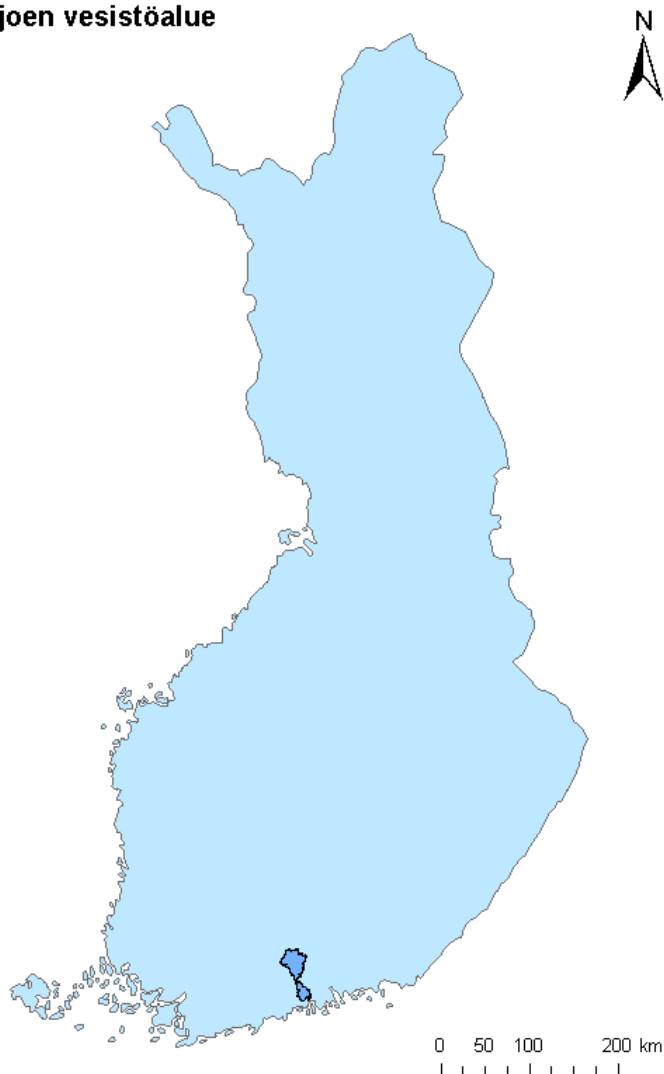


# TULVARISKIEN ALUSTAVA ARVIOINTI

## 19. Mustijoen vesistöalue

**Mustijoen vesistöalue**



# SISÄLLYSLUETTELO

1	TAUSTAA.....	1
2	VESISTÖALUEEN KUVAUS.....	2
2.1	HYDROLOGIA .....	2
2.2	MAANKÄYTTÖ JA KAAVOITUS .....	5
2.3	ERITYISALUEET: LUONNONSUOJELUKOhteet JA KULTTUURIHISTORIALLISET KOhteet.....	8
2.3.1	<i>Luonnonsuojelualueet ja Natura-alueet</i> .....	8
2.3.2	<i>Vesistön kasvillisuus, puusto, kalasto ja eläimistö</i> .....	9
2.3.3	<i>Historialliset kohteet ja kulttuuriympäristöt</i> .....	9
2.4	TEHDYT TULVASUOJELUHANKKEET JA TOIMENPITEET .....	10
2.5	VESISTÖN KÄYTTÖ, PADOT, VOIMALAITOKSET JA SÄÄNNÖSTELYT.....	11
3	KOKEMUKSET VESISTÖN TULVISTA .....	12
3.1	HAVAINNOTIETOJA TOTEUTUNEISTA TULVISTA JA KUVAKSIA SUURIMMISTA TULVISTA.....	12
3.2	ARVIO TULVIEN VAIKUTUKSISTA NYKYTILANTEESSA .....	12
3.2.1	<i>Maankäytön vaikutukset tulvien muodostumiseen</i> .....	12
3.2.2	<i>Nykyisille rakennuksille, teille ja yhteiskunnan tärkeille toiminnoille aiheutuvat riskit</i> .....	13
4	TULEVAISUUDEN TULVAT JA TULVARISKIT .....	14
4.1	ILMASTOMUUTOKSEN VAIKUTUS .....	14
4.2	PITKÄAIKAISEN KEHITYKSEN VAIKUTUS TULVARISKEIHIN .....	15
5	TULVARISKIALUEET .....	15
5.1	PAIKKATIETOAINESTON KÄYTTÖ TULVARISKIALUEIDEN MÄÄRITTÄMISESSÄ .....	15
5.2	TULVALLE ALTISTUVA VÄESTÖ JA TALOUDELLINEN TOIMINTA.....	16
5.3	VAIKEASTI EVAKUOITAVAT KOhteet .....	17
5.4	Yhteiskunnan kannalta tärkeät toiminnot .....	17
5.5	TULVARISKI YMPÄRISTÖLLE JA KULTTUURIPERINNÖLLE .....	18
5.6	VESISTÖRAKENTEIDEN AIHEUTTAMA TULVARISKI JA PATOTURVALLISUUS .....	18
6	EHDOTUS MAHDOLLISIKSI MERKITTÄVIKSI TULVARISKIALUEIKSI .....	19
7	MUUT TULVARISKIALUEET .....	19
8	YHTEENVETO.....	19

LÄHTEET

LIITTEET

## 1 Taustaa

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) ja siihen liittyvä asetus (659/2010) tulivat voimaan kesällä 2010. Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia sekä edistää varautumista tulviin. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet. Vesitaloudellisten keinojen ohella kiinnitetään huomiota erityisesti alueiden käytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen sekä pelastustoimintaan. Tulvariskien hallinnan tavoitteena on vähentää vahingollisia seurauksia ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle. Lain ja asetuksen avulla toimeenpannaan Euroopan unionin tulvadirektiivi (2007/60/EC).

Tulvariskien hallintaan kuuluvat tulvariskien alustava arviointi, mahdollisten merkittävien tulvariskialueiden nimeäminen, tulvavaara- ja tulvariskikarttojen laatiminen sekä toimenpiteiden selvittäminen. Tulvariskien alustavan arvioinnin avulla (määräaika 22.12.2011) etsitään alueet, joilla tulvista voi aiheutua merkittävää vahinkoa. Näille mahdollisille merkittäville tulvariskialueille laaditaan tulvavaara- ja tulvariskikartat (määräaika 22.12.2013) sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat (määräaika 22.12.2015). Tulvavaarakartalla esitetään tulvan laajuus ja vesisyvyys karttapohjalla tietyllä todennäköisyydellä. Tulvariskikartalla kuvataan puolestaan tietyn suuruisen tulvan aiheuttamat mahdolliset vahingot, mm. seurauksista kärsivien asukkaiden määrä ja ympäristölle haitalliset kohteet. Tulvariskien hallintasuunnitelmissa esitetään toimenpiteet tulvariskien vähentämiseksi. Vesistötulvien osalta hallintasuunnitelmat laaditaan vesistöalueille, joilla on yksi tai useampi mahdollinen merkittävä tulvariskialue.

Tulvariskien alustava arviointi luo tärkeän pohjan tulvariskien hallinnalle. Vesistöalueiden ja merenrannikon tulvariskien alustavasta arvioinnista huolehtii valtion aluehallintoviranomaisena elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus (ELY). Kunnat vastaavat huivesitulvariskien arvioinnista alueellaan. Lain mukaan tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä. Arvioinnissa kerätään tiedot toteutuneista ja mahdollisista tulevaisuuden tulvista ja niiden haitallisista vaikutuksista. Laajoja uusia selvityksiä ei tulvariskien alustavan arvioinnin yhteydessä tehdä, vaan se perustuu olemassa olevaan tietoon. Vesistöalueiden tulvariskien alustava arviointi tehdään vesistöalueittain ja meritulvariskien alustava arviointi ELY-keskuksittain. Maa- ja metsätalousministeriö nimeää vesistöalueen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ehdotuksesta.

