

**Tulvien hallinta sekä tulvariskien hallinnan toimenpiteet Suomessa  
— esimerkkialueina Iijoen, Vantaanjoen ja Lapuanjoen vesistöalueet**

Saana Backman

LuK-tutkielma, 790351A

Maantieteen tutkinto-ohjelma

Oulun yliopisto

07.12.2020

## Tiivistelmä

Tulvat ovat monimutkainen ilmiö. Tulvat ovat luonteeltaan erilaisia eri puolilla maailmaa ja niiden syntyyn vaikuttaa usein yhtäaikaisesti useita tekijöitä. Ihmistoiminta on yksi tekijä, jolla on suuressa osassa tapauksia vaikutusta tulvien esiintymiseen tai ominaisuuksiin. Tehokas maankäyttö kuten kaupunkimainen rakentaminen tulvaherkillä alueilla lisää alueellisia tulvariskejä. Näitä tulvariskejä voidaan pyrkiä vähentämään erilaisilla toimenpiteillä. Tulvia ei kyetä täysin hallitsemaan, mutta toimenpiteitä, joilla pyritään vähentämään tulvia ja niiden aiheuttamia vahinkoja sekä pelastamaan ihmishenkiä ja omaisuutta kutsutaan tulvien hallinnaksi.

Tässä tutkielmassa teen yhteenvedon yleisistä tulvien hallintakeinoista aiemman kirjallisuuden avulla sekä tarkastelen suomalaista tulvien hallintaa esimerkkialueiden kautta. Tulvien hallinta on laaja kokonaisuus erilaisia toimenpiteitä ja sitä voidaan jäsentää monin eri tavoin. Tässä tutkielmassa jaan yleiset hallinnankeinot tulvasuojeluun, tulvariskiä vähentäviin toimenpiteisiin sekä reagointitoimenpiteisiin. Esimerkkialueiden tapauksessa jaan toimenpiteet tulvariskien vähentämiseen, tulvasuojeluun, valmiustoimiin, toimiin tulvatilanteessa sekä jälki-toimenpiteisiin. Tulvasuojelu on tulvahallinnan muodoista ehkä yleisimmin tunnettu ja sillä on Suomessakin pitkät perinteet. Tulvasuojelun lisäksi tulvahallintaan kuuluvat monenlaiset ennakointi- ja ennalta ehkäisevät toimet, sekä tulvatilanteen aikainen ja jälkeinen toiminta. Tulvien hallinnassa eri viranomaistahoilla sekä siviileillä on omat vastuualueensa ja tehtävänsä. Tulvien hallinnan toteuttamisesta voidaan säätää laissa. Euroopan Unionin jäsenmaissa tulvien hallintaa ohjaa EU-direktiivi eli lainsäädäntöohje.

Tulvien hallinta ei ole uusi ilmiö, mutta se on edelleen ajankohtainen ja kehittyvä aihepiiri. Tulevaisuudessa tulvahallintaa tulee haastamaan muun muassa ilmastonmuutoksen mahdollisesti mukanaan tuomat muutokset tulvien esiintymisessä sekä voimakkuudessa. Ilmastonmuutoksen on arvioitu vaikuttavan tulviin eri tavoin eri alueilla, ja siksi tulvahallinnan alueellista ja yleistä kehittämistä tarvitaan jatkossakin.

## Sisällys

<b>1 Johdanto</b> .....	4
<b>2 Tulvien syntymekanismit ja seuraukset</b> .....	5
<b>3 Tulvien hallinta</b> .....	8
<b>4 Esimerkkialueet</b> .....	12
<b>5 Iijoen vesistöalue</b> .....	15
5.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Iijoen vesistöalueella .....	16
<b>6 Vantaanjoen vesistöalue</b> .....	18
6.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Vantaanjoen vesistöalueella .....	20
<b>7 Lapuanjoen vesistöalue</b> .....	22
7.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Lapuanjoen vesistöalueella.....	23
<b>8 Esimerkkialueiden vertailua</b> .....	25
<b>9 Tulvien hallinta muuttuvassa ympäristössä</b> .....	28
<b>Lähdeluettelo</b> .....	31

## 1 Johdanto

Joet ja jokilaaksot ovat viehättäneet ihmisiä esihistoriallisista ajoista lähtien niiden tarjoamien mahdollisuuksien vuoksi. Jokia on käytetty muun muassa ravinnon ja energian lähteinä sekä kulkureitteinä. Ne ovat tarjonneet myös kasteluvettä ja ravinteikasta maa-ainesta maanviljelyyn. Teollistumisen myötä jokien varsille alkoi kasvaa teollisia keskittymiä, kun tukkeja kuljetettiin vesiteitse rannikoiden tehtaille sekä satamiin. Esimerkiksi Tampereen ja Nokian kaupungit ovat kasvaneet Kokemäenjoen koskien vesivoimaa hyödyntäneiden tehtaiden ympärille. (Johansson 2005: 338-339.) Vaikka ihmistoiminnan yhteys vesistöihin on tuonut monia hyötyjä, liittyy siihen myös omat haasteensa. Kun ihmistoiminta jokien varsilla lisääntyy, kasvavat myös tulvien riskit (Bolt, Horn ym. 1975: 236-237).

Yhteiskunnallisen tulviin varautumisen Suomessa voidaan Käyhkön, Alhon ja Selinin (2007: 217) mukaan katsoa alkaneen vuonna 1902 voimaan tulleesta vesioikeuslaista, joka mahdollisti erilaisia vesistöjen säännöstelytoimia. Yli sata vuotta vesioikeuslain voimaan astumisesta, tulvien hallinta on edelleen ajankohtainen aihe. Tuhoisia, henkeä uhkaavia tulvia esiintyy Suomessa harvoin, mutta tulvat voivat aiheuttaa vakavia taloudellisia menetyksiä alueille (Hyvärinen & Kajander 2005: 151). Maailmalla tulvat ovat luonnonhasardeista yleisimpiä, ja ne aiheuttavat eniten kuolemia ja taloudellisia vahinkoja (Michaud & Pilon 1999: 18). Tulvista aiheutuvia vahinkoja pyritään estämään tai vähentämään tulvariskien hallinnan avulla (Parjanne, Aaltonen ym. 2015: 2).

Vuonna 2007 Euroopan Union julkaisi tulvariskien arviointia ja hallintaa koskevan tulvadirektiivin (2007/60/EC). Direktiivin mukaisien toimenpiteiden täyttämiseksi Suomessa astui voimaan vuonna 2010 laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) ja sitä täydentävä valtioneuvoston asetus (659/2010). (SYKE 2013a.) ”Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia ja edistää varautumista tulviin” (Tulvariskilaki= Laki tulvariskien hallinnasta 1 §). Vuoden 2010 laki ja asetus toivat tulvariskien hallinnan Suomessa nykypäivään tekemällä tulvahallinnasta kansallisesti yhtenevää ja lainvoimaista (SYKE 2013a).

Tulvien syyt eivät ole yksiselitteisiä, vaan tulvien esiintymiseen vaikuttavat ilmastolliset ja hydrologiset tekijät yhdessä ihmistoiminnan kanssa (Michaud & Pilon 1999: 19). Madsen ym. (2014) ovat arvioineet ilmastomuutoksen vaikuttavan tulevaisuudessa tulviin Euroopassa sekä lisäävästi että vähentävästi. Muuttuvien ympäristö- ja ilmastotekijöiden vuoksi tulvien hallintaa tullaan tarvitsemaan myös tulevaisuudessa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on aiemman kirjallisuuden pohjalta luoda yhteenveto siitä, millaisilla keinoilla tulvia yleisesti hallitaan. Esimerkkialueiden avulla taas tarkastella millaisia toimenpiteitä Suomessa käytetään tulvien hallintaan nykypäivänä. Nykypäivän toimenpiteillä viitataan tässä tutkielmassa aikaan, jolloin laki ja asetus tulvariskien hallinnasta ovat olleet voimassa. Esimerkkialueiden valintaan vaikutti muun muassa ennakko-oletukseni siitä, että kyseisten vesistöalueiden tulvahallinnan keinoissa on eroavaisuuksia. En kuitenkaan paneudu tässä tutkielmassa siihen, mitkä alueiden maantieteelliset tai ihmistoiminnalliset erityispiirteet voivat olla mahdollisten erojen taustalla. Tuon pohdinnoissani esille muutamia tekijöitä, jotka suoraan vaikuttavat tulvariskien hallintaan esimerkkialueilla, kuten alueilla aiemmin suoritettut toimenpiteet. Tutkielman lopuksi pohdin myös lyhyesti tulvien hallintaa muuttuvassa ympäristössä.

LuK-tutkielmassa pyrin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisia keinoja tulvien hallintaan käytetään?
2. Millaisia toimenpiteitä Suomessa käytetään tulvariskien hallitsemiseksi?

## **2 Tulvien syntymekanismit ja seuraukset**

Kun vettä virtaa tiettyyn osaan hydrologista systeemiä yhtä paljon, kuin sitä osasta poistuu, on veden kiertokulku tasapainossa. Tämä tasapaino voi kuitenkin häiriintyä tilapäisesti tietyssä pintavesijärjestelmän osassa, koska sateet eivät jakaudu tasaisesti maapallon pinnalle. Sadannan epätasaisen jakautumisen seurauksena esiintyy tulvia ja kuivuutta, jotka ovat luonnollinen osa hydrologista kiertokulkua. (Murck, Skinner ym. 1996: 192-193.)

Osana hydrologista kiertoa jokien virtaamisessa tapahtuu luonnollista vaihtelua, minkä seurauksena veden korkeus jokiuomissa vaihtelee (Michaud & Pilon 1999: 18). Michaudin ja Pilonin (1999: 18) mukaan tilanne, jolloin virtaaman katsotaan muuttuvan tulvimiseksi, riippuukin näkökulmasta, josta asiaa arvioidaan. Geomorfologisesta ja ekologisesta näkökulmasta tulvimiseksi lasketaan tilanne, jossa vesi kohoaa luonnollisen tai keinotekoisin jokitörmän, tai muun rajan yli. Ihmisnäkökulmasta korkea virtaama muuttuu tulvaksi, kun se vahingoittaa tai tappaa ihmisiä, tuhoaa kiinteistöjä ja omaisuutta tai vaikeuttaa elinkeinon harjoittamista. (Murck, Skinner ym. 1996: 192; Smith 1996: 263; Michaud & Pilon 1999: 18.)

Liiallinen sade on yksittäisistä tulvia aiheuttavista tekijöistä tärkein. Muita tulvia aiheuttavia luonnonilmiöitä ovat esimerkiksi hurrikaanit, tsunamit, voimakkaat myrskyt, epätavallisen korkea vuorovesi tai maanvyörymät. Yleensä tulvien syntyyn vaikuttaa yhtäaikaisesti

monia tekijöitä, joista ihmistoiminta on usein yksi. Intensiivinen maankäyttö tulvaherkillä alueilla, kuten jokien tulvatasangoilla ja rannikoilla vaikuttaa tulvien syntyyn ja esiintymiseen monin tavoin. Usein ihmisen maankäyttö heikentää maan kykyä sitoa itseensä tulvavesiä. Esimerkiksi puut sitovat vettä itseensä, ja siksi puiden hakkaaminen voi lisätä tulvimista. Ihmistoimintaan liittyviä tulvia ovat myös keinotekoisien patojen sortumisesta aiheutuvat tulvat. (Murck, Skinner ym. 1996: 192-194; Smith 1996.)

Smithin (1996: 266-267) mukaan kaupungistuminen lisää tulvien voimakkuutta ja esiintymistiheyttä ainakin neljällä tavalla. Vettä läpäisemättömien pintojen, kuten kattojen ja teiden lisääntyminen vaikeuttaa sadeveden imeytymistä, ja suuri osa sadevedestä jää pintavalunnaksi. Tiheä ja tehokas viemäriverkosto palauttaa veden luonnollista tilannetta nopeammin kanaviin ja uomiin, mikä nopeuttaa tulvien puhkeamista. Siltarakenteet ja muut jokivarren rakennelmat tekevät jokiuomasta ahtaamman ja vähentävät uoman luonnollista vesikapasiteettia. Lisäksi usein kaupungissa viemäriverkosto on suunniteltu kestämään vain yleisimmät tulvat, eikä viemäröinnin kapasiteetti riitä voimakkaampia, harvemmin esiintyviä tulvia vastaan.

