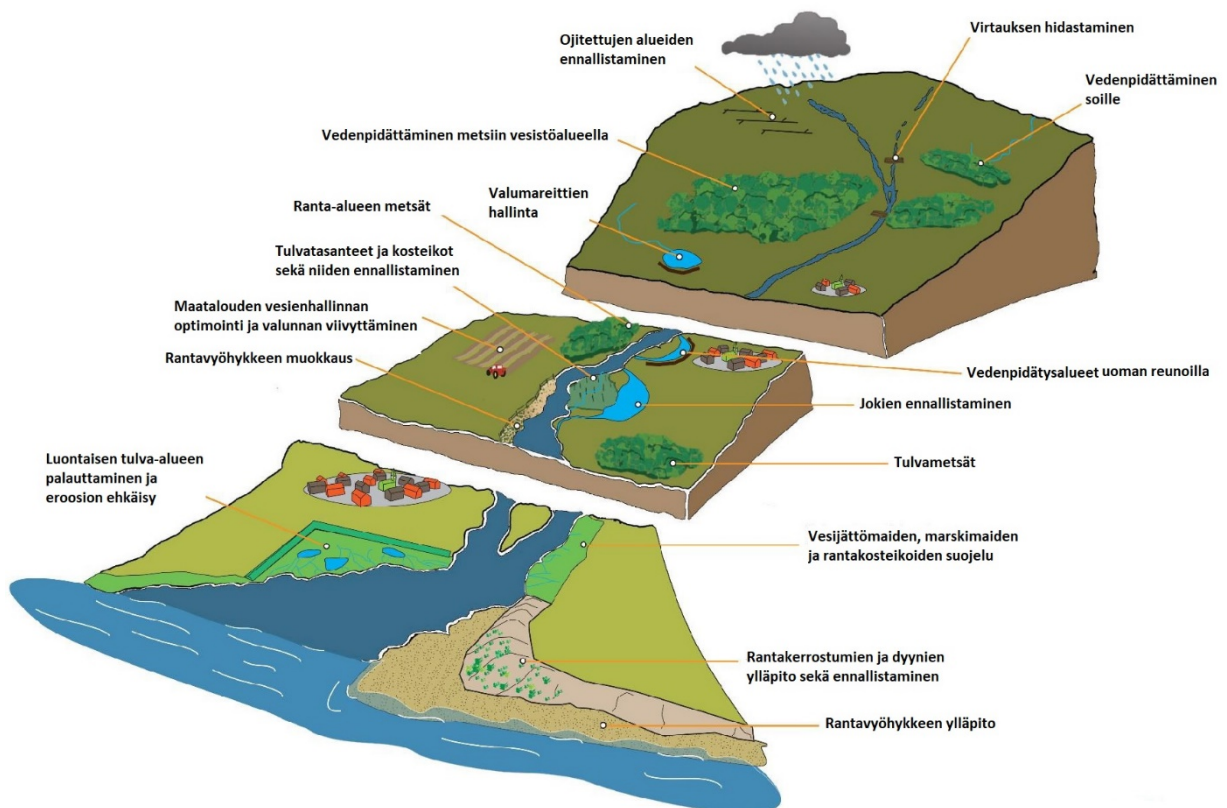
\*\* Lähde: Rojas et al. (2013), Table 4.. Rodrigo Rojas, Luc Feyen, Paul Watkiss, Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation, Global Environmental Change, Volume 23, Issue 6, 2013, Pages 1737-1751, [doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.006](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.006). Tulvasuojelutason on oletettu nostettavaksi nykyisestä 1/100a tulvan varalle keskiskenaariolla. Tarkastelujaksoneuvot 2000-2080. Hinnat v. 2006 tasossa pyöristettynä miljooniin euroihin..

\*\*\* Lähde: Richards, J. ja Nicholls, R. (2009). – Impacts of climate change in coastal systems in Europe. PESETA-Coastal Systems study. Sopeutumistoi-  
miksi katsotaan rantapenkereiden korottaminen ja eroosiorantojen uudelleentäyttö (beach nourishment). Tarkastelujaksoneuvot 1995-2020. Vaihteluväli eri merivedenpinnan noususkenaarioista pyöristettynä miljooniin euroihin. Hinnat v. 1995 tasossa. Tanskan ja Saksan osalta esitetty koko maan rannikon sopeutumiskustannusarviot ja suluissa vain Itämeren valuma-alueen arviot.

## 2.2 Luonnonmukaisten toimenpiteiden mahdollisuudet eri tulvatyyppien hallinnassa

Tässä luvussa kuvataan, minkälaisia luonnonmukaisia toimenpiteitä yleensä voi sisältyä eri tulvatyyppien riskien hallintaan ja minkälaisia vaikutuksia niillä voi olla. Luonnonmukaiset ratkaisut voidaan alempana käytetyn tulvatyyppikohtaisen luokittelun lisäksi jaotella sen mukaan, kuinka paljon ne tarvitsevat suunnittelua ja aktiivista työtä: 1) olemassa olevien luontoalueiden kuten suojavyöhykkeiden, tulvahrkkien alueiden tai tulvametsien säilyttämiseen, tai 2) niiden kunnostamiseen (esim. jokien ennallistaminen, tulva-alueiden palauttaminen) tai 3) uusien ekosysteemien, kuten kosteikkojen tai viherkattojen, rakentamiseen (Eggermont ym. 2015). Kolmas mahdollinen jaottelu perustuu toimenpiteen mittakaavaan: 1) paikallinen, 2) alueellinen, 3) valtakunnallinen tai laajempi (European Commission, 2013). Suurin osa luontopohjaisista toimenpiteistä on paikallisia. Laajamittakaavaiset toimenpiteet ovat yleensä politiikkatoimia tai vaativat useiden eri suunnittelujärjestelmien ja sidosryhmien yhteensovittamista. Laajimmat rakenteelliset luonnonmukaiset tulvariskien hallintatoimet ovat yleensä jokikunnostuksia tai tulvahrkkien alueiden palautuksia. Erilaisia luonnonmukaisia tulvariskien hallintatoimenpiteitä on havainnollistettu kuvassa 6.

Vaikka esitellyt luonnonmukaiset toimet ovat pääosin rakenteellisia, koetaan ei-rakenteelliset toimet kuitenkin yhtä tärkeiksi ja monet niistä voidaan lukea ainakin osittain luontopohjaisiksi tai luontopohjaisten toimien toimeenpanoa edistäviksi. Vuonna 2015 pidetyssä EU:n tulvatyöryhmän kokouksessa tulvin liittyvän ilmastonmuutoksen sopeutumisen kolmena tärkeimpänä tulvariskien hallinnan toimena pidettiin 1) ilmastonmuutoksen vaikutustutkimusta ja arviointia kansallisella tasolla, 2) tietoisuuden lisäämistä ilmastonmuutoksen vaikutuksista sekä 3) rakenteellisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden toteuttamista tai muokkaamista ilmastokestäviksi (EU CIS WGF, 2015).



Kuva 6. Erilaisia luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan ratkaisuja vesistöalueella, uomassa ja sen läheisyydessä sekä rannikkoalueilla (Environment Agency (2018) mukaan).

### 2.1.1 Vesistötulvien luonnonmukaiset hallintaratkaisut

Vesistötulvien luonnonmukaisten hallintaratkaisuiden pääasiallisena tavoitteena on vähentää ja viivyttää muodostuvaa pintavaluntaa. Vesistötulvien ehkäisemiseen liittyviä esimerkkejä ovat luonnollisten tulva-alueiden ennallistaminen sekä uoman luonnonmukaisuuden lisääminen kunnostamalla. Tämäntyyppiset toimenpiteet soveltuvat erityisesti jokikohteille, sillä ne lisäävät virtausalaa ja hidastavat virtaamaa. Erityisesti tulva-alueiden kyky varastoida normaalia suurempia vesimääriä tehostuu, kun niiden kasvillisuus hidastaa virtaamaa. Lisäksi tulva-alueiden tai jokiuomien kasvillisuus kerää virtauksen mukana kuljettamia sedimenttejä. Monet tulvaniityt voivat jopa olla riippuvaisia näin saatavista ravinteista (EEA, 2019). Toisaalta veden pidättäminen esim. peltojen alapuolisilla alueilla, voi ehkäistä ravinteiden päätymistä vesistöön ja siten parantaa vedenlaatua. Alueilla, joissa tulvat ja kuivuus ovat riskitekijöinä, vesien pidättämisen toimet ovat erityisen monihyötyisiä, esimerkiksi pohjavesivarastojen ja maatalouden kannalta. Rannikolla jokien kunnostuksista ja tulvatasanteista voi olla hyötyä vähäisempänä jokisuistojen madaltumisena tai umpeenkasvuna, sedimentoitumisen vähenemisen myötä.

#### **Esimerkki: jokikunnostukset ja tulvaherkkien alueiden kunnostus**

Tavoitteena vähentää joki- ja meritulvien, kuivuuden ja rankkasateiden haitallisia vaikutuksia. Jokikunnostukset ja tulvaherkkien alueiden kunnostukset tai palauttaminen voivat sisältää monia eri alatoimenpiteitä kuten uoman uudelleenmuokkausta, sedimenttien ruoppausta, tulvatasanteiden laajentamista. Monin paikoin laajamittakaavaiset toimenpiteet edellyttävät isoja muokkaustoimia, sillä ihmistoiminnan seurauksena luontaiset tulva-alueet ovat voineet kutistua tai pyrkimys tehokkuuteen on voinut johtaa uomien oikaisuihin tai pengerryksiin.

Suurimpina hyötyinä jokien ja tulvaherkkien alueiden kunnostuksissa on vesistötulvien, voimakkaiden sateiden, kuivuuden ja vedenlaadun haitallisten vaikutusten ehkäiseminen. Toimenpiteiden toteutuksella voi myös olla positiivisia vaikutuksia alueen turismiin, maatalouteen ja peruskuivatukseen sekä luonnon monimuotoisuuteen.

Toimenpiteiden onnistunut toteuttaminen edellyttää useiden toimijoiden yhteistyötä, taloudellista ja suunnitelmallista tukea sekä tietoisuuden lisäämistä. Kustannukset voivat vaihdella toimenpiteitten mukaan hyvinkin paljon. Onnistumista voidaan arvioida tulvien vältettyinä vahinkoina ja parantuneena ympäristön tilana sekä vedenlaatuna (EEA 2019; Climate-Adapt).

### 2.2.2 Hulevesitulvien luonnonmukaiset hallintaratkaisut

Hulevesitulvien osalta luonnonmukaisten ratkaisuiden tavoite on sama kuin vesistötulvilla, mutta mittakaava on toinen. Esimerkkiratkaissuora ovat esimerkiksi viherkatot, hulevesien imeytys- ja viivytysoikeudet sekä hulevesien käsittelyyn ja viivytykseen tähtäävät kosteikot. Ruangan ym. (2019) mukaan yleisimmät luontopohjaiset ratkaisut rakennetuilla alueilla ovat viherkatot, viivytysoikeudet, sadeveden keräys, kuivapidätysaltaat, vettäläpäisevän päällysteen käyttö, biosuodatus, vesikasviuomat ja puut.

Erona vesistö- ja rannikkoalueiden ratkaisuihin luonnonmukaiset hulevesien hallintatoimet on yleensä toteutettu pienessä mittakaavassa ja tiettyyn paikkaan suunniteltuna, usein yksittäisten rakennusten tai kortteleiden alueella. Suuri osa toimenpiteistä tähtää tulvavesien viivyttämiseen tai imeyttämiseen, mutta parantavat samalla pohjavesien kertymistä puhumattakaan muista hyödyistä hyvinvoinnille ja kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle. Erityisesti monet viherympäristöön liittyvät toimenpiteet kuten viherkatot ja painanteet puistoissa ja luonnolliset sadevesiuomat lisäävät asukkaiden viihtyvyyttä hulevesitulvavirtaamien pidättämisen ohella. Monet hulevesitulvaratkaisut toimivat myös rakennettujen

alueiden ulkopuolella esimerkiksi maatalousalueilla, mutta siellä niiden hyödyt voivat jäädä vähäisemmiksi. Tulvariskien hallinnan kannalta hyöty voi kuitenkin olla sama molemmissa toteutuspaikoissa ja kuivuusriskien hallinnan kannalta jopa suurempi maatalousympäristössä (Frantzeskaki, 2019).

#### **Esimerkki: sadevesien pidättäminen**

Tavoitteena vähentää rankkasateiden ja kuivuuden haitallisia vaikutuksia. Sadevesien pidättäminen sisältää monia toimia virtaamapiikkien tasaamiseen ja varastointiin (mm. painanteet, lammikot, avouomat, viherkatot). Monet toimenpiteet ovat hyödyksi myös kuivakausien aikana, ja niitä voidaan hyödyntää rakennettujen alueiden lisäksi myös maatalousalueilla. Rakennetuilla alueilla toimenpiteet ovat avuksi sadevesien varastointiksi katoilta ja muilta päällystetyiltä alueilta, mm. vetäläpäisevien päällysteitä käyttämällä tai rakentamalla maanalaisia pidätysrakenteita, jos maanpäällisille ratkaisuille ei kaupunkiympäristössä ole tilaa. Usein toteutusta rajoittaa laaja tilantarve suurempien pidätysvaikutusten saavuttamiseksi (Frantzeskaki, 2019).

### 2.2.3 Merivesitulvien luonnonmukaiset hallintaratkaisut

Merivesitulviin liittyviä luonnonmukaisia esimerkkiratkaisuita on vähemmän kuin hulevesi- tai vesistö- tulvista, johtuen siitä, että merivesitulvia ei voida ehkäistä vettä pidättämällä. Merivesitulvien tulvariskien hallintaan liittyvät luontopohjaiset ratkaisut perustuvat usein rantapenkereiden tai dyynien ennallistamiseen tai laajentamiseen sekä luonnollisen merenpohjan habitaatin ja rantakasvillisuuden palauttamiseen (Ruangpan ym. 2019). Monissa maissa rannan eroosion vähentäminen nähdään tärkeänä rannikon luonnonmukaisena tulvariskien hallinnan keinona, jolla lisäksi varaudutaan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Luonnonmukaisia ratkaisuja voidaan rannikolla toteuttaa joko paikallisina tai laajemmilla alueilla. Myös jotkin vesistö- tulvien luonnonmukaiset ratkaisut voivat tulla kyseeseen rannikolla.

Itämeren alueella meritulvavahinkojen ei arvioida olevan tulevaisuudessa yhtä merkittäviä kuin esim. Pohjanmeren rannikolla. Syitä tähän ovat mm. hieman valtameriä pienempi ennakoitu meriveden nousu, maankohoaminen erityisesti Itämeren pohjoisissa, monin paikoin asumaton rantaviiva, maanpinnan muodot, vähäinen eroosio ja vuorovesi. Itämeren alueen rannikon tulvasuojelun kuluiksi on arvioitu 4 % koko EU:n alueen kyseisistä kuluista (European Commission, 2009a). Valtaosa Euroopan merivesitulvariskien hallinnan toimenpiteiden kuluista kohdistuu Alankomaihin, Iso-Britanniaan, Saksaan, Espanjaan ja Italiaan. Saksassakin toimenpiteet ja siten kustannukset keskittyvät enemmän Pohjanmeren rannikolle. Hyviä esimerkkejä luontopohjaisista meritulvien hallintaratkaisuksista löytyy edellä mainituista maista. Esimerkiksi Alankomaiden Sand Motor -projekti tähtää Alankomaiden rannikon säilyttämiseen ja suojelemiseen meritulvilta, mutta myös monihyötyisten luontopohjaisten ratkaisuiden edistämiseen. Samantyyppisiä toimenpiteitä on suunniteltu mm. Ruotsissa. Tämän tyyppisissä toimenpiteissä kuitenkin poistettavan hiekan ja sen läjitysalueen hiekan tulisi olla samanlaisia. Tämä rajoittaa toimenpiteen toteutettavuutta monissa maissa.

#### **Esimerkki: ranta-alueiden ekosysteemien kunnostus**

Tavoitteena on vähentää meritulvien, eroosion, rankkasateiden, kuivuuden ja lämpöaaltojen haitallisia vaikutuksia. Erilaisiin rannikon ekosysteemien ennallistamiseen liittyy monenlaisia mahdollisia toimenpiteitä, joista monet toimivat myös luonnollisena puskurina rantaeroosiota ja tulvia vastaan (mm. kosteikot, rantametsät ja -kasvillisuus, dyynit, jne.). Suurimpina hyötyinä puskurivyöhykkeen luominen, aallokon vaikutusten estäminen, ja luontaisten ekosysteemien yleensä nopea toipuminen tulvista ja myrskyistä.

## 2.3 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan raamit ja politiikka

Itämeren rantavaltiot kuuluvat Venäjää lukuun ottamatta Euroopan Unioniin, joten ennen maakohtaista tarkastelua on tarpeen käydä läpi mitä säädöksiä ja muita politiikkatoimia kansainvälisellä ja EU-tasolla on toteutettu luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi. Globaaleista sopimuksista luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan liittyvät YK:n [Pariisin ilmastopöytäkirja](#) sekä [biodiversiteettisopimus](#).

Keskeisimmät EU-dokumentit on esitetty seuraavana kronologisessa järjestyksessä lyhyine kuvauksineen. Myös keskeisimmät jäsenmaiden ilmastomuutoksen sopeutumistoimia ohjaavat ohjelmat ja strategiat käydään alla läpi hyvin tiiviisti. Sen jälkeen on listattu Euroopan ympäristöviraston (EEA) ja muiden vastaavien kansainvälisten tahojen aiheeseen liittyvät selvitykset. Maakohtaisessa tarkastelussa luvussa 4 voidaan esitellä joitain toimia tai pilotteja tarkemmin.

[Tulvadirektiivi](#) (2007/60/EY) ohjaa kaikkien EU:n jäsenmaiden tulvariskien hallintaa. Direktiivin mukaan maiden tulee arvioida tulvariskien merkittävyys, laatia merkittävillä alueilla tulvakartat sekä hallintasuunnitelmat tavoitteinen ja toimenpiteinen riskien ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi. Ensimmäinen tulvariskien arviointi tehtiin 2011 mennessä ja ensimmäiset tulvariskien hallintasuunnitelmat 2015. Suunnitelmat on julkaistu internetissä. Direktiivi on sovitettu yhteen mm. määräaikaosalla vesipuitte-direktiivin (2000/60/EY) kanssa ja se parantaa luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan edellytysten lisäksi myös jäsenmaiden kykyä sietää ilmastomuutosta ja helpottaa sopeutumistoimia. Direktiivin mukaan esim. tulvaherkät on otettava huomioon tulvariskiä arvioitaessa ja tulvariskien hallintasuunnitelmissa yhdessä ei-rakenteellisten toimenpiteiden kanssa (artikla 7). Direktiivi kannustaa sekä vesienhoidon että tulvariskien hallinnan tavoitteita (hyvä vesien tila ja tulvariskien ehkäisy) tukevien toimenpiteiden hyödyntämiseen. Pääsääntöisesti luonnonmukaiset ratkaisut ovat juuri tällaisia.

[Valkoinen kirja ilmastomuutokseen sopeutumisesta](#) (KOM 2009) pohjusti EU:n sopeutumisstrategiaa ilmastomuutokseen. Tekstissä korostetaan luonnon kykyä absorboida tai rajoittaa vaikutuksia sekä vihreän infrastruktuurin merkittävää roolia ilmastomuutokseen sopeutumisessa. ”Tulvariskien hallinnassa tulisi tehdä yhteistyötä luonnon kanssa, ei sitä vastaan”. Myös luonnonmukaisten ratkaisuiden monipuoliset hyödyt monimuotoisuuden lisäämiseksi ja kuivuusriskien vähentämiseksi on mainittu. Jatkokotoimina sekä EU-tasolla että jäsenmaille ehdotettiin selvitystä, voidaanko toimintapolitiikoilla ja toimenpiteillä lisätä ekosysteemien kapasiteettia varastoida vettä Euroopassa.

[EU:n Itämeren alueen strategia](#) (The EU Strategy for the Baltic Sea Region) on EU:n Itämeren alueen jäsenvaltioiden ja komission välinen sopimus yhteistyön syventämisestä Itämeren alueella. Strategia koostuu Eurooppa-neuvoston hyväksymästä strategiasta ja EU:n komission jäsenmaiden kanssa laatimasta toimintasuunnitelmasta. EU:n Itämeri-strategialla syvennetään ja koordinoidaan tehokkaammin Itämeren alueen maiden yhteistyötä. Strategialla on kolme päätavoitetta: meren pelastaminen, alueen yhdistäminen ja hyvinvoinnin lisääminen. Ilmastomuutokseen sopeutuminen on strategian toimintasuunnitelmassa voimakkaasti mukana, erityisesti vesien tilaan liittyen. Yksittäisten maiden omien strategioiden lisäksi alueelta on laadittu myös Baltadapt -projektissa sopeutumisstrategia ilmastomuutokseen, erityisesti keskittyen tiedonvaihtoon ja verkostoitumiseen.

[Komission muistio jäsenmaiden vesijohtajille](#) [Towards Better Environmental Options in Flood Risk Management](#) (KOM 2011) ja sen [liite](#) korostaa luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan roolia ja hyötyjä, erityisesti esille nousevat moniulotteiset hyödyt (win-win) ja sään ääri-ilmiöiden resilienssin vahvistaminen. Aloitteen muistioissa on kuvattu lainsäädännöllinen ja poliittinen kehys sekä linkitykset muuhun EU-politiikkaan (vesipuitte-direktiivi, luonto- ja lintudirektiivit, ympäristövaikutusten arviointi, jne.). Lisäksi on kuvattu luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan hyödyt sekä toteutus- ja rahoitusmahdollisuudet. Vaikka aloite muistioineen on kohta jo kymmenen vuotta vanha, ovat monet siinä mainitut



asiat pysyneet muuttumattomina. Tosin tutkimuksen ja käytännön kokemuksen myötä hienosäätöä on tullut.

**Komission suunnitelman Euroopan vesivarojen turvaamiseksi (Blueprint)** (KOM 2012) tarkoituksena on ohjata EU:n vesipolitiikkaa pitkällä aikavälillä v. 2050 asti. Suunnitelma korosti lisätoimenpiteitä vesihoidon tavoitteiden saavuttamiseksi sekä vesistöjen sietokyvyn parantamiseksi ilmastonmuutosta vastaan. Suunnitelmassa esitettiin luonnonmukaisiin veden pidätysratkaisuihin liittyviä toimia vesipuitedirektiivin ja tulvadirektiivin osalta. Ehdotettuja toimia on pyritty viemään käytäntöön päiviteissä vesienhoito- ja tulvariskien hallintasuunnitelmissa sekä direktiivien toimivuustarkasteluissa (ns. fitness check, European Commission 2019).

Suunnitelmaa tukeva arviointi luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden toimivuudesta (Evaluation of the effectiveness of Natural Water Retention Measures, JRC 2012) tuotti ensimmäistä kertaa Euroopan kattavan arvion luonnonmukaisten toimenpiteiden vaikutuksista virtaamiin ottaen huomioon sekä ilmaston ja maankäytön muutokset että hydrologian. Tulosten perusteella luonnonmukainen vedenpidättäminen voi kasvattaa minimivirtaamia ja pienentää tulvavirtaamia, mutta riippuu alueesta, mitkä toimenpiteet ovat tehokkaimpia.

**EU:n sopeutumisstrategia** (KOM 2013) painottaa kansallisten sopeutumisstrategioiden merkitystä sekä sopeutumisen viemistä osaksi kaikkia asiaankuuluvia politiikkatoimenpiteitä kaikilla hallinnon tasoilla. Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen huomioidaan EU:n yhteisessä politiikkatoiminnassa, kuten vesipuite- ja tulvadirektiiveissä. Strategia korostaa luontopohjaisten ratkaisuiden merkitystä sopeutumisessa, mutta ei edellytä niiden huomioon ottamista kansallisissa sopeutumis suunnitelmissa. Strategian toimivuusarviointi tehtiin 2018 (European Commission, 2018) ja samassa yhteydessä laadittiin maakohtainen arviointi. EU-komissio päivittää parhaillaan ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategiaansa osana Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa.

**Politiikkadokumentti luonnonmukaisista vedenpidättämistoimista** (EU policy document on Natural Water Retention Measures, KOM 2014) laadittiin käytännön ohjeistukseksi jäsenmaille tukemaan luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden toimeenpanoa osana komission suunnitelman Euroopan vesivarojen turvaamiseksi (Blueprint) täytäntöönpanoa. Dokumentissa esitetään joitain esimerkkejä vaikutuksineen, mutta ennen kaikkea se keskittyy suosituksiin luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden käyttöönoton tehostamiseksi. Suositukset ovat tiivistetysti: poikkisektoraalinen suunnittelupolitiikka, vesienhallinnassa enemmän huomiota maankäytön suunnitteluun, rahoituslähteiden yhdistäminen ja hyödyntäminen, sekä tietoisuuden ja parhaiden käytäntöjen jakaminen. Dokumentissa on käsitelty tunnistetut tieto- ja kehitystarpeet, toimenpiteiden positiiviset vaikutukset muuhun EU-politiikkaan sekä tuotu esille tarve arvioida luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden hyötyjä holistisesti eikä vain yksittäisen suunnitelman tarpeista.

**EU:n aloite luonnonmukaisista vedenpidätysratkaisuista** (KOM 2014) tuotti laajan tietopohjan luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä, useamman dokumentin sekä web-portaalin [www.nwrm.eu](http://www.nwrm.eu), josta löytyy mm. katalogi toimenpiteistä ja pilottikohteista. Tämän raportin kannalta esimerkkien lisäksi keskeisiä ovat esim. ohjeistukset ”NWRM practical guide” ja ”Costs, benefits and climate proofing of natural water retention measures”. Portaali tarjoaa erityisesti toimenpiteiden arviointia ja muuta toimeenpanoa palvelevaa tietoa, joka on edelleen monin osin relevanttia, vaikka itse työ on tehty 2013-2014.

**Sendain puitesopimuksen toimintasuunnitelma** (Action Plan on the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction) (KOM 2016) tukee selvästi luonnonmukaisten sopeutumis- ja riskienhallintatoimien toteuttamista. Suunnitelma tuo myös esille moninaiset hyödyt sekä pyrkii edistämään luonnonriskien

hallinnan ja sopeutumistoimien ja biodiversiteettistrategioiden yhteensovittamista. Tavoitteena on myös tukea riskienhallintatoimien rahoitusta ottamaan huomioon luontopohjaiset ratkaisut.

#### **Euroopan tilintarkastustuomioistuimen erityiskertomus tulvadirektiivin toimivuudesta** (2018)

mukaan ensimmäisissä v. 2015 hallintasuunnitelmissa, kahdessa kolmasosassa tarkastetuista jäsenvaltioista, ei painotettu vihreää infrastruktuuria, vaikka kyseessä ovat kustannustehokkaat keinot tulvariskien vähentämiseksi. Tarkastuksessa selvitettiin, miten laajasti tulvariskien hallintasuunnitelmissa oli käsitelty vihreää infrastruktuuria tulvien hallintakeinona, ja analysoitiin, miten vihreä infrastruktuuri oli toteutettu. Harvassa suunnitelmassa painopiste oli vihreässä infrastruktuurissa, mutta esim. yhden Espanjan hallintasuunnitelman kaikki toimenpiteet liittyivät vihreään infraan. Monissa maissa luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteille oli toteuttamisesteitä, mm. sidosryhmien puutteellisesta tuesta, käyttöön soveltuvien maa-alueiden tunnistamisesta tai käyttöön saamisesta, tai monimutkaisista hallinnollisista ja oikeudellisista menettelyistä johtuen. Myös EU:n maaseuturahaston tulvatoimenpiteille tarkoitettu yhteisrahoitus voisi parantaa vihreän infrastruktuurin hyödyntämistä.

Euroopan komissio totesi lisäksi vuonna 2016 (Rouillard & Berglund, 2017), että useimmissa maaseudun kehittämissuunnitelmissa on jätetty käyttämättä tilaisuus edistää luonnollisia vedenpidätystoimia, joita voidaan vaikuttavasti hyödyntää korjaavina toimenpiteinä. Kertomuksen suosituksissa komissiolle ehdotettiin myös, että jäsenvaltiot integroivat paremmin ilmastonmuutoksen vaikutukset tulvariskien hallintaan.

**EU:n vihreän kehityksen ohjelma** (EU Green Deal) (KOM 2019) tukee voimakkaasti luontopohjaisten ratkaisuiden toteuttamista ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi ja sen hillitsemiseksi. Erityisesti se tähtää vihreän pääoman suojelemiseen ja ennallistamiseen sekä turvaamaan ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin ympäristöön liittyviltä riskeiltä ja vaikutuksilta.

**EU:n vihreän infrastruktuurin strategia** (KOM 2019) tähtää luonnon monimuotoisuuden ja sen tuottamien ekosysteemipalveluiden paranemiseen. Vihreä infrastruktuuri on tehokas toimintamalli, joka perustuu luonnon omaan toimintaan. Strategiassa EU ehdottaa, että tulvaherkkien alueiden kaltaisia monihyötyisiä vihreän infrastruktuurin toimintamalleja sovellettaisiin järjestelmällisemmin koko Euroopassa. Strategian mukaisesti komissio aikoo edistää vihreän infrastruktuurin käyttöä, tukemista ja hyviä toimintatapoja, lisätä tietoa ja asiantuntemusta sekä etsiä innovatiivisia rahoitusmekanismeja. Konkreettisia käytännön toimia jäsenmaille ei kuitenkaan esitetä.

**EU:n biodiversiteettistrategia** (EU Biodiversity Strategy 2030 (KOM 2020)) luonnon monimuotoisuuden heikentymisen pysäyttämiseen 2030 mennessä ja suojelualueiden lisäämiseen. Se on päivitetty versio vuonna 2011 julkistetusta komission biodiversiteettistrategiasta.

Euroopan ympäristövirasto EEA on laatinut lukuisia luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan liittyviä raportteja:

- Spatial analysis of green infrastructure in Europe (2014)  
Menetelmä ja arviot vihreälle infrastruktuurille sopivien alueiden tunnistamiseksi
- Exploring nature-based solutions (2015)  
mm. vihreän infrastruktuurin mahdollisuudet tulvariskialueilla
- Water-retention potential of Europe's forests (2015)  
Arvio Euroopan metsien vedenpidätyskyvystä.
- Flood risks and environmental vulnerability – Exploring the synergies between floodplain restoration, water policies and thematic policies (2016)  
mm. Euroopan tulva-herkkien alueiden tila ja kehitysnäkymät sekä politiikkatoimet ja suositukset tulvariskien hallinnalle jatkossa, joskin keskittyy Keski-Eurooppaan
- Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 (2017)  
mm. sopeutumistoimet EU:ssa, kansallisesti ja seututasolla sekä ilmastonmuutoksen vaikutukset
- Green Infrastructure and Flood Management – Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions (2017)  
mm. vihreän tulvariskien hallinnan infrastruktuurin mahdollisuudet ja kustannustehokkuuden arviointi sekä tapaustarkasteluja pilottikohteista
- Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe (2017)  
mm. luontopohjaisten ratkaisuiden hyödyt sopeutumisessa ja katastrofiriskien vähentämisessä
- Floodplains: a natural system to preserve and restore (2019)  
mm. tulva-herkkien alueiden ekosysteemipohjainen hallinta
- Urban adaptation in Europe: how cities and 10 towns respond to climate change (2020)  
mm. ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvien toimien tehokkuuden arviointi ja paikallinen hallinta
- Nature-based solutions and ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe: policies, evidence, practices and opportunities (tulossa 2021)

Muiden keskeisten organisaatioiden raportteja luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan liittyen:

- Implementing naturebased flood protection (Maa-ilmankasvitusjärjestö 2017)  
Yleisiä periaatteita ja ohjeita toteutuksen tueksi
- Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks (OECD 2020)  
Erityisesti politiikkasuosituksia luonnonmukaisten toimenpiteiden edistämiseksi
- Nature-based Solutions for Flood Mitigation and Coastal Resilience (KOM 2020)  
Analyysiä EU-rahoitteisista tulviin ja luontopohjaisiin ratkaisuihin keskittyneistä hankkeista

## 3 Tarkastelun toteutus

### 3.1 Rajaus

Tämän selvityksen tavoitteena on ollut koota tiedot Itämeren alueen valtioiden suunnitelmista ja toimenpiteistä luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi. Vaikka luontopohjaisilla ratkaisuilla pyritään yleensä tuottamaan monialaisia hyötyjä, on tämä tarkastelu toteutettu tulvariskien näkökulma edellä, eikä otettu mukaan niitä ratkaisuja, joissa muut hyödyt ovat selvästi tulvariskien hallinnan hyötyjä suurempia. Näitä voivat olla esimerkiksi jotkin pääasiassa ravinteiden, mikromuovien tai muiden haitallisten aineiden pidättämiseen tähtäävät toimet, jotka samalla pidättävät pieniä vesimääriä. Myös parhaimmilla ilmastonmuutoksen sopeutumistoimilla voidaan saavuttaa monia eri sää- ja ilmatoriskeitä ehkäiseviä ja vähentäviä hyötyjä, mutta tähän tarkasteluun on sisällytetty pääasiassa vain ne, joilla on selviä tulvariskiä vähentäviä vaikutuksia välittömästi tai pidemmällä aikavälillä. Ilmastonmuutoksen hillintään liittyvät toimet on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Seuraavissa alaluvuissa on kuvattu tarkemmin tarkasteluun sisällytetyt maat sekä tulvatyypit ja tulvariskit.

#### 3.1.1 Tarkastelualue

Tarkastelualueeksi valittiin Itämeren valuma-alueen rantavaltiot: Suomi, Ruotsi, Venäjä, Viro, Latvia, Liettua, Puola, Saksa ja Tanska. Kaiken kaikkiaan valuma-alue ulottuu 14 valtion alueelle<sup>10</sup>. Tässä tarkastelussa on keskitytty rantavaltioihin, mutta esimerkiksi Venäjää koskevaa informaatiota löytyi vain vähän, eikä kontaktien kautta saatu tarkempaa tietoa. Pääsääntöisesti tarkastelu on Itämeren rantavaltioissa rajattu Itämeren valuma-alueeseen (esim. Saksan pinta-alasta suurin osa on Pohjanmeren valuma-alue), mutta erityisen hyviä luonnonmukaisia tulvariskien hallinnan ratkaisuja on voitu ottaa mukaan myös alueen ulkopuolelta.

#### 3.1.2 Tulvatyypit

Tarkastelussa on otettu huomioon alla kuvatut tulvatyypit: vesistötulva, merivesitulva ja hulevesitulva. Harvinaisempia viemäri- tai pohjavesitulvia sekä eroosion tai maanvyörymien aiheuttamia tulvia tai niihin ensisijaisesti tähtäviä hallintatoimia ei ole tarkasteltu.

##### **Vesistötulvat**

Vesistötulvilla tarkoitetaan joesta, järvestä tai muusta vastaavasta vesialueesta nousevia tulvia. Yleensä Itämeren maissa vesistötulvat kehittyvät pitkään jatkuneiden sateiden tai lumen sulamisen seurauksena. Myös jää- ja hyydepädot voivat aiheuttaa paikallisia tulvia. Tarkasteluun on sisällytetty kaikki edellä mainitut tulvat ja niiden hallintaan tähtäävät luonnonmukaiset ratkaisut riippumatta siitä tähtäävätkö ne tulvavaaran, haavoittuvuuden tai altistumisen vähentämiseen.

##### **Hulevesi- eli rankkasadetulvat**

Hulevedellä tarkoitetaan taajaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä<sup>11</sup>. Hulevesitulvista on käytetty myös nimitystä taajama-, rankkasade- tai äkkitulva. Rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat ovat nopeasti alkavia, lyhytkestoisia ja melko paikallisia keskittyen taajamiin aiheuttaen tulvimista sekä puroissa, ojissa ja kaduilla sadevesiviemäreiden kapasiteetin ylityssä. Tarkasteluun on sisällytetty hulevesien luonnonmukaiset hallinta- ja

<sup>10</sup> [www.jarviwiki.fi](http://www.jarviwiki.fi)

<sup>11</sup> Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 [www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620)

puhdistusmenetelmät (siniset ja vihreät ratkaisut) sekä hulevesien hallinta osana kaavoitusta (paikallinen ja alueellinen hulevesien hallinta). Rankkasateiden aiheuttamat tulvat taajamien ulkopuolella on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, koska niiden potentiaaliset vahingot eivät ole kovin merkittäviä yhteiskunnan kannalta.