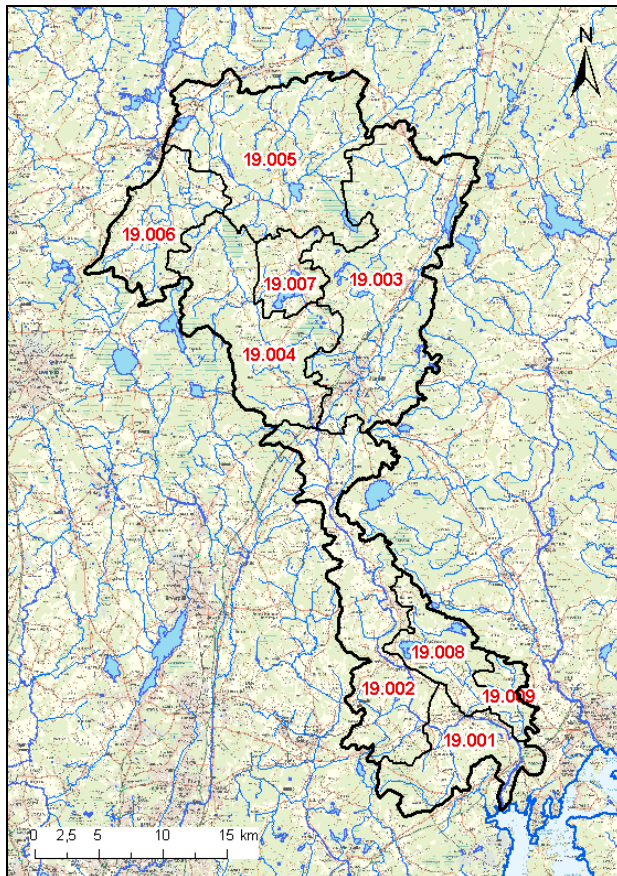
Tässä arviointiraportissa on esitetty tulvariskien hallinnasta annetun lain mukainen tulvariskien alustava arviointi Mustijoen vesistöalueen osalta.

## 2 Vesistöalueen kuvaus

### 2.1 Hydrologia

Mustijoen vesistöalue sijaitsee itäisellä Uudellamaalla pääosin Porvoon kaupungin sekä Sipoon, Pornaisten ja Mäntsälän kuntien alueella. Valuma-alueen yläosa sijaitsee Hämeen ELY-keskuksen alueella Hausjärven ja Kärkölän kunnissa. Mustijoen pituus merentä Sulkavanjärveen on 78 km, valuma-alueen suuruus (F) on 783,21 km<sup>2</sup> ja järvisyys (L) on 1,49 %. Mustijoki saa alkunsa Mäntsälän Hunttijärvestä ja se laskee Suomenlahden Kilpilahteen n. 10 km Porvoon keskustasta lounaaseen.

Mustijoen merkittävimmät järvet ovat Suojärvi (N<sub>60</sub> +85,10m), Sulkavanjärvi (+80,20m), Kilpijärvi (+78,10m), Hunttijärvi (+72,40m) ja Kotojärvi (+24,20m). Mustijoen merkittävimmät latvahaarat ovat Mäntsälänjoki ja Hirvihaaranjoki. Valuma-alue on esitetty kuvassa 1 ja osa-alueiden tunnusluvut taulukossa 1.



© Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659. © SYKE

Kuva 1. Mustijoen valuma-alue.

Taulukko 1. Mustijoen osavaluma-alueet.

Osa-alue	Pinta-ala km <sup>2</sup>	Järvisyys %	Järvet
19.001 Mustijoen alaosan a	59,52	0	-
19.002 Mustijoen keskiosan a	130,47	0,36	Niinijärvi
19.003 Mäntsälänjoen va	182,79	1,64	Hunttijärvi, Pitkäjärvi, Vähäjärvi, Joutsjärvi, Kaukalampi, Iso-Vuotava, Venunjärvi
19.004 Hirvihaaranjoen a	109,22	0,03	Kotojärvet
19.005 Sulkavanjärven va	151,83	2,15	Suojärvi, Sulkavanjärvi, Pursijärvi, Rutajärvi
19.006 Mustajoen va	61,90	0	-
19.007 Kilpiojan va	28,27	9,69	Kilpijärvi
19.008 Isonniitynojan va	42,82	5,09	Kotojärvi, Ruokijärvi
19.009 Kungsbäckenin va	16,38	0	-

Vesistön vedenkorkeuksia tarkkaillaan Vekkoskella, Mustijoen vesilaitoksella ja Hirvihaaranjoella. Virtaamia tarkkaillaan Vekkosken ja Hirvihaaranjoen havaintopaikoilla. Vedenkorkeuden ja virtaaman tunnusluvut on esitetty taulukoissa 2a ja 2b.

Taulukko 2a. Vedenkorkeuden tunnusluvut Mustijoen havaintopaikoilla.

Havaintopaikka	Havaintojakso	Kork. järj.	Vedenkorkeuden tunnusluku (m)					HWvuosi
			NW	MNW	MW	MHW	HW	
Vekkoski 1900100	1964-2009	N <sub>60</sub>	10,17	10,29	10,73	12,19	13,31	1966
Ridanfors <sup>1)</sup> 1900300	1935-2002	N <sub>60</sub>	0,04	1,29	1,57	2,59	3,09	1999
Hirvihaaranjoki 1900400	1986-2009	N <sub>60</sub>	71,83	71,94	72,11	72,66	72,90	2004

<sup>1)</sup> Tiedot puuttuvat 1966-1972.

Taulukko 2b. Virtaaman tunnusluvut Mustijoen havaintopaikoilla.

Havaintopaikka	Havaintojakso	Virtaaman tunnusluku (m <sup>3</sup> /s)					HQvuosi
		NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ	
Vekkoski 1900100	1966-2009	0,02	0,31	6,1	61	148	1966
Hirvihaaranjoki 1900400	1987-2009	0,08	0,26	2,7	33	57	2004

Hydrologisten havaintojen perusteella voidaan arvioida vedenkorkeuksien ja virtaamisen suuruutta erilaisilla toistuvuusajoilla. Gumbelin toistuvuusanalyysin avulla saadut toistuvuusarvot on esitetty taulukoissa 3a ja 3b.

Taulukko 3a. Mustijoen vedenkorkeuksia eri toistuvuuksilla.

Havaintopaikka	Havaintojakso	Kork. järj.	Vedenkorkeus (m)				
			HW <sub>1/20</sub>	HW <sub>1/50</sub>	HW <sub>1/100</sub>	HW <sub>1/250</sub>	HW <sub>1/1000</sub>
Vekkoski 1900100	1964-2009	N <sub>60</sub>	12,87	13,13	13,33	13,59	13,98
Ridanfors <sup>1)</sup> 1900300	1935-2002	N <sub>60</sub>	3,13	3,33	3,49	3,70	4,01
Hirvihaaranjoki 1900400	1986-2009	N <sub>60</sub>	72,86	72,94	73,00	73,07	73,19

<sup>1)</sup> Tiedot puuttuvat 1966-1972.

Taulukko 3b. Mustijoen virtaamia eri toistuvuuksilla.

Havaintopaikka	Havaintojakso	Virtaama (m <sup>3</sup> /s)				
		HQ <sub>1/20</sub>	HQ <sub>1/50</sub>	HQ <sub>1/100</sub>	HQ <sub>1/250</sub>	HQ <sub>1/1000</sub>
Vekkoski 1900100	1966-2009	105	122	135	152	177
Hirvihaaranjoki 1900400	1987-2009	52	59	64	72	83

Mustijoki kuuluu Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueeseen. Vesienhoitosuunnitelman mukaiset vesimuodostumat ja niiden laatuluokitus on esitetty taulukossa 4. Mustijoen vesistöalueen uomien fysikaalis-kemiallinen tila on tyydyttävä. Heikko vedenlaatu johtuu suuresta haja- ja pistekuormituksesta, ja aliveden aikaiset pienet virtaamat heikentävät tilannetta entisestään.

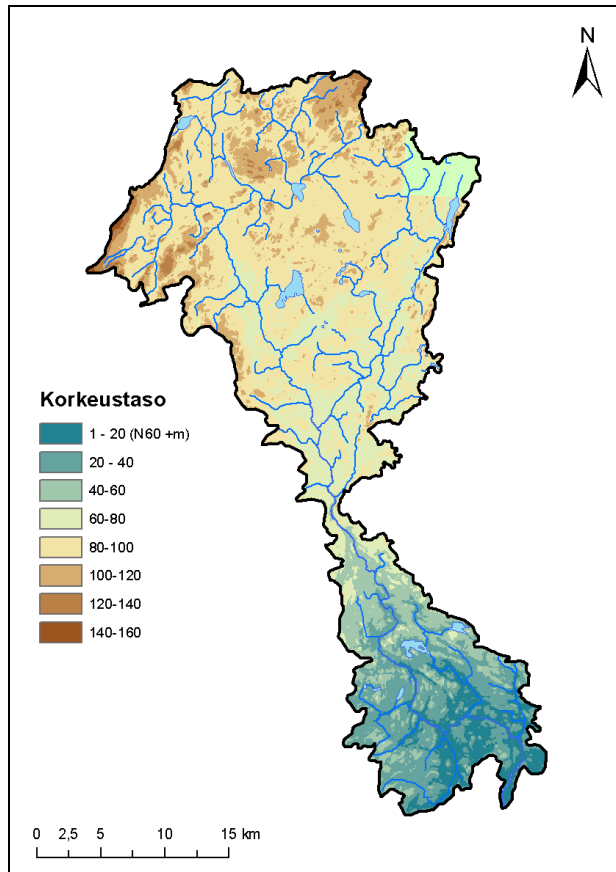
Taulukko 4. Mustijoen vesimuodostumien luokittelu.

