



**LUONTO JA
LUONNONVARAT**

Markku Ollila, Hanna Virta ja Veli Hyvärinen

Suurtulvaselvitys

Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa

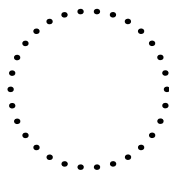


Markku Ollila, Hanna Virta ja Veli Hyvärinen

Suurtulvaselvitys

Arvio mahdollisen suurtulvan
aiheuttamista vahingoista Suomessa

HELSINKI 2000



ISBN 952-11-0795-2
ISSN 1238-7312

Kannen kuvat

Etukansi: Vuoden 1984 kevättulva Kyrönjoella Ylistaron Malkakoskella ©Unto Tapio

Takakansi: Kyrönjoen kevättulva v.1984 Ilmajoella ©Unto Tapio

Paino: Oy Edita Ab 2000

Sisällys

Alkusanat	5
1 Selvityksen tausta ja tavoitteet	6
2 Aiemmat suurtulvat ja niiden aiheuttamat vahingot	8
3 Selvityksen toteuttaminen	10
4 Kuviteltu suurtulvatilanne ja sen hydrologinen määrittäminen ..	12
4.1 Suurtulvan määrittämisen perusteet ja sisältö	12
4.2 Aineisto	13
4.2.1 Hydrologinen seuranta Suomessa	13
4.2.2. Aineiston laatu ja laajuus	14
4.2.3 Purkautumiskäyrät	14
4.2.4 Aineiston homogeenisuus	14
4.3 Teoria ja menetelmät	15
4.3.1 Ääriarvojakauman valinta	15
4.3.2 MHQ:n, MHW:n ja HQ:n määrittäminen	15
4.3.3 Lasketut suhdeluvut ja niiden analysointi	16
4.4 Tulokset	17
4.4.1 Tulosten arviointi ja vertailu	17
4.4.2 Suhdelukujen käyttö	18
4.4.3 Suhdelukujen riippuvuus järvisyydestä ja valuma-alueen pinta- alasta	19
4.4.4 Tilastollisten menetelmien arviointi	19
4.5 Tulosten hyväksikäyttö	20
5 Vuoden 1899 tulvan määrittäminen nykyoloissa	22
6 Vahinkoarvioiden tekemisen perusteet	23
7 Suurtulvan aiheuttamat vahingot	24
7.1 Tulvavahinkojen kokonaismäärä	24
7.2 Pahimmat yksittäiset vahinkokohteet	29
7.3 Arvio Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueiden tulvavahingoista vuoden 1899 kaltaisella tulvalla nykytilanteessa	30
7.4 Tärkeimmät keinot ja toimenpiteet vesistötulvien vahinkoriskin pienentämiseksi	31
8 Tulosten epävarmuustekijöitä	33
8.1 Hydrologisen lähtötilanteen arviointi	33
8.2 Tulvavahinkojen arviot	34
9 Suurtulvan esiintymisen todennäköisyys	35
10 Rankkasateen aiheuttamat taajamavahingot	37
10.1 Selvityksen perusteet	37
10.2 Kuviteltu sadantatilanne ja sen määrittäminen	37

10.3 Tehdyt vahinkoarviot	38
10.4 Tärkeimmät keinot ja toimenpiteet rankkasateesta aiheutuvien taajamatulvien vahinkoriskin pienentämiseksi	39
11 Suositukset	40
12 Yhteenveto	45
Kirjallisuus	48
Liitteet	49
Liite 1. Suurtulvavahinkoja koskevan alueellisen ympäristökeskuksen raportin ohjeellinen sisältö	49
Liite 2. Lomake "Mahdollisen suurtulvan tulva-alueet ja vahingot"	50
Liite 3. Lomake "Mahdollisen paikallisen rankkasateen aiheuttamat taajamavahingot"	51
Liite 4. Uudenmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	52
Liite 5. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	55
Liite 6. Hämeen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	59
Liite 7. Pirkanmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	65
Liite 8. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	73
Liite 9. Etelä-Savon ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	79
Liite 10. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	84
Liite 11. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	94
Liite 12. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	100
Liite 13. Keski-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	104
Liite 14. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	110
Liite 15. Kainuun ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	117
Liite 16. Lapin ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys	121
Kuvailulehdet	136

Alkusanat

Euroopassa on esiintynyt erityisesti 1990-luvulla lukuisia hyvin poikkeuksellisia ja suuria vahinkoja aiheuttaneita tulvia: Ruotsissa 1985, 1994 ja myös 2000, Norjassa vuosisadan pahin tulva 1995, Reinillä keskimäärin noin kerran 100 vuodessa toistuva tulva 1993 ja 1995, Ranskassa 1999, Italiassa useasti 1990-luvulla ja Puolassa 1997 keskimäärin kerran noin 250 vuodessa toistuva tulva. Suomi on - kuin ihmeen kaupalla - säästynyt näiltä suurtulvilta, mutta yhtä harvinaisia, tai vielä harvinaisempiakin, voi luonnollisesti esiintyä myös Suomen vesistöissä.

Tulvavahinkojen uhkan selvittämiseksi Suomessa maa- ja metsätalousministeriö antoi Suomen ympäristökeskukselle (SYKE) tulostavoitteeksi vuodelle 1998 selvittää yhteistyössä alueellisten ympäristökeskusten kanssa suurista tulvista johtuvat vahingot ja niiden torjuntamahdollisuudet Suomessa. Käytännössä työ toteutettiin siten, että SYKE on ohjannut työn suorittamista ja toimittanut selvitystä varten hydrologiset lähtötiedot sekä koontanut tämän yhteenvetoraportin. Itse vahinkoarviot ja aluekohtaiset raportit on tehty alueellisissa ympäristökeskuksissa.

Projektin suunnitteluryhmään ovat kuuluneet Esko Vähäsöyrinki maa- ja metsätalousministeriöstä, Raimo Nissinen Uudenmaan ympäristökeskuksesta sekä Veli Hyvärinen, Erkki A. Järvinen, Ilkka Manni, Markku Ollila, Pertti Seuna ja Bertel Vehviläinen SYKEstä.

Projektin johtajana on ollut Ilkka Manni ja sihteerinä Markku Ollila. Vesistökohtaiset vedenkorkeus- ja virtaamatiedot ovat määrittäneet Veli Hyvärinen, Bertel Vehviläinen ja Hanna Virta sekä Markus Huttunen, Ari Koistinen, Totti Mäkelä ja Joanna Mrozinski. Hanna Virta ja Veli Hyvärinen ovat myös laatineet tämän raportin luvun 4. Alueellisissa ympäristökeskuksissa arviointityöstä ovat vastanneet:

Raimo Nissinen	Uudenmaan ympäristökeskus
Raimo Hillberg	Lounais-Suomen ympäristökeskus
Mikko Sulkakoski	Hämeen ympäristökeskus
Markku Vainio ja Hanna Nieminen	Pirkanmaan ympäristökeskus
Jouni Mikkonen ja Tapani Eskola	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
Raimo Vierikko	Etelä-Savon ympäristökeskus
Veikko Voutilainen	Pohjois-Savon ympäristökeskus
Jukka Savolainen	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus
Unto Huttu	Länsi-Suomen ympäristökeskus
Esa Solismaa	Keski-Suomen ympäristökeskus
Juha Kauto ja Heikki Nikkarikoski	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Kari Pehkonen	Kainuun ympäristökeskus
Timo Alaraudanjoki	Lapin ympäristökeskus

Helsingissä 31.8.2000

Markku Ollila
Suunnitteluinsinööri

Selvityksen tausta ja tavoitteet

Tulvat eivät ole aiheuttaneet Suomessa viime vuosikymmeninä kovinkaan suuria vahinkoja, esim. vuosina 1974-1998 vahingot olivat keskimäärin noin 6 milj. mk vuodessa ja enimmillään vuonna 1988 noin 25 milj. mk. Tähän ovat vaikuttaneet monet seikat. Ensinnäkin sademäärät ovat meillä maapallon sateisiin alueisiin verrattuna varsin kohtuullisia. Sade myös valuu vesistöihin melko hitaasti, koska Suomessa on runsaasti metsiä ja soita, järvet tasoittavat virtaamia ja meillä ei ole vuoristoja. Metsät myös lisäävät haihduntaa, mikä pienentää tulvia. Suomessa on myös toteutettu suuri määrä vesistön säännöstelyjä ja rakennettu tekojärviä, ja näissä hankkeissa on yleensä yhtenä tavoitteena tulvien torjunta. Tulvien nousu on Suomessa järvireittivesistöissä hidasta moniin Keski-Euroopan vesistöihin verrattuna, joten meillä on myös enemmän aikaa varautua tulvahuippuun.

Suomessa on toteutettu runsaasti tulvasuojeluhankkeita, lähinnä perkauksia, pengerryksiä, tekojärviä ja vesistön säännöstelyjä. Maatalousmaan tulvasuojelussa on yleensä pyritty estämään sellaiset tulvat, jotka toistuvat keskimäärin kerran 20 vuodessa tai useammin. Asuinrakennusten tulvasuojelussa on yleensä pyritty torjumaan keskimäärin kerran noin 100 vuodessa tai useammin esiintyvät tulvat, mutta joskus on käytännössä jouduttu tyytymään kerran 50 vuodessa toistuvan tulvakorkeuden estämisen mukaiseen suojelutasoon.

Vaikka tulvavahingot eivät meillä olekaan olleet kovin merkittäviä, monet seikat ovat korostaneet tällaisen suurtulvaselvityksen tarpeellisuutta:

- 1 On täysin mahdollista, että suurtulva esiintyy myös Suomessa, joten meillä tulisi olla ennakkokäsitys sen aiheuttamasta vahinkouhkasta, pahimmista vahinkokohteista sekä mahdollisuuksista pienentää aiheutuvia tulvavahinkoja.
- 2 Viime vuosina vesistöjen rantoja on käytetty entistä tehokkaammin, ja erityisesti uudet asuinrakennukset ovat lisänneet vahinkopotentiaalia.
- 3 Arviot mahdollisista ilmastonmuutoksen vaikutuksista ennakoivat tulvien pahentumista eli vahinkojen kasvua.
- 4 Vaikka Suomessa on tehty usealle kymmenelle järvelle arviot suurten tulvien aiheuttamista vahingoista, niin konkreettinen tieto todellisen suurtulvan vahinkokohteista ja vahingoista puuttuu tai on vanhentunutta. Esimerkiksi Vuoksen vesistöalueella on esiintynyt suurtulva viimeksi vuonna 1924 ja sitä ennen vuonna 1899, ja koko Suomessa vuoden 1988 jälkeen tulvat ovat olleet yleensä varsin matalia; joitakin keskimäärin kerran 100 vuodessa satuvia tulvia on kyllä esiintynyt.
- 5 Suomessa on tehty suurimmille vesistöalueille tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat (mainittu kirjallisuusluettelossa). Ne eivät kuitenkaan kata koko maata eikä niissä ole esitetty tulvavahinkotietoja kaikille kohteille hyvin poikkeuksellisella tulvalla. Vaikka tulvantorjunnan toimintasuunnitelmissa on esitetty keinoja vahinkojen pienentämiseksi, niissä ei välttämättä ole arvioitu toimintamahdollisuuksia todella harvinaisen suurtulvan aikana.

Tämän selvityksen tavoitteena onkin ollut saada käsitys todellisen suurtulvan aiheuttamista kokonaisvahingoista, pahimmista vahinkokohteista, vahinkojen vähentämismahdollisuuksista sekä siitä, mihin toimiin eri alueellisten ympäristökeskusten alueilla tulisi ensisijaisesti ryhtyä tiedon tason parantamiseksi ja tulvantorjunnan tehostamiseksi.

Selvityksessä on pyritty myös saamaan yleiskuva siitä, kuinka suuria tulvavahinkoja poikkeuksellinen rankkasade aiheuttaisi esimerkkikohteiksi valituissa taajamissa.

2

Aiemmat suurtulvat ja niiden aiheuttamat vahingot

Suomessa on tehty järjestelmällisiä vedenkorkeushavaintoja 1840-luvulta alkaen. Tällä havaintojaksolla korkein laajoja alueita Suomessa koskenut kesätulva esiintyi vuonna 1899 ja toinen laaja-alainen, lähes yhtä korkea kesätulva vuonna 1924. Jääpatojen aiheuttamat tulvat voivat myös olla hyvin korkeita, mutta niiden vahinkoalueet ovat yleensä suppeita kesätulviin verrattuna.

Suurtulvana pidetään tässä selvityksessä sellaista tulvaa, joka pitkän ajan kuluessa toistuu keskimäärin kerran 250 vuodessa. Vuoden 1899 tulvan Suomen järvalueella on arvioitu likimain vastaavan tällaista keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvaa tai harvinaisempaa tulvaa.

Vuoden 1899 tulvasta on varsin tarkkoja tietoja, koska tuolloin perustettiin komitea tutkimaan tulvan syytä ja siitä aiheutuneita vahinkoja. Tulvakorkeudet olivat keskivedenkorkeuden yläpuolella Päijänteessä 193 cm, Kallavedessä 155 cm, Vanajavedessä 224 cm, Tampereen Pyhäjärvässä 253 cm ja Saimaassa 202 cm. Suurimmista jokitulvista olevien tietojen mukaan esim. v. 1807 oli vesi Rovaniemellä kevättulvan aikaan 9 metriä normaalin kesävedenkorkeuden yläpuolella, ja vuonna 1859 vesi nousi Kemi- ja Ounasjoessa 7 metriä yli kesäkorkeuden (Komiteanmietintö nro 14, 1939).

Vuoden 1899 tulvasta on vuoden 1903 komiteanmietinnössä esitetty mm. taulukon 1 mukaisia tietoja. Vuoden 1899 kokonaisvahinkojen määrä oli silloisen rahanarvon mukaan 7,4 milj. mk (Lähde: Überschwemmungen in Finland in den Jahren 1898 - 1899, Fennia 19, Helsingfors 1903). Vuoden 1999 rahanarvoon muutettuna tämä vastaisi noin 155 milj. mk. Vahingoista kohdistui maatalouteen (pelto ja niitty) noin 56 % ja teollisuuteen noin 35 %. Metsään, kalastukseen ja rakennuksiin kohdistui kuhunkin muutama prosentti kokonaisvahingoista. Erityisesti on merkille pantavaa, että rakennusvahinkojen osuus oli vain noin 2 %, kun vuosien 1974 - 1998 tulvavahingoista niiden osuus oli noin 32 %.

Jotta vuoden 1899 kokonaisvahinkojen määrästä saisi jonkinlaisen käsityksen, sitä voi verrata esim. vuoden 1899 bruttokansantuotteeseen, joka oli silloisen rahanarvon mukaan noin 633 milj. mk. Näin ollen vuoden 1899 tulvavahingot muodostivat siitä 1,2 %. Vuoden 1997 bruttokansantuote oli noin 538 miljardia markkaa, joten samansuuruinen 1,2 %:n osuus siitä vastaisi nykyisin noin 6,5 miljardin markan vahinkoja.

Vuoden 1899 tulvan jälkeen rantojen läheisyyteen on rakennettu huomattavia määriä asuinrakennuksia, kesämökkejä, teollisuuslaitoksia, teitä, siltoja jne., joten vahinkopotentiaali on nykyisin aivan eri luokkaa kuin sata vuotta sitten. Toisaalta vesistöjen säännöstelyillä voidaan tulvia alentaa, ja vesistöjen patorakenteilla voidaan nykyisin juokuttaa jo ennen tulvaa huomattavasti suurempia vesimääriä kuin aikanaan luonnontilaisessa vesistöissä.

Vuoden 1924 tulvien aiheuttamista vahingoista ei ole tietoja. Vuosina 1974-1998 tulvavahingot ovat olleet vuoden 1999 hintatasossa yhteensä noin 150 milj. mk, mutta tuona aikana meillä ei ole esiintynyt mitään suurtulvia (Ollila, 1999).

Vuoden 1999 vahingot olivat noin 3 milj. mk. Keväällä 2000 esiintyi varsin suuria lumen sulamistulvia erityisesti Länsi-, Itä- ja Pohjois-Suomessa. Suurimmat vahingot aiheutuivat ilmeisesti Simojoella ja Kalajoella jääpatotulvien seuraukse-

na. Vahinkoarviot eivät ole vielä käytettävissä, mutta ilmeisesti vahingot jäävät noin kymmenen miljoonan markan suuruusluokkaan eivätkä vastaa ns. suurtulvan vahinkoja.

Taulukko I. Vuoden 1899 tulvan peittämät ranta-alueet ja tuhosta aiheutuneet vahingot Kokemäenjoen-, Kymijoen ja Vuoksen vesistöissä (Lähde: Komiteamietintö 1903, Überschwemmungen in Finland, Fennia 19, Helsingfors 1903). Vahingot on muutettu vuoden 1999 hintatasoon elinkustannusindeksillä eli kertomalla vuoden 1899 vahinkomäärät kertoimella 20,9.

	Tulva-alueen pinta-ala eri maankäyttömuodoilla (ha)				Eri kohteille aiheutuneet tulvavahingot vuoden 1999 hintatasossa (milj. mk)						
	Pelto	Niitty	Metsä	Yhteensä	Pelto	Niitty	Metsä	Kalastus	Teollisuus	Rakennukset	Kokonaisvahingot
Kokemäenjoen vesistö	30 300	13 000	4 200	47 500	19,6	12,3	0,4	0,5	17,4	1,9	52,1
Kymijoen vesistö	4 100	19 400	9 900	33 400	9,7	14,6	1,6	1,5	16,8	0,1	44,3
Vuoksen vesistö	3 200	27 900	32 300	63 400	8,1	22,5	4,9	1,7	19,8	1,0	58,0
Yhteensä	37 600	60 300	46 400	144 300	37,4	49,4	6,9	3,7	54,0	3,0	154,4

3

Selvityksen toteuttaminen

Projektin suunnitteluryhmän ja alueellisten ympäristökeskusten edustajien välillä käytyjen neuvottelujen perusteella työn toteuttamisessa sovittiin noudatettavaksi seuraavia periaatteita:

- 1 SYKE toimittaa alueellisille ympäristökeskuksille suurtulvaa eri vesistökohteissa kuvaavat lähtötiedot, ja ympäristökeskukset selvittävät omien alueidensa vahingot ja kriittiset kohteet, koska niillä on paras tieto näistä seikoista.
- 2 Suurtulvana pidetään sellaista tulvaa, joka pitkän ajan kuluessa toistuu keskimäärin kerran 250 vuodessa, mikä tarkoittaa sitä, että noin 1000 vuoden aikana esiintyy keskimäärin neljä niin pahaa tai vielä pahempaa tulvaa.
- 3 Koska Vuoksen ja Kymijoen vesistöissä on jo aiemmin tulvantorjunnan toimintasuunnitelmia varten määritetty ne tulvakorkeudet, jotka vuoden 1899 hydrologisissa olosuhteissa mutta nykyisissä vesistöoloissa esiintyisivät, nämä tulvakorkeudet otetaan työn nopeuttamiseksi lähtötiedoiksi tässä selvityksessä. Näin siitä huolimatta, että tarkemmin arvioituna vuoden 1899 tulvatilanne vastaa arviolta kerran 500 - 1000 vuodessa esiintyvää tulvaa. Tästä ei ilmeisesti aiheudu merkittävää virhettä, sillä tällainen tulva ei ole kovinkaan paljon pahempi kuin keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva tulva. Vuoden 1899 tulvatilannetta vastaavat vedenkorkeudet määritetään arviointityön pohjaksi myös Kokemäenjoen vesistölle.
- 4 Erillisenä selvityksenä suurtulva määritetään Lapuanjoen vesistössä siten, että Ilmatieteen laitoksella arvioidaan tälle vesistöalueelle sellaiset sadannat, jotka vastaavat Puolassa havaittuja Oderin vuoden 1997 tulvatilanteen sadantoja Suomen olosuhteissa eli ovat toistuvuudeltaan arviolta kerran 250 vuodessa. Nämä sadannat muutetaan SYKEssä Lapuanjoen vesistömallia hyväksikäyttäen virtaamiksi olettaen, että alueella on jo aiemmin ollut runsaita sateita eli lähtötilanne on märkä.
- 5 Koko maahan pyritään määrittämään suurtulvien vahinkoarvion pohjaksi kaikille virallisille n. 800:lle vedenkorkeusasemalle ja n. 300:lle virtaamapasemalle käytettävissä olevien havaintoarvojen perusteella keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvat vedenkorkeuden ja virtaaman arvot. Tätä arviointityötä on kuvattu tarkemmin luvussa 4.
- 6 Jääpato tai suppo saattavat joessa aiheuttaa sellaisen ylivedenkorkeuden, jonka toistumisaika on oleellisesti pitempi kuin kyseisen jääpadon tai suppoilmiön aikana esiintyvän ylivirtaaman. Jääpatojen ja suppon aiheuttamia ylivedenkorkeuksia ei kuitenkaan mitenkään eritellä, vaan ne esiintyvät havaintoaineistossa normaaleina havaintoina.
- 7 Mikäli vesistöt ovat säännösteltyjä tai niissä olisi perusteltua toteuttaa suurtulvan uhatessa tilapäisiä ns. poikkeusjuoksutuksia, alueellisten ympäristökeskusten tulee ottaa tämä huomioon niin, että suurtulvan aikana vesistöissä vallitseva vesitilanne olisi arvion mukaan mahdollisimman realistinen.
- 8 Työtä varten ei ole tarkoitus tehdä suuria selvityksiä, vaan tulokset pohjautuvat käytettävissä olevaan tietoon.

- 9 Ympäristökeskusten tulisi valita tarkasteltaviksi pahimmat vahinkokohteet. Erilliseen tarkasteluun otettavan tulva-alueen minimikoko on 100 ha peltoa. Vahinkojen suuruus on kuitenkin ratkaiseva, ja esim. rakennusten takia paljon pienempikin alue voi tulla tarkasteltavaksi.
- 10 Koska suurillekin järville on yleensä laadittu koko järven rantavahinkoja kuvaavat käyrät, useiden ympäristökeskusten alueelle ulottuvilla järvillä (esim. Päijänne ja Saimaa) ympäristökeskukset voivat sopia keskenään, mikä niistä ilmoittaa ko. järven kokonaisvahingot.
- 11 Selvityksessä pyritään myös saamaan yleiskuva rankkasateen aiheuttamista vahingoista eräissä esimerkkitaajamissa. Arvio pyritään saamaan ainakin parista kaupungista kunkin ympäristökeskuksen alueella. SYKE toimittaa arvioita varten lähtötiedoksi tapahtumaa kuvaavat tuntisadanta-arvot.
- 12 Työn yhteenvetoraportin laatimisen helpottamiseksi vahinkotiedot kootaan kultakin vahinkokohteelta yhtenäiselle lomakkeelle, ja SYKE toimittaa ohjeellisen sisältörungon ympäristökeskusten raportteja varten. Keskeistä raporteissa on pahimpien vahinkokohteiden lisäksi se, miten vahinkoja voitaisiin vähentää.

4

Kuviteltu suurtulvatilanne ja sen hydrologinen määrittäminen

4.1 Suurtulvan määrittämisen perusteet ja sisältö

Kesä 1997 oli Suomessa helteinen, mutta Keski-Eurooppaa koettelivat suuret tulvat. Arvioitiin, että Saksan ja Puolan rajalla virtaavan Oder-joen tulvan huippukorkeus toistuisi vähintään samanlaisena keskimäärin noin kerran 250 vuodessa. Suurtulvaprojektissa tarkastelun perusteeksi päätettiin valita juuri tätä harvinaisuutta edustava tulvatilanne kussakin vesistöissä. Meillä ei ole aiemmin juuri tutkittu keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvia tulvia pääasiassa aikasarjojen lyhydestä johtuen. Aikasarjojen pidetessä mahdollisuudet tähän kuitenkin paranevat, vaikka arviot ovat edelleenkin vain suunta-antavia siksikin, että kaikkiin toistumisaika-arvioihin liittyy aina erilaisia tilastollisia riskejä.

Seuraavassa käydään läpi niitä määritysmenetelmiä, joita tässä selvityksessä käytettiin suurtulvan arvioimiseksi sekä kuvataan ja arvioidaan saatuja tuloksia.

Ilmastonmuutos nostanee keskilämpötiloja ja vuotuisia sademääriä, mikä saattaa lisätä tulvien määrää osassa Suomea: tähän mennessä kerätystä vedenkorkeus- ja virtaama-aineistosta arvioidut harvinaiset tulvat toistuvat ehkä tulevaisuudessa nykyistä useammin (Vehviläinen ja Huttunen, 1997). Arvion mukaan (Tuomenvirta, Uusitalo, Vehviläinen ja Carter, 2000) suurimmat sateet (toistuvuus kerran 10 000 vuodessa) kasvaisivat Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutuksesta vuoden alkupuolella keskimäärin 30...60 % ja vuoden loppupuolella keskimäärin 10...30 % sadassa vuodessa. Tämän vaikutusta virtaamiin ei ole vielä arvioitu. Vaikka arvio koski niinkin harvinaista kuin kerran 10 000 vuodessa toistuvaa sadetta, on ilmeistä, että myös vähemmän harvinaisilla sateilla muutos olisi samantapainen.

Harvinaisten suurten tulvien määrittämisessä keskeisiä käsitteitä ovat toistumisaika T_r , ylivirtaama HQ , keskiylivirtaama MHQ , ylivedenkorkeus HW ja keskiylivedenkorkeus MHW . Toistumisajalla ilmaistaan, kuinka usein keskimäärin jonkin suuruinen tai sitä suurempi muuttujan arvo esiintyy pitkän ajan kuluessa; toistumisaika ei tarkoita, että jokin tapahtuma sattuisi säännöllisesti juuri toistumisajan pituisin välein. Ylivirtaama HQ on vuoden aikana havaittu suurin vuorokauden keskivirtaama. Näin muodostuva vuoden suurimpien virtaamien eli ylivirtaamien sarja on otos alueen ylivirtaamien perusjoukosta. Näiden arvojen perusteella voidaan arvioida ylivirtaamien keskimääräinen arvo eli keskiylivirtaama MHQ ja keskimäärin tietyin väliajoin, esimerkiksi kerran 20 vuodessa, toistuva ylivirtaama HQ_{20} . Vastaavasti ylivedenkorkeus HW on vuoden aikana havaittu suurin vuorokauden keskivedenkorkeus ja keskiylivedenkorkeus MHW ylivedenkorkeuksien arvojen perusteella arvioitu ylivedenkorkeuksien keskimääräinen arvo.

