

TULVIEN JA TULVARISKIEN VAIKUTUKSET KIINTEIS- TÖILLÄ

Henri Silver

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikan
koulutusohjelma

Tekijä	Henri Silver	Vuosi	2015
Ohjaaja	Aune Rummukainen		
Työn nimi	Tulvien ja tulvariskien vaikutukset kiinteistöillä		
Sivu- ja liitemäärä	51		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millaisia tulvia ja tulvariskejä Suomessa esiintyy ja mitä vaikutuksia niillä on niiden vaikutuspiirissä oleville kiinteistöille. Työssä paneudutaan vesistö-, merivesi- ja hulevesitulviin. Opinnäytetyössä kerrotaan, mitkä asiat vaikuttavat tulvien syntyyn sekä millaisilla alueilla niitä syntyy erityisesti. Lisäksi työssä tarkastellaan, millaisia vaikutuksia ja haasteita ilmastonmuutos aiheuttaa tulvariskialueilla ja vesistöalueilla yleensäkin.

Opinnäytetyössä selvitetään, miten tulvat ja tulvariskit vaikuttavat eri alueiden suunnitteluun, alueiden maankäyttöön ja kiinteistöille. Tulvat täytyy ottaa huomioon esimerkiksi määritettäessä alinta mahdollista rakentamiskorkeutta. Tulvilla on vaikutusta myös maa- ja metsätalouteen. Tulvavesi saattaa seisoa pelloilla ja metsissä. Tässä opinnäytetyössä kerrotaan, millaisia vaikutuksia tulvalla on, jos vesi seisoo pelloilla keväällä tai jos se seisoo viljelyiden aikana. Samoin käydään läpi, mitä puustolle tapahtuu sen joutuessa veden valtaan.

Tulviin varaudutaan monella eri keinolla. Tässä työssä löytyy tietoa kuinka toimitaan ennen tulvia, tulvien aikana ja tulvien jälkeen. Tulvien jälkeen voidaan hakea korvausta tulvien aiheuttamista vahingoista. Tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaukset ovat siirtyneet suurimmilta osin vakuutus pohjaisiksi vuoden 2014 alusta. Vuoden 2013 loppuun asti korvausvelvollisuus oli valtiolla. Otin tähän työhön esimerkiksi erään vakuutusyhtiön vakuutusehdot.

Otin vuonna 2013 tulvasta kärsineen Pyhäjoen kunnan esimerkkikunnakseni tähän työhön. Selvitin tähän työhön, mitä tulva oli siellä aiheuttanut ja miten tulvatilanteessa oli toimittu ja mitä kehittämistä toiminnassa tulevaisuuden varalle.

Opinnäytetyö on toteutettu hakemalla tietoa internetistä ja kirjoista. Sen lisäksi haastattelin ELY-keskuksen tulva-asiantuntijoita, Metsäkeskuksen ja Metlan henkilöstöä sekä tulvasta kärsineen Pyhäjoen kunnan henkilöstöä ja pelastuslaitoksen työntekijää.

Avainsanat alin rakentamiskorkeus, hulevesi, merivesi, tulva, vesistö

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Land Surveying

Author	Henri Silver	Year	2015
Supervisor	Aune Rummukainen		
Subject of thesis	The effects of floods and flood risks on real estates		
Number of pages	51		

The aim of this thesis was to investigate what kind of floods and flood risks there are in Finland. The thesis also aimed to describe the effects that floods have on real estates, which means buildings, fields and forests. Data on how the climate change affects floods today and in the future was also researched. The municipality of Pyhäjoki was taken as an example for the thesis. Pyhäjoki suffered from floods in 2013.

The data for the thesis was collected from literature and internet sources related to floods. Additional data was collected by interviewing the flood experts of the Centre for Economic Development, Transport and the Environment, employees of the forest centre, Metla, the municipality of Pyhäjoki and an employee of a rescue department.

The results indicated that floods in Finland are related to water systems, sea water and urban runoff. Floods originate when snow melts in the spring, increasing the amount of streaming water. Heavy rains originate floods in areas where there are no water systems in the proximity. Consequently, the results showed that floods have to be taken into account when constructing: the location of buildings has to be determined more precisely when planning the use of areas. It was discovered that the climate change increases the number of floods.

Keywords: flood, seawater, the lowest possible level of construction, urban runoff, water system

SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 ERILAISIA TULVIA.....	9
2.1 Vesistötulvat.....	9
2.2 Merivesitulvat.....	12
2.3 Hulevesitulvat.....	15
3 TULVIEN VAIKUTUS KIINTEISTÖILLÄ.....	17
3.1 Lainsäädäntöä.....	17
3.2 Vaikutukset rakentamiseen.....	17
3.2.1 Alimmat rakentamiskorkeudet.....	18
3.2.2 Tulvankestävä rakentaminen.....	22
3.2.3 Rakennusten sijoittaminen.....	22
3.3 Vaikutukset maa- ja metsätalouteen.....	24
3.3.1 Vaikutus metsätalouteen.....	24
3.3.2 Vaikutus maatalouteen.....	26
4 TULVIEN AIHEUTTAMAT VAHINGOT.....	29
4.1 Yleistä tulvavahingoista.....	29
4.2 Tulvavahinkojen korvaaminen.....	30
4.2.1 Rakennetun kiinteistön vakuutus.....	31
4.2.2 Metsävakuutus.....	32
4.2.3 Satovahinkojen korvaaminen.....	32
5 TULVASUOJELU.....	34
5.1 Tulvariskilainsäädäntö.....	34
5.2 Pelastuslaitoksen toiminta.....	35
5.3 Tulvariskien hallinta.....	35
5.4 Tulviin varautuminen.....	37
5.5 Tulvavaaran ja -riskien arviointi.....	38
5.6 Toimiminen tulvatilanteissa.....	41
6 ESIMERKKI PYHÄJOKI.....	43
6.1 Tulvan tapahtumia.....	43
6.2 Pelastuslaitoksen toiminta.....	44
7 POHDINTA.....	46

LÄHTEET.....	48
--------------	----

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Kalajoen tulvimista Ylivieskassa (KP24.fi 2012.).....	9
Kuvio 2. Merivesitulva Kauppatorilla Helsingissä (Ilmasto-opas.fi 2015a)	12
Kuvio 3. Rankkasadetulva Nummelan keskustassa (Vihdin Uutiset 2014.)	15
Kuvio 4. Havainnekuva alimmasta rakentamiskorkeudesta (Ympäristöhallinto 2014a.).....	19
Kuvio 5. Suojautumistasoja eri rakennustyypeille tulvien esiintymistiheyteen nähden (Ympäristöhallinto 2014a.)	20
Kuvio 6. Tulvavettä metsässä (Yle 2012.).....	25
Kuvio 7. Pelto ja pyöröpaalit tulvaveden vallassa (Yle 2013a.).....	28
Kuvio 8. Rovaniemen tulvakartoitettu alue vihreän viivan sisällä (Ympäristöhallinto 2015c.)	39
Kuvio 9. Tulvavaara-alue Kemijoen varrelta selityksineen (Ympäristöhallinto 2015c.).....	40
Kuvio 10. Etelä-Savon pelastuslaitoksen ohjeistus tulvatilanteessa toimimisesta (Etelä-Savon pelastuslaitos 2015, 3.)	42
Kuvio 11. Tulvavesi Pyhäjoen keskustassa (Yle 2013b.).....	43
Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kerran 100 vuodessa toistuvan tulvan suuruuteen eri vesistöissä (Veijalainen ym. 2012, 6.)	11
Taulukko 2. Alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia paikkakunnittain (Ilmatieteen laitos 2015.).....	21

1 JOHDANTO

Tulvia esiintyy ympäri Suomea erityisesti vesistöjen ja merivesien noustessa yli uomiensa. Myös vesistöttömillä alueilla saattaa rankkasade tai pitkät sadejaksot yllättää, eikä hulevesien poistorakenteet pysty poistamaan kaikkea vettä. Tulvia aiheutuu erityisesti keväällä lumien sulaessa. Vielä on vaikea ennustaa, millaisen lisän jatkuvasti kehittyvä ilmastonmuutos tuo tulvien esiintymiselle ja esiintymisajankohdille.

Olen itse kotoisin Pohjanmaalta, joskaan en pahimmilta tulva-alueilta. Tulvat ovat siellä lähes jokakeväiset. Jokien tulviessa jäiden lähdön aikaan jotkin rakennukset ja erityisesti pellot saattavat olla pitkään veden peitossa. Minulla eikä vanhemmillani ole kiinteistöä sellaisella alueella, mihin vesistötulva uhkaa nousta. Senpä takia minua kiinnosti selvittää, mihin kaikkeen tulvat vaikuttavat niillä ihmisillä, jotka elävät tulvavaara-alueella ja heidän rakennukset ja pellot saattavat kastua.

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää, millaisia vaikutuksia tulvat aiheuttavat Suomessa eri alueilla. Selvitin kirjallisuuden, lainsäädännön sekä eri viranomaisia ja asiantuntijoita haastatteleamalla, että Suomessa esiintyy vesistö-, merivesi- ja hulevesitulvia. Tässä työssä kerrotaan siitä, miten Suomessa on varauduttu erilaisiin tulviin ja miten se vaikuttaa alueita ja niiden käyttöä suunniteltaessa. Miten tulvat täytyy ottaa huomioon rakennettaessa alueille, missä tulvariski on olemassa? Mitä jos vesi uhkaa nousta kiinteistöllä rakennuksille tai rakenteisiin asti? Millaisia suojakeinoja suositellaan käytettäväksi? Mitä tulvan aikana ja sen jälkeen täytyy tehdä? Millaisia vaikutuksia tulva on jättänyt mahdollisesti kastuneille rakenteille ja rakennuksille?

Tulvavesi saattaa aiheuttaa tuhoja esimerkiksi rakennuksille ja rakenteille. Aikaisemmin valtio on ollut korvausvelvollinen harvinaisten tulvien sattuessa. Nykyään jokainen tulvavaara-alueella asuva henkilö on velvollinen hankkimaan tulvan vai-

kutuksen kattavan vakuutuksen halutessaan korvauksia. Vakuutusyhtiöt ovat luoneet omat korvausehtonsa sille, mitä korvataan ja mistä syystä. Otin tähän työhön käsittelyyn erään vakuutusyhtiön vakuutusehdot.

Kiinteistön omistajilla saattaa olla hallussaan myös pelto- ja metsämaita. Millaisia vaikutuksia tulvavedellä on viljelyksille? Onko sato pilalla, jos tulvavesi on päässyt valtaamaan pellot? Viivästyvätkö viljelyt keväällä, jos keväinen tulvavesi pysyttelee pitkään pellolla?

Myös metsämaa saattaa joutua tulvan valtaan. Miten puut reagoivat pitkäaikaisiin ja lyhytaikaisiin tulviin? Hidastuuko puiden kasvu ja hukkuvatko puut vesimassan alle? Onko vedennousulla sittenkin positiivista vaikutusta?

Työhön on aina hyvä ottaa jokin aiheeseen liittyvä todellinen esimerkki. Otin tähän työhön esimerkikseni Pyhäjoen kunnan. Valitsin Pyhäjoen kunnan ei vain siksi, että se sijaitsee lähellä omaa kotipaikkaani. Työskentelin kesän 2013 Kälviän kaupungin mittaustehtävissä ja Pyhäjoen kunta kuului työskentelyalueeseemme. Kevättulva yllätti täysin Pyhäjoen kunnan vuonna 2013 ja sen vaikutukset näkyivät vielä kesällä työskennellessäni. Esimerkiksi sen seurauksena rakennuspaikkoja merkityksessämme oli harkittava tarkoin, mille korkeudelle rakentamispaikan alin rakentamiskorkeus piti määrittää. Selvittelin eri viranomaisia ja kunnan työntekijöitä haastatteleamalla, kuinka siellä toimittiin tulvatilanteessa. Mihin asioihin kunnassa ja eri viranomaisten keskuudessa keskityttiin, kun tulvatilanne syntyi nopeasti?

Läheskään kaikki ihmiset eivät asu tulvavaara-alueilla. On myös ihmisiä, jotka eivät ole koskaan tulvaa nähneetkään. Tästä opinnäytetyöstä voi löytyä sellaiselle ihmiselle paljon uutta hyödyllistä tulviin liittyvää tietoa. Samoin jos joku henkilö on muuttanut tulvariskialueelle sellaiselta alueelta missä tulvia ei esiinny. Hän voi löytää tästä työstä neuvoja, miten toimia tulvan uhatessa omaa kiinteistöään tai asuinseutuaan.

2 ERILAISIA TULVIA

Tulvalla tarkoitetaan vesistöjen ja hulevesien tilapäistä kertymistä maanpinnalle. (Kuvio 1) Tulvien laajuuteen vaikuttavat maaston muodot, kyseisen alueen vesitilanne sekä maankäyttö. Tulvia on kolmenlaisia ja ne jaotellaan omiin ryhmiinsä syntytapansa mukaan. Seuraavissa luvuissa niistä kerrotaan enemmän. (Ympäristöhallinto 2013a.)



Kuvio 1. Kalajoen tulvimista Ylivieskassa (KP24.fi 2012.)

2.1 Vesistötulvat

Suuria vedenkorkeuksia ja virtaamia syntyy lumen sulamisen tai rankkasateiden seurauksena. Jäiden ja supon eli alijäähtyneestä vedestä kasautuneiden jäähiukkasten kasaantuessa joet saattavat patoutua. Ilmastonmuutos tuo myös oman elementtinsä tulvimiseen. Tulevaisuudessa sateiden odotetaan lisääntyvän erityisesti talvella, minkä seurauksena syntyy lisää suuria virtaamia ja veden korkeus nousee. Lumen määrän väheneminen pienentää kevättulvien määrää,

mutta kokonaisuudessa tulvien määrän odotetaan kasvavan. (Ollila 2002, 13; Ilmasto-opas.fi 2015a.)

Suomessa vesistötulvia aiheuttavat monet eri tekijät. Keväisin lumien sulaessa vedenpinnan korkeudet nousevat etenkin pohjoisessa, jossa lunta vielä talvisin riittää. Vettä pääsee myös kertymään rankkasateiden aikaan sellaisilla jokialueilla, joissa ei järviä juuri ole. Useat peräkkäiset märät jaksot nostattavat järvialueiden vedenpintoja. Tulvia saattavat aiheuttaa myös vesirakenteissa olevat häiriöt tai niissä olevien virtausaukkojen tukkeutuminen. Uomat saattavat mennä tukkoon myös maansortumisten ja vyörymisten seurauksena. (Parjanne & Huokuna 2014, 17.)