Vesistö- alue	Vesimuodostuman nimi	Pinta-ala/pituus	Fysikaalis- kemiallinen tila	Ekologinen luokka	Muu arvio tilasta
19.002	Niinijärvi	27,93 ha	V		V
19.003	Hunttijärvi	150,23 ha	Hy		T
19.005	Sulkavanjärvi (Mäntsälä)	96,50 ha	Hu		V
19.005	Suojärvi	115,55 ha	Hy		Hy
19.007	Kilpijärvi	263,81 ha	V	V	
19.008	Kotojärvi	143,84 ha		EL	
19.008	Ruokijärvi	65,57 ha		EL	
19.001	Mustijoen alaosa	15,31 km	T		T
19.002	Mustijoen keskiosa	31,20 km	T		T
19.003	Mäntsälänjoki	21,04 km	T		T
19.004	Hirvihaaranjoki-Sulkavanpuro	29,90 km	T		T
19.009	Kungsbäcken	7,70 km	T		T

E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä, Hu = huono, EL = ei luokittelua

Mustijoen vesistöalueen korkeussuhteet on esitetty kuvassa 2. Valuma-alue jakautuu eteläiseen alavaan osaan ja pohjoiseen korkeampaan osaan. Alueen keskiosalla Halkian kohdalla valuma-alue on poikkeuksellisen kapea Sipoonjoen latvaosien ja Porvoonjoen Piurunjoen osavaluma-alueen välissä. Kapeimmillaan alue on vain n. yhden kilometrin levyinen.

Mustijoki kulkee tyypillisesti peltojen reunustamassa syvässä uomassa. Valuma-alueen paikalliset korkeusvaihtelut ovat suuret. Pohjoisessa vesistö rajautuu Salpausselän harjualueisiin, missä korkeimmat kohdat sijaitsevat n. +150 merenpinnan yläpuolella.



© SYKE, MML

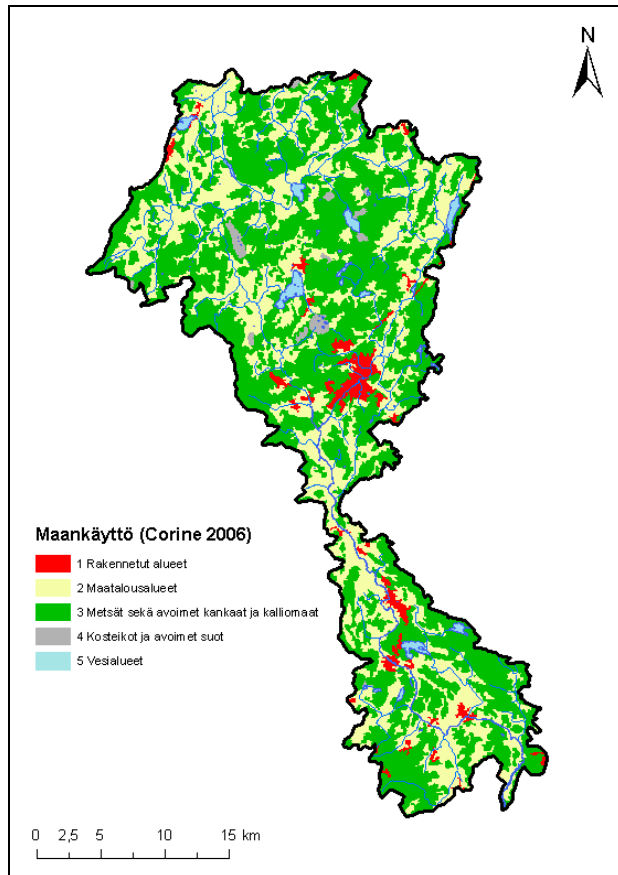
Kuva 2. Mustijoen valuma-alueen korkeussuhteet.

## 2.2 Maankäyttö ja kaavoitus

Mustijoen valuma-alueen maankäyttö Corine-aineistoon pohjautuen on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 3. Aineiston perusteella valtaosa valuma-alueesta on metsää ja vajaa kolmannes maatalousaluetta. Pellot sijaitsevat pääosin jokien ja purojen varsilla. Vesi- ja suoalueita on vain vähän. Myös rakennettuja alueita on melko vähän. Laajimmat rakennetut alueet ovat Mäntsälässä sekä valuma-alueen alaosalla Pornaisissa, Jokimäessä ja Hinthaarassa.

Taulukko 5. Maankäyttö Mustijoen alueella.

Maankäyttöluokka (Corine 2000)	Pinta-ala [km <sup>2</sup> ]	%
Rakennetut alueet	64.21	8.2
Maatalousalueet	238.28	30.4
Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat	454.24	58.0
Kosteikot ja avoimet suot	13.42	1.7
Vesialueet	13.03	1.7



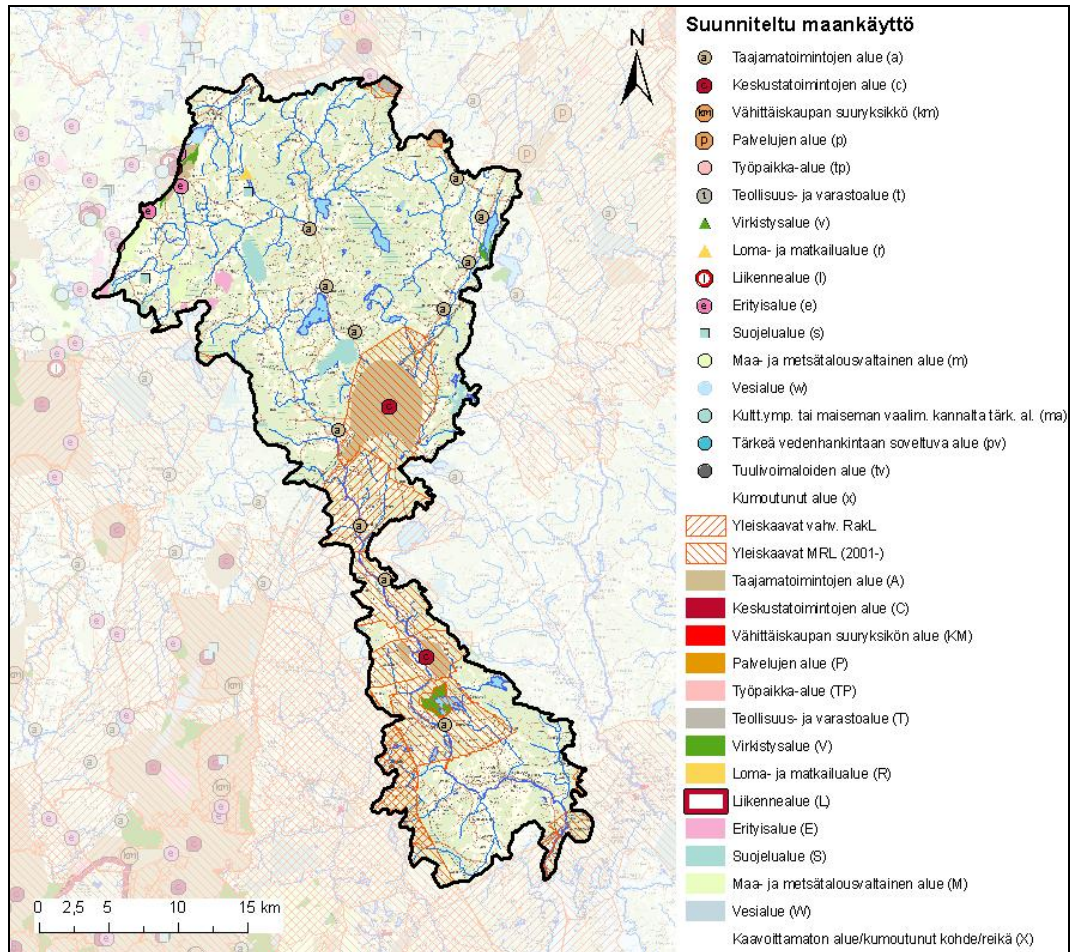
© SYKE, EEA

Kuva 3. Maankäyttö Mustijoen valuma-alueella.

Maankäytön suunnittelun tehtävänä on ohjata alueiden käyttöä ja rakentamista. Maankäyttöä ohjataan valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla ja kaavoituksella. Kaavoitus käsittää maakunta-, yleis- ja asemakaavat. Nämä yhdessä muodostavat maankäytön suunnittelujärjestelmän. Ranta-alueilla tapahtuvaa rakentamista, erityisesti loma-asutuksen osalta, ohjataan ranta-asemakaavalla. Rakentamisen toteuttamista tulvariskialueiden ulkopuolelle ohjataan kaavamääräyksillä, joissa voidaan määrittää esimerkiksi alin lattiakorkeus. ELY-keskukset laativat suosituksia alimmista tulvan kannalta riittävän turvallisista rakentamiskorkeuksista. Haja-asutusalueilla rannoille rakennettaessa tarvitaan poikkeuslupa, jossa myös otetaan tarvittaessa huomioon tulvariski.