Suurtulvaprojektin hydrologisiin selvityksiin kuuluivat harvinaisten ylivirtaamien määrittäminen toistumisaikakuvaajista sekä ylivirtaamista ja keskiylivirtaamista muodostettujen suhdelukujen laskeminen. Vastaavat tarkastelut oli tarkoitus suorittaa myös harvinaisille ylivedenkorkeuksille, mutta tästä luovuttiin, koska ylivedenkorkeuksien toistumisaikakuvaajien tulkinta osoittautui hyvin vaikeaksi mm. vesistöjen säännöstelyn takia.

Toistumisaikakuvaajat piirrettiin merkitsemällä vuotuiset ylivirtaamat ja ylivedenkorkeudet Gumbelin todennäköisyyspaperille ja sovittamalla havaintoihin suora pääsääntöisesti suurimman uskottavuuden menetelmällä. Harvinaisten ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien arvioimisessa käytettiin apuna lisäksi graafista menetelmää, ts. arvioitiin ylivesitilanteita suoraan pistejoukosta. Edelleen laskettiin suhde HQ/MHQ toistumisajoille 20, 50, 100 ja 250 vuotta sekä ylivirtaamien keskinäisiä suhdelukuja. Lisäksi tutkittiin em. suhdelukujen riippuvuutta järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta regressioanalyysin avulla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia olisivat hyvin harvinaiset tulvat Suomessa vedenkorkeuksiltaan ja virtaamiltaan. Erityisesti tavoitteena oli määrittää kullekin havaintopaikalle keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvan tulvan suuruus ympäristökeskusten tekemän tulvavahinkojen arviointityön perustaksi. Mikäli joissakin kohteissa oli erityisiä perusteita sille, että kerran 250 vuodessa toistuva tulva olisikin käytännössä vesistön säännöstelyn, poikkeusjuoksuksen tai muun syyn vuoksi alempi kuin toistuvuustarkastelun perusteella saatu tulva, niin tämän, tulvavahinkojen arvioinnin perusteena olevan arvion tekeminen kuului asianomaiselle alueelliselle ympäristökeskukselle. Ympäristökeskusten arvioita ei ole kuitenkaan käytetty tässä tutkimuksen osassa.

Seuraavassa käsitellään käytettyä virtaama- ja vedenkorkeusaineistoa ja siihen liittyviä ongelmia, käydään läpi käytetyt menetelmät ja esitellään tarkasteluista saadut tulokset. Lopuksi arvioidaan tulosten mielekkyyttä ja esitetään tutkimuksesta tehtyjä johtopäätöksiä.

4.2 Aineisto

4.2.1 Hydrologinen seuranta Suomessa

Järjestelmälliset hydrometriset havainnot alkoivat Suomessa 1840-luvulla. Ensimmäiset talletetut havainnot ovat Saimaan päivittäisiä vedenkorkeushavainnoita vuodesta 1847 eteenpäin. Vuonna 1908 vedenkorkeuden havaintoasemien lukumäärä oli 118. Merkittävä osa säännöllisestä virtaaman havaintotoiminnasta alkoi noin vuonna 1910, ja vuoteen 1914 mennessä oli tehty jo 890 virtaamamittausta. Vedenkorkeus- ja virtaamahavaintoverkosto kattoi 1910-luvulla jo kaikki suuret vesistöt. Valtakunnallisten vesiasteikkojen määrä kasvoi 1990-luvun alkuun mennessä noin viiteensataan, mutta oli vuonna 1998 enää 350.

Virtaama tunnetaan veden kiertokulun suureista tarkimmin. Kun vedenkorkeuden ja virtaaman välistä riippuvuutta kuvaava purkautumiskäyrä on saatu määritetyksi jollekin luonnonuoman kohdalle tai padolle, virtaamat saadaan purkautumiskäyrän avulla vedenkorkeushavainnoista. Tällä tavoin virtaamasarjoja on laskettu jälkeenpäin vanhoista vedenkorkeuden aikasarjoista. Jääkannen vaikutuksesta purkautumiskäyrä ei ole talvella voimassa jokiasemilla, joten virtaama täytyy näissä tapauksissa arvioida muilla keinoilla. Tällä hetkellä valtakunnalliseen havaintoverkkoon kuuluu noin 300 virtaama-asemaa, joista noin sata on vesivoimaloita.

4.2.2. Aineiston laatu ja laajuus

Tässä tutkimuksessa on käytetty kaikkia SYKEN rekisterissä nykyisin olevia valtakunnallisia havaintosarjoja suurehkoilta valuma-alueilta, joten aineisto on laajempi kuin aikaisemmissa Suomessa tehdyissä toistumisaikatarkasteluissa (Hyvärinen, 1977; Reuna, 1983). Koska luotettava toistumisaikatarkastelu voidaan tehdä vain tarpeeksi pitkille aikasarjoille, tutkimuksessa on käytetty pääosin vähintään 20 vuotta pitkiä aikasarjoja, ja hyvin lyhyet aikasarjat (luokkaa kymmenen vuotta) on jätetty käsittelemättä. Hyvin harvinaisia virtaamia ja vedenkorkeuksia määrittäessä olisi käytettävä vielä paljon pitempiä aikasarjoja, mutta lyhyetkin aikasarjat antavat edes jonkinlaisen arvion harvinaisista tulvista. Havaintojakson pitäisi kuitenkin olla niin pitkä, ettei lyhytaikaisen vaihtelun vaikutus korostuisi: esimerkiksi Saimaan virtaama-aikasarjoissa voidaan havaita lyhytaikaisista ilmastovaihteluista johtuva noin 30 vuoden jaksottaisuus.

Havaintosarjat eivät ole aina yhtenäisiä: joissain tapauksissa välistä puuttuu vain muutamia päiviä, joskus taas useita vuosia. Tässä tutkimuksessa toistumisaikatarkasteluista jätettiin pois sellaiset vuodet, joissa suuri osa havainnoista puuttui tai puuttuvat havainnot sattuivat todennäköisen tulvahuipun kohdalle. Usein havainnot puuttuvat juuri kaikkein äärimmäisimpien tulvahuippujen kohdalla, joten näiden vuosien jättäminen pois aiheuttanee virhettä tulva-arvioihin.

Suuri osa säännöstelyistä vesistöalueista on mukana tarkastelussa, koska osa säännöstelyistä on niin lieviä, että menetelmä antaa käyttökelpoisia arvioita tulvien toistuvuuksista – varsinkin jos tutkitaan hyvin harvinaisia tulvia, joihin säännöstely ei juuri tehoa. Muutamia voimakkaasti säännösteltyjä vesistöalueita jätettiin pois suhdelukutarkasteluista.

4.2.3 Purkautumiskäyrät

Virtaama Q saadaan virtaamanmittauksien avulla määritetystä, vedenkorkeuden ja virtaaman välistä riippuvuutta kuvaavasta purkautumiskäyrästä. Purkautumiskäyrät laadittiin 1960-luvun alkuun saakka millimetripaperille virtaamanmittaus tulosten ja samaan aikaan havaittujen vedenkorkeuksien perusteella. Kun virtaamanmittausten määrä kasvoi, huomattiin, että joissain tapauksissa purkautumiskäyrän ekstrapolointi eli sen jatkaminen havaittujen virtaama-arvojen yläpuolelle oli tuottanut virheellisiä tuloksia. Yleensä virheet olivat sellaisia, että ylivirtaamat arvioitiin liian pieniksi.

Kaikkia havaintosarjoja ei toistaiseksi ole korjattu mahdollisesti virheellisten ylivirtaamien osalta, joten joidenkin asemien ylivirtaamien aikasarjoista laaditut toistumisaikakuvaajat käyristyvät tästä syystä yläpäästään.

4.2.4 Aineiston homogeenisuus

Tässä tutkimuksessa käytetyt havaintosarjat koostuivat vuosittaisista ylivirtaamista ja ylivedenkorkeuksista. Koska ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien syntymekanismit vaihtelevat vuodenaikasta riippuen, aikasarjojen ei voida olettaa olevan homogeenisia.

Aikasarjojen epähomogeenisuus voi johtua myös luonnonolojen muutoksista, vesistöissä tapahtuneista muutoksista kuten säännöstelystä tai ojituksesta, uoman muutoksista kasvillisuuden tai eroosion seurauksena tai vedenkorkeusasteikon nollapisteen muuttumisesta.

Suomessa vuoden ylivirtaama sattuu yleensä huhti–kesäkuussa lumen sulamisen aikana tai sen jälkeen. Oulujoen alueelta pohjoiseen päin kevätylivirtaama on lähes aina samalla vuoden ylivirtaama, mutta etelämpänä vuoden ylivirtaama voi sattua myös muina ajankohtina: Suomenlahden rannikon joissa n. 20 %, Vuoksen ja Kymijoen alueiden latvareiteillä n. 15 %, Etelä-Pohjanmaalla n. 10 %, mutta Siikajoen alueella enää n. 5 % vuoden ylivirtaamista sattuu syksyllä tai talvella. Järvialueella järvien virtaamaa tasoittava vaikutus viivästyttää kevätylivirtaaman esiintymisajankohtaa, ja järvialueen suurten järvien luusuoista suurin virtaama purkautuu usein vasta syksyllä tai talvella. (Hyvärinen, 1986).

Aikaisempien homogeenisuustarkastelujen valossa ja vuoden ylivirtaaman sattumisajankohdan perusteella tämän tutkimuksen aineistoa päätettiin käsitellä homogeenisena, vaikka poikkeamia tästä olettamuksesta on varmasti. Tästä ei todennäköisesti aiheudu kovin suurta lisävirhettä muutenkin epävarmoihin arvioihin hyvin harvinaisista tulvatapauksista. Ilmastonmuutoksen mahdollinen vaikutus ei vielä voi näkyä selvänä havaintosarjoissa.

4.3 Teoria ja menetelmät

4.3.1 Ääriarvojakauman valinta

Ylivirtaamien toistuvuusanalyysiä varten on kehitetty useita jakaumia. Näiden jakaumien sopivuutta havaintoaineistoon on vertailtu monissa tutkimuksissa, mutta tulokset ovat olleet jopa ristiriitaisia: jakaumien soveltuvuus riippuu mahdollisesti ilmasto-oloista tai valuma-alueen ominaisuuksista, joten jollekin valuma-alueelle soveltuva jakauma ei välttämättä ole paras mahdollinen jakauma jollekin toiselle valuma-alueelle. Suomessa on yleisimmin ollut käytössä Gumbelin jakauma (Gumbel, 1958).

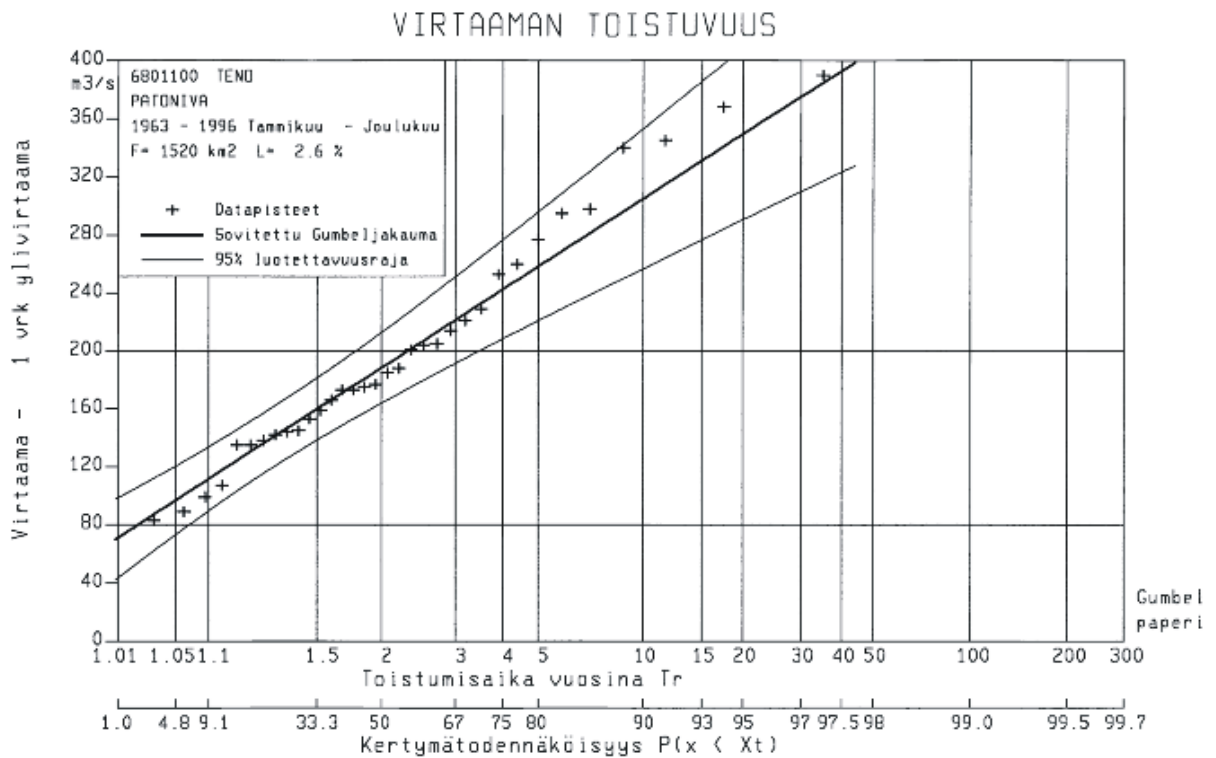
Jotta jakaumia voitaisiin soveltaa havaintoaineistoon, havaintojen tulisi olla riippumattomia ja niiden tulisi kuulua samaan perusjoukkoon eli olla homogeenisiä. Riippumattomuusehto on Suomen oloissa melko hyvin voimassa ylivoimaisesti varastoitumista lukuun ottamatta (Kuusisto ja Leppäjärvi, 1979).

Tässä tutkimuksessa päädyttiin olettamaan, että ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien aikasarjat noudattavat likimäärin Gumbelin jakaumaa, vaikka joillekin valuma-alueille sopusikin paremmin jokin toinen jakauma. Mikäli aineisto noudattaa Gumbelin jakaumaa, siihen voidaan sovittaa Gumbelin todennäköisyyspaperilla suora. Todennäköisyyspaperin x -akselilla on redusoitu muuttuja ja y -akselilla todellinen muuttuja, tässä tapauksessa ylivirtaama tai ylivedenkorkeus.

4.3.2 MHQ:n, MHW:n ja HQ:n määrittäminen

Keskiylivirtaamat MHQ ja keskiylivedenkorkeudet MHW määritettiin laskemalla vuotuisten ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien keskiarvot. Harvinaisten ylivirtaamien toistumisaikoja tutkittiin piirtämällä vuotuiset ylivirtaamat Gumbelin todennäköisyyspaperille ja sovittamalla havaintoihin suora pääsääntöisesti suurimman uskottavuuden menetelmällä (kuva 1). Useimmiten harvinaisten ylivirtaamien oletettiin noudattavan sovitettua suoraa, mutta joissain tapauksissa ylivirtaamat arvioitiin graafisella menetelmällä suoraan pistejoukosta. Joko piirretystä käyrästä tai sovitetusta suorasta pyrittiin arvioimaan harvinaiset, toistumisaikoja 20, 50, 100 ja 250 vuotta vastaavat ylivirtaamat. Harvinaisimpien ylivirtaamien arvioi-

minen oli mahdollista vain pisimmille aikasarjoille. Ylivedenkorkeuksien toistuvuuden yksityiskohtaisesta arvioimisesta luovuttiin, koska se osoittautui hyvin hankalaksi.



Kuva 1. Gumbelin paperille piirretty Patonivan virtaama-aseman ylivirtaamien toistumisaikakuvaaja. Havaintoihin (+) on sovitettu suora suurimman uskottavuuden menetelmällä.

4.3.3 Lasketut suhdeluvut ja niiden analysointi

Tutkimuksessa laskettiin toistumisaikoja 20, 50, 100 ja 250 vuotta vastaavien ylivirtaamien ja keskiylivirtaamien suhteet HQ/MHQ sekä ylivirtaamien suhdeluvut HQ_{250}/HQ_{20} ja HQ_{250}/HQ_{50} . Yksittäisten havaintoasemien suhdeluvuista laskettiin keskiarvo ja hajonta. Virtaama-asetat ryhmiteltiin suhdelukutarkasteluja varten viiteen luokkaan valuma-alueen pinta-alan ja havaintojakson pituuden perusteella (taulukko 2).

Tutkimuksessa ei voitu ottaa huomioon sellaisia alueellisia tekijöitä kuin maaston kaltevuus ja pellon osuus pinta-alasta. Koska hyvin suuret valuma-alueet tasottavat ylivirtaaman vaihteluita, vesistöalueet jaettiin kahteen ryhmään valuma-alueen pinta-alan mukaan: ensimmäiseen ryhmään kuuluvat vesistöalueet ovat pinta-alaltaan alle 15000 km², toiseen ryhmään kuuluvat yli 15000 km². Suhdelukujen riippuvuutta järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta tutkittiin regressioanalyysin avulla.

Taulukko 2. Virtaama-asemien luokittelu suhdelukutarkasteluja varten valuma-alueen pinta-alan F ja havaintosarjan pituuden T_s perusteella.

Luokka	Luokitteluperusteet	
	$F(\text{km}^2)$	T_s (a)
1		
2	< 15 000	
3		≥ 20
4	< 15 000	≥ 20
5	> 15 000	≥ 20

4.4 Tulokset

4.4.1 Tulosten arviointi ja vertailu

Tutkimuksessa lasketut suhdeluvut ovat taulukossa 3. Regressioanalyysin mukaiset suhdelukujen riippuvuudet järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta on esitetty kuvassa 2.

Vaikka vedenkorkeuden osalta tarkastelu jätettiin toistumisaikakuvaajien piirtämiseen, seuraavassa on muutamia karkeit arvioita keskimäärin kerran 250 vuodessa sattuvien tulvatilanteiden vedenkorkeuksista: keskimääräiseen vedenkorkeuteen verrattuna Saimaan pinta kohoaisi noin kaksi metriä, Päijänteen pinta lähes kaksi metriä, Pohjanmaan joet jopa kolmesta ja puolesta viiteen metriä, Vantaanjoki Oulunkylän kohdalla lähes kolme metriä ja Kemijoki paikoin viittisen metriä. Toistumisaikoja 2,33, 10, 20 ja 50 vuotta vastaavia ylivedenkorkeusarvioita on julkaistu Ollilan (1999) toimittamassa oppaassa ranta-alueiden alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista.

Lasketut suhdeluvut ovat samansuuntaisia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa saadut suhdeluvut. Hyvin lyhyiden havaintosarjojen rajaaminen tarkastelun ulkopuolelle vaikuttaa vain vähän suhdelukujen arvoihin. Hyvin suurten valuma-alueiden suhdeluvut ovat pienempiä kuin pienten valuma-alueiden suhdeluvut. Lisäksi suhdelukujen muutos eri toistumisajoilla on suuria valuma-alueita tutkittaessa suhteellisesti pienempi kuin pienillä valuma-alueilla: esimerkiksi suhdeluku HQ_{50}/MHQ on suurilla valuma-alueilla tarkasteltaessa noin 11 % suurempi kuin suhteen HQ_{20}/MHQ arvo, mutta pienillä valuma-alueilla (jakson pituus vähintään 20 vuotta) ero on noin 15 %. Suuri valuma-alueen pinta-ala näyttää siis myös tämän tutkimuksen mukaan tasoittavan ylivirtaamia.

Taulukko 3. Tutkimuksessa laskettujen suhdelukujen aritmeettiset keskiarvot m , tarkasteluissa mukana olleiden asemien lukumäärät l_{km} ja havaintojaksojen pituuksien keskiarvot m_j . Virtaama-asetat ryhmiteltiin viiteen luokkaan valuma-alueen pinta-alan ja havaintojakson pituuden perusteella (taulukko 2). (HQ_{Tr}/MHQ tarkoittaa toistumisaikaa T_r vuotta vastaavan ylivirtaaman suhdetta keskiylivirtaamaan. HQ_{250}/HQ_{TrB} tarkoittaa toistumisaikaa 250 vuotta vastaavan ylivirtaaman suhdetta toistumisaikaa T_{rB} vastaavaan ylivirtaamaan.)

	HQ_{Tr}/MHQ				HQ_{250}/HQ_{TrB}	
	20	50	100	250	T_{rB} (a)	50
Luokka 1						
m	1,64	1,88	2,07	2,31	1,40	1,22
l_{km}	324	324	291	167	167	167
m_j (a)	38,7	38,7	40,7	47,2	47,2	47,2
Luokka 2						
m	1,65	1,89	2,10	2,35	1,42	1,23
l_{km}	294	294	262	152	152	152
m_j (a)	37,9	37,9	40,0	46,5	46,5	46,5
Luokka 3						
m	1,65	1,88	2,08	2,31	1,40	1,22
l_{km}	268	268	255	165	165	165
m_j (a)	43,7	43,7	44,3	47,6	47,6	47,6
Luokka 4						
m	1,66	1,90	2,11	2,35	1,42	1,23
l_{km}	238	238	226	150	150	150
m_j (a)	43,2	43,2	43,9	46,8	46,8	46,8
Luokka 5						
m	1,52	1,69	1,85	1,92	1,28	1,15
l_{km}	30	30	29	15	15	15
m_j (a)	46,9	46,9	47,2	55,9	55,9	55,9

4.4.2 Suhdelukujen käyttö

Edellä mainittuja suhdelukuja voidaan käyttää apuna ylivirtaamien arvioimisessa, jos muuta aineistoa, kuten pitkän havaintojakson perusteella laadittua toistumisaikakuvaajaa, ei ole saatavilla. Vuoksen virtaama-asetalla Saimaa–Imatra keskiylivirtaama on noin $700 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ laskettuna jakson 1847–1949 ylivirtaamista. Valuma-alueen pinta-ala on 61071 km^2 , joten suurille valuma-alueille (luokka 5, taulukko 2) lasketuista suhdeluista saataisiin keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvan tulvan virtaamaksi $1,85 \cdot 700 \text{ m}^3\text{s}^{-1} = 1290 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ja keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvan tulvan virtaamaksi noin $1340 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1200 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Suluisissa olevat arvot ovat aseman toistumisaikakuvaajasta tehtyjä arvioita.

Jos taas tarkastellaan Kemijoen Kemihaaran Kummanivan asemaa, jonka keskiylivirtaama on noin $840 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ jaksolla 1921–1996 ja jonka valuma-alueen pinta-ala on 8538 km^2 , saadaan suhdelukujen avulla keskimäärin kerran sadassa vuodessa sattuvan tulvan virtaamaksi noin $1770 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1320 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ja kerran 250 vuodessa sattuvan tulvan virtaamaksi noin $1970 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1410 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$).

Utsjoen Patonivassa keskiylivirtaama jaksolta 1963–1996 laskettuna on noin $200 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ja valuma-alueen pinta-ala on 1520 km^2 . Suhdelukujen avulla saadaan keskimäärin kerran sadassa ja 250 vuodessa toistuvien tulvien virtaamiksi noin $430 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($450 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ja $470 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($510 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$).

Esimerkkitapauksissa suluisissa olevat arviot ovat suhdelukujen avulla laskettuja arvioita luotettavampia – ja arviot poikkeavat toisistaan huomattavasti. Suhdelukuja ei tulisi kuitenkaan käyttää ylivirtaamien arvioimisessa, jos muita menetelmiä on käytössä.

4.4.3 Suhdelukujen riippuvuus järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta

Niinivaaran (1961) mukaan suhdeluku HQ/MHQ riippuu järvisyydestä siten, että se saa suurimmat arvonsa, kun järvisyys on välillä 10 - 15 %, ja pienimmät arvonsa hyvin suurilla ja hyvin pienillä järvisyyden arvoilla. Niinivaaran tutkimus käsitti kuitenkin vain 53 valuma-aluetta, jotka jaettiin eri luokkiin. Näin ollen havaintoaineiston suppeus aiheuttaa tuloksiin epävarmuutta. Hyvärinen (1985) on tutkinut HQ/MHQ -suhteen riippuvuutta järvisyydestä alle 15000 km²:n valuma-alueilla ja saanut Niinivaaran päätelmiä tukevia tuloksia. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että HQ/MHQ - ja HQ_{250}/HQ -suhteet saavat suurimmat arvonsa pienillä järvisyyden arvoilla (kuva 2).

Tämän tutkimuksen mukaan suhdeluvut ja niiden muutokset eri toistumisaikojen välillä pienenevät, kun valuma-alueen pinta-ala kasvaa. Tämä voidaan havaita vertaamalla valuma-alueen pinta-alan mukaan ryhmitellyille virtaama-alueille laskettuja suhdelukuja keskenään sekä tarkastelemalla alle 15 000 km²:n suuruisille valuma-alueille saatuja suhdelukuja valuma-alueen pinta-alan funktiona (kuva 2); sen sijaan suurten valuma-alueiden ryhmän suhdelukujen käyttäytymisestä ei voi tehdä selviä johtopäätöksiä.