Jäiden lähtiessä liikkeelle joet saattavat patoutua ja sen seurauksena vesi saattaa nousta jopa useita metrejä nopeasti. Jäät voivat myös työntyä maalle aiheuttaen vahinkoa esimerkiksi rakennuksiin ja rakenteisiin. Pahimmat patoutumat aiheutuvat silloin, kun lumi sulaa nopeasti eikä jää ehdi haurastua. Pakkasella uoman ollessa vielä sula alijäähtynyt vesi aiheuttaa virtaavaan veteen suppo- eli hydydetulvia. (Ollila 2002, 13–14.)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vesistöihin vaihtelevat eri puolella Suomea (Taulukko 1). Ilmastonmuutoksesta on luotu useita eri ilmastoskenaarioita. Vaikka ne poikkeavat toisistaan, niistä löytyy kuitenkin samansuuntaisia ennustuksia. Joissakin paikoissa tulvat pienenevät kuivuuden ja vähäisen lumimäärän vuoksi, kun taas toisaalla lisääntyneet sateet sekä jää- ja hydeongelmat lisäävät tulvariksiä. Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät jo nyt, sillä talviajan sadanta ja sitä myöten valunta on lisääntynyt erityisesti suurissa vesistöissä äärevöitymisen sekä virtaamien ja vedenkorkeuksien kasvaessa. Taulukossa 1 näkyy ilmastonmuutoksen vaikutukset kerran 100 vuodessa ilmenevään tulvaan eri vesistöissä. Taulukossa "+" merkillä tarkoitetaan tulvan kasvua, "-" merkillä tulvan pienenemistä ja "±" merkillä ei muutosta tai poikkeavia tuloksia eri ennustuksissa tai eri vesistöissä. (Veijalainen ym. 2012, 6, 16.)

Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kerran 100 vuodessa toistuvan tulvan suuruuteen eri vesistöissä (Veijalainen ym. 2012, 6.)

	2010–39	2070–99
Järvi-Suomen suuret keskusjärvet ja niiden laskujoet	+	+
Pienet latvajärvet Järvi-Suomessa	± / -	-
Lapin ja Kainuun joet	±	-
Rannikon joet - Pohjanmaa	± / -	-
Rannikon joet - Etelä- ja Lounais-Suomessa	±	±

Vuoden ylin veden korkeus etenkin Pohjois-Suomessa on yleensä keväällä lumen sulaessa ja jäiden lähtiessä liikkeelle. Kesän ja syksyn sateet kuitenkin saattavat aiheuttaa sen, että vuoden ylin korkeus saavutetaan syksyllä tai alkutalvella. Vesistöissä, joissa kevättulvat ovat tällä hetkellä arkipäivää, tulvat pienenevät tulevaisuudessa lumen määrän vähentyessä. Tämä koskee erityisesti Keski- ja Itä-Suomen pienehköjä latvavesistöjä sekä osaa Pohjanmaan jokia. Lapin vesistöjen tulvat eivät vielä juurikaan muutu vuosien 2010–2039 välillä. Mentäessä kohti tämän vuosisadan loppua etelä- ja lounaisrannikon tulvien arvioidaan olevan suurimmilta osin muita tulvia kuin kevättulvia. Myös Keski-Suomen suurista tulvista puolet ovat muita kuin kevättulvia. (Veijalainen ym. 2012, 7, 85–86.)

Syksyn ja talven tulvat kasvavat entisestään niillä alueilla, joilla ne ovat jo nyt kohtalaisen suuria. Näitä alueita ovat Järvi-Suomen suurten vesistöjen keskusjärvet ja niiden laskujoet sekä jotkin etelä- ja lounaisrannikon pienet jokivesistöt. Vuosisadan loppua kohti mentäessä Järvi-Suomen tulvahuiput ajoittuvat talveen ja alkukevääseen. (Veijalainen ym. 2012, 7.)

Hyydetulvien riskit kasvavat ainakin Kokemäenjoessa. Myös Etelä- ja Keski-Suomessa hyydetulvariskin odotetaan nousevan talven virtaamien kasvaessa ja jääkannen syntymisen muodostuttua nykyistä myöhemmin. Jäänpaksuus todennäköisesti ohenee, mutta äkilliset virtaamaan nousut ja kevään aikaistuneet virtaamahuiput voivat aiheuttaa jääpatoriskejä. (Veijalainen ym. 2012, 7.)

2.2 Merivesitulvat

Suomen merialueiden rannikoilla olevat meriveden nopeat korkeuden vaihtelut johtuvat kovista tuulista ja ilmanpaine-eroista sekä Itämeren vedenpinnan edestakaisesta ominaisheilahtelusta, seichestä. Vuorovedellä ei juurikaan ole vaikutusta, sillä se on ainoastaan noin kymmenen senttimetriä. Pitempiäaikaisia (viikkojen ja kuukausien) vaikutuksia aiheuttavat sopivan suuntaiset tuulet. (Parjanne & Huokuna 2014, 20; Karttunen ym. 2015, 9.)

Itämeri on yhteydessä kapeiden ja matalien Tanskan salmien kautta Pohjanmereen. Tuulen ollessa sopivasta suunnasta salmien alueella, saattaa Itämeren vedenpinta olla useita viikkoja valtameren pintaa korkeammalla. Paha merivesitulva vaatii monen tekijän yhteisvaikutuksen. Näitä ovat Itämeren kokonaisvesimäärä, tuuli, ilmanpaine sekä ominaisheilahtelu. Merivesitulvat (Kuvio 2) ovat paljon lyhytkestoisempia kuin vesistötulvat. (Parjanne & Huokuna 2014, 20; Karttunen ym. 2015, 9.)



Kuvio 2. Merivesitulva Kauppatorilla Helsingissä (Ilmasto-opas.fi 2015a)

Meriveden korkeutta mitataan Meriveden korkeuden mittausasemilla eli mareografeilla, joita on Suomen rannikolla 13 kappaletta Kemistä Haminaan. Mittauksia on tehty Haminassa jo vuodesta 1887 ja lyhimmillään Raumalla vuodesta 1933 lähtien. Suurimmat vaihtelut merivedenkorkeuksissa tapahtuvat Perämeren

ja Suomenlahden sekä pienten merenlahtien pohjukoissa. Veden korkeuden ääriarvot ovat kasvaneet 1900- luvulla ja niiden odotetaan kasvavan edelleen Itämeren kokonaisvesimäärän kasvaessa ja Itämeren jääpeitteen vähentyessä. (Parjanne & Huokuna 2014, 20–22.)

Lyhytaikaisia, enintään kuukausia kestäviä meriveden vedenkorkeudenvaihteluvälien jakaumaa, määritetään mareografeilla tehdyistä vedenkorkeushavainnoista teoreettisen keskiveden suhteen. Tällä keinolla saadaan poistettua maankohoamisen ja valtamerien vedenpintojen korkeusvaihtelujen vaikutukset. Mitä harvinaisempi tulvavirtaaman vedenkorkeudet on kyseessä, sitä suurempaa kasvu on ollut. (Parjanne & Huokuna 2014, 45.)

Ilmastonmuutoksen pitkäaikaisia vaikutuksia merivesitulviin arvioitaessa tarkkailaan vuosia 2050 ja 2100. Tämän pidempää aikaa on hankala tarkkailla, sillä mannerjäätiköiden sulamisvauhtia on vaikeaa ennustaa. Valtamerien pinnat ovat nousseet mannerjäätiköiden sulaessa. Niiden pinnat ovat nousseet 1900- luvun alusta vuoteen 2010 mennessä 19 ± 2 senttimetriä ja nousuvauhti on viime aikoina ollut 3 millimetriä per vuosi ja vauhdin odotetaan kiihtyvän. Tästä pinnanoususta on tehty erilaisia ennustuksia liittyen mannerjäätiköiden sulamisesta aiheutuvaan nousuun. Alimpiin rakentamiskorkeuksiin perustuva arvio on tehty kymmenen ennustuksen yhdistetystä tuloksesta. Tuloksien yhdistelmästä on saatu arvio, että vuosien 2010–2100 aikana valtamerien veden pinta nousee 33–156 senttimetriä. Luottamusväli tällä arviolla on 5-95 prosenttia. (Parjanne & Huokuna 2014, 46.)

Erilaisten mallitulosten perusteella merivedentihyden ja sen kiertoliikkeen muutoksen vaikutuksesta Pohjanmeren vedenpinnannousu on hieman keskiarvoista kovempaa. Jäätiköiden sulamisesta aiheutuva vedenpinnannousu jää kuitenkin keskiarvon alapuolelle. Nämä aiheutuvat ennen kaikkea Grönlannin mannerjäätikön sulamisesta, sillä se aiheuttaa muutoksia maan painovoimakenttään ja maankuoren korkeuteen. Jäätikön sulaessa valtameriin kohdistuva vetovoima heikkenee ja maa alkaa kohota sulaneen jäätikön alta. Tällöin nousun vaikutus

jää vähäisemmäksi sulavan jäätikön lähellä kuin kauempana siitä. Kokonaisuudessa Itämeren pinnannousun (noin 20 %) arvioidaan olevan vähemmän kuin keskimäärin valtamerillä. (Parjanne & Huokuna 2014, 46.)

Maankohoaminen on ollut tasaista vedenkorkeusmuutoksia tarkkailtaessa. Merenpinnan odotetaan nousevan Suomenlahdella lähivuosisikymmeninä, kun taas arvioiden mukaan maankohoaminen riittää kumoamaan merenpinnan nousun Pohjanlahdella ainakin tämän vuosisadan loppupuolelle saakka. (Parjanne & Huokuna 2014, 46–47.)

Aallokon vaikutukset täytyy myös ottaa huomioon mahdollisissa tulvatilanteissa. Aaltoiluvara vaihtelee lähes nollasta yli kymmeneen metriin paikasta riippuen. Suurta osaa Suomen rannikkoa suojaa tehokkaasti saaristot ja sisäsaariston aaltoiluvara on verrattavissa sisävesiin. (Parjanne & Huokuna 2014, 50.)

Alin rakentamiskorkeus kannattaa yliarvioida pyyhkäisymatkan ollessa pitkä, sillä Itämeren vedenkorkeuden käytös on erilaista mitä se on sisävesillä. Itämerellä pyyhkäisymatka on pidempi kuin useimmissa muissa Suomen paikoissa. On kuitenkin harvinaista, että yhtä aikaa on epätavallisen korkea vedenpinta ja epätavallisen korkea aallokko kuin että ne olisivat erikseen. Siksi määritetään aallokon nousukorkeus, joka tarkoittaa korkeutta jonne suurimmat aallot nostavat yhtenäisen veden. Tämä pätee, kun vertailutasona käytetään maan suhteen kiinteää korkeusjärjestelmää N2000:tta. Nousukorkeuteen vaikuttavat maankohoaminen ja keskivedenkorkeuden korkeuden vaihtelu. (Parjanne & Huokuna 2014, 50.)

Aallokon nousukorkeutta määritettäessä on otettava huomioon, että paikka on suojattuna avomeren aalloilta ja suurten laivojen peräaalloilta. Jos se on suojassa, pystytään käyttämään taulukon mukaisia suosituksia. Muussa tapauksessa on pyydettävä asiantuntijoilta arvio siitä, kuinka korkealle vesi mahdollisesti nousee. Asiantuntija-apua tarjoaa Ilmatieteen laitos ja ELY-keskukselta voi tiedustella muita rakentamispaikkaan liittyviä tietoja. (Parjanne & Huokuna 2014, 50.)

2.3 Hulevesitulvat

Hulevesitulvat aiheutuvat siitä, kun viemäriverkko tai avo-ojat eivät pysty poistamaan maahan satanutta vettä riittävän nopeasti. Nämä tulvat ovat yleensä lyhytkestoisia ja saattavat alkaa todella nopeasti. Hulevesitulvia kutsutaan myös rankkasade- ja taajamatulviksi (Kuvio 3). Rankkasadetulvalla tarkoitetaan tilannetta, jossa poikkeuksellisen voimakas sade aiheuttaa maanpinnalla veden tulvimisen. Hulevesitulvien kohteeksi joutuvat monesti painanteiset ja alavat paikat. Kiinteistöillä veden valuminen kellareihin aiheuttaa rakenteiden ja tavaroiden vaurioitumista. (Aaltonen ym. 2008, 8; Lähitapiola 2015, 20.)



Kuvio 3. Rankkasadetulva Nummelan keskustassa (Vihdin Uutiset 2014.)

Taajamien hulevesirakenteita ei välttämättä ole suunniteltu poistamaan kaikkein rankimpia sateita. Monesti rakenteet on mitoitettu kerran kahdessa vuodessa ilmenevän kymmenen minuutin sateen perusteella. Tämä määrä ylittyy useasti, eivätkä hulevesirakenteet ehdi poistamaan kaikkia vesiä. Tämän seurauksena ojat tulvivat ja kaduilla virtaa vettä. Mitoitus määritetään erilaisten oppaiden ja ohjeiden perusteella kuitenkin kuntakohtaisesti. Mitoitus on kompromissi tulvista aiheutuvien ja tulvasuojelun kustannusten välillä. (Aaltonen ym. 2008, 8.)

Joka vuosi jossain päin maata ilmenee rankkasadetulvia. Esimerkiksi elokuussa 2007 Porin kaupunki joutui poikkeuksellisten sateiden kouriin. Yksittäisisissä mitauksissa saatiin sademääräksi 100 millimetriä kolmessa tunnissa. Sateet aiheuttivat vahinkoja yli 1000 kiinteistölle ja alikulkutunnelit täyttyivät vedestä. (Aaltonen ym. 2008, 8.)

Rankkasadetulviin varautuminen on hankalaa, sillä rankkasateiden ennustaminen on vaikeaa ja rankkasade voi aiheutua minne vain. Sen lisäksi tulvat saattavat syntyä alle puolessa tunnissa, joten varautumiseen ei ole edes paljoa aikaa. Valmiiksi rakennettujen alueiden tulvatorjunta on vaikeaa, sillä sadevesiviemäreitä ei voida vaihtaa suuremmiksi. Kunnan täytyy vain huolehtia, että olemassa olevat viemärit ja uomat ovat kunnossa. Sen lisäksi kuntien ja viemärlaitosten pitäisi etukäteen selvittää vastuualueet tulvien torjunnassa. Rakennettavilla alueilla pitäisi käyttää kosteikkoja ja sellaisia pintarakenteita, mitkä mahdollistavat imeytyksen. Jokaisen yksityisen asukkaan pitäisi huolehtia siitä, ettei kellarissa tai katutasolla olevissa tiloissa ole veden varaan joutuessa vahingoittuvaa omaisuutta. (Aaltonen ym. 2008, 8.)