Tulvilla on hyvin erilaisia ominaisuuksia eri puolilla maailmaa. Tulvia voidaankin luokitella erilaisiin ryhmiin muun muassa niiden maantieteellisen sijainnin, niihin liittyvien sää- ja ilmastotekijöiden tai ihmistoiminnan vaikutuksen mukaan (Messner ym. 2007:1). Yksi tapa luokitella tulvia on jakaa ne meritulviin, hulevesitulviin ja vesistötulviin. Meritulvan syntyyn, eli vedenkorkeuden nopeaan nousuun rannikolla, vaikuttavat muun muassa erilaiset myrskyt, tuuli, ilmanpaine-erot ja vuorovesi. Meritulvissa vedenpinta pysyy yleensä korkealla useita päiviä, mutta verrattuna vesistötulviin ne ovat lyhytkestoisia tulvia. (Michaud & Pilon 1999: 21; Parjanne & Huokuna 2014: 20.) Hulevesitulvat ovat nopeasti kehittyviä, lyhytkestoisia ja usein melko paikallisia tulvia, joissa sulamis- tai sadevesi kertyy rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille (Hulevesiopas. 2012: 18; Parjanne & Huokuna 2014: 17). Vesistötulvilla tarkoitetaan jokien ja järvien suurta vedenkorkeutta ja virtaamaa. Vesistötulvan voivat aiheuttaa muun muassa sateet, sulava lumi, jääpadot, vesijärjestelmien toimintahäiriöt tai sortumista aiheutuvat uomien tukkeutumiset. (Parjanne & Huokuna 2014: 17.) Tyypillisimmät Suomessa esiintyvät tulvat ovat vesistötulvia (Hyvärinen & Kajander 2005).

Suomessa esiintyvät tulvat edustavat etupäässä viittä eri tulvatyyppiä. Keväisin sulavasta lumesta syntyvä vesi aiheuttaa tulvia, joita kevätsateet joskus voimistavat. Lumien sulamisvesistä johtuvat tulvat ovat erityisen yleisiä Pohjois-Suomessa, pohjoisen lyhyen ja nopeasti etenevän kevään vuoksi. Lumipeitteen paksuus, lumen vesiarvo, lumen sulamisen intensiteetti sekä haihdunta vaikuttavat kevättulvien voimakkuuteen. Voimakkaat sateet voivat myös yksinään aiheuttaa tulvimista erityisesti vesistöalueilla, joilla järviä on vähän. Etelä-Suomen ja

Pohjanmaan vähäjärvisillä valuma-alueilla sateet voivat aiheuttaa erityisen voimakkaita tulvia. Useat peräkkäiset kosteat vuodet voivat johtaa järvioltaan täyttymiseen ja tulvimiseen. Erityisesti pienillä valuma-alueilla tapahtuu toisinaan myös tulvapiikkejä paikallisten ukkosmyrskyjen seurauksena. (Hyvärinen & Kajander 2005: 151; Käyhkö, Alho ym. 2007: 218-219.)

Talvisin ja keväisin jääpadot aiheuttavat paikallisia tulvia. Jääpadot ovat yleisempiä Pohjois-Suomessa, mutta niitä esiintyy myös Etelä-Suomessa. Jääpadot voidaan jakaa hyydepatoihin sekä liikkuvista jäälohkareista johtuviin patoihin. Hyydepadot muodostuvat hyhmän ja suppojään kertymistä, ja ne esiintyvät usein joen alajuoksulla. Liikkuvat jäälohkareet taas jäävät jumiin joen kapeisiin kohtiin muodostaen patoja. Jäälohkarepatojen syntyyn vaikuttaa jään pinnan murtumista edeltävä, ja sen aikainen sää sekä virtaus. (Church 1988: 217-218; Hyvärinen & Kajander 2005: 151; Käyhkö, Alho ym. 2007: 218.)

Koska tulvat ovat luonteeltaan erilaisia erilaisissa ympäristöissä, myös niiden seuraukset voivat olla hyvin monenlaisia (Messner ym. 2007: 1). Tulvien vaikutukset ihmisen toiminnalle voidaan jakaa suoriin, eli primäärisiin, sekä epäsuoriin, eli sekundäärisiin vaikutuksiin. Suoria vaikutuksia ovat esimerkiksi ihmisen vahingoittuminen tai kuolema, asuinpaikkojen, tehtaiden, koulujen, sairaaloiden ja tiestön vahingoittuminen tai tuhoutuminen sekä häiriöt veden jakelussa. Epäsuoriksi tulvien vaikutuksiksi luetaan kodittomuus, nälänhätä, elinkeinon menettäminen, saastuneen veden aiheuttamat sairaudet sekä sosiaaliset ongelmat ja traumat. (Michaud & Pilon 1999: 18.)

Tulvilla on haitallisten seuraustensa lisäksi monia luontoa ja ihmisiä hyödyttäviä vaikutuksia. Tulvat ovat välttämätön osa useimpien jokien ekosysteemiä, ja auttavat ylläpitämään kosteikkoja elinympäristöinä. Tulvat myös rikastuttavat maaperää kuljettamalla ravinteikasta lietettä ja huuhtoutuneita suoloja tulvatasangoille. Ihmiset ovat hyödyntäneet vuosisatojen ajan ravinteikkaita tulvatasankoja ja delta-alueita viljelyyn, mutta nykyisin jokien luonnollinen tulviminen on estetty padoilla monin paikoin. Tulvilla on kuitenkin edelleen tärkeä merkitys kasvelun ja kalastuksen kannalta monissa vähiten kehittyneissä maissa ja puolikuivan ilmaston alueilla. (Murck, Skinner ym. 1996: 206-207; Smith 1996: 257.)

Poikkeuksellisen suuria vaikutuksia sekä ihmiselle että ympäristölle voisi olla poikkeuksellisella suurtulvalla, jollaiseen ei olla varauduttu (Timonen ym. 2003). Mahdollisen suurtulvan aiheuttamien vahinkojen on arvioitu Suomessa voivan nousta jopa 550 miljoonaan euroon (Alho ym. 2015: 42). Suurtulvatyöryhmän (Timonen ym. 2003: 5) mukaan suurtulvasta voidaan puhua silloin, kun tulva ylittää tarkasteltavan alueen tulvasuojelussa käytetyn mitoitus- tai riskitason. Ollila, Virta ja Hyvärinen (2000: 8) määrittelevät suurtulvan tulvaksi, joka pitkän ajan kuluessa toistuu keskimäärin 250 vuoden välein. Suomen järviolueella tapahtui vuonna

1899 tulva, jonka on arvioitu vastaavan tällaista harvinaista kerran 250 vuodessa tai harvemmin tapahtuvaa tulvaa (Ollila ym. 2000: 8). Vuoden 1899 suurtulvan seurauksena Kymijokilaaksoissa jäi veden alle peltoja, niittyjä ja rantamaita. Tehtaat pysäyttivät toimintansa ja tulva vei mukanaan kokonaisia rakennuksia. Tulvan taloudelliset vahingot olivat 7,4 miljoonaa silloista markkaa, mikä oli 1,2 prosenttia Suomen bruttokansantuotteesta. (Kuisma 2001 Pykälistön 2017: 1-2 mukaan.) Yleisesti Suomessa tulvahallinnalla varaudutaan tilastollisesti keskimäärin kerran sadassa vuodessa tapahtuviin tulviin. Välttämättömyyspalveluiden ja elintärkeiden yhteiskunnan toimintojen osalta pyritään varautumaan kerran 250 vuodessa tapahtuviin tulviin. (Parjanne ym. 2015: 4.)

### **3 Tulvien hallinta**

Smith ja Tobin (1979: 7) mukaan Kates ja White (1961) määrittelevät tulvahallinnan toimenpiteiden pyrkivän pääasiassa neljään päämäärään: tulvien vähentämiseen, vahinkojen vähentämiseen, ihmishenkien pelastamiseen ja omaisuuden pelastamiseen. Tulvahallinnan päämääriin pyritään Chapmanin (1994: 115) mukaan kolmenlaisilla toimenpiteillä: tulvasuojelun toimenpiteillä, jotka pyrkivät muuttamaan itse tulvan luonnetta, tulvariskiä vähentävillä toimenpiteillä, jotka estävät toiminnan tulva-alueella, sekä reagointitoimenpiteillä, joilla tulvan vaikutuksen alla oleva yhteisö saadaan toimimaan tehokkaasti. Tulvasuojeluun voidaan pyrkiä muun muassa tulvapengerryksillä ja padoilla. Tulvariskejä vähentäviä toimenpiteitä ovat maankäytön suunnitteluun ja kaavoitukseen liittyvät toimenpiteet. Reagointitoimenpiteiksi voidaan lukea esimerkiksi tulvavaroitukset ja evakointisuunnitelmat. (Chapman 1994: 115.) Tulvien hallinnan suunnittelussa tulee huomioida, että esimerkiksi vääränlaisen tulvasuojelun toimenpiteen käyttäminen voi itseasiassa lisätä tulvatuhoja alueella (Smith & Tobin 1979: 31).

Vuosisatojen ajan ihmiset ovat pyrkineet hallitsemaan vesiä omiin tarkoituksiinsa. Vesivoiman tuottaminen, vedenjakelu, tukkien uitto, vesistöjen virkistyskäyttö, veden puhdistaminen, maaperän kunnostus ja tulvat ovat erilaisia vesien hallinnan syitä Suomessa. (Johansson 2005: 339.) Tulvien hallinta on siis vain yksi syy hallita vesiä, ja erityisesti tulvasuojelu on sidoksissa vesien hallintaan. Joskus eri vesien hallinnan tavoitteet voivat olla ristiriidassa toistensa kanssa tai ne voivat limittyä toisiinsa. Esimerkiksi virtaaman säännöstelyä tehdään monista syistä. Vesivoimalaitokset pyrkivät padoillaan säännöstelemään virtaamaa sähköntuottamisen vuoksi, mutta vesien säännöstely on myös tulvasuojelun keino (Korhonen 2007: 21).



Jotkut padot on rakennettu yksinomaan tulvien hallinnan nimissä. Patojen avulla tulvavesiä voidaan varastoida esimerkiksi tekoaltaisiin. Padoilla voidaan viivästyttää ja leikata huippuvirtauksia pidättämällä vettä ja vapauttamalla sitä vähitellen. Tekoaltaiden ja uoman lisäksi vettä voidaan varastoida padon läheisyydessä oleville maa-alueille. (Bolt ym. 1975: 257; Smith 1979: 15-16; Rantakokko 2002.) Suomessa esimerkiksi tuotantokäytöstä poistettuja turvesoita voidaan hyödyntää alueen tulvavesien pidättämisessä (Rantakokko 2002: 80). Vesien voidaan myös päästää nousemaan jokiuoman ympärillä olevalle hallitulle alueelle. Tällaiset ”pengerrysalueet” hallitsevat tulvavesiä sekä varastoinnin että pengertämisen keinoin. (Smith 1979: 17-18.)

Rakenteet, joilla virtaama pyritään pitämään sen luonnollisessa uomassa ovat maailmanlaajuisesti yleisin tulvien hallinnan muoto (Bolt ym. 1975: 261). Pengerrysten ja rantavallien avulla virtaamaa pyritään estämään nousemasta määritellyn rajan yli. Penkereet ja vallit toimivat siten vesistön keinotekoisina törminä. Penkereiden ja vallien avulla joen virtaama voi kasvaa hallitusti tietyllä alueella. Penkereiden ja vallien rakentaminen on kohtuullisen edullinen, ja siksi suosittu, tulvahallinnan muoto. (Smith & Tobin 1979: 10-11.) Penkereet ja vallit suunnitellaan suojaamaan aluetta tietyn kokoista tulvaa vastaan. Rakennelmat eivät siis suojaa aluetta suunnittelumallia suuremmalta tulvalta. Rakennelmat saattavat myös sortua monista syistä. (Smith 1996: 274-275.)

Jokiuoman kapasiteettia voidaan pengerryksen ja vallien rakentamisen lisäksi kasvat-  
taa muokkaamalla jokiuomaa eri tavoin (Smith 1996: 275). Jokiuoman muokkaamisessa, eli perkaamisessa jokiuomaa voidaan syventää, suoristaa, leventää tai pengertää. Myös esteitä ja kasvillisuutta raivataan pois. Uoman suoristaminen voi kasvattaa joen kapasiteettia lisäämällä virtaaman nopeutta, jolloin enemmän vettä kulkee uomassa aikayksikköä kohden. Uoman leventäminen ja puhdistaminen mahdollistavat suuremman virtaaman mahtumisen uomaan. (Murck ym. 1996: 209; Korhonen 2007: 22.)

Luonnollisten jokiuomien muokkaamisen lisäksi voidaan rakentaa tulvanpoisto kana-  
via, joilla pyritään helpottamaan jokiuoman virtaamaa, tai ohjaamaan virtaama kokonaan esi-  
merkiksi kaupunkialueen ohi. Virtaaman ohjaamista pois sen luonnolliselta reitiltä on kuitenkin  
arvosteltu, koska se voi vaikuttaa alueen luonnolliseen ekosysteemiin. (Smith 1996: 275-276.)  
Myös perkaaminen voi vaikuttaa alueen ekosysteemiin, ja Suomessa aiemmin perattuja alueita  
onkin alettu kunnostaa luonnonmukaisiksi (Korhonen 2007: 22).