4.4.4 Tilastollisten menetelmien arviointi

Tilastollinen analyysi on epävarma mutta tällä hetkellä ainoa tapa arvioida hyvin harvinaisia ylivirtaamia ja ylivedenkorkeuksia mallilaskelmien, maastoon jääneiden tulvamerkkien ja historialliseen kirjallisuuteen mahdollisesti tehtyjen merkintöjen lisäksi. Tätä menettelyä suositeltiin myös kansainvälisessä suurtulvakonferenssissa vuonna 2000 (Extremes of the Extremes. July 17-19, 2000, Reykjavik, Iceland. Symposium abstracts. Orkustofnun, Hydrological Service.). Tällöin harvinaisia tapahtumia yritetään arvioida pääasiassa melko tavallisten tapausten avulla, vaikka ääritapaukset eivät aina kuulu samaan perusjoukkoon kuin tavalliset tilanteet: ne syntyvät usein monien tapahtumien yhteisvaikutuksesta, esimerkiksi lumen sulamisen ja runsaiden sateiden sattuessa samaan aikaan. Aikasarjojen epähomogeenisuus voi johtua paitsi ääritapausten erilaisista syntymekanismeista myös luonnonolojen muutoksista (esim. laajoista ojituksista), vesistöissä tapahtuneista muutoksista (esim. säännöstelyistä) tai uoman muutoksista. Tässä tutkimuksessa eri pituisia, mahdollisesti epäyhtenäisiä, eri ajankohtina mitattuja ja erilaisista ylivesitapauksista koostuvia aikasarjoja kuitenkin käsiteltiin homogeenisina. Toisaalta havaintoihin pohjautuva arvio antaa edes jonkinlaisen kuvan ääritapauksista.

Ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien oletettiin noudattavan Gumbelin jakaumaa, vaikka joillekin valuma-alueille soveltaisikin paremmin jokin muu jakauma.

Harvinaisten ylivirtaamien ja ylivedenkorkeuksien arvioinnissa oli monia hankaluuksia: Tiedot vesistöjen säännöstelyjen vaikutuksista olivat puutteelliset. Muutamissa vanhoissa purkautumiskäyrissä on ekstrapoloitu harvinaisten vedenkorkeuksien ja virtaamien riippuvuutta virheellisesti – yleensä siten, että purkautumiskäyrä antaa liian pieniä virtaama-arvoja. Havaintosarjat olivat puutteellisia, joten osa havaintojaksojen vuosista jouduttiin jättämään tarkastelun ulkopuolel-

le. Nämä poistetut vuodet eivät aina ole lähellä keskiarvoa, vaan havaintosarjojen puutteellisuus on saattanut johtua juuri kyseisten vuosien poikkeuksellisista olosuhteista.

Tässä tutkimuksessa suhdelukujen laskemisessa ja analysoinnissa käytettiin kaikkien mahdollisten virtaama-asemien havaintotietoja bifurkaatioalueita, hyvin lyhyitä aikasarjoja ja voimakkaasti säännöstelyjä alueita lukuun ottamatta. Tutkimus ei anna ehkä edustavaa kuvaa koko Suomen keskimääräisestä tilanteesta: suhdeluvut riippuvat myös muista alueellisista tekijöistä kuin järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta, ja riippuvuus järvisyydestä ja valuma-alueen pinta-alasta saattaa vaihdella alueittain. Mikäli voimakkaita alueellisia riippuvuuksia on olemassa, koko Suomen tarkasteleminen yhtenä alueena ei ole perusteltua. Muiden asemien suhdeluvuista huomattavasti poikkeavien asemien arvoja ei ole erikseen tutkittu.

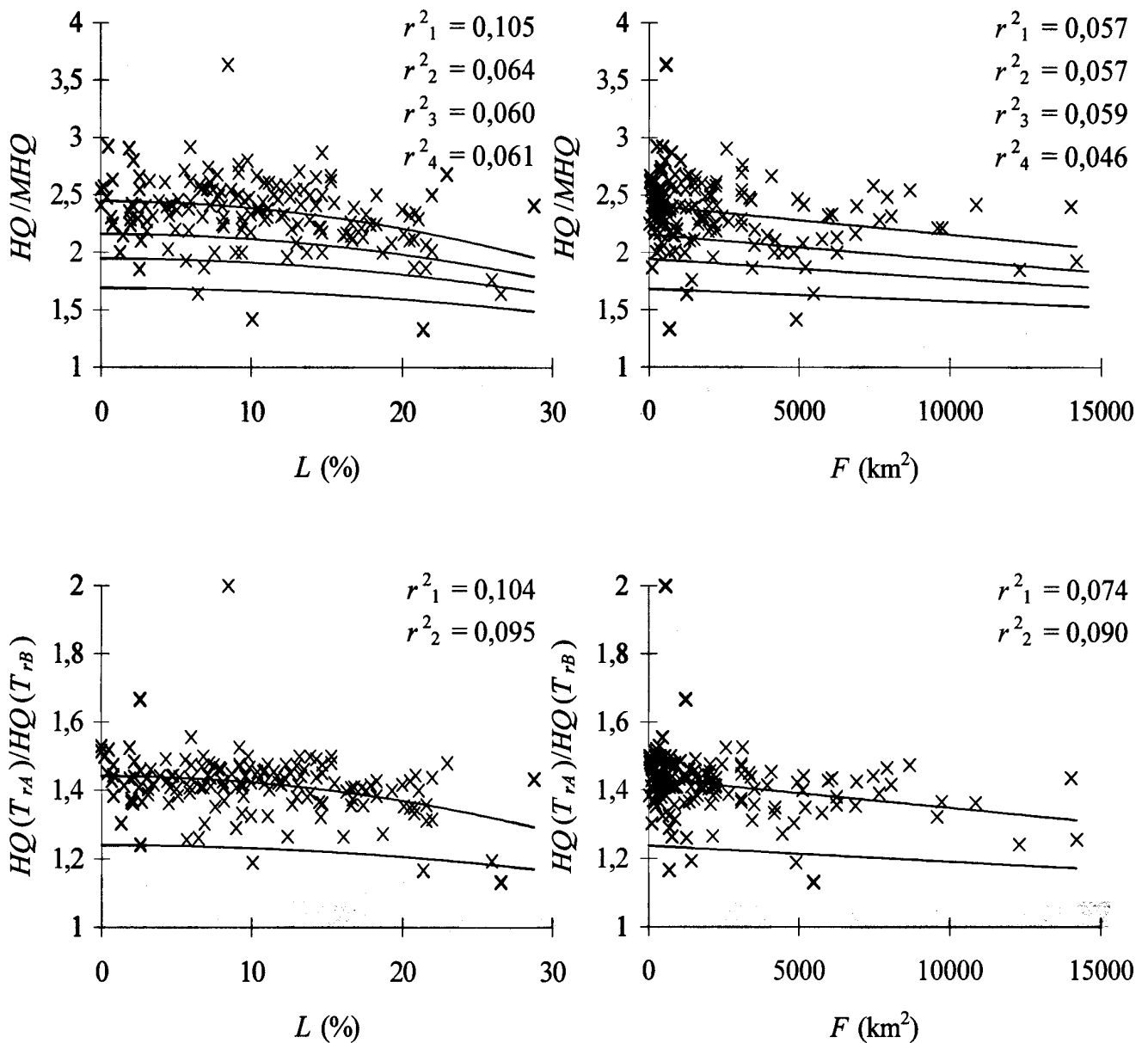
Ilmaston muutoksen mahdollinen vaikutus suurtulviin jää myös tämän tilastollisen tarkastelun ulkopuolelle.

4.5 Tulosten hyväksikäyttö

Suomen ympäristökeskuksessa määritellyt toistumisaikoja 50, 100 ja 250 vuotta vastaavat ylivirtaamat samoin kuin ylivedenkorkeuden toistumisaika-aineisto (käyrästä ja pisteistöt huomautuksineen) toimitettiin alueellisille ympäristökeskuksille. Niiden tehtäväksi jäi lopullisesti kunkin vesistön osalta määritellä toistuvuutta 1/250 vuotta kuvaava vesitilanne. Tähän päädyttiin sillä perusteella, että ympäristökeskuksilla on alueensa vesistöihin parempi käytännön tuntuma kuin SYKellä, ja niillä on monissa ongelmatapauksissa myös paremmat mahdollisuudet arvioida HW_{250} niille toimitetun aineiston pohjalta. Erityisesti vesistön säännöstely aiheuttavat arviointiin ongelmia.

Tyypillisiä säännöstelyihin liittyviä hankaluuksia ovat:

- Ei ole olemassa täysin kattavaa, täsmällistä tiedostoa siitä, mihin kaikkiin vesistöihin ja vesistönsiiniin, kuinka paljon ja koska säännöstely on vaikuttanut. Useissa tapauksissa on vaikea erotella vesistön käytön historian eri vaiheista peräisin olevia HW -lukuja toisistaan. Hajanainen aineisto voi johtaa harhaan, jos ei tiedä, miten toistumisaikapisteistöjä olisi vesistön käytön historia huomioon ottaen tulkittava.
- Usein säännöstelyllä yritetään pitää suurimmat vuotuiset vedenkorkeudet lähellä jotakin tasoa, mistä seuraa, että säännöstelyllä kaudella toistumiskapisteistö on siisti, lähes vaakasuora pistejono. Olisi kuitenkin luultavasti kohtalokasta uskoa, että ääritilanteissa sama jatkuisi, ts. pisteistön (yläpään) ekstrapolointiin voi näissä tapauksissa sisältyä riski. Jokaisen tällaisen havaintopaikan HW_{100} :n ja HW_{250} :n joutunee arvioimaan erikseen käyttäen hyväksi kaikkea mahdollista asiaan kuuluvaa tietoa.
- Jos esim. järven pintaa ei ole nostettu, vaan järveä vain säännöstellään, ääritilanteet todennäköisesti palautuvat lähelle luonnontilaista; nämäkin vaativat erityisarviointia.



Kuva 2. Regressioanalyysin tuloksia. Yläkuvissa on esitetty ylivirtaaman ja keskiylivirtaaman suhde HQ/MHQ järvisyyden L (vasen kuva) ja valuma-alueen pinta-alan F (oikea kuva) funktiona toistumisajoilla $T_r = 250, 100, 50$ ja 20 vuotta (käyrät ylhäältä alas lueteltuina). Alakuvissa on ylivirtaamien suhde $HQ(T_{rA})/HQ(T_{rB})$ järvisyyden (vasen kuva) ja valuma-alueen pinta-alan (oikea kuva) funktiona. $T_{rA} = 250$ a ja $T_{rB} = 20$ a (ylempi käyrä) tai 50 a (alempi käyrä). Selkeyden vuoksi jokaiseen kuvaan on merkitty ainoastaan ylimmän käyrän pistejoukko. Kuvista huomataan, että pisteiden hajonta on suuri ja korrelaatiokertoimen neliöt r^2 melko pieniä. Lasketut suhteet ovat F - ja t -testien mukaan käyttökelpoisia ja käyrien kertoimet nolasta eroavia merkitsevästi (ylin käyrä ylhäällä oikealla) tai erittäin merkitsevästi (muut tapaukset). Tarkastelussa ovat mukana ne asemat, joiden valuma-alueen pinta-ala $F < 15000 \text{ km}^2$ ja joiden havaintosarja on vähintään 20 vuotta pitkä (luokka 4, taulukko 2).

5

Vuoden 1899 tulvan määrittäminen nykyoloissa

Laskentatyön nopeuttamiseksi Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöille laadittiin näiden vesistöjen vesistömalleja (Vehviläinen, 1994) hyväksi käyttäen arviot siitä, miten suuria virtaamat ja vedenkorkeudet nykyoloissa olisivat vuoden 1899 hydrologisia olosuhteita vastaavassa tulvatilanteessa.

Kullekin edellä mainitulle vesistöalueelle on luotu 1899 suurtulva syöttämällä kunkin vesistön vesistömalliin tulva-ajan sade- ja lämpötilahavainnot (esim. Kokemäenjoella heinäkuu 1898 - huhtikuu 1900). Vastaavasti malleihin on syötetty käytettävissä olevat virtaama- ja vedenkorkeushavainnot. Lumen syvyyshavainnot on muutettu lumen vesiarvoiksi käyttämällä ajankohdan keskimääräistä lumen tiheyttä.

Suurtulvan aikainen, tarkasti vedenkorkeuksia ja virtaamia eri kohteissa kuvaava vesistön tila on voitu määrittää vain osittain. Vesistöjen perkaamisen takia muuttuneita purkautumiskäyriä on korvattu vanhoilla purkautumiskäyrillä aina, kun vanha käyrä on löytynyt. Säännöstelyjen järvien juoksutus on arvioitu vedenkorkeushavaintojen perusteella, kun juoksutuksista ei ole ollut tietoa.

Mikäli vesistöalueen pääuoman suurin virtaama todettiin selvästi liian pieneksi, voitiin virtaamaa kasvattaa. Syynä mahdollisesti pieneltä tuntuvaan arvoon saattoi olla pelkästään se, että vesistön alaosa ja yläosan järviolueet purkavat vedet eri aikaan, jolloin niiden huiput eivät osu samanaikaisesti pääuomaan. Eri alueiden maksimivirtaamista suoraan yhteenlaskettu huippuvirtaama on tämän takia suurempi kuin vesistömallilla saatu arvo, jonka laskennassa virtaamahuippujen ajoitus on otettu huomioon.

Käytettävissä olevat sade- ja lämpötilahavainnot eivät ole olleet riittävän kattavia tarkkojen laskelmien tekemiseen, ja vuosisadan vaihteen sademittarit ovat mitanneet vähemmän sadetta kuin nykyiset huonomman tuulisuojan takia. Sadantakorjaus on tehty kokonaisvesitaseen kautta silloin, kun sekä vedenkorkeus että virtaamatiedot järvistä ovat olemassa. Muualla sadantakorjaukset on arvioitu tällaisten alueiden tulosten perusteella.

Olennainen merkitys tulvatilanteen arvioimisessa on ollut sillä, millä tavoin näiden vesistöjen lukuisia säännöstelyjä ja mahdollisia poikkeusjuoksutuksia kuvitellaan toteutettavan vuosien 1898-1899 kaltaisen tulvan ollessa kehitymässä. Tämän arvion ovat suorittaneet näiden kunkin vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelman laatimista ohjanneet työryhmät. Arvioinnit on pyritty tekemään mahdollisimman realistisesti, ja säännöstelyjä on kussakin vaiheessa toteutettu tapahtuneen tilanteen muuttumisen ja kulloistenkin ennusteiden perusteella ilman että ratkaisuja tehtäessä olisi tiedetty, että tulvasta lopulta vuoden 1899 kesällä muodostuisi kaikkein korkein näillä vesistöalueilla havaittu tulva.

Vuoden 1899 tulvatilanteen simulointia on kuvattu tarkemmin edellä mainituissa tulvantorjunnan toimintasuunnitelmissa.

Vahinkoarvioiden tekemisen perusteet

6

Sen lisäksi, mitä luvussa 3 on esitetty, voidaan vahinkoarvioiden tekemisestä todeta seuraavaa.

Uusia selvityksiä pahimmista vahinkokohteista ja tulvavahinkojen suuruudesta ei edellytetty tehtäväksi, joten kyseessä oli nykytietoon perustuva inventointi.

Käytettävissä olevat vahinkoarviot edellytettiin muutettavaksi hintatasoltaan vastaamaan vuoden 1997 joulukuun hintatasoa. Tässä yhteenvedossa ne on edelleen muutettu vastaamaan vuoden 1999 hintatasoa kertoimella 1,02.

Hyvin monilta järviltä ja jokiosuuksilta on ollut käytettävissä aiemmin laadittuja vahinkokäyriä. Toisaalta monilta vahinkokohteilta on alueellisissa ympäristökeskuksissa laadittu tämän selvityksen yhteydessä vahinkoarviot esim. rantarakennusten kartoilta laskettujen tai arvioitujen lukumäärien tai kartoilta mitattujen pelto- ja metsäalueiden perusteella tai arvioimalla vahinkokohteessa oleville teollisuuslaitoksille aiheutuvat vahingot yleispiirteisesti.

SYKEN toimesta ei annettu suosituksia siitä, miten vahinkoarviot tulisi suorittaa, eikä myöskään jo aiemmin laadittujen vahinkokäyrien perusteita ole vertailtu. Tähän päädyttiin sillä perusteella, että laadittavien kokonaisvahingonarvioiden yleispiirteisyys ei tällaista yhdenmukaistamista edellytä, ja toisaalta yhtenäisten arviointiohjeiden antaminen olisi ollut ainakin joidenkin vahinkolajien osalta vaikeaa.

Vahinkoarvioiden laatimiseksi SYKEssä ei otettu kantaa siihen, olisiko tarkastettava suurtulva jollain tietyllä alueella kesätulva vai talvitulva, vaikka esim. maataloudelle ja metsätaloudelle kesätulvan aiheuttamat vahingot ovat huomattavasti suuremmat kuin talvitulvan aiheuttamat. Ensinnäkin tämän päättelyminen ja alueiden määrittely olisi ollut vaikeaa. Toiseksi laajojen alueiden kokonaisvahinkojen kannalta tällä ei ole juuri merkitystä, koska rakennusten ja teollisuuden vahingot, joiden suuruuteen tulvan ajankohdalla ei ole vaikutusta, ovat suurtulvilla yleensä huomattavasti muita vahinkoja suuremmat.

7

Suurtulvan aiheuttamat vahingot

7.1 Tulvavahinkojen kokonaismäärä

Koska selvityksen tavoitteena oli saada mahdollisimman luotettava ja yhdenmukainen kuva koko maan tulvavahingoista, annettiin alueellisille ympäristökeskuksille selvityksen tuloksia kuvaavaa raporttia varten ohjeellinen sisällysluettelo (liite 1). Samaten aluekohtaisten ja koko maan kattavien yhteenvetojen laatimisen helpottamiseksi vahinkokohteiden määrittely, vahinkolajit ja vahinkojen määrät ym. tiedot pyydettiin esittämään jokaisesta vahinkokohteesta omalla lomakkeellaan (liite 2). Alueellisten ympäristökeskusten laatimien tämän selvityksen liitteinä 4-16 olevien raporttien sekä vahinkoaluekohtaisten arviointilomakkeiden perusteella kokonaisvahingoista on saatu seuraavia tuloksia.

Suomessa suurtulvan aiheuttamat kokonaisvahingot ovat noin 3 300 milj. mk. Kokonaisvahingot koostuvat pääasiassa rakennusvahingoista (52 %), teollisuuden tuotannollisista ja aineellisista vahingoista (yhteensä 20 %) sekä maatalousvahingoista (17 %), jotka yhteensä muodostavat 89 % kokonaisvahingoista. Kokonaisvahingot on esitetty ympäristökeskuksittain taulukossa 4.

Lisäksi Lapin ympäristökeskuksen alueella on Tielaitoksen Lapin piiri arvioinut tie- ja siltavahingoiksi noin 940 milj. mk, joka on noin viisinkertainen koko muun maan vastaavaan vahinkosummaan verrattuna. Muiden ympäristökeskusten alueilla Tielaitoksen toimesta ei ole vastaavaa erillisarviota tehty, vaan arviot perustuvat alueellisten ympäristökeskusten tietoihin ja arvioihin. Mikäli tämä Lapin summa otettaisiin tarkasteluun mukaan, saataisiin vahinkojen yhteissummaksi noin 4 200 milj. mk, josta rakennusvahingot olisivat noin 40 %, tie- ja siltavahingot noin 27 %, teollisuusvahingot noin 16 % ja maatalousvahingot noin 13 %.

Rakennuksen kastuessa vahingot ovat heti huomattavat. Uusia rakennuksia on sijoitettu yhä enemmän maiseman kannalta edullisille mutta alaville ranta-alueille, mikä on lisännyt rakennuksille aiheutuvaa tulvavahinkojen uhkaa.

Erityisesti puunjalostusteollisuuden laitokset ovat sijoittuneet aivan vesistöjen äärelle puun uittokuljetusten ja vesivarastoinnin hyödyntämiseksi. Koska monet tällaiset tuotantolaitokset ovat erittäin suuria, tuotannon keskeytymisestä aiheutuvat kustannukset ovat jo lyhyenäkkin aikana hyvin suuria.

Tie- ja siltavahingot muodostuvat lähinnä tulvaveden aiheuttamien rakenteiden syöpymien ja vyörymien korjauskustannuksista, jotka erityisesti silloilla voivat olla hyvin suuria.

Vahinkojen jakautuminen päävesistöalueille on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4. Tulvavahingot (milj. mk) ympäristökeskuksittain vuoden 1999 hintatasossa ³⁾

Ympäristö- keskus	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palvelut	Teollisuus aineelliset	tuotannoll.	Muut	Kokonais- vahingot
UUS	51		41						92
LOS	134	2	504	86	15				741
HAM	4	6	34			1	8		53 ²⁾
PIR	21		72			29			122
KAS	7	29	42	12	7	23	536	5	661 ¹⁾
ESA			23						23 ¹⁾
PSA	11	32	41	3	3	3	15		108 ¹⁾²⁾
PKA	16	6	11	8	1	1	3	1	47 ¹⁾
LSU	219	1	574	70	23	30		3	920
KSU	10	16	46				2	1	75 ²⁾
PPO	71	19	157	9				6	262
KAI			4	1					5
LAP	2	1	153	⁴⁾		3		4	163 ⁴⁾
Yhteensä	546	112	1702	189 ⁴⁾	49	90	564	20	3272 ⁴⁾
%	17	3	52	6	2	3	17	0	100

1) Kaikki Saimaan vahingot (n. 648 milj. mk) on merkitty KAS:n sarakkeeseen, vaikka osa niistä kuuluu ESA:n, PSA:n ja PKA:n alueille

2) Kaikki Päijänteen vahingot (n. 20 milj. mk) ja kaikki Keiteleen vahingot (n. 7 milj. mk) on merkitty KSU:n sarakkeeseen, vaikka Päijänteestä kuuluu osa HAM:n ja Keiteleestä osa PSA:n alueille

3) Alaviitteissä 1) ja 2) mainittujen järvien lisäksi myös eräiden vähäisempien järvien kokonaisvahingot on merkitty vain keskeisimmän ympäristökeskuksen sarakkeeseen, vaikka osa vahingoista kuuluu jonkin toisen ympäristökeskuksen alueelle

4) Lapissa on lisäksi arvioitu tie- ja siltavahingoiksi n. 940 milj. mk, mutta sitä ei ole otettu taulukkoon, koska se poikkeaa niin huomattavasti muiden ympäristökeskusten arvioista, ja koska kyseistä arviointimenettelyä on käytetty vain Lapissa

Tulvavahinkokäyrät on yleensä laadittu niin, että ne kuvaavat tietyn järven kaikkia rantoja. Näin ollen monen ympäristökeskuksen alueelle kuuluvilla järvillä kokonaisvahinkoja ei ole taulukossa 4 pystytty jaottelemaan ympäristökeskuksittain.

Taulukosta 5 näkyy, että erityisesti monilla Pohjanmaan jokivesistöillä syntyy niiden valuma-alueiden kokoon nähden hyvin huomattavia vahinkoja. Osasyynä tähän voi olla, että monilla niistä järvisyys on varsin pieni, joten säännöstelyillä ja poikkeusjuoksutuksilla ei pystytä niin tehokkaasti pienentämään tulvavahinkoja kuin runsasjärvisillä säännöstelyillä vesistöillä. Toinen syy voi olla, että jokivesistöillä asutus ja pellot ovat perinteisesti sijoittuneet aivan jokivarteen, jolloin niillä on suuri tulvavahinkojen uhka.

Taulukossa 6 on esitetty alueellisten ympäristökeskusten arvioimien vahinkokohteiden lukumäärä ja niillä olevat vahinkokohteet. Kohteet voivat olla kooltaan hyvin erilaisia, esim. Saimaa tai jonkin joen varrella oleva pieni taajama. Suurin määrä vahinkokohteita on arvioitu olevan Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella, yhteensä 100. Vahinkoarviot ovat kattaneet yhteensä noin 200 000 hehtaarin alueen ja kohdistuneet n. 30 000 rakennukseen ja noin 800 siltaan.

Taulukko 5. Tulvavahingot (milj. mk) vuoden 1999 hintatasossa suurimmilla päävesistöalueilla sekä niillä, joilla vahingot ovat yli 30 milj. mk

Vesistöalue	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palv.	Teollisuus aineell.	tuotann.	Muut	Kokonais- vahingot
Vuoksi	16	50	88	19	10	26	521	8	738
Kymijoki	16	34	86				10	1	147
Kokemäenjoki	48	3	408	8		30	8		505
Paimionjoki	10		12	10					32
Karvianjoki	24		11	8	6				49
Närpiönjoki	12		49	2		12			75
Laihianjoki	14		149	6	11	4		1	185
Kyrönjoki	69		138	28		1			236
Lapuanjoki	24	1	56	6				1	88
Ähtävänjoki	12		42	3				1	58
Perhonjoki	28		40	8					76
Kalajoki	52		35	2				4	93
Oulujoki		1	7	1					9
Kiiminkijoki	2	3	46	2				1	54
Iijoki		8	6	1					15
Kuivajoki	1	3	34	2				1	41
Simojoki			3	¹⁾				1	4 ¹⁾
Kemijoki			41	¹⁾	1	1		1	44 ¹⁾
Tornionjoki			44	¹⁾		1	5	1	51 ¹⁾
Paatsjoki			39	¹⁾		1		1	41 ¹⁾
Yhteensä	328	103	1 334	106¹⁾	28	76	544	22	2 541¹⁾

1) Lapsissa on lisäksi arvioitu tie- ja siltavahingoiksi Simojoella Simon taajaman alueella n. 40 milj. mk, Kemijoella Rovaniemellä n. 300 milj. mk, Tornionjoella Torniossa n. 100 milj. mk ja Paatsjoella Ivalossa noin 30 milj. mk, mutta niitä ei ole merkitty taulukkoon (vertaa alaviite 4 taulukossa 4).