Hulevesitulvien ja pienten valuma-alueiden tulvien odotetaan lisääntyvät etenkin kesäisin, mikäli ennustusten mukainen rankkasateiden määrä kasvaa. Ilmastokenaarion mukaan rankkasateet saattavat kasvaa prosentuaalisesti enemmän muihin sateisiin verrattuna. (Ollila 2002, 14, 18, 86.)

3 TULVIEN VAIKUTUS KIINTEISTÖILLÄ

3.1 Lainsäädäntöä

Maankäyttö- ja rakennuslain säädösten mukaan asemakaava-alueen sopiva rakennuspaikka ratkaistaan asemakaavassa. Rakennuspaikan tulee asemakaava-alueen ulkopuolella olla tarkoitukseen sovelias, rakentamiseen kelvollinen ja riittävän suuri, kuitenkin vähintään 2 000 neliometriä. Rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta harkittaessa on muun muassa otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa. Lisäksi rakennukset on voitava sijoittaa riittävälle etäisyydelle kiinteistön rajoista, yleisistä teistä ja naapurin maasta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 17:116 §.)

Rakennusjärjestyksen määräykset voivat koskea rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa ja sen sijoittumista, rakennuksen sopeutumista ympäristöön, rakentamistapaa, istutuksia, aitoja ja muita rakennelmia, rakennetun ympäristön hoitoa, vesihuollon järjestämistä, suunnittelutarvealueen määrittelemistä sekä muita niihin rinnastettavia paikallisia rakentamista koskevia seikkoja. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 1:14 §.)

3.2 Vaikutukset rakentamiseen

Alueiden käytön suunnittelussa ja rakentamisessa täytyy noudattaa vähintään nykyistä alinta suositeltua rakentamiskorkeutta. Alimmalla suositeltavalla rakentamiskorkeudella tarkoitetaan korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tulisi sijoittaa kastuessaan vaurioituvia rakenteita. Näissä täytyy myös noudattaa maankäyttö- ja rakennuslain säädöksiä, joissa määritetään rakennuspaikan soveltuvuus ja arvioidaan rakentamisen vaikutus maankäytölle ja ympäristölle (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 17:117 §). Tulvavaara-alueelle ei saa rakentaa haavoittuvia rakennuksia, sillä niiden suojaaminen voi olla teknisesti mahdotonta. Vaikka ei olisikaan, voivat kustannukset nousta järjettömän suuriksi. Haavoittuvia rakennuksia ei saa sijoittaa edes hyvin suojattuna tulvavaara-alueelle. (Parjanne & Huokuna 2014, 59.)

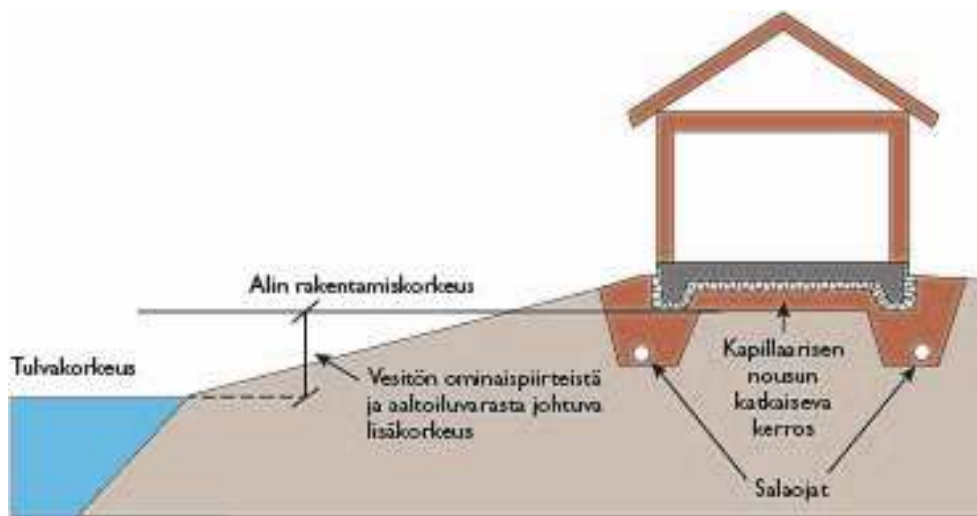
Virtaava vesi aiheuttaa paljon enemmän tuhoa kun vakaana samalla korkeudella olevia vesi, sillä virtaus saattaa aiheuttaa eroosiota ja sortumia. Rakentamista suunniteltaessa olisi hyvä ottaa huomioon myös se miten virtaamaa saadaan vähennettyä. (Parjanne & Huokuna 2014, 60.)

Rakennuksille aiheutuvien vahinkojen suuruuteen vaikuttavat tulvaveden korkeus, tulvan kesto ja esiintymisajankohta. Jo lyhytaikaiset tulvat voivat aiheuttaa pahoja vahinkoja asuinrakennuksille, joiden alapohjien eristeet ovat herkkiä kastumiselle. Jäiden lähtiessä suuret jäämassat saattavat aiheuttaa vahinkoja rakennuksille, vaikka rakennus ei kastuisikaan. Mikäli tulva yllättää talvella, saattaa vesimassa jäätyessään aiheuttaa suuria vahinkoja. Merivesi suolaisuutensa takia aiheuttaa suurempaa vahinkoa kuin suolaton vesi, sillä rakenteet ruostuvat sen vaikutuksesta helpommin. (Parjanne & Huokuna 2014, 26.)

3.2.1 Alimmat rakentamiskorkeudet

Alueita ja rakennushankkeita suunniteltaessa kannattaa hankkia ajantasaiset tiedot alueen tulvakorkeuksista ja alimmista rakentamiskorkeuksista. Jotta voitaisiin määrittää alimpia rakentamiskorkeuksia, tarvitaan tietoa ylimmistä vedenkorkeuksista, virtaamista sekä tulvien todennäköisyyksistä. Tulvien todennäköisyyksiin vaikuttavat erilaiset ympäristössä tapahtuvat muutokset sekä vesistöjen yksilöllisyys. (Ollila 2002, 34.)

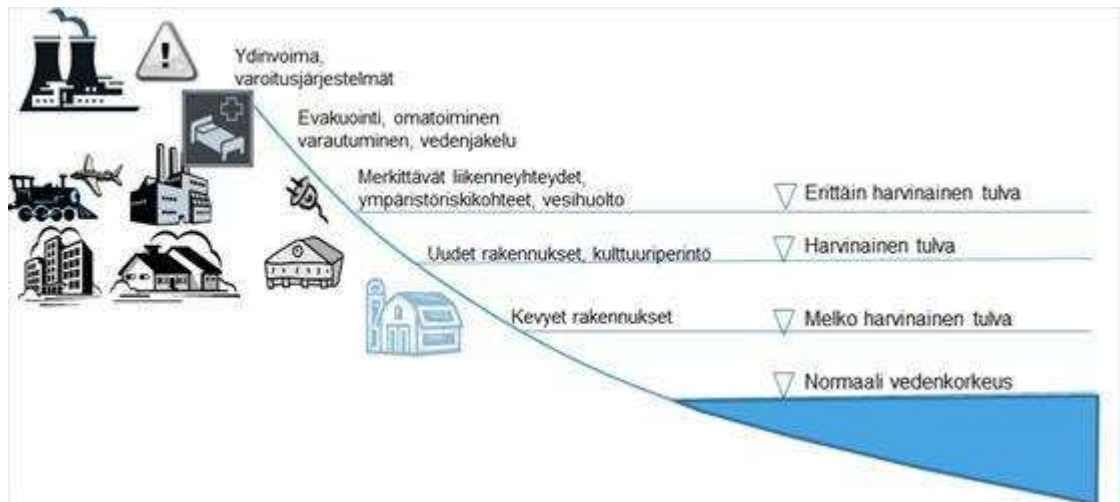
Alimmat rakennuskorkeudet (Kuvio 4) määritetään tietyn tulvan toistuvuusjakson perusteella. Sisävesien tapauksessa tämä on keskimäärin joka 100 vuoden välein ilmestyvä tulva. Rakennuksen käyttötarkoituksen, vesistön ominaispiirteen, aallokon korkeuden ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta saatetaan rakentamispaikalle määrittää alimman rakennuskorkeuden päälle vielä lisäkorkeus. (Ympäristöhallinto 2014a.)



Kuvio 4. Havainnekuva alimmasta rakentamiskorkeudesta (Ympäristöhallinto 2014a.)

Vanhat rakennukset on voitu rakentaa aikoinaan silloin suositeltaville alimmille rakentamiskorkeuksille. Uudet rakennukset täytyy rakentaa uudempien suositusten mukaan, sillä vesistö, alueen maankäyttö tai rakennuspaikka on voinut muuttua monella lailla. Rakennuspaikan kohta on saattanut painua tai sen vakaus on voinut muuttua. Tulvia ovat voineet pahentaa soiden kuivatukset ja erilaiset vesirakentamiset. Jääpatoriskit ovat voineet suurentua lyhytaikaissäännöstelyn seurauksena osittain rakennetuissa jokivesistöissä jääpeitteen paksuuntuessa. (Ollila 2002, 23.)

Alin rakentamiskorkeus sisävesille voidaan määrittellä myös esimerkiksi siten, että kerran 50 vuodessa esiintyvän tulvan maksimikorkeuteen lisätään vähintään 0,3 metriä. Mikäli havaintoja ei joltakin alueelta juuri ole, hyödynnetään vesistöjen virtaama- ja vedenkorkeustietoja ja niiden perusteella määritetään alin rakentamiskorkeus varman päälle. Lisäkorkeuksia voivat aiheuttaa rakennustyyppi (kuvio 5), ilmastonmuutos, vesistön ominaisuus ja avointen ulapoiden harkinnanvarainen aaltoiluvara. Jos kuitenkin näillä perusteilla määritetty korkeus on ylitetty joskus, pitää alin rakentamiskorkeus määrittää ylimmän havaitun vedenkorkeuden perusteella. (Ollila 2002, 26–27.)



Kuvio 5. Suojautumistasoja eri rakennustyypeille tulvien esiintymistiheyteen nähden (Ympäristöhallinto 2014a.)

Harkinnanvaraista lisäkorkeutta käytetään säännöstellyissä järvissä, missä ylin veden korkeus tiedetään, järvissä joissa vedenkorkeuden vaihtelu on suurta tai jos joltakin alueelta on vain suurpiirteinen jääpato- ja hyydetulvaselvitys. Myös ilmanpaine ja tuuli saattavat kallistaa vedenpintaa ja joidenkin vesistöjen juoksu- tusrakenteet voivat aiheuttaa lisäkorkeuden määrittämisen. (Ollila 2002, 27.)

Jääpatoriskialueilla ei kannata rakentaa jäistä mahdollisesti vaurioituvia rakenteita liian matalalle, vaikka vesi ei aiheuttaisikaan vahinkoa. Haavoittuvat, vaikeasti evakuoitavat rakennukset kuten sairaalat ja muut haavoittuvat rakennukset pitäisi aina sijoittaa mahdollisimman korkealle, ettei tulvavesi pääse nousemaan niihin asti edes harvinaisimmilla tulvilla. Sama koskee myös yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeitä toimintoja kuten isoja teollisuus- ja voimalaitoksia. (Parjanne & Huokuna 2014, 26, 43.)

Yhdistämällä lyhytaikaisten merenpinnan vaihteluvälien jakaumat vuosien 2050 ja 2100 merenpinnan korkeuksien jakaumiin saadaan vedenpinnan korkeudet, jotka ylitetään tuolloin tietyillä ylittymistodennäköisyyksillä. Suosituksena alimmalle rakentamiskorkeuksille pidetään veden korkeutta, jonka ylittymisen todennäköisyys on 1:250. (Parjanne & Huokuna 2014, 48.)

Jokaisella mareografiasemalla on esitetty alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet (Taulukko 2). Näihin korkeuksiin täytyy lisätä vielä paikkakohtainen aaltoiluvara sekä matalissa lahtien pohjukoissa tuulen aiheuttama paikallinen kallisutus. Nämä suositukset koskevat tavallista rakentamista, joiden käyttöikä on 200 vuotta. Niille sallitaan yksi tulvan varaan joutuminen. Erityiskohteille ja riskialttiille kohteille alin rakentamiskorkeus täytyy määritellä tapauskohtaisesti. (Parjanne & Huokuna 2014, 48–49.)

Viranomaisten antamat suositukset alimmalle rakentamiskorkeuksille eivät ole sitovia, vaan sen määrittävät loppukädessä kunta ja rakentaja itse. Lopullinen vastuu rakenteiden sijoittamisesta jää rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Vahingon sattuessa kiinteistön omistaja ja vakuutusyhtiö neuvottelevat korvauksista tapauskohtaisesti. (Ollila 2002, 11, 35.)

Taulukko 2. Alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia paikkakunnittain (Ilmatieteen laitos 2015.)

Mareografi	Alin suositeltava rakentamiskorkeus ilman aaltoiluvaraa (cm, N2000)
Kemi	260
Oulu	250
Raahe	230
Pietarsaari	200
Vaasa	200
Kaskinen	200
Mäntyluoto	200
Rauma	210
Turku	240
Föglö	220
Hanko	250
Helsinki	280
Hamina	320

3.2.2 Tulvankestävä rakentaminen

Tulvankestävä rakentaminen tarkoittaa sitä, että ensisijaisesti tulvavesi ei pääsisi tunkeutumaan rakennuksen sisälle, eivätkä vesihuoltoratkaisut vaurioituisi. Mikäli rakennus kuitenkin pääsee kastumaan, vahingot eivät saisi olla kovin suuret. Tulvaveden pääsy kiinteistökohtaisesti pyritään estämään rakentamalla tulvavalleja ja laittamalla rakennuksen ympärille muovivaletta. Tulvaveden saartaman rakennuksen kastuminen voidaan estää rakenteissa huomioon otettavien asiain kuten viemärien takaiskuventtiileillä, tulvaovilla ja -ikkunoilla tai rakennusta korottamalla tulvankestävin ratkaisuin maanpintaa korkeammalle. (Parjanne & Huokuna 2014, 60–61.)