Tulvien huomioon ottaminen on tärkeää maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa,  
jotta tulvista aiheutuvia vahinkoja voitaisiin välttää. Rakentaminen tulvaherkille alueille on  
usein rajoitettua. Erityisen tärkeää tulvien huomioiminen on välttämättömien palveluiden,

kuten sairaaloiden sijoittelussa. (Michaud & Pilon 1999: 19.) Suomessa rakentamista tulvaherkille alueille rajoitetaan muun muassa maankäyttö- ja rakennuslain avulla. Lain mukaan asemakaava-alueen ulkopuolisen rakennuspaikan tulee olla tarkoitukseen sovelias ja rakentamiseen kelvollinen. Tulvariskit tulee huomioida rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta arvioitaessa. (Rakennuslaki= Maankäyttö- ja rakennuslaki 17:116 §.) Rakentamisen ohjaukseksi alueelliset Elinkeino-, Liikenne ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) ovat laatineet suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista vesistöihin nähden. Alimmalla suositellulla rakentamiskorkeudella tarkoitetaan korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tule rakentaa kastuessaan vaurioituvia rakenteita. (Parjanne & Huokuna 2014: 8-11.) Rakentamisen ja muun maankäytön suunnittelun apuna voidaan käyttää tulvakarttoja (Käyhkö ym. 2007: 223; Alho ym. 2008: 16).

Kartat ovat yleinen tapa kuvata tulvariskejä (Michaud & Pilon 1999: 29). Tulvakartoitus tarkoittaa tulvan laajuuden tai alueellisten vaikutusten kuvaamista karttaesityksessä (Käyhkö ym. 2007: 223). Tulvakartoitus voi perustua mallinnuksiin jokijärjestelmistä tai materiaaleihin ja havaintoihin aiemmista tapahtuneista tulvista, kuten satelliittikuviin tai valokuviiin (Murck ym. 1996: 208-209). Tulvakarttojen valmistamisessa hyödynnetään paikkatietomenetelmiä. Tulvakartat voidaan jakaa tulvavaara- ja tulvariskikarttoihin. (Käyhkö ym. 2007: 223; Alho ym. 2008.)

Tulvavaarakartta esittää tulvan laajuuden ja vaaran asteen karttapohjalla tietyllä todennäköisyydellä, kuten esimerkiksi tilastollisesti keskimäärin kerran sadassa vuodessa tapahtuvan tulvan kohdalla. Tulvavaarakartat valmistetaan nykyään useimmiten digitaalisen korkeusmallin ja vedenkorkeustiedon avulla. Tulvavaarakartat voidaan jakaa lähtötietojen tarkkuuden mukaan yleispiirteisiin ja yksityiskohtaisiin karttoihin. Yleispiirteisiä karttoja käytetään yleiskaava- ja maakuntakaavatasolla. Suomessa erityisen merkittäville tulvariskialueille laaditaan yksityiskohtainen tulvavaarakartta, joka mahdollistaa jopa rakennuskohtaisen tarkastelun. (Käyhkö ym. 2007: 223-224; Alho ym. 2008: 12-13.)

Tulvavaarakarttaa käytetään tulvariskikartan pohjana. Tulvariskikarttoihin lisätään paikkatietoaineistoina erilaisia haavoittuvuutta kuvaavia parametreja, joilla arvioidaan tulvan aiheuttamia taloudellisia ja inhimillisiä vaikutuksia alueelle. Tulvan peittämän alueen lisäksi tulvariskikartat antavat tietoa alueen asukkaiden lukumäärästä, maankäytöstä, ympäristölle haitallisista toiminnoista ja suojelualueista. Tulvavaarakarttojen tapaisesti myös tulvariskikartat voidaan tarkkuuden ja käyttötarkoituksen mukaan jakaa yleisiin ja yksityiskohtaisiin karttoihin. (Käyhkö ym. 2007: 224-225; Alho ym. 2008: 15-16.) Maankäytön suunnittelun lisäksi tulvakarttoja voidaan käyttää riskikohteiden määrittelyyn, tulvasuojelu- ja

tulvatorjuntasuunnitelmien laatimiseen, tiedottamiseen sekä operatiiviseen pelastustoiminnan suunnitteluun ja toteutukseen (Käyhkö ym. 2007:223).

Ihmishenkien ja omaisuuden säästämiseksi tulvatilanteeseen tulee reagoida tehokkaasti vaikutusalueella. Erilaiset varautumissuunnitelmat helpottavat toimintaa tulvan uhatessa. Tehokkaaseen yhteisön toimintaan vaikuttaa sekä asukkaiden henkilökohtainen varautuminen sekä vastuuviranomaisten suunnitelmat. Monissa maissa erilaiset vapaaehtoisjärjestöt ja armeija toimivat tulvatilanteissa pelastushenkilökunnan apuna evakuointitehtävissä ja muissa yleistä turvallisuutta lisäävissä tehtävissä. (Smith 1996: 279.)

Ennustamisella ja aikaisella varoittamisella on tärkeä merkitys tehokkaan reagoinnin kannalta. Monin paikoin maailmalla tulvaennusteet tehdään lähestyvän myrskyn voimakkuuden pohjalta. (Bolt ym. 1975: 265; Murck ym. 1996: 209.) Ennustamisen apuna voidaan käyttää satelliittikuvia myrskyn etenemisen, tuulen voimakkuuden ja sademäärän arviointiin. Lisäksi tarvitaan tietoa muun muassa vaikutusalueen topografiasta, kasvillisuudesta ja läpäisemättömien pintojen määrästä. (Bolt ym. 1975: 265; Murck ym. 1996: 209.) Ennusteessa arvioidaan, milloin ja missä tulvahuippu ilmenee, ja mikä on tulvavirtaaman korkeus ja nopeus (Smith & Tobin 1979: 25; Murck ym. 1996: 209).

Erityisen vaikeasti ennustettavia tulvia ovat hulevesitulvat niiden nopean kehittymisen vuoksi. Samasta syystä niiden ennustaminen olisi kuitenkin erityisen tärkeää. (Murck ym. 1996: 209; Smith 1996: 279.) Suurten jokisysteemien kohdalla ennustaminen on helpompaa, koska sadannan vaikutusta alajuoksun uomiin ja vesien varastointialueisiin voidaan arvioida viikkoja etukäteen. Samoin lumen sulamisvesistä johtuvia tulvia voidaan ennustaa hyvissä ajoin lumen vesiaron mittauksien avulla. Kun tulva kyetään ennustamaan ajoissa, pystytään tekemään toimenpiteitä varastotilavuuden ja uomien kapasiteetin lisäämiseksi. (Bolt ym. 1975: 265-266.)

Tulvaennusteiden ja muun tulvatiedon pohjalta viranomaiset antavat tulvavaroituksia, jotka sisältävät myös suosituksia, esimerkiksi evakuoinnista, tulva-alueen toimijoille (Murck ym. 1996: 209). Tulvavaroitusten tehokkuuteen vaikuttaa se, kuinka hyvin tietoa saadaan levitettyä alueella (Smith & Tobin 1979: 25-26). Suomessa tulvaennusteista ja -varoituksista vastaa Ilmatieteen laitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyöverkosto, Tulvakeskus. Tulvakeskus toimii tiiviissä yhteistyössä paikallisten ELY-keskusten ja pelastuslaitosten kanssa. (SYKE 2013b.)

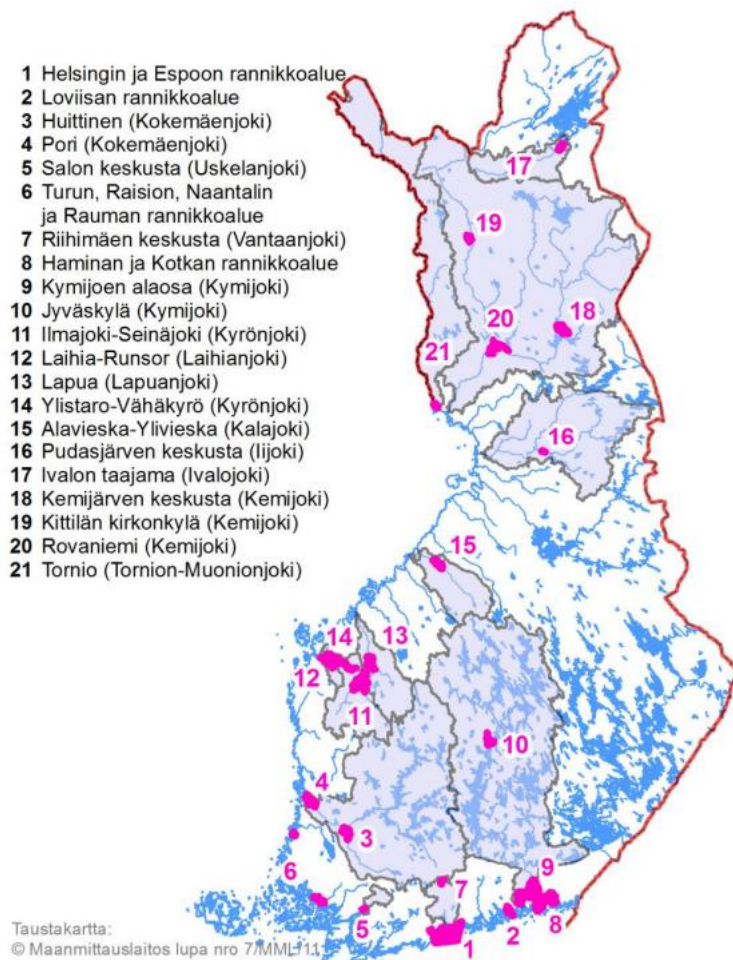
Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana tulvat ovat aiheuttaneet Euroopassa lähes tuhat kuolemaa, puoli miljoonaa ihmistä on joutunut lähtemään kodeistaan ja taloudelliset vahingot ovat olleet noin 30 miljardia euroa (Alho ym. 2015: 42). Tulvia ei kyetä täysin hallitsemaan, mutta lisääntyvän tiedon ja tekniikan avulla niiden aiheuttamia haittoja voidaan vähentää

(Bolt ym. 1975: 237). Euroopan Unionin vuonna 2007 julkaiseman tulvadirektiivin tavoitteena on ihmisten elämään, ympäristöön, kulttuuriperintöön ja taloudelliseen toimintaan kohdistuvien tulvahaittojen vähentäminen. Tulvadirektiivi linjaa jäsenmailleen erilaisia periaatteita tulviin varautumisesta, kuten tulvariskialueiden tunnistamisen ja tulvakartoittamisen. EU velvoittaa jäsenmaansa myös laatimaan kokonaisvaltaiset hallintasuunnitelmat tulvariskien hallintaan tunnistetuille riskialueille. (Käyhkö ym. 2007: 223; Madsen ym. 2014: 3635; Alho ym. 2015: 42.)

#### **4 Esimerkkialueet**

Vedenjakajan rajaamaa aluetta, jolta joki tai puro kerää kaiken sadannasta peräisin olevan vensä, kutsutaan valuma-alueeksi. Suuria valuma-alueita voidaan kutsua myös vesistöalueiksi. Vesistöalueet koostuvat valuma-alueista, sekä alueen uomista ja järvistä. Maanpinnan muodot ja kallioperä määräävät vesistöalueen rajat, vedenjakajat sekä uomien ja järvien muodot. (Ekholm 1993: 10.) Tässä tutkielmassa käsittelemme Iijoen, Lapuanjoen sekä Vantaanjoen vesistöalueita. Näiden vesistöalueiden tulvariskien hallinnan toimenpiteet toimivat tutkielmassa esimerkitapauksina kuvaamaan tulvahallinnan keinoja Suomessa. Esimerkkialueiden valinnassa olen ottanut huomioon käsiteltävien alueiden maantieteelliset sijainnit, jotta kolmella esimerkillä voitaisiin saada mahdollisimman laaja kuva koko Suomen tulvahallinnasta.

Iijoen, Lapuanjoen sekä Vantaanjoen vesistöalueella jokaisella sijaitsee yksi Suomen 21 merkittävimmistä tulvariskialueesta (Kuva 1). Jokaiselle vesistöalueelle, jolla sijaitsee merkittävä tulvariskialue, on laadittu alueellisten tulvaryhmien toimesta tulvariskien hallintasuunnitelma. (Parjanne ym. 2015.) Tulvariskien hallintasuunnitelmien laatiminen on osa Suomen tulvariskilainsäädäntöä (Tulvariskilaki 10 §). Alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset julkaisivat vuonna 2015 raportit tulvariskien hallintasuunnitelmista vuosille 2016-2021. Tulvariskien hallinta tarkoittaa toimenpiteiden kokonaisuutta, joilla arvioidaan ja pyritään vähentää tulvariskejä sekä estämään tai vähentämään tulvista aiheutuvia vahinkoja. (Parjanne ym. 2015; SYKE 2013c.) Tässä tutkielmassa tarkastelen esimerkkialueiden nykyistä tulvariskien hallintaa näiden raporttien avulla.