Mustijoen valuma-alueen kaavoitetut alueet on esitetty kuvassa 4. Uudenmaan maakuntakaava, jonka ympäristöministeriö on vahvistanut 8.11.2006, kattaa valuma-alueen eteläosan. Valuma-alueen pohjoisosissa on lisäksi voimassa Päijät-Hämeen sekä Kanta-Hämeen maakuntakaavat.





© Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659. © SYKE, Maakuntien liitot

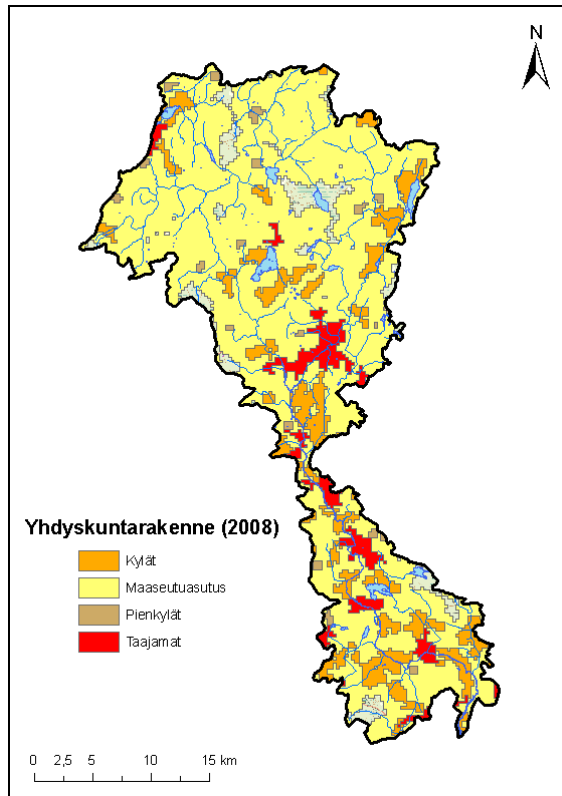
Kuva 4. Maakuntakaavan mukainen suunniteltu maankäyttö Mustijoen valuma-alueella.

Laajimmat asemakaavoitetut alueet sijaitsevat Mäntsälässä, Pornaisissa ja sen eteläpuolisella Kotojärven alueella sekä Hinthaarassa.

Mustijoen suualue on yleiskaavoitettua aluetta. Lisäksi laaja yleiskaavoitettu alue ulottuu Laukkosken ja Linnanpellon alueelta aina Mäntsälän pohjoispuolelle saakka.

Maakuntakaavoissa laajin yhtenäinen aluevaraus on Mäntsälän ja sen ympäristön taajamatoimintojen alue. Myös Pornaisten ympäristöön on merkitty taajamatoimintojen varauksia. Kotojärven länsipuolella on laaja varaus virkistysalueeksi.

Mustijoen valuma-alueen yhdyskuntarakenne on esitetty kuvassa 5. Taajamat sijoittuvat Halkian alueen lisäksi pääasiassa asemakaavoitetuille alueille. Laajempaa kyläasutusta on etenkin suurimpien uomien varsilla. Maaseutumainen asutus kattaa valtaosan Mustijoen valuma-alueesta etenkin sen yläosalla. Tärkeimmät liikenneyhteydet ovat Helsinki-Kotka -valtatie 7, Helsinki-Lahti valtatie 4 sekä rautatiet Keravalta Lahteen, Kilpilahteen ja Porvooseen.



© SYKE, Tilastokeskus

Kuva 5. Yhdyskuntarakenne Mustijoen valuma-alueella.

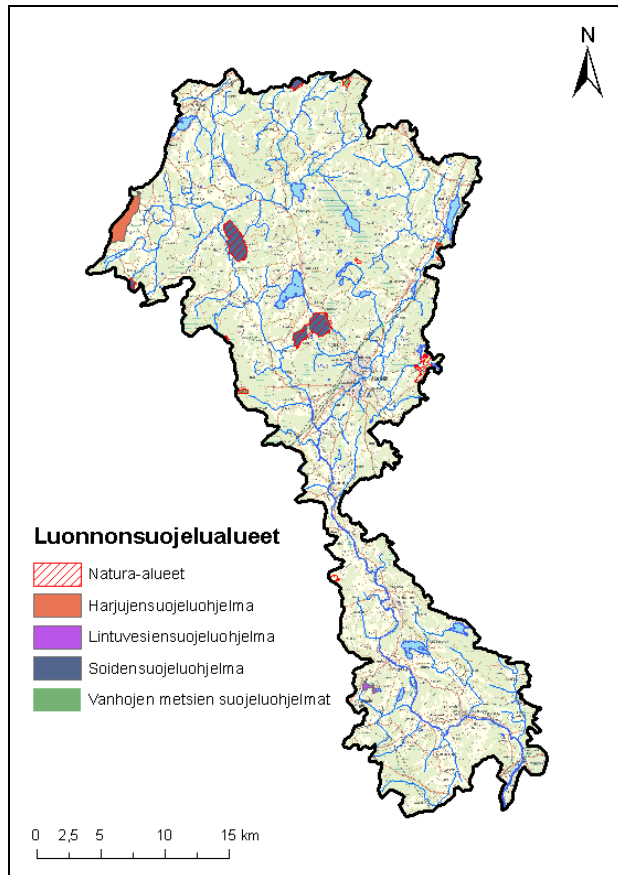
## 2.3 Erityisalueet: luonnonsuojelukohteet ja kulttuurihistorialliset kohteet

### 2.3.1 Luonnonsuojelualueet ja Natura-alueet

Mustijoen alueella olevat luonnonsuojelualueet ja Natura2000 -alueet on esitetty kuvassa 6. Vesistöalueelle sijoittuu yksi harjijensuojeluohjelma, yksi lintuvesiensuojeluohjelma, viisi soidensuojeluohjelmaa sekä kolme vanhojen metsien suojeluohjelmaa. Valuma-alueella on kymmenen Natura2000 -aluetta ja 17 yksityisen maalla olevaa suojelukohdetta.

Laajimmat luonnonsuojeluohjelma-alueet ovat Kilpisuon ja Isosuo-Kotojärven soidensuojeluohjelmat. Suot kuuluvat myös Natura2000 -alueisiin.

Peruskarttatarkastelun perusteella voidaan arvioida, että tulviminen ei aiheuta korvaamattomia vahingollisia seurauksia luonnonsuojelukohteille.



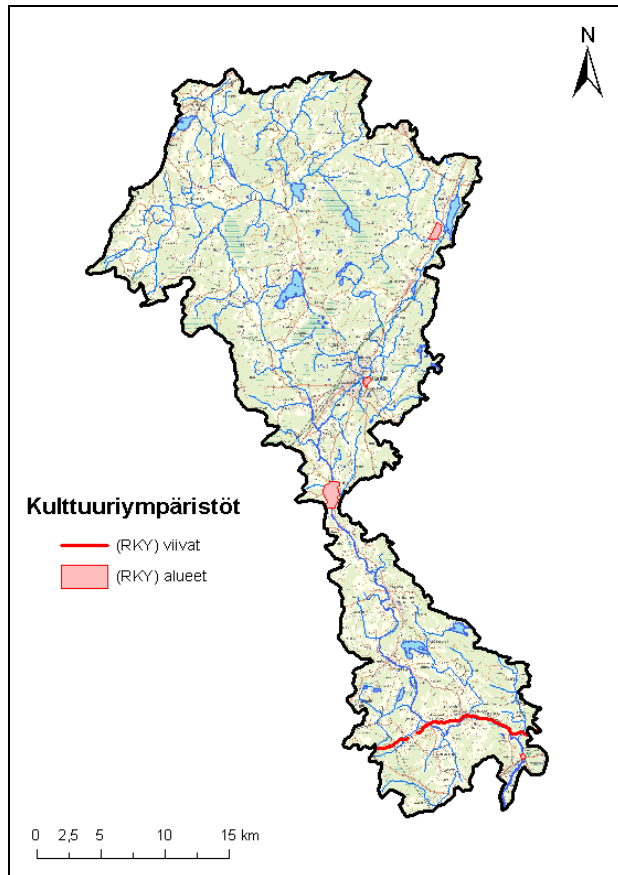
© Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659. © SYKE, Metsähallitus, ELY-keskukset  
 Kuva 6. Mustijoen valuma-alueen luonnonsuojelualueet.

### 2.3.2 Vesistön kasvillisuus, puusto, kalasto ja eläimistö

Porvoonjoen vesistössä ja vesistöjen varsilla kasvillisuus, puusto ja vesieliöstö on pääosin tavanomaista ja samantyyppistä kuin muissakin Etelä-Suomen isoissa jokivesistöissä. Joen kalakantoja on elvytetty ja kalojen nousua vesistön ylempiin osiin on helpotettu mm. koskien kunnostuksilla.