Taulukko 6. Tulvavahinkoalueiden ja niillä olevien vahinkokohteiden määrä ympäristökeskuksittain

Ympäristö-keskus	Pelto (ha)	Metsä (ha)	Taajama (ha)	Kok.alue (ha)	Tiet (km)	Tiet (kpl)	Sillat (kpl)	Rakennukset (kpl)	Arvioitujen tulvavahinkoalueiden määrä	
									Ympäristö-keskus	Tulvavahinkoalueita
UUS				7 850	19			140	UUS	9
LOS	26 276	11 456	154	37 886	257		447	1 871	LOS	16
HAM	1 362	3 785		5 147				4 454	HAM	16
PIR	8 160			8 160					PIR	9
KAS	3 900	9 800		18 000				3 200	KAS	3
ESA	550	300		850				5 592	ESA	33
PSA	6 895	8 064		14 959				1 659	PSA	29
PKA	1 604	3 052		5 056	29	188	43	1 112	PKA	100
LSU	54 058	2 757	140	56 955	278	33	268	3 809	LSU	76
KSU	4 172	10 163	153	14 985				2 867	KSU	41
PPO	22 057	19 273	903	42 233	253		20	1 401	PPO	17
KAI	184	769		953	10		9	224	KAI	14
LAP	700	370	1 090	2 060	29	59	20	2 894	LAP	34
Yht.	129 918	69 789	2 440	215 094	876	280	807	29 223	Yht.	397

Kun tarkastellaan vahinkojen jakautumista eri alueille, niin taulukon 4 mukaan koko maan vahingoista suurimmat osuudet kohdistuvat seuraavien alueellisten ympäristökeskusten alueille:

Länsi-Suomen ympäristökeskus	28 %
Lounais-Suomen ympäristökeskus	23 %
Kaakkois-Suomen ympäristökeskus	20 % (tässä on tosin mukana myös ESA:n, PSA:n ja PKA:n vahinkoja)

Kymmenen alueellisen ympäristökeskuksen alueella rakennusvahingot ovat suurin vahinkoryhmä, Uudellamaalla ja Pohjois-Karjalassa maatalous on ratkaiseva ja Kaakkois-Suomessa teollisuusvahingot.

Vahinkokohteiden jakautuminen päävesistöalueille on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tulvavahinkokohteiden määrä suurimmilla päävesistöalueilla sekä niillä, joilla vahingot ovat yli 30 milj. mk.

Vesistöalue	Pelto ha	Metsä ha	Taajama ha	Kok.alue ha	Tiet km	Tiet kpl	Sillat kpl	Rakenn. kpl
Vuoksi	10 326	16 996		32 022	26,0	183	31	8 092
Kymijoki	4 634	10 549	133	15 813				5 933
Kokomäenjoki	13 426	3 863	22	17 311	46,0		19	3 332
Paimionjoki	2 061	1 001		3 062	5,0		76	119
Karvianjoki	4 800	940	57	5 797	42,0		31	90
Närpiönjoki	2 930	760		3 690	4,3		12	240
Laihianjoki	3 384		62	3 446	41,67		19	769
Kyrönjoki	16 835	507	35	17 377	144,5	9	110	667
Lapuanjoki	6 335	610	33	6 978	12,2	15	26	531
Ähtävänjoki	2 834	190		3 024	13,2	6	5	736
Perhonjoki	6 800			6 800			20	209
Kalajoki	12 540	170	20	12 730	20,0			178
Oulujoki	63	9	3	75	9,0		10	33
Kiiminkijoki	818	2 810	492	4 120	80,0			445
Iijoki	208	7 827		8 035	24,0		1	60
Kuivajoki	388	2 640	320	3 348	50,0		4	325
Simojoki	490	225	35	750	3,0	7	3	122
Kemijoki	200	105	305	610	15,3	23	10	886
Tornionjoki	10	40	350	400	6,0	14	4	894
Paatsjoki			400	400	5,0	15	3	992
Yhteensä	89 082	49 242	2 267	145 788	547,17	272	384	24 653

7.2 Pahimmat yksittäiset vahinkokohteet

Alueellisten ympäristökeskusten arvioiden mukaan erityisen paljon vahinkoja syntyy taulukossa 8 esitetyissä kohteissa.

Taulukko 8. Pahimpia tulvavahinkokohteita

Alueellinen ympäristökeskus	Vahinkokohte	Kokonaisvahinko v. 1999 hintatasossa (milj. mk)	Päävahinkolaji
Lounais-Suomi	Porin kaupunki (Kokemäenjoki)	275	Teollisuus
	Salon kaupunki (Uskelanjoki)	20	Teollisuus
Häme	Tervakoski (Tervajoki)	8,5	Teollisuus
Pirkanmaa	Iso-Längelmävesi	70	Rakennukset
	Näsijärvi	19	Teollisuus
Kaakkois-Suomi	Lappeenranta-Imatra (Saimaa)	n. 380	Teollisuus
	Kuusankoski (Kymijoki)	7,7	Teollisuus
Etelä-Savo	Puulavesi	6,2	Rakennukset
Pohjois-Savo	Kuopio ym. (Kallavesi)	31	Rakennukset
	Varkaus (Unnukka)	9	Teollisuus
Pohjois-Karjala	Pielinen	n. 6	Teollisuus
Länsi-Suomi	Kyrönjoki	235	Rakennukset
	Laihianjoen keskiosa	164	Rakennukset
	Närpiönjoki	75	Rakennukset
	Perhonjoki	75	Rakennukset
Keski-Suomi ym.	Koko Päijänne	20	Rakennukset
	Koko Keitele	7	Rakennukset
Pohjois-Pohjanmaa	Kalajoki	92	Maatalous
	Kiiminkijoki	53	Rakennukset
	Oijärvi	40	Rakennukset
Lappi	Rovaniemi (Kemijoki)	16 ¹⁾	Rakennukset
	Tornio (Tornionjoki)	46 ¹⁾	Rakennukset
	Ivalo (Ivalojoki)	40 ¹⁾	Rakennukset
	Simo, Jokikylä (Simojoki)	3 ¹⁾	Rakennukset

1) Ilman tie- ja siltavahinkoja

Joissakin tapauksissa kokonaisvahinko kuvaa koko järven tai joen kaikkia rantoja ja joissakin tapauksissa vain tiettyä jokivarsikohdetta, joten kohteiden vertaaminen on vaikeaa. Monissa ympäristökeskuksissa on lukuisia muitakin kuin taulukossa mainittuja vesistöjä, joissa kokonaisvahingot ovat useita kymmeniä miljoonia markkoja.

Taulukon 8 mukaan koko maassa pahimmat yksittäiset vahinkokohteet olisivat Saimaa Lappeenrannan - Imatran alueella, Pori, Tornio, Ivalo, Kuopio ja Salo. Myös Pohjanmaan jokivarsilla syntyisi huomattavia tulvavahinkoja. Suurimmat vahingot kohdistuvat teollisuuteen ja rakennuksiin.

7.3 Arvio Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueiden tulvavahingoista vuoden 1899 kaltaisella tulvalla nykytilanteessa

Jotta tulvavahinkoarvioissa saatuja tuloksia voitaisiin verrata luvussa 2 mainittuihin vuoden 1899 suurtulvan vahinkoihin Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla, on nyt arvioiduista vahingoista laskettu myös nämä summat. Tälöin päädytään taulukon 9 mukaiseen vertailuun:

Taulukko 9. Tulvavahingot Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla yhteensä v. 1999 hintatasossa (milj. mk).

	Maatalous	Metsätalous	Rakennukset	Teollisuus	Muut	Yhteensä
Vuoden 1899 tulva	87 56 %	7 5 %	3 2 %	54 35 %	4 3 %	155
Kuviteltu suurtulva vuonna 1999	80 6 %	87 6 %	582 42 %	595 43 %	46 3 %	1 390

Edellä saatuja vahinkolukuja voi sikäli verrata hyvin toisiinsa, että nyt tehdyssä suurtulva-arviossa Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla on käytetty nimenomaan vuoden 1899 suurtulvan mukaista hydrologista tilannetta. Toisaalta vuoden 1999 vahinkoarviota pienentää se, että monissa vesistökohteissa tulvakorkeuksia on arvioitu saatavan huomattavasti alennetuiksi säännöstelyjen ja poikkeusjuoksutusten avulla. Näin ollen kun kokonaisvahinko on kasvanut noin 9-kertaiseksi, vuonna 1899 vallinneilla tulvakorkeuksilla kokonaisvahinko voisi hyvinkin olla nykyisin monikymmenkertainen. Vahinkojen jakautumista verratessa tuntuu loogiselta, että maatalouden vahinkojen osuus on pudonnut yli puolesta 6 %:in. Teollisuuden vahinkojen osuus on ollut molempina ajankohtina hyvin suuri. Se, että rantarakentaminen on huomattavasti lisääntynyt ja uudet sukupolvet ovat unohtaneet vesistöjen tulvariskin, näkyy siinä, että rakennusvahinkojen osuus on noussut 2 %:sta 42 %:in. Rakennusvahinkojen osuus on hyvin huomattava jo pienemmilläkin tulvilla, koska vuosina 1974-98 esiintyneillä tulvilla, joissa ei ollut erityisen suuria tulvia, rakennusvahinkojen osuus oli noin 32 % (Ollila, 1999).

Jos taulukon 6 vahinkokohteiden tietoja verrataan luvussa 2 esitettyihin Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöjen vuoden 1899 tulva-arvion tietoihin, saadaan näille alueille taulukossa 10 esitetty vertailu.

Taulukko 10. Tulva-alueet (ha) Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla v. 1899 tulvalla sekä vastaavan kaltaisella suurtulvalla vuonna 1999.

	Pelto		Metsä		Niitty		Yhteensä	
	v. 1899	v. 1999	v. 1899	v.1999	v. 1899	v. 1999	v. 1899	v. 1999
Vuoksen vesistö	3 200	10 300	32 300	17 000	27 900	4 300	63 400	31 600
Kymijoen vesistö	4 100	4 600	9 900	10 500	19 400	600	33 400	15 700
Kokemäenjoen vesistö	30 300	13 400	4 200	3 900	13 000	-	47 500	17 300
Yhteensä	37 600	28 300	46 400	31 400	60 300	4 900	144 300	64 600

Taulukon 10 mukaan vuonna 1899 pellon, niityn ja metsän tulva-alueet olivat Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla yhteensä 144 300 ha ja samoilla alueilla v. 1999 tehdyn arvion mukaan vain vajaa puolet eli 64 600 ha. Tämä pienentyminen on aiheutunut säännöstelyjen ja poikkeusjuoksutusten arvioidusta vaikutuksesta, koska niillä on tulvakorkeuksia saatu huomattavasti alennetuksi. Pellon ja metsän alat ovat selvästi pienentyneet. Aiempi niitty on muuttunut joko pelloksi, metsäksi tai taajama-alueeksi. On ilmeistä, että vuoden 1899 todetuissa tulva-alueissa on ollut mukana pienempiäkin vahinkoalueita kuin nyt, koska arviot on tuolloin tehty tulvan jälkeen kunnittaisella kyselyllä, mikä on kasvattanut jonkin verran vuoden 1899 tulva-aloja.

7.4 Tärkeimmät keinot ja toimenpiteet vesistötulvien vahinkoriskin pienentämiseksi

Alueelliset ympäristökeskukset ovat liitteinä olevissa raporteissaan kirjanneet tärkeimmiksi katsomiaan keinoja ja myös yksittäisiä toimenpiteitä tulvavahinkojen pienentämiseksi. Keinot ovat osittain yleispiirteisiä, mutta osittain on pohdittu hyvin yksityiskohtaisia, tiettyihin vahinkokohteisiin liittyviä keinoja. Esitetyt keinot ja toimenpiteet on jaoteltu seuraaviin ryhmiin:

- 1 Rakennustekniset toimenpiteet
- 2 Vesistön säännöstelyyn liittyvät toimenpiteet
- 3 Tutkimukseen liittyvät toimenpiteet
- 4 Hallinnolliset ja tiedotukselliset toimenpiteet

Alueelliset ympäristökeskukset ovat pitäneet tärkeimpinä seuraavia toimenpiteitä (tarkemmin liiteraporteissa):

- 1 Rakennustekniset toimenpiteet
 - perkaukset (joen kapeikko, koskipaikka, jokisuu)
 - pengerrykset
 - pysyvät penkereet
 - uusien tekeminen
 - nykyisten korottaminen
 - tilapäiset penkereet (esim. teollisuuslaitoksille tai muille erityiskohteille)
 - juoksutuskapasiteetin lisäys rakenteiden avulla (perkaamalla luonnonkoskea ja tekemällä siihen juoksutusrakenteet)
 - kanavien käyttö juoksutuksiin

- padottavien rakenteiden poisto tai tekeminen
 - patojen purkaminen
 - sulkupatojen rakentaminen
- viljelyn alarajan nostaminen
 - toteuttamalla suojavyöhykkeitä
 - muuttamalla alavimmat alueet kosteikoiksi tai tulvaniityiksi
- veden luonnollisen varastointikyvyn säilyttäminen metsäalueilla
- vedenotto- ja jätevesirakenteiden suojaaminen tulvavahingoilta esim. sulku-laitteilla

2 Vesistön säännöstelyyn liittyvät toimenpiteet

- säännöstelyn tehostaminen
- säännöstelyn ylärajan nostaminen alapuolisen vesistön suojaamiseksi (esim. veden nosto pelloille alapuolisen asutuksen suojaamiseksi)
- tulvaveden pidättäminen yläpuolisiin altaisiin alapuolisten tulvavahinkojen pienentämiseksi
- uusien säännöstelyjen toteuttaminen
- tulvien huomioon ottaminen säännöstelyä kehitettäessä

3 Tutkimukseen liittyvät toimenpiteet

- tulvaennusteiden parantaminen
- vedenkorkeuden havaintotietojen saamisen nopeuttaminen
- jääpatoriskien vähentämiskeinojen selvittäminen
- tulvavahinkoarvioiden täsmentäminen

4 Hallinnolliset ja tiedotukselliset toimenpiteet

- rakentamisen ohjaaminen tiedottamalla alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista
- nykyisten tulvantorjuntasuunnitelmien tarkistaminen ja uusien laatiminen (tarvittaessa taajamille omat suunnitelmat)
- viranomaisten yhteistyön tiivistäminen.

Erityisen tärkeänä pidettiin rakentamisen ohjaamista tulva-alueiden ulkopuolelle.

Suomessa tulvavahinkojen määrää on voitu huomattavasti vähentää vesistön säännöstelyjen avulla, ja niiden kehittäminen on edelleenkin tärkeä keino vahinkojen vähentämisessä. Vesirakennustoimenpiteillä voidaan myös saada kokonaisvahinkoja pienennetyiksi, mutta usein vahingot tällöin kasvavat vesistön muussa osassa.

Tulosten epävarmuustekijöitä

8.1 Hydrologisen lähtötilanteen arviointi

Kuten edellä on todettu, keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvan tulvan määrittäminen Suomen vesistöjen varsin lyhyistä, parhaimmillaankin vain noin 100 vuoden pituisista havaintoaineistoista on kovin epävarmaa. Tehdyissä määrittämissä on kuitenkin pyritty saamaan arvioitavasta suurtulvasta niin hyvä käsitys kuin mahdollista.

Koska tutkittu suurtulvatilanne olisi useiden kuukausien pituisen, sääoloiltaan erityisen poikkeuksellisen ajanjakson seuraus, ei voida kovin tarkasti määrittää, millä tavoin käytössä olevat vesistön säännöstelyt sekä todennäköisesti toimeenpantavat lukuisat poikkeusjuoksutukset vaikuttaisivat vesistön eri osissa ylimpiin tulvavirtaamiin ja vedenkorkeuksiin.

Tässä selvityksessä on laskettu yhteen suurtulvan aiheuttamat vahingot kaikissa Suomen vesistöissä. Käytännössä ei ole todennäköistä, että näin poikkeuksellinen tilanne sattuisi samana vuonna koko maassa. Myös esim. vuoden 1899 suurtulva esiintyi vain järviolueilla Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöissä. Saatu vahinkosumma kuvaa suurtulvien valtakunnallista kokonaisriskiä, vaikkakaan vahingot eivät esiintyisi koko maassa samana vuonna.

Tämän selvityksen vahinkoarviot on esitetty erikseen kunkin alueellisen ympäristökeskuksen alueelta. Niiden alueet ovat siinä määrin suppeita, että suurtulvan esiintyminen yhden ympäristökeskuksen koko toimialueella samanaikaisesti on hyvinkin mahdollista.

Työn nopeuttamiseksi vahinkoarvioiden pohjana käytettiin Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöissä näiden vesistöjen vesistömalleilla määritettyjä, vuoden 1899 tulvatilannetta nykyisissä vesistöolosuhteissa kuvaavia vedenkorkeuksia ja virtaamia. Koska tämän tulvatilanteen toistuvuus on arviolta kerran 500 - 1000 vuodessa, se on selvästi harvinaisempi kuin työn perusteeksi muuten valittu kerran 250 vuodessa toistuva tulva. Hyvin harvinaisilla tulvilla vedenkorkeus ja virtaama eivät kuitenkaan kasva kovinkaan paljon, vaikka toistuvuus harventuu paljonkin, joten tästä ei aiheudu suurta virhettä koko maan tulvavahinkoarviointiin. Joka tapauksessa molemmissa arviomenettelyissä kysymyksessä on todellinen suurtulva.

Vaikka Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöillä tarkastelu onkin tehty vuoden 1899 tulvan kaltaisella tilanteella, joka on selvästi harvinaisempi kuin muilla vesistöillä tarkasteltu kerran 250 vuodessa esiintyvä tulva, tästä menettelystä on toisaalta myös etua. Se on ensinnäkin todellinen tapahtuma, jonka hydrologiset olosuhteet on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti. Lisäksi näillä vesistöillä on pyritty ottamaan vesistökokonaisuus huomioon, niin että on kuviteltu toteutettavaksi säännöstelyihin ja poikkeusjuoksutuksiin liittyvät päätökset, ja vesistön käyttäytymistä on tarkasteltu sille laaditulla vesistömallilla, jolloin se kokonaisuudessaan toimii mahdollisimman oikein. Koska muissa vesistöissä (Lapuanjoen vesistön erityistarkastelua lukuun ottamatta) tarkastelu on tehty suoraan toistuvuusikäyrltä, vesistöissä suurtulvatilanteessa tehtävien juoksutustointenpiteiden vaikutuksia virtaamiin ja vedenkorkeuksiin muualla vesistössä ei ole

voitu ottaa huomioon. On ilmeistä, että ainakin suuria säännösteltyjä järviä käsitävissä Oulujoen ja Ähtävänjoen vesistöissä säännöstelytoimenpiteillä voitaisiin merkittävästi alentaa suurimpia tulvakorkeuksia ja tulvavirtaamia.

Vaikka hydrologisen lähtötilanteen arviointiin sisältyy epävarmuutta, kyseessä on silti käytännössä mahdollinen, tosin erittäin poikkeuksellinen tulva. Sillä, onko kyseessä esimerkiksi kerran 150 vuodessa tai kerran 250 vuodessa toistuva tulvatilanne, ei ole kovin suurta merkitystä, koska ne ovat kuitenkin molemmat täysin mahdollisia, eivätkä niiden mukaiset tulvakorkeudet välttämättä poikkeakaan paljon toisistaan.

8.2 Tulvavahinkojen arviot

Suurtulvaselvityksen tulvavahinkoarvioihin sisältyy myös tiettyä epävarmuutta. Myöskään eri vesistöille arvioituja ja eri alueellisten ympäristökeskusten arvioimia vahinkomääriä ei voi kovin tarkasti verrata toisiinsa. Tämä johtuu mm. seuraavista syistä:

- 1 Monissa vesistöissä tulvavahinkoarviot eivät ole täysin ajan tasalla eivätkä kuvaa kovin tarkasti nykytilannetta ja kaikkia merkittäviä vahinkokohteita. Lisäksi tarkasteltava keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva tulva on niin harvinainen, että monia käytettävissä olevia vahinkoarvioita ei ole alunperinkään ulotettu koskemaan näin harvinaisia tulvia. Näin ollen vahinkoarvioissa on epätarkkuutta.
- 2 Jotkut ympäristökeskukset ovat valinneet tarkasteluun myös sellaisia kohteita, joissa vahinkomäärät ovat varsin pienet, ja jotkut ovat tarkastelleet vain merkittäviä vahinkokohteita. Pahimmat vahinkokohteet ovat mukana, joten vaikutus kokonaisvahinkoihin on varsin pieni.
- 3 Yksikkövahinkoja ei ole etukäteen sovittu koko maahan, joten esim. maa- ja metsätalouden sekä rakennusten arvioperusteet eivät ole täysin yhteneväiset.
- 4 Erityisen ongelmallista on eri ympäristökeskusten esittämien teollisuuden tuotannollisten vahinkojen sekä tie- ja siltavahinkojen vertaaminen. Teollisuuden tuotannolliset vahingot ovat hyvin suuret ja niiden arviointi vaikeaa, ja niitä ovatkin esittäneet vain noin puolet ympäristökeskuksista. Lapin ympäristökeskuksen alueella on Tielaitoksen Lapin piiri arvioinut erikseen tie- ja siltavahingot ja todennut ne erittäin suuriksi. Muiden ympäristökeskusten alueilla tällaista erillistarkastelua ei ole tehty, ja niillä ko. vahingot ovat huomattavasti Lapin aluetta pienemmät. Koska arviointiperusteet ovat erilaiset, on Lapin alueen kokonaisvahinkojen arviointi ja niiden vertaaminen muiden alueiden kokonaisvahinkoihin vaikeaa.

Tässä selvityksessä päätavoitteena oli saada käsitys suurtulvien aiheuttamista kokonaisvahingoista käytettävissä oleviin vahinkoarvioihin perustuen. Vahinkoarviot on tehty alueellisissa ympäristökeskuksissa, joiden vastuulla on yleinen tulvasuojelu ja tulentorjunta alueillaan. Niillä on myös paras asiantuntemus näissä tehtävissä. Tietystä epävarmuudestaan huolimatta selvityksen tulos antaa mahdollisuuden kokonaistilanteen arviointiin sekä tarpeellisten ja kiireellisimpien toimenpiteiden määrittämiseen.

Suurtulvan esiintymisen todennäköisyys

9

Tässä selvityksessä on oletettu, että keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva suur-
tulva esiintyisi koko maassa samaan aikaan. Suomessa sääolot, kuten esim. lumi-
suus, vaihtelevat tiettyinä vuonna maan eri osissa huomattavasti. Näin ollen on
hyvin epätodennäköistä, että tällainen poikkeuksellisen paha tulva sattuisi koko
maassa samana vuonna. Sen sijaan maan tietyissä, varsin laajoissakin osissa suur-
tulva voi sattua samana vuonna. Näin voisi käydä esimerkiksi Lapissa tai Keski-
Suomen järviolueella Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla, niin kuin
kävi vuonna 1899.

Vaikka toistuvuutta kerran 250 vuodessa vastaava tulva tuntuu harvinaiselta,
ei ole mitenkään mahdotonta, että sellainen tulva voisi esiintyä meillä vuoden tai
kahden kuluttua. Toisaalta voi mennä esim. 100 tai 500 vuotta ennen kuin sellai-
nen esiintyy. Se, että edellinen todellinen suurtulva esiintyi v. 1899 eli 100 vuotta
sitten, ei sinällään tee riskiä nyt suuremmaksi kuin esim. 50 vuotta sitten.

Keskimäärin kerran 250 vuodessa vastaavan tulvan esiintymistä voidaan ar-
vioida vertaamalla sen todellisia toistumisaikoja ja niiden todennäköisyyksiä. Esi-
merkiksi todennäköisyys sille, että keskimäärin kerran 250 vuodessa esiintyvä tul-
va sattuu lähimmän 250 vuoden kuluessa ainakin kerran on 63 %, lähimmän 150
vuoden kuluessa 45 % ja lähimmän 50 vuoden kuluessa 18 % (Kuusisto, 1986a).

Suurten tulvien esiintymistodennäköisyyksiä valaisee myös taulukko 11 (Pa-
toturvallisuusohjeet, Maa- ja metsätalousministeriö, MMM:n julkaisuja 7/1997).
Sen mukaan esimerkiksi todennäköisyys sille, että lähimmän sadan vuoden aika-
na sattuu harvinaisempi kuin keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuva tulva, on
63 %, ja harvinaisempi kuin keskimäärin kerran 500 vuodessa toistuva tulva, 18
%.

Taulukko 11. Todennäköisyys (%) tiettyä toistumisaikaa vastaavan tulvakorkeuden ylittymiselle eri pituisilla ajanjaksoilla.

Tulvan toistumisaika (a)	Tarkastelujakso (a)					
	10	50	100	200	500	1 000
10	65	99	100	100	100	100
50	18	64	87	98	100	100
100	10	40	63	87	99	100
200	5	22	39	63	92	99
500	2	10	18	33	63	86
1 000	1	5	10	18	39	63
5 000	0,2	1	2	4	10	18
10 000	0,1	0,5	1	2	5	10

Koska tulvat kuuluvat luonnonilmiöihin, joiden ääritilanteiden tarkkaa esiinty-
misajankohtaa ei pystytä ennakoimaan, on täysin mahdollista, että hyvin poik-
keuksellinen tulva esiintyy useamman kerran lyhyen ajan sisällä. Näin kävi esim.
Reinillä, jossa vuosien 1995 ja 1997 tulvat olivat molemmat toistuvuudeltaan kes-
kimäärin kerran 100 vuodessa.

Tulvien luonteeseen kuuluu myös se, että niille ei voi määrittää ehdotonta ylärajaa. Näin ollen on mahdollista, että meillä esiintyy vielä selvästi pahempi tulva kuin se, jota tässä selvityksessä on tarkasteltu.

Mikäli ilmaston muutos etenee niin kuin on ennakoitu, tulvat pahenevat arvioiden mukaan Pohjois-Suomessa sekä Etelä- ja Keski-Suomen suurten järvi-reittien keskusjärvillä. Näin tietyn toistuvuuden, esim. 1/250 vuotta, mukaiset tulvat olisivat aiemmin arvioituja pahempia.