Jotta rakennuksien haavoittuvuutta saataisiin vähennettyä, on käytettävä kastumista kestävästä materiaalista ja siirrettävä haavoittuva materiaali tai talotekniikka ylempiin kerroksiin. Rakentamisessa täytyy ottaa huomioon se, ettei tulvan tunkeuduttua kellariin tai alimpiin kerroksiin aiheudu mitään suurta vahinkoa. Nämä seikat kannattaa ottaa huomioon jo rakentamista suunniteltaessa tai mahdollista peruskorjausta tehtäessä. (Parjanne & Huokuna 2014, 61.)

Rakennuksen perustamistasoa korotettaessa pitää huomioida se, että siitä voi olla haittaa ympäröivään maisemaan ja ympäröivän alueen hulevesiin. Tämä seikka täytyy ottaa huomioon erityisesti valmiiksi rakennetuilla alueilla. Savimailla korottaminen lisää sortumavaarariskiä ja savinen maa saattaa vettyä pahasti ja sitä myöten sen kantavuus heikkenee. (Parjanne & Huokuna 2014, 61.)

3.2.3 Rakennusten sijoittaminen

Rakentamista pyritään ohjailemaan siten, että rakennuksia ja rakenteita ei rakenneta tulvavaara-alueelle. Rakennuksille on määritetty alimmat rakentamiskorkeudet sekä otettu huomioon vesistön mahdolliset ylimmät korkeudet. Alimmat sallitut rakentamiskorkeudet löytyvät valtakunnallisesta tulvatietojärjestelmästä, josta löytyvät tulva-ajan vedenkorkeudet ja malleilla lasketut tulvavirtaamat. (Parjanne & Huokuna 2014, 7-8.)

Jotta tulvakorkeuksien selvittäminen olisi mahdollisimman sujuvaa, täytyy kunnan ELY-keskuksen ja rakennushankkeeseen ryhtyvän tehdä tiivistä yhteistyötä. Haja-asutusalueelle rakennettaessa kunnan tulisi ohjata rakentajaa ottamaan yhteyttä ELY-keskukseen ja selvittämään mahdolliset tulvakorkeudet ja maaperäolosuhteet. (Ollila 2002, 35.)

Tulvista saattaa aiheutua vahinkoja erilaisille rakennuksille, rakenteille ja maankäyttömuodoille. Ensimmäiseksi kärsivät matalalla olevat rakennukset ja rakenteet. Monesti vapaa-ajan asunnot on rakennettu vesistöjen rantaan mahdollisimman lähellä rantaviivaa. Vahinkoja aiheutuu myös vesi- ja viemäriverkolle, teille ja silloille. Teollisuuslaitokset kärsivät vasta suuremmista tulvista. (Ollila 2002, 16.)

Mikäli rakennus on rakennettu matalalle lähelle vesistöä, on rakennus koko ajan tulvariskin uhan alla. Samoin maalle työntyvät jäälohkareet saattavat vahingoittaa rakenteita. Vedenkorkeuden vaihtelu saattaa tehdä muutoksia maan vakavuuteen ja aiheuttaa sortumisvaaran. Asemakaavoituksen tehtävänä on määrittää rakennuspaikan alimmat korkeudet, estää tulvalle herkkien toimintojen sijoittaminen tulvavaara-alueille, näyttää tulvia kestävätkä rakenteen vaihtoehdot sekä ratkaista tilapäiset ja pysyvät tulvasuojelurakenteet. (Ollila 2002, 13, 19; Isteri & Sassi-Päkkilä 2014.)

Rakennusjärjestys voi koskea rakennuksen kokoa ja sijoittumista, ympäristöön sopeutumista, sen pihalla olevia istutuksia, aitoja ja muita rakennelmia, ympäristön hoitoa, vesihuollon järjestämistä, suunnittelutarvealueen määrittelemistä ja muita paikallista rakentamista koskevia seikkoja. Rakennusjärjestykset ovat kuntakohtaisia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 1:14 §.)

Suunnittelutarvealue on ranta-alueilla laajempi muihin alueisiin nähden. Merien ja vesistöjen ranta-alueella olevalle rantavyöhykkeelle ei saa rakentaa ilman asemakaavaa tai sellaista oikeusvaikutteista yleiskaavaa tai sen osan käyttämistä rakennusluvan myöntämisen perusteena (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

10:72 §). Ranta-alueille rakentaminen tehdään kaava-alueille. Poikkeuksena on kuitenkin mm. rakentaminen, joka ei aiheuta haittaa kaavoitukselle eikä muutenkaan haittaa alueiden käytön järjestämistä. Rakentaminen ei saa johtaa vaikutukseltaan merkittävään rakentamiseen, eikä aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristö- tai muita vaikutuksia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 19:137 §.)

Alueidenkäyttötavoitteiden mukaan on otettava huomioon viranomaisten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit. Uutta rakentamista ei saa sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa, mikäli tarve- ja vakuutusselvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit ovat hallinnassa ja rakentaminen on kestävän kehityksen mukaista. Lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin täytyy varautua ja ottaa ne huomioon yleis- ja asemakaavoituksessa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2009.)

3.3 Vaikutukset maa- ja metsätalouteen

3.3.1 Vaikutus metsätalouteen

Vesi on puustolle välttämätön kasvutekijä, mutta liiallinen veden määrä haittaa kasvien kehitystä. Liikkuva korkea pohjavesi haittaa vähemmän puuston kasvua kuin seisova vesi. Jos vesi seisoo, jatkuva 0-15 senttimetrin korkuinen pohjaveden pinta on puuston kannalta kriittinen. (Joensuu 2015.)

Suomessa elävät metsätaloudellisesti merkittävät puulajit mänty ja kuusi eivät kestä pitkäaikaisia tulvia. Loppukesällä maanpinnan lähelle noussut pohjaveden pinta heikentää männyn kasvua. Männyn pituuskasvun käynnistyminen on riippuvainen pohjaveden pinnan tasosta. Mitä lähempänä pohjavesi on, sitä myöhemmin pituuskasvu käynnistyy. Anaerobisuusraja vaihtelee pohjaveden pinnan tason mukana. Vähiten anaerobiset olosuhteet haittaavat hieskoivun kasvamista. Tulvimista heikoiten kestää kuusi. (Metsäntutkimuslaitos 2000; Ilmasto-opas.fi 2015b; Joensuu 2015.)

Tulvaveden noustessa metsään (Kuvio 6) maa kyllästyy vedellä ja kasvien ilma-
raot sulkeutuvat. Tästä seuraa puiden hiilidioksidin oton ja yhteyttämisen heiken-
tyminen. Myös juurten vedenotto heikkenee ja tyrehtyy ja mykoritsojen olosuhteet
heikkenevät. Korkealle noussut pohjavesi aiheuttaa sieni-invaasion. Tulvavesi
saattaa kuljettaa myös ravinteet mukanaan. Lyhytaikaiset tulvat voivat kuitenkin
tuoda mukanaan ravinteita ja parantaa puiden kasvuolosuhteita. Tulva haittaa
puuston kasvua eniten loppukesällä heinä-elokuun vaihteesta eteenpäin. Haital-
lisuus liittyy kasvavien juurten suureen hapentarpeeseen. (Joensuu 2015.)



Kuvio 6. Tulvavettä metsässä (Yle 2012.)

Tulvat aiheuttavat vahinkoja juuriin ja puut saattavat kuolla veden aiheuttamaan
hapenpuutteeseen. Tulva on tuhon aiheuttajana primaarinen, eli siitä johtuva ha-
penpuute pystyy tappamaan täysin terveiden puiden juuria. Lepokauden aikana
puiden juuret ja niissä elävät mykoritsasienet kestävät paremmin tulvaa. (Met-
säntutkimuslaitos 2000; Ilmasto-opas.fi 2015b.)

Hapenpuutteesta kärsivän metsämaan juurten kasvu hidastuu ja saattaa pysäh-
tyä kokonaan, mykoritsojen kehitys hidastuu ja puun veden ja ravinteiden otto
hankaloituu. Tämän seurauksena lehtien ja neulasten kärjet muuttuvat nekrootti-
siksi, jonka seurauksena lehdet saattavat pudota. Vakavan tuhon seurauksena

kasvainten kasvu pysähtyy ja puu kuolee. Metsiin syntyy uutta kuollutta orgaanista ainetta, joka saattaa vapauttaa ravinteita. Uusiin olosuhteisiin tottunut kasvillisuus elpyy ja alkaa ottamaan ravinteita. (Metsäntutkimuslaitos 2000; Joensuu 2015.)

Tulva vaikuttaa myös maaperään. Maaperän hapetus-pelkistysolosuhteet muuttuvat ja maaperämikrobien ravinteiden pidätys- ja hajotuskyky muokkaantuu. Ravinteiden liukoisuus muuttuu erilaiseksi. (Joensuu 2015.)

Pitkäaikaiset tulvat aiheuttavat kasvunmenetyksiä ja osa puustosta saattaa kuolla. Alueilla, jotka kärsivät tulvista säännöllisesti, puulajit ovat alkaneet muokkautua paremmin tulvaa kestäväksi. Näillä alueilla tervaleppien ja koivujen määrät lisääntyvät. (Metsäntutkimuslaitos 2000.)

Tulvien vahinkoja minimoidakseen taimet pitäisi istuttaa muokkausjäljen mahdollisimman korkeaan kohtaan metsänuudistusaloilla. Metsäpalstalla kannattaa huolehtia myös siitä, että alueen ojaverkosto, läheisten vesistöjen säännöstely ja metsäautoteiden ojat sekä liittymien rummut ovat kunnossa. (Metsäntutkimuslaitos 2000.)

3.3.2 Vaikutus maatalouteen

Myös maataloudessa käytettävät kasvit kärsivät liiasta veden määrästä. Kuten aiemman otsikon alla mainittiin, että liiallinen veden määrä tukahduttaa puuston niin sama koskee pellolle viljeltäviä kasveja, viljoja ja rehua.

Paikalliset rankkasateet saattavat aiheuttaa tuhoa jo kylvetylle tai istutetulle viljelle tai viljelykset saattavat tuhoutua kokonaan. Märkä maa saattaa mädättää kylvetyt siemenet. Viljelijän ensimmäinen vaihtoehto on tässä tilanteessa yrittää kylvää sama kasvi uudestaan tai kasvi voidaan vaihtaa toiseen kasviin, luonnonhoitopelloksi, viherlannoitusnurmeksi tai avokesannoksi. Kasvin vaihtuessa viljelijän täytyy ilmoittaa asiasta kunnan maaseutuelinkeinoviranomaiselle. (Maaseutuvirasto 2014, 1.)

Mikäli pilalle menneen kasvin lannoitusmäärä on sama tai suurempi uusintakylvössä käytettävällä kasvilla, lannoitetta ei saa enää lisätä. Jos peltoa ei voi kylvää viljelijän ilmoittamallaan kasvilla viimeiseen kylvöpäivään 30.6 mennessä, hän voi perustella tätä ylivoimaisella esteellä, esimerkiksi tulvalla. (Maaseutuvirasto 2014.)

Osittain tuhoutuneesta tai vesistön tukehduuttaneesta kasvulohkosta voidaan maksaa tukia, mikäli suurella osalla lohkon pinta-alasta on korjuu- ja markkinakelpoisen sadon tuottava kasvusto. Tukea ei voida maksaa, ellei pääosalla lohkoa pystytä tuottamaan korjuu- ja markkinakelpoista satoa tai ellei tuhoutunutta aluetta kylvetä uudelleen tai tuhoutuneesta alueesta tehdä omaa kasvulohkoa. (Maaseutuvirasto 2014, 1.)

Viljelyiden vahingoittuessa viljelijän täytyy tehdä satovahinkoilmoitus, vaikka satovahinkokorvausta ei hakisikaan. Ilmoitus täytyy tehdä heti vahingon ilmaannuttua kunnan maaseutuviranomaiselle. Mikäli mahdollista, pellot täytyy kylvää uudestaan ennen 30.6. Kylvön onnistuessa satovahinkoilmoitus tai -korvaushakemus mitätöityy. (Maaseutuvirasto 2014, 2.)

Tulvat saattavat kuljettaa hukkakauraa kasvavilta pelloilta hukkakauran siemeniä myös sellaisille alueille, joissa hukkakauraa ei vielä ole. Tulvavaara-alueille neuvotaan välttämään kauran viljelemistä, sillä tämä hukkakaura on vaikea erottaa tavallisen kauran seasta. (Maaseudun Tulevaisuus 2013.)

Vesistöjen tulviessa pelloille (Kuvio 7) peltojen fosforit ja ravinteet huuhtoutuvat veden mukana jokeen, mikä taas aiheuttaa ongelmia vesistöissä. Esimerkiksi Lontilanjoki tulvi jo kesäsateiden aikana. Tämä aiheuttaa sen, ettei pelloille pääse missään vaiheessa mitään tekemään. (Akaan Seutu 2013.)



Kuvio 7. Pelto ja pyöröpaalit tulvaveden vallassa (Yle 2013a.)

Märkä syksy saattaa aiheuttaa sen, että viljelmiä ei päästä syksyllä puimaan ja vilja jää peltoon. Märkä syksy saattaa myös viivästyttää puintia niin, että pelto on pehmeä ja puimuri jättää syvät urat peltoon, eikä syysmuokkauksia ehditä tekemään. Mikäli puinti jää syksyllä tekemättä tai peltoon on jääneet syvät urat, kannattaa toukotöihin valmistautua hyvissä ajoin ja ottaa syksyn tuhot huomioon. Mikäli keväällä märille pelloille rynnätään liian aikaisin, maa saattaa kärsiä rakenevaurioista ja se kostautuu myöhemmin pienenä satona. (Maaseudun Tulevaisuus 2015.)

4 TULVIEN AIHEUTTAMAT VAHINGOT

Tulva saattaa aiheuttaa vahinkoa ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille eli perusrakenteelle, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle. Tulvavaaraan vaikuttavia tekijöitä ovat tulvan peittävyys, vesisyvyys, virtausnopeus, kesto, tulvaveden nousunopeus, ajankohta ja tulvaveden saastuneisuus tai suolaisuus. (Parjanne & Huokuna 2014, 22.)