### **Merivesitulvat**

Meren ranta-alueilla myrskyt voivat yhdessä muiden vedenkorkeutta nostavien tekijöiden kanssa aiheuttaa merivesitulvia. Tuulen ohella tärkeimmät merenpinnan nousuun vaikuttavat tekijät Itämerellä ovat ilmanpaine, virtaus Tanskan salmien läpi sekä talvella merijään kattavuus. Meritulvien syntyyn ei voida suoraan vaikuttaa, mutta niihin sopeutumiseen eli niiden aiheuttamien vahinkojen ehkäisemiseen voidaan vaikuttaa, myös monin luontopohjaisiin ratkaisuihin.

#### **3.1.3 Tarkasteltavat tulvariskit**

Tarkastelussa on keskitytty pääasiassa asukkaisiin, ympäristöön ja taloudelliseen toimintaan kohdistuviin tulvariskeihin. Tulvadirektiivin ja Suomen tulvariskilain mukaisesti tulvariskien hallinnan tärkein tavoite on ehkäistä erityisesti ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle aiheutuvia vahingollisia seurauksia, joilla on yksittäistä kohdetta laajempia vaikutuksia. Erityisesti on pyritty löytämään ratkaisuita laajempia potentiaalisia vahinkoja aiheuttaviin, yleensä toistuvuudeltaan harvinaisiin tulviin. Tämä johtuu myös osittain tulvadirektiivin perusteella laadittujen hallintasuunnitelmien ja niissä esitettyjen toimenpide-ehdotusten keskittymisestä merkittäville tulvariskialueille, joiden nimeämiskriteerinä on ollut riittävän suureksi arvioitu tulvavahinkopotentiaali. Toisaalta kokemuksia harvinaisiin tulvatilanteisiin soveltuvista luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimenpiteistä on vähänlaisesti, koska luonnonmukaiset toimet ovat yksinään usein tehokkaimpia yleisemmillä tulvilla (Frontier Economics ym. 2013). Erilaiset tulvien syntyvät ovat pyritty ottamaan huomioon mahdollisimman kattavasti.

### **3.2 Aineiston kerääminen**

Selvityksen aineisto on kerätty usein eri tavoin. Kirjallisuudessa esitetyt luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimien kuvaukset on poimittu ne yhteen kokoavista laajemmista julkaisuista (esim. monet EU:n taustadokumentit ja tutkimushankkeiden raportit), tarkastelumaiden tulvariskien hallintasuunnitelmista (EU:n raportointipalveluiden kautta) tai luonnonmukaisiin ratkaisuihin keskittyvistä web-portaaleista (Taulukko 3). Näiden lisäksi on tehty lähinnä tarkentavia hakuja alan kansainvälisten konferenssien ja työpajojen julkaisuista ja muusta kirjallisuudesta. Hauissa on keskitytty englanninkieliseen materiaaliin, mutta tarvittaessa tietoja on täydennetty myös suomen-, ruotsin- ja saksankielisistä lähteistä. Lisäksi on lähetetty kohdennettuja kysymyksiä ja tietopyyntöjä aiemmille hankepartnereille ja -verkostoille, esim. EU:n tulvatyöryhmän Itämeren maiden jäsenille. Tämä ei kuitenkaan johtanut uuteen merkittävään tietoon. Aineistojen kerääminen toteutettiin helmi-lokakuussa 2020.



**Taulukko 3. Tarkastelussa läpikäytyt portaalit.** Tiedot on käyty läpi ainakin Itämeren maiden alueelle sijoittuvien luonnonmukaisiksi katsottavien tulvariskien hallintaan liittyvien toimien osalta.

Portaali	Linkki	Käytetyt termit	Laajuus	Rahoitus	Kuvaus
<b>Hyväksi havaitut ja tarkasti läpikäytyt</b>					
Oppla	<a href="https://oppla.eu/case-study-finde">oppla.eu/case-study-finde</a>	Nature-based solution, Natural capital, Ecosystem services	EU (pää-asiassa)	FP7 (EC)	luontopohjaisten ratkaisuiden arkisto ja tiedonjakoalusta
ThinkNature	<a href="https://platform.think-nature.eu/case-studies">platform.think-nature.eu/case-studies</a>	Nature-based solution	EU	Horizon 2020 (EC)	luontopohjaisia esimerkkejä ja yleistä kuvausta luontopohjaista ratkaisuista
Natural Water Retention Measures (NWRM)	<a href="https://nwrn.eu/">nwrn.eu/</a>	Natural water retention measures	EU	EC	luonnonmukaisen vedenpidättämisen ratkaisuista ja esimerkkejä
ClimateADAPT	<a href="https://climate-adapt.eea.europa.eu">climate-adapt.eea.europa.eu</a>	Ecosystem-based adaptation, nature-based solutions, green infrastructure	EU	EC, EEA	sopeutuspolitiikkaan keskittynyt
WeADAPT	<a href="https://www.weadapt.org">www.weadapt.org</a>	Ecosystem-based adaptation	globaali	SEI	ekosysteemipohjainen sopeutuminen
Naturebased solutions	<a href="https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/">www.naturebasedsolutionsinitiative.org/</a>	Nature-based solutions	globaali	IIED	luontopohjaisten ratkaisuiden linkitys ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja tutkimustietoon (evidence tool)
<b>Muut läpikäytyt</b>					
Natural hazards	<a href="https://www.naturebasedsolutions.org">www.naturebasedsolutions.org</a>	Nature-based solutions, Eco disaster risk reduction	globaali	The World Bank	paljon luonnonmukaisia tulvaprojektiesimerkkejä, mutta vähän Itämereltä
Urban Nature Atlas	<a href="https://naturvation.eu/atlas">naturvation.eu/atlas</a>	Nature-based solutions	EU	Horizon 2020 (EC)	kattava urbaanin luonnon karttakirja, mutta vähän tulviin liittyviä
EU Disaster Risk Management Knowledge Center (DRMKC)	<a href="https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/">drmkc.jrc.ec.europa.eu/</a>	Eco disaster risk reduction	EU	EC	EU luonnonriskien hallinnan tietokeskuksen projektitietokanta, myös käynnissä olevia
ECOACTUARY	<a href="https://www.policysupport.org/ecoactuary">www.policysupport.org/ecoactuary</a>	Natural capital, Nature-based solutions	globaali	Horizon 2020 (EC)	luontopohjaisten politiikka-toimien tuki
BiodivERsA	<a href="https://www.biodiversa.org">www.biodiversa.org</a>	Ecosystem services	EU	Horizon 2020 (EC)	biodiversiteettiin ja ekosysteemipalveluihin keskittyneiden rahoituslaitosten verkosto
BISE	<a href="https://biodiversity.europa.eu/">biodiversity.europa.eu/</a>	Ecosystem services, Green infrastructures	EU	EC	biodiversiteetti-informaatiota tukemaan EU:n strategioita
Nature of Cities	<a href="https://www.thenatureofcities.com/">www.thenatureofcities.com/</a>	Green Infrastructures	globaali		kaupunkien verkosto vihreistä urbaaneista toimista
ClimateScan	<a href="https://www.climatescan.nl">www.climatescan.nl</a>	Blue-Green Infrastructures	globaali	EC	kehitysvaiheessa. Paljon potentiaalisia kohteita ilman lisätietoja

Kaikki mahdolliset em. lähteissä mainitut Itämeren alueelle sijoittuvat luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan liittyvät toimenpiteet on käyty läpi, mutta kaikkia ei edempänä esitetyn rajauksen mukaisesti ole sisällytetty varsinaiseen tarkasteluun. Vain vaikuttavuudeltaan tai uutuusarvoltaan keskeisimmät toimenpiteet on erikseen käsitelty tai mainittu nimeltä luvussa 4.

Olemassa olevia kansallisia luontopohjaisia ratkaisuja, ekosysteemipohjaista sopeutumista tms. käsitteleviä web-portaaleita on toistaiseksi Euroopan maista vain Itävallassa liittyen veteen ja monimuotoisuuteen sekä Tšekissä tulviin ja kuivuuteen liittyen. Lisäksi Norjassa, Montenegrossa ja Puolassa on ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja luonnonriskien hallintaan keskittyvät portaalit, joissa on käsitelty joitakin luonnonmukaisia ratkaisuja.

Lisäksi tehdyissä täydentävissä kirjallisuushauissa on käytetty seuraavia termejä:

- nature-based solutions
- ecosystem-based adaptation/mitigation
- ecosystem-based disaster risk reduction
- natural water retention measures
- natural flood (risk) management
- environmental river engineering
- green infrastructure
- green measures
- blue-green infrastructure, tai green-blue infrastructure
- sustainable urban drainage systems

## 4 Maakohtainen tarkastelu

Tässä luvussa on käyty luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan ratkaisuiden tapaustarkastelut maittain. Kunkin maan osalta on pyritty kuvaamaan luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan:

- nykytila yleisellä tasolla (toteutuksen laajuus, innovatiivisuus ja todennetut hyödyt),
- käytössä tai valmisteltavana olevat strategiat ja ohjelmat sekä rahoitus,
- toimenpiteiden kustannusten ja hyötyjen arvioinnissa käytettävät periaatteet ja menetelmät,
- keskeiset haasteet,
- hyvät käytännöt

Esimerkkejä Itämeren alueella toimivista ja innovatiivisista tai vaikutuksiltaan laajoista luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä ja politiikkatoimista eri maissa on alempana esitetty tietolaa-tikkoina. On mahdollista, että jotkin käynnissä olevat toimet ovat jääneet raportin ulkopuolelle. Monissa maissa viime vuosina lisääntyneen luonnonmukaisten toimien edistämispolitiikan lisäksi tähän vaikuttaa se, että myös Itämeren alueella teemaan liittyvä terminologia on moninaista ja samoista asioista saate-taan puhua eri termein.

### 4.1 Suomi

#### 4.1.1 Nykytila

Suomessa luontopohjaiset ratkaisut ja tulvien luonnonmukainen hallinta ovat asiantuntijoille tuttuja konsepteja. Laajoja luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan projekteja ei kuitenkaan ole toteutettu. Tulvien hallintaa käsittelevä suomalainen kirjallisuus liittyy suurelta osin rakennusten kastumisen mini-mointiin harmaan infrastruktuurin näkökulmasta, eikä viheralueiden tulvimisen hallinnasta ole juuri kir-joitettu, hulevesiä lukuun ottamatta (Mahlio, 2020). Luontopohjaiset ratkaisut kaupunkisuunnittelussa ovat yleistyneet Suomessa myöhemmin ja hitaammin kuin muualla maailmassa ja ovat edelleen useim-miten varsin pienimuotoisia (Weckman, 2018). Erilaisia aiemmin toteutettuja tulvanpidätysratkaisuja on kuvattu mm. julkaisuissa ”Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueelle, Kartoitus mahdolli-suuksista Suomen oloissa” (Rantakokko, 2002), ”Luonnonmukainen vesirakentaminen, Uusia näkökul-mia vesistösuunnitteluun” (Jormola ym. 2003) sekä ”Selvitys tulvavesien pidättämishankkeista” (Pajula, 2010).

Erilaisista toimenpiteistä on myös tutkimustietoa, mutta toimenpiteet keskittyvät kaupunkeihin tai taajamiin, esim. Helsingin yliopiston tulvasuojelua ja biodiversiteettiä tukevia kaupunkialueita tarkaste-leva Life+ Urban Oases -hanke Vihdin Nummelassa ja Helsingin Viikissä<sup>12</sup>. Valumavesien pidättämisen valuma-alueella on osoitettu toimivan hyvin pienillä valuma-alueilla ja kaupungeissa, mutta suurilla ve-sistöalueilla ja suuremmilla tulvilla tulvasuojeluvaikutukset ovat pienemmät (Guan ym. 2015). Toisaalta Suomessa on paljon luontaisesti tulvia pidättäviä järviä ja soita, jotka jo nyt toimivat luonnonmukaisina vedenpidätysalueina. Laajempaan maatalousalueen toimenpiteenä voidaan kuitenkin pitää esimerkiksi tulvien tilapäistä pidättämistä tarvittaessa pengerryille pelloille, jotka ovat normaalisti viljelykäytössä ja aikoinaan siihen tarkoitukseen kuivatettuja. Korvauksista tällaisessa tilanteessa on sovittu peltojen omistajien kanssa. Metsätalouden toimenpiteenä soiden ennallistamisessa olisi vielä laajaa potentiaalia parantaa luonnonmukaista tulvariskien hallintaa. Suomen soista metsäojitettuja on 53 % eli 4,6 milj. ha, mikä vastaa 18 % tämänhetkisestä metsätalouden maasta. Tämän lisäksi ojitettuja kankaita on 1,3 milj. ha, joista osa on ollut aiemmin soita (Finer ym. 2020). Suomessa on myös paljon turvepeltoja, joista

<sup>12</sup> Urban oases -hankkeen internetsivut. Helsingin yliopisto. Viitattu 8.10.2020. [www.helsinki.fi/urbano-ases/Nummela/Prototypes/index\\_proto.html](http://www.helsinki.fi/urbano-ases/Nummela/Prototypes/index_proto.html)

heikkotuottoisimpien ja tulvien vähentämisen kannalta parhailla alueilla sijaitsevien alueiden vesittäminen tai metsittäminen voisi vähentää tulvariskejä (Nylund 2015; Kettunen 2012).

Vuonna 2015 pidetyn EU:n tulvatyöryhmän työpajan perusteella Suomi oli ainoa Euroopan maa, joka arvioi olevansa erittäin hyvin valmistautunut ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvään tulvien lisääntymiseen ja äärevöitymiseen (EU CIS Working Group on Floods, 2015). Jokaisen kunnan tulee laatia varautumissuunnitelma, jossa otetaan huomioon erilaiset mahdolliset riskit, mukaan lukien tulvat. Päävastuu tulvariskien hallinnan edistämisestä, myös luonnonmukaisin keinoin on alueellisilla ELY-keskuksilla, jotka vastaavat omalla alueellaan tulvadirektiivin mukaisesta tulvariskien hallinnan suunnittelusta yhdessä alueellisten tulvaryhmien kanssa. ELY-keskukset vastaavat myös muista ympäristöasioista kuten luonnonsuojelusta ja alueiden käytöstä alueellaan.

Suomessa on 22 merkittäväksi tulvariskialueeksi vuosiksi 2018-2024 nimettyä aluetta, joista viisi sijaitsee rannikolla ja 17 vesistöjen varrella. ELY-keskukset vastaavat tulvariskien hallinnan suunnittelusta merkittävän tulvariskialueen sisältävillä vesistö- ja rannikkoalueilla, ja vastaavat hallintasuunnitelmien ja toimenpiteiden laatimisesta niille. Hallintasuunnitelmissa on esitetty moniin muihin maihin verrattuna varsin paljon ei-rakenteellisia ja kustannuksiltaan pieniä toimenpiteitä. ELY-keskukset edistävät tulvariskien hallintaa myös muilla alueilla. Merkittäviä hulevesitulvien riskikohteita ei ole nimetty, mutta kuntien aktiivisuus hulevesitulviin varautumisessa on lisääntynyt viime vuosina.

Suomessa, myös tulvariskialueilla, on moniin maihin tai tulvariskikohteisiin verrattuna paljon viheralueita ja muita monipuolisia tulvariskien hallinnan ratkaisumahdollisuuksia tarjoavia alueita. Suomalaisen luontopohjaisten ratkaisujen ja näkökulma painottuu usein viheralueiden säilyttämiseen, strategiseen sijoittamiseen, saavutettavuuteen ja monihyötyisyyteen sekä kestävään käyttöön (Palo-niemi, 2019). Myös vettä luonnollisesti pidättäviä järviä on useilla vesistöalueilla runsaasti. Kääntäen tämä voi myös tarkoittaa, että jos tulvariskit ovat pienet ja yläpuolisella valuma-alueella on tilaa, ei ole tarpeen toteuttaa kaikista kalleimpia ja teknisimpiä ratkaisuita, jos puhtaasti tulvariskien näkökulmasta riskiä voidaan vähentää tai ehkäistä muilla keinoin. Näin ollen ehkä kaikista innovatiivisimpia ratkaisuja ei tule toteutetuksi tai ne toteutetaan pienessä mittakaavassa.

Suomessa, kuten muissakin Itämeren maissa, lumi ja sen äkillinen sulaminen voivat aiheuttaa pahoja tulvia.

Kaupungeissa ylimääräinen lumi pyritään siirtämään talvikunnossapidon vuoksi pois, mutta siirto palvelee myös hulevesitulvariskien hallintaa. Aiemmin kaduilta auratut lumikasat kipattiin mereen, mutta nykyään ne pyritään siirtämään lumenkaatopaikoille. Suomessa on toteutettu esim. kosteikkopohjaisia lumenvarastointialueita ja biosuodatusalueita (Futter, 2014a). Vesistötulvista suurimmat ovat aiemmin yleensä aiheutuneet keväällä lumien sulaessa. Ilmastonmuutoksen myötä tulvien vuodenaikavaihtelu lisääntyy ja alueelliset erot vesistöjen välillä korostuvat. Luonnonmukaisten tulvatoimenpiteiden mahdollisuudet saattavat lisääntyä, kun tulvia saattaa esiintyä tasaisemmin vuoden aikana eikä tulviin välttämättä liity äkillisesti vedenpintaa nostavaa jäätä tai imeytymistä estävää routaa.

#### 4.1.2 Strategiat ja ohjelmat

Luontopohjaiset ratkaisut on otettu Suomessa huomioon eri hallinnon tasojen strategioissa ja ohjelmissa. Aluetasolla on toteutettu esimerkiksi pääkaupunkiseudun ilmastonmuutokseen sopeutumisen strategia 2012, jossa tarkasteltiin meri- ja vesistötulvien muutosskenaarioita ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sekä tulvasuojelun kustannuksia. Varsinaisista strategiatoimista tulvariskien hallintaan tai luontopohjaisiin ratkaisuihin liittyy mm. sään ääri-ilmiöiden ja ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen sekä ekosysteemipalveluiden toimivuudesta ja biodiversiteetin säilymisestä huolehtiminen. Luontopohjaisten ratkaisujen tukemiseksi on kehitetty taloudellisia ja hallinnollisia kannustimia. Kaavamääräyksillä voidaan esimerkiksi osoittaa, kuinka paljon tontilla on oltava vettä viivyttäviä ratkaisuja suhteessa tontin pinta-alaan.

2012 voimaan tullessa vesilaissa luonnontilaisuus ja luonnontilaisen kaltaiseksi muuttuneiden uomien suojelu korostuu tiukentuneen lupakäytännön myötä (Vesilaki, 5 luku 3§ ja 8§). Monet luonnonmukaiset tulvariskien hallinnan toimet liittyvät maatalousalueisiin (mm. tulvatasanteet, eritasoumat, tilapäinen pidättäminen). Maatalouden peruskuivatuksen kunnossapidon ohjeissa (2006) korostetaan kaivuun menetelmien valinnassa uomien monimuotoisuuden säilyttämistä. Kestävän ympäristörakentamisen toimintamallissa linjataan, että tavoitteena tulisi olla hulevesien luonnonmukainen hallinta ja että hulevesien luonnonmukaisista hallintajärjestelmistä tehdään näkyviä, esteettisesti korkealaatuisia ja viihtyvyyttä lisääviä (Weckman, 2018).

Vuonna 2014 maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL) lisättiin uusi luku hulevesistä ja niiden hallinnasta. Samalla uudistettiin vesihuoltolakia, johon lisättiin luku huleveden viemäroinnin järjestämisestä ja hoitamisesta. Lakiuudistus varmistaa, että hulevesien käsittely on erotettu jäteveden käsittelystä. Uudistuksen jälkeen hulevesien hallinnasta vastaavilla kunnilla on myös ollut oikeus periä erillistä hulevesimaksua. Hulevesimaksun avulla voidaan toteuttaa erilaisia hulevesien luonnonmukaisia imeytys- ja viivytysratkaisuita. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella, imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla, ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja sekä edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin (MRL 103 c §).

Suomi oli yksi maailman ensimmäisistä maista, joka julkaisi ilmastostrategian vuonna 2005. Vuonna 2014 valtioneuvosto hyväksyi kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman 2022 (MMM, 2014). Se on osa ilmastolain (609/2015 (päivitystyö käynnissä)) mukaista ilmastopoliittikan suunnittelujärjestelmää. Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman päämääränä on, että suomalaisella yhteiskunnalla on kyky hallita ilmastonmuutokseen liittyvät riskit ja sopeutua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin. Suunnitelman toimeenpanon väliarvioinnin (Mäkinen ym. 2019) perusteella tietoisuus ilmastonmuutoksesta ja sopeutumistarpeesta on kasvanut hallinnossa, sekä vaikutuksia ja riskejä käsitellään aiempaa laajemmin. Kehittämistarpeita arvioitiin olevan sopeutumistoimien suunnittelussa ja toimeenpanossa, joten tietoisuutta riskeistä ja sopeutumismahdollisuuksista tulee edistää ja vastuujakoa selkiyttää.

Kunnissa luontopohjaisia ratkaisuja suunnitellaan ja toteutetaan sekä kuntien budjettirahoituksella että hankerahoituksella, jota haetaan erikseen toiminnan innovaatiotyypin kehittämiseen. Tulvariskien hallinnasta ja vesienhoidosta vastaavien alueellisten ELY-keskusten keskeisimpiä luontopohjaisten ratkaisujen suunnittelun ja toteutuksen rahoituslähteitä ovat maaseuturahasto, Euroopan aluekehitysrahasto ja MMM:n budjettirahoituksella rahoitettavat vesienhoidon tehostamishankkeet (Paloniemi, 2019).

MMM:n rahoittamassa UrbanStormwaterRisk -hankkeessa (2016-2019) on aloitettu kiinalais-suomalainen yhteistyö ja tiedonvaihto hulevesien ja rankkasadetulvien hallintaan liittyen. Yhteistyön edelleen tiivistämiseksi on ehdotettu jatkohanketta (2020-2022), joka keskittyisi hulevesien hallinnan luonnonmukaisiin menetelmiin. Luonnonmukaisten menetelmien toimivuudesta ja kustannustehokkuudesta eri ilmasto-oloissa ja valuma-alueilla ei ole tarpeeksi tutkittua tietoa. Yhteistyö kiinalaisten kanssa tukee hankkeen tavoitteiden saavuttamista, sillä Kiinan hallitus toteuttaa luonnonmukaisten hulevesien hallintamenetelmien käyttöä laajassa Sponge City -ohjelmassa. Hankkeessa olisi tarkoitus kehittää validoitu mallityökalu, jonka avulla voidaan arvioida luonnonmukaisten ratkaisujen ympärivuotista suorituskykyä ja toimivuutta hulevesien hallinnassa eri mittakaavoissa.

#### 4.1.3 Toimenpiteiden arviointi

Hulevesien luontopohjaiseen hallintaan liittyviä hyötyjä on osoitettu arvottamistutkimusten avulla myös Suomessa (esim. Silvennoinen ym. 2017; Antikainen 2017). Silvennoisen ym. mukaan vihreän tilan jättäminen kaupunkirakenteeseen estää hulevesitulvien ennakoidusta kasvusta johtuvia vahinkoja tehokkaasti. Esimerkiksi hulevesien käsittelyn lahtelaisessa kaupunkipuistossa on arvioitu tuovan 200 000 €



ekosysteemipalveluhyödyt hehtaarilta vähemmän valunnan johdosta koituvien yhteiskunnallisten hyötyjen vuoksi. Laadullisia hyötyjä ei tutkimuksessa otettu huomioon, joten ne hyödyt huomioiden kokonaishyöty voisi olla merkittävästi suurempikin. Tutkimuksen mukaan valunnan ja haihdunnan arviointitarkkuudella on merkittävä vaikutus arviointeihin hyötyihin.

Tutkimusten perusteella valumavesiä pidättämällä vesistöjen tulvaveden korkeuksia voidaan hillitä vain muutamia senttejä (Hjerppe ym. 2014). Pielisen reitillä jo toteutetut vesistötoimenpiteet, esim. säännöstely vaikuttavat tilastollisesti 1/100a tulvaa nostavasti joitakin senttejä ja voisivat lisätä tulvavahinkoja yhteensä parilla miljoonalla eurolla. Valuma-alueen ennallistaminen luonnonmukaisemmaksi ei kuitenkaan korkeiden kustannusten vuoksi olisi kannattava vaihtoehto (Oittinen, 2007).

**Potentiaaliset tulvametsät ja metsäluhdet (Potut) -hankkeessa** (2019–2021) kehitetään avoimiin paikkatietoaineistoihin ja satelliittikuvatulkintoihin perustuvia menetelmiä mahdollisesti monimuotoisuuden kannalta merkittävien tulvametsien ja metsäluhtien tunnistamiseksi ja kartoittamiseksi<sup>13</sup>. Samalla etsitään myös toimintamalleja kohteiden tilan parantamiseksi ottaen huomioon myös vesiensuojelun ja tulvasuojelun tarpeet. Tunnistetut kohteet voidaan suojella vapaaehtoisesti METSO-ohjelman luonnonhoitokohteina, korvauksella maanomistajalle joko pysyvästi tai määräajaksi.

**KLIVA-hankkeessa** (2019-2022, Interreg Botnia-Atlantica, 1,8 milj.€) pyritään edistämään ilmastokestäviä toimenpiteitä maa- ja metsätaloudessa<sup>14</sup>. Hankkeessa mallinnetaan valuma-alueen vesitasetta ja veden laatua ja niiden mahdollisia muutoksia tulevaisuudessa. Hankkeessa halutaan myös lisätä ymmärrystä ekosysteemipalveluiden merkityksestä. Hankkeen mallialueina ovat Laihianjoki Suomessa ja Hertsångerälven Ruotsissa.

**Valumavesi-hankkeessa** (2020-2023)<sup>15</sup> etsitään menetelmiä vähentää pelloilta ja talousmetsistä vesistöihin huuhtoutuvaa kuormitusta. Mielenkiinnon kohteena ovat erityisesti kaksitasouomat, joissa tulvaa varten rakennetaan paisuntatasanne, joka ottaa tulvatilanteessa vastaan nousevan veden ja pidättää osan uomassa kulkevan veden kiintoaineesta ja ravinteista. Matalan veden aikana joki virtaa siten luontaisessa uomassaan, jossa vallitsevat luonnonmukaiset olosuhteet. Hankkeen tavoitteena on tuottaa tieteellistä tietoa ja uusia menetelmiä, joilla voidaan parantaa maa- ja metsätalouden vesienhallinnan kokonaisvaltaista kestävyttä. Hankkeessa keskitytään erityisesti luonnonmukaisen peruskuivatuksen suunnitteluun ja vaikutusten arviointiin.

**ATeNaS-hanke** (2019-2021, Water JPI)<sup>16</sup> tutkii ja edistää luontopohjaisten ratkaisujen integroivaa käyttöä ja siihen liittyviä oppimis- ja vuorovaikutusprosesseja. Hankkeen tavoitteena on lisätä tietoa luontopohjaisista ratkaisuista ja niiden yhteiskehittämisestä päätöksentekijöiden, yritysten ja kansalaisten kanssa. Työ pohjautuu jo toteutettujen ratkaisujen arviointiin ja edelleen kehittämiseen tapaustutkimuksissa. Suomen tapaustutkimuksen kohteena on Vantaa ja Helsinki, joissa haasteena ovat maanpinnan päällystäminen nopeasti rakentuvissa uudiskohteissa (mm. Kivistö ja Aviapolis), rakennetuilta alueilta valuvat epäpuhtaudet ja vesiekosysteemien muutettu tila. Ratkaisukeinoja ovat maankäytön vaikutusten mallintaminen, luontopohjaisten ratkaisujen arviointi ja kehittäminen, ja vesiekosysteemien ennallistaminen esimerkkinä Keravanjoen Tikkurilankoski.

---

<sup>13</sup> [www.syke.fi/hankkeet/potut](http://www.syke.fi/hankkeet/potut)

<sup>14</sup> [fikliva.org/about/](http://fikliva.org/about/)

<sup>15</sup> [www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Valumavesihanke](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Valumavesihanke)

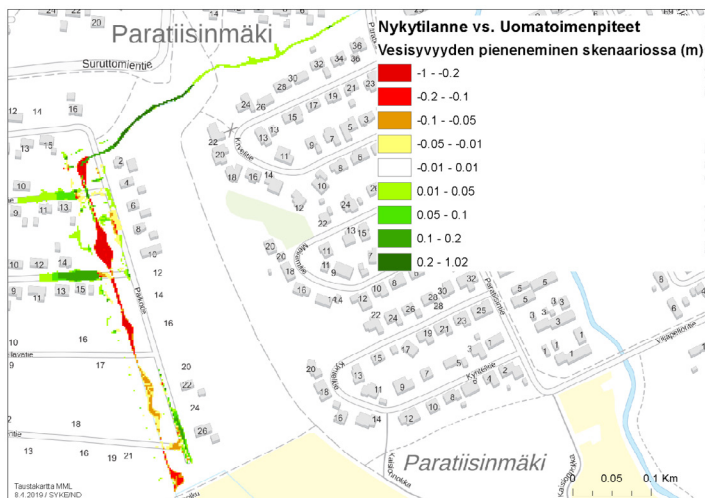
<sup>16</sup> [www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/ATeNaSTo\\_Ally\\_Technology\\_NATure\\_and\\_Society\\_for\\_integrated\\_urban\\_water\\_management/To\\_Ally\\_Technology\\_NATure\\_and\\_Society\\_fo\(52727\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/ATeNaSTo_Ally_Technology_NATure_and_Society_for_integrated_urban_water_management/To_Ally_Technology_NATure_and_Society_fo(52727)) ja [atenaspi.eu/about-atenas/](http://atenaspi.eu/about-atenas/)

#### 4.1.4 Keskeiset haasteet

##### **Esimerkki: Luontopohjaisten ratkaisuiden vaikutusarvioinnit TASAPELI-hankkeessa**

TASAPELI-hankkeessa (Paloniemi, 2019) kehitettiin luontopohjaisten ratkaisujen vaikutusarviointia ja mahdollisuuksia jalkauttaa ratkaisuita alueellisesti. Hankkeessa kehitetty monihyötykehikko tarjoaa hyvän lähestymistavan tavoitteista tai tavoiteltavista vaikutuksista lähtevälle keskustelulle ja suunnittelulle, joka tarjoaa vaihtoehdon perinteisesti käytetyille toimenpiteistä ja toimenpidevaihtoehdoista lähtevälle suunnittelulle sekä vaihtoehtojen järjestelmälliselle arvioinnille. Hankkeessa tarkasteltiin myös pintavaluntamallinnuksen mahdollisuuksia luontopohjaisten tulvariskien hallinnan ratkaisujen vaikutustarkasteluihin (Paloniemi, 2019). Pilottikohteena oli Pori, jossa myös järjestettiin työpaja hulevesitulviin soveltuvien luontopohjaisten ratkaisuiden arvioinnista sekä tehtiin kustannushyötyanalyysi luontopohjaisista hulevesitulvariskien hallinnan ratkaisuksista.

Pintavaluntamalli -tarkastelun avulla arvioitiin luonnonmukaisten hulevesiuomien toimenpiteiden kuten viivytyksaltaiden ja viherkattojen vaikutuksia hulevesitulviin. Tiiviisti rakennetulla alueella uomatoimenpiteiden vaikutukset jäivät vähäisiksi, koska toimenpiteet pitäisi toteuttaa kauempana pahiten hulevesitulville altistuvista rakenteista ja teistä. Harvalla pientaloalueella uomatoimenpiteiden vaikutus voisi olla merkittäväkin. Täysimääräinen kaikkien katojen muuttaminen viherkatoiksi vähentäisi tulvariskiä tiiviillä alueella jonkin verran, mutta pientaloalueella vaikutus oli olematon. Kustannushyötytarkastelun perusteella Porissa viherkattojen yhteiskunnallinen hyöty-kustannussuhde oli 1,7-2,9 välillä ja uomatoimenpiteiden 0,2-0,7 välillä. Jotta luontopohjainen ratkaisu olisi taloudellisesti tehokas, tulee sen hyöty-kustannussuhteen olla yli 1. Viherkatot oletettiin yksityisiksi investoinneiksi ja uomatoimenpiteet julkisiksi, mutta yhteiskunnallinen arvio sisältää näiden molempien hyödyt ja kustannukset. Vaikka viherkattojen hyöty-kustannussuhde on selvästi positiivinen, omistajan kannalta taloudellisen tehokkuuden kriteeri ei täyty, koska kustannukset koituvat hänelle mutta hyöty yhteiskunnalle. Tulos on linjassa Helsinkiin tehdyn viherkattoanalyysin kanssa (Nurmi ym. 2016). Toisaalta yksityisiä rakennettuja tai rakennuksen omistajia voidaan kannustaa eri tavoin monitoimisten vettä pidättävien kattojen toteutukseen (esim. LIFE@Urban Roofs -hanke).



Mallinnettu luonnonmukaisen uoman vaikutus suurimpaan vesivyvyyteen TASAPELI-hankkeen esimerkkikohteessa Porissa. Mallinnuksen perusteella luonnonmukainen uoma kykenee pienentämään alueelta tapahtuman valunnan virtaamapiikkiä peräti 90 %.

Luontopohjaisten ratkaisujen lisäämiseksi suomalaisissa kaupungeissa ja maakunnissa tarvitaan kokonaisvaltaista, strategista suunnittelua ja luontopohjaisten ratkaisujen tunnistamista läpäisevästi ympäristösääntelyn kentässä, esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslain kautta. Luontopohjaisten ratkaisujen lisäämiseksi tarvitaan laajaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä. TASAPELI-hankkeessa (Paloniemi, 2019) laaditun toimintamallin kautta pyritään vastaamaan näihin haasteisiin.

Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan haasteena Suomen vesistöissä ja niiden varsilla on myös vesien pidättämiseen soveltuvien, varastokapasiteetiltaan suurien alueiden puuttuminen monien merkittävien tulvariskialueiden yläpuolisella vesistöalueella. Vaikka Suomessa on virtaamia luontaisesti tasaavia järviä ja soita, niitä ei ole esimerkiksi kaikkien jokien varsilla Pohjanmaalla. Tulvariskien hallitsemiseksi paremmin luonnonmukaiseen hallintaan soveltuvat alueet voivat sijaita toisen kunnan, maakunnan tai ELY-keskuksen alueella, jolloin monihyötyisten ja -tahoisten luonnonmukaisten ratkaisuiden toteuttaminen voi osoittautua vaikeammaksi kuin perinteisten käytännöltään tuttujen toimenpiteiden toteuttaminen. Myös esimerkiksi tulvia tasaavaan säännöstelyiden toteuttamiseen voi olla helpompi löytää toteuttajia julkisen sektorin ulkopuolelta kuin samoihin päämääriin tähtääviin luonnonmukaisiin ratkaisuihin.

#### 4.1.5 Hyvät käytännöt

Tuoreessa diplomityössä Mahlio (2020) tarkasteli tulvia ja luonnonmukaisia prosesseja sekä niiden luomia mahdollisuuksia maisema-arkkitehtuurissa keskittyen vesistö- ja meritulviin. Selvityksessä koottiin myös meritulvariski -alueiden suunnitteluohjeistusta, erityisesti virkistykseen ja luonnon monimuotoisuuden osalta. Selvityksen perusteella Suomessa on muutamia sellaisia toteutuneita tulvasuojeluhankkeita, joissa luonnon monimuotoisuus ja virkistys ovat olleet tulvilta suojautumisen lisäksi suunnittelun lähtökohtia. Tällaisia ovat esimerkiksi Gräsanojan ja Kirkkojärven hankkeet Espoossa sekä Vartiokylänlahden hanke Helsingissä. Niille kaikille yhteistä on rakenteellisten ja ei-rakenteellisten menetelmien yhdistäminen. Johtopäätöksinä suunnittelulle Mahlio esitti tulvien luontopohjaisen hallinnan käsittelemistä osana ilmastonmuutokseen sopeutumista, luonnon monimuotoisuudeltaan rikkaiden tulvarantojen suunnittelua tulvariskin pienentämiseksi, vaihtelevan vedenpinnan mielenkiintoisuuden ottamista huomioon virkistyskäytön suunnittelussa sekä korosti maankäytön suunnittelun tärkeyttä osana resilienttiä tulvien hallintaa. Lisäksi hän tunnisti strategisten linjausten merkityksen valtavirtaistamisessa.

Luontopohjaisia ratkaisuja tukeviksi ohjauskeinoiksi tarvitaan taloudellisia ja hallinnollisia kannustimia, jotka ohjaavat toimintaa ja investointeja. Esimerkiksi hulevesimaksuja voidaan porrastaa sen mukaan, kuinka paljon tontilla on kasvillisuutta ja vettä viivytettäviä ratkaisuja suhteessa tontin pinta-alaan. Tätä niin kutsuttua viherkerrointa voidaan hyödyntää myös suunnittelutyökaluna ja asemakaavamääräyksissä (Paloniemi, 2019).