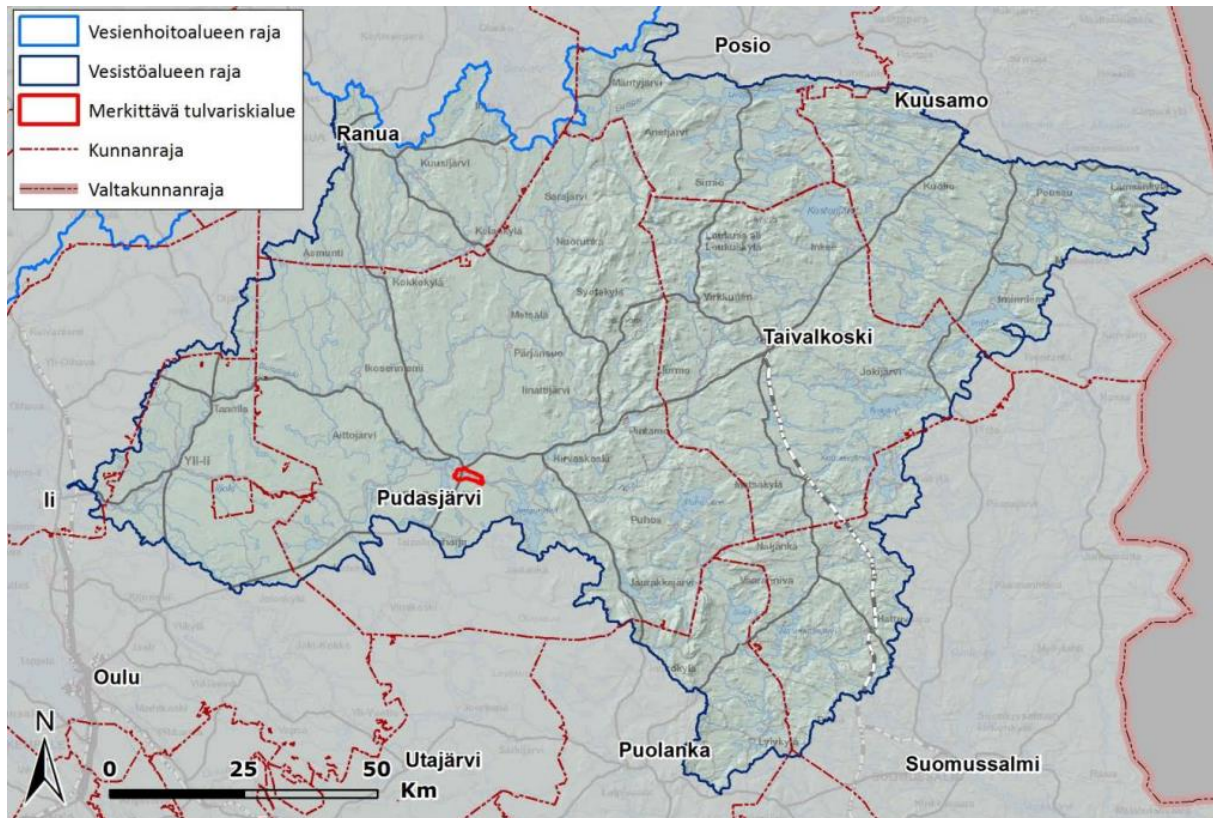
Kuva 1. Suomen merkittävät tulvariskialueet vuonna 2015. (Parjanne ym. 2015)

Esimerkkialueiden yhteydessä käsitellään tulvariskien hallintakeinoja viidessä eri luokassa (Taulukko 1): tulvariskien vähentäminen, tulvasuojelu, valmiustoimet, toiminta tulvatilanteessa sekä jälkitoimenpiteet. Jako on sama, jota käytetään tulvariskien hallintasuunnitelmissa. Tulvariskien vähentämisellä tarkoitetaan ennakoon suoritettavia toimenpiteitä, joiden avulla pyritään vähentämään mahdollisia tulvavahinkoja ja alueen vahinkopotentiaalia. Tulvasuojelusta puhuttaessa tarkoitetaan pysyvien rakenteiden suunnittelua ja rakentamista, joilla estetään tai vähennetään tulvien haitallisia vaikutuksia. Valmiustoimiin kuuluvat toimenpiteet, jotka suoritetaan tulvan uhatessa. Myös tulvatilannetoiminnan suunnittelu ja harjoittelu kuuluu valmiustoimiin. Toimintaan tulvatilanteissa kuuluvat toimenpiteet, joilla tulvan aikana pyritään vähentämään tulvasta aiheutuvia vahinkoja. Jälkitoimenpiteet liittyvät tulvan aiheuttamista vahingoista toipuminen sekä varautumisen parantaminen. (Parjanne ym. 2015: 8-11.)

Taulukko 1. Tulvariskien hallinnan pääluokat ja niiden keskeinen sisältö. Taulukko perustuu Parjanne ym. (2015) raporttiin.

Tulvariskien vähentäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tulvavaara-alueelle rakentamisen estäminen</li> <li>-Tulvariskikohteiden vähentäminen</li> <li>-Tulvansietokyvyn parantaminen</li> <li>-Muu ennaltaehkäisevä toimenpide</li> </ul>
Tulvasuojelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Luonnonmukainen ja valuma-aluekohtainen vesivarojen hallinta</li> <li>-Vesistön säännöstely</li> <li>-Tulvasuojelurakenteet</li> <li>-Muu tulvasuojelu</li> </ul>
Valmiustoimet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tulvaennusteet ja varoitukset</li> <li>-Tulvatilanteen toimintasuunnitelmat</li> <li>-Tietoisuus ja toimintavalmius</li> <li>-Muut valmiustoimet</li> </ul>
Toiminta tulvatilanteessa	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tilapäiset tulvasuojelurakenteet</li> <li>-Tulvatilannetoiminta</li> <li>-Muu toiminta tulvatilanteessa</li> </ul>
Jälkitoimenpiteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Yhteiskunnan ja asukkaiden toipuminen</li> <li>-Ympäristön toipuminen</li> <li>-Muut jälkitoimenpiteet</li> </ul>

## 5 Ijoen vesistöalue



Kuva 2. Ijoen vesistöalue ja merkittävä tulvariskialue (Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2014).

Ijoen vesistöalue (Kuva 2) on pinta-alaltaan 14 191 neliökilometriä ja sen järvisuusprosentti on 5,67 (Ekholm 1993: 105). Vesistöalue sijaitsee suurimmaksi osaksi Pohjois-Pohjanmaalla, mutta pieni osa siitä ylettyy myös Kainuun ja Lapin maakuntien alueelle. Ijoen pääuoma alkaa Kuusamossa sijaitsevasta Irnijärvestä ja päättyy Iissä Perämereen. Merkittävimmät pääuomaan laskevat sivujoet ovat Siuruanjoki, Livojoki, Kostonjoki ja Korpijoki. (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2011: 4.)

Vesistöalueen järvet ovat keskittyneet alueen itäosiin, ja maastonmuodot ovat korkeimmillaan alueen itä- ja eteläosissa. Merkittävimmät taajama-alueet vesistöalueella ovat Iin, Yli-Iin, Pudasjärven, Ranuan ja Taivalkosken keskukset. Keskusten ulkopuolinen asutus on lähinnä maaseutumaista haja-asutusta. Rakennettua aluetta on yhteensä noin 3% vesistöalueen pinta-alasta. Taajamien ulkopuolisia alueita hallitsevat metsä- ja suoalueet. Viljelysmaita alueella on vähän. Ijoen vesistöalueella on 10 merkittävää voimalaitosta. Säännösteltyjä järviä alueella on 15 kappaletta. (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2011: 8-10; Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2014: 8-9.)

Iijoen vesistöalueella on tapahtunut useita kevättulvia. Suurimmat havaitut virtaamat ovat esiintyneet vuosina 1953, 1955, 1956, 1959, 1977, 1982, 1993 ja 2000. Aiempien tulvien perusteella tulvaherkimmäksi alueeksi vesistöalueella on arvioitu Pudasjärven keskustan Kurenalan taajama. Pudasjärven keskusta on yksi Suomen 21 merkittävimmästä tulvariskialueesta. Kurenalan taajamaan on rakennettu 1990-luvulta eteenpäin yhteensä yli 6 kilometriä tulvasuojelupengertä, jolla suojataan jokirannan asuin- ja muut rakennukset. Tulvasuojellulle alueelle on pengertämisen jälkeen rakennettu joitain uusia rakennuksia. (Arola & Leiviskä 2004; Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011: 14-15; Parjanne ym. 2015: 3.) Myös Yli-Iin taajamaan on rakennettu puolen kilometrin mittainen pengeri suojaamaan Iijoen pohjoispuolella sijaitsevia rakennuksia. Iijoen vesistöalueella on myös pyritty ehkäisemään suppopatojen syntymistä Kostonjoella, Korpijoella sekä Livojoella muun muassa hidastamalla virtausnopeutta eri keinoin, ja sillä tavoin nopeuttamalla jääkannen muodostusta. (Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011: 14-15.)

### 5.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Iijoen vesistöalueella

Tulvariskejä vähentäviksi toimenpiteiksi nimetään Iijoen vesistöalueella maankäytön suunnittelu, määräykset ja lausunnot alimmista rakentamiskorkeuksista, varastotilavuuden säilyttäminen tulvatilanteiden varalta sekä tulvavaara- ja tulvariskikartoitus. Alueella on suoritettu näitä toimenpiteitä jo ennen tulvariskien hallintasuunnitelmaa vuodelta 2015. vuoden 2015 raportin mukaan muita tulvariskejä vähentäviä toimenpiteitä jatketaan ilman suuria muutoksia, eli maankäytössä ja rakentamisessa seurataan viranomaisten ohjeistuksia, mutta varastotilavuuden säilyttämiseen tulvatilanteiden varalta tulee kiinnittää erityistä huomiota Pudasjärven alueella. Ottamalla tulvariskit ja vedenpidättämisen näkökulmat huomioon kaavoituksen lisäksi myös muussa rakentamisessa ja ojituksessa, voidaan vähentää tulvariskejä Pudasjärvellä. Lisäksi tulvavaarakartoitusta esitetään laajennettavaksi Pudasjärven taajaman sivuosiin, jolloin voidaan selvittää mistä vesi leviää taajamaan erittäin harvinaisen tulvan sattuessa. (Kettunen 2015: 51-53.)

Tulvasuojeluun liittyen nostetaan esille vesistön vesien säännöstelyn kehittäminen, jääpatojen muodostumisen ehkäiseminen sekä tulvapenkereiden kunnossapito, korottaminen ja rakentaminen. Vesien säännöstelyn toteuttaminen, yhteensovittaminen ja kehittäminen ovat käynnissä vesistöalueella koko ajan. Säännöstelytoimilla pyritään vaikuttamaan jää- ja hydepatojen muodostumiseen alueella jään muodostumisen ja lähdön aikoihin. Alueella tehdään myös jäänsahauksia estämään jääpatoja. Iijoen vesistöalueelle ei nähdä tarvittavan uusia



penkereitä, mutta jo olemassa oleville penkereille esitetään laadittavaksi tarkkailuohjelma, jolla varmistetaan pengerten kunnossapito. Pengerten ylläpitoa tarkkailtaisiin vuosi- ja määräaikaistarkastuksissa viranomaisohjauksella. (Kettunen 2015: 57-58.)

Iijoen vesistöalueen valmiustoimissa asukkaiden omatoimista varautumista tulviin pidetään tärkeänä asiana. Asukkaiden tulvatietoisuutta pyritään lisäämään markkinoimalla alueen pelastuslaitosten tekemää pientalon tulvaturvallisuusopasta. Muita valmiustoimia ovat tulvamallinnuksen ja -ennusteiden kehittäminen ja käyttö, varoitus- ja tiedotusjärjestelmien kehittäminen, pelastustoimen suunnitelmat, tulvantorjunta-, evakuointi- ja valmiussuunnitelmat, vapaaehtoisen pelastuspalvelun toiminta sekä viranomaisten pelastusharjoitukset. (Kettunen 2015: 53-57.)

Tulvamallinnuksen ja ennusteiden osalta parannusta aiempiin toimiin haetaan laajentamalla hydrologista havainnointiverkkoa. Lumi- ja jäämittauksia tihentämällä pyritään lisäämään havainnointiverkon luotettavuutta ja helpottamaan tulvien ennustamista. Viranomaiset huolehtivat suurelta osin valmiustoimien ylläpidosta, mutta Pudasjärvellä ja Taivalkoskella toimiva vapaaehtoinen pelastuspalvelu halutaan ottaa myös paremmin mukaan tulvatyöhön alueella. Sekä tavallisilla alueen asukkailla, että viranomaisilla on omat tärkeät tehtävänsä valmiustoiminnan kannalta. (Kettunen 2015: 53-57.)

Tulvatilanteiden aikaiset toimenpiteisiin kuuluvat tulvatilannetyöt, kuten jääpatojen purku, evakuointi, vesien pumppaus ja väliaikaisten pengerten rakentaminen, sekä tulvatilanteen dokumentointi. Samoin kuin valmiustoimien kohdalla, myös tulvatilanteiden aikaisessa toiminnassa tulva-alueen asukkailla on tärkeä rooli viranomaisten lisäksi. Asukkaiden tulvatietoisuus on tulvatilanteessa toimimisen kannalta tärkeää. Tulvien dokumentointi on myös osittain asukkaiden vastuulla. (Kettunen 2015: 58-59.)

Tulvan jälkitoimenpiteiksi Iijoen tulvaryhmä on listannut jälleenrakentamisen, siivouksen, fyysiset ja henkiset terveyttä edistävät asiat, vahingonkorvausasiat, tiedottamisen, vapaaehtoistoiminnan edistämisen sekä kokemukset ja kehittämisideat. Myös pelastuslaitoksen tekemät tulvavahinkojen arviointi kuuluu jälkitoimenpiteisiin. (Kettunen 2015: 59-60.)