Rankkasateen aiheuttamat taajamavahingot

10

10.1 Selvityksen perusteet

Suomessa taajamien rakentaminen on vilkasta, kaupunkimaiset alueet laajenevat, päällystetyt alueet lisääntyvät ja luonnontilainen maaperä kuten puistot vähenevät. Tämän seurauksena rankkasateella syntyy taajamissa tulvavahinkoja esim. kellareille, ja liikenteen kulku estyy alavilla kaduilla.

Tällaisten tulvien syynä on, että taajaman sadevesiviemärit ja ojat eivät pysty tarpeeksi nopeasti johtamaan pois alueelle kertyvää vesimäärää. Tulva aiheutuu lyhytaikaisesta esim. parin tunnin rankkasateesta, eikä läheisen vesistön vesitilanteella ole siihen yleensä vaikutusta. Poikkeustapauksessa, mikäli sadevesiviemäri- en tai avo-ojien purkuvesistössä on samanaikaisesti niin harvinaisen korkea tulva, että se vaikeuttaa viemäristön ja ojien purkukykyä, tämä myös pahentaa rankkasateen aiheuttamaa taajamatulvaa.

Suomessa ei ole selvitetty laajemmin tällaisia taajamatulvia ja niiden vaikutuksia. Jotta niistä saataisiin yleiskuva, oli tässä suurtulvaselvityksessä tavoitteena, että kunkin alueellisen ympäristökeskuksen alueelta pyrittäisiin selvittämään 1-2 taajamassa rankkasateen aiheuttamat vahingot. Koska vastuu tällaisten tulvien vahinkojen torjunnasta kuuluu asianomaisille kunnille, oli vahinkoselvitys tarkoitus tehdä yhdessä kuntien viranomaisten kanssa ja heidän tietoihinsa pohjautuen.

Vaikka rankkasateiden aiheuttamista tulvavahingoista tulee tietoja julkisuuteen lähes vuosittain, ainakaan toistaiseksi vahinkoja ei ole syntynyt kovin merkittävästi. Vesistöjen tulvien aiheuttamat vahingot ovatkin meillä suurempi ongelma, joten myös tässä selvityksessä pääpaino on ollut niillä.

10.2 Kuviteltu sadantatilanne ja sen määrittäminen

Rankkasateen aiheuttamien tulvavahinkojen määrään vaikuttavat sateen kesto (esim. tunneissa) ja sateen rankkuus (esim. millimetriä tunnissa). Näin ollen selvitystä varten tuli sopia, kuinka pitkäaikaista ja rankkaa sadetta selvityksessä tarkastellaan.

Rankkasateelle on tyypillistä, että sen rankin vaihe kestää hyvin vähän aikaa, esim. 10 minuuttia, ja jos tarkastellaan pidempää aikaa, esim. yhtä tuntia, rankkuus on huomattavasti pienempi. Kovin lyhytaikaisilla sateilla vahinkoja ei vielä juuri synny, joten tarkasteltavan sateen tulisi olla kestoaltaan riittävän pitkä mutta kuitenkin rankka.

Tavoitteeksi asetettiin määrittää sellainen rankkasade, jonka toistuvuus olisi sama kuin suurtulvaselvityksessä, eli sade toistuisi pitkän ajan kuluessa keskimäärin kerran 250 vuodessa. Tällaisen sateen määrittäminen osoittautui ongelmalliseksi, koska lyhytkestoisista Suomessa esiintyvistä rankkasateista ei ole juuri tietoa. Suurimmista vuorokausisadannoista on enemmän tietoa, mutta vuorokausi on tähän tarkasteluun liian pitkä aika.

Tutkittavaksi sateeksi valittiin kaksi tuntia kestävä sade, jonka rankkuus Etelä-Suomessa on 40 mm/h ja Pohjois-Suomessa 25 mm/h, jolloin kokonaissademääräksi saadaan Etelä-Suomessa 80 mm ja Pohjois-Suomessa 50 mm. Näihin arvoihin päädyttiin ekstrapoloimalla Esko Kuusiston esittämiä Helsinkiä ja Sodankylää kuvaavia sadantakäyriä (Kuusisto, 1986b).

Jos edellä mainittuja sadanta-arvoja verrataan muihin sadetietoihin, voidaan todeta, että esim. Vuoksen vesistöalueella on keskimääräinen kuukausisadanta runsassateisimpana kuukautena eli elokuussa 84 mm, ja toisaalta suurin Suomessa mitattu yhden vuorokauden sadanta on ollut 198 mm, joka havaittiin Espoossa vuonna 1944 (Kuusisto, 1986b). Keskimäärin kerran 100 vuodessa esiintyvä suurin vuorokausisadanta on Helsingissä 73 mm ja Sodankylässä 48 mm (Kuusisto, 1980).

10.3 Tehdyt vahinkoarviot

Vahinkoarvioita varten laadittiin lomake, joka on liitteenä 3. Arvioissa pyrittiin selvittämään tulvaveden alle jäävien erilaisten kohteiden kuten rakennusten, teiden, jätevedenpuhdistamoiden ym. lukumäärä sekä tulvasta aiheutuvat vahingot.

Rankkasateen aiheuttamista vahingoista tehtiin arvioita vain Pohjois-Karjalan, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin ympäristökeskusten alueilla. Tämä johtuu ilmeisesti pääasiassa siitä, että tällaisista vahingoista ei juurikaan ole koottu tietoja. Toisaalta tietoja saattaa olla koottuna esiintyneistä tulvatilanteista, joiden sadearankkuuksia ei ole arvioitu tai ne joka tapauksessa ovat olleet selvästi yleisempiä tulvia kuin nyt tarkasteltavaksi valittu keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva sadetulva. Tällaisen hyvin poikkeuksellisen tulvan vahinkojen arviointi aiempien todettujen vahinkotilanteiden perusteella on vaikeaa. Lisäksi tässä selvityksessä päähuomio kohdistettiin vesistöjen tulviin, joten käytettävissä olevat resurssit on ympäristökeskuksissa myös ilmeisesti kohdistettu lähinnä niiden selvittämiseen.

Pohjois-Karjalan alueella tehdyt vahinkoarviot perustuivat maastotarkastuksiin, viemäröintikarttojen tarkasteluun sekä mm. palolaitoksen ja vesilaitoksen henkilöiden haastatteluun. Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa tiedot perustuivat kuntien antamiin arvoihin. Taulukossa 12 on esitetty yksilöidyt arviot rankkasateen aiheuttamista taajamavahingoista.

Taulukko 12. Arviot 2 tuntia kestävä rankkasateen aiheuttamista taajamien tulvavahingoista v. 1999 hintatasossa (sademäärä Joensuussa, Lieksassa, Nurmeksessa ja Outokummussa 80 mm ja muissa taajamissa 50 mm).

Taajama	Rakennukset	Kadut, tiet ja sillat	Tulvavahingot (milj.mk)				Kokonaishahingot
			Yleiset palvelut (vesi, viem. ym.)	Huolto, pumppaus, liikenteen ohj. ym.	Teollisuus aineelliset	tuotannolliset	
Joensuu	5,0	0,2	0,1	0,05			5,35
Lieksa	0,8	0,05	0,2	0,05			1,1
Nurmes ja Porokylä	0,3	0,1	0,05	0,05			0,5
Outokumpu	0,25	0,1	0,05	0,05			0,45
Kemi	0,8	0,2	0,2	0,2			1,4
Kemijärvi	2,6	0,55	0,7	0,75			4,6
Tornio	8,1	0,3	0,1	0,2	0,6	5,4	14,7
Yhteensä	17,9	1,5	1,4	1,4	0,6	5,4	28,2
%	64	5	5	5	2	19	100

Pohjois-Pohjanmaan ja Etelä-Savon ympäristökeskusten alueilta oli myös saatu joiltakin kaupungeilta yleispiirteisiä vastauksia, joiden mukaan vahingot kohdistuivat lähinnä kellareihin ja alikulkutunneleihin, mutta mitään suurempia vahinkoja ei ilmoitettu tapahtuneen.

Koska arvioita tehtiin niin vähän, ei niiden perusteella voi tehdä kovin tarkkoja johtopäätöksiä. Arvioiduissa kohteissa rakennusten vahingot edustavat valtaosaa kokonaisvahingoista, mikä on luonnollista. Lisäksi teollisuuden vahingot nousevat heti suuriksi, jos laitoksen toiminta keskeytyy. Näin ollen niiden aiheuttama vahinkopotentiaali on huomattava.

Vahinkoarvioita ei tehty suurimmissa kaupungeissa. Toisaalta vahingot eivät ole niissä välttämättä suurimmat, sillä vahinkoriski riippuu viemäröinnin tehokkuudesta ja kaupunkialueen pinnanmuodostuksesta. Tehtyjen arvioiden perusteella voidaan karkeasti arvioida, että koko maassa rankkasateen aiheuttamat taajamien tulvavahingot olisivat ilmeisesti useita satoja miljoonia markkoja. Näin ollen ne olisivat arviolta 10 %:n luokkaa vesistöjen suurtulvien aiheuttamista tulvavahingoista. Tätä arviota tukee se, että ainakaan toistaiseksi rankkasateiden aiheuttamat taajamatulvat eivät ole olleet läheskään siinä määrin huomion ja tutkimusten kohteena kuin korkeimmat vesistötulvat.

Se, että taajamilta saatiin niin vähän tietoja rankkasateiden tulvavahingoista, kuvaa sitä, että myöskään kunnissa ei ole juurikaan selvitetty, mitä tällainen poikkeuksellinen sade aiheuttaisi. Tehdyt arviot perustuvat pääosin niihin kokemuksiin, joita esiintyneillä rankkasateilla on todettu. On myös ollut ilmeisen vaikeata tehdä arviota, miten korkealle ja laajalle tarkasteltavan rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat ulottuisivat. Saadut tulokset osoittavat, että tietoutta rankkasateiden aiheuttamista taajamien tulvavahingoista ja niiden edellyttämistä toimenpiteistä olisi tarpeen parantaa.

10.4 Tärkeimmät keinot ja toimenpiteet rankkasateesta aiheutuvien taajamatulvien vahinkoriskin pienentämiseksi

Tehtyjen vahinkoarvioiden yhteydessä tuli esiin mm. seuraavia keinoja ja toimenpiteitä, joilla vahinkoriskiä voitaisiin pienentää:

- Siirtyminen sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin
- Oman pumppukaivon rakentaminen yksittäiselle kiinteistölle
- Viemäriputkistojen ja pumppaamoiden mitoitusten tarkistaminen
- Mahdollisten sähkökatkosten estäminen ja niiden varalle varautuminen
- Veden ohjaaminen rakenteilla pois arimmilta paikoilta.

Rankkasateiden aiheuttamien taajamatulvien torjunta ja vahinkojen vähentäminen kuuluu asianomaisten kuntien vastuulle. Näiden tulvien pienentäminen voi kuitenkin edellyttää vesistöissä tehtäviä toimia, mikä edellyttää kuntien yhteistyötä alueellisten ympäristökeskusten kanssa.

Suosituks

Alueelliset ympäristökeskukset ovat liitteinä 4-16 olevissa suurtulvaraporteissaan esittäneet tärkeimpiä keinoja ja toimenpiteitä tulvavahinkoriskin pienentämiseksi omalla alueellaan. Nämä keinot ja toimenpiteet on esitetty koottuna edellä kohdissa 7.4 ja 10.4. Niiden ja tämän selvityksen mukaisten koko maata koskevien tulosten perusteella voidaan esittää seuraavat suositukset.

1. Uusia rakennuksia ei tulisi kaavoittaa ja rakentaa tulvavaaran alaisille alueille ja tämä asia tulisi käsitellä säännöllisesti kuntien ja alueellisten ympäristökeskusten kesken.

Viime vuosikymmeninä rakennuksille aiheutuvien vahinkojen osuus tulvavahingoista on kasvanut kaikkein nopeimmin. Rakennuksille aiheutuvat vahingot edustavat puolta kaikista nyt arvioiduista suurtulvavahingoista. Uusien rakennusten sijoituspäätösten tärkeyttä korostaa lisäksi se, että tulvalueelle tehdyistä rakennuksista on aiheutunut valtiolle suuria kustannuksia. Valtion varoista maksettavista harkinnanvaraisista tulvavahinkokorvauksista puolet on vuosina 1981-1997 kohdistunut rakennuksiin. Myös huomattava osa valtion kustannuksella toteutetuista tulvasuojelutöistä on tehty liian matalalle sijoitettujen asuinrakennusten takia. Nämä seikat osoittavat, että rakennuslupia on myönnetty liian alaville alueille vesistöjen rannoilla.

Vuoden 2000 alusta voimaan tullut uusi maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) edellyttää, että rakennuspaikalla ei ole tulvan vaaraa. Jotta uusi laki toimisi tarkoitetulla tavalla, tulisi alueellisten ympäristökeskusten, kuntien ja rakentajien välistä yhteydenpitoa, tietojen vaihtoa ja tiedottamista tehostaa ja luoda tätä varten pysyvät menettelyt ja toimintatavat. Rakennuspaikkojen tulvan vaaran huomioon ottaminen tulisi käsitellä maankäyttö- ja rakennuslain 8 §:n mukaisissa kunnan ja alueellisen ympäristökeskuksen välisissä vuosittaisissa kehittämiskeskusteluissa.

2. Tulvavahinkojen korvauslakia tulisi soveltaa ja tarvittaessa muuttaa niin, että vuoden 2000 alun jälkeen tehdyille rakennuksille korvataan vain ne vahingot, jotka aiheutuvat keskimäärin kerran 50 vuodessa tai harvemmin toistuvasta tulvasta.

Poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta annetun lain (284/1983) soveltamiskäytäntö on ristiriidassa sekä uuden maankäyttö- ja rakennuslain että alimmista rakentamiskorkeuksista laadittujen suositusten kanssa (Ollila 1999). Tulvien aiheuttamien rakennusvahinkojen korvaaminen pitäisi saattaa sopusointuun viimeksi mainitun lain ja suositusten kanssa. Poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamista koskeva laki ja asetus (93/1995) eivät määrittele, mikä on poikkeuksellinen tulva. Käytännössä lakia sovellettaessa poikkeuksellisina on pidetty keskimäärin kerran 20 vuodessa tai harvemmin toistuvia tulvia ja tällä perusteella on korvattu lain mukaiset vahingot, myös rakennusvahingot. Koska ainakin asuinrakennuksen tulisi kestää 50-100 vuotta, jouduttaisiin tällaisen liian alas sijoitetun rakennuksen tulvavahinkoja korvaamaan keskimäärin jopa viisi kertaa. Kun

nyt maankäyttö- ja rakennuslaissa on selvästi edellytetty tulvavaaran huomioon ottamista, tulisi tulvavahinkojen korvauslakia soveltaa ja tarvittaessa myös muuttaa niin, että uusille rakennuksille korvataan vain ne vahingot, jotka aiheutuvat keskimäärin kerran 50 vuodessa tai harvemmin toistuvasta tulvasta. Vuoden 2000 alun jälkeen rakennettujen rakennusten osalta tulisi tulvavahinkojen korvaamisen edellytyksenä olla, ettei rakennusta ole sijoitettu ranta-alueelle liian alas vastoin alueellisen ympäristökeskuksen kantaa.

3. Teille ja silloille aiheutuvien suurtulvavahinkojen arvioita tulisi täsmentää ja arviointiperusteita yhtenäistää.

Tielaitoksen Lapin piiri on arvioinut suurtulvien aiheuttamiksi tie- ja siltavahingoiksi Lapissa noin 940 milj. mk, kun muualla maassa näiden vahinkojen yhteissumma on alueellisten ympäristökeskusten tekemien arvioiden mukaan noin 200 milj. mk. Näiden lukujen perusteella voidaan päätellä, että arvioissa on selvä epäsuhta. Arviointiperusteiden yhtenäistämiseksi ja varmemman kuvan saamiseksi tie- ja siltavahingoista tulisi esim. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueelta saada tielaitokselta tulvavahinkoarvio samoja periaatteita soveltaen, joita Lapin tiepiiri on käyttänyt. Siitä saatavan tuloksen perustella voidaan arvioida, olisiko tällaisia lisäarvioita tehtävä muidenkin ympäristökeskusten alueilla.

4. Tulisi selvittää keinot ja mahdollisuudet suurtulvien aiheuttamien tie- ja siltavahinkojen vähentämiseen.

Lapissa arvioidut tie- ja siltavahingot, noin 940 milj. mk, ovat noin 28 % kaikista muista Suomessa arvioiduista suurtulvavahingoista. Lapin ympäristökeskuksen ja Lapin tiepiirin tulisikin selvittää yhteistyössä näiden vahinkojen määrittämisperusteita sekä sitä, voitaisiinko näitä vahinkoja vähentää esim. siltarakenteita vahvistamalla tai muulla tavalla. Samalla tulisi ottaa huomioon muun muassa ne kokemukset teiden ja siltujen tulvavahingoista, joita Ruotsissa saatiin heinäkuussa vuonna 2000 sattuneilla suurtulvilla.

5. Eräillä alueilla tulisi vielä selvittää tarkemmin teollisuudelle aiheutuvia tulvavahinkoja.

Teollisuusvahinkoja ei ole arvioitu syntyvän lainkaan usean alueellisen ympäristökeskuksen alueella, mikä vaikuttaa epäuskottavalta. Koska nämä vahingot saattavat olla hyvinkin suuria, tieto niiden määrästä olisi tärkeä, mikäli joudutaan suurtulvan uhatessa tekemään päätöksiä vesilaissa tarkoitettuista vaarantorjuntatoimista eli ns. poikkeusjuoksutuksista. Näin ollen teollisuusvahinkojen tarkempi arviointi joidenkin ympäristökeskusten alueella saattaa olla perusteltua.

6. Paikkatietojärjestelmään perustuvat tulvakartat tulisi laatia ensiksi esimerkkikohteille ja myöhemmin tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan muillekin kohteille.

Suurtulvan aiheuttamat tulvavahingot olisivat erittäin suuret monilla jokivarsikohteilla. Tällaisia ovat mm. Kokemäenjoen alaosa (Porin kaupunki), Kemijoki Rovaniemen kohdalla ja Tornionjoki Tornion kohdalla. Jokivesistössä tulvahuippu kestää yleensä vain muutamia päiviä, joten päätösten tekoon esim. tulvantorjuntarakenteiden sijoittamisesta ei ole paljon aikaa. Jotta käytettävissä olevat torjuntarakenteet ja torjuntatoimet voitaisiin toteuttaa kaikkein edullisimmalla tavalla, tulisi jo etukäteen olla tiedossa, mitkä ovat pahimmat vahinkokohteet ja millaisella tulvalla ja missä järjestyksessä ne joutuvat tulvaveden alle. Tämä edellyttää, että alueelta olisi käytettävissä paikkatietojärjestelmään (GIS) perustuvat tulvakartat. Koska niiden laatiminen

on varsin kallista, ne tulisi ensi vaiheessa tehdä esim. Kokemäenjoen alaosalle, ja saatavien kokemusten perusteella myöhemmin mahdollisesti muillekin kohteille. Tulvakartoitukset tulisi toteuttaa ottaen huomioon ne tulokset, joita saadaan Suomen ympäristökeskuksessa vuonna 2000 toteutettavassa tulvakartoituksia koskevassa esiselvityksessä.

7. **Alueellisten ympäristökeskusten tulisi arvioida omilla alueillaan kiireellimmät toimenpiteet suurtulvien torjuntavalmiuden parantamiseksi.**
Alueellisten ympäristökeskusten omien suurtulvaraporttien tulosten perusteella ympäristökeskusten tulisi tarkemmin vielä arvioida tarve uusiin tulvasuojelurakenteisiin ja muut kiireellimmät toimenpiteet, joihin niiden tulisi ryhtyä suurtulvien torjuntavalmiuden parantamiseksi omilla alueillaan.
8. **Tulvantorjunnan toimintaedellytyksiä suurtulvien varalta tulisi pitää yllä ja parantaa.**
Mikäli suurtulva sattuisi jossain osassa Suomea, tulvavahingot olisivat satoja miljoonia markkoja ja jopa miljardiluokkaa. Ilmaston muutoksen on arvioitu nostavan ylimpiä tulvakorkeuksia, mikä entisestään lisää tulvauhkaa. Suomessa on edullisista maastollisista ja ilmastollisista olosuhteista johtuen ja osin myös hyvällä onnella välttytty senkaltaisilta suurtulvilta, joita viimeisen kymmenen vuoden aikana on esiintynyt monissa Euroopan maissa. Kokemukset esimerkiksi Reiniltä ovat osoittaneet, että tulviin varautumisella voidaan saada aikaan huomattavaa pienentymistä tulvavahingoissa. Näin ollen tulvantorjunnan toimintaedellytyksiä suurtulvien varalta tulisi pitää yllä ja parantaa.
9. **Tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat tulisi saattaa ajan tasalle ja tarvittaessa laatia uusia.**
Tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat ovat tärkeä apuneuvo pyrittäessä varautumaan suurtulvien varalta. Kemijoen ja Iijoen vesistöjen suunnitelmat ovat valmistuneet 1980-luvun lopulla, ja ne tulisikin tarkistaa ja saattaa ajan tasalle. Uusien toimintasuunnitelmien tarve tulisi harkita, jolloin kyseeseen voisivat tulla esimerkiksi Kyrönjoen, Kalajoen ja Perhonjoen vesistöt.
10. **Kaikissa vesistöissä tulisi etukäteen selvittää mahdollisuudet tilapäisiin toimenpiteisiin tulvavahinkojen pienentämiseksi.**
Suomessa laaja-alainen suurtulva syntyy todennäköisimmin siten, että runsaiden sateiden seurauksena vesistöjen vedenpinnat nousevat jo syksyllä korkealle ja samalla pohjavesivarastot täyttyvät, ja sen jälkeen talvella lumimäärä muodostuu ennätykselliseksi. Kun sitten keväällä lumi sulaa nopeasti, vesistöissä syntyy suurtulva. Tällaisessa tilanteessa on Suomessa - toisin kuin monissa Euroopan maissa - erittäin paljon hyötyä siitä, että meillä on säännösteltyjä järviä, tekojärviä ja patorakenteita, joita voidaan käyttää hyväksi tulvavahinkojen vähentämiseksi. Tällaisessa tilanteessa on yleensä myös torjuntatoimien tekemiseen aikaa useita viikkoja tai jopa kuukausia, jolloin tulvien suuruuteen ja ajoittumiseen voidaan vaikuttaa hyvin paljon. Koska tällaisessa tilanteessa tilapäisillä toimenpiteillä voidaan tulvavahinkoja pienentää kymmeniä tai jopa satoja miljoonia markkoja ja toisaalta jossain muualla myös aiheuttaa huomattavia vahinkoja, on kysymys erittäin merkittävistä ja vaikeista päätöksistä. Päätöksenteon helpottamiseksi tällaisia tarkasteluja ja toimenpidevaihtoehtoja sekä niiden vaikutuksia tulisi etukäteen selvittää tulvantorjunnan toimintasuunnitelmien kattamien vesistöjen lisäksi myös niissä tämän selvityksen osoittamissa säännöstellyissä vesistöissä, joissa on uhka huomattavien tulvavahinkojen syntymiseen.

11. Alueellisten ympäristökeskusten tulisi säilyttää valmius poikkeusjuoksutuksia koskevien hakemusten tekemiseen ympäristölupavirastolle.

Vesilain mukaiset ns. poikkeusjuoksutukset (VL 12:19) ovat keskeinen keino suurtulvien vahinkojen torjumisessa. Alueellisissa ympäristökeskuksissa tulisi säilyttää valmius poikkeusjuoksutuksia koskevien vesioikeudellisten hakemusten tekemiseen ympäristölupavirastolle. Valmiuden säilyttämisessä voidaan käyttää apuna vuonna 2000 Suomen ympäristökeskuksessa laadittavana olevaa poikkeuslupien hakemista koskevaa opasta. Poikkeusjuoksutusten merkitys näkyy siinä, että Vuoksen ja Kymijoen vesistöjen suurimmilla järvillä suurtulvatilanteessa toteutettavilla poikkeusjuoksutuksilla ja Saimaan lisäjuoksutuksella arvioitiin tulvavahinkojen pienentyvän yhteensä noin 1100 milj. mk:lla.

12. Alueellisten ympäristökeskusten tulisi ottaa huomioon suurtulvien torjumisen aiheuttamat tarpeet esimerkiksi vesistön säännöstelykäytäntöjä ja säännöstelylupia tarkistettaessa.

Vesistöhankkeita toteuttaessaan ja suunnitellessaan samoin kuin lausuntoja antaessaan ja yleistä etua valvoessaan alueellisten ympäristökeskusten tulisi ottaa huomioon myös suurtulvien torjumisen aiheuttamat tarpeet. Erityisesti vesistöjen säännöstelykäytäntöjä ja -lupia tarkistettaessa tulisi suurtulvat ottaa huomioon.

13. Alueellisten ympäristökeskusten tulisi selvittää yhteistyössä muiden tarvittavien tahojen kanssa tarve ja mahdollisuudet paikallisten tulvantorjuntatoimenpiteiden ja -rakenteiden toteuttamiseen.

Suurtulvien varalta alueellisten ympäristökeskusten tulisi selvittää yhteistyössä kuntien pelastusviranomaisten, puolustusvoimien sekä yritysten ja teollisuuslaitosten kanssa tarve ja mahdollisuudet paikallisten tulvantorjuntatoimenpiteiden ja tulvantorjuntarakenteiden toteuttamiseen, esim. jääpatojen rajäyttämiseen, tilapäispenkereiden tekoon sopivien maa-aineisten saantiin, hiekkasäkkien tekoon sekä tilapäisten tulvaseinämien rakentamiseen ja hankkimiseen etukäteen. Vastuu näiden paikallisten tehtävien toteuttamisesta sopiai parhaiten kuntien pelastusviranomaisille.