Järvenpäässä on osana Loutinoja -hanketta<sup>17</sup> kehitetty toimintamalli luonnonmukaiselle hulevesien hallinnalle, pääasiassa laadullisiin seikkoihin keskittyen. Osana toimintamallia on tarkoitus perustaa hulevesityöryhmä sekä toteuttaa kaupunkilaisille vuosittain kysely asukkaiden havainnoista hulevesiongelma-kohteista.

Jotta hulevesitulvia tasaavien viherkattojen yhteiskunnallisten hyötyjen ja yksityisten kustannusten välistä kuilua saataisiin kurottua, olisi hyvä kehittää rahoitusmalleja ja kannustimia, joilla viherkaton toteuttamiskynnys yksityiselle kiinteistön omistajalle madaltuisi (Paloniemi, 2019).

---

<sup>17</sup> [www.jarvenpaa.fi/loutinoja](http://www.jarvenpaa.fi/loutinoja), viitattu 12.11.2020

## 4.2 Ruotsi

### 4.2.1 Nykytila

Ruotsin kansalliset virastot ja tahot ovat omaksuneet luontopohjaisten ratkaisuiden, vihreän infran ja ekosysteemipalveluiden käsitteet osaksi omaa toimintaansa. Maan biodiversiteettistrategia (2013) edellytti läänikohtaisten vihreän infran toimenpidesuunnitelmien laatimista 2018 loppuun mennessä (Naturvårdsverket, 2014). Vihreän infran ja ekosysteemipalveluiden sekä niiden edistämisen koordinoinnista vastaa maan ympäristönsuojeluvirasto (Naturvårdsverket), joka tekee tiivistä yhteistyötä kuntien, läänien ja muiden tahojen kanssa (Davis ym. 2018). Näiden käsitteiden rinnalle keskusteluissa on noussut luontopohjaiset ratkaisut, mutta niiden edistäminen ei ole konkreettisesti samalla tasolla. Usean käsitteen yhtäaikaista ja rinnakkain käyttöä saattaa aiheuttaa sekaannusta ja lisätyötä.

Tulvariskien hallinnan suunnittelusta vastaavat Ruotsissa lääninhallitukset. Käytännön työt tehdään kuitenkin pitkälti kuntatasolla. Tulvariskien hallintaa koordinoi MSB (Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap), joka vastaa myös muihin riskeihin varautumisesta maassa. Riskien hallinta on maassa organisoitu toimivasti ja keskitetysti yhdelle taholle, joka kuitenkin tekee tiivistä yhteistyötä eri tasoilla ja poikki sektoreiden, mm. maankäytön suunnittelun ja ilmastonmuutoksen sopeutumisen osalta. Myös useat eritasoiset ja eri aihepiireihin keskittyvät verkostot ovat hyödyksi tiedon lisäämisessä ja keskustelussa mm. luonnonmukaisista tulvariskien hallintatoimista. Esimerkiksi kansallinen sopeutusverkosto koostuu kaikista maan 21 läänin edustuksesta ja 19 kansallisesta virastosta.

Tulvariskien hallinta keskittyi ensimmäisten tulvariskien hallintasuunnitelmien osalta lähinnä vesistöalueille. Suunnitelmissa käsiteltiin joitain luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuja (mm. Falun, Älvsby) (European Commission, 2019b), mutta vain yksi luonnonmukainen tulvariskien hallinnan toimenpide raportoitiin EU:lle. Toisella suunnittelukierroksella myös meritulvat on otettu paremmin huomioon ja puolet Ruotsin merkittävistä tulvariskialueista on tunnistettu rannikolle meritulvavaaraan. Näille alueille ei kuitenkaan ole vielä toteutettu hallintasuunnitelmien mukaisia toimenpiteitä. Rannikolla tulvasuojelu kuuluu maanomistajien vastuulle. Merkittäviä hulevesitulvien riskikohteita ei ole nimetty. Vesistö- ja hulevesitulvien intensiteetin ja vuodenaikaisvaihtelun arvioidaan muuttuvan, ei ainoastaan ilmastonmuutoksen myötä vaan myös maankäytön muutoksista (luonnollinen ja ihmisperäinen) johtuen (Bogaart ym. 2016), joten niidenkin varalle suunniteltuja toimenpiteitä voidaan joutua uudelleenarvioimaan.

### 4.2.2 Strategiat ja ohjelmat

NATURVATION -hankkeen arvioinnin perusteella Ruotsin politiikkatoimet tarjoavat epäselvästi ilmaistun, mutta implisiittisen tuen luontopohjaisille ratkaisuille (Davis ym. 2018). Ruotsissa ei ole ilmastolakia, mutta uusi kansallinen sopeutumisstrategia hyväksyttiin 2018 ja se päivitetään jatkossa viiden vuoden välein<sup>18</sup>. Strategiassa on tunnistettu seitsemän painopistealuetta, joista yksi on yhteiskuntaa, infrastruktuuria tai taloutta uhkaavat tulvat. Myös tulviin liittyvät maanvyörymät ja eroosio sekä veden niukkuus ovat painopisteitä. Maassa ei ole tällä hetkellä kattavaa kansallista sopeutumis suunnitelmaa, vaan sopeutuminen on linjattu tapahtuvan enemmän alueellisella tasolla (lääninhallitukset). Läänit ovat laatineet alueillaan sopeutumisen toimintasuunnitelmat, joissa on yhteensä noin 800 toimenpide-ehdotusta. Lääninhallitukset vastaavat myös alueensa tulvariskien hallinnasta. Sopeutumisen toimintasuunnitelmissa tulvariskien hallinnan toimet nousevatkin keskeisesti esiin<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/](https://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/)

<sup>19</sup> [www.klimatanpassning.se/vem-gor-vad/vad-gor-myndigheterna/myndigheternas-handlingsplaner-for-klimatanpassning-1.157316](https://www.klimatanpassning.se/vem-gor-vad/vad-gor-myndigheterna/myndigheternas-handlingsplaner-for-klimatanpassning-1.157316)

Myös monet kansalliset tahot ja kunnat ovat laatineet omat sopeutumisen toimintasuunnitelmat (mm. Tukholma v. 2012 ja hieman vastaavat Göteborg jo v. 2003 ja Ystad 2009). Ruotsissa tehtiin kattava kansallinen sää- ja ilmatoriskien haavoittuvuusarvio jo vuonna 2007 perustuen osallistavaan ja kattavaan prosessiin. Tämän jälkeen sitä ei ole kattavasti toistettu. Esimerkiksi Malmössä on strategioiden ja toteutuksen tasolla tunnustettu vihreän infrastruktuurin monihyötyisyys ja nähty vihreän infrastruktuurin hyödyntämisen mahdollisuudet luontopohjaisissa ratkaisuisa (Paloniemi, 2019).

Kuten edellä jo todettiin, biodiversiteettistrategian mukaiset läänikohtaiset vihreän infran toimintasuunnitelmat tuli laatia 2018 loppuun mennessä ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimintasuunnitelmat jo sitä ennen. Toimintasuunnitelmissa on esitetty alueen kuvaus ja ekosysteemipalveluiden arvo, tunnistetut hot-spot alueet, mahdolliset haasteet, käynnissä olevat toimet ja uusien tarve sekä aikataulut (Davis ym. 2018). Suunnitelmassa esitetyt toimenpiteet eivät ole sitovia vaan ne ovat enemmänkin yleistasoisia, kuten tulvariskien hallintasuunnitelmatkin. Toimintasuunnitelmissa otettiin huomioon ensimmäisten tulvariskien hallinnan suunnitelmien (2015) toimet ja toisaalta vihreän infran toimenpidesuunnitelmat voidaan ottaa huomioon 2. kierroksen tulvariskien hallintasuunnitelmissa (2021 loppuun mennessä). Biodiversiteettistrategia käynnisti sarjan toimia, jotka edistävät omalta osaltaan luontopohjaisia ratkaisuja, keskittyen erityisesti arviointiin, tietoisuuteen ja viestintään.

Tulvariskien hallintasuunnitelmissa tulee toimenpiteitä pohtiessa ottaa huomioon erilaiset näkökulmat kuten monipuoliset vedenpidätysratkaisut. Hallintasuunnitelmien laatimisoheessa Toimenpiteet on jaettu kansallisesti 17 toimenpideryhmään, joista johonkin kukin toimenpide-ehdotus pitää luokitella. Yksi ryhmistä on luonnonmukaiset tulvariskien hallinnan toimet. Esimerkkeinä mainitaan luonnonmukaisista toimenpiteistä luonnonmukaisten tulvareittien palauttaminen, kosteikkojen ennallistaminen, veden pidättäminen ja viivyttäminen sekä hulevesien ohjaaminen sopiville urbaaneille tulva-alueille (MSB, 2020).

Maankäyttö- ja rakennuslakiin tehtiin 2008 ilmastostrategian mukaisesti muutoksia, joiden seurauksena kuntien määrättiin kertomaan näkemyksensä yleiskaavaan ja rakennettuun ympäristöön liittyvistä maanvyörymistä, eroosiosta ja tulvista. Kunnat voivat myös kertoa näkemyksensä, miten näitä riskejä voitaisiin ehkäistä ja hallita. Lakimuutos mahdollisti myös kuntien päättävällän maan veden läpisevyyden määräyksistä yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa.

Ruotsin hallitus rahoittaa toimenpiteitä, jotka edistävät sopeutumista ja tietämystä ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Vuonna 2019 budjetti tähän oli 317 milj. Ruotsin kruunua (n. 30 milj. €)<sup>20</sup>. Taajama-alueilla, joilla luonnononnettomuuksien riski on erityisen korkea, kunta voi hakea valtion tukea ehkäiseviin toimiin MSB:ltä. Vuosittain tällaista rahoitusta on saatavilla n. 75 milj. SEK (n. 7 milj. €) ja tukea voi saada korkeintaan 60 % rahoitusosuudella tai 60 % vaarassa olevien kohteiden arvosta. Käytännössä tukea ovat saaneet tulvariskien ja maanvyörymien hallinnan toimet. Ilmastonmuutoksen sopeutumistoimien rahoitus on usein paikallista. Malmössä kaupunki on jo 1990-luvulta lähtien rahoitettu sopeutumistoimia yhdistämällä yksityistä ja julkista rahoitusta yhdessä sidosryhmien kanssa keskustellen<sup>21</sup>.

#### 4.2.3 Toimenpiteiden arviointi

Building With Nature -hankkeessa (Interreg, 2014-2020, mukana Itämeren maista myös Tanska ja Saksa) on ollut tarkoituksena kehittää kustannus-hyötyanalyysiä luonnonmukaisille toimenpiteille, erityisesti ilmastonmuutokseen, tulviin ja eroosioon liittyen. Koko hankkeen tavoitteena on ollut kerätä yhteen maiden parhaita käytäntöjä ja tuottaa tieteellistä pohjaa luonnonmukaisten ja luontopohjaisten toimenpiteiden käytön edistämiseksi kansallisissa politiikka- ja rahoitustoimissa. Ruotsista hankkeesta on tehty pari tapaustarkastelua.

<sup>20</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/](https://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/)

<sup>21</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/optimization-of-the-mix-of-private-and-public-funding-to-realise-climate-adaptation-measures-in-malmo](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/optimization-of-the-mix-of-private-and-public-funding-to-realise-climate-adaptation-measures-in-malmo)

Esimerkiksi Skånessa vedenpidättämiseen soveltuvat alueet tulee tunnistaa ja suunnitella koko vesistöalueen näkökulmasta (Länstyrelsen Skåne, 2020a). Lussebäcken'in tapaustarkastelussa Helsingborgissa maatalousvaltaisten uomien ennallistamista ja muuttamista kaksitasouomiksi mallinnettiin tarkasti MIKE Urban 1D ja FLOOD 2D malleilla. Vaikutusta verrattiin myös maankäytössä 50 vuoden aikana tapahtuneisiin muutoksiin, ja uomien ennallistamisen vaikutus tulviin todettiin selvästi suuremmaksi kuin maankäytössä tapahtuneiden muutosten (Länstyrelsen Skåne, 2020b). Johtopäätöksinä tästä tapaustarkastelusta suositellaan tarkempien kenttämittausten tekemistä ja mallin tarkkuustason parantamista 2D mallilla, sekä mallinnuksen uoman karkeuskertoimen muuttamista vuodenaajan mukaan.

#### 4.2.4 Keskeiset haasteet

Wamsler ym. (2016) selvittivät ekosysteemipohjaisen sopeutumisen huomioon ottamista maankäytön suunnittelukäytännöissä neljässä Ruotsin rannikkokunnassa. Ruotsi valittiin tutkimuksen kohdemaaksi sen edistyksellisyyden perusteella sekä ympäristösuunnittelussa että ilmastonmuutokseen liittyvässä suunnittelussa. Ruotsi on myös Global Green Economy -indeksin kärkimaa<sup>22</sup>. Tutkimuksen perusteella ekosysteemipalveluiden ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen yhteensovittaminen maankäytön suunnittelussa vaatii niiden välisten yhteyksien ja ekosysteemien tarjoamien palveluiden ymmärtämistä sekä tiedonvälitystä päätöksentekijöille. Vihreän infran ja ilmastonmuutoksen suunnitelmia on toteutettu hajanaisesti eivätkä toimenpiteiden vastuut ole aina selviä, joten suunniteltujen toimenpiteiden toimeenpano on rajallista. Myös Building With Nature -hankkeen Ruotsin tapaustarkastelut<sup>23</sup> nostavat esiin politiikkatoimien ja rahoitusjärjestelyiden selkeyttämisen sekä tulvariskien hallinnan yhdistämisen luontopohjaisten ratkaisuiden kautta maankäytön suunnitteluun. Rannikon osalta erityisenä haasteena koetaan aiemmin rakennettujen ja merivedenpinnan nousun myötä tulvavaaraan jäävien rakennusten suojaus- tai siirtokustannusten jakaminen. Tätä varten hankkeen politiikkasuosituksissa ehdotetaan lainsäädännön päivittämistä ja tasapuolisen rahoituskäytännön laatimista kustannusten jakamiseksi.

#### 4.2.5 Hyvät käytännöt

Ruotsissa on useissa hankkeissa ollut keskeisessä roolissa asukkaiden ja maanomistajien osallistuminen prosessiin jo suunnitteluvaiheessa (mm. Malmön Augustenborg, Tullstorpsån, Växjö). Vaikka osallistaminen on saattanut aiheuttaa hankkeelle hieman ylimääräistä työtä, on siitä saatu hyöty koettu kuitenkin selvästi suuremmaksi. Lisäksi alueen sidostahot ovat olleet varhaisen vuorovaikutuksen jälkeen vastaanottavaisempia hankkeen toteutukselle.

---

<sup>22</sup> [dualcitizeninc.com/global-green-economy-index/](https://dualcitizeninc.com/global-green-economy-index/)

<sup>23</sup> North Sea Region. 2020. Building with Nature -hankkeen Policy briefit: Nature based solutions demand better coordination in catchments. [northsearegion.eu/media/12482/skaane-policy-brief-catchment-20200220-1.pdf](https://northsearegion.eu/media/12482/skaane-policy-brief-catchment-20200220-1.pdf) ja Need for national governance to handle the effects of sea level rise. [northsearegion.eu/media/12483/skaane-policy-brief-coast-20200220-1.pdf](https://northsearegion.eu/media/12483/skaane-policy-brief-coast-20200220-1.pdf)



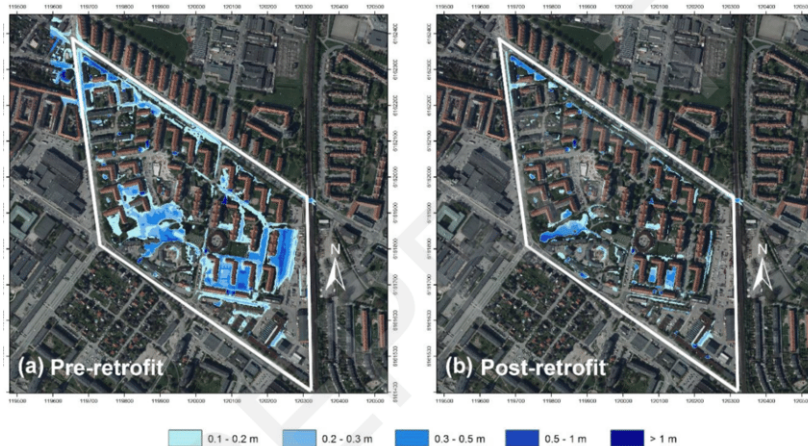
### Esimerkki: Malmön Augustenborgin luonnonmukainen hulevesitulvariskien hallinta

Malmössä on tehty paljon luonnonmukaista hulevesitulvariskien hallintaa osana sen laajempia ilmastonmuutoksen sopeutumis- ja kestävä kehityksen ohjelmia. Kaupunki on erityisesti halunnut toimillaan vähentää asukkaiden ja alueiden eriarvoisuutta sekä lisätä viihtyvyyttä. Kaupunki on rakennettu tasaiselle savimaalle ja siellä on vähän viheraluetta, joten se on haavoittuvainen hulevesitulville. Erityisesti Augustenborgin tiivisti rakennetulla ja maahanmuuttajavoittoisella alueella on keskitytty kestäviin urbaaneihin kuivatusjärjestelmiin (sustainable urban drainage systems, SUDS) ([oppla.eu/casestudy/19011](http://oppla.eu/casestudy/19011)). Hanke toteutettiin jo vuosina 1998-2002 ja siihen käytettiin n. 24 milj. €, joista puolet rahoitti alueen asunto-osakeyhtiö ja vajaa puolet paikallisviranomaiset ([climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo)).

Tavoitteena oli sosiaalisesti, taloudellisesti ja ympäristön kannalta kestävästi suunniteltu asuinalue, jolla tulvat tai jätteiden kierrätys eivät aiheuttaisi ongelmia. Käytettyihin tulvariskien hallinnan ratkaisuihin kuuluivat mm. viherkatot ja vesien kerääminen katoilta ja pysäköintialueilta kanaalien, ojen, altaiden ja kosteikkojen avulla ennen veden ohjaamista perinteiseen maanalaiseen hulevesiverkostoon ([nature-basedsolutions.org/map/project/27](http://nature-basedsolutions.org/map/project/27)). Uomia rakennettiin olemassa olevalle tiiviille kerrostaloalueelle yhteensä 6 km ja pidätysaltaita kymmenen kappaletta.

Hanke tehtiin aikanaan innovatiivisesti, ottaen huomioon alueen asukkaat sekä viihtyvyyden ja luonnon monimuotoisuuden parantaminen. Tiivistä sidosryhmäyhteistyötä ja asukkaiden kuulemista toteutettiin useissa hankkeen vaiheissa. Kuulemisten yksi keskeinen tavoite oli myös lisätä asukkaiden tietoisuutta toteutettavista toimenpiteistä ja niiden hyödyistä jo etukäteen. Tilaisuuksiin osallistui hankkeen edetessä enemmän ja enemmän alueen asukkaita ja lopulta noin joka viidennen alueen asukkaan arvioitiin osallistuneen prosessiin ([www.panorama.solutions/en/building-block/engaging-stakeholders-raiseawareness-and-support](http://www.panorama.solutions/en/building-block/engaging-stakeholders-raiseawareness-and-support)).

Hankkeen vaikutuksista on jo saatu kokemuksia. Valunnan on arvioitu vähentyneen n. 50 %. Biodiversiteetin on arvioitu lisääntyneen 50 %, hiilidioksidipäästöjen ja jätteiden määrän vähentyneen 20 % puhumattakaan sosiaalisista vaikutuksista (vuokralla asuvien määrä laskenut 50 %, työttömyys on laskenut 33 prosentista 6 prosenttiin ja äänestysaktiivisuus noussut 54 prosentista 79 prosenttiin). Alueella ei ole myöskään tapahtunut tulvien aiheuttamia vahinkoja hankkeen toteutuksen jälkeen, vaikka arviolta n. 1/50a rankkasadetulva koettiin alueella 2007 ([climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo)).



31.8.2014 tapahtuneen hulevesitulvan mallinnettu maksimivedensyvyys Augustenborgin alueella a) ennen toimenpiteitä ja b) toimenpiteiden jälkeen. (lähde: Haghghatafshar ym. 2018. Efficiency of blue-green stormwater retrofits for flood mitigation - Conclusions drawn from a case study in Malmö, Sweden [doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.018](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.018))

Muista Ruotsin luonnonmukaisista hulevesitulvahankkeista voidaan mainita mm. Växjön kaupungin keskustan avovesiuoman uudelleenjärjestely<sup>24</sup>. 1998-2001 toteutettu projekti osoitti, miten osallistamisen kautta saavutettiin alun perin suunniteltua parempi lopputulos, ja miten kansallisia hulevesien mitoitussuhteita muutettiin hankkeen perusteella kunnianhimoisemmiksi. Toinen mielenkiintoinen hanke on Göteborgin sadevesipuutarhat<sup>25</sup>. Kaupunki toteutti 2015 laajamittaisen pilotin urheilualan parkkipaikan osittaisesta muuttamisesta hulevesien pidätysalueeksi. Kaupungin internetsivuilla on myös ohjeet, miten asukkaat voivat itse tehdä oman sadevesipuutarhansa<sup>26</sup>. Muita mielenkiintoisia vesistöjen tulvahankkeita ovat mm. Mälaren-järven ilmastokestävyyden parantaminen säännöstelykäytäntöjä muuttamalla<sup>27</sup>.

Meritulvien luonnonmukaista hallintaa on Ruotsissa käsitelty ainakin LIFE COASTadapt -hankkeessa (LIFE 2017, 2018-2022, 4,5 milj. €)<sup>28</sup>. Hankkeen tavoitteena on ilmastonmuutokseen sopeutuminen rannikolla monin luonnonmukaisten ekosysteemipohjaisten toimien avulla. Hanke keskittyy Skåneen alueelle ja rantaeroosioon, mutta mukana on mm. kosteikkoja ja jokien eroosiosuojauksia, jotka myös ehkäisevät tulvavahinkoja. Hankkeen tuloksia tai johtopäätöksiä ei vielä ole julkaistu.

---

<sup>24</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/storm-water-management-in-vaxjo-the-linnaeus-canal-and-vaxjo-lake-lagoons-sweden](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/storm-water-management-in-vaxjo-the-linnaeus-canal-and-vaxjo-lake-lagoons-sweden)

<sup>25</sup> [naturvation.eu/nbs/goteborg/rain-gardens-kviberg](https://naturvation.eu/nbs/goteborg/rain-gardens-kviberg)

<sup>26</sup> [www.goteborg.se/regnrabatter](https://www.goteborg.se/regnrabatter)

<sup>27</sup> [vaxer.stockholm/projekt/slussen/slussen-klimatanpassas/](https://vaxer.stockholm/projekt/slussen/slussen-klimatanpassas/) ja [naturvation.eu/nbs/stockholm/new-water-regulation-plan-lake-malaren](https://naturvation.eu/nbs/stockholm/new-water-regulation-plan-lake-malaren)

<sup>28</sup> [lifecoastadaptskane.se/](https://lifecoastadaptskane.se/)

### **Esimerkki: Tullstorpsån maatalousvaltaisen vesistöalueen kehittäminen**

Tullstorpsån maatalousalueen kehitysprojektissa (2009-2013, n. 1,3 milj. €) keskityttiin uoman mendoonin, uoman kasvuston ja kosteikkojen palauttamiseen sekä suojavyöhykkeiden ja biodiversiteetin kehittämiseen. Hankkeen päätavoitteena oli vedenlaadun parantaminen ja tasaaminen 30 km<sup>2</sup> valuma-alueella, mutta samalla hyötyjä saatiin myös tulvien ehkäisemissä. Hankkeen hyvänä käytäntönä ja onnistumistekijänä oli alueen 90 maanomistajan osallistaminen suunnitteluprosessiin ja toimenpiteiden toteutukseen. Maanomistajat suhtautuivat toteutettuihin ratkaisuihin positiivisesti, koska niistä saadaan ekologisia, taloudellisia ja sosiaalisia hyötyjä. Hankkeessa on kunnostettu 39 kosteikkoa ja 10 km uoma. Haasteena koettiin vedenpidätysratkaisuiden toteuttaminen maatalousalueella, koska ne ovat melko kalliita ja rahoitusta oli vaikea saada maatalouden rahoitusjärjestelmästä kuivatus- ja kastelutavoitteisiin altaisiin. Kuivakausia varten vedenpidätysaltaiden kapasiteetin tulee olla riittävä ja altaiden syviä.

Nyt käynnissä on Tullstorpsån 2.0 -projekti (2019-2025), jossa tavoitteena on alueen maatalouden ilmastokestävyyden parantaminen ([www.tullstorpsan.se](http://www.tullstorpsan.se)). Taustalla on viime vuosina koetut äärisään ilmiöt, lähinnä tulvat ja kuivuus. Projektin tavoitteena on vähentää satotappioita, tasaamalla virtaamia pääasiassa monitoimisten kosteikkojen ja altaiden avulla, sekä muiden luontopohjaisten toimien avulla (mm. kasteluveden uudelleenkäyttö ja mukautuvat kuivatusjärjestelmät). Jatkoprojektissa on tarkoitus toteuttaa kaksi pilottia, joista toinen keskittyy vanhojen myllyn vedenpidätysaltaiden ennallistamiseen ja toinen uuden pidätysaltaan rakentamiseen. Jatkoprojekti on laajuudeltaan ensimmäistä vaihetta suppeampi, mutta toisaalta se keskittyy vedenlaadun sijasta määrään ja on siten luonnonmukaisen tulvarisikien hallinnan kannalta hieman relevantimpi, varsinkin kun käytössä on jo ensimmäisen vaiheen kokemukset. Pilottien kokemusten ja oppien arvellaan olevan helposti siirrettävissä muille alueille ja vastaavia toimia on tarkoitus toteuttaa pilottien onnistuessa myös Tullstorpsån valuma-alueella muualakin. Veden pidättämisestä maatalousalueille on kerrottu yleisesti esimerkiksi Climate-ADAPT -portaalissa ([climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/improved-water-retention-in-agricultural-areas](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/improved-water-retention-in-agricultural-areas)).



Kuvien lähde: [www.tullstorpsan.se](http://www.tullstorpsan.se)

## 4.3 Tanska

### 4.3.1 Nykytila

Tanskassa on tällä hetkellä 14 merkittävää tulvariskialuetta (Kystdirektoratet, 2018). Alueista vain yksi on nimetty pelkästään vesistötulvan vuoksi merkittäväksi, viisi aluetta on nimetty meri- ja vesistötulvan vuoksi ja kahdeksan pelkästään meritulvan vuoksi. Tulvariskien hallintasuunnitelmissa on aika paljon rakenteellisia toimia (Kystdirektoratet, 2018), johtuen mm. merkittävien tulvariskialueiden keskittymisestä rannikolle, jossa laajempia tulvariskien hallinnan hyötyjä saavutetaan yleensä vain rakenteellisin toimin (kuten penkereet). EU -komission 2019 tekemässä arvioinnin perusteella vain yhdessä suunnitelmassa (Holstebro) luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuita (European Commission, 2019c). Varsinkin rannikolla tulvariskien hallintaan kytkeytyy myös eroosion ehkäiseminen. Rannikolla tulvasuojelu kuuluu maanomistajien vastuulle. Meritulvien ohella hulevesitulvat ovat maassa merkittävä tulvariski. Vaikka merkittäviä hulevesitulvien riskialueita ei ole nimetty, kunnissa on tehty paljon töitä luonnonmukaisen hulevesien hallinnan eteen. Kuntien ilmastonmuutoksen sopeutumissuunnitelmat keskittyvät erityisesti hulevesi- ja viemäritulviin (Jebens ym. 2016).

Tulvariskien hallinta kuuluu ympäristö ja ruokaministeriön hallinnonalaan, kansallisesti koordinoinnista vastaa ministeriön alainen Kystdirektoratet (Danish Coastal Authority). Käytännön työ tehdään kuitenkin kunnissa. Myös ilmastokestävyys ja sen arviointi kuuluu kuntien suunnitteluvastuulle. Kuntien tuli maan sopeutumissuunnitelman perusteella laatia ilmastonmuutoksen sopeutumisen toimintasuunnitelmat 2013 loppuun mennessä. Ensimmäisellä tulvariskien hallinnan suunnittelukierroksella 2010-2015 ilmastonmuutos ei ollut keskiössä, mutta jatkokierroksilla sitä tarkastellaan.

### 4.3.2 Strategiat ja ohjelmat

Kansallisella tasolla Tanskassa luontopohjaiset toimenpiteet ja vihreä infra sekä niihin liittyvät politiikkatoimet ovat tunnistettuja toimia sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen että luonnonriskien hallinnan osalta (EEA, 2017). Tanskan kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategia hyväksyttiin 2008 ja kansallinen sopeutumissuunnitelma 2012<sup>29</sup>. Myöskin 2012 julkaistiin toimintasuunnitelma ilmastokeskittävä Tanska. Sopeutumissuunnitelma tähtäsi pitkän tähtäimen lisäksi myös välittömiin toimiin ja kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Sopeutumissuunnitelman perusteella kaikkien kuntien tuli laatia oma sopeutumisen toimintasuunnitelma 2013 loppuun mennessä. Jokaisessa suunnitelmassa on mm. arvioitu ja esitetty alueen tulvariskit sekä priorisoitu paikalliset sopeutumistoimet. Myös joillain sektoreilla on laadittu sopeutumissuunnitelmat (esim. rannikon tulva- ja eroosiosuojelun osalta). Rannikko- ja hulevesitulvat sekä eroosion ehkäisy on nostettu esille myös kansallisessa sopeutumissuunnitelmassa.

2017 Tanskan hallitus käynnisti useita aloitteita tukemaan kuntien ja kiinteistön omistajien tulvasuojelu- ja eroosiosuojaustoita (Danish Ministry of Energy, Utilities and Climate, 2017). Esimerkiksi yhdessä aloitteista oli kolmen vuoden ajaksi käynnistetty kansallinen tulviin ja eroosioon keskittynyt työryhmä, jonka tehtävänä oli auttaa tietoisuuden ja parhaiten käytäntöjen jakamisessa sekä parantaa yhteistyötä erityisesti kuntien kesken. Toinen esimerkki on ohjeista erilaisista rannikon suojaustoimenpiteistä sekä rannikon suojelulain muutos, jonka seurauksena kiinteistön omistajille annettiin enemmän päätäntävaltaa toimenpiteitä valittaessa. Kolmas esimerkki on 2018 voimaan tullut lakimuutos, joka edellyttää kuntia tunnistamaan ja esittämään tulva- ja eroosioherkät alueet kaavoissaan sekä antaa kunnille suuremmat valtuudet toimiin tulvavahinkojen ehkäisemiseksi, mm. edellyttämällä rakennushankkeeseen ryhtyvältä korjaavia toimia mahdollisen tulvavaaran varalta (Erhvervsstyrelsen, 2019). Lakimuutoksen vaikutukset eivät vielä näy käytännössä, mutta yhdessä tulvadirektiivin täytäntöönpanon kanssa se vaikuttanee merkittävästä tulvariskien hallinnan kehitykseen lähivuosina.

<sup>29</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/](https://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/)

Kansallisen vihreän infrastruktuurin politiikan ja luontostrategian yhtenä painopisteenä on vapaasti suomennettuna ”lisää ja parempaa yhteistyötä luonnon kanssa”. Luontopohjaiset tulvariskien hallinnan hankkeet ovat kuitenkin keskittyneet lähes pelkästään kaupunkeihin ja hulevesitulviin. Rannikkostrategian toimet koostuvat lähes yksinomaan rakenteellisista ratkaisuista, erityisesti alueilla, joilla yksityiset maanomistajat ovat vastuussa niiden toteutuksesta koska ne koetaan halvempina ja vaikutukset ovat heti nähtävissä (Kok ym. 2020). Vesistöissä ja rannikolla tehdyt luontopohjaiset toimet ovat tehty ensisijaisesti muista kuin tulvariskien hallinnan tavoitteista, vaikka niillä saavutetaankin ainakin jonkin verran myös tulvasuojeluhyötyjä. Esimerkiksi Kööpenhaminassa on strategioiden ja toteutuksen tasolla tunnistettu vihreän infrastruktuurin monihyötyisyys ja nähty vihreän infrastruktuurin hyödyntämisen mahdollisuudet, myös hulevesitulvariskien hallinnan, luontopohjaisissa ratkaisuissa (Paloniemi, 2019).

#### 4.3.3 Toimenpiteiden arviointi

Tanskassa luontopohjaisten ratkaisuiden ja sinivihreän infran kustannukset on arvioitu neljäsosaksi siitä mitä perinteiset hulevesitulvien riskien hallinnan ratkaisut maksaisivat (Brudler ym. 2016). Sinivihreän infran ympäristöjalanjälki on lisäksi selvästi pienempi perinteisempiin harmaan infran (eli rakennetut rakenteet kuten penkereet ja kanavat) ratkaisuihin verrattuna. Toisaalta EU-maiden vertailussa jokien kunnostamisen (uudelleen meandroinnin) yksikkökustannukset arvioitiin suurimmiksi Tanskassa (n. 160 000 €/ha/a) (EEA, 2017).

NAIAD-projektissa on kehitetty bayesilaiseen mallinnukseen perustuvaa arviointikehikkoa sinivihreiden hulevesien hallintatoimien vakuutusarvojen arvioimiseen. Pilottikohteena on Kööpenhamina ja tavoitteena on osoittaa, millaisia hyötyjä alueen asukkaat ja muut toimijat voisivat saada luontopohjaisista ratkaisuista mm. alentuneina vakuutusmaksuina. Hankkeen tuloksia ei ole vielä raportoitu. Skernjoen ennallistamishankkeesta tehtiin jälkikäteen laaja moninaiset näkökulmat huomioon ottava kustannus-hyötyanalyysi 2000-luvun alussa (Dubgaard ym. 2005). Siitä saatuja kokemuksia on hyödynnetty sen jälkeen luontopohjaisten ratkaisuiden kustannusten ja hyötyjen arvioinnissa maan luontopolitiikassa ja päätöksenteossa.

Iacob ym. (2014) arvioivat luonnonmukaisia tulvariskien hallintatoimia ekosysteemipohjaisen lähestymistavan avulla 25 kohdealueella pääosin Euroopassa. Yksi kohdealueista oli Tanskan Lilea. Lilean kaksitasouoman toteuttamisen ja rantakasvillisuuden ennallistamisen arvioitiin tuottaneen tärkeitä biodiversiteetti- ja virkistyskäyttöhyötyjä (Hansen, 1996). Iacobin ym. tekemä arviointi perustui Britannian kansallisessa ekosysteemipalveluiden arvioinnissa<sup>30</sup> käytettyyn ekosysteemipalvelukehiköön ja arvioinnissa verrattiin myös esimerkkitoimenpiteiden ilmastokestävyyttä. Artikkelin ei käsittelemä esimerkkejä Itämeren maista, mutta käsitellyt esimerkit ja arviointimenetelmä ovat sovellettavissa. Tarkastelun perusteella Iacob ym. korostavat koko valuma-alueen sekä muuttuvien olosuhteiden huomioon ottamista luonnonmukaisten toimien arvioinnissa, jotta kokonaisuhyödyt saadaan paremmin kuvattua.

#### 4.3.4 Keskeiset haasteet

Merkittävien tulvariskialueiden kunnissa haastetta ja sekaannusta aiheutti ensimmäisten tulvariskien hallintasuunnitelmien laatimisen aikoihin (2011-2015) kansalliseen sopeutumissuunnitelmaan kirjattu määräys, että kaikkien kuntien oli laadittava omat sopeutumissuunnitelmansa 2013 loppuun mennessä. Sopeutumissuunnitelmien tuli keskittyä tulviin ja eroosioon, joten merkittävien tulvariskialueiden kunnissa (22 maan 98 kunnasta) tehtiin hieman päällekkäistä työtä tulvadirektiivin ja sopeutumissuunnitelmien kesken (Jebens ym. 2016). Sopeutumissuunnitelmien tarkistamisen sykli on neljä vuotta ja hallintasuunnitelmien kuusi vuotta, joten suunnitelmien päivittämisessä riittää kunnille töitä jatkossakin.

---

<sup>30</sup> [uknea.unep-wcmc.org/](http://uknea.unep-wcmc.org/)



Toisaalta kuntien suunnitelmat edistävät tulvariskien hallintaa niissä kunnissa, jotka eivät ole merkittäviä tulvariskialueita ja joissa ei siten tehdä hallintasuunnitelmia.

Luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden toteutuksen haasteena vesistöjen varsilla ja rannikolla on usein maanomistukseen liittyvät haasteet. Esimerkiksi Odense-joen ennallistamishankkeessa maanomistajat eivät olleet halukkaita osallistumaan hankkeeseen. Hankkeessa kuitenkin kehitettiin sellaisia toimia, joista maanomistajatkin kokivat saavansa hyötyjä (mm. maaperän lujittaminen) ja siten paransivat maanomistajien vapaaehtoista sitoutumista hankkeeseen. Rannikolla yksityisten maanomistajien tulee osallistua tulvasuojelukustannuksiin, vaikka he olisivatkin vain kiinnostunut oman maansa suojaamisesta yleensä vieläpä lyhyellä aikajänteellä. Kokemuksen perusteella maanomistajat usein suosivat perinteisiä harmaita ratkaisuja (Danish coastal authority, 2019b).

Ympäristö- ja hulevesilainsäädäntö eivät vastaa täysin hulevesien kasvavaan hallintatarpeeseen ympäristö- ja taloudellisista näkökulmista. Kööpenhaminan kaupunki on tehnyt hulevesien hallintasuunnitelmastaan saamiensa kokemusten perusteella useita lakimuutosehdotuksia maan ympäristö- ja ruokaministeriölle, lähinnä hulevesimaksuja ja maankäyttöä koskeviin lakeihin. Voimassa oleva lainsäädäntö estää hulevesien pintavaluntaratkaisujen toteuttamisen olemassa olevilla kaduilla, koska esimerkiksi vesilaitokset saavat rahoittaa vain suoraan hulevesien hallintaan liittyviä toimia, eikä edellä mainittuja toimia voida rahoittaa esimerkiksi hulevesimaksuilla<sup>31</sup>.

#### **Esimerkki: Kööpenhaminan hulevesien hallintasuunnitelma**

Kööpenhaminassa on laadittu ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma vuonna 2011, jossa esitettiin mm. viheralueiden suunnittelua hulevesitulvien pidättämistä varten. Suunnitelma edellyttää mm. viherkattoja kaikille uusille tasakattoisille rakennuksille (OECD, 2020). Kaupunki on laatinut myös hulevesien hallintasuunnitelman 2012. Suunnitelman lähtökohtana oli vuonna 2011 sattunut laajoja vahinkoja aiheuttanut rankkasade (mm. lentokentän osittainen sulkeminen tieyhteyksien katkettua). Suunnitelma pitää sisällään 300 toimenpidettä, keskittyen lähinnä vedenpidättämiseen ja viemärintiin, sekä yksityiskohtaisen hallintasuunnitelman toteutettavaksi seuraavan 20 vuoden aikana. Toimenpiteitä toteutetaan noin 15 vuosittain ja joka vuosi kaupunki priorisoi seuraavaksi toteutettavat toimenpiteet. Toimenpiteiden toteutuksen tueksi muotoiltiin kuusiportainen toimintamalli ("Copenhagen Cloudburst Formula") joka tukee sinivihreiden toimenpiteiden arviointia ja tehokasta toteuttamista ([oppla.eu/casestudy/18017](http://oppla.eu/casestudy/18017)). Toimintamalli on hyödynnettävissä muissakin kaupungeissa ja hulevesien hallintasuunnitelmissa, riippumatta toteutuksen laajuudesta. Toimenpiteille tehdyn sosioekonomisen arvioinnin perusteella perinteisillä viemärintiratkaisuilla sekä vihreillä hulevesien hallinnan keinoilla saavutetaan kaupungin asettamat hulevesien hallinnan tavoitteet, mutta vihreiden ratkaisuiden kokonaiskustannukset ja -hyödyt ovat suuremmat (n. 3mrd. DKK verrattuna viemärintiin -4 mrd. DKK) ([climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan)).

<sup>31</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan/#legal\\_aspects](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan/#legal_aspects)



#### 4.3.5 Hyvät käytännöt

Vesistöjen luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan esimerkeistä voidaan mainita Århusin joen ennallistamisprojekti<sup>32</sup>. Pitkäkestoinen hanke tähtää sekä vedenlaadun ja tulvariskien hallintaan. Hankkeessa on tuotu uudelleen esiin koteloitu joki sekä mm. toteutettu pari pientä pidätysallasta. Joki ja sen sivu-uomat ovat tärkeässä roolissa tulvien pidättämisessä ja jätevesien ylivuotojen ehkäisyssä. Århusin alueella on lisäksi toteutettu Egå Engsø -tekojärvi ja kosteikko<sup>33</sup>, jonka ensisijaisena tavoitteena on vähentää nitraatin kulkeutumista mereen ja parantaa alueen monimuotoisuutta, mutta myös vähentää tulvariskiä. Innovatiivista ja skaalausmahdollisuuksia tarjoavaa hankekokonaisuudessa on useiden eri pienien ja laajempien luontopohjaisten ratkaisuiden toteuttaminen samalla vesistöalueella, eli niiden ketjuttaminen.

Århus on investoinut voimakkaasti hulevesien hallintaan ja kaupungissa on tehty myös hulevesien hallinnan luonnonmukaisia ratkaisuja viime vuosina, mm. sadevesipuutarhoja ja avouomia Risvangenin lähiössä<sup>34</sup> sekä kaupungin keskustan kaupunkipuiston ilmastokestävyyden parantaminen mm. sadevesien hallinnan kehittämisen kautta<sup>35</sup>.

Myös Odense-joen kunnostuksessa on toteutettu erilaisia luonnonmukaisia toimia erityisesti tulva-herkkien alueiden ennallistamisessa. Hankekokonaisuus on toteutettu tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon tavoitteita ajatellen. Hanke toteutettiin vapaaehtoisten sopimusten perusteella<sup>36</sup>.

Seden Strand Odense-vuonossa on yksi Tanskan merkittävistä tulvariskialueista sekä Natura 2000 -alue. Kohteessa alavien alueiden tulvapenkereet on siirretty sisämaahan päin, jolloin ranta-alueen on ajateltu muuttuvan luonnollisesti ajan kuluessa rantaniityiksi<sup>37, 38</sup>. Toimien avulla asutuksen tulvasuojautaso paranee ja luonnon monimuotoisuus rannan tuntumassa lisääntyy.

Ringkøbing on kohdealueena myös C5a -projektissa (Interreg, 2019-2021)<sup>39</sup>. Ringkøbing on Tanskan suosituimpia turismialueita ja projektissa on tarkoitus kehittää sosioekonomisesti kestävä strategia alueen ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi (erityisesti meritulvat) ja samanaikaisesti tarjota monipuolisia palveluja alueen käyttäjille ja eri sidosryhmille. C5a -projekti perustuu kokonaisvaltaiseen tulvariskien hallintaan (Cloud-to-Coast, C2C). Tavoitteena on parantaa tulvasuojelua erityisesti rakenteellisin menetelmin sekä lisätä resilienssiä tulvariskialueilla. Toinen kokonaisvaltaista tulvariskien hallintaa käsittelevä Pearl -hankkeen (FP7, 2014-2018) esimerkki on Tanskasta Greve, jossa tulvariskien hallinta tuli yhteensovittaa kaupungin hulevesijärjestelmän, ympäröivän maaseudun sekä meritulvariskien osalta<sup>40</sup>. Hankkeessa mallinnettiin ja arvioitiin rankkasateiden ja meritulvien yhteistodennäköisyyksiä nykytilanteessa ja tulevaisuudessa.

---

<sup>32</sup> [naturvation.eu/nbs/arhus/aarhus-river-project](http://naturvation.eu/nbs/arhus/aarhus-river-project)

<sup>33</sup> [www.reconnect.eu/network-of-cases/greater-aarhus/](http://www.reconnect.eu/network-of-cases/greater-aarhus/)

<sup>34</sup> [naturvation.eu/nbs/arhus/climate-adaptation-risvangen](http://naturvation.eu/nbs/arhus/climate-adaptation-risvangen)

<sup>35</sup> [naturvation.eu/nbs/arhus/spark-project](http://naturvation.eu/nbs/arhus/spark-project)

<sup>36</sup> [nwrn.eu/case-study/restoration-odense-river-denmark](http://nwrn.eu/case-study/restoration-odense-river-denmark)

<sup>37</sup> [medium.com/@reconnect.project2018/combining-interests-through-nature-based-solutions-in-odense-denmark-1728b5979643](https://medium.com/@reconnect.project2018/combining-interests-through-nature-based-solutions-in-odense-denmark-1728b5979643)

<sup>38</sup> [www.reconnect.eu/network-of-cases/seden-strand-odense/](http://www.reconnect.eu/network-of-cases/seden-strand-odense/)

<sup>39</sup> [northsearegion.eu/c5a/case-studies/ringkoebing-fjord-dk](http://northsearegion.eu/c5a/case-studies/ringkoebing-fjord-dk)

<sup>40</sup> [www.pearl-fp7.eu/casestudies/denmark/](http://www.pearl-fp7.eu/casestudies/denmark/)

### **Esimerkki: Luonnon prosesseihin perustuvien meritulvatoimenpiteiden toimivuuden arviointi**

Meritulviin ja eroosioon varautumista parannettiin Pohjanmeren rantavaltioiden yhteisessä Building With Nature -hankkeessa (Interreg 2014-2020) edistämällä tietopohjaa luontopohjaisista ratkaisuksista sekä selvittämällä, miten toimia voitaisiin edistää politiikkatoimien ja rahoituksen kautta. Hankkeeseen osallistuivat Skotlanti, Alankomaat, Saksa, Belgia, Ruotsi, Tanska. Tanskan toimenpiteet keskittyivät rannikon eroosiorantojen uudelleentäyttöön (*sand nourishment*) Skodbjergissä (Danish coastal authority, 2018; 2019a) ja Ringkøbingissä (Kok ym. 2020).

Hankkeen osaraportissa selvitettiin toiminen sosioekonomisia vaikutuksia, mahdollisuutta toteuttaa toimivia ratkaisuja laajamittaisemmin sekä vertailtiin luontopohjaisten ja perinteisten rakenteellisten meritulvariskien hallinnan toimia. Sekä perinteiset että luontopohjaiset toimenpiteet arvioitiin toimiviksi rannikon tulvariskien hallinnassa, mutta rakenteelliset toimenpiteet häiritsevät luonnon omia prosesseja kuten rantasedimentaatiota ja kiihdyttävät siten eroosiota ja monimuotoisuuden heikkenemistä. Luontopohjaiset ratkaisut ovat lisäksi usein helpommin mukautuvia muuttuviin olosuhteisiin. Hankkeen suosituksia ovat 1) maanomistajalähtöinen suunnittelu ja tietoisuuden lisääminen luontopohjaisista ratkaisuksista, 2) kannustimet rannikon politiikkaan ja suunnitteluun tuomalla se osaksi kuntien muuta suunnittelujärjestelmää, sekä 3) luontopohjaisten toimien vaikuttavuuden esiin tuominen mm. monipuolisin konkreettisin esimerkein.

## **4.4 Saksa**

### **4.4.1 Nykytila**

Saksa on vuosina 2007-2013 käyttänyt EU-maista selvästi eniten EU-rahoitusta tulvariskien hallintaan liittyviin vihreän infrastruktuurin hankkeisiin (yht. yli 40 milj.€) (EEA, 2017). Itämeren maista myös Puola, Ruotsi ja Tanska ovat käyttäneet EU-rahoitusta suhteellisen paljon, Suomi ja Baltian maat huomattavasti vähemmän. Saksan pinta-alasta vain osa kuuluu Itämeren valuma-alueeseen. Tässä raportissa keskitymme tuohon alueeseen, joten vain pieni osa koko valtion luonnonmukaisista toimista on käyty läpi. Toisaalta Saksa koostuu 16 osavaltiosta, joilla jokaisella on omaa päätäntövaltaa tulvariskien hallinnassa<sup>41</sup>. Paikallisviranomaisilla on perustuslakiin kirjattu velvollisuus suojella taajamia meritulvilta. Jossain osavaltioissa osavaltio itse vastaa tulvariskien hallintatoimien toteutuksesta ja niiden ylläpidosta, kun taas toisissa osavaltioissa vastuu on kunnilla, vesilaitoksilla tai yksityisillä. Vastuut määritellään kunkin osavaltion omassa vesilaissa.

Tulvariskien hallinta Saksassa perustuu kolmeen johtoajatukseen: luonnonmukainen vesien pidättäminen, tekninen tulvasuojelu, sekä tulvien ehkäisy (European commission, 2015a). Liittovaltiotasoinen vesiasioiden työryhmä (LAWA) on laatinut vesipuite- ja tulvadirektiivien toimenpidekatalogin sekä suositukset direktiivien yhteensovittamiseksi, joita osavaltiot soveltavat. Yhteisessä katalogissa on sata toimenpidetyyppiä vesienhoidolle ja 29 tulvatoimenpidetyyppiä sekä yhdeksän käsitteellistä toimea. Viisi toimenpidetyyppiä liittyy luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan / vesien pidättämiseen: luonnonmukainen vesien pidättäminen valuma-alueella, luonnonmukainen vesien pidättäminen tulva-alueella, pintavalunnan vähentäminen, hulevesien pidättäminen, tulvaherkkien alueiden ennallistaminen. Toimenpiteitä tarkennetaan hallintasuunnitelma- ja osavaltiotasolla (European Commission, 2015a). Tulvariskien hallinnan kansalliset tavoitteet on jaettu neljään laajempaan kokonaisuuteen, jotka

<sup>41</sup> Introduction Law to the German Civil Code (EGBGB) Art. 66)

koostuvat osatavoitteista. Nykyisten riskien vähentämisen päätavoitteen painopiste ja yksi osatavoite on luonnollisen vedenpidätyskyvyn parantaminen.

Itämeren valuma-alueelta on laadittu tulvariskien hallintasuunnitelmat kolmelle alueelle: Schlei-Traven vesienhoitoalue (koostuu useista pienistä valuma-alueista), Warnow-Peene (koostuu useista pienistä valuma-alueista) ja Oder (rajavesistö Puolan ja Tshekin kanssa)<sup>42</sup>. Itämeren rantaviivaa on Mecklenburg-Vorpommernin ja Schleswig-Holsteinin osavaltioilla yhteensä 2000 kilometriä. Kansallisesti meritulvariskien hallinnan merkitys on kuitenkin suurempi Pohjanmeren rannikolla, jossa maa on alavampaa sekä riskit ja toteutetut toimenpiteet eri mittaluokkaa kuin Itämeren puolella (European Commission, 2009a). Toisaalta eroosio Saksan Itämeren rannikolla aiheuttaa suuria haasteita ja rantojen uudelleentäyttö (*beach nourishment*) onkin paljon käytetty toimenpide.

#### 4.4.2 Strategiat ja ohjelmat

Saksan kansallinen ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategia julkaistiin 2008 ja toimintasuunnitelma vuonna 2011. Toimintasuunnitelma arvioidaan ja päivitetään viiden vuoden välein. Sopeutumisstrategian päivityksen yhteydessä vuonna 2015 priorisoitiin ilmastonmuutokseen liittyvät riskit ja toimenpiteet. Keskeisiksi kansallisiksi haasteiksi tunnistettiin helleaallot, vedenkäyttö/kesän kuivuudet, eliöstön muutokset sekä kolme eri tulvatyyppiä (hulevesi-, vesistö-, meri-). Hulevesitulvariski arvioitiin suurimmaksi rakennuksille ja infrastruktuurille Luoteis-Saksan alavilla alueilla, Keski-Saksan ylängöllä ja Lounais-Saksassa. Vesistötulvariskin arvioitiin suurimmaksi rakennuksille ja infrastruktuurille Pohjois-Saksan jokilaaksoissa sekä Reinin ja Tonavan vesistöalueella. Meritulvariski arvioitiin merkittäväksi kaikilla rannikkoalueilla, mutta erityisesti vasta tulevaisuudessa.

Osavaltiotasolla rannikolla sijaitsevat osavaltiot ovat tehneet omat rannikon tulva- ja eroosiosuojasuunnitelmansa ilmastonmuutos huomioon ottaen. Esimerkiksi Schleswig-Holsteinissa jo 1995 laaditun rannikon marskimaiden hallintasuunnitelman toimenpiteet kattavat luonnonsuojelun lisäksi marskimaiden, vesijättöalueiden ja rantakosteikoiden merkityksen tulvariskien hallinnassa ja biodiversiteetin säilyttämisessä. Varsinainen rannikon suojelusuunnitelma laadittiin vuonna 2001 1/100a tulvalta suojaamiseen vuoteen 2015 mennessä. Suunnitelma päivitettiin 2012 (MELUR, 2013). Myös Mecklenburg-Vorpommernin alueelta on laadittu vastaava suunnitelma suunnilleen samalle tulvasuojelutasolle.

Vaikka varautumisvastuu on pääasiassa osavaltioilla, voi hankkeille ja toimenpiteille saada kansallista rahoitusta enimmillään 70 %, mutta ylläpito rahoitetaan osavaltion varoista<sup>43</sup>. Koko Saksa on jaettu kymmeneen tulvariskien hallinnan suunnittelun alueeseen, joiden ensimmäisissä hallintasuunnitelmissa ehdotettujen toimenpiteiden kustannuksiksi on arvioitu yhteensä 5,5 mrd. €<sup>44</sup>. Solidaarisuusperiaatteen mukaan (vahingot kokonaisuutena ylä- ja alajuoksua tarkastellen mahdollisimman vähäiset) liittovaltion hallitus osallistuu merkittävilta osin toimenpiteisiin, jotka lisäävät veden pidättämistä valuma-alueella ja antavat jokiuomille tilaa tulvia. Vuonna 2015 voimaan tulleen tulvasuojelun puitesuunnitelman tavoitteena on parantaa maatalouden ja tulvariskien hallinnan yhteensovittamista ja siten luonnonmukaista tulvariskien hallintaa.

Kansallista vihreään infrastruktuuriin liittyvää suunnittelua ohjaa vuonna 2017 julkaistu kansallinen vihreän infran strategia sekä 2015 julkaistu ministeriöiden yhteinen päätelmä ”Green spaces in the City” sekä sen pohjalta 2018 laadittu white paper (Davis ym. 2018). Kansallisella tasolla Saksassa käytetään tämän raportin teemaan liittyen eniten termejä vihreä infra ja luonnonmukainen tulvariskien hallinta, mutta esimerkiksi luontopohjaiset ratkaisut eivät ole terminä kovin käytetty. NATURVATION -hankkeessa tehdyn arvioinnin perusteella Saksan politiikkatoimet käsittelevät selkeimmin vertailluista maista luontopohjaisia ratkaisuja ja tukevat voimakkaasti niiden toteuttamista, erityisesti urbaaneihin ratkaisuihin keskittyen (Davis ym. 2018).

<sup>42</sup> suunnitelmat saatavilla osoitteesta: [www.wasserblick.net/servlet/is/148748/](http://www.wasserblick.net/servlet/is/148748/)

<sup>43</sup> [www.wasserblick.net/servlet/is/148748/](http://www.wasserblick.net/servlet/is/148748/)

<sup>44</sup> [www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/hochwasservorsorge/](http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/hochwasservorsorge/)

Saksassa on ainakin kaksi rahoitusinstrumenttia, joista voi saada tukea luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan. Metsä-ilmasto -rahasto (Waldklimafonds)<sup>45</sup> on valtakunnallinen ohjelma, joka tukee metsien ilmastonmuutokseen sopeutumisprojekteja, erityisesti keskittyen vedenpidättämiseen metsissä. MoorFutures<sup>46</sup> on vapaaehtoinen hiilidioksidipäästöjen kompensointityökalu, joka on käytössä Mecklenburg-Vorpommernin ja Brandenburgin osavaltioissa. Kerätty rahoitus on käytetty hiilinieluinä toimivien turvemaiden ja vastaavien suojelemiseen ja ennallistamiseen, mutta ne toimivat samalla myös vedenpidätysalueina.

#### 4.4.3 Toimenpiteiden arviointi

Kansallinen toimenpidekatalogi ja siinä määritellyt toimenpiteet sekä kansalliset tavoitteet määrittelevät aika pitkälti sen, minkälaisia toimenpiteitä alueella voidaan arvioida toteutettavan. Lisäksi ylhäältä liitovaltiotasolta osavaltioiden ja valuma-alueiden kautta kuntatasolle vaiheittain tarkentuva suunnitteluprosessi tekee siitä melko kankean ja saattaa ohjata toimenpiteiden arviointia ja valintaa kvantitatiivisten menetelmien suuntaan.

Esimerkiksi Mecklenburg-Vorpommernin tulvariskien hallinnan suunnitteluohje antaa tarkat raamit suunnittelulle ja jättää toimenpidekohtaiselle arvioinnille pienen liikkumavaran (LUNG, 2014). Ohjeistuksessa ei myöskään mainita sanaa luonto kertaakaan. Myöskään Schlei/Traven hallintasuunnitelmassa luonnonmukaisilla toimenpiteillä ei ole merkittävää roolia (MELUR, 2015). Joitakin tulvaherkkien alueiden ennallistamistoimia alueella on kuitenkin ehdotettu.

Oderin rajavesistöalueen hallintasuunnitelmassa korostuu enemmän vesistöalueelle ominaisesti valumavesien pidättämisen myötä luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden mahdollisuudet. Toimenpiteiden arvioinnissa on myös täytynyt ottaa huomioon naapurimaiden Puolan ja Tšekin kansalliset tulvariskien hallinnan tavoitteet ja arviointikäytännöt sekä EU:n ohjeistus ja kannustus luonnonmukaisiin toimiin. Oderin osalta luonnonmukaisia tulvariskien hallintatoimia suunniteltiin 1. kierroksen hallintasuunnitelmassa toteutettavaksi maittain seuraavasti: Puola 1, Saksa 22 ja Tšhekki 0 toimenpidettä (IKSO, 2015).

Koillis-Saksassa tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin miten tulvaherkkien alueiden metsätyypin ja puulajin muutos vaikuttaa tulvien pidättämiseen (Wahl ym. 2005). Metsämuutoksella voi olla vaikutusta lisääntyneen pintavalunnan kautta tulvien pidättämiseen tai imeytymiseen jopa sadan vuoden päähän muutoksen tekemisestä. Siksi tulvaherkkien alueiden kasvillisuuden muutoksia ja seurantaa pitäisi tehdä pitkällä aikajänteellä.

---

<sup>45</sup> [www.waldklimafonds.de](http://www.waldklimafonds.de)

<sup>46</sup> [www.moorfutures.de/en/projects/projectregister](http://www.moorfutures.de/en/projects/projectregister)

### **Esimerkki: Rannikon tulvasuojelutoimenpiteiden luonnonmukaisuuden arviointi**

van der Nat ym. (2016) luokittelivat rannikon tulvasuojelutoimenpiteitä niiden luonnonmukaisuuden perusteella Belgian, Alankomaiden ja Saksan Pohjanmeren rannikon alueelta viiteen luokkaan. Ekosysteemipohjaisen (*ecosystem-based management*) mukaisen kriteeristön perusteella 85 % tarkastellusta rannikosta on suojattu rakenteellisin toimenpitein. Monin paikoin tulvasuojelua ei voida parantaa luontopohjaisin ratkaisuin, mutta yhdistetyt hybriditoimenpiteet ja luonnonmukaisen suunnittelun huomioon ottaminen prosessissa voisivat parantaa monien toimenpiteiden luonnonmukaisuusluokittelua. Tarkastelualueen toimenpiteistä tällaisten osuudeksi arvioitiin 45 %.

van der Natin ym. (2016) käyttämä arviointimenetelmä toimenpiteiden luonnonmukaisuuden arviointiin perustuu toimenpiteiden arviointiin, miten ne a) ylläpitävät ekosysteemit terveellisessä, tuottavassa ja sopeutuvassa kunnossa, sekä b) tuottavat ihmisten haluamia ja tarvitsemia ekosysteemipalveluita. Itse arviointi tapahtuu neljässä vaiheessa: 1) toimenpiteiden luokittelu niiden tyyppin mukaan, 2) luokittelu ekologisten kriteereiden perusteella, 3) luokittelu ekosysteemipalvelumahdollisuuksien perusteella, sekä 4) yhteenveto.

Samat arviointimenetelmät ja johtopäätökset ovat sovellettavissa myös Saksan Itämeren rannikolle (mm. Schleswig-Holsteinilla rantaviivaa Pohjanmeren ja Itämeren puolilla) ja ehkä myös laajemmin koko Itämeren alueelle. Ainakin jos tarkastellaan vain meritulvariskien hallinnan toimia, jotka usein sisältävät ainakin osittain rakenteellisia elementtejä.

#### **4.4.4 Keskeiset haasteet**

Keskeisenä haasteena Saksan Itämeren valuma-alueella voidaan pitää tulvariskien hallinnan toimenpiteiden keskittymistä rannikolle, jossa luonnonmukaiset toimet eivät yksinään ole riittäviä meritulvilta suojautumiseksi. Usein rakenteelliset harmaat tulvasuojeluratkaisut varmistavat tietyn tulvasuojelutason ja turvan heti valmistuttuaan. Luonnonmukaisten tekijöiden huomioon ottamista osaksi niitä ei ole vielä laajamittaisesti hyödynnetty. Yksi haaste liittyy myös osavaltioiden päätäntävaltaan ja erilaisiin käytäntöihin. Liittovaltio ohjaa tulvariskien hallintaa ja luontopolitiikkaa osittain, osavaltiot osittain ja monissa osavaltioissa toteutusvastuu on kunta- tai yksilötasolla. Ylhäältä-alas hierarkia voi olla jäykkä eikä aina ehkä tarjoa mahdollisuutta hyödyntää luonnonmukaisia innovatiivisia ratkaisuita tai löytää niihin rahoitusta.

#### **4.4.5 Hyvät käytännöt**

Yksi tyyppiesimerkki Saksassa tehdyistä rannikon tulvasuojelutoimista on Timmendorfer Strandin kunnassa, Lyypekin lähellä 1991-2011 tehty rannikon tulvasuojelusuunnitelma<sup>47</sup>. Vaikka toimenpide ei ole luonnonmukaiseksi luokiteltava, on sen toteuttamisessa otettu huomioon alueen ominaispiirteet ja arvioitu moninaisia hyötyjä – tosin tässä tapauksessa enemmänkin turismin kuin luonnon näkökulmasta.

Osallistava suunnittelu oli heti alusta alkaen prosessin keskiössä, mm. sosioekonomisten tekijöiden arvioinnissa ja toimenpiteiden valinnassa, koska asukkaat eivät pitäneet olemassa olevan suojaustason korottamista tarpeellisenä. Lopulta toteutettavaksi valittiin ideakilpailun perusteella ponttiseinämuuri luonnollisen rantavallin kohdalle. Valmistuttuaan 2011 se mahdollisti edelleen merinäkökuvan säilymisen

---

<sup>47</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/timmendorfer-strand-coastal-protection-strategy-germany/](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/timmendorfer-strand-coastal-protection-strategy-germany/)

rantakadulta. Rantaravintoloiden kohdalla osa vallista tehtiin lasista. Toteutuksen yhteydessä pyrittiin myös luomaan uusia ekosysteemejä.

Joitain muitakin vastaavia esimerkkejä rannikon ilmastonmuutokseen sopeutumistoimista löytyy mm. julkaisusta 'Coastal adaptation processes in the German Baltic Sea Region' (The Coastal Union Germany, 2014).

Vesistötulvien osalta Itämeren valuma-alueelta ei löytynyt erityisen hyviä luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan esimerkkejä. Elbeltä, läheltä Lenzeniä, alle 100 km Itämeren rannikolta, löytyy laaja tulva-alueen laajentamistoimenpide (European Commission, 2015c). Vuonna 2009 tulvapenger siirrettiin reilun kilometrin kauemmaksi uomasta ja osa vanhasta penkereestä poistettiin samalla antaen joelle tilaa tulvia ja mahdollistamalla uusien tulvaniittyjen ja rantakasvillisuuden kehittyminen joen varrelle. Uutta tulvaniittyä syntyi 420 ha, joka oli ainakin vielä muutama vuosi sitten Saksan laajin penkereiden siirrolla aikaan saatu tulvimistilan lisäys. Toimenpiteiden yhteydessä myös istutettiin uutta tulvametsää ja perustettiin tulvaniittyä. Toimenpiteen laajuuden takia jouduttiin toteuttamaan myös laajoja maanomistuksen uudelleenjärjestelyjä sekä tekemään tiivistä yhteistyötä eri tahojen kanssa. Brandenburgin osavaltion tulvaherkkien alueiden ennallistamisaloitteen lisäksi toimenpiteen toteutukseen vaikutti alueen ison maatilan omistaja, joka oli alusta asti innokkaasti mukana kannattamassa hanketta.

## 4.5 Puola

### 4.5.1 Nykytila

Vuoden 2018 alussa perustettiin kansallinen vesien hallinnan yhteenliittymä 'Wody Polskie' (eng. Polish Waters) ottamaan kokonaisvastuun maan vesivarojen hallinnasta. Polish Waters on ottanut kaikki vastuut, oikeudet, tehtävät ja määräykset kansalliselta ja alueellisilta vesihallituksilta. Myös vesilaki päivitettiin vuoden 2018 alussa. Ennen tätä hallinnollista uudistusta erityisesti maan- ja kiinteistöjen omistukseen ja vastuisiin liittyvät haasteet koettiin esteiksi tulvariskien hallinnalle eikä kattavaa kansallista strategiaa ollut (Matczak ym. 2016). Vesistötulvien hallinta kuului alueelliselle vesihallitukselle, kun uoman pohja ja ympäröivä maa-alue kuuluu kansallisen vesihallituksen vastuulle (Futter, 2014a). Rantaviiva välittömästi jokiuoman vieressä kuului paikallisviranomaisille (kunnat), mutta tulvasuojaustoimenpiteet alueellisille viranomaisille. Vielä monimutkaisemmaksi hallinnan teki se, että virtaaman suuruus uomassa määritteli, miten uomaa ja siinä tehtäviä toimenpiteitä hallitaan. Sekava hallintokäytäntö on edellyttänyt tehokasta alueidenkäytön suunnittelua ja koordinaatiota eri tahojen kesken ja vaikuttaa edelleen tulvariskien hallinnan tilaan maassa.

Ensimmäiset tulvariskien hallintasuunnitelmat 2015 laadittiin Odran, Veikselin ja Pregolan vesistö-alueille<sup>48</sup>, jotka yhdessä kattavat lähes koko maan. Lisäksi suunnitelmat laadittiin yhdeksälle vesialueelle. Suunnitelmien 2016-2021 toimenpiteiden toteutuksen kustannusarvio on yhteensä 2,8 mrd. €. Summassa on mukana lähes kaikkien toimenpide-ehdotusten kustannukset sisältäen luonnonmukaisia, rakenteellisia ja ei-rakenteellisia toimenpiteitä (European Commission, 2019d). Esimerkiksi Suomeen verrattuna toimenpiteiden keskimääräiset kustannukset ovat suurempia, eli ne ovat laajempia ja/tai sisältävät enemmän kalliita rakentamistoimia. Pääasiassa toteutetut toimenpiteet ovat olleet rakenteellisia, mutta tulvadirektiivin myötä erityisesti sidostahot ovat kiinnostuneet entistä enemmän luonnonmukaisista toimenpiteistä kuten jokien ennallistamisesta. EU on tukenut maan tulvariskien hallinnan suunnittelun rahoitusta ensimmäisellä ja toisella suunnittelukierroksella, ja se on osaltaan edistänyt luonnonmukaisten ja ei-rakenteellisten ratkaisuiden ottamista huomioon toimenpiteiden arvioinnissa. Vuoden 1997 (Odra-joki) ja 2010 (Odra ja Veiksel) tulvat aiheuttivat suuria vahinkoja (kymmeniä kuolleita ja n. 3 mrd. € kumpikin), ja ovat vaikuttaneet maan tulvariskien hallinnan kehitykseen. Niiden alueiden

---

<sup>48</sup> [powodz.gov.pl/en/plans](http://powodz.gov.pl/en/plans)



hallintasuunnitelmissa korostetaan myös tulvaherkkien alueiden parempaa hyödyntämistä ja veden pidättämistä kosteikkojen, pidätysaltaiden ja tulvametsien avulla. Paikoitellen toimintoja on sijoitettu tulvaherkille alueille ja se on vaikeuttanut niiden käyttöä tulvatilanteissa. Suunnitelmissa ehdotetaan toimintojen uudelleensijoittamista tulvaherkkien alueiden toiminnan parantamiseksi. Hallintasuunnitelmissa luonnonmukaiset toimenpiteet on koottu yhden toimenpidetyypin alle (luonnonmukaiset tulvariskien hallinnan ratkaisut) joka on jaettu edelleen alatoimenpiteisiin (ohjeistukset ei-rakenteellisille toimenpiteille ennallistamistoimille, veden pidättämiselle metsissä ja maatalousalueilla sekä luonnonmukaisten pidätysalueiden tunnistaminen).

Tulviin ja ilmastonmuutoksen negatiivisiin vaikutuksiin varautumisvastuussa alueellisella ja paikallisella tasolla ovat kunnat ja kunnalliset kriisinhallintayksiköt. Ne vastaavat pelastuspalveluista ja tulviin varautumisesta sekä koordinoivat ympäristönsuojelutoimia alueellaan kriisinhallintalain perustella<sup>49</sup>. Valtakunnallisella tasolla tulvariskien hallinta koordinoi Polish Waters.

Puolassa on tehty melko laajasti ilmastonmuutokseen ja tulvariskien hallintaan liittyvää tutkimus- ja kehitystyötä. Yhtenä syynä tähän on mm. se, että maan vesivarat asukasta kohden ovat pienimmät EU:ssa. Veden niukkuus kuivakausina on tunnistettu haasteeksi ja tulvat suurimmaksi luonnononnettomuusriskiksi (Hartmann ym. 2019). Maalla on myös kansallinen ilmastonmuutoksen ja luonnonriskien hallinnan sopeutumisportaali<sup>50</sup>, jossa on käsitelty joitain luonnonmukaisia toimia.

#### 4.5.2 Strategiat ja ohjelmat

Puolan kansallinen ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategia julkaistiin 2013. Strategian yhteydessä on selvitetty ilmastonmuutokselle herkätkä sektorit ja alueet ja niille on laadittu sopeutumis suunnitelmat<sup>51</sup>. Kaikki tunnistetut toimenpiteet on jaoteltu viiteen pääryhmään: lainsäädännölliset, tekniset ja hallinnolliset, koulutus ja tietoisuuden lisäys, tutkimus, seuranta. Suurin prioriteetti sopeutumistoimissa on annettu tulvariskien hallinnan toimille yhdessä rannikon suojelun ja maatalouden kanssa. Rannikko- vesistö- ja hulevesitulvat sekä luontopohjaiset ratkaisut on otettu huomioon suunnitelmissa. Maan suurimpiin kaupunkeihin on laadittu sopeutumis suunnitelmat, mutta tarve vastaaville on tunnistettu myös pienemmissä kaupungeissa<sup>52</sup>.

Ympäristön ja vesienhallinnan kehitysstrategia julkaistiin 2019<sup>53</sup>. Strategia ottaa nykytilan lisäksi huomioon luonnonriskit ja ilmastonmuutoksen vaikutukset ja kuvaa tarvittavat toimenpiteet. Vesienhallinnan osalta toimenpiteiden toteutus on käynnistynyt kaikilla hallinnon tasoilla. Rannikon suojelustrategia laadittiin 2003, tarkasteluajanjakson ollessa vuoteen 2050 ja vision vuoteen 2100. Strategian tavoitteena on ollut ehkäistä rantaviivan siirtymistä, varmistaa riittävä suojelutaso, ottaa ilmastonmuutos huomioon ja käyttää pehmeitä toimia niin paljon kuin mahdollista (European Commission, 2009b). Vain 5 % rahoituksesta on kohdennettu rakenteellisiin toimiin. 65 % rahoituksesta on kohdistettu hybriditoimenpiteisiin. Rannikon tulvasuojelu on suunniteltu 1/100a tason mukaisesti.