Iijoen vesistöalueen tulvaryhmä on ottanut mukaan raporttiin tulvariskien vähentämisen, tulvasuojelun, valmiustoimien, tulvatilanteen aikaisten toimien sekä jälkitoimenpiteiden lisäksi yhden ylimääräisen luokan: ylimääräiset toimenpiteet. Ylimääräiset toimenpiteet ovat toimenpiteitä, jotka toteutuessaan voivat nostaa merkittävän tulvariskialueen tai koko vesistöalueen tulvariskien hallinnan tasoa tavoitetasoa paremmaksi. Toimenpiteiden toteutumisesta ei ole varmuutta. (Kettunen 2015: 60.)

Tulvaryhmän mukaan Iijoen vesistöalueelta ei löydy alueita, joilla tulvavesiä voitaisiin pidättää poikkeuksellisen suurien tulvien tapahtuessa. Vesien tilapäisen pidättämisen lisätutkimukset ja seuranta on nimetty ylimääräisiin toimenpiteisiin. Myös Kollajan tekojärven rakentaminen on listattu ylimääräisiin toimenpiteisiin. Tekojärven rakentaminen lisäisi Iijoen vesien varastointikapasiteettiä, mutta merkittävälle tulvariskialueelle, Pudasjärven taajamalle, sillä olisi vain pieni vaikutus. Kiinteiden tulvavallien ja -seinien rakentaminen pengerten tilalle alueilla, jotka kastuvat harvinaisen, eli keskimäärin kerran sadassa vuodessa tapahtuvan, tulvan seurauksesta on myös jätetty ylimääräisiin toimenpiteisiin. (Kettunen 2015: 60-61.)

## 6 Vantaanjoen vesistöalue



Kuva 3. Vantaanjoen vesistöalue ja merkittävä tulvariskialue (Suomalainen ym. 2015).

Vantaanjoen vesistöalue (Kuva 3) on pinta-alaltaan 1 686 neliökilometriä ja sen järvisyysprosentti on 2,25 (Ekholm 1993: 49). Vantaanjoen vesistöalue sijaitsee pääosin Uudellamaalla, ja se ulottuu Helsingin, Vantaan, Espoon, Keravan, Järvenpään ja Hyvinkään kaupunkien sekä Tuusulan, Nurmijärven, Vihdin ja Mäntsälän kuntien alueille. Vantaanjoki saa alkunsa Hausjärven Erkylänjärvestä, ja se laskee Suomenlahteen Helsingin keskustan koillispuolella. Joen merkittävimmät sivuhaarat ovat Keravanjoki, Tuusulanjoki, Luhtaanmäenjoki, Palojoki ja Kytäjoki. (Uudenmaan ELY-keskus 2010: 2.) Vesistöalueen järvet sijaitsevat lähinnä alueen latvaosissa. Suuria järviä, jotka tasaisivat tulvavirtaamia, ei alueelta löydy. Alueen merkittävimmiksi järviksi lasketaan kymmenen järveä, jotka ylittävät kooltaan yhden neliökilometrin. (Suhonen & Rantakokko 2006: 11-14; Uudenmaan ELY-keskus 2010: 2.)

Maanpinta on korkeimmillaan valuma-alueen latvajärvien alueella ja korkeustaso laskee melko tasaisesti etelään päin (Uudenmaan ELY-keskus 2010: 6). Alueella asuu yli puoli miljoonaa ihmistä ja siksi vesistöalueella on paljon rakennettuja alueita (noin 20% alueen pinta-alasta). Rakentaminen on keskittynyt erityisesti vesistöalueen alaosiin, missä Helsingin, Vantaan, Keravan ja Tuusulan asuin- ja liiketoiminta-alueet muodostavat rakennettujen alueiden keskittymän. Muita merkittäviä rakennettuja alueita sijaitsee Klaukkalan, Järvenpään, Hyvinkään ja Riihimäen alueilla. Maatalousalueita vesistöalueen pinta-alasta on noin neljännes. Kosteikoita ja vesialueita on vähän. (Suhonen & Rantakokko 2006: 11; Uudenmaan ELY-keskus 2010: 6-8.)

Suurimmassa osassa Vantaanjoen vesistöaluetta vedenlaatu on ollut vuosien 2002-2003 mittauksissa välttävällä tasolla (Suhonen & Rantakokko 2006: 11). Vantaanjoen vesistöalueella on useita patoja, joilla ei ole kuitenkaan tulvahallinnan kannalta merkitystä mataluutensa vuoksi. Alueen uomia on muokattu myös monin muin tavoin, eikä alueelta löydy juuriakaan luonnontilaisia uomia. Vesistöalueella ei ole merkittäviä voimalaitoksia. (Suhonen & Rantakokko 2006: 21; Uudenmaan ELY-keskus 2010: 15.)

Vantaanjoen vesistöalueella on tapahtunut merkittäviä tulvia vuosina 1966, 1984, 1999 ja 2004. Viimeisin suurempi tulva sattui alueella vuonna 2010. Alueen historian suurin tulva vuonna 1966 oli runsaslumisen talven ja myöhäisen kevään seurauksena syntynyt kevät-tulva. Vuoden 2004 tulva on suurin alueella tapahtunut kesätulva, jonka aiheuttivat usean vuorokauden pituiset rankkasateet. Vuosien 1984, 1999 ja 2010 tulvat ovat olleet kevättulvia. (Suhonen & Rantakokko 2006: 28-31; Uudenmaan ELY-keskus 2010: 15-16.)

Vantaanjoen vesistöalueella sijaitseva Riihimäen keskusta on yksi Suomen 21 merkittävästä tulvariskialueesta (Parjanne ym. 2015: 3). Riihimäen keskustan yläpuolinen osuus Vantaanjoesta, sekä joen latvahaaroista on perattu 1950-luvun lopun ja 1960-luvun alun aikoihin.

Perkauksia on tehty vesistöalueella myös myöhemmin. Virkistyskäytön parantamisen, sekä asuinalueille aiheutuvan tulvahaitan vuoksi Keravanjokea perattiin ja padottiin 1990-luvulla. Lisäksi vuonna 2009 valmistui Tuusulanjoen kunnostus, jonka yhteydessä jokiuomaa perattiin. Toisenlaisena tulvahallinnan toimenpiteenä Vantaanjoen alajuoksulla sijaitsevalle Savelan asuinalueelle on rakennettu tulvapenger 1980-luvulla. (Uudenmaan ELY-keskus 2010: 14.)

## 6.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Vantaanjoen vesistöalueella

Tulvariskien vähentämisen toimenpiteiksi Vantaanjoen vesistöalueella nimetään ”maankäytön suunnittelu ja rakentamisen ohjaus Riihimäen keskusta-alueella tulvakartoituksesta saadut tiedot huomioon ottaen”, ”Riihimäen jätevedenpuhdistamon saneeraus ja sekaviemäröinnistä luopuminen” sekä ”muut tekniset ratkaisut tulva-alueella...”. Maankäytön suunnittelulla Riihimäen keskustan alueella pyritään jatkuvana toimenpiteenä ohjaamaan rakentamista pois tulva-alueilta. Vuonna 2014 suoritetun jätevedenpuhdistamon saneerauksen syynä ei suoranaisesti ollut tulvariskien vähentäminen, mutta saneeraus nosti puhdistamon kapasiteettia, joka voi olla hyödyksi tulvatilanteessa. Sekaviemäröinnistä luopumisen yhtenä tavoitteena on saada kiinteistöjen hulevedet pois jätevesiverkostosta. (Suomalainen ym. 2015: 55-56.)

Muut tekniset ratkaisut tulva-alueella liittyvät vesi- ja viemäripalveluihin, sähkön ja lämmön jakeluun, puhelin- ja tietoteknisiin yhteyksiin. Teknisillä ratkaisuilla pyritään takaamaan näiden palveluiden ylläpitäminen tulvatilanteessa. Myös yksityisten kiinteistöjen varautumisen tulvaan luetaan kuuluvan tulvariskejä vähentäväksi toimeksi. (Suomalainen ym. 2015: 56.)

Tulvasuojeluun tähdätään Vantaanjoen vesistöalueella muun muassa jokiuomien tarkastuksilla ja ylläpidoilla sekä veden pidättämisen keinoilla. Veden pidättämismahdollisuuksista esitetään tehtäväksi selvitys, jossa selvitetään mahdollisia pidättämispaikkoja. Osa alueen siltarummuista aiheuttaa tulvaongelmia, koska niiden mitoitus ei ole suurien tulvien osalta riittävä ja ne on rakennettu joen virtaamaan nähden väärään asentoon. Yhtenä osana jokiuomien tarkastusta ja ylläpitoa ovat siltarumpujen sulatukset ja jääpatojen ehkäisy. Siltarumpuja myös esitetään muutettavaksi putkisilloiksi, joiden ali vesi pääsisi virtaamaan paremmin. Toimenpiteellä pyritään helpottamaan Riihimäen keskustan tulvimista. Keskustan alueen tulvimista pyritään helpottamaan myös pienimuotoisen tulvapenkereen rakentamisella Peltosaaren kaupunginosaa. (Suomalainen ym. 2015: 57.)

Valmiustoimien osalta toimenpiteet ovat lähinnä paikallisten viranomaisten, Riihimäen kaupungin ja kansallisen tulvakeskuksen hoidettavia. Vesistötulvaennusteiden ja

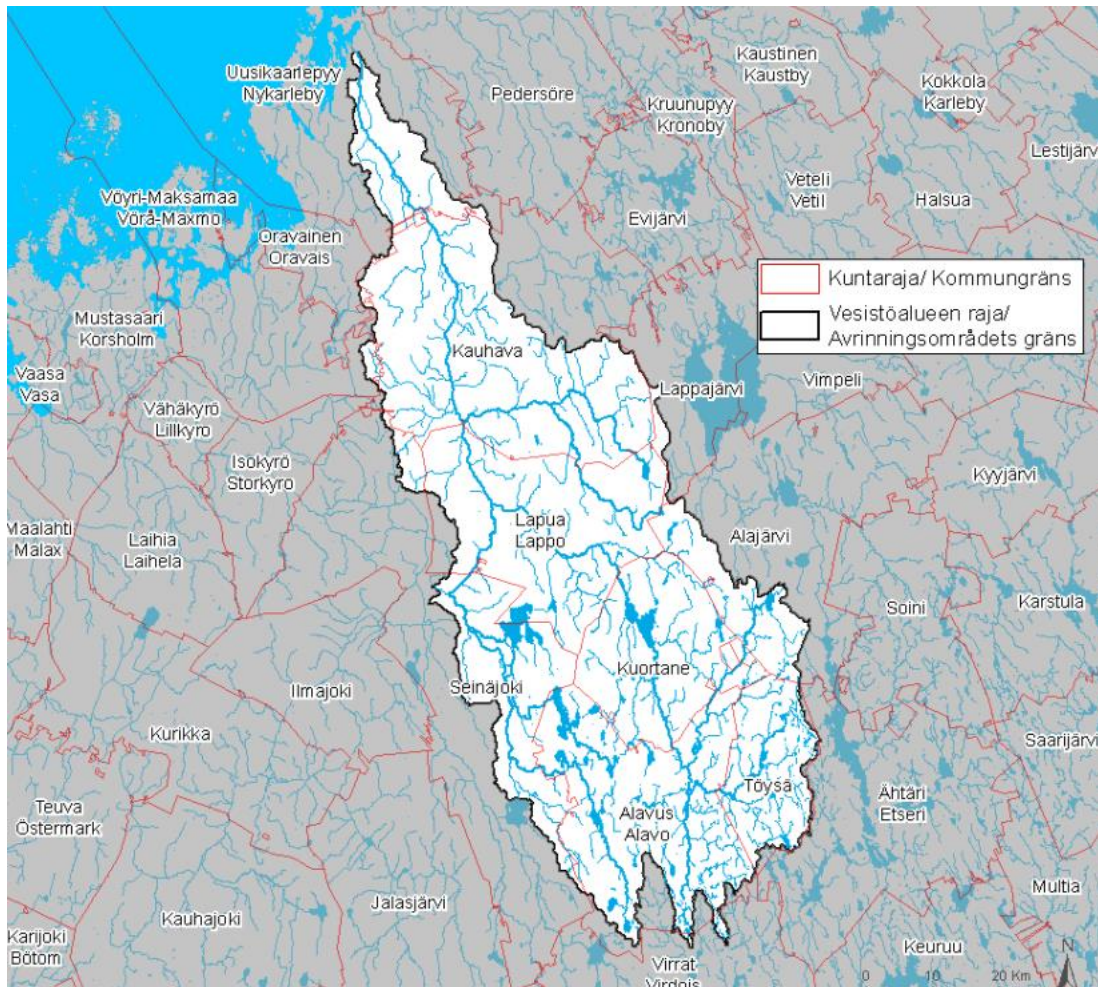
varoituspalvelun kehittäminen halutaan erityisesti parannuksia tulvien ennustettavuuteen, jotta tulviin voidaan varautua paremmin. Riihimäen kaupungin valmiussuunnitelmaa harvinaisen vesistötulvan varalle esitetään päivitettäväksi. Tulvatilanteille laaditaan myös viestintäsuunnitelma, ja viestintää harjoitellaan Riihimäen kaupungin valmiusharjoituksissa. Riskialueen asukkaiden tietoisuutta tulvista pyritään parantamaan ja ylläpitämään laatimalla opas ja jakamalla tietoa säännöllisin väliajoin. (Suomalainen ym. 2015: 60.)