4.1 Yleistä tulvavahingoista

Tulvista aiheutuu vahinkoja välittömästi ja välillisesti. Välittömillä vahingoilla tarkoitetaan sitä, että ihmiset, heidän omaisuus ja ympäristö joutuvat välittömään kosketukseen tulvaveden kanssa. Tästä esimerkkinä on rakennusten kastuminen. Välillisellä seurauksella voidaan tarkoittaa sitä, että jokin taloudellinen toiminta joudutaan keskeyttämään, liikenteeseen aiheutuu häiriöitä tai alueella on pelastustoimintaa. Vahingot voidaan luokitella vielä aineellisiin ja aineettomiin vahinkoihin. Aineellisille vahingoille voidaan rahassa arvioida summa, mutta aineettomille vahingoille ei voida määrittää objektiivista arviointiperustetta. (Silander & Parjanne 2012, 4.)

Suomessa on vuosien 1995–2012 välisenä aikana korvattu tulvista aiheutuvia vahinkoja keskimäärin 0,7 miljoonaa euroa vuodessa. Vaihtelu vuosittain on ollut kuitenkin suurta. Valtion korvaamia vahinkoja ovat poikkeuksellisten vesistötulvien aiheuttamat vahingot. Kaikki vahingot eivät kuitenkaan kuulu valtion korvattavaksi. Näihin vahinkoihin on haettu korvauksia vakuutuksista. (Parjanne & Huokuna 2014, 23–26.)

Tulvien vahinkoja tutkittaessa ja vahinkoja arvioidessa katsastetaan jollekin alueelle jo aiheutuneita vahinkoja sekä käytetään apuna erilaisia malleja. Vahinkotapauksista muodostetaan erilaisia vahinkofunktioita, joiden perusteella arvioidaan kuinka suuri euromääräinen vahinko on aiheutunut. (Silander & Parjanne 2012, 5.)

4.2 Tulvavahinkojen korvaaminen

Valtio on korvannut tulvavahinkoja vuoteen 2013 asti lain (Laki poikkeuksellisten tulvien vahinkojen korvaamisesta 283/1983) vaatimalla tavalla. Valtio on korvannut esimerkiksi rakennuksille, yksityisteille, kasvavalle puustolle tai korjatulle sadolle aiheutuneet vahingot. Valtion ollessa korvausvelvollinen korvaus suoritettiin sellaisten poikkeuksellisten vesistötulvien aikana, mitä aiheutuu keskimäärin kerran 20 vuodessa. Tätä käytäntöä sovellettiin esimerkiksi viljasadoille aiheutuviin vahinkoihin. Tämä laki kumottiin kuitenkin vuoden 2014 alusta. Siitä lähtien vahingonkorvaussuojan on saanut hankkimalla tulvavahingot kattavan vakuutuksen. (Ollila 2002, 18; Maa- ja metsätalousministeriö 2009, 44.)

Vakuutusperustainen korvausjärjestelmä on poikkeuksellisiin luonnononnettomuuksiin soveltuva periaate, jonka mukaan omistaja ottaa itse vastuun omaisuudestaan, varautumisestaan tulvien varalle sekä millaisen vakuutusturvan hän on ottanut. Koska kunnilla ei ole mitään lainsäädäntöön perustuvaa velvollisuutta korvata tulvista aiheutuvia vahinkoja, on jokaisen kiinteistön omistajan itse arvioitava tulvien vahinkojen kattavan vakuutuksen laajuus. (Lapatto 2013, 1.)

Satovahinkokorvauksia myönnetään valtion varoista vielä vuosilta 2014 ja 2015 viljelmäkohtaisina korvauksina yleiskorvauksina ja korvauksina poikkeuksellisesta vesistötulvien aiheuttamista tuhoista (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:1 §). Satovahinkokorvauksia maksetaan, jos kasvava tai korjuuvaiheessa oleva sato kärsii poikkeuksellisesta tulvasta tai tulvien ja sateiden takia sato jää kokonaan kylvämättä. Korvauksia voidaan maksaa myös silloin, jos sadolle aiheutunut vahinko pilaa sen myyntikelpoisuuden (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:2 §).

Rakennus- ja irtaimistovahinkoja varten täytyy nykyään tehdä sen kattava vakuutus. Vakuutusperusteinen korvaus kattaa kaikki vesistötulvista, merivesitulvista ja hulevesitulvista aiheutuneet vahingot. Vakuutus korvaa tulvat, jotka aiheutuvat keskimäärin kerran 50 vuodessa tai hulevesitulvat sateen voimakkuuden ollessa 30 millimetriä tunnissa tai 75 millimetriä vuorokaudessa. (Lähitapiola 2013a.)

Vakuutusyhtiöt korvaavat vakuutusehtojen sisällyttämät vahingot. Vakuutusyhtiöt odottavat ELY-keskukselta saatavan arvion, kuinka poikkeuksellisesta tulvasta on kyse. Korvausmäärä käsitellään tapauskohtaisesti jokainen joki ja talo erikseen, sillä tulva-alueet ovat laajoja ja tilanteet vaihtelevia. (Pohjola 2013.)

4.2.1 Rakennetun kiinteistön vakuutus

Poikkeuksellisen tulvan vakuutusehdoista on tässä käytetty esimerkkinä vakuutusyhtiö Lähitapiolan vakuutusta. Vakuutus korvaa rankkasade-, vesistö- tai merivesitulvan aiheuttaman äkillisen ja ennalta-arvaamattoman tapahtuman aiheuttaman välittömän ja suoranaisen esinevahingon. Tämä edellyttää sitä, että vesi on tunkeutunut rakennukseen, rakenteisiin tai siellä olevaan irtaimistoon suoraan maanpinnalta tai maaperästä tai kiinteistöön kiinteästi asennettujen putkistojen kautta. (Lähitapiola 2013b, 9.)

Poikkeuksellisenä pidetään sadetta, kun sademäärä on lähimmän säähavaintoaseman mittausten mukaan 30 millimetriä tunnissa tai 75 millimetriä vuorokaudessa. Poikkeuksellisenä vedenpinnan tai merenpinnan nousuna pidetään vedenkorkeutta, jonka esiintymistodennäköisyys on kerran 50 vuodessa tai harvemmin. Poikkeuksellista ei ole pysyvästä keskivedenpinnan noususta tai vedenpinnan tason normaalista vaihtelusta tai aallokosta johtuva tulva. (Lähitapiola 2013b, 9.)

Vakuutus ei korvaa vahinkoa, jos tulvat tai niistä aiheutuvat jäiden liikkumiset aiheuttavat vahinkoa sellaiselle rakennukselle, joka on rakennettu ilman lain määrittelemää lupaa tai se on rakennettu vastoin luvan myöntämiä edellytyksiä. Vakuutus ei myöskään korvaa tulvavahinkoja, jos vahinko on aiheutunut rakennusajankohdan mukaisten säädösten, määräysten tai hyvän rakennustavan vastaisesta rakentamisesta tai rakennus- tai työvirheistä. (Lähitapiola 2013b, 9.)

Rakennukseen katsotaan kuuluvaksi sekä koko rakennus että rakennuksen käyttöä palveleva omaisuus, mitä ovat muun muassa tavanomaiset koneet ja laitteet,

sähköjohdot, mittarit ja sähköpääkeskus. Vakuutus ei esimerkiksi korvaa vahinkoa, jonka on aiheuttanut lattiakaivo ja sen vuotava korokerengas, märkätilan putkiläpivientien vuoto tai puutteellinen vedeneristys. Vakuutusehdoissa on vielä poikkeava omavastuu, joka tarkoittaa sitä, että rankkasade-, vesistö- tai meriveitulvasta aiheutuneista vahingoista vähennetään kohteelle valittu omavastuu kaksinkertaisena, kuitenkin enintään 2 000 euroa. (Lähitapiola 2013b, 9, 20.)

4.2.2 Metsävakuutus

Metsävakuutuksen ehdot tarkastin myös Lähitapiolan internetsivuilta. Metsävakuutus korvaa puustolle, taimikolle ja istutettaville taimille aiheutuneen vahingon, joka on aiheutunut vesistötulvasta, sen kuljettaman jäämassasta tai majavan rakentamasta padosta. Puustolle ja taimikolle aiheutuneet vahingot korvataan, jos keinollisen metsittämisen ollessa vahingon johdosta syntyneen vajaatuottoisuuden poistamiseksi tarpeellinen ja yhtenäinen metsitettävä alue on vähintään puolen hehtaarin kokoinen. Istutettavat taimet korvataan, jos niitä on tuhoutunut vähintään 0,5 hehtaarin istuttamiseen tarvittava määrä. Puutavaralle, istutettaville taimille ja hakkuutähteelle aiheutuneita tulvavahinkoja ei korvata. (Lähitapiola 2015, 20.)

Vesistötulvan täytyy olla poikkeuksellinen, ennalta arvaamaton, mikä aiheutuu poikkeuksellisista sateista, jää- tai hyydepadoista tai lumen sulamisesta. Tulvalla ei tässä tarkoiteta jokavuotista tai kerran viidessä vuodessa aiheutuvaa normaalia luonnonilmiötä kuten jollakin alueella säännöllisesti toistuvaa kevättulvaa. (Lähitapiola 2015, 20.)

4.2.3 Satovahinkojen korvaaminen

Satovahinkokorvauksia maksetaan poikkeuksellisen suurista tulvista ja suurista luonnonolojen vaihteluista aiheutuneista vahingoista kasvavalle tai korjuuvaiheessa olevalle sadolle. Korvauksia voidaan maksaa myös silloin, kun poikkeuksellinen tulva tai poikkeuksellisen runsaat sateet pitävät pellot niin märkinä, ettei niitä päästä kylvämään. (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:2 §.)

Korvausta voidaan myöntää Suomessa maa- tai puutarhataloutta harjoittavalle viljelijälle, luonnolliselle henkilölle tai oikeushenkilölle taikka luonnollisten henkilöiden tai oikeushenkilöiden ryhmälle. Korvausten maksaminen edellyttää, että viljelijä tai hänen puolisonsa on täyttänyt 18 vuotta vahinkovuotta edeltävän vuoden viimeisenä päivänä, eivätkä he saa olla yli 68-vuotiaita, eivätkä he saa maatalousyrittäjien eläkelainsäädännössä tarkoitettua vanhuuseläkettä. Samat ehdot pätevät, jos jotkin henkilöt yhdessä harjoittavat maa- tai puutarhataloutta. (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:3 §.)

Alle 18-vuotias voi saada korvauksia, jos hän on solminut avioliiton tai harjoittaa maa- tai puutarhataloutta yhteisomistajana tai yhdessä vanhempiansa tai toisen heistä kanssa. Korvauksia maksetaan myös silloin, jos on jotain näihin verrattavia syitä. (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:3 §.)

Viljelijälle voidaan maksaa korvauksia, jos hänellä on vähintään kolme hehtaaria peltoa viljelyksessä tai vähintään puoli hehtaaria avomaan puutarhakasvien tuotantoa (Laki satovahinkojen korvaamisesta 1214/2000 1:4§). Korvausta voidaan maksaa poikkeuksellisesta tulvasta ulkona varastoidulle korjatulle sadolle aiheutuneesta vahingosta. Korvausta voidaan maksaa enintään 80 prosenttia vahingon määrästä vähennettynä muun lainsäädännön nojalla saaduilla korvauksilla ja saaduilla vakuutuskorvauksilla. Korvausta ei makseta, jos korvattava määrä on pienempi kuin 100 euroa. (Laki satovahinkojen korvaamisesta 8a §.)

5 TULVASUOJELU

5.1 Tulvariskilainsäädäntö

Laki tulvariskien hallinnasta säättää tulvariskien hallinnan järjestämisestä. Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia ja edistää varautumista tulviin. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:1 §)

Tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneiden tulvien sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:7 §). Alue, jolla seitsemännessä §:ssä tarkoitetun arvioinnin perusteella todetaan mahdollinen merkittävä tulvariski tai jolla sellaisen riskin voidaan olettaa ilmenevän, nimetään merkittäväksi tulvariskialueeksi. Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon tulvan todennäköisyys sekä seuraavat tulvasta mahdollisesti aiheutuvat yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:8 §.):

- 1) ihmisten terveydelle tai turvallisuudelle
- 2) välttämättömyyspalvelun pitkäaikainen keskeytyminen. Esimerkiksi vesi- ja energiahuolto
- 3) sellaisen taloudellisen toiminnan keskeytyminen, joka turvaa yhteiskunnan kannalta elintärkeitä toimintoja
- 4) ympäristölle aiheutuva pitkäkestoinen tai laaja-alainen vahingollinen seuraus

5) kulttuuriperinnölle aiheutunut korjaamaton vahingollinen seuraus.
(Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:8 §.)

Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa on otettava huomioon alueelliset ja paikalliset olosuhteet. Maa- ja metsätalousministeriö määrittää vesistöalueen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet ELY-keskuksen ehdotuksesta. Ministeriön päätökseen ei saa hakea erikseen muutosta valittamalla. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:8 §.)

5.2 Pelastuslaitoksen toiminta

Pelastuslaitoksen tulee onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja turvallisuuden ylläpitämiseksi toimia yhteistyössä muiden viranomaisten sekä alueella olevien yhteisöjen ja asukkaiden kanssa sekä osallistua paikalliseen ja alueelliseen turvallisuussuunnittelutyöhön. Pelastuslaitokset varautuvat tulviin ennakolta yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa seuraten tulvatilannetta ja varautuen kiireellisiin pelastustehtäviin sekä tekevät kiireettömämpiä tehtäviä, kuten veden pumppausta ja auttavat rakennusten suojausten rakentamisessa. (Pelastuslaki 379/2011 6:42 §; Pelastustoimi 2013.)

Pelastusviranomaiset vastaavat kiireellisestä pelastustoiminnasta, eli ihmisten, omaisuuden ja ympäristön suojaamisesta sekä rajoittavat onnettomuudesta syntyviä vahinkoja ja vähentää onnettomuuden seurauksia (Pelastuslaki 379/2011 1:2 §). Pelastuslaitokset hoitavat myös tilanteen yleisjohtamisen akuutissa tulvatilanteessa. (Pelastustoimi 2013.)

5.3 Tulvariskien hallinta

Tulvia ja tulvariskejä pyritään hallitsemaan tekemällä sellaisia toimia, joilla pystytään arvioimaan ja pienentämään tulvariskejä ja tulvien sattuessa minimoimaan siitä aiheutuvia vahinkoja. Tähän hallintaan kuuluu tulviin varautuminen, tulva-

suojelu ja -torjunta. Kokonaisen vesistöalueen suunnitelmissa tarkastellaan tulvien ennustamista tulvista varoittamista sekä edistetään maankäytön ja pelastustoimen suunnittelua. (Ympäristöhallinto 2013b.)