Puola on yksi harvoista Itämeren valtioista, jossa on toteutettu laajamittakaavaisia luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuja (European Commission, 2019d). Maan hallitus on toteuttanut useita metsitys- ja vedenpidätysohjelmia toimivien pienten vedenpidätysratkaisuiden edistämiseksi. Nämä ohjelmat ovat kuitenkin olleet hallinnollisesti irrallisia tulvariskien hallintatoimista ja siten tulvariskien hallintaa ei ole saatu mahdollisimman tehokkaaksi tai kokonaisvaltaiseksi. Maan tulvariskien hallinnassa paljon käytetty menetelmä ja termi ”small retention” ei ole vastaavassa laajuudessa tai merkityksessä käytetty muissa tarkastelumaissa. Termiä on käytetty vastakohtana laajoille vedenpidätysratkaisuille ja siten sen

<sup>49</sup> [rcb.gov.pl/en/act-on-crisis-management/](http://rcb.gov.pl/en/act-on-crisis-management/)

<sup>50</sup> [klimada.mos.gov.pl/en/](http://klimada.mos.gov.pl/en/)

<sup>51</sup> [klimada.mos.gov.pl/en/daptation-to-climate-change-in-poland/the-polish-adaptation-policy/](http://klimada.mos.gov.pl/en/daptation-to-climate-change-in-poland/the-polish-adaptation-policy/)

<sup>52</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/poland](http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/poland)

<sup>53</sup> [www.gov.pl/web/climate/the-2030-national-environmental-policy--the-development-strategy-in-the-area-of-the-environment-and-water-management](http://www.gov.pl/web/climate/the-2030-national-environmental-policy--the-development-strategy-in-the-area-of-the-environment-and-water-management)

voidaan katsoa olevan melko lähellä termiä luonnonmukainen vedenpidättäminen, vaikkakin pienet vedenpidätysratkaisut voivat pitää sisällään myös rakenteellisia teknisiä toimenpiteitä. Maassa on käytössä hulevesimaksu, jonka tavoitteena on kattaa vedenpidätyksen ja imeyttämisen kuluja verrattuna perinteiseen hulevesitulvariskien hallintaan. Maksu on kuitenkin ollut liian pieni muuttaakseen yksittäisten kiinteistön omistajien toimia luonnonmukaisemman hallinnan suuntaan (Futter, 2014a). Lisäksi poliittinen tahto maksun keräämiseen on ollut vähäistä.

#### 4.5.3 Toimenpiteiden arviointi

Veiksel -joella tehdyssä tarkastelussa kehitettiin kustannushyötyanalyysiä kosteikkojen ennallistamiseen ja hallintaan liittyen. Veikselin yläosan tulvariskien hallintasuunnitelma pitää sisällään luonnonmukaisia toimenpiteitä kuten pengerrysalueiden palauttamista luonnontilaan<sup>54</sup>. Taloudellisten hyötyjen arvioinnin perusteella luonnonmukaisten ratkaisuiden toteuttaminen tuottaisi suuria hyötyjä (EEA, 2017). Hallintasuunnitelmassa on myös esitetty toteutettavaksi paljon erilaisia hybriditoimenpiteitä, joiden tarkoituksena on parantaa vedenpidätyskykyä ja vähentää tulvariskiä. Suunnitellut pengeralueet poistaisivat penkereiden ylittymisriskin 1/100a tulvatilanteessa. Toimenpiteiden kustannuksiksi on arvioitu 217 milj.€ ja vältetyiksi tulvavahingoiksi 445 milj.€. Kustannushyötysuhde on siis noin 2. Johtopäätöksenä tarkastelusta voidaan todeta, että luonnonmukaisilla ratkaisuilla saadaan suuremmat hyödyt ja usein niiden kustannukset ovat alhaisemmat. Kuitenkin useat tekijät, kuten tekniset ja lainsäädännölliset haasteet, mm. maankäytön ristiriidat voivat usein olla luonnonmukaisten toimien toteuttamisen esteinä. Sillä voi olla vaikutusta viranomaisten halukkuuteen ja mahdollisuuksiin tulvaherkkien alueiden ennallistamiseen. Hybriditoimenpiteiden ensisijaisina hyötyjinä ovat usein alueen asukkaat, mutta niillä voidaan myös saavuttaa monipuolisia hyötyjä esimerkiksi ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille, luonnon monimuotoisuudelle ja ympäristötavoitteiden toteutumiseksi.

Toisessa Puolassa tehdyssä taloudellisessa tulvaherkkien alueiden ja kosteikkojen tarkastelussa Biebrza -joen alaosalla mallinnettiin vedenpidättämisen hyödyiksi keskimäärin 5,5 milj. € vuodessa (Grygoruk ym. 2013). Hyötyjen arviointi perustui pienien pidätysratkaisuiden kustannukseen ja alueen vedenpidätyskapasiteetin arvioon. 140 km<sup>2</sup> tulvaherkälle alueelle saatu hyöty oli keskimäärin 400€/ha, pienillä keskeisillä tulva-alueilla jopa 5000€/ha. Vedenpidätyskapasiteetti tulva-alueilla on samaa suuruusluokkaa kuin alueen suurimmassa kenotekoissa altaassa, mutta taloudellisesti ja ympäristön suojelun kannalta vedenpidättäminen tulvaherkille alueille on kannattavampaa. Tarkastelussa käytetty paikakatietopohjainen lähestymistapa perustui taloudellisen hyödyn yksikkökustannuksen laskentaan (€/ha) erisuuruisille ja pituisille tulville. Menetelmä voi myös olla sovellettavissa muille alaville luontoarvoiltaan merkittävälle alueille.

#### 4.5.4 Keskeiset haasteet

Poznanissa tapahtuneet tulvat 1997 ja 2010 toimivat esimerkkinä hallinnollisista tulvien hallinnan haasteista. Hallinnollisella tasolla varautuminen oli keskittynyt tulvantorjuntatoimiin, jotka keskittyivät enemmän projektin toteuttamiseen ja rahoituksen saamiseen kuin tulvariskien ehkäisyyn (Futter, 2014a). Vesistöjen ja ranta-alueiden hallinta oli myös hallinnollisesti jakaantunut. Vaikka 2018 alusta perustettu Polish Waters on ottanut kokonaisvastuun maan vesivarojen hallinnasta, on tulvariskeihin varautuminen, erityisesti kaupungeissa ja yhteensovitettuna muuhun kaupunkisuunnitteluun, monin paikoin edelleen sekavaa.

Maan hallitus julkisti 1995 ohjelman maatalousalueiden pienten vedenpidätysratkaisuiden edistämiseksi. Tavoitteena oli parantaa maatalousalueiden vesien hallintaa erityisesti varautumiseksi

---

<sup>54</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area/#stakeholder\\_anchor](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area/#stakeholder_anchor)

kuivakausiin. Tavoiteltu hyöty perustui pienten vedenpidätysratkaisuiden suureen suunniteltuun määrään (yht. 4789 varastoallasta ja 860 milj. m<sup>3</sup>) (Mioduszewski & Okruszko, 2015). Kuitenkin vuoteen 2007 mennessä vain 9 % suunnitellusta vedenpidätyskapasiteetista oli saatu toteutettua (Futter, 2014a). Syitä tähän ovat pieni taloudellinen tuki ja hankalat hallinnolliset ja lainsäädännölliset käytännöt lähinnä ympäristönsuojeluun liittyen. Pieneten vedenpidätysratkaisuiden toteuttaminen kuitenkin osoitti, että käytetyt toimenpiteet ovat hyviä ja toimivia ratkaisuja pienillä valuma-alueilla. Erityisen hyödyllisiä ne voivat olla äkkitulvista kärsivillä alueilla maanomistajien näkökulmasta. Vedenpidätysratkaisut voivat olla hyvin erityyppisiä, joten laajemmat ohjelmat niiden edistämiseksi tulisi pitää riittävän väljinä, jotta ne voidaan tarpeen mukaan sovittaa paikallisiin olosuhteisiin. Laajempien vedenpidätystä edistävien ohjelmien tavoitteena tulisikin yleisesti olla lupa- ja toteutusprosessien helpottaminen, tekninen ja hallinnollinen tuki toteuttajille, taloudellinen tuki sekä tietoisuuden ja koulutuksen tarjoaminen. Tarvittaessa vedenpidätysohjelmien puitteissa voidaan ehdottaa lainsäädäntöä muutettavaksi luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuita suosivaksi.

#### 4.5.5 Hyvät käytännöt

Odra- ja Veiksel -jokivesistöissä tapahtuneiden tulvien ja niille laadittujen tulvariskien hallintasuunnitelmien pohjalta Puolan hallitus on kohdentanut rahoitusta parantaakseen tiettyjen riskialueiden tulvariskien hallintaa. Laajamittakaavaisen hankkeen (2016-2023) tavoitteena on rakenteellisin ja luonnonmukaisin toimenpitein, hallinnollisin järjestelyin ja ennusteita parantamalla lisätä yli 120 tuhannen 1/100a tulvavaarassa asuvan asukkaan tulvasuojelun tasoa kokonaan tai osittain<sup>55</sup>. Suurin osa toimenpiteistä on perinteisiä rakenteellisia tulvasuojauksia, mutta joukkoon mahtuu myös jokunen passiivinen toimenpide ja vedenpidätysratkaisu (Browder ym. 2019)<sup>56</sup>.

---

<sup>55</sup> [projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P147460?lang=en](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P147460?lang=en)

<sup>56</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area/odra-vistula\\_flood-management-project.pdf/view](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area/odra-vistula_flood-management-project.pdf/view)

### Esimerkki: Pienet vedenpidätysratkaisut metsäalueilla koko Puolassa



Kuvat: Mioduszewski & Okruszko, 2015

Puolassa toteutettiin vuosina 2007-2014 laajamittainen projekti pienien vedenpidätysratkaisuiden edistämiseksi metsäalueilla. Projekti sai alkunsa maan metsähallituksen yhdistäessä kaikki olemassa olevat vedenpidättämistoimenpiteensä, parantaakseen tulvien ja kuivuusriskien systemaattista hallintaa laajemmassa mittakaavassa, parantaakseen elinympäristöjä sekä saadakseen paremmin rahoitusta EU:n koheesiorahastosta. Projektiin taustalla oli myös 1990-luvun puolivälissä maassa toteutetut useat pienet vedenpidätystoimenpiteet ja niistä saadut kokemukset. Rahoitus oli osittain metsähallituksen omaa ja osittain muuta kansallista (European Commission, 2015b).

Yhteensä 50 milj. € maksanut projekti, jossa toteutettiin 7000 toimenpidettä, johti 27 % vedenpidätyskapasiteetin kasvuun (Hartmann ym. 2019; [nwrn.eu/case-study/small-water-retention-program-forests-lowlands-poland](http://nwrn.eu/case-study/small-water-retention-program-forests-lowlands-poland)). Ensisijaisesti hankkeesta hyötyivät maanomistajat (joista selvästi suurimpana valtio), mutta toimenpiteistä oli myös hyötyä parantuneena tulvaturvallisuutena sekä luonnon monimuotoisuutena. Varsinkin vuoristoisilla alueilla hanke paransi myös metsäpaloriskien hallintaa. Suurin hyöty eri vedenpidätystoimenpiteiden joukosta saavutettiin järvien padottamisella. Kustannustarkastelun perusteella pienten vedenpidätysratkaisuiden toteuttaminen on noin kymmenen kertaa halvempaa kuin laajojen säännöstelyaltaiden toteuttaminen (Mioduszewski & Okruszko, 2015).

Jatkoprojekti rahoitussuunnitelmineen toteutettiin 2014-2020. Kuten aiempikin projekti, tämäkin on jaettu osaprojekteihin vuoriston ja alavien alueiden kesken, mutta tällä kertaa painopiste oli ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Pienten vedenpidätysratkaisuiden toteuttamisen metsätalousalueilla voidaan katsoa onnistuneen paremmin kuin vastaavien toimien maatalousalueilla (käsitelty edellä otsikon ”Keskeiset haasteet” yhteydessä). Kokonaisuudessaan työ on ollut pitkäjänteistä ja sen puitteissa on voitu toteuttaa tarvittavat lainsäädännön muutokset ja tukea hankkeita.

Lodz in kaupungissa on toteutettu useita kestäviä vesien hallinnan projekteja. Kaupungissa haasteena on jokiuomien kuivuminen ja ajoittaiset tulvat sekä hellejaksot. Varautumista on kehitetty kolmessa hankkeessa (SWITCH, NAIAD, ATeNAS), joita on kuvattu hieman seuraavissa kappaleissa.

Sustainable Water Management in the City of the Future (EU SWITCH, 2006-2011, n. 1,3 milj.€) hankkeessa ratkaisukeinoina oli Sokolowka -jokiuoman ennallistaminen luonnonmukaisin prosessien ja Blue-Green Network konseptin kehittäminen kaupunkisuunnittelun tueksi<sup>57</sup>. Konsepti sisällytettiin myöhemmin kaupungin strategioihin. Hankkeen kokemusten perusteella kaupunkisuunnittelu on tärkeässä roolissa kestävässä vesien hallinnassa, mutta tiiviisti rakennettuun ympäristöön on hankala toteuttaa luonnonmukaisia ratkaisuja. Projektirahoitusta käytettiin kaupungin toimijoiden osallistamiseksi ja sillä

<sup>57</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-river-restoration-a-sustainable-strategy-for-storm-water-management-in-lodz-poland](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-river-restoration-a-sustainable-strategy-for-storm-water-management-in-lodz-poland)

saavutettiin asennemuutosta viher- ja vesialueiden huomioon ottamisessa kaupunkisuunnittelussa. Hankeen aikana muodostettujen verkostojen yhteistyö on jatkunut myös sen jälkeen parantaen kokonaisvaltaista kaupunkisuunnittelua. Erityisen toimivaksi osoittautui yksittäisten aktiivisten kansalaisten tai asiantuntijoiden toiminta innostajina ja toimenpiteiden edistäjinä ja heidän innostuksensa tukeminen hankkeen puolesta.

NAIAD -hankkeen tapaustarkastelussa (2016-2020) kehitettiin työkaluja ekosysteemien turvaamiseksi, maankäytön suunnitteluun ja vesienhallintaan<sup>58</sup>. Luontopohjaisista ratkaisuista keskityttiin mm. vedenpidätysaltaisiin, imeytysuomiin, metsäkaistaleisiin, viherkattoihin. Koko hankkeen tavoitteena oli tarkastella ekosysteemipalveluiden vakuutusarvoja ja -mahdollisuuksia sekä arvioida luontopääomaa.

ATeNAS -hankeessa (2019-2021) parannetaan hulevesien imeyttämistä ja virtaaman hidastamista kaupunkialueella<sup>59</sup>. Haasteena on Lodka-joen uoman kuivuminen ja ajoittaiset tulvat. Keinoina käytetään mm. yhteistoiminnallista suunnittelua ja verkostoitumista. Tapaustarkastelun perusteella on tarkoitus määrittellä skenaario vastaavan lähestymistavan laajemmasta hyödyntämisestä.

Warta-joen tulvasanteiden kehittäminen Poznanissa on myös esimerkki vihreän infran toimenpiteistä, joita Puolassa on toteutettu. Hankkeessa monipuolistettiin useiden tulvaherkkien alueiden käyttöä kaupunkilaisten virkistyskäyttämömahdollisuuksien parantamiseksi, hellehaittojen vähentämiseksi ja viihtyvyyden parantamiseksi<sup>60</sup>. Vaikka tulvariskin hallinnan hyötyjä ei hankkeessa juurikaan ajateltu, ovat hankkeen toimet edistäneet kaupungin ja sen asukkaiden vuorovaikutusta veden kanssa, ja siten ehkä lisänneet tietoisuutta ja arvostusta tulvien pidättämiseen käytettäviä alueita kohtaan. Muista luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan esimerkeistä Puolasta voidaan mainita edellisten lisäksi mm. Biala-joen ennallistaminen Białystokin kaupungissa<sup>61</sup> sekä hulevesijärjestelyt Gdynia Chyloniassa<sup>62</sup> ja Bydgoszczissa<sup>63</sup>.

## 4.6 Viro

### 4.6.1 Nykytila

Viron tulvariskien hallinnasta vastaa maan ympäristöministeriö, joka vastaa myös ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja luonnonsuojelusta. Tulvariskien hallinnasta on säädetty vesilain 51 luvussa<sup>64</sup>. Maahan nimettiin ensimmäisen tulvariskien alustavan arvioinnin perusteella 20 merkittävää tulvariskialuetta, joista puolet nimettiin meritulvien ja puolet vesistötulvien vuoksi. Arvioinnin tarkistuksessa 2018 osa olemassa olevista riskialueista yhdistettiin yhdeksi, poistettiin kolme aluetta ja tunnistettiin kaksi uutta. Tällä hetkellä maassa on nimetty 16 merkittävää tulvariskialuetta.

Tulvariskien hallintasuunnitelmat on laadittu yhdessä vesienhoitosuunnitelmien kanssa vesipiireittäin: Itä-Viron, Länsi-Viron ja Koivan vesistöalueelle. Hallintasuunnitelmien toimenpiteet ja ohjeet on otettava huomioon kehityssuunnitelmissa sekä valtion ja kuntien kriisinhallintasuunnitelmien valmistelussa. Kunnat ovat ottamassa entistä enemmän luonnonmukaisen hulevesitulvariskien hallinnan osaksi suunnitteluun, mm. johtuen ennakoidusta ilmastonmuutoksen sateita lisäävästä vaikutuksesta. Hallintasuunnitelmissa toimenpide-ehdotukset on jaettu 12 pääryhmään, joista yksi on vapaasti suomennettuna

<sup>58</sup> [naiad2020.eu/demo-cases/city-of-lodz/](http://naiad2020.eu/demo-cases/city-of-lodz/)

<sup>59</sup> [www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/ATeNAS/To\\_Ally\\_Technology\\_NATURE\\_and\\_Society\\_for\\_integrated\\_urban\\_water\\_management/To\\_Ally\\_Technology\\_NATURE\\_and\\_Society\\_fo\(52727\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/ATeNAS/To_Ally_Technology_NATURE_and_Society_for_integrated_urban_water_management/To_Ally_Technology_NATURE_and_Society_fo(52727))

<sup>60</sup> [oppla.eu/casestudy/19386](http://oppla.eu/casestudy/19386)

<sup>61</sup> [naturvation.eu/nbs/bialystok/revitalization-biala-river](http://naturvation.eu/nbs/bialystok/revitalization-biala-river)

<sup>62</sup> [naturvation.eu/nbs/gdynia/revitalization-rain-drainage-system-gdynia-chylonia](http://naturvation.eu/nbs/gdynia/revitalization-rain-drainage-system-gdynia-chylonia)

<sup>63</sup> [naturvation.eu/nbs/bydgoszcz/modernization-rain-drainage-system-bydgoszcz](http://naturvation.eu/nbs/bydgoszcz/modernization-rain-drainage-system-bydgoszcz)

<sup>64</sup> [www.riigiteataja.ee/en/eli/ee/527122019007/consolide/current](http://www.riigiteataja.ee/en/eli/ee/527122019007/consolide/current)

sadevesien viivyttäminen ja luonnonmukaiset toimet. Ensimmäisissä hallintasuunnitelmissa 2015-2021 tähän toimenpidepääryhmään kuuluvia toimenpiteitä oli eniten<sup>65</sup>. Toimenpiteet on kuvattu pääsääntöisesti suunnitelmissa ja niitä on kuvattu tarkemmin toimintasuunnitelmissa (European Commission, 2019e). Ehdotettujen toimenpiteiden kustannukset ovat pääosin varsin pieniä.

Hallintasuunnitelmien ohella varautumistyötä on tehty v. 2005 myrskyn jäljiltä, mm. paikallishallinnon toimenpidesuunnitelmien muodossa. Silloin pahimmin kärsineet kaupungit (Tallina, Pärnu ja Haapsalu) ovat myös olleet aktiivisimpia sopeutumistoimien toteuttamisessa (Peleikis ym. 2012). Varsinkin rannikkokunnissa, mutta myös ministeriössä merivedennousu, rantaerosio, tulvat ja rankkasateiden lisääntyminen on koettu pahimmiksi ilmastonmuutoksen riskeiksi ja siten varautumistoimet ovat painottuneet niihin. Keskeinen painopiste varautumisessa on ollut tulvatietoisuuden ja omatoimisen varautumisen lisääminen.

Vesilakia on hiljattain tarkistettu hulevesien hallinnan osalta siten, että ensisijaisesti tulisi suosia imeytys- tai pidätysratkaisuja ja estää valuntaa ja vesien pilaantumista. Ensisijaisesti tulisi suosia ympäristöystävällisiä ratkaisuja. Hulevesien hallinnasta on laadittu myös opas, joka yhdistää erilaiset hulevesien hallinnan suunnittelusuositukset ja ohjeistukset, mutta se ei keskity mitenkään erityisesti luonnonmukaisiin menetelmiin.

#### 4.6.2 Strategiat ja ohjelmat

Viron hallitus hyväksyi kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutussuunnitelman ja sitä tukevan toimintasuunnitelman 2017. Strategiassa on esitetty kahdeksan osatavoitetta, joista yksi on vapaasti suomennettuna ”maankäyttö ja suunnittelu, sisältäen rannikkoalueet ja muut tulvariskialueet, maanvyörymärisikialueet, maan parannus, kaupungit”. Myös toinen osatavoite ”luontoympäristöt, mukaan lukien monimuotoisuus, ekosysteemit ja ympäristö sekä ekosysteemipalvelut” liittyy tämän raportin aihepiiriin. Toimintasuunnitelma pitää sisällään tarkemmat toimenpiteet strategian osatavoitteiden saavuttamiseksi seuraavan neljän vuoden jaksolle. Toimenpiteiden kustannukset jaksolle 2017-2020 arvioitiin suunnitelmassa 44 milj. €. Luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä suunnitelmassa on mainittu ”tulvariskien hallinta ja viheralueiden kehittäminen kaupunkien ilmastoriskien hallitsemiseksi” sekä ”monimuotoisuuden säilyttäminen muuttuvissa sääolosuhteissa”.

#### 4.6.3 Toimenpiteiden arviointi

Tallinnassa on arvioitu miten kaupunginosista tehdyt kattavat aluesuunnitelmat vaikuttavat joihinkin ekosysteemipalveluihin (pintavalunta ja valunnan viivyttäminen) ja niiden vaikuttavuutta kuvaaviin indikaattoreihin (esim. päällystetyn alueen osuus)<sup>66</sup>. Arviointi koostui neljästä osasta: 1) urbaani elinympäristöjen kartta-aineisto polygoneina, 2) nykytilan kuvaaminen (kartat päällystetyn alueen osuudesta ja kartat ekosysteemipalveluista), 3) tulevaisuusskenaariot kartalla, 4) muutoksien mallintaminen. Päällystetyn ja katetun pinnan osuus on tunnistettu keskeiseksi tekijäksi kaupungin ilmastoresilienssissä ja tulevien toimenpiteiden suunnittelussa ja ne tulisi ottaa huomioon kaupunkisuunnittelussa. Tartossa on otettu käyttöön vastaavaa käyttöä varten viheralueindeksi.

#### 4.6.4 Keskeiset haasteet

Ainakin aiemmin haasteena on ollut ilmastonmuutoksen sopeutumistoimien toteuttaminen kunnissa ja alueilla siten, että tieto niistä ei ole kulkeutunut asioista vastaavalle ympäristöministeriölle. Kuten aiemmin on todettu, tulviin (meri, vesistö ja hulevesi) varautuminen on ollut maan sopeutumistoimien keskiössä. Tulvariskien hallintasuunnitelmien myötä tulvariskien hallinnan toimenpiteet on koottu

<sup>65</sup> [www.envir.ee/et/uleujutused](http://www.envir.ee/et/uleujutused) > Maandamiskava meetmete koondtabel

<sup>66</sup> [oppla.eu/casestudy/19307](http://oppla.eu/casestudy/19307)



kansallisesti kolmeen suunnitelmaan, joten tietoisuus on parantunut, myös sidosryhmillä. Toisaalta suunnitelmat kattavat usean merkittävän tulvariskialueen (Länsi-Viron hallintasuunnitelmassa 1. kierroksella jopa 15 merkittävää tulvariskialuetta) ja vesistöalueen, jolloin yksittäisten toimenpiteiden tarkastelu jää karkealle tasolle. Luonnonmukaiset toimenpiteet ovat usein pienialaisia ja kaipaivat tarkempaa arviointia moninaisten hyötyjen osalta, joten yleistason toimenpiteiden käsittely voi hidastaa niiden toteuttamista.

#### 4.6.5 Hyvät käytännöt

##### **Esimerkki: Hulevesitulvaresilienssin kehittäminen ja luonnonmukainen hulevesitulvariskien hallinta Virossa**

Virossa on käynnissä hulevesitulvien resilienssiin liittyvä hanke UrbanStorm Development of sustainable and climate resilient urban storm water management systems for Nordic municipalities (LIFE 2018-2023, 2 milj. €)<sup>1</sup>. Hanke keskittyy Viimsin ja Tallinnan kuntiin, mutta siitä odotetaan olevan hyötyä laajemminkin koko maan hulevesitulvariskien hallintaan. Hankkeen päätavoitteena on parantaa paikallishallinnon kykyä varautua hulevesitulviin. Muina tavoitteina on edistää ja pilotoida luonnonmukaista hulevesitulvariskien hallintaa, kehittää hulevesitulvariskien hallinnan kustannushyötyanalyysiä sekä laatia strategia ja toimintasuunnitelma ilmastonmuutokseen sopeutukseksi Tallinnassa ja Viimsissä. Tarkoituksena on kerätä yhteen parhaat käytännöt yhteistoiminnallisesta ja sopeutuvasta hulevesitulvien hallinnan suunnittelusta. Toistaiseksi hankkeessa on saatu aikaan suositus siitä, miten Tallinnassa tulisi kerätä hulevesimaksuja. Viron muissa kaupungeissa hulevesimaksuja ei ole juurikaan kerätty. Paiden pikkukaupungissa maksuja on kuitenkin kerätty jo vuosia (Futter, 2014a).

Rannikonniittyjen ennallistamisessa Maatsalussa (v. 2013. alle 1 milj.€) testattiin Britanniassa käytettyä ojitettujen kosteikkoalueiden ennallistamismenetelmää Virossa<sup>67</sup>. Keskeinen johtopäätös hankkeesta oli, että yhteisymmärryksen löytäminen eri sidosryhmätehojen kesken vie aikaa, sen pitää olla suunnitelmallista ja fasilitoitua.

## 4.7 Latvia

### 4.7.1 Nykytila

Latviassa luonnonmukaisten toimenpiteiden edistämistä auttaneen tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon suunnittelun kuuluminen saman ministeriön ja samojen paikallisviranomaisten vastuulle. Kuitenkin Latvian ympäristönsuojelu- ja aluekehitysministeriön kunnille tekemän kyselyn mukaan 80 % vastaajista kertoi, että heillä ei ole kokemusta luonnonmukaisista vedenpidätysratkaisuista sekä eivät ymmärrä tai osaa arvioida niitä (esimerkiksi vedenpidätysaltaiden vaikutusta ei ymmärretä) (Futter, 2014b). Useat vastaajat kertoivat kuitenkin tulviin liittyvistä haasteista paikallisella tasolla. Myös intoa tulvien hallintaan tuntui olevan, mutta usein rakenteellisten toimenpiteiden muodossa koska niiden vaikutukset pystytään paremmin osoittamaan.

<sup>67</sup> [nwrms.eu/case-study/restoration-coastal-meadows-matsalu-estonia](http://nwrms.eu/case-study/restoration-coastal-meadows-matsalu-estonia)

Latviassa nimettiin ensimmäisellä tulvariskien hallinnan suunnittelukierroksella 2011 yhteensä 27 merkittävää tulvariskialuetta. Tulvaherkille alueille rakentaminen on lakisääteisesti kielletty >10 % vuotuisen todennäköisyyden tulva-alueella. Vain joitain lyhytaikaisia rakennelmia, maatalouden kevyitä rakennuksia saa erityisluvin rakentaa tai rakentaminen voidaan sallia maaperää korottamalla.

Hulevesien hallinnalle haasteita aiheuttaa vastuiden jakaantuminen: hulevesiviemäriverkosto ja avouomapohjainen hulevesien hallinta kuuluvat eri tahojen vastuulle (Futter, 2014a). Siten on epäselvää kuka maksaa minkäkin toimenpiteen toteuttamisesta, synergiat voivat jäädä hyödyntämättä ja hulevesien hallinta jäädä tehottomaksi. Vuoden 2018 lopussa tehtiin aloite olemassa olevan kaupunkien viemärintiä koskevan lainsäädännön arvioimiseksi ja muuttamiseksi (Kondratenko, 2019). Rannikon tulvasuojelun suunnittelu ja toteutus on kuntien vastuulla. Valtio kuitenkin tukee taloudellisesti rannikon tulvasuojelutoimenpiteitä (European Commission, 2009a). Valtion taholta ei myöskään mitenkään koordinoida meritulviin varautumista, jolloin, muiden maiden kokemusten perusteella, kuntapäätöksenteossa rakenteelliset harmaat toimenpiteet päätyvät helpoiten toteutukseen.

#### 4.7.2 Strategiat ja ohjelmat

Ensimmäisten tulvariskien hallintasuunnitelmien toimenpiteiden kustannusarvio on yhteensä 203 milj.€ (European Commission, 2019f). Yksittäisten toimenpiteiden kustannusarviot ovat keskimäärin suurempia kuin esimerkiksi Suomessa tai Virossa, mutta se johtunee toimenpiteiden niputtamisesta laaja-alaisiksi kokonaisuuksiksi. Toimenpide-ehdotuksissa on mukana luonnonmukaisia, rakenteellisia ja ei-rakenteellisia toimenpiteitä. Tulvariskien hallinta- ja vesienhoitosuunnitelmat on laadittu maan neljälle isolle joelle Daugavalle, Gaujalle, Lielupelle ja Ventalle (vain latviaksi). Kahdessa suunnitelmassa on esitetty luonnonmukaisia vedenpidätystoimia. Daugavan suunnitelman toimenpiteen tavoitteena on vähentää Plavinaksen kaupungin tulvariskiä patoja parantamalla ja vihreää infraa lisäämällä. Lielupen suunnitelman tavoitteena on vähentää jokivarren taajamien tulvariskiä. Tarkempia kuvauksia ei ole saatavilla (EEA, 2017).

Maassa on käynnissä kansallinen projekti (8/2020 – 9/2021), jossa laaditaan ohjeistukset paikallis-hallinnolle kestävien ja luonnonmukaisten hulevesien hallintaratkaisuiden toteuttamiseen, myös teknisesti<sup>68</sup>. Hankkeessa on tarkoitus laatia myös tiivistelmä tieteelliseen kirjallisuuteen ja kansainvälisiin kokemuksiin perustuvasta Latviaan sopivista kestävästä hulevesien hallintaratkaisujen toteutustavoista.

Latvian kansallinen sopeutumis suunnitelma ilmastonmuutokseen vuoteen 2030 julkaistiin 2019<sup>69</sup>. Sopeutumisstrategia on kehitteillä. Aiemmin ilmastopolitiikkaa on ohjannut ympäristöpolitiikan ohjeet. Pahimmiksi ilmastonmuutoksen riskeiksi on mainittu tulvat vesistöissä ja rannikolla, lisääntyvät myrskyt ja rantaeroosio. Sopeutuminen kuuluu maanomistajan vastuulle. Valtakunnallisesti sopeutumistoimia koordinoi ympäristönsuojelu- ja aluekehitysministeriö, joka vastaa myös vesienhoidosta ja tulvariskien hallinnasta. Käytännössä työt tehdään Latvian ympäristö-, geologia- ja ilmatieteen laitoksessa<sup>70</sup>.

Latvia on laatinut 2019 kansallisen pelastuspalvelusuunnitelman ja riskiarvion<sup>71</sup>. Luonnononnettomuuksien arviointi ja niihin varautuminen kuuluvat pelastustoimen vastuulle kaikilla sektoreilla ja hallinnon tasoilla. Myös vakuutusjärjestelmä kehittyy jatkuvasti ja sitä hyödynnetään sopeutumistyökaluna. Ilmastonmuutoksen sopeutumisen rahoitustyökaluina käytetään useita eri lähteitä: kansallisen ja kuntien rahoituksen lisäksi mm. EU (aluekehitysrahasto, sosiaalirahasto, koheesiorahasto, maaseudun kehittämisen maatalousrahasto, meri- ja kalatalousrahasto, Life, Horizon2020) sekä EEA:n ja Norjan tuki. Viime mainittua on hyödynnetty myös mm. tulvakartoituksissa, mutta tulvariskien hallinnan toimenpiteet on tarkoitus rahoittaa kokonaan julkisin varoin.

<sup>68</sup> [www.lvafa.gov.lv/projects/1-08\\_61\\_2020](http://www.lvafa.gov.lv/projects/1-08_61_2020) (vain latviaksi)

<sup>69</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/latvia](http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/latvia)

<sup>70</sup> [www.meteo.lv/en](http://www.meteo.lv/en)

<sup>71</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/latvia](http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/latvia)

### 4.7.3 Toimenpiteiden arviointi

Riiassa on toteutettu kaksi integroidun suunnittelun hanketta (iWater ja HydroClimateStrategyRiga), joista jälkimmäisessä 2010-2012 kehitettiin menetelmä, jolla varmistettiin ilmastonmuutoksen hydrologisten vaikutusten huomioon ottaminen kaupungin suunnittelujärjestelmissä. Hankkeessa tehtiin arviot tulvien vaikutuksista nykyään ja tulevaisuudessa sekä laadittiin kaupungille tulvariskien hallintasuunnitelma prioriteetteineen ja mahdollisine rahoituslähteineen. Suunnitelman yhteydessä tehtiin myös ympäristövaikutusten arviointi. Hankkeen yhteydessä kerättiin myös parhaat käytännöt joistakin eurooppalaisista kaupungeista (Rotterdam, Antwerpen, Hampuri). Ehdotetut toimenpiteet olivat kuitenkin pelkästään rakenteellisia tai hallinnollisia.

#### **Esimerkki: Integroitu hulevesien hallinnan suunnittelu Riiaassa ja Jelgavassa**

Yksi Riikan kaupungin vetämän iWater -hankkeen (Interreg 2014-2020) päätavoitteista oli parantaa kaupunkisuunnittelua Itämeren alueella kehittämällä integroitu hulevesien hallinnan suunnittelujärjestelmä, jonka avulla kaupungit voivat lisätä kestävyttä ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia vastaan ([www.integratedstormwater.eu/](http://www.integratedstormwater.eu/)). iWater -hankkeessa ainutlaatuisuista oli sen holistinen lähestymistapa erittäin monimutkaiseen integroidun hulevesien hallinnan kehitysprosessiin. Integroidun hulevesien hallinnan järjestelmän suunnittelu ja toteutus saattavat joissakin tapauksissa olla kaupungille liian vaativia, ja jotkin iWater-projektin partnerikaupungeista käyttivätkin erikoistuneita konsultteja apuna. Hankkeen pilotti-kohteina Latviassa olivat Jelgava ja Riika. Jelgavassa haasteena ovat lumen- ja rankkasadetulvat. Kaupungin hulevesiverkosto on ollut heikosti suunniteltu ja painovoimainen. Lisäksi avouomia on väärissä paikoissa ja niiden ylläpito on ollut puutteellista. Hankkeen puitteissa olemassa olevat uomat ennallistettiin samalla parantaen maisemaa ja viihtyvyyttä. Riikan pilotissa suunniteltiin avouomiin perustuva hulevesijärjestelmä pienehkölle rakenteilla olevalla alueella.



Kuva (Jelgava): Jurijs Kondratenko

### 4.7.4 Keskeiset haasteet

Tätä raporttia varten läpikäydyistä portaaleista ja tietokantahauista löytyi edeltä ”Toimenpiteiden arviointi” -kohdassa esitellyjen lisäksi yksi hanke, joka voidaan mainita. Tulvaherkkien alueiden ennallistaminen Slampe -joella Lielupen vesistöalueella kansallispuistossa perustui joen luonnollisen mutkittelun

palauttamiseen ja osittaiseen patoamiseen (2005, LIFE ja kansallinen rahoitus, 0,1 milj.€)<sup>72</sup>. Pää tavoitteena olivat luonnon monimuotoisuuden ja vesien tilan parantaminen sekä vedenpidättämisen lisääminen. Haasteita toteuttamiselle aiheutti maatalousministeriön ja joidenkin maanomistajien negatiivinen suhtautuminen, sillä kyseinen jokijakso on alueen kuivatusjärjestelmän kannalta tärkeässä roolissa. Sen takia lupaprosessi suhteellisen pienenkin hankkeen toteuttamiseksi oli pitkä.

#### 4.7.5 Hyvät käytännöt

Käynnissä oleva kansallinen työ kestävien ja luonnonmukaisten hulevesien hallintaratkaisuiden toteuttamisohjeistuksesta pitää sisällään koosteen hyviksi havaituista luonnonmukaisista hulevesien hallintakäytännöistä. Maan luonnonmukainen tulvariskien hallinta on toistaiseksi keskittynyt hulevesitulviin, mutta tuoreiden kansallisten suunnitelmien ja hallinnon puolesta potentiaalia olisi myös hyvien vesistö- ja meritulvariskien hallintaratkaisuiden edistämiseen.