### 2.3.3 Historialliset kohteet ja kulttuuriympäristöt

Mustijoella sijaitsevat valtakunnallisesti merkittävät kulttuurihistorialliset kohteet on esitetty kuvassa 7. Keskeisimmät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet ovat Drägsbyn kartano Mustijoen alaosalla sekä Frugårdin kartano ja viljelymaisema valuma-alueen keskiosalla. Valuma-alueen eteläosan läpi kulkeva Suuri Rantatie on Hämeen Härkätien ohella Suomen tärkein historiallinen maantieyhteys.



© Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659. © Museovirasto

Kuva 7. Historiallisesti merkittävät kohteet.

Jokivarressa on runsaasti muinaisjäännösrekisteriin merkittyjä kohteita. Suurin osa merkinnöistä on joen varrella sijainneita kivikautisia asuinpaikkoja ja kyläkeskittymiä.

Peruskarttatarkastelun perusteella voidaan arvioida, että tulviminen ei aiheuta vesistön lähialueella oleville historiallisille kohteille tai kulttuuriympäristöille merkittävää tulvariskiä.

#### 2.4 Tehdyt tulvasuojeluhankkeet ja toimenpiteet

Mustijoen valuma-alueella on tehty perkauksia jo 1930-luvulla. Pääasiassa perkaukset ovat olleet kunnossapitoluonteisia, ja niillä on pyritty parantamaan peltojen peruskuivatusta.

Merkittävin Mustijoen valuma-alueella toteutettu tulvasuojeluhanke on Hirvihaaranjoen järjestely. Hankkeen tarkoituksena oli vähentää tulvahaittoja pääuomaan ja suurimpiin sivu-uomiin rajoittuvilla peltoalueilla. Työ toteutettiin valtion työnä Helsingin vesipiirin toimesta pääasiassa vuosina 1969–1978, jonka jälkeen tehtiin sortumien korjausta ja viimeistelyitä vuosina 1979–1982.

Kuivatusalue K1 käsitti Mäntsälänjoen alaosan järjestelyn Tjusterbyn kosken ja Vekkosken välillä. Jokea perattiin 2,2 km 6,5 kilometrin osuudella. Lisäksi sivuojia perattiin 1,2 km. Järjestelyn hyötyalue oli 300 ha, josta peltoa 280 ha. Järjestelytyön yhteydessä rakennettiin kaksi pohjapatoa turvaamaan riittävä alivesien aikainen vedenkorkeus.

Hirvihaaranjoella sijaitsevien kuivatusalueiden K2 ja K12 osalta jokea perattiin Hirvihaaran ja Sulkavan välillä yhteensä 23,2 km, minkä lisäksi sivuojia perattiin 1,9 km. Kaimumassoja kertyi yhteensä n. 620 000 m<sup>3</sup>. Hankkeen hyötyalue oli 610 ha, josta peltoa 570 ha. Pohjapatoja rakennettiin 7 kappaletta. Lisäksi rakennettiin tai kunnostettiin yhteensä 14 siltaa.

Sulkavanjärven järjestely toteutettiin Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin toimesta vuosina 1985-1986. Järjestelyllä supistettiin Sulkavanjärven suuria vuotuisia vedenkorkeusvaihteluja ja ehkäistiin niistä johtuvat tulvahaitat järveä ympäröivillä viljelysalueilla. Sulkavanjokea perattiin 2,6 km:n matkalla yhteensä 36 000 m<sup>3</sup>. Lisäksi rakennettiin Sulkavanjärven järjestelypato sekä kaksi pohjapatoa.

## 2.5 Vesistön käyttö, padot, voimalaitokset ja säännöstelyt

Hirvihaaranjoen järjestelyhankkeen yhteydessä rakennetuissa ja myöhemmin kunnostetuissa koskimaisissa pohjapadoissa ei ole säätömahdollisuuksia.

Patotietojärjestelmän mukaan Mustijoen vesistöalueella ei ole yhtään 1-2 luokan patoa. 3-luokan patoja on kolme; Mustijoen vesilaitospato, Tjusterbynkosken pato sekä Laukkosken voimalaitospato.

Mustijoen vesilaitospato sijaitsee Porvoossa Mustijoen pääuomassa rannikon läheisyydessä. Säännöstelypato käsittää betoniosan ja maapato-osuuden. Tjusterbyn pato on Mustijoen järjestely-yhtiön omistama pato. Järjestelyhankkeen padon viereen on rakennettu uusi voimalaitos. Laukkosken voimalaitospato sijaitsee Pornaisten kunnan Jokimäellä. Laitoksen yläallas muodostuu n. 2,7 km pitkstä Mustijoen osasta. Padon muodostaa n. 36 metriä pitkä betoninen ylisyoökykynnys, jossa ei ole säännöstelyaukkoja. Pienempiä patoja ovat mm. Lahankosken, Halkiankosken, Nummisten kosken ja Hirvihaarankosken padot.

Mustijoen valuma-alueella on yksi toimiva säännöstelyhanke. Valuma-alueen yläosalla sijaitsevan Kilpijärven säännöstely aloitettiin vuonna 1987, ja sen säännöstelytilavuus on n. 1,5 Mm<sup>3</sup>. Säännöstelyn luvanhaltijana on Mäntsälän kunta. Kilpijärven säännöstelyllä ei ole käytännön merkitystä tulvantorjunnassa.

### 3 Kokemukset vesistön tulvista

#### 3.1 Havaintotietoja toteutuneista tulvista ja kuvauksia suurimmista tulvista

Keski- ja Itä-Uudenmaan vesienkäytön kokonaissuunnitelmassa on esitetty karkea tulva-aluekartta vuoden 1966 kevään suurtulvasta. Valuma-alueen alaosalla laajimmat tulva-alueet sijaitsivat Ali-Vekkosken ja Rantalan peltoalueilla. Pohjoisempana tulva-alueeksi on merkitty käytännössä koko Hirvihaaranjoen lähialue. Tulvivat alueet olivat pääasiassa pelto- ja metsätalousaluetta. Myös useita tieyhteyksiä katkesi tulvivan veden johdosta. Tulvan aiheuttamista rakennusvahingoista ei ole tietoa.

Hirvihaaranjoen järjestelyhankkeen myötä tulvariskit ovat pienentyneet oleellisesti.

Havaintopaikkojen suurimmat vedenkorkeudet ja virtaamat sekä niiden keskimääräiset toistuvuudet on esitetty taulukoissa 6a ja 6b.

*Taulukko 6a. Mustijoen vedenkorkeuksia havaintojaksojen suurimmilla tulvilla.*

Havaintopaikka	Havaintojakso	Kork. järj.	Päivämäärä	Vedenkorkeus (m)	Toistuvuus
Vekkoski 1900100	1964-2009	N <sub>60</sub>	03.05.1966	13,31	95 a
			17.04.1984	12,89	21 a
Ridanfors <sup>1)</sup> 1900300	1935-2002	N <sub>60</sub>	17.04.1999	3,09	18 a
			14.09.1962	3,08	17 a
Hirvihaaranjoki 1900400	1986-2009	N <sub>60</sub>	31.07.2004	72,90	30 a
			19.04.1999	72,83	14 a

<sup>1)</sup>Tiedot puuttuvat 1966-1972.

*Taulukko 6b. Mustijoen virtaamia havaintojakson suurimmilla tulvilla.*

Havaintopaikka	Havaintojakso	Päivämäärä	Virtaama (m <sup>3</sup> /s)	Toistuvuus
Vekkoski 1900100	1966-2009	03.05.1966	148	(200 a) <sup>1)</sup>
		17.04.1984	109	25 a
Hirvihaaranjoki 1900400	1987-2009	31.07.2004	57	40 a
		19.04.1999	49	15 a

<sup>1)</sup> Gumbelin todennäköisyysjakauman 95 % luottamusrajojen ulkopuolella.

#### 3.2 Arvio tulvien vaikutuksista nykytilanteessa

##### 3.2.1 Maankäytön vaikutukset tulvien muodostumiseen

Mustijoen valuma-alue on maa- ja metsätalousvaltaista (maatalousalueet, metsät, avoimet kankaat ja kalliomaat yht. 88,4 % kokonaisalasta). Pääuoman läheisyydessä on muutamia suurempia taajamia, ja etenkin valuma-alueen ala- ja keskiosalla on laajoja kyliä. Kyläasutus ei kuitenkaan ole kovin tiheää.