14. Tulvavaarasta tiedottamista tulisi tehostaa erityisesti tietyillä jokivesistöillä.

Alueellisten ympäristökeskusten tulisi tehostaa tiedottamista tulvavaarasta ja tulviin varautumisesta erityisesti niillä jokivesistöillä, joilla tulvia on usein, vahinkouhka on suuri ja joissa tulvanousu voi olla jääpatojen yhteydessä hyvin nopea. Tiedottamista voitaisiin toteuttaa paitsi tiedotusvälineiden kautta ja tiedotustilaisuuksissa, myös asukkaille jaettavien tiedotteiden ja ohjeiden avulla.

15. Tulvaennusteisiin tarvittavien sadanta- ja säätutkatietojen saatavuus veloituksetta tulisi varmistaa.

Tulvaennusteet ovat tulvien torjunnassa erittäin tärkeitä, ja Suomessa näitä ennusteita tehdäänkin jo noin 90 %:lle vesistöalueiden kokonaispinta-alasta. Keskeisiä lähtötietoja näissä ennusteissa ovat sadanta- ja säätutkatiedot. Koska tulvantorjunta tähtää yhteiskunnan kaikkien tulvauhkan alaisten toiminto-

jen, rakenteiden ja alueiden suojelemiseen ja on näin ollen osa väestönsuojelua ja erittäin tärkeää yleisen edun kannalta, tulisi näiden tietojen saatavuus veloituksetta varmistaa.

16. Rankkasateiden aiheuttamista taajamavahingoista tulisi laatia erillinen selvitys.

Tarkemman käsityksen saamiseksi rankkasateiden aiheuttamista taajamavahingoista tästä aiheesta tulisi laatia erillinen selvitys ja pyrkiä saamaan siihen yhteistyötahoiksi sellaisia suurehkoja taajamia, joissa viime vuosina on ilmennyt näitä vahinkoja. Tällaisia yhteistyötahoja voisivat olla esimerkiksi Helsingin, Tampereen ja Lahden kaupungit.

Yhteenveto

Monissa Euroopan maissa esiintyi 1990-luvulla hyvin poikkeuksellisia, jopa keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuvia tulvia. Niistä aiheutui valtavia vahinkoja, ja Oder-joella Puolassa ja Tsekin Tasavallassa vuoden 1997 tulvalla jopa yli sata kuolonuhria. Suomessa tällaisilta suurtulvilta vältyttiin. Näiden tulvien johdosta käynnistettiin vuonna 1998 selvitys, jossa pyrittiin arvioimaan, millaisia vahinkoja keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva suurtulva aiheuttaisi Suomessa sekä millaisiin toimenpiteisiin tämän vahinkouhkan perusteella tulisi ryhtyä.

Hyvin harvinaisten tulvien suuruuden arvioiminen on ongelmallista. Suomessa on pisimmilläänkin tehty vedenkorkeushavaintoja vasta noin 150 vuoden ajan, mutta useimmilta havaintokohteilta on käytettävissä vedenkorkeuden tai virtaaman havainnot vain muutaman kymmenen vuoden ajalta. Niidenkin perusteella voidaan myös äärimmäisen harvinaisten tulvien suuruutta arvioida, mutta paljon epävarmemmin kuin pitkien aikasarjojen perusteella. Esimerkiksi Norjassa on kyetty luetteloimaan merkittävät tulvat 900-luvulta lähtien, ja 1800-luvulla esiintyneistä suurtulvista on seikkaperäiset selvitykset.

Tulvavahinkojen arvioimisen lähtökohdiksi Suomen ympäristökeskuksessa tehtiin aluksi arviot kaikkien maamme vedenkorkeus- ja virtaama-asemien havaintoaineistoista. Koska asemia on viime vuosina lopetettu, aineistot koskivat useampia kuin nykyisin käytössä olevia noin 350 vedenkorkeusasemaa ja noin 300 virtaama-asemaa. Vaikka arvioihin sisältyy epävarmuuksia, niin valtaosalle virtaaman havaintopaikoista voitiin laatia käyrät, joiden perusteella arvioitiin toistuvuutta 1/250 vuotta vastaavan virtaaman suuruus. Sen sijaan vedenkorkeuksille laadittiin vain havaintojen perusteella käyrästä ja pisteistöt arviointia varten. Alueelliset ympäristökeskukset, joilla on paras tuntemus oman alueensa vesistöistä, tekivät lopulliset arviot sekä tarkasteltavista vedenkorkeuksista että virtaamista. Periaatteena oli, että arviot olisivat mahdollisimman realistisia, ja niissä olisi otettu huomioon se, millä tavalla vesistön säännöstelyt tai mahdolliset poikkeusjuokset vaikuttaisivat. Tämä on hyvin merkityksellistä, koska monissa säännöstelyissä järvissä myös äärimmäisiä tulvakorkeuksia voidaan alentaa jopa metrillä.

Suurin Suomessa havaittu tulva, josta on myös tehty vahinkoarvioita, esiintyi vuonna 1899. Se on toistuvuudeltaan jonkin verran tässä selvityksessä tarkasteltua 1/250 vuoden tulvaa harvinaisempi. Vuoksen ja Kymijoen vesistöjen alueilla on tehty jo aikaisemmin tulvantorjunnan toimintasuunnitelmien yhteydessä arviot siitä, millainen vesitilanne nykyiset vesistön säännöstelyt huomioon ottaen näin harvinaisessa tilanteessa eri vesistön osissa vallitsisi. Näitä arvioita on käytetty vahinkoarvioiden perusteena myös tässä suurtulvaselvityksessä. Tämän selvityksen yhteydessä tehtiin vastaavat arviot myös Kokemäenjoen vesistölle, ja niitä käytettiin paitsi tässä selvityksessä myös samaan aikaan käynnissä olleessa Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelman uusimistyössä. Lapuanjoelle tehtiin erikseen harvinaisten sateiden toistuvuuteen ja Lapuanjoen vesistömalliin perustuva laskenta.

Tämän suurtulvaselvityksen yhteydessä alueelliset ympäristökeskukset arvioivat yhteensä lähes 400 vahinkokohdetta. Tehtyjen arvioiden mukaan tulvavahingot olisivat koko Suomessa yhteensä noin 3 300 milj. mk. Tähän summaan ei ole sisällytetty Lapissa arvioituja noin 940 milj. mk:n tie- ja siltavahinkoja, koska

niiden arviointiperusteet ovat huomattavasti poikenneet muualla maassa käytetyistä perusteista. Arvioidut 3 300 milj. mk:n kokonaisvahingot eivät kuitenkaan syntyisi samana vuonna, koska suurtulvan esiintyminen koko maassa samana vuonna on äärimmäisen epätodennäköistä. Vahingot jakaantuvat siten, että rakennusten osuus on 52 %, teollisuuden 20 %, maatalouden 17 %, teiden ja siltojen 6 %, metsätalouden 3 % ja yleisten palvelujen osuus 2 %. Alueellisesti suurimmat vahingot syntyisivät Vuoksen, Kokemäenjoen ja Kyrönjoen vesistöalueilla. Pahimmat yksittäiset vahinkokohteet ja niiden merkittävien vahinkolaji olisivat seuraavat:

- Lappeenrannan - Imatran alue Saimaalla, noin 380 milj. mk (teollisuus)
- Porin kaupunki Kokemäenjoen varrella, 275 milj. mk (teollisuus)
- Tornio Tornionjokivarressa, 46 milj. mk (rakennukset)
- Ivalo Ivalonjokivarressa, 40 milj. mk (rakennukset)
- Kuopio ym. Kallaveden rannalla, 31 milj. mk (rakennukset)
- Salo Uskelanjoen varrella, 20 milj. mk (teollisuus)

Vahinkoarviot sisälsivät erilaisia vahinkokohteita seuraavasti:

Pelto	130 000 ha
Metsä	70 000 ha
Taajama	2 400 ha
Tiet	900 km
Sillat	800 kpl
Rakennukset	30 000 kpl

Ympäristökeskukset erittelivät myös tärkeimpiä keinoja ja toimenpiteitä vahinkoriskien pienentämiseksi. Toimenpiteet jaoteltiin rakennusteknisiin, vesistön säännöstelyyn liittyviin, tutkimuksellisiin sekä hallinnollisiin ja tiedotuksellisiin toimenpiteisiin. Keskeisimpänä pidettiin vesistöjen säännöstelyä ja myös monia rakennusteknisiä toimenpiteitä ehdotettiin. Erityisen tärkeänä pidettiin rakentamisen ohjaamista tulva-alueiden ulkopuolelle.

Tässä työssä verrattiin myös sitä, miten suuria vahingot olisivat nyt arvioidulla suurtulvalla verrattuna vuoden 1899 tulvaan. On selvää, että nykyisin vesistöjen varrella on huomattavasti enemmän ja arvokkaampia vahinkokohteita, esim. rakennuksia, tehtaita, teitä ja siltoja, kuin vuonna 1899. Toisaalta Suomessa on toteutettu vuoden 1899 jälkeen noin 220 vesistön säännöstelyä, joilla vedenkorkeutta voidaan saada tulvatilanteessa alennetuksi, ja rakennettu runsaasti patoja, joilla voidaan toteuttaa tilapäisiä niin sanottuja poikkeusjuoksutuksia suurten tulvavahinkojen uhatessa. Vuoden 1899 tulva kohdistui lähinnä Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueille, ja silloiset tulvavahingot olivat nykyiseen rahanarvoon muutettuna yhteensä noin 155 milj. mk. Mikäli sääoloiltaan yhtä harvinainen vesitilanne esiintyisi nykyään, vahingot olisivat nykyiset vesistöjen säännöstelyt ja todennäköiset poikkeusjuoksutukset huomioon ottaen yhteensä noin 1 400 milj. mk. Vuonna 1899 päävahinkokohteet olivat maatalous (56 % kokonaisvahingoista) ja teollisuus (35 %), mutta nykytilanteessa pääkohteet olisivat teollisuus (43 %) ja rakennukset (42 %).

Myös poikkeukselliset rankkasateet voivat aiheuttaa taajamissa tulvavahinkoja, kun sadevesiviemärit ja ojat eivät pysty poistamaan vettä riittävän nopeasti. Tällaisia vahinkoja syntyy Suomessa lähes joka vuosi, mutta viime vuosina ja vuosikymmeninä taajamissa ei ole esiintynyt todella poikkeuksellisia sateita. Tässä selvityksessä oli tavoitteena, että kunkin ympäristökeskuksen alueella pyrittäisiin arvioimaan 1-2 esimerkkitaajamassa, millaisia vahinkoja toistuvuudeltaan keskimäärin kerran 250 vuodessa esiintyvällä rankkasateella syntyisi. Tarkasteltavaksi

sateeksi määriteltiin kaksi tuntia kestävä sade, jonka rankkuus on Etelä-Suomessa 40 mm tunnissa ja Pohjois-Suomessa 25 mm tunnissa, jolloin kokonaissademääräksi saadaan Etelä-Suomessa 80 mm ja Pohjois-Suomessa 50 mm.

Taajamasateista tehtiin konkreettisia arvioita vain Pohjois-Karjalan ja Lapin ympäristökeskusten alueilla. Tarkastelluista 7 taajamasta suurimmat vahingot olivat Joensuussa, noin 5 milj. mk, ja valtaosa niistä kohdistui rakennuksiin. Tehtyjen arvioiden perusteella voidaan karkeasti arvioida, että koko maassa vahingot olisivat muutamia satoja miljoonia markkoja.

Se, että rankkasateiden aiheuttamien vahinkojen arvioita tehtiin vain niin vähän, johtuu ilmeisesti siitä, että niitä ei ole juuri aiemmin tehty, ja kokemuksia ei ole saatu todella poikkeuksellisten taajamatulvien vahingoista. Näiden vahinkojen torjuminen kuuluu asianomaisen kunnan vastuulle, mutta myös läheisen vesistön vesitilanteella saattaa olla vaikutusta tulviin, joten taajamatulvien aiheuttamien vahinkojen torjunnan suunnittelu voi edellyttää yhteistyötä alueellisen ympäristökeskuksen kanssa. Tärkeimmiksi keinoiksi vähentää näitä vahinkoja arvioitiin mm. siirtyminen sekaviemäröinnistä erillisviiemäröintiin sekä viemäriputkistojen ja pumppuamoiden mitoitusten tarkistaminen.

Suurtulvaselvityksen tulosten perusteella on esitetty yhteensä 16 suositusta, joista keskeisimpiä ovat:

- tulisi tehostaa alueellisten ympäristökeskusten, kuntien ja rakentajien välistä yhteydenpitoa, tietojen vaihtoa ja tiedottamista, jotta tulvavaaran alaisille alueille ei tehtäisi uusia rakennuksia
- tie- ja siltavahinkojen tulvavahinkoarvioita tulisi täsmentää
- muitakin kuin nyt tarkasteltuja mahdollisia merkittäviä teollisuusvahinkokohteita tulisi ottaa arvioitavaksi
- tulisi toteuttaa paikkatietojärjestelmään (GIS) perustuva tulvakartoitus ensiksi esimerkkikohteille ja myöhemmin muuallekin
- tulvantorjunnan toimintaedellytyksiä suurtulvien varalta tulisi ylläpitää ja parantaa
- suurtulvat tulisi ottaa huomioon esimerkiksi vesistön säännöstelykäytäntöjä ja -lupia tarkistettaessa
- Kemijoen ja Iijoen vesistöjen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat tulisi saattaa ajan tasalle ja laatia mahdollisesti myös uusia toimintasuunnitelmia eräille vesistöille
- tulisi säilyttää valmius ns. poikkeusjuoksutuksia koskevien lupahakemusten tekemiseen ympäristölupavirastolle
- tulvista tiedottamista ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyötä mm. kuntien pelastusviranomaisten kanssa tulisi tehostaa tulvantorjuntavalmiuden parantamiseksi

Kirjallisuus

- Gumbel, E. J. 1958. *Statistics of Extremes*. Columbia University Press.
- Hyvärinen, V. 1977. Virtaama-aineiston tilastoanalyysi III–V. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 22.
- Hyvärinen, V. 1985. River Discharge in Finland. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 59.
- Hyvärinen, V. 1986. Virtaamien arviointi. – Sovellettu hydrologia (toim. S. Mustonen). Vesiyhdistys, s. 205–225.
- Komiteanmietintö 1903. Überschwemmungen in Finland, Fennia 19.
- Komiteanmietintö N:o 14, 1939. Tulvakomitean mietintö.
- Kuusisto, E. & Leppäjärvi, R. 1979. Vuotuisten ylivirtaamien jakaumista Suomessa. Vesitalous 1979:2, s. 38–41.
- Kuusisto, E. 1980. On the intensity of rainfall in Finland. Aqua Fennica 10, s. 3–11.
- Kuusisto, E. 1986a. Tilastomatemaattisten menetelmien käyttö hydrologiassa. Sovellettu hydrologia (toim. S. Mustonen). Vesiyhdistys, s. 291–307.
- Kuusisto, E. 1986b. Sadanta. Sovellettu hydrologia (toim. S. Mustonen). Vesiyhdistys, s. 29–47.
- Maa- ja metsätalousministeriö, 1997. Patoturvallisuusohjeet, MMM:n julkaisuja 7/1997.
- Niinivaara, K. 1961. Ylivaluman todennäköisestä vaihtelusta Suomen päävesistöjen alueilla. Teknillinen aikakauslehti 1961:18, s. 548–551.
- Ollila, M. (toim.) 1999. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa. Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista. Ympäristöopas 52.
- Orkustofnun, Hydrological Service, 2000. Extremes of the Extremes. July 17–19, 2000, Reykjavik, Iceland. Symposium abstracts.
- Reuna, M. 1983. Vedenkorkeuden ääriarvojen toistuvuuksia. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 54.
- Tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat:
- Vesi- ja ympäristöhallitus, 1988. Kemijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallituksen moniste nro 111.
 - Vesi- ja ympäristöhallitus, 1989. Iijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallituksen moniste nro 144.
 - Ollila, M. (toim.) 1997. Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Suomen ympäristökeskuksen moniste nro 73.
 - Vainio, M. (toim.) 1999. Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut nro 132, Pirkanmaan ympäristökeskus.
 - Eskola, T. (toim.) 1999. Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut nro 118, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.
- Tuomenvirta, H., Uusitalo, K., Vehviläinen, B., Carter, T. 2000. Ilmastonmuutos, mitoitussadanta ja patoturvallisuus: arvio sadannan ja sen ääriarvojen sekä lämpötilan muutoksista Suomessa vuoteen 2100.
- Vehviläinen, B. 1994. The Watershed simulation and forecasting system in the National Board of Water and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 17.
- Vehviläinen, B., Huttunen, M. 1997. Climate change and water resources in Finland. Boreal environment research 2:3–18.
- Virta, H., Hyvärinen, V. 2000. Extreme Floods in Finland. Posterisitelmä. Extremes of the Extremes, International Symposium of Extraordinary Floods. July 17–19, 2000, Reykjavik, Iceland.

Liite I. Suurtulvavahinkoja koskevan alueellisen ympäristökeskuksen raportin ohjeellinen sisältö

A. Suurtulvat

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituspäruusteet)
2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet
 - a) Sadevesitulvat
 - b) Lumensulamistulvat
3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt (esim. perkaukset, pengerrykset, säännöstelyt ym.)
4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin (säännöstelyn käyttö, poikkeusjuoksutus, tilapäinen pengerrys ym.), ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?
5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat (vahinkokäyrät, maastomittaukset)?
6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?
7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen.
8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?
9. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?
10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää?

B. Rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat (jos tietoja saatavissa)

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituspäruusteet)
2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet
3. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?
4. Tulokset
5. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?
6. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

MAHDOLLISEN SUURTULVAN TULVA-ALUEET JA VAHINGOT								
ALUEKESKUS		PÄÄVESISTÖALUEEN NIMI						
PÄÄVESISTÖALUEEN NUMERO			OSA-ALUEEN NUMERO					
JÄRVEN NIMI						Numero		
JOEN NIMI								
SIVUJOEN NIMI								
KUNTA			Kohteen nimi					
VAHINKOKOHTTEEN JA VAHINKOJEN LYHYT KUVAUS								
TULVAN TOISTUVUUS (1/a)				KORKEUSJÄRJESTELMÄ				
TULVAN KORKEUSTASO (m)				HW 1/20 (m)				
TULVAVIRTAAMA (m ³ /s)				HQ 1/20 (m ³ /s)				
HAVAINTOPAIKKA								
Numero			Nimi					
LUMENSULAMIS- TULVALLA	Maksimivesiarvo (mm)							
	Sulamisvaiheen kk-sateet (mm)							
	IV		V		VI			
	TULVA-ALUEEN VAHINKOKOHTTEET							
	Pelto	Metsä	Taajama	Kokonais- alue	Tiet ja kadut		Sillat	Rakennuk- set
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(km)	(kpl)	(kpl)	(kpl)
TULVAVAHINGOT (milj.mk) v. 1997 lopun hintatasossa								
Maa- talous	Metsä- talous	Rakennuk- set	Tiet ja sillat	Yleiset palvelut	Teollisuusvahingot		Muut	Kokonais- vahingot
					aineelliset	tuotannoll.		
0								
Lomakkeen täyttäjän nimi				Täyttöpäivämäärä				

MAHDOLLISEN PAIKALLISEN RANKKASATEEN AIHEUTTAMAT TAAJAMAVAHINGOT						
ALUEKESKUS						
TAAJAMAN NIMI						
KUNTA						
SADANNAN TOISTUVUUS (1/a)	n. 1/250 a					
SATEEN KESTO (h)	2 h					
SADEMÄÄRÄ (mm)	Etelä-Suomi 80 mm		Pohjois-Suomi 50 mm			
SATEEN RANKKUUS (mm/h)	Etelä-Suomi 40 mm/h		Pohjois-Suomi 25 mm/h			
TULVAVEDEN ALLE JÄÄVÄT KOHTEET						
Rakennukset (kpl)	Tiet ja kadut, joilla liikenne estyy		Alikulkusillat, joilla liikenne estyy (kpl)	Veden alle jäävä taajama-alue (ha)	Häiriintyvät jäteveden puhdistamot (kpl)	
	(kpl)	(km)				
TULVAVAHINGOT (milj.mk) v. 1997 lopun hintatasossa						
Rakennukset	Kadut, tiet ja sillat	Yleiset palvelut (vesi, viem. ym.)	Huolto, pumppaus, liikenteen ohjaus ym.	Teollisuusvahingot		Kokonais- vahingot
				aineelliset	tuotannolliset	
						0
Lomakkeen täyttäjän nimi			Täyttöpäivämäärä			

Liite 4. Uudenmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

Uudenmaan ympäristökeskus on arvioinut karkeasti erilaisten suunnitelmien ja selvitysten perusteella mahdollisen suurtulvan aiheuttamat vahingot alueellaan. Sen sijaan rankkasateista johtuvia taajamatulvia ei ole tässä yhteydessä selvitetty.

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituserusteet)

Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella olevien vesistöjen virtaamavaihtelut ovat vähäisestä järvisyydestä johtuen varsin suuria. Käytännössä tämä ilmenee etenkin itäisellä Uudellamaalla runsasvetisenä kausina voimakkaina tulvina ja kuivina kausina jopa veden puutteena. Lumen nopea sulaminen ja rankat sateet aiheuttavat usein äkillisiä tulvia. Keskiylivirtaamat ovat jopa yli satakertaisia keskialivirtaamiin verrattuina. Poikkeuksena on Karjaanjoen vesistö, jonka järviprosentti on 12,1 ja josta syystä siellä virtaamat ovat suhteellisen tasaisia.

Raportissa tarkastellaan tulvia, joiden toistuvuus on 1/250 vuodessa. Suomen ympäristökeskuksessa tehtyjä laskelmia on käytetty hyväksi.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Tarkasteluun on otettu kaikki Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella olevat vesistöt. Vesistöalueilta on lähempään tarkasteluun otettu kunkin vesistöalueen pääjoki, jossa tulville alttiin peltoalueen koko on tavallisesti ylittänyt 100 ha. Tarkastelun lähtökohtana on ollut tiedossa olevat tulva-alueet. Tiedossa olevat pienemmät tulva-alueet on myös otettu huomioon.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Useissa kohteissa on tehty tulvasuojeluperkauksia tai -pengerryksiä. Aikaisemmin tulvivia vesistöjä, joista on vesistöjärjestelyin ja muin toimenpitein poistettu pääpiirteissään tulvaongelmat ovat mm. Taasianjoki, Keravanjoki, Hirvihaaranjoki ja Koskenkylänjoki.

Ympäristökeskuksen alueella on toteutettu useita säännöstelyjä. Valtaosa näistä on kuitenkin vedenhankintaa palvelevia säännöstelyjä. Karjaanjoen vesistössä olevan Lohjanjärven, alunperin voimataloutta ja tulvasuojelua palveleva säännöstely on muutettu siten, että se palvelee mahdollisemman hyvin myös virkistyskäyttöä.

4. Miten tulvia on kohteissa kuvitelu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin

Erillisiä tulvantorjunnan toimintasuunnitelmia ei ole tehty ympäristökeskuksen alueella. Käytettävissä olevat keinot ovat lähinnä säännöstelyn käyttö ja poikkeusjuoksutukset sekä poikkeustapauksissa kiinteistöjen pengertäminen.

Vantaanjoen vesistölle on tehty vesistömalli, jonka avulla poikkeuksellisten tulvien ennakkointimahdollisuudet paranevat.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat

Vahinkoarviot perustuvat pääosin peruskartalta tehtyyn tarkasteluun, vanhoihin tulvasuojelusuunnitelmiin sekä alueelta saatuihin tulvahavaintoihin. Raportissa on hyödynnetty vanhojen suunnitelmien maastomittauksia, mutta uusia maastomittauksia ei ole suoritettu.

6. Onko joitain sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota ?

Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella on yksi P-pato (Silvolan tekoaltaan maapato, Vantaanjoki), jossa mahdollisen murtumisen varalta on tehty vahinkovaaraselvitys eri virtaama- ja sääolosuhteissa. Altaan läheisyydessä olevat asuntoalueet (Vantaanlaakso, Ylästö) ovat suurimmassa vaarassa, sillä tulva kasvaa nopeasti. On arvioitu, että pahimmillaan tulva saavuttaa maksimin alle tunnissa, joten varoitus- ja korjausaikaa jää vähän.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen

Taasianjoella tulvat ovat levittäytyneet pahimmillaan 2700 ha alueelle, lähes Suomenlahden rannikolta aina Elimäelle asti.

Vantaanjoen vesistössä on tulva-alueita laajimmillaan ollut 1900 ha. Niitä on Vantaanjoen pääuoman varressa kehä III-maantien ja Riipilän kylän välisellä jokiosalla noin 1000 ha ja Keravanjoen varressa noin 250 ha. Lisäksi on tulva-alueita Luhtajoen, Lepsämänjoen, Kytäjoen sekä Tuusulanjoen varsilla.

Hirvihaaranjoen tulva-alue on pahimmillaan n. 1000 ha. Tulva-alue sijaitsee siellä Tjusterbyn ja Vekkosken välillä. Hirvihaaranjoen latvoilla sekä Sulkavanjärven vessä on kevät-, kesä- ja syystulvat nousseet tavallisesti alaville rantaniityille.

Koskenkylänjoella tulvat ovat olleet n. 1000 ha.

Porvoonjoen tulva-alueet n. 700 ha sijaitsevat Pukkilassa, Orimattilassa ja Askolassa. Tulvista on ollut haittaa maanviljelykselle ja jopa alueen paikallistieverkostolle.

Nummenjoen tulva-alue on laajimmillaan n. 250 ha.

Karjaanjoen Kirkkojärven alueella on tulva-alueita ollut n. 300 ha.

Asutukselle on aiheutunut huipputulvista vahinkoa Keravanjoella Myraksessa noin 90 tontille ja Vantaanjoen varrella Pirttirannassa noin 50 tontille.