Ennen tulvasuojelu on ollut ykkösasia, mutta nykyään on keskitytty jo paljon enemmän tulvariskien ennaltaehkäisyyn ja muihin tulvariskien hallintaan liittyviin toimiin. Vesistö- ja merivesitulvissa tulvariskin hallinnan suunnitteluvastuu on ELY-keskuksella ja hulevesitulvissa vastuu kuuluu kunnille. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1:4 §, 1:19 §; Ilmasto-opas.fi 2013.)

Tulviin täytyy varautua ennalta hyvin. Keskeinen asia tulvien ennaltaehkäisyssä on tulvariskien huomioiminen alueiden käytön suunnittelussa ja rakennusten sijoittamisessa. Tällä pystytään vähentämään uusien tulvariskialueiden syntyminen ja sen seurauksena tulvasuojelua tarvitaan paljon vähemmän. (Maa- ja metsätalousministeriö 2011.)

ELY-keskuksen rooli maankäytön suunnittelussa on toimia ohjaajana kuntien kaavoituksessa ja huolehtia viranomaisyhteistyöstä. (Laki tulvariskein hallinnasta 620/2010 4 §) Tulvariskien ehkäisyn kannalta merkittävin rooli on kuitenkin rakennuksesta ja maankäytöstä vastaavalla viranomaisella, jotta saadaan rakennukset sijoitettua mahdollisimman riskittömille alueille. Joissakin vesistöissä tulvien riskiä on pienennetty säännöstelyllä ja jää- ja hydepatojen syntymisen ehkäisyllä. (ELY-keskus 2015.)

Vesi saattaa nousta myös sellaisellekin alueelle joka on huolellisesti suojattu. Tulvariski saattaa olla niin pieni, ettei sen suojaaminen ole taloudellisesti tai teknisesti kannattavaa. Pääkäytäntönä on kuitenkin se, että tulvasuojelun ylläpitäminen ei ole kalliimpaa kuin mahdollisesta tulvasta aiheutuvat vahingot. (Parjanne & Huokuna 2014, 31–32.)

Tulvasuojelun ja siitä jäävän jäännösriskin suuruutta arvioidaan aina aluekohtaisesti. Tulvasuojellulla alueella asukkaat eivät ole välttämättä tietoisia jäännösriskistä ja ihmiset luottavat täysin tulvasuojeluun. Tulvien suuruuden ja vaihteluvälin

ennustaminen on epävarmaa ja siitä johtuen ei pystytä olemaan varmoja, mikä on riittävä suoja tulvalta. (Parjanne & Huokuna 2014, 32.)

Ylimpiä vedenkorkeustietoja ja alimpia suositeltuja rakentamiskorkeuksia on saatavilla Suomen ympäristökeskuksen ja ELY-keskuksen ylläpitämästä tulvatietojärjestelmästä. Tarvittaessa Ilmatieteen laitos, ELY-keskus ja Suomen ympäristökeskus voivat suorittaa erilaisia vedenkorkeuden ääriarvojen ja toistuvuuksien tarkasteluja halutuille vuosijaksoille ja alueille. (Ollila 2002, 34.)

Asiantuntijoiden ympäristöpalvelu OIVA tarjoaa palvelua ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin tallennettua tietoa vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistä, vedenkorkeuksista ja ääriarvoista, eliölajeista, ympäristön kuormituksesta ja alueiden käytöstä sekä ympäristöön liittyvistä paikkatietoaineistoista. Aineistot ovat ladattavissa koko Suomen kattavina tietokantoina tai LAPIO-karttakäyttöliittymästä kunta-, maakunta- ja suorakaiderajauksilla. Ladattavat aineistot ovat ESRI shape -formaattissa. Aineistoista on julkaistu myös wms-rajapintapalveluita. Ilmatieteen laitos tarjoaa tietoa meren rannikon vedenkorkeudesta. (Ilmatieteen laitos 2015; Ympäristöhallinto 2015a,b.)

5.4 Tulviin varautuminen

Alueiden maankäytön suunnittelussa pyritään ottamaan huomioon se, että tulvariskit olisivat mahdollisimman pienet koko vesistön alueella. Tarpeen vaatiessa vahinkojen minimoimiseksi voidaan juokсутtaa tai ohjata tulvavesiä siten, että pienet ja yksittäiset kohteet saattavat kokea vahinkoja, mutta suuremmalta tuholta välttyään. Myös tilapäisillä nopeasti pystytettävillä tulvasuojeluratkaisuilla pyritään pienentämään tulvista aiheutuvia vahinkoja. (Parjanne & Huokuna 2014, 60.)

Ympäristöhallinnon sivuilta löytyy yleispäteviä ohjeita tulviin varautumiseen ja tulvan aikana toimimiseen. Ennen kuin tulva edes yllättää, kannattaa selvittää etukäteen, miten se on kyseisellä alueella käyttäytynyt ja mihin asti se on noussut. Aikaisempia tulvatietoja löytyy tulvakartoista. (Ympäristöhallinto 2014b.)

Tiedotusvälineitä seuraamalla pysyy ajan tasalla siitä, miten tulva on leviämässä. Vakuutukset kannattaa olla kunnossa tulvien varalta. Rakennuksen pelastussuunnitelma täytyy olla hallussa, että tietää miten toimia. Tulva saattaa katkaista muun muassa kulkuyhteydet, sähköt, vesiputket, joten siihen kannattaa varautua juomavedellä, elintarvikkeilla, lampuilla, patteritoimisilla radioilla ja täyteen ladatuilla puhelimilla. (Ympäristöhallinto 2014b.)

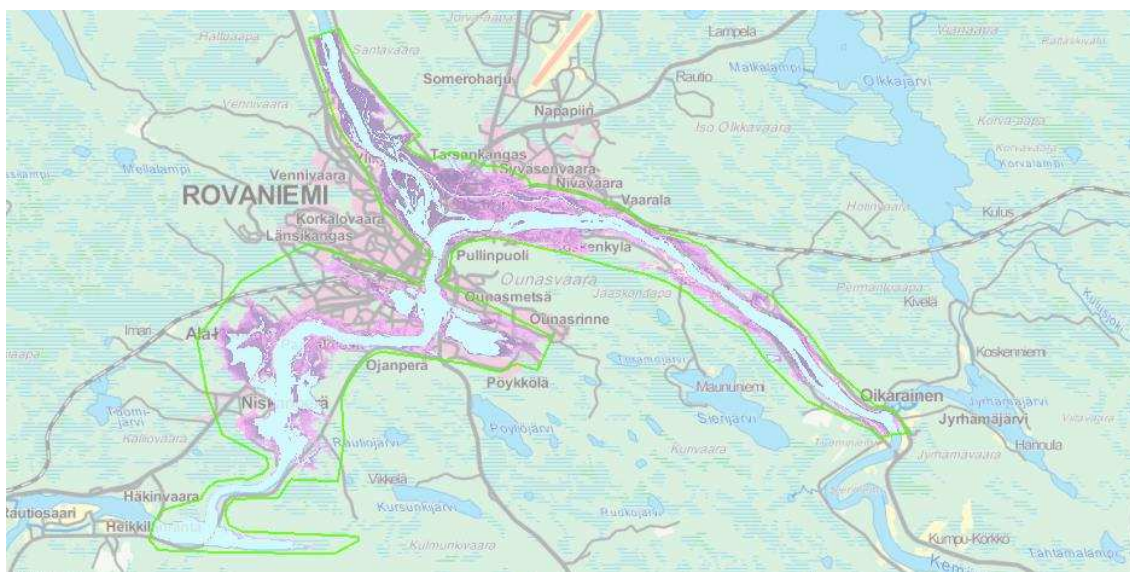
Vaarassa olevat sähkölaitteet kannattaa huomioida ja suojata ne tarpeen vaatiessa. Arvokasta omaisuutta ja haitallisia aineita ei kannata päästää tulvan vaaraan ja herkästi tulvan mukana lähtevä materiaali kannattaa kiinnittää huolella. Auto kannattaa sijoittaa sellaiselle paikalle, että sillä on mahdollista liikkua. (Helsingin kaupunki 2013, 4.)

Kiinteistön omistajan kannattaa huolehtia sulamisvedet pääsevät pois tontilta avaamalla ojat ja kourut. Ritiäkaivojen päältä suositellaan poistamaan lumi ja jää sekä kannattaa varmistaa, että kaivo vetää. Tarpeen vaatiessa lunta voidaan kuljettaa pois riskialueilta. (Ympäristöhallinto 2014b.)

Pelastuslaitokset ovat luoneet kukin omalta alueeltaan pientalon turvallisuusoppaan. Oppaissa on selostettu, mitä tulviin varautumisessa tulisi ottaa huomioon. Oppaat löytyvät pelastuslaitosten sivuilta. (Ympäristöhallinto 2013c.)

5.5 Tulvavaaran ja -riskien arviointi

Tulvariskien hallintaa voidaan tehokkaasti tutkia ja arvioida tulvakarttojen (Kuvio 8) avulla. Näillä saadaan annettua selkeästi tietoa tulvista sekä kansalaisille että viranomaisille ja niitä voidaan hyödyntää tehtäessä alueen käytön suunnitelmaa ja pelastussuunnitelmaa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2009, 22.)



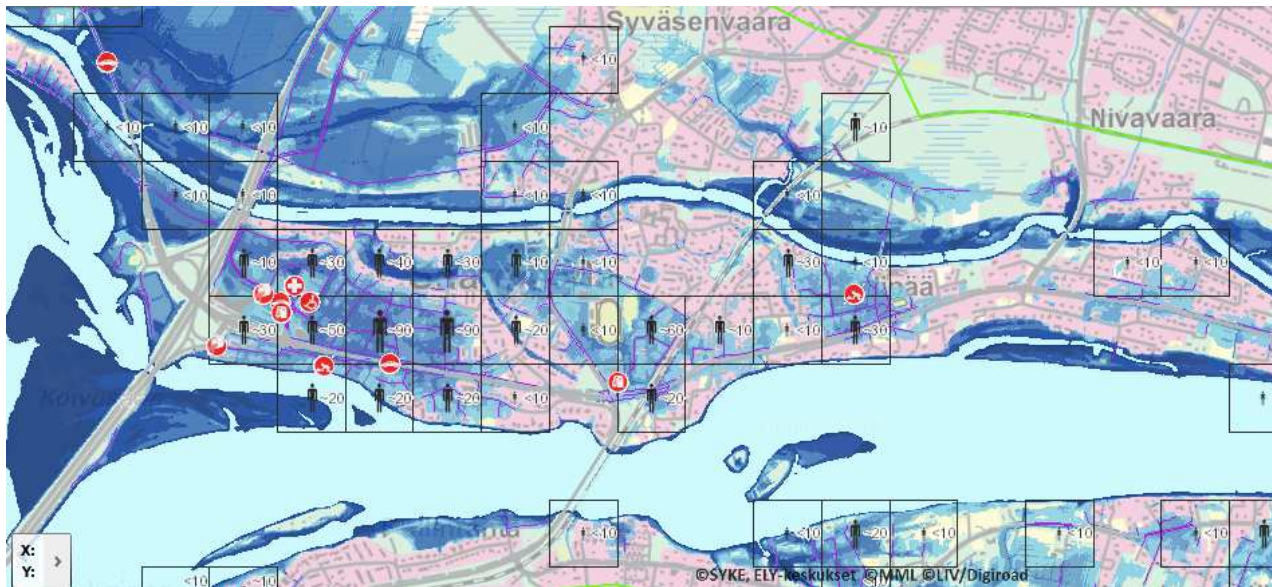
Kuvio 8. Rovaniemen tulvakartoitettu alue vihreän viivan sisällä (Ympäristöhallinto 2015c.)

Tulvavaarakarttaan merkitään tulvan aikana olevan todennäköisen veden syvyyttä ja laajuutta eri toistuvuusajoilta. Tulvavaarakartalla voidaan ohjata maankäyttöä ja ohjata rakentaminen tulvavaara-alueen ulkopuolelle. Tähän karttaa voidaan lisätä vahinkoalttiutta lisäävät tekijät esimerkiksi asukasmäärä. Nämä yhdistettynä muodostavat tulvariskikartan (Kuvio 9). (Maa- ja metsätalousministeriö 2009, 22, 55, 60, 61.)


Tulvavaarakarttoja on laadittu vuoden 2013 loppuun mennessä noin 100 eri joki- ja järvalueilta. Myös merenrannikoille on luotu noin kymmenen karttaa. Tulvavaarakartat on luotu tulvien toistuvuuden perusteella siten, että ilmentyykö tulva joka 20., 50., 100., 250., vai 1000. vuosi. Tulvavaarakarttoja on riskialteimmilla paikoille saatavilla lyhemmillekin aikajaksoille. Tulvakartat on luotu pääosin avovesitulville ja meritulville, mutta niitä on saatavilla myös jääpatojen ja ilmastonmuutoksen seurauksina aiheutuville tulville. (Ilmasto-opas.fi 2013.)

Tulva-alue määritetään hyödyntämällä korkeusmallia, josta nähdään vedenpinnan korkeus ja maapinnan topografia. Tämänkään avulla harvinaisia ja suuria tulvia ei pystytä arvioimaan ja niistä tehdäänkin vain suurpiirteiset arviot. Näitä karttoja ei pystytä hyödyntämään rakennuksia sijoiteltaessa, mutta maakunta- ja

yleiskaavasuunnittelussa sekä pelastussuunnitelmassa niistä saadaan suuntaa antavia tietoja. (Sane, Alho, Huokuna, Käyhkö & Selin 2006, 45, 58.)





Asukasta per ruutu tulvavaara-alueella...


-  yli 60 hlö
-  10-60 hlö
-  alle 10 hlö


— Tulvan peittämä tie, vesistötulva 1_100a,.