Valuma-alueen laajin taajama-alue on Mäntsälän keskusta-alue. Tiheään rakennettujen alueiden vesistötulvia äärevöittävä vaikutus voi olla paikallisesti merkittävä, koska laajoilta tehokkaasti rakennetuilta tai ojitetuilta alueilta vesi valuu vesistöön nopeammin kuin vastaavalta luonnontilaiselta alueelta. Tällöin virtaamahuippu on korkeampi ja sen kesto on lyhyempi. Tulvien äärevöitymisen vaikutus korostuu etenkin valuma-alueen yläosalla, missä luontaisesti pienipiirteisemmän pääuoman vedenvälityskapasiteetti

täytty nopeammin. Vaikutus koko vesistöalueen tulvakäyttäytymiseen lienee kuitenkin maltillisempi.

Valuma-alueen peltojen suurella määrällä voi olla jonkin verran vaikutusta tulviin. Peltoviljely ei tosin ole oleellisesti muuttunut, joten tulvariskien ei voida tältä osin arvioida oleellisesti kasvaneen. Metsämaiden ojitukset vähentävät metsien luontaista vedenpidätyskykyä, samoin kuin hakkuut. Toisaalta vaikutukset tulviin pienenevät, kun metsän puumäärä lisääntyy ja ojien vedenvälityskyky heikkenee.

### *3.2.2 Nykyisille rakennuksille, teille ja yhteiskunnan tärkeille toiminnoille aiheutuvat riskit*

Vuonna 1966 sattunut kevättulva on suurin Etelä-Suomen alueella tapahtunut tulva, josta on saatavilla tarkempia tietoja. Tulvanaikaisia vedenkorkeuksia ja virtaamia on raportoitu, ja tulvan leviämisalueet ovat pääpiirteittäin tiedossa. Tulvatietoja on hyödynnetty maankäytön suunnittelussa siten, että tulva-alueelle ei ole sijoitettu uutta rakennuskantaa. Mustijoen vesistöalueella ei ole tiedossa sellaisia rakennuksia tai toimintoja, joille aiheutuisi merkittävää vahinkoa tai haittaa tulvalla. Myöskään Mäntsälänjoen varrella sijaitsevan Mäntsälän keskusta-alueella olevista rakennuksista ei ole raportoitu sattuneista vahingoista.

Rantarakentaminen on pyritty sijoittamaan tulvariskialueiden ulkopuolelle. Suurella tulvalla vahingot kohdistunevat edelleenkin pääosin maatalouteen. Alavilla alueilla sijaitsevia tilus- ym. yksityisteitä saattaa jäädä veden alle, mikä hankaloittaa ihmisten jokapäiväistä liikkumista, eläintilojen hoitoa ja mahdollisesti aiheuttaa turvallisuusriskejä. Tulvat voivat vaikuttaa kiinteistökohtaisten jätevesijärjestelmien toimivuuteen ja lisätä sitä kautta vesien pilaantumisriskiä. Vesihuoltojärjestelmien toimivuudesta tulvatilanteissa ei ole tietoa.

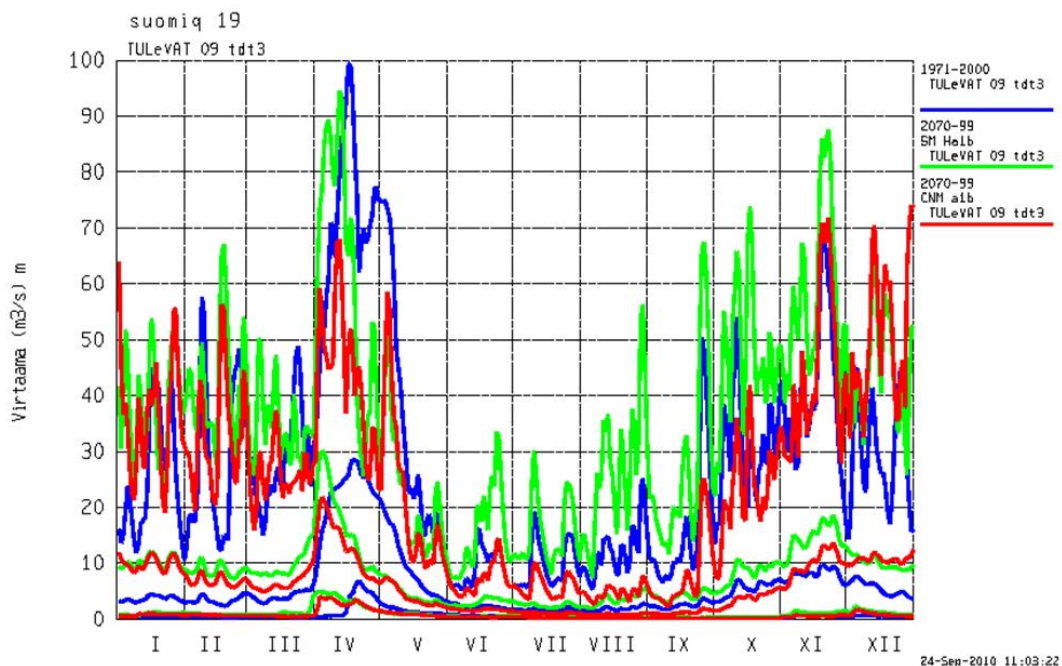
Tulvariskialueita on tarkasteltu erikseen luvussa 5.

## 4 Tulevaisuuden tulvat ja tulvariskit

### 4.1 Ilmastomuutoksen vaikutus

Suomen ympäristökeskuksen tekemässä selvityksessä on arvioitu ilmastomuutoksen vaikutusta vesistötulviin 67 kohteella eri puolilla Suomea. Hydrologisessa mallinnuksessa käytettiin Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmää, jolla simuloitiin päivittäisiä virtaamia 30 vuoden ajanjaksoille 2010-2039 ja 2070-2099 käyttäen 20 skenaariota globaaleista ja alueellisista ilmastomalleista. Lasketulle aika-sarjalle tehtiin toistuvuusanalyysi Gumbelin jakaumalla.

Kuvassa 8 on esitetty tulvien muutos Mustijoen Vekkosken asteikolla. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että Etelä-Suomessa kevään lumen sulamisesta aiheutuvat tulvat tulevat ilmastomuutoksen vaikutuksesta pienenevään jonkin verran, kun taas syys- ja talvitulvat lisääntyvät. Sateet tulisivat yleisesti lisääntymään syksyllä ja talvella. Kesistä olisi tulossa nykyistä kuivempia, mutta todennäköisesti rankkasateiden riski kasvaa. Näin ollen kesätulvat tulisivat kasvamaan. Tämä ongelma koskisi erityisesti vähäjärvisiä valuma-alueita. Kasvukaudella uomien vedenjohtokyky on vesikasvillisuuden takia heikompi, jolloin voimakkailla paikallisilla rankkasateilla pienet uomat saattavat tulla nykyistä useammin.



© SYKE

Kuva 8. Ilmastomuutoslaskelmien tuloksia Mustijoen Vekkosken asteikon kohdalla. Kuvassa on esitetty päivittäiset maksimi-, keski- ja minimivirtaamat nykytilanteessa (sininen) ja vertailujaksolla kahdella eri ilmastomuutoskenaariolla (vihreä ja punainen).



## 4.2 Pitkäaikaisen kehityksen vaikutus tulvariskeihin

Mustijoen vesistöalueella asuinalueet tulevat laajenemaan todennäköisesti ainakin Mäntsälän keskusta-alueen ulkopuolelle. Lisääntyvät rakennetut ja päällystetyt alueet lisäävät tulvien äärevöitymistä nykyisestä. Maatalousalueilla väestömäärä kasvanee maltillisemmin. Tulvien äärevöitymisen hillitsemiseksi tulisi uusien alueiden rakentamismääräyksissä ottaa huomioon tulvavesien pidättämismahdollisuudet.

Mustijoen valuma-alueella ei ole tiedossa sellaisia hankkeita, toimintoja tai maankäyttöistä kehitystä, joilla voisi olla erityistä vaikutusta tulvien muodostumiseen tai tulvariskien lisääntymiseen. Joen suuosalla ranta-alueet ovat meritulvan vaikutuspiirissä varsinkin, jos merenpinta nousee ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Meritulvaa on tarkasteltu erillisessä raportissa.

Rakentamista ohjataan mm. kaavoituksella. Maankäytön ohjausjärjestelmällä huolehditaan siitä, että tulvavaara-alueille ei ohjata uusia vahinkoa kärsiviä toimintoja, mm. asutusta. Rakentamista vesistöjen läheisyyteen ohjataan mm. antamalla suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista. Kuntien rakennusjärjestyksissä on yleensä huomioitu tulva-alueet ja -vedenkorkeudet.