Arvio suurtulvan aiheuttamista vahingoista maataloudelle ovat noin 20 - 30 milj.mk ja asutukselle sekä muille rakenteille noin 10 milj.mk.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi

Vantaanjoen alajuoksulla olevien tulva-alueiden poistaminen olisi teknisesti toteutettavissa mm. Vantaankosken ja Vanhankaupunginkosken perkauksilla. Nämä kosket ovat kuitenkin kulttuurihistoriallisesti ja vesimaisemaltaan niin arvokkaita, ettei perkauksia voitane suorittaa. Vesistön säännöstelyllä ei myöskään ole mahdollista merkittävästi vähentää tulvaa. Voidaan todeta kuitenkin, että jos Vantaanjoen säännöstelyä jostakin syystä tehostetaan, niin tämänlaisella toiminnalla voidaan auttaa myös alajuoksun rantojen tulvasuojelua. Jos kevättulvien huippuarvoja kyetään merkittävässä määrin pienentämään, voidaan alajuoksun mahdollisissa tulvasuojelurakenteissa saada aikaan säästöä.

Suurten tulvien aikainen veden leviäminen Vantaanjoen ranta-alueille voidaan estää joko veden pintaa alentamalla tai rantapengerrysten avulla. Veden pinnan aleneminen kriittisissä tulvapaikoissa saadaan aikaan suurentamalla Vantaanjoen uomaa.

Vantaanjoen tulvien rajoittaminen saattaa olla tulevaisuudessa tarpeen, koska tulvat pyrkivät maankäytön tehostuessa yleensä lisääntymään. Luhtajoen, Lepsamänjoen, Kytäjoen ja Tuusulanjoen varsilla olevat paikalliset tulva-alueet voidaan hoitaa vesistöjärjestelyin tai mahdollisesti ympäristötuen avulla perustamalla esimerkiksi tulvaniittyjä tai kosteikkoja.

9. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella ?

Muuttoliikkeen painottuessa Uudellemaalle ja kaavoituksen tehostuessa, tulee tulvien ehkäisyyn kiinnittää entistä enemmän huomiota. Näin ollen tiedotusta kuntiin alimmista suositeltavista rantojen rakentamiskorkeuksista olisi tehostettava.

Tulvaherkillä viljelysalueilla tulisi mahdollisuuksien mukaan jättää olemassa olevat tulvaniityt tai kosteikot koskematta ja vastaavasti sopiviin paikkoihin perustaa uusia tulvaniittyjä sekä suojavaohtyhykkeitä tulvarastoiksi.

10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää

Vahinkoarvioita tulisi täsmentää kriittisten paikkojen osalta. Muilta osin tämän selvityksen tarkkuus riittää ja täsmennyksiä ole tarpeen tehdä.

Osmo Purhonen
Raimo Hillberg
4.5.1999

Liite 5. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

Suurista tulvista johtuvat vahingot ja niiden torjuntamahdollisuudet Suomessa

Oheistaen taulukkomuotoisena esityksenä selvityksensä suuren tulvan tiestölle, kiinteistöille sekä maa- ja metsätaloudelle aiheuttamista vahingoista alueellaan Lounais-Suomen ympäristökeskus toteaa arvioiduksi kokonaisvahingoksi käyttämiensä yksikköhintojen perusteella 727,2 miljoonaa markkaa.

Lähtötietoina vedenkorkeuksien arviointia suoritettaessa on ympäristökeskuksen omien havaintotietojen lisäksi käytetty Suomen ympäristökeskuksen toimittamia vedenkorkeuden arviointitietoja HW 1/250 vuotta (Gumbellin paperit). Kokemäenjoen ja Loimijoen tulvia on simuloitu laskentamalleja hyväksikäyttäen. Vuoden 1899 tulvasta käytettävissä olevia havaintotietoja ja kyseisen tulvan laskentamalliarvioita on myös mahdollisuuksien mukaan hyödynnetty. Porin alueen tulva-arviota suoritettaessa on käytetty hyväksi Kokemäenjoen tulvantorjuntasuunnitelmasta saatavia tietoja ja huomioitu myös mahdollinen meriveden korkeus poikkeustulvan virtaaman aikana. Arvioinnissa käytetty meriveden korkeus on ollut MW+1,5-2,0 m. Järvien vedenkorkeuden HW-arvona on latvajärvillä käytetty arvoa MW+1,0 m ja purku-uomaa alaspäin mentäessä seuraavalla järvellä tasoa MW+1,1 m. Vedenkorkeusprofiili on muodostettu tiedot yhdistämällä.

Suoritetussa arvioinnissa on tarkasteltu ympäristökeskuksen toimialue vesistökohteittain hahmottamalla arvioitu vedennousun raja 1:20 000 tai 1:50 000 kartoille käyttäen tukipisteinä myös aikaisempien todettujen tulvien huippukorkeuksien arvoja. Maa- ja metsätalouden vahinkoalueiden laajuus on mitattu em. kartoilta. Yksittäiset kiinteistö-, tie- ja siltakohteet on laskettu tulva-aluekartoilta kohteittain. Taajama-alueilla on apuna käytetty myös kaavakarttoja. Lähtökohtana tarkasteluissa on pidetty virtaamaa ja virtaamasta johtuvaa vedenkorkeutta erittelemättä vallitsevaa vedenkorkeutta aiheutuvaksi sateesta tai lumen sulamisesta.

Yksikköhintoina vahinkolaskelmissa on käytetty seuraavia arvoja:

Pelto tulva-alueena	5 000 mk/ha
Metsä tulva-alueena	200 mk/ha
Taajama- tulva-alueena	100 000 mk/ha
Yleiset tiet	100 000 mk/km
Yksityiset tiet	30 000 mk/km
Joen ylittävät tiesillat	130 000 mk/kpl
Pienkiinteistöt	100 000 mk/kpl
Teollisuuskiinteistöt ja kerrostalot	Arvioitu tapauskohtaisesti

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella on merkittäviä tulvasuojelutöitä selvityksen tarkoittamassa mielessä tehty vain Kokemäenjoen alajuoksulla Porissa, jossa joen Luotsimäenjuopan oikea ranta on pengerrytetty alunperin maatalou-

den tulvasuojelutarkoitusta varten, mutta pengerrys toimii nykyisin myös kerrostaloaluetta suojaavana. Jokea on myös perattu mittavasti vuoden 1975 talvitulvan jälkeen ja vireillä on hanke Kokemäenjoen toisen laajan tulva-alueen, Huittisten alueen, tilanteen parantamiseksi ruoppaamalla ja pengertämällä. Tulvatilanteita joella voidaan kuitenkin parhaiten hoitaa vesistön yläosan järvien säännöstelyjä ennakoiden hoitamalla. Muiden käytettävissä olevien torjuntakeinojen, kuten tilapäispengerrysten, merkitys on katsottava vähäiseksi ja suurtulvatilanteissa vain paikallista merkitystä omaavaksi. Eräissä kohteissa, kuten esimerkiksi Säskylän Pyhäjärvellä, tulvan torjumiseksi ei juuri ole keinoja käytettävissä. Eurajokeen voidaan maksimissaan, ilman huomattavia vahinkoja Euran taajamalle, juoksuuttaa noin 14 m³/s ja samanaikaisesti tulovirtaama Yläneenjoesta ja Pyhäjoesta sekä pienemmistä ojastoista voi olla yhteensä 35-40 m³/s.

Patoturvallisuusmielessä ei ole erityistä huomioitavaa koska ympäristökeskuksen alueen patojen purkukyky vastaa laadittujen patoturvallisuusasiakirjojen mukaan hyvin HQ 1/250 virtaaman juoksuuttamista.

Ympäristökeskuksen käsityksen mukaan suurtulvatilanteessa, jos kyse on pitkäaikaisesta sateesta sula-aikana johtuvasta tulvasta, ei ympäristökeskuksen alueella ole paikallisten pienkohteiden suojaamista lukuun ottamatta paljoakaan tehtävissä. Lumensulamistusta aiheutuvien tulvien aiheuttamien vahinkojen rajoittamiseen voidaan vaikuttaa säännöstellyissä vesistöissä ennusteisiin perustuvien kevätalennusten avulla ja vastaavasti hyydetulvien rajoittamiseen syksyn aikana tehtäviin järvien tilavarauksin kuten Kokemäenjoen vesistöissä on jo pidemmän aikaa tehtykin.

Tehty suurtulva-arvio osoittaa, että Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella on kohteita, mm. Salon kaupungin teollisuusalueilla, jotka on rakennettu tulvien aikainen vedenkorkeus huomioiden liian matalalle ja jotka siten ovat suuren tulvan aikana vakavasti uhattuna. Ilman varautumista ja erityisjärjestelyjä vahingot kaupungin kohteissa ovat arvion mukaan luokkaa 20 000 000mk.

Ympäristökeskuksen johtajan
estyneenä ollessa apulaisjohtaja Osmo Purhonen

Tulosryhmän vastaava
yli-insinööri Raimo Hillberg

LIITTEENÄ vahinkoarviotaulukko

VAHINKOKOHOITEIDEN ARVIOINTI

LIITE 5/3

VESISTÖALUE	Nro	TULVA-ALUE (ha)			RAKENNUKSET (kpl)			SILLAT (kpl)		TIET (km)		
		pelto	metsä	taajama	yht.	teollisuusl.	kerrostalot	pienkiinteistöt	yleiset	yksityiset		
Kiskonjoki	24	2520	1789		5	4314		655	76	9	26	
Uskenlanjoki	25	142	175		62	379	40	35	23	5	19	
Halikonjoki	26	122	73			195		8	19	1	1	
Paimionjoki	27	2061	1001			3062		119	76	2	3	
Aurajoki	28	512	560		2	1074		3	3	2	1	
Hirvijoki	29	1181	312			1493		9	20	2	3	
Mynäjoki	30	969	365		10	1344	3	74	25	5	8	
Laajoki	31	1498	2005			3503	5	86	23	2	3	
Sirppujoki	32	2469	1192			3661	4	30	22	3	5	
Lapinjoki	33	950	175		1	1126	1	40	46	4	10	
Eurajoki	34	1723	799			2522	6	36	12	3	7	
Yläneenjoki	34.04	125	84			209		13	31	1	1	
Köyliönjoki	34.05	694	443			1137		230	18	3	9	
Kokemäenjoki*	35	3960	1258		2	5220	2	0	318	17	21	24
Loimijoki	35.9	2550	285		15	2850	5	59	5	19	13	
Karvianjoki	36	4800	940		57	5797	2	88	31	18	24	

VAHINKOJEN ARVIOINTI

VESISTÖALUE	Nro	TULVA-ALUE (ha)			RAKENNUKSET (kpl)			SILLAT (kpl)		TIET (km)		YHT Mmk
		pelto	metsä	taajama	yht.	teollisuusl.	kerrost.	pienkiint.	yleiset	yksityiset		
		mk/ha	mk/ha	mk/ha			á (mk)	á (mk)	mk/km	mk/km		
Vahingon yksikköhinta —>		5000	200	100 000		/)	100 000	130 000	100 000	30 000		
Kiskonjoki	24	12,6	0,4	0,5	13,5		65,5	9,9	0,9	2,6	92,3	
Uskelanjoki	25	0,7	0,0	6,2	6,9	20,0	3,5	3,0	0,5	1,9	35,8	
Halikonjoki	26	0,6	0,0		0,6		0,8	2,5	0,1	0,1	4,1	
Paimionjoki	27	10,3	0,2		10,5		11,9	9,9	0,2	0,3	32,8	
Aurajoki	28	2,6	0,1	0,2	2,9	5,0	0,3	0,4	0,2	0,1	8,9	
Hirvijoki	29	5,9	0,1		6,0		0,9	2,6	0,2	0,3	10,0	
Mynäjoki	30	4,8	0,1	1,0	5,9	5,0	7,4	3,3	0,5	0,8	22,9	
Laajoki	31	7,5	0,4		7,9	3,0	8,6	3,0	0,2	0,3	23,0	
Sirppujoki	32	12,3	0,2		12,6	1,0	3,0	2,9	0,3	0,5	20,2	
Lapinjoki	33	4,8	0,0	0,1	4,9	1,0	4,0	6,0	0,4	1,0	17,3	
Eurajoki	34	8,6	0,2		8,8	2,0	3,6	1,6	0,3	0,7	16,9	
Yläneenjoki	34.04	0,6	0,0		0,6		1,3	4,0	0,1	0,1	6,2	
Köyliönjoki	34.05	3,5	0,1		3,6		23,0	2,3	0,3	0,9	30,1	
Kokemäenjoki*	35	19,8	0,3	0,2	20,3	270,0	31,8	2,2	2,1	2,4	328,8	
Loimijoki	35.9	12,8	0,1	1,5	14,3	2,0	8,8	0,7	1,9	1,3	29,0	
Karvianjoki	36	24,0	0,2	5,7	29,9	5,0	5,9	4,0	1,8	2,4	49,0	
YHTEENSÄ Mmk		131,4	2,3	15,4	149,1	314,0	180,3	58,1	10,0	15,7	727,2	

/) Teollisuuslaitosten ja muiden kuin asuinkiinteistöjen osalta vahinkoarviointi tehty erikseen

*) Sisältää myös Kauvatsanjoen, Sääksjärven, Piiljoen ja Kiikoisjärven

Alla on arvioitu ne teollisuuden yms. vahingot, jotka eivät sisälly erilliseen yksikköhintapohjaiseen arvioon

	Teollisuuden vahingot (mk)
Kiskonjoki	
Uskelanjoki	20 000 000
Halikonjoki	
Paimionjoki	
Aurajoki	5 000 000
Hirvijoki	
Mynäjoki	5 000 000
Laajoki	3 000 000
Sirppujoki	1 000 000
Lapinjoki	1 000 000
Eurajoki	2 000 000
Yläneenjoki	
Köyliönjoki	
Kokemäenjoki	270 000 000
Loimijoki	2 000 000
Karvianjoki	5 000 000

Liite 6. Hämeen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Lähtötilanteen määrittely

Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen tulossopimuksen mukaan vuonna 1998 selvitettiin suurista tulvista aiheutuvia vahinkoja ja niiden torjuntamahdollisuuksia Suomen olosuhteissa. Taustalla ovat Keski-Euroopassa viime vuosina ilmenneet poikkeukselliset tulvaolosuhteet. Selvitys tehtiin Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä. Hämeen ympäristökeskuksessa suurtulvaselvitys päästiin resurssipulan vuoksi aloittamaan vasta loppukesällä 1999 ja selvitys valmistui saman vuoden marraskuussa.

Päijännettä ja Konnivesi-Ruotsalaista koskevat vedenpinnan korkeustiedot on saatu Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmasta. Muiden järvien tulvavesikorkeudet on arvioitu jatkamalla ääripisteiden joukkoa Gumbelin paperilla.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Hämeen ympäristökeskuksen alueella olevista järvistä valittiin tarkasteluun ne, joiden pinta-ala on vähintään 850 ha. Mukaan on otettu myös pienempiä järviä, jos ne ovat läheisessä yhteydessä pinta-alan mukaan tarkasteluun valittujen järvien kanssa ja niiden vedenpinnan korkeudet ovat likimain samat. Lisäksi tarkasteluun otettiin alueen patoturvallisuuslain alaiset padot.

Konnivesi-Ruotsalaista koskevat tiedot on saatu Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmasta. Konnivettä säännöstellään Vuolenkosken voimalaitoksella. Säännöstelyn yläraja (NN +77,40) pystytään pitämään käytännössä kaikissa tulvatilanteissa. Heinolan kohdalla olevassa Jyrängönvirrassa syntyvät virtaushäviöt nostavat virtaamasta riippuen Ruotsalaisen vedenpinnan jonkin verran Konnivettä ylemmäksi. Ruotsalaisella säännöstelyn yläraja on NN +77,65. Säännöstely em. järvissä on alkanut 1959. Ajanjaksolla 1959...1998 on vedenpinta Konnivedessä ylimmillään ollut NN +77,79 ja Ruotsalaisessa NN +77,52. Säännöstelyn vaikutuksesta rantojen käyttö on muotoutunut siten, että tulvavahinkoja ei pienillä vedenpinnan nousuilla pääse syntymään. Tämän vuoksi Konnivesi-Ruotsalaisella aiheutuvia mahdollisia tulvavahinkoja ei ole tässä selvityksessä otettu huomioon.

Vesijärven keskivedenkorkeus MW ajanjaksolla 1909-1998 on N60 +81,45. Gumbelin käyrää jatkamalla arvioitiin HW1/250 olevan noin N60 +81,95 eli vain puoli metriä keskivedenpintaa ylempänä. Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa kartoitettiin suurtulvan aiheuttamia mahdollisia vahinkoja muutamille Vesijärven rannalla sijaitseville teollisuuslaitoksille. Selvityksen perusteella tulvavahinkoja ei tarkastelussa mukana oleville teollisuuslaitoksille kuitenkaan syntynyt. Suurtulvasta aiheutuvat vahingot Vesijärvellä jäänevät siten vähäisiksi eikä niitä ole otettu laskennassa huomioon.

Hämeen ympäristökeskuksen alueella oleva Päijänteen ja Asikkalanselän alueen tulvavahingot on arvioitu Keski-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvityksessä. Jääsjärven ja Rautaveden Hartolan puolella olevien alueiden tulvavahingot on arvioitu tässä selvityksessä. Vanajaveden, Hauhonselän ja Ilmoilanse-

län alueiden tulvavahingot on arvioitu Pirkanmaan ympäristökeskuksessa. Hauhonselän ja Ilmoilanselän alueiden tulvavahingot on otettu huomioon Pirkanmaan suurtulvaselvityksessä ja Vanajaveden suurtulvavahingot on otettu huomioon tämän selvityksen vahinkojen yhteenvedossa.

Edellä mainittujen Konnivesi-Ruotsalaisen ja Vesijärven lisäksi tässä selvityksessä tarkastelluista järvistä Vanajavesi, Tammelan Pyhäjärvi, Loppijärvi sekä Pääjärvi ovat säännöstelyjä.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Kymijoen vesistöissä on toteutettu merkittäviä tulvasuojelutöitä ja tulvantorjuntatoimenpiteitä 1800-luvun alusta saakka. Säännöstelyillä ja poikkeusjuoksutuksilla on pystytty leikkaamaan tulvahuippuja ja pienentämään muuten mahdollisesti syntyviä tulvavahinkoja. Seuraavassa luettelo merkittävimmistä Hämeen ympäristökeskuksen alueella toteutetuista tulvasuojelutöistä:

- Vuosina 1830-31 perattiin Koskenniskaa ja laskettiin Konnivettä 5½ jalkaa (1,7 m) ja Ruotsalaista 3 jalkaa (0,9 m).
- Vuosina 1832-37 perattiin Kalkkistenkoskea ja laskettiin Päijännettä 4 jalkaa (1,2 m).
- Vuosina 1859-62 perattiin Vääksynvirtaa, minkä seurauksena Vesijärvi laski noin 1,3 m.
- Vuosina 1868-71 rakennettiin Vesijärven kanava.
- Vuosina 1875-78 rakennettiin Kalkkisten kanava.
- Vuonna 1959 aloitettiin Konniveden-Ruotsalaisen säännöstely.
- Vuonna 1964 aloitettiin Päijänteen ja Puulaveden säännöstely.
- Vuosina 1979-88 laadittiin Kymijoen säännöstelyä ja tulvasuojelua koskeva suunnitelma.
- Vuosina 1986-89 toteutettiin Päijänteen ranta-alueiden pengerryksiä Sysmässä.

Kokemäenjoen vesistöissä on säännöstelyn avulla onnistuttu vähentämään vahinkoja tulvahuippuja leikkaamalla. Kokemäenjoella ryhdyttiin 1800-luvun alussa suuriin kuivatustöihin. Tässä yhteydessä mm. Vanajaveden pintaa laskettiin noin 3 metriä. Vanajaveden ja Pyhäjärven välinen Lempäälän kanava valmistui vuonna 1873. Vesistön keskeisten järvien säännöstelyt aloitettiin 1950- ja 1960-luvuilla. Vanajaveden nykyisen säännöstelyn alkamisvuosi on 1962. Ilmoilanselän, Hauhonselän ja Iso-Roineveden lasku toteutettiin vuosina 1821-26.

Edellä mainittujen lisäksi on Hämeessä tehty useita jokien, purojen ja ojien perkauksia, rantapengerryksiä sekä vesistöjen järjestelyjä, laskuja ja kuivatuksia.

4. Miten tulvia on kohteissa kuvitelu torjuttavan nyt käytössä olevin tulvantorjuntakeinoin ?

Kymijoen vesistölle on laadittu tulvantorjunnan toimintasuunnitelma vuonna 1999. Suunnitelman avulla voidaan tehostaa tulvantorjuntaa ja minimoida mahdollisesta suurtulvasta aiheutuvat vahingot. Hämeen ympäristökeskuksen alueella olevia Kymijoen vesistöalueeseen kuuluvia järviä ovat Päijänne, Konnivesi-Ruotsalainen, Vesijärvi ja Ala-Rieveli.

Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma valmistui 1999. Toimintasuunnitelma on ajantasaistus vesihallituksen vuonna 1981 ja 1985 tekemistä suunnitelmista. Selvityksessä on tehty yhteenvedot tulvista vesistön suurimmilla järvioltailla ja jokiosilla sekä niillä mahdollisesti aiheutuvista vahingoista. Suunnitelmassa on kuvattu mahdollisuuksia ennakoita suurtulvia sekä vesis-

tön suurimpien järviäiden säännöstelyjen yhteiskäytöllä estää tulvien kehittymistä ja löytää mahdollisuuksia tulvavahinkojen torjumiseen tilapäisjärjestelyillä. Suurtulvan aiheuttamien vahinkojen torjumisesta Vanajavedellä on kerrottu tarkemmin Pirkanmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvityksessä.

Käytettyjä tulvantorjuntatoimenpiteitä voivat olla hyydepatojen räjäyttäminen, hyydepuomien käyttäminen, jään haurastaminen hiekalla tai tuhalla sekä jääpeitteen railottaminen sahaamalla. Lisäksi voidaan rakentaa tilapäisiä pengerryksiä.

5. Mihin vahinkoarvot pohjautuvat ?

Vahinkoarviot perustuvat pääasiassa peruskarttatarkasteluun. Tulvavahinkoalue arvioitiin peruskartan korkeuskäyritystä apuna käyttäen. Tämän jälkeen tulva-alueiden pinta-alat mitattiin maankäyttömuodoittain laskemalla pelto, metsä ja tonttimaa erikseen.

Vahinkoarvioinnissa on otettu huomioon maa- ja metsätaloudelle, kesäasunnoille ja tonttialueille aiheutuvia vahinkoja. Lisäksi on tarkasteltu alueella olevia teollisuuslaitoksia ja merkittävimpiä patoja. Vakitukselle ympärivuotiselle asutukselle samoin kuin maatalouden tuotantorakennuksille ei suurtulvasta oletettu aiheutuvan merkittävää vahinkoa.

Maataloudelle aiheutuva tulvavahinko voi muodostua veden alle jäävän peltoalueen sadon tuhoutumisesta, vettymisen aiheuttamasta sadon alenemasta, kylvön viivästyisestä sekä tulvan aiheuttamasta muusta haitasta. Vettyvän vyöhykkeen ylärajana käytettiin HW1/250 + 0,5 m. Maatalousvahinkojen suuruus arvioitiin Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa esitetyllä tavalla. Kesätulvan sadolle aiheuttama vahinko Päijänteen alueella vuoden 1997 hintatasossa arvioitiin olevan 2363 mk/ha, mitä käytettiin myös tässä selvityksessä. Hinta sisältää myös lisäkustannukset, joita ovat vaikeiden työolosuhteiden lisä, lisätyöt hukkakauran torjunnassa, lannoitteiden ja ravinteiden huuhtoutuminen, ojen ja salaojen kunnostaminen sekä muut tulvan aiheuttamat lisätyöt.

Metsävahinkoja arvioitiin aiheutuvan koko tulva-alueelle keskivedenkorkeudesta tulvakorkeuteen HW1/250 saakka. Veden alle jäävälle metsämaalle aiheutuva vahinko arvioitiin olevan noin 1500 mk/ha.

Loma-asuntojen lukumäärä saatiin alueen kunnista ja pieni osa peruskarttatarkastelun avulla. Vahinkoarvio tehtiin pääasiassa samalla tavalla kuin Kymijoen vesistön tulvantorjuntasuunnitelmassa. Keskimääräiseksi pinta-alaksi loma-asunnolle arvioitiin 26,3 m² ja saunalle 11,1 m². Keskimääräiseksi vahingoksi lämmitettävälle rakennukselle arvioitiin 630 mk/m². Kevyille rakenteille (veneajat, vajat, kellarit, grillit ym.) aiheutuviksi vahingoiksi arvioitiin 10 % lämmitettäville rakennuksille aiheutuvien vahinkojen suuruudesta. Vahinkoja arvioitiin aiheutuvan noin 5 - 10 %:lle kaikkien kesäasuntojen määrästä.

Loma-asuntokiinteistöillä vahinkoa aiheutuu myös mm. istutuksille, rantarakenteille, laatoitukselle ja nurmikolle. Tonttikohtaiseksi keskimääräiseksi vahingoksi arvioitiin 5000 mk/rantatontti.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota

Hämeen ympäristökeskuksen alueella on patoturvallisuuslain alaisia patoja 13, joista kaksi on jätepatoa. Patojen luokka on joko O tai N.

Rengossa sijaitsevalla Nevilänkosken padolla on jo aikaisemmin esiintynyt tulva-aikana luiskaeroosiota. Patoluukut ovat riittävän suuret, mutta mahdollinen suurtulva saattaa syövyttää maata kohdasta, jossa pato liittyy joen luiskaan. Padottu vesimassa on noin 5000 m³ ja padon luokka on O. Vaikka padon mahdollinen murtuminen ei aiheutakaan suurta vaaraa tai muuten huomattavaa vahinkoa alapuoliselle vesistölle, on suurtulvan sattuessa patoa tarkkailtava ja tarvittaessa vahvistettava mahdollisten vahinkojen minimoimiseksi.