### 4.8 Liettua

#### 4.8.1 Nykytila

Liettuasta on laadittu vain yksi tulvariskien hallintasuunnitelma, joka kattaa kaikki maan neljä vesienhoitoaluetta (Nemunas, Venta, Lielupe ja Daugava, joista kolme ovat yhteisiä rajavesistöjä Latvian kanssa) (Aplinkos apsaugos agentura, 2019). Suunnitelma kattaa yhteensä 129 merkittävää tulvariski- aluetta (European Commission, 2019g). Tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon prosesseista vastaa sama ministeriö, mutta prosesseja ei ole kuitenkaan täysin linkitetty. Tiivistä yleisen tason hallintasuunnitelmaa ei myöskään ole virallisesti hyväksytty, vaan sen katsottu olevan lakisääteisten vesisektorin kehitysohjelman ja toimintasuunnitelman taustadokumentti.

Hallintasuunnitelmassa korostetaan tulvariskien hallinnan ehkäisyyn liittyviä toimenpiteitä kuten alueiden käytön suunnittelua. Maassa ei ole ollut selkeää politiikkaa tulva-alueille rakentamisesta ja kaavoittamisesta. Lakiuudistus tähän liittyen on kuitenkin vireillä. Hallintasuunnitelmassa on esitetty toteutettavaksi joitakin luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuja, kuten tulvametsien perustamista, mutta niitä ei ole kuvattu tarkemmin. Ei-rakenteellisia toimenpiteitä ei ole suunnitelmassa mainittu erikseen.

Ilmastonmuutostarkasteluiden perusteella haavoittuvin alue ilmastonmuutoksen vaikutuksille on maan rannikkoalue, 90 km rantaviivaa<sup>73</sup>. Englanninkieliseen kirjallisuuteen pohjautuvan tarkastelun perusteella ei kuitenkaan ole selvää, miten meritulvariskit on otettu huomioon tulvariskien hallintasuunnitelmassa. Rannikolle on laadittu oma suojelusuunnitelma 2008.

#### 4.8.2 Strategiat ja ohjelmat

Liettua hyväksyi 2012 ensimmäisen kansallisen ilmastonmuutosstrategian vuoteen 2050. Strategia käsittelee sekä hillinnän että sopeutumisen ja sisältää toimenpide-ehdotuksia. Sopeutumistoimien tavoitteena on vähentää ekosysteemien ja taloudellisen toiminnan haavoittuvuutta. Toimeenpanosuunnitelmassa on esitetty tarkemmat tavoitteet, mahdolliset rahoituslähteet sekä vastuutahot. Kunnat ovat vastuussa sopeutumistoimista alueellaan. Monet kunnat ovatkin laatineet omat sopeutussuunnitelmansa. Toinen keskeinen politiikkatoimi ilmastonmuutokseen liittyen on laki taloudellisista instrumenteista ilmastonmuutoksen hallinnaksi (Peleikis ym. 2012), joka määrittää vastuut ja tehtävät.

<sup>72</sup> [nwrn.eu/case-study/floodplain-restoration-river-slampe-latvia](http://nwrn.eu/case-study/floodplain-restoration-river-slampe-latvia)

<sup>73</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/lithuania](http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/lithuania)

### 4.8.3 Toimenpiteiden arviointi

ASTRA-projektissa (2005-2007) arvioitiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia rannikolle ja rannikkoekosysteemeihin sekä annettiin sopeutumissuosituksia<sup>74</sup>. Hankkeen yhteydessä tehtiin tulvariskien alustavaa arviointia vastaava selvitys riskikohteista sekä tulvanhallintasuunnitelma Klaipedan kaupungille. BaltCICA -projektissa (2009-2012) Klaipedan sopeutumistarkasteluja jatkettiin, mm. hulevesitulvariskien arvioinnin osalta.

### 4.8.4 Keskeiset haasteet

Maan hallinnolliset resurssit tulvariskien hallinnassa ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa ovat rajalliset<sup>75</sup> eikä tulvariskien hallinta ole tehtävien prioriteettilistan kärkipaikoilla. Maassa ei myöskään ole riittävän laajaa kokemusta luonnonmukaisista toimista, jotta niitä voitaisiin edistää tulvariskien hallintasuunnitelman kautta, eikä yleistasonen koko maan kattava hallintasuunnitelma ole tarkkuustasoltaan riittävä yksittäisten toimenpiteiden esiin nostamiseksi. Tarvittaisiin strategisia linjauksia, esimerkiksi hallintasuunnitelmassa ja rahoituksessa, luonnonmukaisten tulvariskien hallintatoimien tehokkaammaksi edistämiseksi.

### 4.8.5 Hyvät käytännöt

#### **Esimerkki: Vedenpidättäminen ja tulvametsien ennallistaminen Kamanoksen alueella**



Kuvat: wetlife2.gpf.lt

Kamanoksen luonnonsuojelualueella 2004-2010 tehtiin laajoja kosteikkoluontotyyppeiden ennallistamistoimia (UNDP-GEF -rahoitus, yhteensä 14 milj. € viiden kohteen alueella) ([nwrn.eu/case-study/wetland-biodiversity-protection-kamanos-strict-nature-reserve-lithuania](http://nwrn.eu/case-study/wetland-biodiversity-protection-kamanos-strict-nature-reserve-lithuania)). Toimenpiteisiin kuului kosteikkojen ja tulvametsien ennallistamista ja kunnostamista sekä patojen purkua. Tavoitteena oli ensisijaisesti parantaa luonnon monimuotoisuutta sekä testata toimenpiteiden ja poikkisektoraaalisen yhteistyön toimivuutta mahdollista laajempaa valtakunnallista toteuttamista varten. Toimet kuitenkin myös paransivat veden pidättämistä. Pienet muovista tehdyt padot aiemmin toteutettujen kuivatusojien tukkimiseksi koettiin parhaiksi keinoiksi. Projektin päättymisen jälkeistä arviointia käytettyjen toimenpiteiden toimivuudesta ei kuitenkaan ole tehty. Ennallistamistöitä on jatkettu 2014-2018 Wet-Life 2 -hankkeessa (LIFE, 1,6 milj. €) ([wetlife2.gpf.lt](http://wetlife2.gpf.lt)).

<sup>74</sup> [www.astra-project.org](http://www.astra-project.org).

<sup>75</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/lithuania](http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/lithuania)

## 5 Johtopäätelmät ja suositukset

Raportin johtopäätökset ja suositukset luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden edistämiseksi sekä hyviksi käytännöiksi perustuvat edellä esitettyihin maakohtaisiin tarkasteluihin sekä muuhun aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen. Maakohtaisen tarkastelun yhteenveto on esitetty taulukossa 4. Suosituksissa on ensisijaisesti pyritty ottamaan huomioon Itämeren alueen ominaispiirteet ja mahdollisuudet, mutta ne ovat varmasti sovellettavissa myös muilla alueilla. Johtopäätelmät ja suositukset on pyritty jäsentelemään alalukuihin. Käytetty alalukujen jaottelu on jotakuinkin sama kuin edellä maakohtaisissa tarkasteluissa:

1. Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan nykytila Itämeren maissa
2. Suositukset toimenpiteiden arviointiin
3. Suositukset ohjaus- ja rahoituskeinoiksi
4. Suositukset toimenpiteiden suunnitteluun ja toteuttamiseen
5. Jatkotutkimustarpeet

**Taulukko 4. Maakohtaisen tarkastelun yhteenveto.**

Maa	Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toteutuksen laajuus	Strategiat ja ohjauskeinot	Haasteet	Hyvät käytännöt
<b>Suomi</b>	Konseptina tuttu ja tutkimustyötä tehty, mutta toteutus toistaiseksi varsin vähäistä, lähinnä hulevesiin liittyen ja niissäkin laadulliset tekijät edellä. Toisaalta runsaat järvet, viheralueet ja useat ei-rakenteelliset toimet vähentävät toteutuksen tarvetta.	Luontopohjaiset ratkaisut on otettu huomioon eri hallinnon tasojen strategioissa, lähinnä ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyen, jossa Suomen voidaan katsoa olevan edelläkävijä. Hulevesien hallinta on kehittynyt luonnonmukaisempaan suuntaan 2014 MRL uudistuksen myötä.	Tarvitaan laajaa yhteistyötä ja kokonaisvaltaista suunnittelua. Valumavesien pidättämisen vaikutukset tulviin usein pieniä eikä mahdollista kaikissa vesistöissä. Vaikutuksista vedenlaatuun (ml. haitalliset aineet ja mikromuovit) ei riittävästi tietoa. Hulevesien hallinnassa hyväksyttävyyden lisääminen kansalaisten keskuudessa. Seuranta puutteellista.	Uusia menetelmiä potentiaalisten kohteiden tunnistamiseen ja vaikutusten arviointiin, esim. vaihtoehtojen järjestelmällinen arviointi. Luontopohjaiset ratkaisut osana ilmastonmuutokseen sopeutumista, hulevesimaksujen ja viherkertoimen käyttäminen.
<b>Ruotsi</b>	Hyvin omaksuttu kansallisella tasolla, mutta käsitteinä vihreä infra ja ekosysteempipalvelut yleisempiä. Tulvariskien hallintasuunnitelmissa niukalti luonnonmukaisia toimia.	Läänikohtaiset vihreän infran toimenpidesuunnitelmat laadittu biodiversiteettistrategian perusteella. Useita toimia käynnissä arviointiin, tietoisuuteen ja viestintään liittyen. Tulvariskien hallinta hyvin myös osana sopeutumis suunnitelmia.	Usean käsitteen rinnakkainen käyttäminen aiheuttaa sekaannusta. Poliittikkatoimet, rahoitusjärjestelyt ja tulvariskien hallinnan yhdistämisen luontopohjaisten ratkaisuiden kautta maankäytön suunnitteluun kaipaavat selkeyttämistä.	Asukkaiden, maanomistajien ja sidostahojen osallistuminen prosessiin jo suunnitteluvaiheessa. Tulvariskien hallinnan toimenpiteet jaettu 17 ryhmään, joista yksi luonnonmukaiset. Malmön Augustenborg'in innovatiivinen luonnonmukainen hulevesien hallintahanke 1998-2002 on seurattu ja tuottanut tavoiteltuja sosioekonomisia vaikutuksia.
<b>Tanska</b>	Luontopohjaiset toimenpiteet ja vihreä infra tunnistettuja toimia sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa että luonnonriskien hallinnassa. Vain yhdessä tulvariskien hallintasuunnitelmassa luonnonmukaisia toimia, johtuen mm. tulvariskialueiden keskittymisestä rannikolle, jossa laajempia tulvariskien hallinnan hyötyjä saavutetaan yleensä vain rakenteellisin toimin.	Kunnallisissa ilmastonmuutoksen sopeutumis suunnitelmissa arvioitu ja kuvattu tulvariskit sekä priorisoitu paikalliset sopeutumistoimet. 2017 jälkeen useita aloitteita tulasuojauksen tueksi.	Maanomistukseen liittyvät haasteet usein toimenpiteiden toteutuksen esteenä vesistöjen varsilla ja rannikolla. Luontopohjaiset tulvariskien hallinnan hankkeet keskittyneet lähes pelkästään kaupunkiin ja hulevesitulviin. Lainsäädäntö ei vastaa täysin hulevesien kasvavaan hallintatarpeeseen.	Hyvää kokemusta moninaiset näkökulmat huomioon ottavasta kustannushyötyanalyysistä. Maanomistajalähtöinen suunnittelu ja tietoisuuden lisääminen. Suunnittelu osana kuntien muuta suunnittelujärjestelmää. Luontopohjaisten toimien vaikuttavuuden esiin tuominen mm. monipuolisin konkreettisin esimerkein. Kööpenhaminan laaja hulevesien hallintasuunnitelma ja toimenpiteiden toteutusta tukeva toimintamalli.
<b>Saksa</b>	Käyttänyt selvästi eniten EU-rahoitusta tulvariskien hallinnan vihreän infrastruktuurin hankkeisiin. Luonnonmukainen tulvariskien hallinta on liittovaltion prioriteettina ja tukien kohteena. Poliittikkatoimet käsittelevät selkeimmin luontopohjaisia ratkaisuja ja tukevat voimakkaasti niiden toteuttamista, erityisesti urbaaneja ratkaisuja.	Luonnonmukainen tulvariskien hallinta otettu huomioon paremmin vesiasioiden toimeenpanon kautta kuin kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian tai osavaltioiden omien rannikon tulva- ja eroosiosuojauksuu suunnitelmien.	Tehokkaita luonnonmukaisia ratkaisuja meritulvariskien hallintaan vaikea löytää. Liittovaltio-osavaltio-kunnat hierarkia (ylhäältä-alas) voi olla järkevä eikä aina tarjoa mahdollisuutta hyödyntää luonnonmukaisia toimia.	Rahoitusinstrumentit luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan tueksi. Arviointimenetelmä toimenpiteiden luonnonmukaisuuden arviointiin. Liittovaltiotasoisien toimenpidekatalogin 29 luonnonpidetyypistä 5 liittyy luonnonmukaiseen tulvariskien hallintaan tai vesien pidättämiseen.



Maa	Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toteutuksen laajuus	Strategiat ja ohjaukset	Haasteet	Hyvät käytännöt
<b>Puola</b>	Yksi harvoista Itämeren valtioista, jossa on toteutettu laajoja luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuita. EU on tukenut maan tulvariskien hallinnan suunnittelua ja se on edistänyt luonnonmukaisten toimien ottamista huomioon. Melko laajaa tutkimus- ja kehittämistyötä ilmastonmuutokseen ja tulvariskien hallintaan liittyen.	Ympäristön ja vesienhallinnan kehitysstrategian (2019) toteutus on käynnistynyt kaikilla hallinnon tasoilla. Kansallisessa ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategiassa suurin prioriteetti on tulvariskien hallintatoimilla. Rannikon suojelustrategia kannustaa pehmeiden toimien hyödyntämiseen ja vain 5 % sen rahoituksesta on rakenteellisiin toimiin.	Aiemmin toteutetut vedenpidätysohjelmat ovat olleet hallinnollisesti irrallisia tulvariskien hallintatoimista ja vastuut olleet sekavat. 2018 tehty vesienhallinnan uudelleenorganisointi helpottanee tilannetta.	Pienten laajasti toteutettavien vedenpidätysratkaisuiden hyödyt koettu toimiviksi pienillä valuma-alueilla maatalouden ja metsäalueiden vedenpidätysohjelmissä. Niiden kustannus-hyödyt on arvioitu 10-kertaisiksi laajoihin säännöstelyaltaisiin verrattuna. Käytössä on hulevesimaksu, jonka tavoitteena on kattaa vedenpidätyksen ja imeyttämisen kuluja.
<b>Viro</b>	Luonnonmukainen tulvariskien hallinta lisännyt suosiota viime vuosina, myös kunnissa. Hallintasuunnitelmissa toimenpide-ehdotukset on jaettu 12 ryhmään, joista sadevesien viivyttämisen ja luonnonmukaiset toimet -ryhmä oli suosituin suunnitelmissa 2015-21.	Ilmastonmuutoksen sopeutumis suunnitelman osatavoitteet edistävät maankäyttöä, tulvariskien hallintaa ja luontoympäristöjä. Toimenpiteet keskittyvät kaupunkeihin.	Yksittäisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden tarkastelu on karkealla tasolla. Luonnonmukaiset toimenpiteet ovat usein pienialaisia ja kaipaivat tarkempaa arviointia moninaisten hyötyjen osalta.	Käynnissä on hulevesitulvien resilienssiin liittyvä hanke (2018-2023), jonka tavoitteet tukevat hyvin luonnonmukaisen hulevesitulvariskien hallinnan edistämistä.
<b>Latvia</b>	Vähän paikallisen tason kokemusta luonnonmukaisista vedenpidätysratkaisuksista. Samat viranomaiset vastaavat tulvariskien hallinnan ja vesienhoidon suunnittelusta.	Kansallinen sopeutumis suunnitelma 2019 ja strategia on kehitteillä. Pahimmiksi ilmastonmuutoksen riskeiksi mainittu vesistö- ja meritulvat, lisääntyvät myrskyt ja rantaeroosio. Sopeutuminen kuuluu maanomistajan vastuulle.	Hulevesien hallinnan vastuut jakaantuneet ja hulevesien hallinta voi olla tehotonta. Meritulviin vauriutuminen on kuntien vastuulla ja sitä ei koordinoita valtion taholta, joten päätöksenteossa suositaan harmaita ratkaisuja.	Käynnissä on projekti (2020 –2021), jossa laaditaan ohjeistukset paikallishallinnolle kestävien ja luonnonmukaisten hulevesien hallintaratkaisuiden toteuttamiseen. Kehitetty integroitu hulevesien hallinnan suunnittelujärjestelmä.
<b>Liettua</b>	Koko maasta on laadittu yksi yleinen tulvariskien hallintasuunnitelma, jossa on esitetty toteutettavaksi joitakin luonnonmukaisia vedenpidätysratkaisuja, mutta niitä ei ole kuvattu tarkemmin.	Ilmastonmuutosstrategia sisältää joitain toimenpide-ehdotuksia ekosysteemien ja taloudellisen toiminnan haavoittuvuuden vähentämiseksi. Kunnat laatineet omia suunnitelmiaan.	Hallinnolliset resurssit tulvariskien hallinnassa ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa ovat rajalliset. Maassa ei myöskään ole laajaa kokemusta luonnonmukaisista toimista.	Poikkisektoraalinen yhteistyö Kamanoksen alueella kosteikkojen ja tulvametsien ennallistamisen ja kunnostamisen sekä patojen purkamisen yhteydessä.

## 5.1 Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan nykytila Itämeren maissa

Luonnonmukaisia tulvariskien hallintaratkaisuja on toteutettu kaikissa Itämeren alueen maissa. Toimenpiteiden mittakaavassa ja laajamittaisessa toteutuksessa on kuitenkin paljon eroja. Suurin osa toteutetuista toimenpiteistä liittyy hulevesien hallintaan tai pienien maatalouskohteiden tulva- ja kuivatustoimiin. Joitakin laajamittaisempia toimia on kuitenkin toteutettu vesistöillä (esim. metsäisten alueiden laajamittainen vedenpidätysaltaiden toteuttaminen Puolassa) ja rannikolla (esim. Tanskassa useissa kohteissa ja eri menetelmillä). Hulevesien hallinnan laajamittaisia esimerkkejä ovat esimerkiksi Malmön<sup>76</sup> (Ruotsi) hulevesisysteemin päivittäminen luonnonmukaiseksi ja Kööpenhaminan<sup>77</sup> (Tanska) rankkateiden hallintasuunnitelma.

Kansainväliset sopimukset kuten Pariisin sopimus, Sendain kehikko sekä Agenda 2030 korostavat luonnonmukaisten ratkaisuiden tärkeää roolia ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvien ääri-ilmiöiden, kuten tulvien, ehkäisyssä. Näiden sopimusten ja tulvadirektiivin myötä kaikissa tässä raportissa käsitellyissä Itämeren maissa luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan osalta on tapahtunut kehitystä aivan viime vuosina. Paljon jää kuitenkin maiden oman suhtautumisen ja sitoutumisen varaan. Monet viimeaikaiset luonnonmukaiset vedenpidättämistoimet ovat EU komission mukaan suurimmaksi osaksi tulvadirektiivin ansiota ja vain harva toimenpide on käynnistynyt vesipuitedirektiivin myötä (European Commission, 2015b).

Vuonna 2007 voimaan tullut tulvadirektiivi koskettaa Itämeren rantavaltioista kaikkia muita paitsi Venäjää. Direktiivin ja sen nojalla laadittujen 1. tulvariskien hallintasuunnitelmien (v. 2015 mennessä) myötä luonnonmukainen tulvariskien hallinta on tullut osaksi maiden lainsäädäntöä tai kansallisia suosituksia. Toisaalta suunnitelmissa ehdotettuja toimenpiteitä ei ole suurimmaksi osaksi vielä ehditty toteuttaa, eikä vaikutuksia siten ole tunnistettavissa. Vihreän infran tai luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimenpiteitä ei ole usein eroteltu omiksi kokonaisuuksikseen (EEA, 2017). Näin on kuitenkin esimerkiksi Ruotsissa. Toisaalta usein käytetty jaottelu luonnonmukaisiin ja perinteisiin harmaisiin toimenpiteisiin ei ole hyväksi ja voi lisätä vastakkainasettelua. Ns. hybriditoimenpiteet voivat olla vaikutuksiltaan parhaita ja luonnonmukaisia toimia tulisi käsitellä yhtenä toimenpiteenä muiden joukossa.

Keskustelu luontopohjaisista ratkaisuista on kääntänyt huomiota luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan monipuolisiin hyötyihin, kuten luonnon monimuotoisuuteen, parantuvaan vedenlaatuun tai viherympäristön tuomiin hyötyihin (Schanze, 2017). Luontopohjaisten ratkaisujen potentiaalin on arvioitu olevan korkea ja niihin investoimisen on todettu olevan kustannustehokasta muun muassa ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien hallinnassa (EEA, 2015a). Toteutettujen ja käynnissä olevien toimenpiteiden sekä ohjauskeinojen myötä tieto luontopohjaisten ratkaisujen todellisista kustannuksista ja tunnistetuista hyödyistä lisääntyy ja edelleen parantaa niiden toteuttamista.

Itämeren alueen maille tyypillistä on moniin muihin maihin verrattuna alhainen asukastiheys, laajat maa- ja metsätalousvaltaiset alueet ja suhteellisen pienet korkeuserot. Tulvariski Itämeren rantavaltioissa on pääosin kokonaisuutena tarkastellen pienempi kuin esimerkiksi useilla Keski-Euroopan jokien varsilla tai Pohjanmeren rannikolla. Monin paikoin Itämeren maissa on kuitenkin rakennettu tulvavaara-alueelle. Keskeinen haaste luonnonmukaisessa tulvariskien hallinnassa on pohjoiset sääolosuhteet, tarkemmin lähinnä lumi ja sen sulaminen äkillisesti. Kaupungeissa lumen siirto lumenkaatopaikoille ehkäisee hulevesitulvia keväisin ja talvisin, mutta aiheuttaa huomattavia kustannuksia ja mahdollista pienialaista vesistöjen laadun heikkenemistä. Vesistöalueen mittakaavassa lumen sulaminen voi aiheuttaa virtaamapiikkejä, joita ei luonnonmukaisin keinoin pystytä hallitsemaan.

<sup>76</sup> [oppla.eu/casestudy/19011](https://oppla.eu/casestudy/19011), [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenberg-malmo)

<sup>77</sup> [oppla.eu/casestudy/18017](https://oppla.eu/casestudy/18017), [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan)

Vesistöaluetasoiset luonnonmukaiset toimenpiteet ovat usein kansallisen aktiivisuuden ja sopivien rahoitusmekanismien tulosta. Erityisesti Itämeren maissa metsät tarjoavat mahdollisuuksia vedenpidättämiseen valunnan ja äärivirtaamien tasaamisen muodossa. Toisaalta vedenpidätyskyky on metsissä EEA:n (2015b) selvityksen mukaan neljänneksen suurempi kesä- kuin talviaikaan ja Itämeren maissa tulvat esiintyvät usein talvella tai keväällä. Pohjoismaiden ja Itämeren alueella kuivatusjärjestelmien toiminnan ylläpito on ollut maa- ja metsätalouden kannalta tärkeä toimi. Perinteisesti maa- ja metsätaloudessa on suosittu toimenpiteitä, joiden avulla voidaan johtaa sadevedet mahdollisimman nopeasti pois viljellyltä alueelta tai tuotantometsistä. Tämänäköisille pienialaisille ja lyhytkestoisille tulville luonnonmukainen vesien pidättäminen on toimiva ratkaisu, mutta voi aiheuttaa eturistiriitoja ja siten olla hankalasti toteutettavissa. Itämeren maissa luonnonmukaisia tulvaherkkiä alueita on jäljellä selvästi enemmän kuin muualla Euroopassa, jossa vesistöjen luonnollisista tulva-alueista 70-90 % on otettu muuhun käyttöön tai erotettu uomasta penkereellä rakenteellisten tulvasuojausten, uomien oikaisemisen, kaupungistumisen ja maatalouden tarpeiden vuoksi (EEA, 2019). Samoin luonnonmukaisia vedenpidätysalueita on käytössä, varsinkin Suomessa ja Ruotsissa järvien ja soiden osuus pinta-alasta on merkittävä. Toisaalta myös potentiaalia luonnonmukaisen vedenpidätyksen lisäämiseen olisi, koska useissa Itämeren maissa soita on ojitettu maa- ja metsätalouden tarpeisiin varsin laajasti. Esimerkiksi Suomen soista metsäojitettuja on 53 % (Finer ym. 2020). Saksassa suuri osa pelloista on paikoin entisiä turvemaita ja siellä tehty pitkään turvepeltoihin liittyvää tutkimusta, mm. kasvihuonekaasunäkökulmasta.

Meritulvien ennakoitaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä. Ne vaativat usein rakenteellista suojautumista, mutta sitä voidaan tukea – ja onkin tuettu – luonnonmukaisin toimin. Itämeren alueen sopeutumiskustannukset meritulviin ovat vain 4 % koko EU:n vastaavista kustannuksista (1998-2015) (European Commission, 2009a) eikä kustannusten ole arvioitu nousevan kovin paljoa, johtuen mm. maanpinnan kohoamisesta ja melko pienestä eroosioriskistä. Siten meritulviin varautumiseksi ei tarvita järeitä toimia, vaan luonnonmukaiset ”mukaudu ja vetäydy”-toimenpiteet ovat monin paikoin toimivia.

Hulevesitulvien on myös ennakoitu lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä, mutta myös rakennuskannan ja päällystetyn alueen lisääntymisen takia. Hulevesistrategiat ovat yleensä isompien kaupunkien itsensä alulle panemia, mutta luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan pilotteja on toteutettu myös pienemmissä kunnissa. Useat luonnonmukaiset toimenpiteet Itämeren maissa ovat keskittyneet kaupunkien ja hulevesitulvariskien hallintaan, mutta laajemman tulvariskien hallinnan vaikutuksen aikaansaamiseksi niiden toteuttaminen tulisi olla huomattavasti nykyistä suurempaa.

Monissa Euroopan maissa ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja osittain tulvariskien hallinta (varsinkin meritulvien osalta) on valtakunnallisella tai aluetasolla. Itämeren alueen maissa vastuu on keskitynyt enemmän paikallisviranomaisille, yksityisille tahoille ja maanomistajille. Maankäytön suunnittelu ja ohjaus onkin keskeinen keino tehokkaan tulvariskien hallinnan, ilmastonmuutokseen sopeutumisen ja luontopohjaisten ratkaisuiden mahdollistamiseksi. Tiukkoja maankäytön ohjaukeinoja esim. lainsäädännössä ei kuitenkaan juurikaan ole käytössä luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämiseksi.

Haasteina luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden laajemmalle toteuttamiselle ovat olleet moninaisten hyötyjen ja kustannusten arviointi sekä riittämätön käsitys erilaisista toimenpiteillä mahdollisesti saavutettavasti hyödyistä (EU CIS Working Group Programme of Measures, 2014; EEA, 2017; McVittie ym. 2018; Frantzeskaki, 2019). Toteutettujen toimenpiteiden rahoitus on ollut usein ainakin osittain projektipohjaista, jolloin ylläpito on voinut jäädä vaille rahoitusta. Joissakin Itämeren maissa haasteena on ollut myös hallinnolliset rakenteet ja niistä johtuen puutteelliset keinot edistää luonnonmukaista tulvariskien hallintaa (mm. säännökset, lainsäädäntö, jakaantunut rahoitus, vaikutusmahdollisuudet). Itämeren alueella, EU:ssa ja globaalisti haasteena on eri politiikkatoimien puutteellinen yhteneväisyys (Somarkis ym. 2019). Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan edistämisestä Itämeren alueella on haitannut myös tiedon puute ja monien eri termien ja määritelmien käyttö. Yksi keskeinen haaste on lisäksi hajaantunut vesistöaluekohtainen suunnittelu (Trémolet ym. 2019). Suunnitteluvastuu kaikki vesistöalueen sektorit huomioon ottaen on usein jakaantunut useille eri vastuutahoille ja lisäksi aluehallinnollisesti. Tiedon välittäminen eri toimijoiden välillä ja varsinkin päättäjille,

alueidenkäytön suunnittelijoille ja elinkeinoelämän toimijoille on ollut haasteellista <sup>78</sup>. Myös saman tahon eri osastoilla voidaan tehdä päällekkäistä tai jopa toisen osaston tavoitteita haittaavaa työtä samanaikaisesti. Usein töitä tehdään tietyn tavoitteen tai lain perusteella, jolloin vesistöaluenäkökulma kaikkein osatavoitteineen jää vähälle huomiolle (European Commission, 2015b).

## 5.2 Suositukset toimenpiteiden arviointiin

Toimenpiteiden ja toimenpideohjelmien arviointi olisi tehokkaampaa, jos käytössä olisi globaali, Euroopan, Itämeren alueen tai vähintään kunkin maan tasolla yhtenevä arviointi- ja seurantakehikko. Tois-taiseksi luontopohjaisten toimenpiteiden arviointikäytäntöihin ei ole vakiintunut menetelmää, joka so-pisi mahdollisimman erilaisille toimenpiteille ja toisi toimenpiteiden moninaiset hyödyt esiin (Somarkis ym. 2019). Useita lähestymistapoja yhteiselle luontopohjaisten toimien arviointikehikolle on olemassa (esim. CBD, 2019; Cohen-Shacham, 2019; GIZ, 2020), mutta mikään niistä ei ole vakiintunut laajem-paan käyttöön. Lupaavin voi olla kansainvälisen luonnonsuojeluliiton (IUCN, engl. International Union for Conservation of Nature) hiljattain julkaistu globaali standardi luontopohjaisille ratkaisuille (IUCN, 2020). Kyseinen standardi koostuu ohjeistuksesta (kahdeksan kriteeriä ja 28 indikaattoria) sekä itsearvi-ointityökalusta.

Luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden tehokkuuden arviointi perustuu yleensä karkeaan vaikutusten arviointiin sekä joihinkin aiemmin toteutettuihin samankaltaisiin toimenpiteisiin ja niistä saatuihin kokemuksiin. Esimerkillisinäkin pidetyistä toimenpiteistä on kuitenkin vain harvoin tehty kattavaa kustannusten ja hyötyjen arviointia eikä niiden toiminnasta ääritilanteissa ole tietoa.

Tulvadirektiivi korostaa toimenpiteiden kustannushyötytarkastelua, mutta sen toteuttamisen on to-dettu olevan haastava luonnonmukaisten toimien osalta. Vaikka tulvadirektiivi korostaa myös luonnon-mukaisten toimien suosimista, voi niiden toteuttaminen tai ehdottaminen suunnitelmissa jäädä vähem-mälle kustannusten ja hyötyjen hankalan arviotavuuden vuoksi. Lisäksi luonnonmukaiset tulvariskien hallintaratkaisut sijoittuvat usein muualle kuin merkittävälle tulvariskialueelle, joten niitä ei siksi aina nähdä tärkeimpinä toimenpiteinä - varsinkaan kun tulvadirektiivi ei erityisesti kannusta tulvariskialueen yläpuolisella valuma-alueella tehtäviin toimenpiteisiin.

Luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden suunnittelu tulisi olla avoin ja läpinäkyvä prosessi ja keskittyä useampaan kuin yhden suunnitteluprosessin tavoitteisiin. Toimenpiteiden moni-naisten hyötyjen arvioinnissa korostuvat veden määrän ja laadun lisäksi luonnon monimuotoisuus sekä virkistyskäyttö ja maisema-arvot. Niillä vaikuttaisi olevan positiivinen vaikutus ihmisten käsitykseen luonnonmukaisista toimenpiteistä, vaikka joissakin tutkimuksissa esteettisten näkökohtien havaittiin olevan vähemmän merkityksellisiä verrattuna muihin hyötyihin (Han & Kuhlicke, 2019). Yleensä ihmi-set tukevat mieluummin luonnonmukaisia toimenpiteitä, jos he arvostavat niiden sosiaalisia ja luonnolle tuomia hyötyjä. Luontopohjaisen tulvariskien hallinnan taloudelliset hyödyt myös tulvattomina kausina on tärkeä tuoda esiin (Janssen ym. 2020). Heikko käsitys ekosysteemipalveluiden hyödyistä voi johtaa puutteellisiin päätöksiin toimenpiteitä suunniteltaessa. Siksi olisi tarpeen parantaa ja ottaa paremmin huomioon potentiaalisten tulva-alueiden ekosysteemipalveluiden ja maankäytön suunnittelun mahdolli-set ristiriidat ja toisaalta kompromisseilla saavutettavat hyödyt (EEA, 2015a).

Palautteen kerääminen ja iteraatiokierrokset ovatkin yleensä luonnonmukaisten toimenpiteiden ar-viointi- ja päätösketjut perinteisistä ”harmaista” projekteista erottava tekijä. Suosituksina on kuvata vaikutukset ja kytkennät, arvioida tarkasteltavaa systeemiä kokonaisuutena, lisätä osallistujien ymmär-rystä moninaisista hyödyistä ja käyttää ymmärrettävää kieltä (Somarkis ym. 2019).

Ruangpan ym. (2019) selvityksen mukaan tarvittaisiin parempia optimointimenetelmiä pääasiallis-ten ja muiden hyötyjen maksimointiin samalla kustannuksia minimoiden sekä toimenpiteiden täyden potentiaalihin hyödyntämiseksi joko yksittäisinä toimenpiteinä tai yhdessä muiden toimenpiteiden kanssa.

<sup>78</sup> BalticClimate -internetpalvelun työkalu-sivusto Ilmastonmuutoksen haasteet ja mahdollisuudet Itämeren alu-een paikalliselle ja alueelliselle kehitykselle. [www.toolkit.balticclimate.org/](http://www.toolkit.balticclimate.org/)

Toimenpiteiden vaikutusten arviointi lyhyellä ja pitkällä aikavälillä kaipaisi kehitystä. Lisäksi kaivattaisiin menetelmiä määrällisten ja laadullisten vaikutusten yhtenevämpään arviointiin, kuten monitavoitearviointia. Sen hyödyntämisestä esimerkkinä voidaan mainita mm. TASAPELI-hanke<sup>79</sup>.

Luonnonmukaisten toimenpiteiden tehokkuuteen liittyvä epävarmuus ja vaikutusten monimutkaisuus tekevät niiden arvioinnista selvästi haastavampaa verrattuna ”harmaiden” toimenpiteiden arviointiin. Erityisesti luonteeltaan harvinaisten tulvien hallinnassa luonnonmukaisten toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi voi olla haastavaa pitkän tarkasteluajakänteen ja monimutkaisten vaikutusmekanismien vuoksi. Toteutettujen toimenpiteiden vaikutuksien näkyminen voi viedä vuosia, joten koko elinkaaren kustannukset ja hyödyt tulisi ottaa osaksi arviointia. Se tekee toimenpiteiden arvioinnista entistä haastavampaa. Usein toimenpiteet sijoittuvat muutoksessa olevaan ympäristöön, kuten kaupunkialueiden reunoille tai jokien varsille, joissa rakentaminen tai uoman evoluutio muuttavat toimenpiteiden toimintaa lähes jatkuvasti, joten esimerkiksi elinkaarikustannusten ja -hyötyjen arviointiin liittyy todella suuria epävarmuuksia. Arviointi tulisi kuitenkin pyrkiä tekemään skenaariopohjaisesti maankäyttö, ilmasto ja muu kehitys huomioon ottaen (Vojinovic, 2020).

Toteutettujen toimenpiteiden seuranta ja arviointi on usein vajavaista tai siihen on rahoitusta vain projektin ajaksi, jolloin niiden vaikuttavuudesta erityisesti pitkällä aikavälillä ei saada kokemuksia. Joissain toimenpiteissä seuranta on suunniteltu jo muun suunnittelun yhteydessä ja sitä tehdään edelleen varsinaisten toimenpiteiden toteutumisen jälkeen (esim. Nummelan kosteikko<sup>80</sup> sekä useat kaupunkien hulevesiohjelmat, mm. Kööpenhamina<sup>81</sup> ja Malmön Augustenborg<sup>82</sup>). Jotta erilaisten ja erilaisissa olosuhteissa toimivien luonnonmukaisten toimenpiteiden vaikutusten arviointia voitaisiin parantaa, tarvittaisiin jo toteutettujen toimien vaikutuksista tarkempaa tietoa ja tieto pitäisi olla siirrettävissä suunnitteluvaiheiden toimenpiteiden avuksi. Se onnistuu parhaiten, jos vaikutusten seuranta on suunniteltu etukäteen ja sen toteuttamiseen on resursseja.

Luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden kustannushyötysuhde vaikuttaisi tapaus-tarkasteluiden perusteella olevan parempi kuin ”harmaiden” toimenpiteiden (EEA, 2017). Erityisesti kosteikkojen ja tulvaherkkien alueiden kunnostus vaikuttavat hyviltä toimenpiteiltä tulvariskiä vähentävien vaikutustensa sekä monipuolisten muiden hyötyjen ansiosta (mm. Puolasta Veikselin<sup>83</sup> ja Biebrzan (Grygoruk ym. 2013) esimerkit). Myös toisen tutkimuksen mukaan luonnonmukaiset toimenpiteet ovat kaupunkiympäristössä todennäköisemmin tehokkaampia kuin perinteiset ”harmaat” toimenpiteet, jos ne toteutetaan yhteistyössä paikallisten sidostahojen kanssa (Onuma & Tsuge, 2018). Hybridiratkaisut ovat kuitenkin usein tehokkaampia kuin yksittäiset luonnonmukaiset toimet. Laajemmassa mittakaavassa vesistötulvien, ja varsinkin meritulvien, osalta tilanne voi kuitenkin olla toinen.

Luonnonmukaisten toimenpiteiden hyötyjen osoittaminen verrattuna perinteisesti käytettyihin toimenpitevaihtoehtoihin voisi lisätä luonnonmukaisten toimenpiteiden toteutusintoa. Vesistöaluetasolla tehtävää tulvariskien hallinnan suunnittelua varten esimerkkien olisi hyvä olla samasta maasta tai vastaavista olosuhteista, jotta ne tiedostettaisiin ja niihin uskallettaisiin luottaa.

EEA:n raportissa Green infrastructure and flood risk management (EEA, 2017) on vertailtu luonnonmukaisten ja perinteisten harmaiden tulvariskien hallinnan toimenpiteiden kustannushyötyjen arvioinnin eroja. Tarvitaan kvalitatiivisia arviointimenetelmiä, koska kaikkia luonnonmukaisten toimenpiteiden hyötyjä ei voida arvioida ja toisaalta harmaat toimenpiteet keskittyvät tyypillisesti vain yhteen tavoitteeseen ja tavoitellun tulvariskien hallinnan tason saavuttaminen voidaan osoittaa heti toimenpiteen valmistuttua. Luonnonmukaisten toimenpiteiden kustannushyötyarviointi tulisi aina tehdä

<sup>79</sup> [tietokayttoon.fi/-/vaikuttavia-ja-tehokkaita-luontopohjaisia-ratkaisuja-yhteiskunnallisiin-ongelmiin-voitto-](https://tietokayttoon.fi/-/vaikuttavia-ja-tehokkaita-luontopohjaisia-ratkaisuja-yhteiskunnallisiin-ongelmiin-voitto-)

<sup>80</sup> [www.helsinki.fi/urbanoases/](http://www.helsinki.fi/urbanoases/)

<sup>81</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-storm-water-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-storm-water-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan)

<sup>82</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenborg-malmo](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenborg-malmo)

<sup>83</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/flood-protection-in-the-upper-vistula-river-basin-grey-and-green-measures-implemented-in-the-sandomierz-area)

tapauskohtaisesti, kun taas harmaiden toimenpiteiden kustannushyötyarviot voi joissain tapauksissa olla siirrettävissä toisaalle. Tapauskohtaiseen arviointiin on syytä varata aikaa ja resursseja. Toimenpidevaihtoehtojen vertailuun tarvitaan yhteinen aikajänne. Tarvitaan yhtenevä menetelmä toimenpiteiden koko elinkaaren aikana syntyvien hyötyjen arviointiin, jotta toimenpiteitä voidaan paremmin vertailla ja tehdä rahoituspäätöksiä kokonaisuutena tarkastellen.

EKLIPSE -hankkeen raportissa (Raymond ym. 2017) luontopohjaisten ratkaisujen vaikutusten arvioinnin rungon muodostaa kymmenen yhteiskunnallista haastetta: mm. ilmastonmuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen sekä tulvariskien hallinta. Raportissa kuvataan haasteittain, minkälaisilla toimenpiteillä kuvattuihin haasteisiin pyritään vastaamaan ja minkälaisia vaikutuksia toimenpiteillä on (myös muihin haasteisiin). Lisäksi raportissa on esitetty esimerkkejä indikaattoreista. Kuvattu lähestymistapa on varsin käyttökelpoinen, varsinkin suppeampialaisissa kohteissa.

Building With Nature -hankkeen osaraportista (Huthoff ym. 2018) laadittiin kirjallisuusanalyysin ja Pohjanmeren tulva- ja eroosioriskien hallinnan tapaustarkasteluiden tarpeiden perusteella arviointikehikko luonnonmukaisille tulva- ja eroosioriskien hallinnan toimenpiteille. Arvioitavia kokonaisuuksia on kehikossa neljä: suorituskyky, tehokkuus, sosiaalinen tuki ja joustavuus. Jokaisesta niistä on esitetty kysymysmuotoon muokattuna useampi laadullisia indikaattoreita. Kehikko voi olla tuttu Itämeren länsiosan maissa (Tanska, Saksa, Ruotsi) ja se on pyritty suunnittelemaan olosuhteiltaan samankaltaiselle alueelle.

Maa- ja metsätalouden tutkimuskeskuksen raportti luontopohjaisten tulvasuojelutoimenpiteiden toteuttamisesta (World Bank, 2017, s.24) kuvaa arviointiperiaatteet kustannusten, hyötyjen ja tehokkuuden arviointiin. Vaiheet ovat seuraavat:

- 1) nykyisen ja tulevan tulvariskin mallintaminen perinteisillä, luonnonmukaisilla ja hybriditoimenpiteillä.
- 2) vältettyjen vahinkojen ja saavutettavissa olevien hyötyjen laskeminen
- 3) sosiaalisten ja ympäristövaikutusten arviointi
- 4) mahdollisten lisähyötyjen tunnistaminen
- 5) laaja kustannushyöty- ja tehokkuusanalyysi

### 5.3 Suositukset ohjaus- ja rahoituskeinoiksi

Luontopohjaiset ratkaisut eivät tarvitse omaa strategiaa tai ohjelmaa, vaan ne tulisi sisällyttää osaksi laajempia kokonaisuuksia, kuten ilmastonmuutokseen sopeutumista sekä luonnon riskien hallintaa. Esimerkiksi luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan kansallinen ohjelma voi jäädä liian kapea-alaiseksi, jos sitä ei ohjaa mikään ylemmän tason strategia. Useat Itämeren alueen maat ovat esimerkiksi tuottaneet strategioita ja muita asiakirjoja, jotka kannustavat viherrakenteen investointeihin osana kestävästä alue-suunnittelusta (EEA, 2015a). Maa- ja metsätalouden tutkimuskeskuksen luontopohjaisten tulvasuojelutoimenpiteiden ohjeistuksessa (World Bank, 2017, s.21-23) on esitelty yleispätevä prosessi luontopohjaisen tulvariskien hallinnan strategian kehittämiseksi.

Strateginen tulvariskien hallinta, joka ottaa huomioon luonnonmukaisten vaihtoehtojen lisäksi myös erilaisten toimenpidevaihtoehtojen synergiat tulisi olla mukana kaikissa tulvariskien hallintasuunnitelmissa. Ekosysteemipohjainen tulvariskien hallinta ja tavoitteiden asettaminen yhdessä vesienhoidon, luonnonsuojelun ja ekosysteemipalveluiden kanssa tulisi ottaa osaksi ylemmän tason suunnittelua (EEA, 2016). Strateginen tulvariskien hallinta edellyttää hyötyjen priorisointia, hyvää suunnittelua sekä taloudellista ja ohjauksellista tukea (EEA, 2019). Useat EU-tason politiikkatoimet, kuten vihreän kehityksen ohjelma ja biodiversiteettistrategia, ovat jo vastanneet näihin haasteisiin, mutta niiden näkyminen käytännössä vaatii aikaa. Kuitenkin samalla voitaisiin kannustaa vielä entistä voimakkaammin luontopohjaisten toimien edistämiseen ja tukemiseen. Esimerkiksi tulvadirektiivi voisi kannustaa entistä enemmän erilaisten luonnonmukaisten toimien soveltamiseen ja tehostamiseen kansallisessa päätöksenteossa

eri tulvatyyppit, asiakokonaisuudet ja tilanteet huomioon ottaen (Vojinovic, 2020). Se voi kuitenkin edellyttää sopimuksia, täytäntöönpanomekanismeja ja riittävää rahoitusta.

Luonnonmukaisten tulvariskein hallinnan toimenpiteiden suunnitteluun pitäisi osallistaa monitieteinen joukko eri alojen osaajia. Samoin päätöksenteon tulisi olla moninaiset näkökulmat ja eri hallinnon tasot huomioon ottavaa. Tällaista monitahoista hallinnointitapaa on ehdotettu mm EU-hankkeissa Nature4Cities ja PHUSICOS. Keskushallinto, mutta usein myös paikallishallinto, on Itämeren maissa jakaantunut sektoreittain, jolloin tarvitaan sektoreiden välistä yhteistyötä, jotta ohjaukset saadaan onnistuneesti jalkautettua paikalliselle tasolle. Esimerkiksi Latviassa hulevesien hallinta on jakaantunut siten, että avouomat kuuluvat eri viraston vastuulle kuin viemäriverkosto. Monissa maissa kuntien tehtävänä on esimerkiksi sekä tulviin varautuminen ja sen suunnittelu sekä ilmastonmuutokseen sopeutuminen. Esimerkiksi Tanskassa merkittävien tulvariskialueiden kuntien tulee laatia sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat että sopeutumis suunnitelmat ilmastonmuutokseen. Tarkastelemalla useiden suunnitelmien kokonaisuutta yhteisesti, voisi luonnonmukaiset toimet nousta keskeisempään rooliin (EEA, 2017). Vastaavasti hulevesien hallinta pitää sisällyttää osaksi laajempaa tulvariskien ja ilmastonmuutoksen sopeutumisen suunnittelua (Interreg BwN, 2020).

Alueellisten ja paikallisten toimijoiden on helpompi edistää luontopohjaisia ratkaisuja, mikäli sellaiseen ohjataan ylemmältä hallinnon tasolta (Paloniemi, 2019). Toisaalta hallinnollisesta ketteryudesta on hyötyä luontopohjaisten ratkaisujen soveltamisessa. Monet toteutuneista toimenpiteistä onkin tehty kaupunkien omista aloitteista niiden alueelle. Usein urbaanit alueet jätetään huomioimatta - tai jos ne ovatkin huomioitu, ne keskittyvät selvästi enemmän puisto- ja vesialueiden ylläpitoon ja ennallistamiseen kuin uusien alueiden ja niiden luontopohjaisten ratkaisuiden edistämiseen (Davis ym. 2018). Kansalliselta tasolta tarvittaisiin siis ohjausta ja tukea joustavien ratkaisut toteutukseen paikallisella tasolla ja kannustaa myös uusiin rohkeisiin ratkaisuihin.

Toisaalta luonnonmukaisia toimenpiteitä ehdotetaan usein paikalliselta tasolta, vaikka niiden laajamittainen toteutus vaatisi alueellisia tai kansallisia aloitteita. Usein, ainakin yleisesti luontopohjaisten ratkaisuiden osalta, ehdotuksen tekijät ovat ekologeja tai biologeja ja heidän tulokulmansa asiaan voi olla hyvin erilainen kuin päätöksentekijöillä, jotka ovat usein taloudellisen tai insinööri taustan omaavia, urakoitsijoita tai rahoittajia (Denjean, 2017). Paikallisista lähtökohdista toteutettava toimenpide on usein myös tavoitteiltaan kapea-alainen, ja esimerkiksi kosteikko saatetaan toteuttaa vain vedenlaatua parantamaan tai ennallistaminen luonnon monimuotoisuutta palvelemaan. Näissä tapauksissa tarvittaisiin valtakunnallinen tai vastaava kehikko, joka ohjaisi ottamaan suunnittelussa kaikki moninaiset hyödyt esille.

Yksi mahdollisuus edistää luonnonmukaisten toimenpiteiden huomioon ottamista erilaisissa suunnitteluprosesseissa on yhdistää niiden arviointi ympäristövaikutusten arviointiin esimerkiksi kansallisessa lainsäädännössä (EEA, 2017). Sekä tulvadirektiivi, että vesipuitedirektiivi ja monet muut kansallisesti merkittävät suunnitelmat tai ohjelmat edellyttävät ympäristövaikutusten arviointia, joten luonnonmukaisten toimien mahdollisuuksia tulisi tarkasteltua useissa eri tapauksissa.

Haasteena valumavesien erityisesti laajamittakaavaisessa pidättämisessä ovat maankäytön ristiriidat, joten tällaisten hajautettujen tulvasuojeluratkaisuiden edistäminen edellyttää institutionaalisia ratkaisuja, kuten taloudellisia ohjaukskeinoja (Collentine & Futter, 2018). Esimerkiksi maatalouden luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden osalta voitaisiin ohjata rahoitusta kannustamaan tehokkaammin maanomistajia ryhtymään toimenpiteisiin tai luovuttamaan maitaan tulvariskien hallinnan tarkoituksiin (European Commission, 2015b). EU:n yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) vastaa osittain siihen, mutta edistämistä kaivattaisiin myös kansallisesti.

Ainakin tähän asti vähäiseen luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden rahoitukseen ovat vaikuttaneet puutteellinen tieto niiden tehokkuudesta, rahoittajien vähäinen tietämys luontopohjaisista ratkaisuista, moninaisten hyötyjen taloudellisen arvon hankala konkretisointi sekä luonnonmukaisten ratkaisuiden usein pienet tai kapea-alaiset tavoitteet. Lisäksi hyödyt näkyvät usein vasta vuosien päästä ja jakaantuvat eri sektoreille, jolloin rahoittajat eivät välttämättä kiinnostu hankkeesta. Tällöin usein parhaita rahoituslähteitä ovat olleet kokeilu- ja projektirahoitusta tarjoavat EU rahoitusohjelmat



(kuten LIFE, rakennerahastot, koheesiorahasto, meri- ja kalatalousrahasto, maaseudun kehittämisra-  
hasto, strategisten investointien rahasto, Horizon2020, FP7, INTERREG, COST sekä erilaiset muut tut-  
kimusrahoituksen lähteet) osittain ehkä kansalliseen rahoitukseen yhdistettynä. Lisää rahoituslähteitä ja  
niiden hyödyntämismahdollisuuksia on kuvattu mm. NWRM synteesiraporteissa nro. 8 ja nro. 11<sup>84</sup> sekä  
NATURVATION-hankeen loppuraportissa (Davis ym. 2018). Erityisesti LIFE+ -rahoilla on toteutettu  
laajoja vesistöjen ja kosteikkojen ennallistamishankkeita. NATURVATION -hankkeen perusteella lähes  
75 % luontopohjaisista ratkaisuihin on rahoitettu julkisin varoin. Julkisin varoin on rahoitettu myös suu-  
rin osa tulvariskien hallintasuunnitelmissa esitetyistä toimenpiteistä (European Commission, 2019a).

Käytettävissä olevien rahoituslähteiden tunnistaminen ei aina ole helppoa, koska luonnonmukaiset  
toimenpiteet ovat niin moniulotteisia. Käytetyt rahoituslähteet ovat monipuolisia ja osittain riippuvaisia  
siitä, mikä on toimenpiteen perimmäinen tavoite (EEA, 2017). Usein este toimenpiteiden monistetta-  
vuudelle on saatavilla olevan rahoituksen määrä ja sen kohdistuminen vain tietynlaisiin teemoihin tai  
pilottiprojekteihin. Useissa tarkastelluissa maissa varautumiskustannukset kuuluvat pääosin kunnille ja  
niihin valtiolta saatavissa oleva tuki vaihtelee. Joissain maissa alueelliset toimijat ovat vastuussa kustan-  
nuksista ja rahoituksen myöntämisestä hankkeille. Ohjaamalla ylemmältä taholta rahoitusta tai toimen-  
piteiden priorisointia tietyntyyppisiin toimenpiteisiin voitaisiin edistää myös luonnonmukaisia toimia.  
Rahoitusmekanismien osalta voitaisiin kohdistaa selkeämmin, mitkä ovat sopivia luonnonmukaiselle  
tulvariskien hallinnalle tai niistä voitaisiin koota kansallisesti listaus.

Erilaisten rahoituskanavien käyttöönotto ja yhdistäminen on edellytys oikeasti integroitujen luon-  
nonmukaisten toimenpiteiden toteuttamiseksi ja moninaisten hyötyjen saavuttamiseksi. Kansallisella  
tasolla on tarpeen aktiivisesti markkinoida käytettävissä olevia rahoitusmekanismeja sekä tarjota alueel-  
lisille ja paikallisille toimijoille opastusta eri rahoituslähteiden hyödyntämisestä, yhdistämisestä ja ra-  
hoitushakujen valmistelusta sekä luoda edellytyksiä laajemmalle kansainväliselle yhteistyölle (EU CIS  
Working Group Programme of Measures, 2014). Samoin kansallisesti ja laajemminkin tulisi tukea inno-  
vatiivisten rahoitusvälineiden ja maksujärjestelmien kehittämistä, kuten hulevesimaksuja, alennettua ve-  
rotusta yms.

## 5.4 Suositukset toimenpiteiden suunnitteluun ja toteuttamiseen

Luontopohjaisten ratkaisujen edistämiskeinot voidaan jakaa TASAPELI -hankkeessa esitetyn mukai-  
sesti 1) prosesseihin ja toimijoiden väliseen yhteistyöhön, 2) toimeenpanoa koskevaan tietoon ja mene-  
telmiin sekä 3) ohjausta ja säätelyä koskeviin keinoihin (Paloniemi, 2019). Viimeksi mainitut on käsi-  
teltä edellä luvussa 5.3 ja toimenpiteiden arviointiin liittyvät asiat luvussa 5.2. Tässä luvussa keskitytään  
prosesseihin, yhteistyöhön sekä tiedon ja menetelmien jakamiseen; parhaisiin käytäntöihin ja monistet-  
tavissa oleviin ratkaisuihin.

### Suunnittelu- ja toteutusprosessia tukevat menetelmälliset ratkaisut

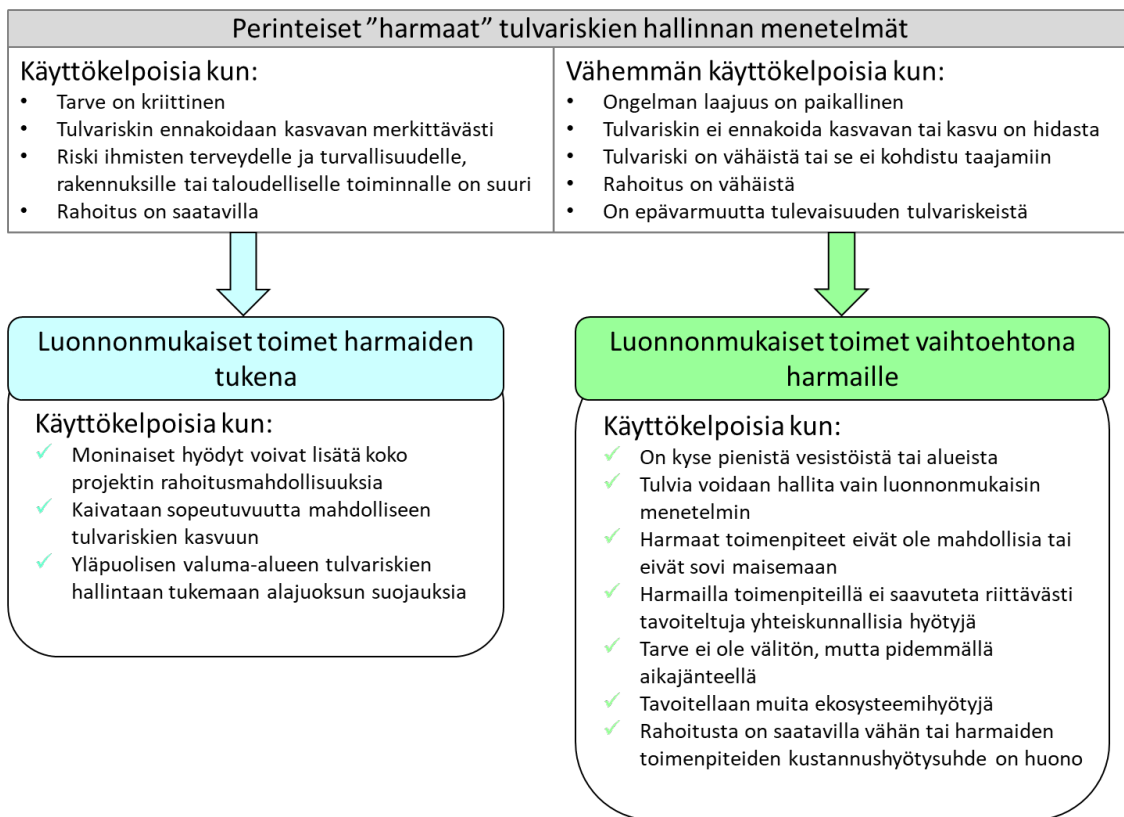
Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan tavoitteiden tulee olla riittävän yksityiskohtaisia. Luontopoh-  
jaisten tulvariskien hallintatoimien huomioon ottamiseksi suunnittelutyön alkuvaiheessa ja vaihtoehto-  
jen tunnistamisessa on tärkeää tarkastella laajasti kaikkia käytettävissä olevia vaihtoehtoja; käyttää tar-  
kistuslistaa kaikista erilaisista toimenpidetyypeistä ja siltä pohjalta laatia listaus kaikista käytettävissä  
olevista toimenpidevaihtoehdoista. Samaan aikaan on tärkeää kehittää ja kerätä tietoja toteutettujen toi-  
menpiteiden hyödyistä ja kustannuksista sekä niiden tehokkuudesta eri olosuhteissa, ja käyttää tietoja  
hyödyksi toimenpiteiden suunnittelussa. Hyviksi havaittujen kokemusten hyödyntäminen jo heti suun-  
nittelutyön alussa on tärkeää (Frontier Economics ym. 2013).

---

<sup>84</sup> European Commission. 2015. Natural Water Retention Measures. Synthesis documents. [nwrms.eu/implementing-nwrms/synthesis-documents](http://nwrms.eu/implementing-nwrms/synthesis-documents)

Toimenpiteiden valinta tarkempaan suunnitteluun voidaan toteuttaa esimerkiksi valitsemalla kai- kista jatkotarkasteluun valituista mahdollisista toimenpiteistä ensisijaisesti luonnonmukaiset aina kun mahdollista. Jos luonnonmukaisia toimenpiteitä ei yksinään arvioida riittäviksi tulvariskien hallinnan tavoitteisiin, pyritään hyödyntämään luonnonmukaisia ja perinteisiä rakenteellisia hyödyntäviä hybridi- toimenpiteitä. Ja vasta jos edellä mainitut vaihtoehdot eivät ole riittäviä, tarkasteltaisiin perinteisiä ”har- maita” toimenpiteitä (esim. kuva 7). Viimeksi mainitussa tapauksessa olisi kuitenkin hyvä pyrkiä vähen- tämään tai kompensoida harmaiden toimenpiteiden vaikutuksia luonnonmukaisilla toimilla, esimerkiksi ennallistamalla tulvaherkkiä alueita (EU CIS Working Group Programme of Measures, 2014). Toisaalta luonnonmukaisten ja perinteisesti käytettyjen toimenpiteiden vertailua vaikeuttaa luonnonmukaisten toi- menpiteiden arvioinnin moninaisten hyötyjen hankala arviointi ja siihen käytössä olevien menetelmien hajanaisuus, joka vaikeuttaa eri menetelmin arvioitujen toimenpiteiden vertailua (McVittie ym. 2018).

Perinteisten harmaiden ja luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden suunnittelun eroja ovat erilaiset hyötyjen konkretisoitumisen aikajänteet, toteutuksen laajuuden tarve (luonnonmukai- set vaativat usein laajoja alueita), toimintaan liittyvät epävarmuudet (luonnon prosessit ovat monimut- kaisia ja hankalammin arvioitavissa) sekä hyötyjen arviointi. Lisäksi monet perinteiset rakenteelliset tul- vasuojelurakenteet ovat valmiista materiaaleista koostettavia ja sovellettavissa varsin helposti melkein mihin tahansa, mutta luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden toteuttaminen vaatii aina kohdekohtaista suunnittelua ja toteutuksen tukea eli esimerkiksi konsulttien apuna käyttämisestä. Alan osaavia konsultteja ei kuitenkaan taida Itämeren maista juurikaan löytyä, mutta yksityisen ja julkisen puolen osaamista ja tarjontaa voisi kehittää.



*Kuva 7. Luonnonmukaiset tulvariskien hallinnan toimenpiteiden mahdollisuudet perinteisten rakenteellisten ”harmaiden” toimenpiteiden lisänä tai vaihtoehtona. (Frontier Economics ym. (2013) mukaan)*

Useissa tapauksissa harmaat ja rakenteelliset tulvariskien hallintatoimet voidaan muokata hyödyntämään paremmin luonnon omia prosesseja (EEA, 2016). Usein esimerkiksi tulvavaara-alueelle rakennettuja kohteita ei voida helposti siirtää ja siten palauttaa alueita luontaiseen tulvavesien pidättämiskäyttöön. Monet tutkimukset suosittelivat yksittäisten luonnonmukaisten toimenpiteiden liittämistä muihin luonnonmukaisiin toimiin ja toimenpidekokonaisuuksien ketjuttamista tai muodostamista, jotta varsinkin vedenpidättämisen hyödyt voidaan maksimoida (Ruangpan ym. 2019) (esim. kuva 8).

Yleisiä koko Euroopan alueelta tunnistettuja luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden suunnittelussa huomioon otettavia asioita tunnistettiin NWRM -projektin yhteydessä (European Commission, 2015b) sekä Maailman pankin (World Bank, 2017) raportissa. Keskeisimpiä ovat:

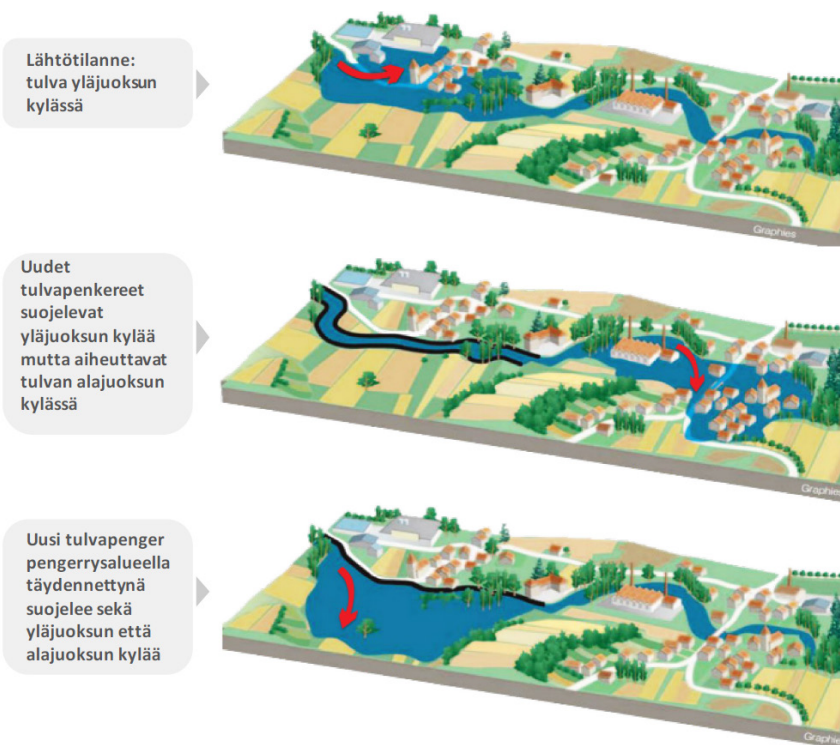
1) Pitkän aikavälin ja erilaisten mahdollisten kehityskulkujen huomioon ottaminen hyötyjen ja toimenpiteiden tehokkuuden esiin tuomiseksi, vaikka kustannukset koituvat nykyhetkeen.

2) Koko vesistöalueen ja laajamittaisen toteutuksen tarkastelu kokonaistehokkuuden parantamiseksi.

3) Moninaisten hyötyjen ja riskien mukaan ottaminen suunnittelun osaksi.

4) Standardoitu seuranta ja toimivuusarviointi helpottamaan hyötyjen esiintuomista tulvatilanteissa ja siten niiden potentiaalin parempaa hyödyntämistä.

Erytisesti pitkän aikavälin suunnittelu aiheuttaa suuria epävarmuuksia esimerkiksi ilmastonmuutokseen ja maankäyttöön liittyen sekä toimenpiteiden tehokkuuteen. Joissain tapauksissa toimenpiteet eivät ehkä enää olekaan tietyn ajan päästä tehokkaita tai ne voivat jopa kääntyä itseään vastaan eli toimia tulvariskiä lisäävästi. Siten toimenpiteet tulisi suunnitella joustaviksi. Yleisesti ottaen luonnonmukaiset toimenpiteet ovat tällaisia.



Kuva 8. Esimerkki luonnonmukaisen ja harmaan yhdistävästä hybridilähestymistavasta, jolla pyritään välttämään tulvimista myös joen alajuoksulla (Euroopan Tilintarkastustuomioistuin 2018).

Vaikka hyödyt usein tunnetaan, ratkaisujen käytännön toimeenpano on haasteellista. Ohjeistusta tai esimerkkiprosesseja luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden toteuttamiseksi ja ylläpitämiseksi on vähän tarjolla. Tueksi tarvitaan suunnitteluohjeita ja -oppaita kaikilla suunnittelutasoilla (Paloniemi, 2019). Esimerkiksi monitavoitearviointia voitaisiin hyödyntää nykyistä paremmin moninaisten hyötyjen arvioinnissa ja siten niiden esiin tuomisessa. Kun uudet menetelmät (esim. potentiaalisten koskeikkokohteiden tunnistaminen ja viherkerroin) nivELYVÄT luontevasti nykyisiin suunnittelun prosesseihin ja vastaavat havaittuihin käytännön tarpeisiin, on niiden käyttöönotto helpompaa.

Maailman pankin raportissa (World Bank, 2017) on tunnistettu yleisiä suositeltavia vaiheita ja menetelmiä luontopohjaisen ratkaisujen toimeenpanoa varten:

1. vaihe: Määritä ongelma, hankkeen laajuus sekä tavoitteet
2. vaihe: Kokoa rahoitukseen strategia
3. vaihe: Toteuta hankkeeseen liittyvien ekosysteemien, vaarojen ja riskien arvioinnit
4. vaihe: Kehitä strategia luontopohjaisten riskien hallinnalle
5. vaihe: Arvioi kuluja, hyötyjä ja tehokkuutta
6. vaihe: Valitse tehokkaat mittarit ja laadi arvioinnin ja ylläpidon suunnitelmat
7. vaihe: Toteuta hanke ja varmista toteutuksen sosiaalinen ja ympäristöllinen laatu
8. vaihe: Arvioi toimintaa ja tallenna tietoa kokemuksista tulevaa käyttöä varten.

Rahoitusta kannattaa etsiä laajasti myös muiden hyötyjen kuin tulvariskien hallinnan kautta ja suosia win-win -toimenpiteitä, joista koituvat kustannukset voidaan jakaa useiden hyötyjen kesken (European Commission, 2015b). Vaikka luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimenpiteiden hyödyt näkyvät tulvariskien hallinnassa usein vasta vuosien päästä, voi päätöksentekijöiden, rahoittajien ja asukkaiden hyväksyntää helpottaa, jos toimenpiteellä voidaan osoittaa olevan lyhyemminkin aikavälin hyötyjä (esim. matkailu tai virkistyskäyttö). Tukea ja toimeenpanon kannustimia voi löytyä myös toimenpiteiden toteuttamisesta aiheutuvien kustannusten kompensatiomekanismeista tai joissakin tapauksissa maankäytön muutoksista. TASAPELI- hankkeen esimerkkikohteet osoittivat, että rahoitusta voidaan turvata esimerkiksi nostamalla hankkeen strategista merkitystä ja varaamalla niiden toteuttamiseen erillinen rahoitus (Paloniemi, 2019).

### **Eri toimijoiden yhteistyö ja osallistuminen**

Luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus edellyttävät harmaita toimenpiteitä enemmän eri toimijoiden, esimerkiksi hallinnonalojen ja suunnittelualojen, saumatonta ja pitkäjänteistä yhteistyötä sekä yhteistä tahtotilaa. Ratkaisujen tulisi ulottua valtakunnallisista ohjelmista ja strategisista suunnitelmista hallintasuunnitelmiin sekä kuntien päätöksentekoon ja kaavoitukseen.

Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan etu on luoda monipuolisia ja joustavia ratkaisuja, mutta silloin tarvitaan myös yhteistyöhön perustuvaa hallintotapaa sisältäen laajat erityisosaamisalueet ja sidosryhmät (Davis ym. 2018). Yhteistyömahdollisuuksia ei ole aina hyödynnetty parhaalla mahdollisella tavalla. Yhteistyötä tarvittaisiin mm. moninaisten hyötyjen korostamiseksi sekä niitä edistävien hankkeiden alullepanemiseksi ja tukemiseksi, yhteisen ymmärryksen löytämiseksi eri sektoreiden välillä toimenpiteiden hyödyistä, lainsäädännön ja strategioiden kehitystarpeiden yhteiseen kokonaisvaltaiseen arviointiin sekä vastuista ja toimivallasta sopimiseen. Usein ylemmän tahon koordinoiva rooli tai toimiksianto voi auttaa edistämään alueellisesti monien eri vastuutahojen toimialaa koskettavaa hanketta.

Yhteistyö maankäytön suunnittelijoiden kanssa korostuu luonnonmukaisessa tulvariskien hallinnassa, ja sidosryhmäyhteistyötä tulisikin laajentaa siihen suuntaan (EU CIS Working Group Programme of Measures, 2014). Se voidaan tehdä joko hallintasuunnitelman tasolla, viemällä luonnonmukaisten toimenpiteiden tarkastelu osaksi kaavoitusprosesseja tai laajentamalla yksittäisten luonnonmukaisten toimenpiteiden tarkastelu vesistöaluekohtaiseksi, jolloin ne tulvat paremmin otettua huomioon alueiden strategisissa suunnittelussa. Tärkeänä pidetään myös päätöksentekijöiden sitouttamista luontopohjaisten ratkaisujen toimeenpanoon sekä asukkaiden osallistamista.

Yhteistyö, vuorovaikutteinen suunnittelu ja keskustelu sidosryhmien kanssa ovat osoittautuneet todella tärkeiksi toimiksi luonnonmukaisten tulvariskien hallinnan ratkaisujen onnistuneessa toteutuksessa (mm. Malmön Augustenborg, Tullsstorpså). Osallistamalla alueen toimijoita voidaan tietoisuuden parantamisen lisäksi aidosti muuttaa heidän toimintatapojaan ja saada hyväksyntä toimenpiteiden toteutukselle.

Jotta luonnonmukaiset toimet olisivat vaikutuksiltaan merkittäviä vesistön ala-osaan, niitä pitäisi toteuttaa laajasti koko vesistöalueella. Se taas edellyttää moninaisten sidosryhmien, erityisesti maanomistajien, osallistamista (McVittie ym. 2018) ja erilaisia osallistamis- ja motivointimenetelmiä verrattuna hankkeisiin, jotka ovat pienialaisia tai joiden hyödyt koituvat toteutusalueella tai sen välittömässä läheisyydessä (Futter, 2014a). Erityisesti tieteeseen perustuvat osallistamismenetelmät, sektorikohtainen asiantuntemus sekä paikallisviranomaisten kokemukset ovat tällöin tärkeitä. On tärkeää löytää asiaosaisten, erityisesti maanomistajien, yhteisymmärrys ennen toimenpiteiden toteuttamista. Myös osallistuminen seurantatoimiin lisää yleensä motivaatiota ymmärtää moninaiset hyödyt. Yleisesti ottaen alhaalta ylöspäin -prosessi koetaan sidosryhmissä mielekkäämmäksi ja esimerkiksi maatalouden vedenpidätys Hankkeissa viljelijöiden edistysmielinen osallistuminen on koettu menestystekijäksi (European Commission, 2015b).