## 5 Tulvariskialueet

### 5.1 Paikkatietoaineiston käyttö tulvariskialueiden määrittämisessä

SYKEssä kehitettyä paikkatietoanalyysiä voidaan käyttää työkaluna alavien, mahdollisesti tulville alttiiden alueiden määrittämisessä. Alavan alueen määrittäminen perustuu laskentaan, jossa otetaan huomioon maaston topografia, yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala, järvisyys ja uoman kaltevuus. Laskenta suoritetaan valuma-alueittain. Mallin kalibrointi laskentaa varten tehdään keskimäärin kerran 1000 vuodessa toistuvalla tulvalla määritettyjä virtaamia ja vedenkorkeuksia käyttäen. Suurimpana virhelähteenä voi olla korkeusaineiston heikko tarkkuus. Maanmittauslaitoksen (MML) 25 m ruutukoon korkeusmallin keskivirhe on 1,8 m. Jonkin verran tarkempi on MML:n 10 m ruutukoon korkeusmalli, jonka tarkkuuden suuruusluokka on 1 m. Pääosin käytössä oli laserkeilaukseen perustuva 2 metrin ruutukoon (KM2) korkeusmalli, jonka tarkkuus on maastosta riippuen muutamia kymmeniä senttimetrejä. Menetelmän avulla voidaan myös arvioida ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulvan peittämiin alueisiin ja tunnistaa tulvatasanteita. Jatkossa käytetään termiä "karkean tason tulva-alue", kun puhutaan mallin avulla tuotetusta alavasta alueesta.

Menetelmän tärkeimmät työvaiheet ovat:

- korkeusmallin esikäsittely (painanteiden tasoittaminen ja uomaverkon kover-taminen),
- virtausreitin, valuma-alueiden ja järvisyyden sekä kaltevuuksien mallintaminen korkeusmallista,
- virtaamalaskennan kalibrointi (toistuvuusanalyysi Hydro-asemille, tulvatietojär-jestelmä),
- virtaamalaskenta Kaiteran nomogrammia soveltaen,

- vedenkorkeuslaskennan kalibrointi (toistuvuusanalyysi Hydro-asetille, tulvatietojärjestelmä),
- vedenkorkeuslaskenta Bernoullin ja Manningin yhtälöitä soveltaen,
- tulva-alueiden generointi perustuen path distance -algoritmiin ja niiden esittäminen.

Karkean tason tulvan peittävyden avulla arvioidaan mahdolliset merkittävät tulvariskialueet, joita tulisi tarkastella tarkemmin eli joille tulisi laatia tulvavaara- ja tulvariskikarttoja. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna ympäristöhallinnon ohjetta "Tulvariskien kartoittaminen", jossa esitellään tulvariskien hallinnan kannalta tärkeitä (tulvahaavoituvia) kohteita ja alueita ja jossa annetaan työkaluja arvioinnin tekemiseen.

Merkittävien tulvariskialueiden tunnistamisessa voidaan käyttää lisäksi ns. tulvariskiruutuja ja -riskialueita, jotka on sovellettu pelastustoimen käyttämistä riskiruuduista. Tulvaruutujen luokitusperusteena käytetään rakennus- ja huoneistorekisterin asukasmäärää ja kerrosalaa tulva-alueella 250x250 m kokoisella ruudulla. Tällöin ruudut, joissa on suurin riski, merkitään riskiluokkaan I ja ruudut, joissa on pienin riski, merkitään riskiluokkaan IV. Riskialue muodostuu, kun vähintään 10 samaan tai sitä korkeampaan riskiluokkaan kuuluvaa riskiruutua ovat yhteydessä toisiinsa. Riskiruutujen luokittelu on esitetty taulukossa 7.

*Taulukko 7. Riskiruutujen luokittelu asukasmäärän ja kerrosalan perusteella*

Riskiluokka	Asukasmäärä		Kerrosala [m <sup>2</sup> ]
I	> 250	tai	> 10 000
II	61 – 250	tai	2 501 – 10 000
III	10 – 60	tai	250 – 2 500
IV	< 10	ja	< 250

## 5.2 Tulvalle altistuva väestö ja taloudellinen toiminta

Tulva haittaa ja vähentää huonoon aikaan osuessaan viljan ja kasvien tuotantoa ja satoa sekä estää elinkeinotoimintaan tarvittavien alueiden käyttöä. Suuren tulvan sattuessa myös kulkuyhteydet saattavat katketa tilalle vievän sillan tai tieyhteyden rakenteiden vahingoittuessa tai korkealla olevan tulvaveden peittäessä kulkureitit alleen.

Paikkatietoanalyysin mukaisen karkean tason tulvakartan (liite 1) tulva-alueella olevien asukkaiden ja rakennusten lukumäärä sekä rakennusala on esitetty taulukossa 8. Paikkatietoanalyysin epävarmuustekijöiden vuoksi taulukon lukumääriä voidaan pitää vain suuntaa antavina, ja todellinen vahinkopotentiaali voi poiketa taulukon arvoista.

Taulukko 8. Asukasmäärä ja asuinrakennukset Mustijoen valuma-alueella tulvavyöhykkeittäin.

Vesisyvyys	Asukasmäärä (hlöä)	Asuinrakennukset (kpl)	Kerrosala (m <sup>2</sup> )
0 – 0,5 m	45	10	1 957
0,5 – 1 m	41	12	2 134
1 – 2 m	101	31	4 822
2 – 3 m	22	< 10	970
yli 3 m	0	0	0

Paikkatietoanalyysin perusteella Mustijoen vesistöalueella on kaksi riskialuetta: Kilpijärven itärannan alue Sälinkäällä sekä Hirvihaaranjoen Kalkinkosken alue. Riskialueiden kaikki tulvariskiruudut ovat luokkaa IV (vähäinen riski). Mustijoen vesistöalueella ei ole yhtään I-III –luokan riskiruutua. (liite 2)

Kilpijärven itärannalla on vähäistä nauhamaista asutusta, ja rakennukset sijaitsevat pääasiassa korkealla. Rannan läheisyydessä on muutamia rakennuksia, jotka sijaitsevat karkean tason tulva-alueella. Rakennuskannan nauhamaisuuden vuoksi yksittäisten rakennusten tulvariskit muodostavat 12 ruudun kokonaisuuden.

Paikkatietoanalyysin mukaan Hirvihaaranjoelle muodostuu suurtulvalla laaja yhtenäinen tulva-alue. Tällöin etenkin pääuoman läheisyydessä olevat rakennukset sijoittuvat karkean tason tulva-alueelle. Kalkinkosken ylä- ja alapuolella kastuvia rakennuksia on toistensa läheisyydessä niin paljon, että alueelle muodostuu 11 ruudun riskialue.

### 5.3 Vaikeasti evakuoitavat kohteet

Vaikeasti evakuoitavia kohteita on tarkasteltu vuoden 2009 rakennus- ja huoneistorekisterin aineiston perusteella. Aineiston haavoittuvia kohteita on verrattu paikkatietoanalyysillä tehtyyn alavien alueiden karkean tason tulvavaarakarttaan.

Karkean tason tulva-alueella ei sijaitse vaikeasti evakuoitavia kohteita.

### 5.4 Yhteiskunnan kannalta tärkeät toiminnot

*vesihuolto, energia, erityinen teollisuus, valtatie, katkosten keston vaikutukset*

Karkean tason tulva-alueella sijaitsevien yhteiskunnan kannalta tärkeiden rakennusten lukumäärät on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Karkean tason tulva-alueella sijaitsevat yhteiskunnan kannalta tärkeät rakennukset.

Rakennustyyppi	Lukumäärä
Liike- ja toimistorakennukset	5
Liikenteen rakennukset	9
Hoitoalan rakennukset	0
Teollisuus- ja varastorakennukset	5
Energiantuotannon ja yhdyskuntatekniikan rakennukset	6

Mustijoen välittömässä läheisyydessä ei ole erityisiä teollisuuslaitoksia. Jätevedenpuhdistamoraennukset Pornaisissa ja Mäntsälässä sijaitsevat tulva-alueen ulkopuolella. Karkean tason tulva-alueella ei myöskään sijaitse yhtään vedenottamoaa.

Energian siirtoon ja jakeluun liittyvissä rakenteissa ei ole tulvavaara-alueilla tiedossa olevia riskikohteita.

Valtateiden ja muiden merkittävien tieyhteyksien käytölle ei tehdyn tarkastelun mukaan aiheudu käyttökatkoksia.

### 5.5 Tulvariski ympäristölle ja kulttuuriperinnölle

*tulvan aiheuttamat päästöt laitoksilla ja teollisuudessa, vaikutukset vedenlaatuun, kalastoon, eliöstöön, linnustoon ja kasvillisuuteen*

Mustijoen tulvavaara-alueiden läheisyydessä ei ole merkittäviä teollisuuslaitoksia, jätevedenpuhdistamoita tai muita mahdollista vesistön pilaantumisriskiä lisääviä toimintoja. Tulvilla vedenlaatu heikkenee valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen vaikutuksesta. Kulttuuriperintökohteet sijaitsevat pääosin tulvavaara-alueen ulkopuolella.