Määritetyt tulva-alueet, vesistötulva, 1 100a...

 tulvasuojeltu kiinteillä rakenteilla

 tulvasuojeltu ennalta sovituilla...


 alle 0.5 m


 0.5...1 m

 1...2 m

 2...3 m


 yli 3 m

 tulvan peittämä. syvyystieta puuttuu


 vesistö


 Kartoittamaton alue, vesistötulva

 Polttoaine/kemikaalivarasto

 Terveysthuoltorakennus

 Päiväkoti

 Vaikeasti evakuoitava rakennus

 Jätevedenpuhdistamo/pumppaamo

 Maantie/pääkatu

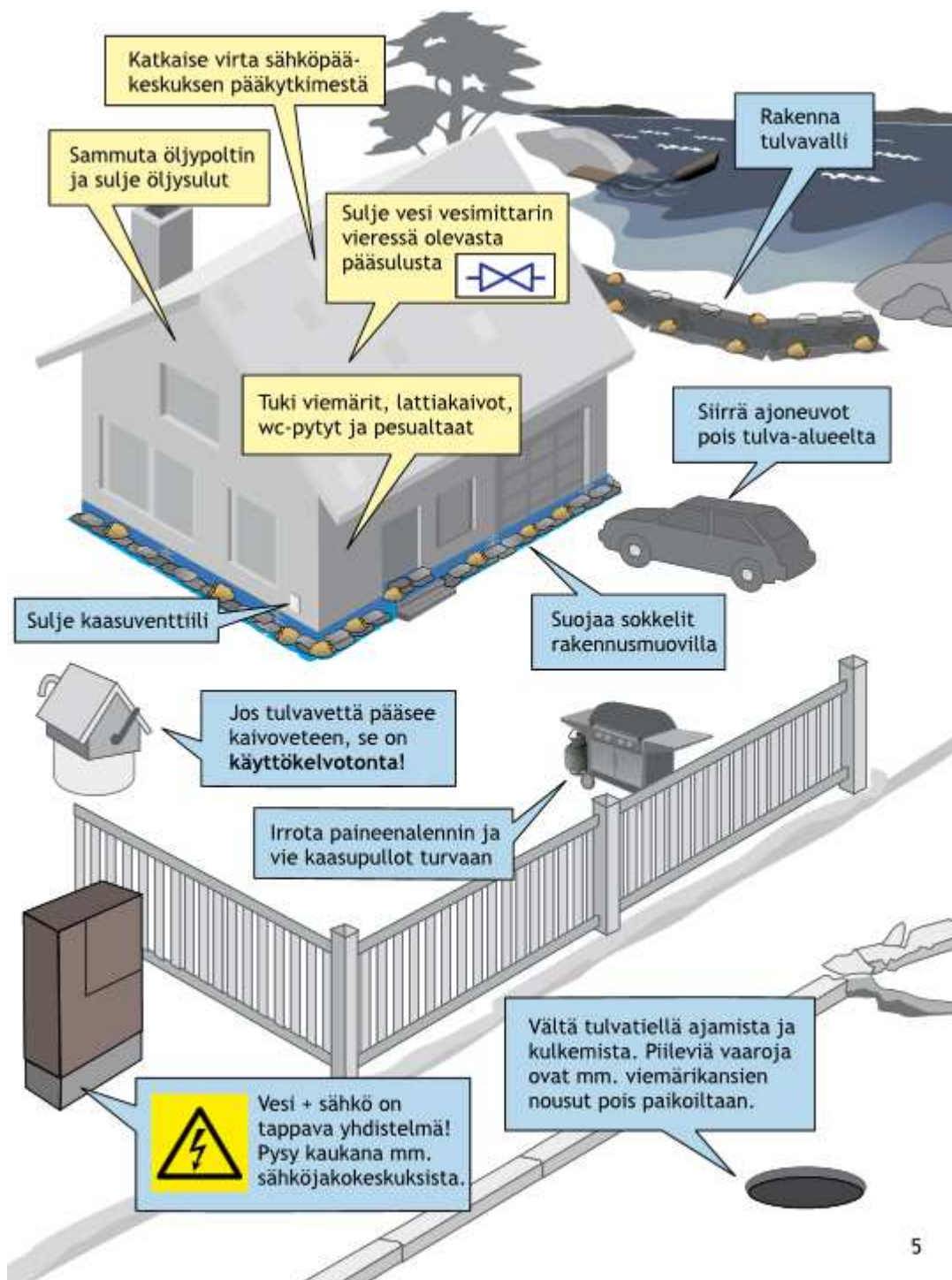
Kuvio 9. Tulvavaara-alue Kemijoen varrelta selityksineen (Ympäristöhallinto 2015c.)

5.6 Toimiminen tulvatilanteissa

Tulvatilanteissa kehoitetaan seuraamaan tiedotusvälineistä tiedotuksia, hälytyksiä ja ohjeita sekä toimimaan niiden mukaan. Tulvan noustessa uhkaavan lähelle kehoitetaan katkaisemaan sähköt pääkytkimestä sekä ottamaan vaarassa olevat sähkölaitteet pois toiminnasta ja suojelemalla ne. Kastuneeseen sähkölaitteeseen koskeminen on ehdottomasti kielletty. Kaasuventtiilit ja öljylämmityksen venttiilit suljetaan. Viemärit, rummut ja salaojat tukitaan. Talon ympärille kannattaa rakentaa tilapäinen suojapenger esimerkiksi hiekkasäkeistä tai ainakin talon alaosa kannattaa suojata muovilla. Suojapenkereen sisäpuolelle mahdollisesti nousevan veden poistamiseen kannattaa varata pumppu, jolla veden saa pumputtua pois. Mikäli vedellä on vaarana nousta kellariin, täytyy varmistaa että viemärin takaiskuventtiili on kunnossa ja kellarin lattiakaivon ritiläkannen päällä on muovia ja paino. Etelä-Savon pelastuslaitoksen laatimassa ohjeistuksessa on tehty havainnollistava kuva tulvatilanteissa toimimisesta (Kuvio 10). (Ympäristöhallinto 2014b.)

Tulvatilanteissa pitää varmistua reitistä, jota pitkin voi tarvittaessa poistua tulva-alueelta. Muiden mahdollisuuksien ollessa käyttökelvottomia hanki vene, jolla pääset poistumaan tulva-alueelta. Virtaavan tulvaveden tieltä kannattaa pysytellä poissa, sillä matalakin virtaava vesi voi kaataa ihmisen. Veden mukana saattaa myös kulkeutua jotakin materiaalia, kuten puun runkoja ja muita esineitä, mitä kannattaa varoa. (Ympäristöhallinto 2014b.)

Tulvan jälkeen pitää varmistua siitä, että alueella asuminen on turvallista ja alueen rummut, hulevesiverkostot ja tulvasuojelussa käytöstä poistetut laitteet ovat jälleen toimintakunnossa. Erityinen huomio kannattaa kiinnittää sähkölaitteiden toimivuuteen. Tulvavesi voi sisältää jätevettä, joten tulvaveden kanssa kosketuksiin joutuneet elintarvikkeet kehoitetaan hävittämään. Tämän jälkeen voi tutkiskella, mitä vahinkoja tulva on aiheuttanut omaisuudelle ja kääntyä vakuutusyhtiön puoleen korvausasioihin liittyen. (Ympäristöhallinto 2014b; Ilmatieteen laitos 2015a.)



Kuvio 10. Etelä-Savon pelastuslaitoksen ohjeistus tulvatilanteesta toimimisesta (Etelä-Savon pelastuslaitos 2015, 3.)

6 ESIMERKKI PYHÄJOKI

Keväällä 2013 koettiin myöhään ja epätavallisen nopeasti ja laaja-alaisesti alkanut terminen kevät. Pyhäjoen vesi nousi ja tulvi Pyhäjoen keskustaan jääpatotulvana keväällä 2013 (Kuvio 11). Tulva oli poikkeuksellinen, eikä sen kaltaiseen tulvaan oltu etukäteen varauduttu. (Ojanperä 2015.)



Kuvio 11. Tulvavesi Pyhäjoen keskustassa (Yle 2013b.)

6.1 Tulvan tapahtumia

Tulvasuojelua Pyhäjoen jokivarressa on tehty vuodesta 1950 lähtien muun muassa suojapenkerein. Tulviin oli varauduttu myös pitämällä varautumispalaveri maaliskuussa. Jääsahaukset tehtiin Pyhäjoen suistossa maaliskuun vaihteessa. Maastossa tapahtunutta hydrologista seuranta tehostettiin ja tulvatorjuntaorganisaatiosta oli määrätty henkilö varalle. (Ojanperä 2015; Utriainen 2015.)

Pyhäjoella annettiin viranomaistiedote, jolla tulva-alueella olevaa väestöä varoitettiin. Noin kilometrin pituisen jääpadon liikkeellelähdistä tehtiin ilmoitus pelastuslaitokselle. Jään vahvuus oli yli 50 senttimetriä teräsjäätä. Tulvan seurauksena

rakennuksille suurimmat vahingot aiheutuivat tulvavedestä. Koska tilanne tuli todella nopeasti päälle, keskityttiin ensisijaisesti henkilövahinkojen ehkäisyyn ja lisävahinkojen estämiseen. Asuinrakennuksia suojattiin niillä paikoin, millä sitä ehdittiin tekemään. Pelastuslaitoksen tekemän raportin mukaan alueella kastui 11 rakennusta, tuhoutui 20 muuta rakennusta ja kymmenen ihmistä pelastettiin. Henkilövahingoilta välttyttiin ja lisävahingot pystyttiin estämään. (Pelastustoimi 2013; Ojanperä 2015; Utriainen 2015.)

Tulvat tuhosivat rakennuksia siinä määrin, että osa rakennuksista meni purkukuntoon eristysten kastuessa. Muutamat talousrakennukset hajosivat jäiden vaikutuksista. Rakennuksia jouduttiin purkamaan ja kuivaamaan. Purettujen asuntojen tilalle rakennettiin uusia rakennuksia samoille paikoille uusin korkovaatimuksin. Uudet korkotasot on määritelty Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja kunnan viranomaisten yhteistyönä. Ennen kuin uusia rakennuksia voitiin rakentaa, tonttien maa-alueet oli nostettava täyttämään uusi korkovaatimus. (Ojanperä 2015.)

Tulevaisuuden varalle Pyhäjoen Kittiläntien tontit on korotettu siten, että kosteudelle alttiit rakennusosat saadaan korkeammalle. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen johtamana on käynnistetty suunnitelmat tulvantorjunnan parantamiseksi Pyhäjoen taajaman alueella. Uutta maankäyttöä suunniteltaessa jokivarteen edellytetään alimmissa rakentamiskorkeuksissa aiempaa paremmin myös poikkeuksellisten tulvien tuomaa tilannetta. (Ojanperä 2015.)

ELY-keskus on laatinut raportin jääpatotapahtumasta ja pelastuslaitos teki oman raportin tapahtuneesta. Tämän jälkeen käynnistettiin Pyhäjoen tulvariskien hallintasuunnitelman laadinta. (Utriainen 2015.)

6.2 Pelastuslaitoksen toiminta

Jokilaaksojen pelastuslaitos oli varautunut tulviin ELY-keskuksen järjestämän tulvavalaverin ennusteiden perusteella. Tämän jälkeen viranomaisten yhteispala-

verissa tarkastettiin tulvaennusteet, varautumisen tarve, yhteystiedot ja tulvaorganisaation ajantasaisuus. Pelastuslaitokset järjestivät tämän jälkeen vielä varautumispalaverit omille päällystöilleen. (Himanka 2015.)

Jokilaaksojen pelastuslaitos oli varautunut tulviin ihmisen pelastamiseen tarkoitettulla veneellä ja pintapelastuskalustolla. Pelastuslaitoksella oli käytettävissä myös suurteho uppopumppuja ja vesi-imureita ajoneuvojen pumppauskaluston lisäksi. Pumput ja imurit olivat helposti siirrettävissä tulva-alueelle. (Himanka 2015.)

Tulvien varalle asemalle oli varattu asuinrakennusten tilapäissuojaukseen soveltuvaa kalustoa, kuten muovikalvoa, lautatarvikkeita ja suursäkkejä. Tukitoimintojen johtamisen osalta oli olemassa korotettu valmius. Ylivieskan paloasemalla oli tilannekeskus valmiudessa. (Himanka 2015.)

Pyhäjoen tulvatilanne keskustan alueella tuli todella äkisti ja päätehtävänä oli ihmisten evakuointi vaara-alueelta riittävän ajoissa. Viranomaisen täytyi arvioida tilanteen vakavuus ajoissa. Tulvatilanteessa rakennuksia suojattiin muovittamalla perustukset metrin korkeudelta ja muovin alaosaan laitettiin maata vasten sorapatja painoksi. Tällä muovituksella pystyttiin suojaamaan useita rakennuksia lyhyehkön ajan kestävästä kohtuullista vedennousua vastaan. (Himanka 2015.)

Tulevaisuudessa jokivarsien tulvasuojelun toimenpiteillä ja rakentamisen ohjauksesta voidaan vaikuttaa tulvavahinkoihin ennaltaehkäisevästi ja jopa akuutissa tilanteessa. Tällaisia tulvasuojelun toimenpiteitä ovat muun muassa tulvaveden ohjaaminen ja jäämassojen pidättäminen. (Himanka 2015.)

7 POHDINTA

Etsiessäni opinnäytetyöhöni liittyvää aineistoa törmäsin paljon sellaiseen tietoon, mikä oli minulle jo ennestään tuttua. Olen itse kotoisin Pohjanmaalta, jossa tulvia ilmenee usein. Olen nähnyt jäiden lähtevän liikkeelle ja sen, kun ne patoutuvat jokiin ja nostavat niiden veden pintaa. Vesi saattaa tällöin lainehtia pitkän aikaa alavilla pelloilla ja hidastaa viljelyyn ryhtymistä.

Tulviin liittyen löytyi paljon tietoa ja niitä on tutkittu paljon. Niiden merkitystä ja syntymistä ja myös sitä, kuinka ne täytyy ottaa huomioon eri alueita suunniteltaessa. Tiedon paljoudesta johtuen oli haastavaa rajata, mikä on oleellista tietoa tähän työhön ja mitä kannattaa jättää pois.

Paljon puhuttu ja kritisoitu ilmastonmuutos näyttää vaikuttavan tulvien syntyyn nykyään ja tulevaisuudessa vielä paljon enemmän. Jossakin päin Suomea tulvat lisääntyvät sateiden lisääntyessä, kun taas toisaalla tulvariski pienenee lumimäärän vähetessä. Tästä aiheutuu paljon haasteita, koska ilmastonmuutoksen kehittymistä on vaikeaa ennustaa ja ilmastossa tapahtuu sen johdosta paljon yllättäviä muutoksia.