Jotta merkittäväällä tulvariskialueella tulvan sattuessa toimenpiteiden suorittaminen olisi mahdollisimman yksinkertaista, alueen viranomaisten kesken on kehitetty tulvatilanteen työnjako. Viranomaistahoja, joilla on omat tehtävänsä tulvatilanteessa ovat Hämeen ELY-keskus, pelastusviranomaiset, kunta, tulvakeskus sekä Suomen ympäristökeskus ja ilmatieteenlaitos. Eri viranomaisten tehtäviä ovat muun muassa vesitilanteen seuranta ja tulvauhasta tiedottaminen, asiantuntija-avun anto, ihmisten, alueiden, rakennusten ja yksittäisten tärkeiden kohteiden suojaaminen ja pelastaminen, evakuoinnin ja hätämajoituksen toteutus, työvoiman ja kaluston tarjoaminen pelastusviranomaisille. Tulvatilanteessa pyritään varmistamaan erityisesti viemärlaitoksen toiminta, veden- ja sähköjakelu sekä liikenneyhteyksien toimivuus. Muun muassa näiden palveluiden häiriötilanteissa käytetään tulvaviestintää, jolla ilmoitetaan esimerkiksi tilapäisistä vedenjakelupisteistä tai korvaavista tieyhteyksistä. (Suomalainen ym. 2015: 61.)

Tulvaryhmä esittää laadittavaksi jälkitoimenpiteiden suunnitelman, joka sisältää kriisiavun, tilapäisasumisen järjestämisen, vapaaehtoistoiminnan edistämisen, jälkitoimien tiedotuksen, todettujen tulvavahinkojen arvioinnin ja vahingonkorvauksen, tulvan jälkeisen siivouksen, asuinrakennusten ja kiinteistöjen korjauksen sekä toiminnan arvioinnin. Suunnitelman laatimisesta ovat vastuussa Riihimäen kaupunki, Kanta-Hämeen pelastuslaitos sekä Hämeen ELY-keskus. (Suomalainen ym. 2015: 62.)



## 7 Lapuanjoen vesistöalue



Kuva 4. Lapuanjoen vesistöalue (Haukilehto ym. 2011).

Lapuanjoen vesistöalue (Kuva 4) sijaitsee Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnissa ja on merkittävä valtavirta alueella. Vesistöalue ylettyy useiden kuntien alueelle. Pääosin vesistöalue sijaitsee Uusikaarlepyyn, Kauhavan, Lapuan, Alajärven, Seinäjoen, Kuortaneen, Töysän ja Alavuuden alueilla. Lapuanjoki alkaa Alavuudenjärvestä ja laskee Perämereen. Nurmonjoki ja Kauhavanjoki ovat Lapuanjoen merkittävimmät sivuhaarat. (Syvänen & Leiviskä 2007: 8; Haukilehto ym. 2011: 4.) Vesistöalue on pinta-alaltaan 4 122 neliökilometriä ja sen järvisuusprosentti on 2,92 (Ekholm 1993: 78).

Vesistöalue on topografialtaan loivapiirteinen, ja erityisesti Lapuanjoen keskiosassa jokiuoman vietto on erityisen pieni. Mannerjään painon poistumisesta johtuva maankohoaminen on myös alueelle luonteenomainen piirre. Koska alue on luonnostaan vähäjärvinen, vesistöalueelle on rakennettu kolme tekojärveä. Useat luonnonjärvet alueen latvoilla on otettu säännöstelykäyttöön. Hirvijärven tekojärvi, Kuortaneenjärvi, Kuorasjärvi ja Varpulan tekojärvi,

jotka ovat alueen suurimmat järvet, ovat kaikki säännösteltyjä. Alueella on kuusi voimalaitosta ja kahdeksan patoa. (Syvänen & Leiviskä 2007: 18-20; Haukilehto ym. 2011.)

Lapuanjoen vesistöalueen maankäyttö on tehokasta, vaikka yli 70 prosenttia alueesta on metsää ja suota. Metsäalueita on ojitettu voimakkaasti, kuten myös peltoja, joita alueella on huomattavan paljon. Maanviljely on keskittynyt jokilaaksoihin, ja huomattava osa pelloista sijaitsee Lapuanjoen tasaisella keskiosalla. Rakennetut alueet sijoittuvat pääosin joen varrelle. Alueen pinta-alasta noin 5 prosenttia on rakennettuja alueita. Lapuanjoen vesistöalueen suurin taajama on Lapua. (Haukilehto ym. 2011: 14.)

Erityisen vaikeita tulvatapauksi Lapuanjoen vesistöalueella on tiedossa 1700-luvun loppupuolelta saakka. Viime vuosisadalla vaikeita kevättulvia koettiin vuosina 1936, 1953, 1966, 1977, 1984 ja 1988. Useille alueen tulville tyypillistä on ollut runsasluminen talvi ja lumen nopea sulaminen keväällä. Myös jääpatojen aiheuttamia tulvia on tapahtunut. 2000-luvulla merkittäviä tulvia on tapahtunut 2004 ja 2013. Kesän 2004 tulva oli rankkasateiden aiheuttama, eikä yhtä suuri kuin kevään 2013 tulva, jonka aiheuttivat runsaat lumen sulamisvedet yhdistettynä sateisiin. (Haukilehto ym. 2011:31-34; Raitalampi ym. 2015: 63.)

Lapuanjoella on suoritettu tulvasuojelun toimenpiteitä jo 1800-luvulta lähtien. Vesistöalueella on suoritettu lukuisia perkaustöitä vuosien saatossa. Alueelle on myös rakennettu useita pengerryksiä. Muita tulvasuojelun tärkeimpiä toimenpiteitä ovat olleet tekojärvien rakentaminen sekä Nurmonjoen latvajärvien säännöstely. Alueella on useita säännöstelypatoja ja pumppaamoja. (Syvänen & Leiviskä 2007: 13-16.) Lapuan kaupunki on yksi Suomen merkittävistä tulvariskialueista (Parjanne ym. 2015: 3). Lapua sijaitsee tulvasuojelutöihin kuuluvien jokipengerrysten yläpäässä. Veden nousun estämiseksi Lapuan kaupungin taajamassa, on joen penkereisiin rakennettu ylisyöksykynnyksiä ja tulvaluukkuja, joista vesi suuren tulvan tapahtuessa päästetään purkautumaan pengerrysalueille. (Haukilehto ym. 2011: 27.)

## 7.1 Tulvariskien hallinnan toimenpiteet Lapuanjoen vesistöalueella

Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmä katsoo maankäytön suunnittelun tärkeäksi tulvariskiä vähentäväksi toimenpiteeksi. Tulvaryhmän mukaan tulvaherkät alueet tulisi merkata kaikkiin kaavoihin, ja rakentamista koskeviin selvityksiin tulisi lisätä viittaus alimmista rakentamiskorkeuksista. Taajamien lisäksi tulvariski pitäisi pystyä huomioimaan myös jokivarren haja-asutusalueilla. Rakentamisessa pitäisi ottaa myös huomioon tulvien aiheuttamat haasteet viemäriverkostoille. Hydrologista seuranta ja mallintamista halutaan kehittää erityisesti padoilta saatavan mittaustiedon osalta, jotta tulvaennusteiden luotettavuus paranisi. Tulvariskikarttojen

osalta tulvaryhmä esittää tulvakarttojen ajantasaisuuden ja pohja-aineiston tarkkuuden kehittämistä. Vesien pidättämisen näkökulma tuodaan esille tulvariskejä vähentävänä toimenpiteenä valumaveden pidättämiseen soveltuvien kohteiden muodossa. Tulvaryhmä haluaa tehostaa kohteiden suunnittelua ja käyttöönottoa erityisesti käytöstä poistuneiden ja poistuvien turvetuotantoalueiden osalta. (Raitalampi ym. 2015: 101-108.)

Tulvasuojelun yhtenä toimenpiteenä nähdään Kuortaneenjärven säännöstelyn muuttaminen. Tulvaryhmän mukaan parantamalla Kuortaneenjärven purkauskykyä, järven säännöstelytilavuutta voitaisiin hyödyntää tehokkaammin tulvan pienentämiseen Lapuan merkittäväällä tulvariskialueella ja Kuortaneenjärven rannoilla. Purkautumiskykyä parannettaisiin muun muassa sallimalla suuremman virtaaman juoksutus järvestä. Purkautumiskykyä halutaan parantaa myös säännöstelypadon lähialueen perkauksilla ja padon rakenteellisilla muutoksilla. Pengerrysten osalta tulvaryhmä esittää jo rakennettujen pengerten ja tulvakynnysten korkeuksien tarkistusta. Tärkeäksi tulvasuojelun toimenpiteeksi katsotaan myös Lapuan pengerrysalueen penkereiden ja pumppaamojen, sekä tekojärvien ja säännösteltyjen järvien, rakenteiden kunnossapito ja perusparantaminen. Lapuanjoen tulva-alueilla matalalla sijaitsevia kohteita esitetään suojattavaksi pysyvien tulvapenkereiden ja tulvavallien avulla. Myös siirrettäviä paikallissuojauksia on tulvaryhmän mukaan harkittava ainakin Lapuan taajamaan. (Raitalampi ym. 2015: 109-124.)

Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmän mukaan tulvien valmiustoimiin kuuluvat tulvaennusteet ja ennakkotiedotus, tulvavaroitukset, pelastussuunnitelmat ja tulvatorjunnan harjoitukset, omatoiminen varautuminen, ennakoivat tulvatorjuntatoimet sekä ennakoiva materiaalin hankinta. Tulvaryhmän mukaan ennakkotiedotusta ja kansalaisille suunnattavia tulvaennusteita tulisi kehittää, ja niiden levittämiseen tulisi käyttää monipuolisia tiedonvälitysmenetelmiä. Tulvaennusteiden parantamiseksi tulvaryhmä esittää tulvatilanteiden kehittymisen seuranta esimerkiksi riistakameroiden avulla. Tulvaryhmä suosittelee, että henkilöt, jotka asuvat, harjoittavat elinkeinoa tai omistavat omaisuutta tulva-alueella laatisivat varautumissuunnitelman tulvia ja muita omaisuutta tai henkeä uhkaavia riskejä varten. Tulvaan kannattaa varautua omatoimisesti luomalla kiinteistökohtainen tai henkilökohtainen suunnitelma tulvan varalle. (Raitalampi ym. 2015: 125-133.)

Ennakoivia tulvatorjuntatoimia tulvaryhmä pitää erittäin tarpeellisina. Ennakoivilla tulvatorjuntatoimilla tarkoitetaan lähinnä joen tulvatilanteeseen vaikuttamista vesien säännöstelyn avulla. Tulvaryhmän mukaan säännöstelyn kehittämiseksi on tehtävä tarkempi padotus- ja juoksutus selvitys alueella. Ennakoivalla materiaalien hankinnalla tulvaryhmä tarkoittaa siirrettävien tulvavallien hankkimista. Tulvaryhmä esittää, että Lapuan tulva-alueelle hankittaisiin



vähintään yksi siirrettävä tulvavalli. Tulvaryhmä suosittelee, että Lapuan kaupunki tekee selvityksen siirrettävien vallien tarpeesta tulva-alueella. (Raitalampi ym. 2015: 125-133.)

Toiminta tulvatilanteessa sisältää Lapuanjoen tulvaryhmän mukaan tulvatilannekuvan luominen ja tiedotus, tulvan aikainen vesien säännöstely ja poikkeusluvut, kiinteistökohtaiset suojaustoimet ja pumppaus sekä evakuointi. Tehokkaan toiminnan kannalta on tulvaryhmän mukaan tärkeää, että kalusto ja resurssit ovat riittäviä, ja tilanteita on harjoiteltu etukäteen. Kiinteistönomistajien mahdollisuuksia suojata kiinteistöjään halutaan lisätä jakamalla tietoa omaisuuden suojauksesta. Tulvaryhmä painottaa tulvatilanteen toiminnan kannalta hyvän yhteistyön ylläpitämistä eri tahojen, kuten kiinteistön omistajien, pelastuslaitoksen, kunnan ja vapaaehtoistoimijoiden välillä. (Raitalampi ym. 2015: 134-140.)

Jälkitoimenpiteisiin Lapuanjoen tulvaryhmän mukaan kuuluvat kriisiapu ja vapaaehtoistoiminnan edistäminen, jälkitoimien tiedotus, todettujen tulvavahinkojen arviointi ja vahingonkorvaus, tulvan jälkeinen siivous ja jälleenrakennus sekä toimintojen uudelleen sijoittelu. Kriisiapua tarjoavat monet tahot, joita tulvaryhmän mukaan on syytä ylläpitää. Lisäksi esitetään järjestettäväksi harjoitusta tulvien jälkitoimiin liittyen viranomaisten ja vapaaehtoistahojen välillä. Harjoituksen tavoitteena on muun muassa parantaa kyläyhdistysten ynnä muiden paikallisten toimijoiden mahdollisuutta osallistua kriisiapuun. (Raitalampi ym. 2015: 141-144.)