### 5.6 Vesistö rakenteiden aiheuttama tulvariski ja patoturvallisuus

Mustijoen vesistöalueella sijaitsevat merkittävimmät padot ja muut vesirakenteet on esitelty luvussa 2.5. Padon häiriötilanteita ovat mm. ylävedenpinnan nousu HW-tason yläpuolelle esimerkiksi luukkujen tai niitä ohjaavan automatiikan käyttöhäiriön, hyttö-ongelmien, yläpuolisen padon käyttöhäiriön tai muun syyn seurauksena, patorakenteen vaurioituminen tai tulipalo padolla.

Mustijoessa sijaitsee kolme 3-luokan patoa; Mustijoen vesilaitospato, Tjusterbynkosken pato sekä Laukkosken voimalaitospato. Padoilla ei ole käytännössä omia varastoaltaita, joten niiden mahdollisesta murtumasta aiheutuva tulva-aalto on kestoltaan lyhyt ja vaikutuksiltaan lähinnä paikallinen. Patojen häiriötilanteissa vedenpinnan nousu ei aiheuta erityistä tulvariskiä niiden yläpuolisille alueille. Laitosten rakenteille ja toiminnalle sekä maataloudelle voi aiheutua vähäisiä vahinkoja.

Pienempien patojen ja pohjakynnysten vaikutus häviää suuremmilla tulvilla lähes kokonaan. Patoihin mahdolliset syntyvät vauriot eivät lisää tulvia eivätkä tulvariskiä.

## 6 Ehdotus mahdolliseksi merkittäviksi tulvariskialueiksi

Mustijoen vesistöalueelta ei esitetä nimettäväksi merkittäviä tulvariskialueita.

## 7 Muut tulvariskialueet

Muut merkittävät tulvariskialueet ovat alueita, joiden tulvariski ei ole merkittävää EU-tasolla ja niitä ei raportoida Euroopan komissiolle. Alueet ovat kuitenkin kansallisella tasolla merkittäviä ja niiden tulvariskien hallintaa parannetaan laatimalla alueille ensin tulvavaara- ja tulvariskikartat ja niiden perusteella tarvittaessa alueellisia tulvariskien hallinnan yleissuunnitelmia.

Mustijoen valuma-alueella ei ole kansallisesti merkittäviä tulvariskialueita.

## 8 Yhteenveto

Mustijoen vesistöalueella ei ole tämän selvityksen perusteella rajattavissa sellaisia tulvariskialueita, joilla voisi esiintyä tulvariskien hallinnasta säädetyn lain 8 §:ssä mainittuja vahingollisia seurauksia. Hirvihaaranjoen järjestelytöiden ansiosta tulvariskit ovat vähentyneet tehokkaasti. Tulvasta aiheutuvista rakennusvahingoista ei ole kokemusperäistä tietoa. Paikkatietoanalyysin perusteella suurtulvalla vahinkoja kärsivät lähinnä maa- ja metsätalousalueet sekä yksittäiset rakennukset.

## LÄHTEET

Alho, P., Sane, M., Huokuna, M., Käyhkö, J., Lotsari, E. ja Lehtiö, L. 2008. Tulvariskien kartoittaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2008, Luonnonvarat, 99 s., Suomen ympäristökeskus ja Turun yliopisto. ISBN 978-952-11-3213-1 (PDF).

Ekholm, M. 1993. 126 Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A. Helsinki 1993.

Hagman, A-M. 2008. Mäntsälän järvien kunnostuksen yleissuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2008. Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki 2008.

Keski- ja Itä-Uudenmaan vesien käytön kokonaissuunnitelma. Vesihallituksen julkaisuja 39. Helsinki 1983. ISBN 951-46-6074-9; ISSN 0355-9297. Valtion painatuskeskus 1984

Maataloushallitus, Insinööriosasto, Helsingin maanviljelysinsinööripiiri. Hirvihaaranjoen järjestely (TN:o 4035 ASO He 1). Toimituskirja. Porvoon maalaiskunta, Pornaisten, Mäntsälän, Hausjärven ja Kärkölan kunnat.

Strömsbergin voimalaitos. 2008. Selvityspyyntö turbiinien uusimisesta sekä tarkkailusta. Porvoo 17.10.2008. YS 1454. [UUS-2008-Y-540-126](#)

Joensuu, I., Karonen, M., Kinnunen, T., Mäntykoski, A., Nylander, E. ja Teräsvuori, E. 2010. Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2010. ISSN 1798-810, ISBN 978-952-257-010-9 (painetut).

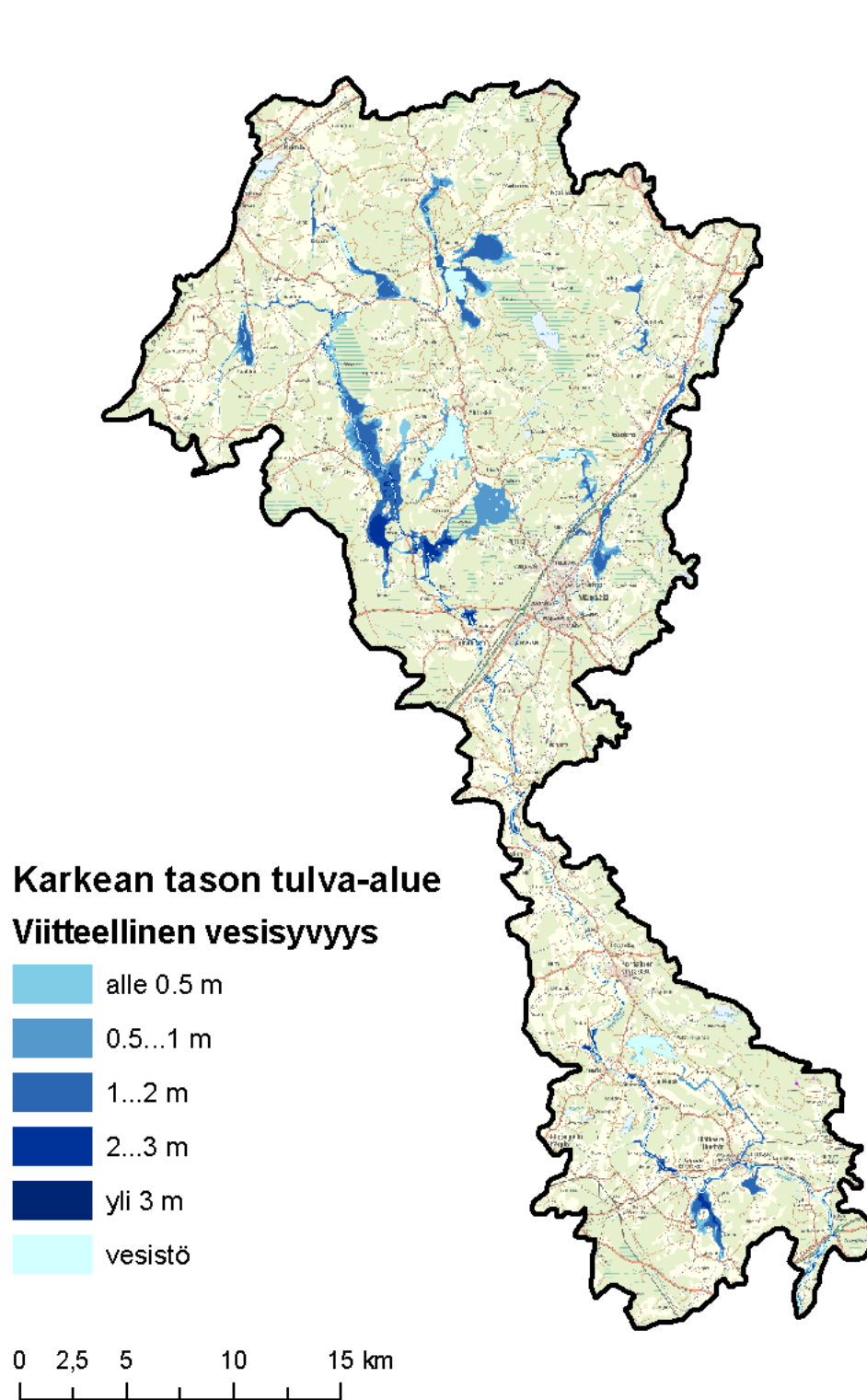
Oy Vesirakentaja, Heikintupa, S. & Nieminen, J. 2009. Uudenmaan järvien säännöstelyjen toimivuusselvitys. Helsinki 27.11.2009 (Rev. A 31.12.2009).

Joensuu, I., Karonen, M., Kinnunen, T., Mäntykoski, A., Nylander, E. ja Teräsvuori, E. 2010. Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2010. ISSN 1798-810, ISBN 978-952-257-010-9 (painetut).

## LIITTEET

## LIITE 1

Liite 1. Karkean tason tulva-alue Mustijoen vesistöalueella.



Liite 2. Tulvariskialueet ja -ruudut Mustijoen vesistöalueella.