Olin yhtenä kesänä Kalajoen kaupungin palveluksessa mittauksissa ja siellä törmäsin usein alimman rakentamiskorkeuden määrittämiseen rakentamiskojoja merkatessani. Alin rakentamiskorkeus piti määrittää ympäröivään maastoon nähden riittävän korkealle, jotta tontille saataisiin riittävä kaato rakennukselta pois päin. Tämä varmistaa sen, että vesi valuu pois rakennuksesta. Meren läheisyydessä alin rakentamiskorkeus piti määrittää ELY-keskukselta hankitun alimman sallitun rakentamiskorkeuden mukaan N 2000 järjestelmässä.

Vaikka tulviin liittyen löytyikin paljon tietoa, niin sen vaikutusta maa- ja metsätalouteen oli kuitenkin hankala löytää. Varsinkin metsätalouteen liittyen oli tehty hyvin vähän tutkimuksia. Tämä todennäköisesti siksi, että tulvilla ei kuitenkaan ole laajamittaisia haittoja metsille.

Tulvien korvausvastuu on siirtynyt valtiolta jokaisen kiinteistön omistajan itse huolehdittavaksi. Jokaisen tulvavaara-alueilla asuvien ihmisten täytyy muistaa huolehtia, että vakuutukset ovat kunnossa saadakseen korvauksia tulvan aiheuttamista vahingoista. Tämä käytäntö nopeuttaa korvausten saantia ja sen avulla saadaan kiinteistöt paremmin yksityiskohtaiseen tarkasteluun.

Tulvavaara-alueella ihmiset voivat tehdä paljon tutustumalla jo ennen tulvia tulvavaara ja -riskikarttoihin. Niistä saa selville mihin asti tulva saattaa nousta. Kun tulvaan on etukäteen varauduttu, pystytään nopeuttamaan suojautumista ja saadaan pahimmat vauriot vähemmäksi. Tulviin voidaan varautua esimerkiksi varamalla välineitä tulvasuojelua varten.

Kevättulva yllätti täysin Pyhäjoen vuonna 2013. Siellä rakennuksia ehti vaurioitua ja pelastustoimenpiteet piti keskittää pääosin ihmisten pelastamiseen. Tietoa haikiessani minua pyydettiin kysymään asiasta usealta eri taholta. ELY-keskukselta, pelastusviranomaisilta ja kunnan työntekijöiltä sai jokaiselta oman näkökulman tulvatilanteeseen varautumiseen ja tulvatilanteessa toimimiseen. Tässä tulvatilanteessa viranomaisten yhteistyö on ollut tärkeää, samoin kuin se on jokaisessa muussakin tulvatilanteessa. Tiedon täytyy kulkea joutuisasti, jotta pelastustoimet sujuvat mahdollisimman mutkattomasti.

Tulevaisuudessa pidän tulvien odotettavaa lisääntymistä merkittävänä haasteena yhteiskunnalle. Eryteisesti niillä paikkakunnilla, joilla tulvatilanne on nyt jo melko paha. Tärkeimpänä tulvien ehkäisykeinona pidän järkevää alueiden käytön suunnittelua. Uusia alueita suunniteltaessa ja rakennettaessa täytyy ottaa huomioon, miten erilaisiin tulviin varaudutaan. Eryteisesti kaupungeissa pitää miettiä, miten saadaan lisääntyvien rankkasateiden vedet johdettua oikein, etteivät ne kerry maanpinnalle aiheuttaen pahoja tulvatilanteita. Uusille alueille täytyy rakentaa riittävän suuret hulevesien poistojärjestelmät.

LÄHTEET

- Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J., Kotro, J., Kuitunen, T., Ollilla, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J., Tiihonen, T., Tuomenvira, H & Vajda, A. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Akaan Seutu 2013. Lontilanjoen tulvimisesta on suurin haitta ympäristölle. Viitattu 20.2.2015 <http://akaanseutu.fi/2013/04/30/lontilanjoen-tulvimisesta-on-suurin-haitta-ymparistolle/>.
- ELY-keskus 2015. Vaikuta Kokemäenjoen vesistön tulvariskien hallintaan (Varsinais-Suomen ELY-keskus). Viitattu 26.3.2015 <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/vaikuta-kokemaenjoen-vesiston-tulvariskien-hallintaan-varsinais-suomen-ely-keskus-#.VRV33fmsXBc>.
- Etelä-Savon pelastuslaitos 2015. Pientalon tulva turvallisuusopas. Viitattu 27.3.2015 http://www.savonlinna.fi/filebank/3727-Tulvaturvallisuusopas_asukas.pdf.
- Helsingin kaupunki 2013. Helsingin kaupungin tulvaohje. Viitattu 30.3.2015 http://www.hel.fi/static/helsinki/julkaisut/Tulvaohje_suo_17062013.pdf.
- Himanka, K. 2015. Pyhäjoen kevättulva 2013. Email henri.silver@edu.lapinamk.fi 26.3.2015. Tulostettu 26.3.2015.
- Ilmasto-opas.fi 2015a. Vaihtelevat virtaamat, hupenevat hanget - ilmastonmuutos sekoittaa Suomen vesipalettia. Viitattu 28.3.2015 <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/a0596a76-eb8b-45e7-ab51-9bc6149f7312/veden-maara.html>.
- Ilmasto-opas.fi 2013. Tulviin voidaan varautua tulvariskien hallintatoimilla. Viitattu 28.3.2015 http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/8c767266-3af1-4f15-9a44-8d07ea02f0c1/tulviin-voidaan-varautua-tulvariskien-hallintatoimilla.html#h_Tulvariskien_hallinnan_suunnittelusta_vastavat_ELY-keskukset_ja_kunnat.
- Ilmasto-opas.fi 2015b. Ilmastonmuutos kiihdyttää puiden kasvua Suomessa. Viitattu 27.3.2015 <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/34335d0b-495f-44c6-8d3f-5e528df49713/metsien-kasvu-ja-hiilitase.html>.
- Ilmatieteen laitos 2015a. Toimintaohjeita äkkitulviin. Viitattu 27.3.2015 <http://ilmatieteenlaitos.fi/toimintaohjeita-akkitulviin>.
- Ilmatieteen laitos 2015b. Merivedenkorkeus. Viitattu 30.3.2015 <http://ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeus>.
- Isteri, M., Sassi-Päkkilä, P. 2014. Tulvariskit Siikajoen vesistöalueella ehdotukset kaavoitukseen ja maankäytön suunnitteluun.

Joensuu, S. 2015. Tulvaesityksiäni. Email henri.silver@edu.lapinamk.fi
1.4.2015. Tulostettu 1.4.2015.

Karttunen, V., Halonen, M., Vanhanen, J., Raivio, T., Lunabba, J., Gregow, H., Saku, S., Jokinen, P., Lehtonen, I., Ruosteenoja, K., Pellikka, H., Vainio, J., Tanskanen, E., Peitso, P., Laitinen, T., Viljanen, A & Hynönen, R. 2015. Äärevien sää- ja avaruussääilmiöiden vaikutus kriittisiin infrastruktuureihin. Viitattu 28.4.2015 <http://www.huoltovarmuus.fi/static/pdf/637.pdf>.

KP24.fi 2012. Elokuun 2012 tulvia. Viitattu 6.4.2015 <http://www.kp24.fi/uutiset/Gallery.aspx?id=2403&brand=2>.

Laki poikkeuksellisten tulvien vahinkojen korvaamisesta 18.3.1983/284.

Laki satovahinkojen korvaamisesta 21.12.2000/1214.

Laki tulvariskien hallinnasta 24.6.2010/620.

Lapatto, M. 2013. Poikkeuksellisten tulvavahinkojen korvaaminen muuttuu 2014. Viitattu 28.3.2015 http://www.fkl.fi/kannanotot/kysymyksiä_ja_vastauksia/Dokumentit/QA_Tulvavahinkojen_korvaaminen_muuttuu.pdf.

Lähitapiola 2013a. Tulvaturva osaksi koti-, maatila- ja kiinteistövuokatuksia. Viitattu 5.4.2015 <http://omatalous.lahitapiola.fi/koti/artikkeli/1310377216671/tulvaturva-osaksi-koti-maatila-ja-kiinteistovuokatuksia>.

Lähitapiola 2013b. Kodin vakuutus. Viitattu 18.2.2015 <http://public.brandgate.fi/lahitapiola/lahitapiola/fi/tiedostot/124522/>.

Lähitapiola 2015. Kotitalouden vakuutusehdot. Viitattu 19.2.2015 <http://public.brandgate.fi/lahitapiola/lahitapiola/fi/tiedostot/118283/>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2009. Tulvariskityöryhmän raportti. Viitattu 29.3.2015 http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuisiot/2009/5FAuDBwRt/trm5_2009_Tulvariskityoryhman_raportti_26_3_2009__lopullinen_3.pdf.

Maa- ja metsätalousministeriö 2011. Asutuksen tulvasuojelu tärkeintä. Viitattu 25.3.2015 http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/vesivarat/tulvien_torjunta.html.

Maaseudun Tulevaisuus 2015. Märät pellot ja tulvat myöhästyttävät toukotöitä. Viitattu 20.2.2015 http://m.mt1.fi/P%C3%A4%C3%A4kirjoitukset/_feed_maa-seutu_m%25C3%25A4r%25C3%25A4t-pellot-ja-tulvat-my%25C3%25B6h%25C3%25A4styt%25C3%25A4v%25C3%25A4t-toukot%25C3%25B6it%25C3%25A4-1.37658?related=true.

Maaseudun Tulevaisuus 2013. Tulvat pahentavat hukkakaurariskiä. Viitattu 20.2.2015 <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/tulvat-pahentavat-hukkakaurariski%C3%A4-1.38588>.

Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Maaseutuvirasto 2014. Viljelijän vaihtoehdot sateen vahingoittamilla pelloilla vuonna 2014. Viitattu 26.3.2015 <http://www.mavi.fi/fi/tietoa-meista/tiedotteet/Documents/Viljelijan-vaihtoehdot-sateen-vahingoittamilla-pelloilla-2014.pdf>.

Metsäntutkimuslaitos 2000. Tulva. Viitattu 1.3.2015 http://www.metla.fi/mediainfo/metsienterveys/lajit_kansi/abtulv-n.htm.

Ojanperä, V. 2015. Pyhäjoen kevättulva 2013. Email henri.silver@edu.lapinamk.fi 19.3.2015. Tulostettu 19.3.2015.

Ollila, M. 2002. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, Ympäristöministeriö & Maa- ja metsätalousministeriö.

Parjanne, A. & Huokuna, M. 2014. Tulviin varautuminen rakentamisessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos, Ympäristöministeriö & Maa- ja metsätalousministeriö.

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Pelastustoimi 2013. Ilmasto muuttuu - tulvavahingot kasvavat. Viitattu 29.3.2015 http://www.pelastustoimi.fi/ajankohtaista/blogi/1/0/pelastusylitarkastaja_taito_vainio_-_ilmasto_muuttuu_-_tulvavahingot_kasvavat.

Pohjola 2013. Miten tulvavahinkoja korvataan vakuutuksista? Viitattu 1.4.2015 <https://www.pohjola.fi/pohjola?cid=331713339&srcpl=3>.

Sane, M., Alho, P., Huokuna, M., Käyhkö, J. & Selin, M. 2006. Opas yleispiirteisen tulvavaarakartoituksen laatimiseen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Silander, J. & Parjanne, A. 2012. Tulvariskien euromääräisten vahinkojen ja niiden hallinnan hyötyjen arviointi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Utriainen, O. 2015. Kysymyksiä tulviin liittyen. Email henri.silver@edu.lapinamk.fi 24.3.2015. Tulostettu 24.3.2015.

Veijalainen, N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos –vaikutukset ja muutokseen sopeutuminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Vihdin Uutiset 2014. Rankkasade aiheutti tulvan Nummelan keskustaan. Viitattu 22.4.2015 <http://www.vihdinuutiset.fi/artikkeli/227908-rankkasade-aiheutti-tulvan-nummelan-keskustaan>.

Yle 2012. Tulvat tulivat myös metsiin. Viitattu 6.4.2015 http://yle.fi/uutiset/tulvat_tulivat_myos_metsiin/6108062.

Yle 2013a. Viljelijä häviää aina tulva- ja satovahinkojen sattuessa. Viitattu 10.3.2015 http://yle.fi/uutiset/viljelijä_haviaa_aina_tulva-_ja_satovahinkojen_sattuessa/6486487.

Yle 2013b. Pyhäjoen tulvasta yli miljoonan vahingot. Viitattu 22.4.2015 http://yle.fi/uutiset/pyhajoen_tulvasta_yli_miljoonan_vahingot/6645678.

Ympäristöhallinto 2013a. Tulvasanasto. Viitattu 16.1.2015 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvasanasto.

Ympäristöhallinto 2013b. Tulvariskien hallintasuunnitelmat. Viitattu 2.2.2015 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelu/Tulvariskien_hallintasuunnitelmat.

Ympäristöhallinto 2013c. Miten varaudun tulviin ja mitä teen tulvatilanteessa - Etelä-Savo. Viitattu 17.2.2015 [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Miten_varaudun_tulviin_ja_mita_teen_tulvatilanteessa/Miten_varaudun_tulviin_ja_mita_teen_tulv\(25628](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Miten_varaudun_tulviin_ja_mita_teen_tulvatilanteessa/Miten_varaudun_tulviin_ja_mita_teen_tulv(25628).

Ympäristöhallinto 2014a. Alimpien rakentamiskorkeuksien määrittäminen ranta-alueilla. Viitattu 31.3.2015 [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvien_huomiointi_maankayton_suunnittelussa/Alimpien_rakentamiskorkeuksien_maarittam\(30857\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvien_huomiointi_maankayton_suunnittelussa/Alimpien_rakentamiskorkeuksien_maarittam(30857)).

Ympäristöhallinto 2014b. Miten varaudun tulviin ja mitä teen tulvatilanteessa? Viitattu 12.1.2015 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Miten_varaudun_tulviin_ja_mita_teen_tulvatilanteessa?f=Lapin_ELYkeskus.

Ympäristöhallinto 2015a. OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. Viitattu 25.3.2015 <https://www2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>.

Ympäristöhallinto 2015b. Tietoa ympäristö- ja paikkatietopalvelusta. Viitattu 25.3.2015 <https://www2.ymparisto.fi/tietoapalvelusta.html>.

Ympäristöhallinto 2015c. Tulvakarttapalvelu. Viitattu 20.1.2015 <http://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat/SL/Viewer.html?Viewer=Tulvakarttapalvelu>.