Monien onnistuneiden kohteiden ja kokeilujen käynnistäjinä ja toimeenpanijoina ovat olleet aktiiviset, asialle omistautuneet asiantuntijat, jotka ovat ennakkoluulottomasti lähteneet viemään eteenpäin uusia käytäntöjä ja saaneet sitoutetuksi myös muita toimijoita hankkeen taakse. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi Puolan Lodzin pienien jokiuomien kunnostus, jossa paikallisen yliopiston professorilla oli merkittävä rooli<sup>85</sup>. Jo hankkeiden suunnittelun varhaisessa vaiheessa voitaisiin pyrkiä löytämään potentiaalisia primusmooitoreita sekä kannustamaan ja tukemaan heitä toimenpiteiden edistämiseksi.

## Tiedonkulku ja tiedon jakaminen

Luontopohjaisten ratkaisujen toimeenpano edellyttää nykyistä helpommin sovellettavaa, käytäntöä palvelevaa tietoa sekä tehokkaampia menetelmiä. Tietoa tarvitaan ratkaisujen perusteluun päätöksenteossa ja yleisen keskustelun herättelyyn. Luontopohjaisten ratkaisujen vakiinnuttaminen edellyttää myös valtakunnan tasolta vahvempaa ohjeistusta ja koulutusta. Tiedon jakamisen ja koulutuksen kautta tuetaan myös tarvittavaa osaamista. Osaamisen puuttuminen onkin usein este sille, ettei totuttuja toimintatapoja muuteta. Kokeilukynnys on korkea, jos ratkaisujen toimivuudesta ei ole varmuutta.

ThinkNature -projektissa (Somarkis ym. 2019) tunnistettiin päätöksentekijöiden ja asiantuntijoiden puutteelliset tiedot luontopohjaisten toimenpiteiden suunnittelusta, toteuttamisesta ja ylläpidosta. Kokeusten jakaminen, keskustelun lisääminen ja koulutukset ovat keinoja tähän (EU CIS Working Group Programme of Measures, 2014). Tähän tietotarpeeseen vastaavat useat tässäkin raportissa hyödynnetyt internet-portaalit. Esimerkiksi EU komission ohjeistus luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden arviointiin, suunnitteluun ja toteutukseen (Strosser ym. 2015) on kattava ja vielä varsin ajantasainen käytännön käsikirja, johon on koottu laajan EU:n luonnonmukaisten vedenpidätysratkaisuiden aloitteen sekä [nwrn.eu](http://nwrn.eu) -portaalin keskeiset asiat. Käsikirja on julkaistu englannin lisäksi useilla kielillä, Itämeren alueelta tosin vain saksaksi ja puolaksi.

Monissa Itämeren maiden kosteikkojen ennallistamistoimissa sidosryhmäyhteistyö ja viestintä ovat keskittyneet tietoisuuden lisäämiseen kosteikkojen tärkeydestä luonnon monimuotoisuudelle. Esimerkiksi Latvian Aklaisin sekä Liettuan Amalvasin ja Zuvintasin kosteikkojen ennallistamisista on tehty dokumenttielokuvat sekä näyttelyt. Usein käytettyjä tiedonlisäämiskeinoja ovat esimerkiksi toteutetuista toimenpiteistä ja alueen merkityksestä kertovat infokyltit (EU CIS Working Group Programme of Measures, 2014).

---

<sup>85</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-river-restoration-a-sustainable-strategy-for-storm-water-management-in-lodz-poland](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-river-restoration-a-sustainable-strategy-for-storm-water-management-in-lodz-poland)

## Seuranta ja monistettavuus

Suurin osa Itämeren maissa toteutetuista luonnonmukaisen vedenpidättämisen ratkaisuksista liittyy luonnon monimuotoisuuden ja elinympäristöjen ennallistamiseen. Siksi toimenpiteiden valintakriteerit ja vaikuttavuuden arviointi ovat usein keskittyneet hydrologisten muutosten vaikutusten seuraamiseen nimienomaan monimuotoisuuden ja lajiston kannalta (Strosser ym. 2015) ja myös käytetyt seurantaindikaattorit ovat usein biologiseen monimuotoisuuteen keskittyviä. Vaikutusten arviointitekijöiden laajentaminen tarjoaisi kattavamman arvioinnin, mahdollisesti monipuolisempien ja tehokkaampien ratkaisujen löytymisen lisäksi jatkossa myös enemmän seurannasta saatua tietoa myös tulvavaikutusten osalta.

Erilaisten toteutettujen luonnonmukaisten toimenpiteiden arviointi ja vertailu on erittäin hankalaa, koska toimenpiteitä on toteutettu erilaisin aikajäntein, eri laajuudella sekä erityyppisten strategioiden, lainsäädännön tai rahoitusten kautta. Paikalliset olosuhteet ovat myös lähes poikkeuksetta aina erilaisia. Kuitenkin joitain osakokonaisuuksia prosesseista voidaan arvioida ja monistaa toisiin hankkeisiin, kuten sidosryhmäyhteistyö, seuranta- ja arviointimenetelmät ja tehokkuusindikaattorit (Onuma & Tsuge, 2018; Frantzeskaki, 2019).

Luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan lähestymistavan skaalaaminen valtakunnan tasolle yksittäisten toimenpiteiden sijaan voi olla tarpeellisempi ja tehokkaampi toimi vaikutusten saamiseksi ja toimenpiteiden helpommaksi toteuttamiseksi jatkossa. Sitä kautta luonnonmukaisten toimenpiteiden toteuttaminen ja yksittäisten toimenpiteiden monistettavuus paranevat. Yleisesti ottaen toimenpiteiden siirrettävyys ja monistettavuus maan sisällä on hyvä (sama lainsäädäntö, tukipolitiikka, jne.). Esimerkiksi Liettuan Amalvaksen ja Zuvintaksen kosteikkoprojekteja suunniteltiin jo alusta asti hyödynnettäväksi muualla maassa toteutettavissa vastaavissa hankkeissa. Jotain viitettä toimenpiteen monistettavuudesta antaa, jos toimenpide on jo onnistuneesti ehditty toteuttaa jonkin toisen maan esimerkin perusteella. Kuten Watermachine -ratkaisun kopioiminen Ruotsista Alankomaiden Kristalbadiin<sup>86</sup>.

Siirtyminen perinteisistä tulvasuojausratkaisuksista tulvaherkkien alueiden palauttamiseen, ei-rakenteellisten toimenpiteiden suosimiseen, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja resilienssin lisäämiseen ovat kaikki omilta osiltaan auttaneet edistämään ja valtavirtaistamaan luonnonmukaista tulvariskien hallintaa. Luontopohjaiset ratkaisut nähdään usein resilientteinä toimina johtuen niiden joustavuudesta, ilmastokestävyyydestä, kekseliäisyydestä ja kyvystä reagoida äkillisiin tilanteisiin (Huthoff ym. 2018). Edellä mainittujen toimien (tulvaherkät alueet, ei-rakenteelliset toimet, sopeutuminen ja resilienssi) sekä vesipuite-, tulva- ja luontodirektiivien kautta luonnonmukaisten tulvariskein hallinnan ratkaisuiden edistämiseen ja yksittäisten toimenpiteiden skaalaamiseen laajemmiksi on tarjolla useita eri kanavia. Toimenpiteiden paremmat monistus- ja siirrettävyyshämmöisyydet edellyttävät kuitenkin synkronointia ylemmällä tasolla sekä sopivien lainsäädäntö- ja politiikkatoimien toteuttamista selkeän toteutuskonseptin mahdollistamiseksi.

## 5.5 Jatkotutkimustarpeet

Pienialaisia kaupunkiympäristöön sijoittuvia luontopohjaisia ratkaisuja on tutkittu ja esitelty eri portaa-leissa kattavasti, mutta laajemmista luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan toimenpiteistä vesistöalueella, maaseudulla ja alueellisella tasolla tarvittaisiin lisää tietoa. Laajat kokonaisuudet ovat monimutkaisempia toteutukseltaan ja vaikutuksiltaan, ja ymmärrystä niiden toimivuudesta sekä niihin liittyvistä luonnonprosessista ja niiden kehitymisestä olisi tarpeen lisätä. Lisäksi olemassa on vain muutamia tutkimuksia pienialaisten ja laajojen toimenpiteiden yhteistoiminnasta tai siitä miten pienialaisia toimenpiteitä voitaisiin skaalata (Ruangpan ym. 2019) tai ketjuttaa (Vojinovic, 2020). Lisäksi tarvitaan tutkimusta perinteisten harmaiden ja luonnonmukaisten toimenpiteiden yhteisvaikutuksista eli

<sup>86</sup> [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-watermachine-multifunctional-area-for-flood-protection-and-improved-water-quality-kristalbad-enschede](https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/the-watermachine-multifunctional-area-for-flood-protection-and-improved-water-quality-kristalbad-enschede)

hybriditoimenpiteistä. RECONNECT -hankkeesta (2018-2023, Horizon2020, 15 milj. €) voi olla apua edellä mainittuihin haasteisiin. Ruangpan ym. (2019) tekemässä laajassa selvityksessä löydettiin vain kolme hydrometeorologian hybriditoimenpiteisiin liittyvää artikkelia. Myös olemassa olevien harmaiden rakenteellisten toimenpiteiden muuttaminen luonnonmukaisempaan suuntaan tai niiden täydentäminen luonnon prosesseja tukevin ratkaisun vaatii lisätutkimusta ja kuvausta kirjallisuudessa.

Ruangpanin ym. (2019) ja Vojinovicin (2020) selvitysten perusteella luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan suunnitteluun ja toimeenpanoon liittyvissä menetelmissä ja työkaluissa on edelleen haasteita. Erityisesti moninaisten hyötyjen arvioinnista (sosiaaliset ja ekologiset hyödyt) sekä toimivista kehi-koista ja menetelmistä laajojen luonnonmukaisten ja hybriditoimenpiteiden arviointiin tarvittaisiin lisää tietoa. Vojinovic nostaa tutkimustarpeiksi myös suunnittelua tukevien standardien ja ohjeistusten kehittämisen, toimenpiteiden toimivuuden mallintamisen ja seurannan, kustannushyötytarkastelun, rahoitusjärjestelmät sekä hallinnon.

Somarkis ym. (2019) ovat tunnistaneet paljon luontopohjaisiin ratkaisuihin liittyviä lisätietotarpeita. Toimenpiteisiin liittyy useita eri tahoja, ja heidän ymmärrystään pitäisi pyrkiä kehittämään esimerkiksi koulutusten avulla ja monitieteisellä yhteistyöllä. Kokonaisvaltainen luontopohjaisten toimenpiteiden arviointi ja sidosryhmien kartoittaminen kaipaisi myös parempaa ymmärrystä. Toimenpiteiden seurannasta, toteutuneista ylläpitokustannuksista ja laadullisista vaikutuksista (erityisesti terveyteen ja hyvinvointiin liittyen) kaivattaisiin lisää tietoja. Haasteena on myös toimenpiteiden vaikutusten näkymien ja toimenpiteiden muuttuminen pitkällä aikavälillä, joista on vielä vähän dokumentoituja kokemuksia jaettavana.

Olisi myös tarpeen selvittää miten olemassa olevat luonnonmukaisen tulvariskien hallinnan tiedot voitaisiin paremmin tiivistää ja esittää selkeämmin päätöksentekoa parantamaan. Toimenpidevaihtoehtojen sekä niiden hyötyjen ja haittojen vertailu päätöksenteossa voi olla selkeää vertailumatriisin tai tarkistuslistan avulla, mutta yleensä tuollaisessa vertailussa jää alueiden käytölliset esteet huomiomatta ja siten tehdyt päätökset voivat olla erityisesti tulvariskien hallinnan kannalta käytännössä hankalia toteuttaa (EEA, 2017). Alueiden käytön suunnittelu tulisi ottaa selkeämmin yhteistyössä mukaan osaksi toimenpiteiden suunnittelua. Erityisesti pohjoisiin olosuhteisiin soveltuvista luonnonmukaisista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä olisi hyvä saada lisätietoja kerättyinä mieluiten yhteen paikkaan. Monet vedenpidättämiskäytöt saattavat toimia heikosti routa-aikaan tai rakenteiden jäätyessä (erityisesti kaupungeissa) ja lumiset olosuhteet luovat myös omat haasteensa, joita globaalissa kirjallisuudessa on käsitelty varsin vähän.



## Lähteet

- Antikainen, J. 2017. Ekosysteemipalveluiden taloudellinen arvottaminen rakennetuilla kosteikoilla: Tapaustarkasteluna Nummelan kosteikkopuistot. Maisterintutkielma, Helsingin yliopisto, Metsien luonnonvara- ja ympäristötaloustiede.
- Aplinkos apsaugos agentura. 2019. Flood risk management plan for Lithuania. [http://vanduo.gamta.lt/files/LT\\_Flood\\_Risk\\_Management\\_Plan\\_whole\\_territory19.pdf](http://vanduo.gamta.lt/files/LT_Flood_Risk_Management_Plan_whole_territory19.pdf) (vain liettuaksi)
- The BACC II Author Team. 2015. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16006-1>
- Bogaart, P. W., van der Velde, Y., Lyon, S. W., Dekker, S. C. 2016. Streamflow recession patterns can help unravel the role of climate and humans in landscape co-evolution. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20, 2016(4). 1413-1432. 10.5194/hess-20-1413-2016
- Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T., Lange, G-M. 2019. Integrating Green and Gray : Creating Next Generation Infrastructure. Washington, DC: World Bank and World Resources Institute. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31430>
- Brudler S., Arnbjerg-Nielsen, K., Zwicky Hauschild, M., Rygaard, M. 2016. Life cycle assessment of stormwater management in the context of climate change adaptation. DOI: 10.1016/j.watres.2016.10.024
- CBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2019). Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information. Technical Series No. 93.
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, CR., Renaud, FG., Welling, R., Walters, G., 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling nature-based solutions. *Environmental Science and Policy* 98: 20-29.
- Collentine, D., Futter, M. N. (2018) Realising the potential of natural water retention measures in catchment flood management: trade-offs and matching interests. *Journal of Flood Risk Management* 11: 76–84. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12269>
- The Coastal Union Germany. 2014. Coastal adaptation processes in the German Baltic Sea Region. Coast line reports 2014-23. EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V. Warnemünde, 2014. [http://eucc-d-inline.databases.eucc-d.de/files/documents/00001171\\_CR23\\_final.pdf](http://eucc-d-inline.databases.eucc-d.de/files/documents/00001171_CR23_final.pdf)
- Danish coastal authority. 2018. Shoreface nourishment effects – An analysis of the 2011 nourishment performed at Skodbjerg. [https://northsearegion.eu/media/10001/national-analysis\\_skodbjerg\\_dca.pdf](https://northsearegion.eu/media/10001/national-analysis_skodbjerg_dca.pdf)
- Danish coastal authority. 2019a. Building with Nature: Numerical simulations of acute dune erosion under storm conditions with MIKE 21 IG, Skodbjerg, Denmark. [https://northsearegion.eu/media/7811/bwn-technical-note\\_modeling-acute-erosion-skodbjerg.pdf](https://northsearegion.eu/media/7811/bwn-technical-note_modeling-acute-erosion-skodbjerg.pdf)
- Danish coastal authority. 2019b. Building with Nature-hankkeen policy brief. [https://northsearegion.eu/media/12492/dca\\_final-version-danish-policy-brief-coast-2019.pdf](https://northsearegion.eu/media/12492/dca_final-version-danish-policy-brief-coast-2019.pdf)
- Danish Ministry of Energy, Utilities and Climate. 2017. Denmark’s Seventh National Communication on Climate Change Under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol and Denmark’s Third Biennial Report Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2017. sivu 297.
- Davis, M., Abhold, K., Mederake, L., Knoblauch, D. 2018. NATURVATION project report: Nature-based solutions in European and national policy frameworks. <https://ec.europa.eu/futurium/en/sustainable-land-use/naturvation-project-report-nature-based-solutions-european-and-national-policy>
- Denjean, B., Altamirano, M. A., Graveline, N., Giordano, R., Van der Keur, P., Moncoulon, D., Weinberg, J., Máñez Costa, M., Kozinc, Z., Mulligan, M., Pengal, P., Matthews, J., van Cauwenbergh, N., López 5 Gunn, E., Bresch, D. N. and Denjean, B. 2017. Natural Assurance Scheme: A level playing field framework for Green-Grey infrastructure development, *Environ. Res.*, 159(July), 24–38, doi:10.1016/j.envres.2017.07.006.
- Dottori F., Mentaschi L., Bianchi A., Alfieri L., Feyen L. Adapting to rising river flood risk in the EU under climate change, EUR 29955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-12946-2 , doi:10.2760/14505, JRC118425.
- Dubgaard, A., Kallesøe, M., Ladenburg, J., Pedersen, M. 2005. Cost-benefit analysis of the Skjern river restoration in Denmark. In Brouwer, R. & D. Pearce (eds), *Cost Benefit Analysis and Water Resource Management*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham

- EEA. 2015a. Exploring nature-based solutions - The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. Technical report No 12/2015. <https://www.eea.europa.eu/publications/exploring-nature-based-solutions-2014>
- EEA. 2015b. Water-retention potential of Europe's forests. Technical report No 13/2015. <https://www.eea.europa.eu/publications/water-retention-potential-of-forests>
- EEA. 2016. Flood risks and environmental vulnerability - Exploring the synergies between floodplain restoration, water policies and thematic policies. EEA Report No 1/2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/flood-risks-and-environmental-vulnerability>
- EEA. 2017. Green Infrastructure and Flood Management – Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions. Euroopan ympäristökeskuksen raportti nro 14/2017.
- EEA. 2019. Floodplains: a natural system to preserve and restore. EEA Report No 24/2019. <https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore>
- Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., van Ham, C., Weisser, W., Le Roux, X. 2015. Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, 24(4), 243–248. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>
- Environment Agency. 2010. Working with Natural Processes to Manage Flood and Coastal Erosion Risk. Environment Agency. 2010. Bristol.
- Environment Agency. 2018. Working with Natural Processes – Evidence Directory. Project number: SC150005. Environment Agency, Horizon House, Deanery Road, Bristol.
- Erhvervsstyrelsen. 2019. Vejledning i planlægning for forebyggelse af oversvømmelse og erosion. [www.klimatilpasning.dk/media/1525285/vejledning-i-planlaegning-for-forebyggelse-af-oversvoemmelse-og-erosion.pdf](http://www.klimatilpasning.dk/media/1525285/vejledning-i-planlaegning-for-forebyggelse-af-oversvoemmelse-og-erosion.pdf)
- EU CIS Working Group Programme of Measures. 2014. EU policy document on Natural Water Retention Measures By the drafting team of the EU CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). doi:10.2779/227173
- EU CIS Working Group on Floods (WGF). 2015. WGF17 WORKSHOP Flood preparedness, resilience and adaptation. Final report of a workshop held on 9 and 10 March 2015.
- Euroopan Tilintarkastustuomioistuin. Tulvadirektiivi: riskien arvioinnissa on edistytty, mutta suunnittelua ja täytäntöönpanoa on parannettava. Erityiskertomus nro 25. 2018. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/fi/>
- European Commission. 2009a. The economics of climate change adaptation in EU coastal areas. Final report. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/documentation/studies/climate\\_change\\_en](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/documentation/studies/climate_change_en)
- European Commission. 2009b. The economics of climate change adaptation in EU coastal areas. Country report – Poland. [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/docs/body/poland\\_climate\\_change\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/docs/body/poland_climate_change_en.pdf)
- European Commission. 2013. Thematic issue: ecosystem-based adaptation. Science for environment policy. Issue 37. Science communication Unit, Bristol. [https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/37si\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/37si_en.pdf)
- European Commission. 2015a. Natural Water Retention Measures. Synthesis document n°10 Policy coordination linked to Natural Water Retention Measures Which integration with different European Directives? [http://nwrn.eu/sites/default/files/sd10\\_final\\_version.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/sd10_final_version.pdf)
- European Commission. 2015b. Natural Water Retention Measures. Synthesis document n°9 Barriers and success factors for Natural Water Retention Measures. [http://nwrn.eu/sites/default/files/sd9\\_final\\_version.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/sd9_final_version.pdf)
- European Commission. 2015c. Natural Water Retention Measures. Case Study Elbe Dyke Relocation (Lenzen). [http://nwrn.eu/sites/default/files/case\\_studies\\_research/cs-de-01-elbe-final\\_version.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/case_studies_research/cs-de-01-elbe-final_version.pdf)
- European Commission. 2018. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the implementation of the EU Strategy on adaptation to climate change. COM/2018/738 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:738:FIN>
- European Commission. 2019a. Fitness check. Commission staff working document. Brussels, 10.12.2019. SWD(2019) 439 final. [https://ec.europa.eu/environment/water/fitness\\_check\\_of\\_the\\_eu\\_water\\_legislation/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/water/fitness_check_of_the_eu_water_legislation/index_en.htm)
- European Commission. 2019b. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Sweden. KOM SWD(2019)
- European Commission, 2019c. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Denmark. KOM SWD(2019)

- European Commission, 2019d. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Poland. KOM SWD(2019)
- European Commission, 2019e. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Estonia. KOM SWD(2019)
- European Commission, 2019f. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Latvia. KOM SWD(2019)
- European Commission, 2019g. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT First Flood Risk Management Plans - Member State: Lithuania. KOM SWD(2019)
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L. 2020. Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. Valtioneuvoston kanslia 31.01.2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-826-7>
- Frantzeskaki, N. 2019. Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making. *BioScience* 69(6):455–466. DOI: 10.1093/biosci/biz042.
- Frontier Economics, Irbaris, Ecofys. 2013. Economics of Climate Resilience Natural Environment Theme: Natural Flood Management CA0401 A REPORT PREPARED FOR DEFRA AND THE DEVOLVED ADMINISTRATIONS. February 2013. Saatavissa: <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Module=More&Location=None&ProjectID=18016>
- Futter, M. 2014a. Synthesis of the Baltic Regional Workshop. Workshop no 1. Riga, Latvia Jan. 30-31, 2014. <http://nwrn.eu/about-nwrn-project/regional-networks/baltic-sea-network>
- Futter, M. 2014b. Synthesis of the Baltic Regional Workshop. Workshop no 2. Gimo, Sweden Jun 10-11, 2014. <http://nwrn.eu/about-nwrn-project/regional-networks/baltic-sea-network>
- GIZ. 2020. Guidebook for Monitoring and Evaluating Ecosystem-based Adaptation Interventions. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Germany.
- Globevnik, L., Januschke, K., Kail, J., Snoj, L., Manfrin, A., Birk, S. Human impact assessment of European floodplains. EEA 2020. OCP/EEA/NSS/18/002 ETC/ICM , in press
- Gregow, H., Carter, T., Groundstroem, F., Haavisto, R., Haanpää, S., Halonen, M., Harjanne, A., Hildén, M., Jakkila, J., Juhola, S. 2016. Keinot edistää sää- ja ilmastoriskien hallintaa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2016. Valtioneuvoston kanslia. 36 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-303-3>
- Grygoruk, M., Mirosław-Świątek, D., Chrzanowska, W., Ignar, S. How Much for Water? Economic Assessment and Mapping of Floodplain Water Storage as a Catchment-Scale Ecosystem Service of Wetlands. *Water* 2013, 5, 1760-1779. <https://doi.org/10.3390/w5041760>
- Guan, M., Sillanpää, N., Koivusalo, H. 2015. Assessment of LID practices for re-storing pre-development runoff regime in an urbanized catchment in southern Finland. *Water Science & Technology* 71:1485-1491. DOI: 10.2166/wst.2015.129.
- Han, S., Kuhlicke, C. Reducing Hydro-Meteorological Risk by Nature-Based Solutions: What Do We Know about People's Perceptions? *Water* 2019, 11, 2599.
- Hansen, H. O. 1996. River Restoration—Danish Experience and Examples. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark.
- Hartmann, T., Slavíková, L., McCarthy, S. 2019. Nature-Based Flood Risk Management on Private Land - Disciplinary Perspectives on a Multidisciplinary Challenge. Luku 3. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23842-1>
- Houses of Parliament. 2011. Natural Flood Management, POSTNOTE no. 396 December 2011, Houses of Parliament, Parliamentary Office of Science and Technology
- Huthoff, F., Brinke, W., Schielen, R., Daggenvoorde, R., Wegman, C. 2018. Evaluating nature based solutions - Best practices, frameworks and guidelines. 2018. HKV consultants. <https://northsearegion.eu/building-with-nature/news/evaluating-nature-based-solutions/>
- Jacob, O., Rowan, J., Brown, I. Ellis, C. Evaluating wider benefits of natural flood management strategies: an ecosystem-based adaptation perspective. *Hydrology Research* 1 December 2014; 45 (6): 774–787. doi: <https://doi.org/10.2166/nh.2014.184>
- IKSO. 2015. Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung / Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem. Hochwasserrisikomanagementplan für die Internationale Flussgebietseinheit Oder. Wrocław 2015. <http://mkoo.pl/index.php?mid=28&aid=765&lang=DE>

- Interreg BwN. 2020. Building with Nature for flood resilience - A policy brief by the EU Interreg North Sea Region project Building with Nature. <https://building-with-nature.eu/publications/governance/>
- IPCC. 2014. Annex II: Glossary [Mach, K. J., Planton S. & von Stechow, C. (eds.)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland: 117–130. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_Annexes.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Annexes.pdf)
- IUCN. 2020. IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS: first edition. IUCN Publication. Gland, Switzerland. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>
- Janssen, S., Vreugdenhil, H., Hermans, L., Slinger, J. 2020. On the nature based flood defence dilemma and its Resolution: A game theory based analysis. Science of The Total Environment, Volume 705, 2020, 135359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135359>
- Jebens ym. 2016. Danish risk management plans of the EU Floods Directive. DOI: 10.1051/e3sconf/2016
- Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna, A. (2004). Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuojeluun. Suomen ympäristö 631. 168 s. <http://hdl.handle.net/10138/40396>
- Kettunen, K. 2012. Vedenpidättäminen valuma-alueella vesiensuojelun ja tulvanhallinnan menetelmänä. Diplomityö. Oulun yliopisto.
- Kok, S., Vreugdenhil, H., IJff, S., Sørensen, P. 2020. Scaling up Building With Nature along the Danish Coast – the socio-economic rationale. Deltares and Danish Coastal Authority. <https://northsearegion.eu/media/13369/white-paper-economic-rationale-for-scaling-up-bwn-along-the-danish-coast.pdf>
- Kondratenko, Jurijs. 2019. Esitys Kaupunkien sopeutumistoimet seminaarissa Helsingissä 16.10.2019. Esitys saatavissa [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/LOSSI/Itameriyhteistyolla\\_ilmastokestavytta/Ajankohtaista](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/LOSSI/Itameriyhteistyolla_ilmastokestavytta/Ajankohtaista)
- Kystdirektoratet. 2018. Hovedrapport: Revurdering og ajourføring af risikoområder for oversvømmelse fra hav og vandløb [https://oversvommelse.kyst.dk/media/247987/kdi-2018-\\_hovedrapport-om-revurdering-af-risikoomraader-efter-oversvoemmesloven.pdf](https://oversvommelse.kyst.dk/media/247987/kdi-2018-_hovedrapport-om-revurdering-af-risikoomraader-efter-oversvoemmesloven.pdf)
- LUNG, 2014. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V). Leitfaden Hochwasserrisikomanagementplanung in Mecklenburg-Vorpommern. [http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/hwrmrl\\_leitfaden.pdf](http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/hwrmrl_leitfaden.pdf)
- Länsstyrelsen Skåne. 2020a. Lussebäcken, Helsingborg Municipality - Evaluation of the hydraulic performance of two-stage channels through comparative analysis – joint field-modelling approach. Project Building With Nature (BwN). Report Number: 2020:05. <https://northsearegion.eu/media/13373/lussebaecken-hydraulic-performance-of-two-stage-channels.pdf>
- Länsstyrelsen Skåne. 2020b. Flood analysis Lussebäcken, Helsingborg
- Hydraulic impact of urbanization and effect of implemented water management measures. Project Building With Nature (BwN). [https://www.lansstyrelsen.se/download/18.610163bd1708581f88018a7/1582882596146/Lus-seb%C3%A4cken\\_flood\\_analysis.pdf](https://www.lansstyrelsen.se/download/18.610163bd1708581f88018a7/1582882596146/Lus-seb%C3%A4cken_flood_analysis.pdf)
- Mahljo, S. 2020. Tulvien hallinta maisema-arkkitehtuurin keinoin – esimerkkinä Hermannin rantapuiston kehittämissuunnitelma. Diplomityö. Aalto-yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202006143772>
- Matzak P., Lewandowski J., Choryński A., Szwed M., Kundzewicz Z.W. 2016, Flood risk governance in Poland: Looking for strategic planning in a country in transition (report D3.6), STAR-FLOOD Consortium, Utrecht, The Netherlands.
- McVittie, A. Cole, L., Wreford, A., Sgobbi, A., Yordi, B. 2018. Ecosystem-based solutions for disaster risk reduction: Lessons from European applications of ecosystem-based adaptation measures. Int. J. Disaster Risk Reduct. 32, 42–54 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.12.014>
- MELUR. 2013. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein - Fortschreibung 2012. Saatavissa: <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/kuestenschutz/generalplanKuestenschutz.html>
- MELUR. 2015. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Hochwasserrisikomanagementplan (Art 7.) für die FGE Schlei/Trave. s 42. [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/H/hochwasserschutz/Downloads/fge\\_schlei\\_trave/hochwasserrisikomanagementplan.html](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/H/hochwasserschutz/Downloads/fge_schlei_trave/hochwasserrisikomanagementplan.html)
- Mioduszewski, W., Okruszko, T. 2015. Case study developed for GWP IWRM ToolBox – Poland. GWP Poland. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/case-studies/europe/poland-case-study-473.pdf>

- MMM. 2014. Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022. Valtioneuvoston periaatepäätös 20.11.2014. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 5/2014. 39 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-860-2>
- MSB. 2020. MSB:s vägledning för riskhanteringsplaner. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
- Enhet: Enheten för arbete med naturolyckor och beslutsstödsystem. Publ nr: MSB1469 – reviderad juli 2020. Saatavissa: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvaming/oversvamningsforordningens-tre-steg/>
- Mäkinen, K., Sorvali, J., Lipsanen, A., Hildén, M. 2019. Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman 2022 toimeenpanon väliarviointi. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:11. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-000-7>
- Naturvårdsverket. 2014. National Guidelines for Regional Action Plans on Green Infrastructure. Saatavissa <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Samhallspanering/Gron-infrastruktur/>
- Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A., ja Lehvävirta, S. 2016. Green roof cost-benefit analysis: special emphasis on scenic benefits. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 7(3), 488-522. doi:10.1017/bca.2016.18
- Nylund, M. 2015. Selvitys kolmen käytöstä poistuvan turvetuotantoalueen soveltumisesta tulvavesien pidättämiseen Lapuanjoen vesistöalueella. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.
- OECD. 2020. Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks. OECD Environment policy paper no. 21. <https://www.oecd.org/environment/nature-based-solutions-for-adapting-to-water-related-climate-risks-2257873-en.htm>
- Onuma, A., Tsuge, T. 2018. Comparing green infrastructure as ecosystem-based disaster risk reduction with gray infrastructure in terms of costs and benefits under uncertainty: A theoretical approach, *Int. J. Disaster Risk Reduction*, 32(January), 22–28, doi:10.1016/j.ijdr.2018.01.025, 2018.
- Pajula, H. (toim.) 2010. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallinnan\\_toimenpiteet/Tulvavesien\\_pidattaminen\\_valumaalueella\(8436\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_toimenpiteet/Tulvavesien_pidattaminen_valumaalueella(8436))
- Paloniemi (toim.) 2019. Kestävää kaupunkisuunnittelua : Luontopohjaiset ratkaisut maakunnissa ja kunnissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. 29.8.2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-774-1>
- Peleikis, J., Grätz, M., Hirschfeld, J. 2012. Adaptation to Climate Change in the Baltic States. A background paper (2012). BaltClim project paper. Baltic Environmental Forum Deutschland. November 2012. <https://umweltbundesamt.de/sites/default/files/42-13-a-en.pdf>
- Pilli-Sihvola, K. Haavisto, R., Nurmi, V., Oljemark, K., Tuomenvirta, H. 2016. Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, 45/2016. 68 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-301-9>
- Evans, E.P., Simm, J.D., Thorne, C.R., Arnell, N.W., Ashley, R.M., Hess, T.M., Lane, S.N., Morris, J., Nicholls, R.J., Penning-Rowsell, E.C., Reynard, N.S., Saul, A.J., Tapsell, S.M., Watkinson, A.R., Wheeler, H.S. 2008. An update of the Foresight Future Flooding 2004 qualitative risk analysis. Cabinet Office, London.
- Rantakokko, K. 2002. Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella. Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa. Suomen ympäristö 563. 87 s. <http://hdl.handle.net/10138/40570>
- Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L. and Calfapietra, C. 2017. An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, UK
- Rojas, R., Feyen, L., Watkiss, P. 2013. Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation, *Global Environmental Change*, Volume 23, Issue 6, 2013, Pages 1737-1751, Table 4. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.006>
- Rosentau, A., Harff, J., Meyer, M., Oja, T. (2012). Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Litorina transgression. *Baltica*. 25. 113-120. 10.5200/baltica.2012.25.11.
- Rouillard, J., Berglund, M. 2017. European level report: Key descriptive statistics on the consideration of water issues in the Rural Development Programmes 2014–2020. WRC. <https://www.ecologic.eu/14846>
- Ruangpan, L Vojinovic, Z., Di Sabatino, S., Leo, L. S., Capobianco, V., Oen, A. M. P., McClain, M. E., Lopez-Gunn, E. 2019. Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 20, 243–270, 2020. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-243-2020>
- Schanze, J. 2017. Nature-based solutions in flood risk management: Buzzword or in-novation? *Journal of Flood Risk Management* 10: 281–282. DOI: 10.1111/jfr3.12318

- Silvennoinen, S., Taka, M., Yli-Pelkonen, V., Koivusalo, H., Ollikainen, M. ja Setälä, H. 2017. Monetary value of urban green space as an ecosystem service provider: A case study of urban runoff management in Finland. *Ecosystem services* 28: 17-27.
- Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (Eds.), 2019. ThinkNature. Nature-Based Solutions Handbook. doi:10.26225/jerv-w202. [https://platform.think-nature.eu/system/files/thinknature\\_handbook\\_final\\_print\\_0.pdf](https://platform.think-nature.eu/system/files/thinknature_handbook_final_print_0.pdf)
- Strosser, G., Delacámara, A., Hanus, H., Williams N., Jaritt. 2015. A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe -Capturing the multiple benefits of nature-based solutions
- Trémolet S. et al. 2019. Investing in Nature for Europe Water Security. The Nature Conservancy, Ecologic Institute and ICLEI. London, United Kingdom. <https://www.ecologic.eu/17059>
- van der Nat, A., Vellinga, P., Leemans, R., van Slobbe, E, Ranking coastal flood protection designs from engineered to nature-based. *Ecological Engineering*. Volume 87, 2016, 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.11.007>
- Vikström, S., Hautamäki, R., Ariluoma, M., Paloniemi, R., Mäkinen, K., Rekola, A: Luontopohjaisten ratkaisujen monihyötyisyys ja toimeenpano vastauksena yhteiskunnallisiin ongelmiin. *Alue ja Ympäristö*, 19.12.2019, nro 2, s. 5–19.
- Vojinovic, Z. 2020. Nature-based solutions for flood mitigation and coastal resilience - Analysis of EU-funded projects. European Commission Directorate-General for Research and Innovation. 2020-07-31. doi:10.2777/374113
- Wahl, N.A., Wöllecke, B., Bens, O., Hüttl R.F. 2005. Can forest transformation help reducing floods in forested watersheds? Certain aspects on soil hydraulics and organic matter properties. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Volume 30, Issues 8–10, 2005. 611-621, <https://doi.org/10.1016/j.pce.2005.07.013>
- Wamsler, C., L. Niven, T. H. Beery, T. Bramryd, N. Ekelund, K. I. Jönsson, A. Osmani, T. Palo, and S. Stålhammar. 2016. Operationalizing ecosystem-based adaptation: harnessing ecosystem services to buffer communities against climate change. *Ecology and Society* 21(1):31. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08266-21013>
- Weckman, E. 2018. KESY – Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli. Toiminta-periaatteet kestävän kehityksen toteuttamiseksi ympäristörakentamisen hankkeissa. *Viherympäristöliiton julkaisuja* 62.
- World Bank. 2017. Implementing nature-based flood protection: Principles and implementation guidance. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/28837>











S Y K E

ISBN 978-952-11-5348-8 (PDF)

ISBN 978-952-11-5347-1 (nid.)

ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

ISSN 1796-1718 (pain.)