Tulvan jälkeisistä puhdistustoimenpiteistä suositellaan laadittavaksi toimintasuunnitelma. Tulvan jälkeen on myös arvioitava, kunnostetaanko vahinkokohteet, vai siirretäänkö ne turvallisemmalle paikalle. Merkittävän tulvariskialueen erityiskohteille, kuten sairaaloille ja kouluille tulisi myös selvittää väistöpaikat tulvatilanteessa. Tulvaryhmä haluaa myös parantaa tulvan jälkeisten toimintojen ohjeistusta kaksikielisen esitteen avulla. Toimenpiteitä koskevan esitteen laatijaksi esitetään paikallista ELY-keskusta. (Raitalampi ym. 2015: 141-144.)

## **8 Esimerkkialueiden vertailua**

Vaikka kaikki kolme tulvariskien hallintasuunnitelmaa on rakennettu samanlaisen mallin mukaisesti, tulvariskilainsäädäntöä ja EU:n tulvadirektiiviä mukaillen, vaikeuttaa niiden keskinäistä vertailua muun muassa se, miten tarkasti erilaiset toimenpiteet on raporteissa eritelty ja tuotu esiin. Lapuanjoen vesistöalueen raportti kuvaa eri tulvariskien hallinnan toimenpiteitä pääsääntöisesti tarkemmin ja konkreettisemmin, kuin Vantaanjoen ja Iijoen vesistöalueiden raportit. Esimerkiksi jälkitoimenpiteitä Vantaanjoen ja Iijoen raporteissa käsitellään molemmissa noin yhden sivun verran, kun Lapuanjoen raportissa jälkitoimenpiteiden osuus on noin neljän

sivun mittainen. Toimenpiteiden jäsentämistä vaikeuttaa se, että joitain toimenpiteitä on käsitelty eri raporteissa osana eri luokkia. Samoin joidenkin toimenpiteiden on osassa raporteista katsottu kuuluvan useampaan kuin yhteen luokkaan. Tutkielman selkeyden säilyttämiseksi kaikkia raporteissa esiteltyjä toimenpiteitä ei ole tässä tutkielmassa esitelty yhtä yksityiskohtaisesti, ja raporttien vertailussa tuon esille vain keskeisimmät erot ja yhtäläisyydet alueiden tulvahallinnan toimenpiteissä.

Vaikka tulvariskien hallintasuunnitelmien laatiminen kuuluu osaksi Suomen tulvariskilainsäädäntö, itse tulvariskien hallintaan käytettävät keinot ovat alueellisten tulvaryhmien päätettävissä (SYKE 2013a). Iijoen, Lapuanjoen ja Vantaanjoen tulvariskien hallinta sisältää monia samoja toimenpiteitä. Näiden toimenpiteiden tärkeys ja yksityiskohdat vaihtelevat kuitenkin alueittain. Tulvaryhmien esittämistä toimenpiteistä löytyy myös eroavaisuuksia. Suuret tulvat, jotka vaativat hallintaa ovat kaikilla esimerkkialueilla pääsääntöisesti aiheutuneet samoista päätekijöistä: sulavasta lumesta, jääpadoista tai voimakkaista sateista. Voidaan siis olettaa, että erot esimerkkialueiden toimenpiteissä eivät lähtökohtaisesti johdu näistä tulvia aiheuttavista ilmiöistä, vaan muista alueiden eroavaisuuksista.

Koska tässä tutkielmassa en tarkastele, miten vesistöalueiden maantieteelliset tai ihmistoimintaan liittyvät erityispiirteet vaikuttavat alueilla käytettäviin tulvahallinnan keinoihin, esitän aihepiiriä jatkokysymykseksi tälle tutkielmalle. Tämän tutkielman jatkoksi voitaisiin selvittää kokonaisuuksien, kuten esimerkiksi vesistöalueen topografian, järvisyyden, väestömäärän tai maankäyttömuotojen vaikutuksia alueilla käytettäviin tulvahallinnan muotoihin ja toimenpiteisiin.

Ennen Suomen tulvariskilainsäädännön voimaan astumista vuonna 2010 tulvariskien hallintaa koskevat säädökset olivat hajanaisesti useiden eri lakien alla. Uusi laki yhdenmukaisti kansallista tulvahallintaa Suomessa ja vähensi alueellisia eroja hallinnan toteuttamisessa. (SYKE 2013a.) Ennen uutta lainsäädäntöä toteutetuilla tulvahallinnan, ja muilla vesistöihin liittyvillä toimenpiteillä on vaikutusta siihen, millaiset toimenpiteet on nähty tarpeellisiksi ja toteuttamiskelpoisiksi vuoden 2015 raporteissa.

Maankäytön suunnittelu, rakentamisen ohjaus suosituksilla ja määräyksillä sekä tulvakartoittamisen kehittäminen tuotiin esille jokaisessa käsitellyssä tulvariskien hallintasuunnitelmassa. Lapuanjoen ja Iijoen vesistöalueiden tulvaryhmät nostivat esille myös vesien pidättämisen ja varastotilavuuden säilyttämisen tulvariskejä vähentävinä toimenpiteinä. Vantaanjoen vesistöalueen hallintasuunnitelmassa korostettiin teknisiä ratkaisuja tulvariskejä vähentävinä toimenpiteinä. Näistä teknisistä toimenpiteistä Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmä otti myös esille viemäriverkostojen toimivuuden tulvia ajatellen.

Vantaanjoen vesistöalueen tulvaryhmä oli ainoa, joka tuo esille jokaisesta tulvariskien hallinnan toimenpiteestä sen vaikutuksen myös alueen vesienhoidolle. Esimerkiksi Riihimäen jätevedenpuhdistamon saneeraus ja sekaviemäröinnistä luopuminen ovat toimenpiteitä, jotka tulvariskien vähentämisen lisäksi nähtiin vesienhoidolle hyödyllisinä toimenpiteinä (Suomalainen ym. 2015: 56). Ilman vesienhoidollisia tavoitteita näitä toimenpiteitä ei välttämättä suoritettaisi myöskään tulvahallinnan vuoksi.

Tulvasuojelun osalta laajoille jokiuoman perkauksille ei nähty yhdelläkään esimerkki-alueelle olevan ajankohtaista tarvetta. Samoin tulvapengerten osalta toimenpiteet liittyivät lähinnä jo olemassa olevien pengerten ylläpitämiseen ja korkeuden tarkastamiseen. Vantaanjoen ja Lapuanjoen alueille esitettiin kuitenkin pieniä lisäpengerryksiä tietyille tulva-alueille. Vantaanjoen vesistöalueella siltarumpujen aiheuttama tulvasuojelun tarve poikkesi muista alueista. Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmä taas oli ainoa, joka ehdotti siirrettäviä paikallissuojia tulvasuojelun keinona. Tulvaryhmistä Iijoen vesistöalueen ryhmä korosti eniten jääpatojen ehkäisyä tulvasuojelun keinona, mikä voi johtua siitä, että jääpadot ovat Suomessa yleisimpiä juuri pohjoisessa (Käyhkö ym. 2007: 219).

Tulvasuojelun jo valmiiksi kohtalaisen hyvää tilannetta, jossa toiminta painottuu kunnossapitoon ja perusparannuksiin, voi selittää se, että Suomessa tulvia on pyritty perinteisesti hallitsemaan erilaisilla tulvasuojelun keinoilla kuten säännöstelemällä vesistöjä, perkaamalla uomia ja pengertämällä rantoja (SYKE 2013c). Vesistöjen säännöstelyssä nähdään kuitenkin jokaisella alueella olevan vielä mahdollisuutta jatkokehittämiseen. Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmä nimesi säännöstelyn kehittämiseen liittyen Kuortaneenjärven säännöstelyn. Muita yksittäisiä säännöstelykohteita ei raporteissa nimetty tulvasuojelun toimenpiteissä.

Valmiustoimien osalta kaikki kolme raporttia painottivat pääasiassa hyvin samanlaisia asioita. Tulvaennusteiden kehittäminen, sekä varoitusten parempi saavutettavuus paremman viestinnän ja tiedotusvälineiden kehittämisen avulla olivat tärkeiksi koettuja valmiustoimia. Myös tulva-alueen asukkaiden ja toimijoiden omaa varautumista ja tulvatietoisuuden tärkeyttä korostettiin. Erilaiset valmiussuunnitelmat ja harjoitukset sekä viranomaisten, että vapaaehtoisten osalta nousivat myös esille kaikkien tulvaryhmien raporteissa. Erona muihin tulvaryhmiin, Lapuanjoen vesistöalueen tulvaryhmä korosti ennakoivia tulvatorjuntatoimia sekä ennakoivaa materiaalien hankintaa osana valmiustoimia.

Tulvan aikaisen toiminnan osalta Vantaanjoen vesistöalueen tulvaryhmä korosti eri viranomaisten tehtäviä, kun muissa raporteissa otettiin huomioon myös siviilien toiminnan merkitys tulvan aikana. Vantaanjoen tulvaryhmä myös korosti muista tulvaryhmistä poiketen palveluiden, kuten sähkön ja liikenneyhteyksien ylläpitoa tulvatilanteessa. Evakuointi nousi esille

kaikissa raporteissa yhtenä toimenpiteenä tulvan aikana. Lapuanjoen ja Iijoen tulvaryhmät tuovat esille useita konkreettisia tulvasuojelun keinoja, joita voidaan käyttää tulvatilanteen aikana, kuten vesien pumppaus, mutta Vantaanjoen tulvaryhmä ei näitä keinoja raportissaan eritellyt. Kaikissa raporteissa esiintyneitä jälkitoimenpiteitä ovat kriisiapu, tulvavahinkojen arviointi, vahingonkorvausasiat sekä erilaiset siivous ja jälleenrakennustoimet. Raporteissa ei ollut nähtävillä merkittäviä eroja jälkitoimenpiteiden osalta. Lapuanjoen tulvaryhmä korosti kriisiavussa paikallisten järjestöjen ja vapaaehtoisten osuutta.

Lapuanjoen ja Vantaanjoen vesistöalueilla on koettu viimeisimmät suuret tulvat 2010-luvulla. Iijoen vesistöalueella ei sen sijaan ole tapahtunut merkittävää tulvaa vuoden 2000 jälkeen. Tällä hetkellä Iijoen vesistöalueen tulvahallinta vaikuttaakin olevan kolmesta esimerkitapauksesta parhaalla tasolla. Suuri osa tulvariskien hallinnan toimenpiteistä alueella on lähinnä jo olemassa olevia asioita ylläpitävää toimintaa ja jatkuvaa kehittämistyötä. Tämänhetkisten tulvien hallinnan tavoitteiden saavuttamisesta kertoo myös se, että raporttiin on lisätty ylimääräisten toimenpiteiden osio, joilla nykyistä tulvasuojelun tasoa voidaan nostaa korkeammalle tasolle. Tällaista osiota eivät Lapuanjoen ja Vantaanjoen tulvaryhmät ole raportteihinsa kirjanneet. Vaikka Iijoen vesistöalueella ei ole tapahtunut merkittävää tulvaa sitten vuoden 2000, ei suurien tulvien mahdollisuutta voida sulkea pois alueella (Michaud & Pilon 1999: 21).

## **9 Tulvien hallinta muuttuvassa ympäristössä**

Michaudin ja Pilonin (1999: 21) mukaan ihmisillä on tapana olettaa, että tulvariskit ovat pysyviä, eivätkä muutu ajan myötä. Ilmastonmuutos, ihmisen toiminta sekä luonnolliset muutokset vesistöalueilla ja jokiuomissa voivat kuitenkin muuttaa tulvariskejä (Michaud & Pilon 1999: 21). Ympäristöä muuttavia, ja pitkällä aikavälillä tulviin vaikuttavia, tekijöitä voivat olla esimerkiksi ilmastonmuutos (ja sen aiheuttama valtameren pinnannousu), maankohoaminen tai sosioekonominen kehitys, kuten väestönkasvu, maankäyttö ja talouskasvu (Kahma ym. 2014; Parjanne ym. 2018). Muuttuvassa ympäristössä myös tulvahallinnan pitää pystyä muuntautumaan.

Vuosiksi 2018-2024 Suomeen on nimetty 22 merkittävää tulvariskialuetta (SYKE 2015a). Muun muassa tässä tutkielmassa käsitellyille Iijoen, Vantaanjoen ja Lapuanjoen vesistöalueille on laadittu tulvariskien hallintasuunnitelmat vuosille 2022-2027 (SYKE 2015b). Hallintasuunnitelmien laatimista ja muuta tulviin varautumista vaikeuttaa, se, ettei ympäristön muutosten, kuten ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulvan kaltaiselle monimutkaiselle ilmiölle

voida tarkasti ennustaa (Few ym. 2004: 12). Ilmastonmuutoksen vaikutuksia hydrologiaan ja sitä kautta tulviin arvioidaan erilaisten tulvamallien avulla. Vaikka mallit ovat kehittyneet voimakkaasti viimeisten 20 vuoden aikana, ne antavat edelleen keskenään erilaisia arvioita siitä, miten ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan hydrologisiin tekijöihin, kuten valuntaa. (Veijalainen 2012.) Ilmastonmuutoksen on myös arvioitu vaikuttavan tulviin eri tavoin eri alueilla (Madsen ym. 2014).

Yleisesti ilmastonmuutoksen uskotaan lisäävän sään ääri-ilmiöitä, joiden vaikutuksesta harvinaiset tulvatkin tyypillisesti syntyvät (Käyhkö ym. 2007: 221). Euroopassa ilmastonmuutoksen vaikutuksia virtaamiin ja tulvien luonteeseen on tutkittu paljon (Madsen ym. 2014: 3646). Madsen ym. (2014) arvioivat Suomen kuuluvan niiden maiden joukkoon Euroopassa, joissa ilmastonmuutos tulee kasvattamaan äärimmäisiä virtauksia. Veijalaisen ym. (2010: 347) mukaan ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen tulviin vaihtelee kuitenkin huomattavasti tutkitavan alueen sijainnin, valuma-alueen ominaisuuksien sekä käytettävän ilmastomallin mukaan.

Korhosen ja Kuusiston (2010) mukaan jokien korkeat virtaamat keväisin ovat aikaisuneet vuosien 1912-2004 aikana Suomessa, mutta kevään korkeat virtaamat eivät ole kuitenkaan kasvaneet verrattuna aiempaan. Tulvat ovat siis muuttuneet esiintymisajankohtansa osalta, mutta tulvien voimakkuus ei ole muuttunut. Veijalaisen ym. (2010) mukaan myös tulevaisuudessa suurimmat muutokset Suomen tulvissa liittyvät niiden ajoittumiseen. Etelä- ja Keski-Suomessa tulvat tulevat lisääntymään syksyisin ja talvisin leudontuvien talvien vuoksi, ja keväiset tulvat vähenevät. Pohjois-Suomessa sen sijaan lumensulamistulvat tulevat vähenemään tai pysymään ennallaan. (Veijalainen ym. 2010.)

Tulvat voivat muuttua ilmastonmuutoksen tai muiden tekijöiden vaikutuksesta monella tavalla, ja tulvahallinnan tulee olla valmis näihin muutoksiin. Tulvahallinnan suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdolliset muutokset sekä tulvan luonteessa että esiintymisessä. Joillakin alueilla tulvahallinnan tarve voi jopa vähentyä muutosten seurauksena. Kuten nytkin, tulvat tulevat myös tulevaisuudessa olemaan monimutkaisia ilmiöitä, joihin vaikuttavat useat tekijät. Siksi myös tulevaisuudessa tulvia tullaan hallitsemaan sekä Suomessa, että maailmalla osin eri keinoin.

Tulevaisuuden tulvauhkiin voidaan varautua uuden tiedon ja tekniikan avulla. Alhon ym. (2015: 45) mukaan tulvien ennustamista ja hallintaa pystytään helpottamaan ja parantamaan uuden mallinnus- ja kartografiateknologian avulla. Yhä paraneva kyky hallita tulvia saattaa kuitenkin johtaa yksityisten ihmisten kasvavaan välinpitämättömyyteen ja turvallisuuden tunteeseen tulviin nähden, ja siten alati lisääntyvään ihmistoimintaan tulvariskialueilla (Husby ym. 2013: 2). Jotta tulvariskeiltä voitaisiin välttyä, ei jokien tulvatasangoilla tulisi esiintyä

intensiivistä maankäyttöä. Väestön paine ja modernin kehityksen aiheuttama maa-alueen puute on monin paikoin tehnyt tästä kuitenkin epärealistisen tavoitteen (Smith 1996: 267-268.) Eri-laisten tulvahallinnan keinojen ansiosta tulvien aiheuttamat kuolemat ovat vähentyneet tasaisesti viime vuosikymmenien aikana maailmalla, mutta tulvien aiheuttamat taloudelliset vahingot jatkavat kasvua. (Husby 2012: 2.) Tulevaisuudessa voitaisiinkin tutkia esimerkiksi sitä, minkälaiset ovat tulvahallinnan vaikuttamismahdollisuudet kaupungistumisen ja nopeasti kasvavien metropolien maailmassa.

## Lähdeluettelo

- Alho, P., Sane, M., Huokuna, M., Käyhkö, J., Lotsari, E. & Lehtiö, L. (2008). *Tulvariskien kartoittaminen*. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2008. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41688/OH\\_2\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41688/OH_2_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alho, P., Laamanen, L., Kasvi, E., Wang, Y. & Flener, C. (2015). Tulvariskien hallinta uusilla teknologioilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2015(1) 42-45. <https://doi.org/10.14214/ma.6301>
- Arola, K. & Leiviskä, A. (2004). *Ijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma*. Alueelliset ympäristöjulkaisut 360. [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134332/AY\\_360\\_2004.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134332/AY_360_2004.pdf?sequence=2)
- Bolt, B. A., Horn W. L., Macdonald, G. A. & Scott, R. F. (1975). *Geological hazards*. Springer-Verlag, Berlin.
- Chapman, D. (1994). *Natural Hazards*. Oxford university press, Melbourne.
- Church, M. (1988). Floods in cold climates. Teoksessa Baker, V. R., Kochel, R. C., Patton, P. C. (toim.) *Flood Geomorphology*, 205-230. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Ekholm, M. (1993). *Suomen vesistöalueet*. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A, 126.
- Few, R., Ahern, M., Matthies, F. & Kovats, S. (2004). *Floods, health and climate change: A strategic review*. Tyndall Centre Working Paper No. 63.
- Haukilehto, K., Latvala, E., Rautio, L. M. & Saarniaho, S. (2011). *Tulvariskien alustava arviointi Lapuanjoen vesistöalueella*. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Husby, T., de Groot, H. L. F., Hofkes, M. W. & Dröes, M. I. (2013). *The Great North Sea Flood of 1953, The Deltaworks and the spatial distribution of people*. ERSA conference papers, European Regional Science Association. [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/124069/1/ERSA2013\\_00909.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/124069/1/ERSA2013_00909.pdf)
- Hyvärinen, V. & Kajander, J. (2005). Rivers and lakes in Fennoscandia. Teoksessa Seppälä, M. (toim.) *The physical geography of Fennoscandia*, 135-158. Oxford University Press, Oxford.
- Johansson, C. E. (2005). Rivers draining into the Gulf of Bothnia Teoksessa Seppälä, M. (toim.) *The physical geography of Fennoscandia*, 325-348. Oxford University Press, Oxford.
- Kahma, K., Pellikka, H., Leinonen, K., Leijala, U. & Johansson, M. (2014). *Pitkän aikavälin tulvariskit ja alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Suomen rannikolla*.

- Ilmatieteenlaitoksen raportteja 6/2014. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135226/2014nro6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kettunen, K. (2015; toim.). *Ijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma*. Elinkeino-  
liikenne ja ympäristökeskuksen raportteja 119/2015.
- Korhonen, J. (2007). *Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 45/2007. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38428/SY\\_45\\_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38428/SY_45_2007.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Korhonen, J. & Kuusisto, E. (2010). Long-term changes in the discharge regime in Finland. *Hydrology Research* 41(3-4) 253-268. <https://doi.org/10.2166/nh.2010.112>
- Kuntaliitto (2012). *Hulevesiopas*. Suomen kuntaliitto, Helsinki.
- Käyhkö, J., Alho, P. & Selin, M. (2007). Tulvat ja tulvien kartoitus Suomessa. *Terra* 119 (3-4) 217-229. <http://elektra.helsinki.fi/se/t/0040-3741/119/3-4/tulvatja.pdf>
- Madsen, H., Lawrence, D., Lang, M., Martinkova, M. & Kjeldsen T. R. (2014). Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe. *Journal of Hydrology* 519(D) 3634-3650. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.003>
- Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Meyer, V., Tunstall, S. & van der Veen, A. (2007). *Evaluating flood damages: Guidance and recommendations on principles and methods*. FLOODsite Project Report. [http://www.floodsite.net/html/partner\\_area/project\\_docs/T09\\_06\\_01\\_Flood\\_damage\\_guidelines\\_d9\\_1\\_v2\\_2\\_p44.pdf](http://www.floodsite.net/html/partner_area/project_docs/T09_06_01_Flood_damage_guidelines_d9_1_v2_2_p44.pdf)
- Michaud, R. & Pilon, P. J. (1999). Hydrological hazards. Teoksessa Melching, C. S. & Pilon, P. J. (toim.) *Comprehensive risk assessment for natural hazards*. 18-33. World Meteorological Organization, Geneve.
- Murck, B. W., Skinner B. J. & Porter S. C. (1996). *Environmental geology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Ollila, M., Virta, H. & Hyvärinen, V. (2000). *Suurtulvaselvitys: Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa*. Suomen ympäristö 441. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40504/SY\\_441.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40504/SY_441.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Parjanne, A., & Huokuna, M. (2014). *Tulviin varautuminen rakentamisessa - opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi ranta-alueilla*. Ympäristöopas 2014. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135189/YO\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135189/YO_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Parjanne, A., Aaltonen, J. & Sane, M. (2015). *Yhteenveto tulvariskien hallinta suunnitelmista vuosille 2016–2021*. Suomen ympäristökeskus SYKE.



- Parjanne, A., Silander, J., Tiitu, M. & Viinikka, A. (2018). *Suomen tulvariskit nyt ja tulevaisuudessa: Varautuminen maankäytön, talouden ja ilmaston muutokseen*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 30/2018. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/278893/SYKEra\\_30\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/278893/SYKEra_30_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (2011). *Tulvariskien alustava arviointi Iijoen vesistöalueella*.
- Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (2014). *Ehdotus Iijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelmaksi: Ympäristöselostus*.
- Pykälistö, P. (2017). Valapaton tulva Kymenlaaksossa 1898-1910: Paikallisyhteisö ja luonnonkatastrofi autonomian ajan lopulla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, filosofian, historian, kulttuurin ja taiteen tutkimuksen laitos. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/181399/Pykalisto\\_Pasi\\_Progradu\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/181399/Pykalisto_Pasi_Progradu_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Raitalampi, E., Rautio, L. M., Haukilehto, K., Saari, T. & Bonde, A. (2015). *Lapuanjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016–2021*. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 116/2015.
- Rantakokko, K. (2002; toim.) *Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella: Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa*. Suomen ympäristö 563. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40570/SY\\_563.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40570/SY_563.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Smith, K. & Tobin G. A. (1979). *Topics in applied geography: Human adjustment to the flood hazard*. Longman, Lontoo.
- Smith, K. (1996). *Environmental hazards*. 2. p. Routledge, Lontoo.
- Suhonen, V. & Rantakokko, K. (2006). *Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma*. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 1/2006. [https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman\\_lahtoaineisto/vantaanjoen\\_tulvantorjunta\\_suunnitelma.pdf](https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/aluesuunnitelman_lahtoaineisto/vantaanjoen_tulvantorjunta_suunnitelma.pdf)
- Suomalainen, M., Seppälä R. & Jaakonaho, O. (2015). *Vantaanjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016–2021*. Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskuksen raportteja 92/2015.
- SYKE (2013a). Tulvariskilainsäädäntö. 11.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskilainsaadanto](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskilainsaadanto)
- SYKE (2013b). Tulvakeskus - ennusteita, varoituksia ja varautumista. 21.11.2020. <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulvakeskus>
- SYKE (2013c). Tulvariskien hallinta. 6.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta)

- SYKE (2015a). Tulvariskien hallinnan suunnittelu. 23.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallinnan\\_suunnittelu](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelu)
- SYKE (2015b). Tulvariskien hallintasuunnitelmat. 8.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/FI/Vesi/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallinnan\\_suunnittelu/Tulvariskien\\_hallintasuunnitelmat](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelu/Tulvariskien_hallintasuunnitelmat)
- Syvänen, K. & Leiviskä, P. (2007). *Lapuanjoen vesistön tulvatorjunnan toimintasuunnitelma*. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 5/2007. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43079/LSUra\\_5\\_2007.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43079/LSUra_5_2007.pdf?sequence=1)
- Timonen, R., Ruuska, K., Suihkonen, P., Taipale, M., Ollila, S., Koutuvalainen, T., Savea-Nukala, M., Maunula, E., Vähäsöyrinki & Hanski, M. (2003). *Suurtulvatyöryhmän loppuraportti*. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 6/2003. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160519/trm%202003\\_6\\_Suurtulvaty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20loppuraportti.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160519/trm%202003_6_Suurtulvaty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20loppuraportti.pdf)
- Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. (2010). *Tulvariskien alustava arviointi: 21. Vantaanjoen vesistöalue*.
- Veijalainen, N., Lotsari E., Alho, P., Vehviläinen, B. & Käyhkö J. (2010). National scale assessment of climate change impacts on flooding in Finland. *Journal of Hydrology*. 391(3-4) 333-350.
- Veijalainen, N. (2012). *Estimation of climate change impacts on hydrology and floods in Finland*. Tohtoriväitöskirja 101 s. Department of civil and environmental engineering, Aalto-yliopisto.

Lait ja asetukset

Laki tulvariskien hallinnasta 24.06.2010/620

Maankäyttö- ja rakennuslaki 05.02.1999/132