Janakkalassa sijaitseva Tervakoski Oy:n tehtaan pato on hakatuista kivistä muurattu massiivinen pato, jossa on settiluukut sekä putki generaattorille. Padon luokka on O. Ylivirtaama HQ1/100 on 21,2 m³/s ja HQ1/250 on 24 m³/s. Tulva-aukon ja generaattorin läpi voidaan juoksentaa yhteensä 16,7 m³/s. Yläpuolisen altaan hätävarastokapasiteetti on 4,9 milj.m³, mikä vastaa virtaamalla 6 m³/s lähes 10 vuorokauden juoksentusta. Kerran sadassa vuodessa toistuvan tulvan juoksentukseksi jää edellisen perusteella $21,2 \text{ m}^3/\text{s} - 6,0 \text{ m}^3/\text{s} = 15,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Tätä suuremmat virtaamat aiheuttavat yläveden nousua ja vaaran, että vesi virtaa patosillan yli. Veden virtaaminen patosillan yli on estettävä hiekkasäkkien avulla. Vahinkoja aiheutuu myös veden mahdollisesta noususta tehdassalin lattialle, jolloin "vanhan" tehtaan kolmen paperikoneen tuotanto saattaa keskeytyä. Tästä aiheutuvat vahingot ovat noin 0,5 milj.mk/d. Mikäli vesi nousee tehtaan biologiselle puhdistamolle saakka ja tämän johdosta tehtaan kaikkien paperikoneiden tuotanto joudutaan keskeyttämään, ovat tuotannolliset vahingot yhteensä noin 1 milj.mk/d. Vahinkojen minimoimiseksi on veden pääsy puhdistamolle mahdollisuuksien mukaan estettävä.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet

Vahinkoarviot perustuvat pääasiassa peruskarttatarkasteluun, jossa tulva-alue on arvioitu kartan korkeuskäyrityksen perusteella. Epätarkkuutta aiheutuu ainakin peruskartan korkeuskäyrien sijaintitarkkuudesta ja todellisen tulva-alueen arvioinnista käyrityksen perusteella. Epäselvissä tapauksissa tulva-alue on arvioitu mieluummin yläkanttiin kuin liian pieneksi. Maastomittauksia ei tässä selvityksessä ole tehty.

Suurtulvan aiheuttamat vahingot on listattu yhteenvetotaulukkoon. Taulukkoon on lisätty myös kokonaisuudessaan Vanajaveden alueen vahinkoarvio, vaikka osa alueesta kuuluukin Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueeseen. Sen sijaan Hämeen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevien Ilmoilanselän ja Hauhonselän vahingot on sisällytetty Pirkanmaan ympäristökeskuksen vahinkoarvioon. Niin ikään Hämeen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevat Päijänteen ja Asikkalanselän tulvavahinkoarviot on otettu huomioon Keski-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvityksessä. Jääsjärven ja Rautaveden arvioissa on otettu huomioon vain Hartolan kunnan puolella olevat alueet, jotka kuuluvat Hämeen ympäristökeskuksen alueeseen. Joutsan kunnan puolella olevat alueet on huomioitu Keski-Suomen ympäristökeskuksen selvityksessä.

Selvityksen mukaan vahinkoja koituu noin 52 milj.mk. Tästä maa- ja metsätalouden osuus on noin 10 milj.mk ja kesäasuinkiinteistöjen osuus noin 33 milj.mk. Teollisuudelle aiheutuvat vahingot ovat noin 9 milj.mk. Vahinkojen yhteenvetotaulukko samoin kuin lomakkeet järvikohtaisista vahingoista on tämän selvityksen liitteenä.

Suurimmat rakenteille aiheutuvat kustannukset aiheutuvat Iso-Roineella, jossa lomakiinteistöjen lukumäärä on 1300.

Suurimmat teollisuusvahingot aiheutunevat Janakkalassa sijaitsevalla Tervakoski Oy:n tehtaan padolla. Suurtulva saattaa pahimmillaan aiheuttaa koko tehtaan tuotannon pysähtymisen. Seisokista aiheutuvat tuotannolliset ja aineelliset kustannukset saattavat olla jopa 8,5 milj.mk.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi.

Rakentamista tulisi jatkossa ohjata mahdollisuuksien mukaan vain tulvista vapaille alueille. Alueelliset ympäristökeskukset antavat suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista. Suosituksissa voidaan ottaa huomioon suurtulvaselvityksessä määritetyt vedenkorkeudet HW1/250.

Maataloudelle aiheutuvia vahinkoja voidaan vähentää perustamalla tulville alttiille peltoalueille suojavyöhykkeitä.

Suurtulvatilanteessa tulvan kehitystä Tervakoski Oy:n tehtaan padolla on seurattava. Tarvittaessa on ryhdyttävä padon tilapäiseen korottamiseen sekä mahdollisuuksien mukaan estettävä veden pääsy biologiselle puhdistamolle. Mikäli vesi kuitenkin puhdistamolle nousee, on tehtaan koko tuotanto pysäytettävä.

9. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää ?

Teille ja silloille aiheutuvat vahingot tulisi käydä läpi yksityiskohtaisesti alueen kuntien ja Tielaitoksen kanssa. Myöskin voitaisiin tarkentaa pysyväälle asutukselle ja maatalouden tuotantorakennuksille aiheutuvia vahinkoja.

Selvitykseen mukaan otettujen järvien rannoilla on sahoja, jotka useassa tapauksessa sijaitsevat rantaviivan läheisyydessä. Arviointia voitaisiin tehdä esimerkiksi tulvan puutavaralle aiheuttamasta vahingosta. Myös niille teollisuuslaitoksille, jotka sijaitsevat tarkastelusta pois jätettyjen pienempien vesistöjen varrella, voitaisiin tehdä vahinkoarvio.

Edelleen voitaisiin selvittää suurtulvan vaikutusta vesi- ja viemärijärjestelmiin. Suuret vedenkorkeudet aiheuttavat padotusta viemäriputkistoissa ja viemäreiden tulviminen ja jätevesien pääsy vesistöön puhdistamattomana on mahdollista.

Hämeenlinnassa 11.11.1999
Mikko Sulkakoski
diplomi-insinööri

Hämeen ympäristökeskus					
Yhteenvedo mahdollisen suurtulvan vahingoista					
Kohde	Suurtulva- korkeus (laskenn.) N60	Maa- ja metsä- talous milj.mk	Rakenteet milj.mk	Teollisuus milj.mk	Kokonais- vahingot milj.mk
Pyhäjärvi (Artjärvi), Villik- kalanjärvi, Säyhtee	41,20	0,13	1,02		1,15
Jääsjärvi	93,15	1,76	2,98		4,74
Rautavesi, Putkijärvi	93,15	1,31	2,35		3,66
Iso-Roine, Pyhäjärvi, Konaanjärvi	85,15	0,38	9,87		10,25
Ala-Rieveli	79,06	0,10	1,61		1,71
Kuohijärvi, Avusjärvi ja Ekojärvi	87,40	0,83	3,07		3,90
Pääjärvi	103,80	0,37	1,59		1,96
Loppijärvi 1)	107,50	0,58	1,94		2,52
Vesijako	109,00	0,74	1,26		2,00
Nuoramoisjärvi	82,20	0,82	0,97		1,79
Joutsjärvi, Pukaranjärvi	86,70	0,63	1,23		1,86
Tammelan Pyhäjärvi, Kuivajärvi	97,85	0,43	3,07		3,50
Liesjärvi, Tapolanjärvi	109,40	0,74	1,93		2,67
Tervajoki				8,50	8,50
Vanajavesi	80,00	0,90	0,60	0,40	1,90
Yht.		9,72	33,49	8,90	52,11

1) Loppijärven tulvavahingot on arvioitu peruskartan korkeuskäyrän +107,50 (N60) avulla.
Säännöstelyn yläraja Loppijärvessä on enimmillään +106,00 (N43)

Hämeen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevan Asikkalanselän ja Päijänteen vahingot on esitetty Keski-Suomen ympäristökeskuksen yhteenvedossa.

Hämeen ympäristökeskuksen alueella sijaitsevan Ilmoilanselän ja Hauhonselän vahingot on esitetty Pirkanmaan ympäristökeskuksen yhteenvedossa.

Liite 7. Pirkanmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

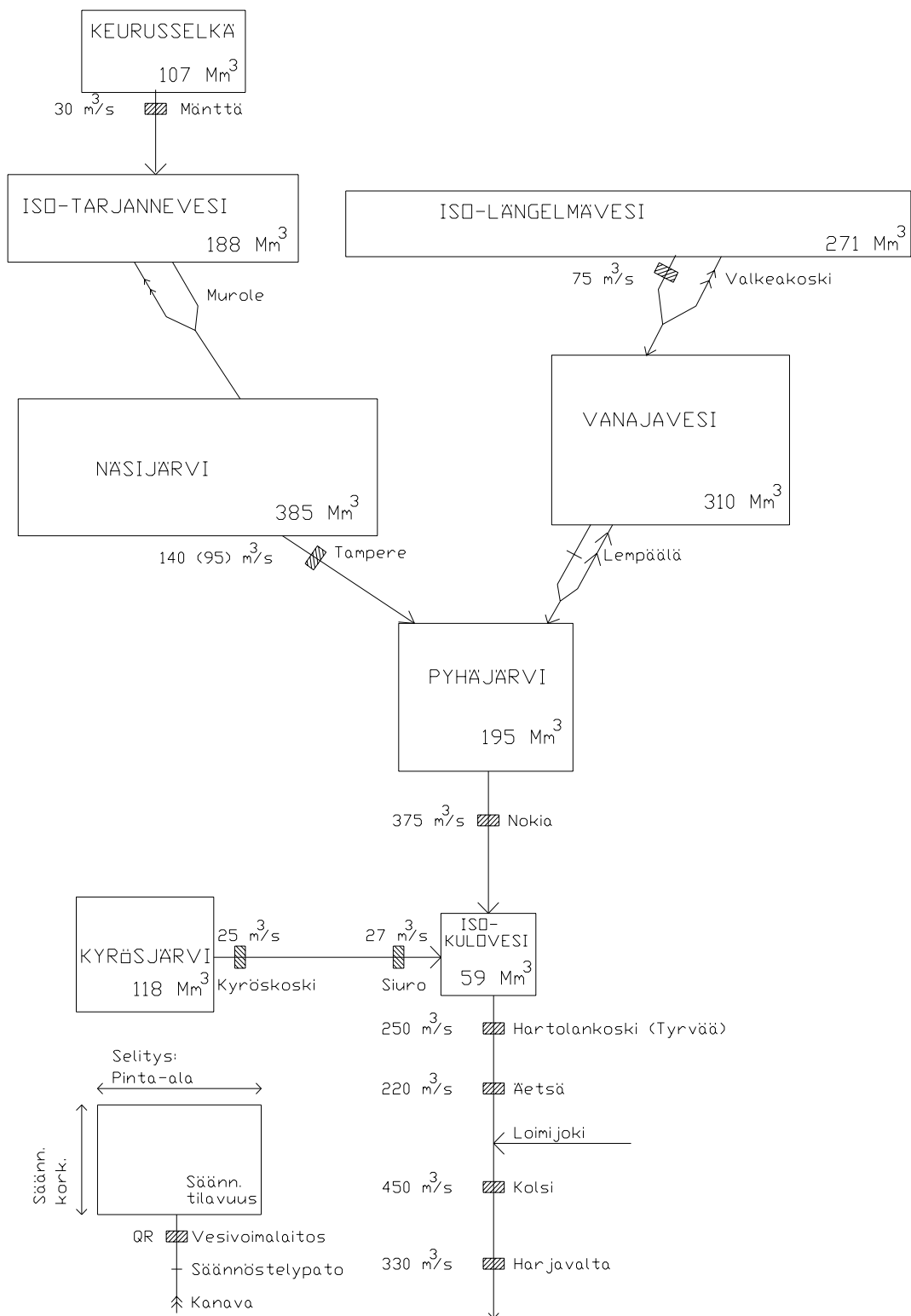
1. Lähtötilanteen määrittely

Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen vuoden 1998 tullossopimuksen mukaan ympäristöhallinnossa valmistellaan selvitys suurista tulvista johtuvista vahingoista ja niiden torjuntamahdollisuuksista Suomen olosuhteissa. Taustalla ovat Keski-Euroopassa viime vuosina ilmenneet poikkeukselliset tulvaolosuhteet. Selvitys tehdään Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä.

Selvityksessä tarkastellaan tulvatilanteita, joiden toistuvuus on noin 1/250 a. Kokemäenjoen vesistön osalta lähtötietoina on käytetty Suomen ympäristökeskuksessa laskettuja vuoden 1899 tulvatilannetta vastaavia vedenkorkeuksia ja virtaamia, jotka vastaavat suunnilleen toistuvuutta 1/250 a. Vedenkorkeudet ja virtaamat on kuitenkin laskettu nykyisten säännöstelyjen mahdollisuudet huomioon ottaen eli vuonna 1899 havaitut arvot ovat olleet paikoin huomattavasti suuremmat. Säännöstelyjen käyttöä tulvahaittojen minimoimiseksi on selostettu yhteenvedon kohdassa 4.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Selvityksessä on arvioitu seuraavien Pirkanmaan keskeisten järvien tulvista aiheutuvia vahinkoja: Keurusselkä, Näsijärvi, Iso-Längelmävesi, Vanajavesi, Pyhäjärvi, Kyrösjärvi, Kulo-, Rauta- ja Liekovesi. Vanajavesi ja Iso-Längelmävesi ovat osittain Hämeen ympäristökeskuksen alueella. Tarkastelluista järvistä Keurusselkä ja Iso-Längelmävesi ovat säännöstelemättömiä altaita, muut säännösteltyjä. Kaavio tarkastelluista altaista on kuvassa 1. Vuoden 1899 tulvatilannetta vastaavat lasketut suurimmat vedenkorkeudet ajoittuvat tarkastelluilla järvillä kesäkuun 5. ja heinäkuun 12. päivän välille.



Kuva 1. Kaaviokuva Kokemäenjoen vesistöstä

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvansuojelutyöt

Varhaiset koskien perkaukset ja järvien laskut

Sadevuosien 1755-56 jälkeen päätettiin Kokemäenjoella ryhtyä suurisuuntaisiin tulvien ehkäisytoimiin perkaamalla Kokemäenjoen koskia. Merkittäviin kuivatus-
töihin ryhdyttiin 1800-luvun alussa. Muun muassa Ruovettä ja Näsijärveä lasket-
tiin 1,5 metriä, Längelmävetä 1,9 metriä, Mallasvettä 0,9 metriä, Kyrösjärveä 1,3
metriä, Keurusselkää 1,8 metriä ja Vanajavettä noin 3 metriä. 1890-luvun lopulla
tehtiin Kokemäenjoella huomattava vesistökartoitus. Vuoden 1899 tulva herätti
uudestaan kiinnostuksen koskien perkaamiseen. Perusteellinen tutkimus perka-
uksista aina Porista Hämeenlinnaan asti saatiin valmiiksi vuonna 1905. Osa suun-
nitelmasta toteutettiin sellaisenaan.

Säännöstelyt

Pirkanmaan suurimpien järvien säännöstelytilavuudet ja nykyisten säännöstely-
jen alkamisvuodet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tarkasteltujen järvien säännöstelytilavuudet ja säännöstelyjen alkamisvuodet.

Järvi	Säännöstely- tilavuus milj.m ³	Nykyisen säännöstelyn alkamisvuosi
Iso-Kulovesi	59	1957
Pyhäjärvi	195	1962
Vanajavesi	310	1962
Näsijärvi	385	1980
Iso-Tarjannevesi	188 1)	
Kyrösjärvi	118	1997
Keurusselkä	107 1)	- 2)
Iso-Längelmävesi	271 1)	- 2)

1) MHW-MNW:n mukainen tilavuus

2) rakenteet mahdollistavat säännöstelyn

Säännöstelyistä voidaan todeta, että Vanajaveden säännöstely on selvästi to-
teutettu alaspäin eli järven korkeustasoa on laskettu. Vastaavasti on tapahtunut
myös Pyhäjärven kohdalla, mutta lievemmin kuin Vanajavedellä. Näsijärvellä
muutokset ovat olleet lähinnä vaihteluiden tasaantumista. Havaittavinta on ve-
denkorkeuden kesäaikainen tasaisuus.

Pengerrykset

Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri toteutti Iso-Längelmävedellä Hauhon reitillä pen-
gerrystöitä 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa.

Lieko-, Rauta- ja Kuloveden rannoilla on kymmenen pengerrysaluetta. Nii-
den yhteinen hyötyalue on 571 ha, josta 521 ha on peltoa. Penkereet on pääasiassa
rakennettu kompensoimaan voimalaitoksen rakentamisen aiheuttamaa vedenpin-
nan nousua, mutta penkereillä on parannettu myös peltojen kuivatustilaa. Parin-
kymmenen vuoden aikana penkereet ovat painuneet 10-20 cm. Talvitulvan 1974-
75 aikana jouduttiin useita penkereitä paikoin pikaisesti korottamaan.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytössä olevin tulvantorjuntakeinoin?

Kokemäenjoen vesistöissä toteutetuilla säännöstelyillä on suhteellisen hyvin voitu leikata tulvahuippuja ja pienentää tulvavahinkoja. Tulvien hoitamisessa säännöstelyjen avulla on kuitenkin ongelmansa. Tulvia esiintyy sekä järviolueella että alajuoksulla eikä ole yksiselitteistä, että järviolueen tulvat voidaan poistaa juoksuttamalla vettä jokiosalle lisäämään tulvaa siellä. Vastaavasti jokiosan tulvia ei voida hoitaa varastoimalla vettä loputtomasti järvioltaisiin.

Suurtulvan sekä järviolueella että jokiosalla aiheuttamia vahinkoja pyritään torjumaan seuraavilla toimenpiteillä:

1. Kokemäen Kolsissa max-juoksutus 500 m³/s.
2. Näsijärven yläraja voidaan ylittää 10 cm:llä 10 vuorokauden ajan. Tarvittaessa tämän jälkeenkin Näsijärven pinta saa nousta. Korkeus pyritään kuitenkin rajoittamaan lukemaan NN+ 95,65. Tämän korkeuden jälkeen tulvavahingot nousevat Näsijärvellä merkittävästi.
3. Kyröskoskesta juoksutetaan enintään 115 m³/s, mikä on ehdoton virtaaman yläraja. Järven vedenkorkeudelle ei aseteta suositeltavaa ylintä arvoa, koska arvioiden mukaan tulvavahingot eivät ole merkittäviä.
4. Vanajasta juoksutetaan max 180 m³/s jo ylärajan alapuolellakin, mikäli purkaa. Ylärajan ylittyessä lisäjuoksutus 25 m³/s/vrk, kunnes taittuu. Järven vedenkorkeudelle ei aseteta suositeltavaa ylintä arvoa, koska arvioiden mukaan tulvavahingot eivät ole merkittäviä. Suurinta juoksutusta jatketaan, kunnes Vanaja on laskenut ylärajallensa.
5. Pyhäjärvestä juoksutetaan max 370 m³/s. Tarvittaessa lisäjuoksutus 25 m³/s/vrk siten, että järven korkeus pyritään rajoittamaan lukemaan NN+ 77,25. Tämän korkeuden jälkeen tulvavahingot Pyhäjärvellä nousevat merkittävästi.

Huom. Kun Näsijärven yläraja on ylitetty 10 cm:llä ja viimeistään kun Vanajan yläraja on ylitetty, saa Kolsin virtaama nousta yli 500 m³/s.

Edellä esitettyjä toimenpiteitä on käytetty tässä selvityksessä lähtötietoina Kokemäenjoen vesistön suurtulvatilanteen simuloinnissa.

Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma (Alueellinen ympäristöjulkaisu nro 132) valmistui syksyllä 1999. Suunnitelmassa on yhteenvedot tulvista vesistön suurimmilla järvioltailla ja jokiosalla sekä niillä mahdollisesti aiheutuvista vahingoista. Suunnitelmassa on kuvattu mahdollisuuksia ennakoita suurtulvia sekä mahdollisuutta vesistön suurimpien järvioltaiden säännöstelyjen yhteiskäytöllä ehkäistä tulvaa ja löytää mahdollisuuksia tulvavahinkojen torjumiseen tilapäisjärjestelyillä tulvan sattuessa.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat ?

Kokemäenjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa on esitetty Lieko-, Rauta- ja Kuloveden, Kyrösjärven, Pyhäjärven, Vanajaveden, Iso-Längelmäveden, Näsijärven ja Keurusselän vahinkoarviot. Vahinkoarvioiden perusteet selviävät julkaisusta.

6. Erityishuomiota vaativat padot

Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella olevien patoturvallisuuslain piiriin kuuluvien patojen on katsottu selviävän suurtulvan aikana vallitsevista vedenkorkeuksista ja virtaamista. Alueella ei ole P-patoja.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet

Tarkasteltujen järvien vahingot tarkempine perusteluineen on esitetty erillisillä lomakkeilla. Taulukossa 2 on yhteenveto käytetyistä laskennallisista suurtulvakorkeuksista ja aiheutuvista vahingoista.

Taulukko 2. Yhteenveto laskennallisista suurtulvakorkeuksista ja vahingoista.

Pirkanmaan ympäristökeskus Yhteenveto mahdollisen suurtulvan vahingoista

Järvi	Suurtulva- korkeus (laskenn.) NN+	Maa- ja metsä- talous milj.mk	Rakenteet I) milj.mk	Teollisuus (aineell.) milj.mk	Kokonais- vahingot milj.mk
Keurusselkä	106,59	0,8	3,7		4,5
Iso-Längelmävesi 2)	85,52	14,0	50,0	5,0	69,0
Näsijärvi	95,86	0,7	6,5	11,5	19,0
Pyhäjärvi	77,35	0,4	0,6	7,9	8,9
Kyrösjärvi 2)	86,50	3,0	9,0	3,5	15,5
Kulovesi	58,07	0,6	0,3		0,9
Rautavesi	57,70	0,2	0,04		0,2
Liekovesi	57,40				0
Yht.		19,7	70,14	27,9	118

1) Sisältää rakennukset, tiet, sillat, yleiset palvelut

2) Vahinkokäyriä on ekstrapoloitu suoraviivaisesti, ks. järvi-kohtaiset lomakkeet

Huom. Osittain Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella sijaitsevan Vanajaveden vahingot on esitetty Hämeen ympäristökeskuksen yhteenvedossa.

Kulo-, Rauta- ja Liekovedellä ei suurtulva tämän selvityksen mukaan aiheuttaisi merkittäviä vahinkoja. Iso-Längelmäveden ja Kyrösjärven vahingot on arvioitu suoraviivaisesti ekstrapoloimalla jatketuista vahinkokäyristä; vahinkojen suuruuteen tuleekin suhtautua kriittisesti. Korkeudella NN+ 85,00 olisivat Kyrösjärven (HW1977 NN+ 84,44) kokonaisvahingot noin 5,3 milj. mk ja samalla korkeudella NN+ 85,00 Iso-Längelmäveden (HW1911-1998 NN+ 84,72) kokonaisvahingot noin 34 milj. mk, joista merkittävä osa, noin 25 milj. mk, rakenteille aiheutuvia vahinkoja. Suurtulvakorkeudella NN+ 95,86 aiheutuu Näsijärvellä merkittäviä aineellisia teollisuusvahinkoja.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi

Tulvista aiheutuvien vahinkojen syntymistä voidaan vähentää tulvatilanteen aikaisten toimenpiteiden avulla sekä erällä pysyvillä suojaustoimenpiteillä. Järvien ympärillä olevien teollisuuslaitosten ja kaupunkien tulisi mahdollisuuksien mu-

kaan huolehtia järviin laskevien viemäri- yms. putkistojen varustamisesta sellaisilla laitteilla, että putkistojen nopea sulkeminen tulvatilanteessa on mahdollista, sekä huolehtia tärkeiden lämpö- yms. johtojen suojaamisesta.

Ranta-alueille rakennettaessa on rakenteiden sijoitus suunniteltava siten, että vältetään tulvista aiheutuvat vahingot. Viime kädessä kuntien rakennuslupia hoitavien viranomaisten tehtävänä on huolehtia siitä, ettei rakenteita sijoiteta liian alas. Asianomainen ympäristökeskus antaa suositukset alimmiksi rakentamiskorkeuksiksi.

Maatalouden tulvavahinkoja voidaan alentaa ottamalla käyttöön suojavyöhykkeitä ranta-alueilla ja soveltamalla vesistöissä ns. luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteita.

Kokemäenjoen vesistön hydrologisia ennusteita tulisi kehittää. Havaintojen saamista tulisi nopeuttaa erityisesti vesistön länsiosassa, missä virtaaman muutokset ovat nopeita. Lisäksi Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittämisprojektissa tulee ottaa huomioon koko vesistön tulvasuojelun ja tulvantorjunnan tarpeet.

9. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää ?

Kuten kohdassa 7 on kerrottu, on Iso-Längelmäveden ja Kyrösjärven suurtulvavahinkoja arvioitu olemassa olevia vahinkokäyriä suoraviivaisesti jatkamalla. Lisäksi osa käytetyistä vahinkoarvioista perustuu 70-luvun lopulla tehtyihin ranta-tutkimuksiin, joita on myöhemmin tarkennettu karttatarkasteluilla. Vahinkoarvioita ajantasaistamalla voitaisiin mahdollisen suurtulvan riskikohteet paremmin ennakoida ja sitä kautta mahdollisesti pienentää vahinkojen määrää.

10. “Wedenalainen Tampere 1899”

Liitteenä on kaupunkilehti Tamperelaisen kuvaus vuoden 1899 tulvatilanteesta.

Liite 1

Tamperelainen 19.6.1999 Kyllikki Helenius

Valarikon viivan vuonna kalasteltiin meijerissä ja veneellä soudettiin ikkunoista

“Wedenalainen” Tampere 1899

Kahden suuren järven väliselle kapealle kannakselle rakennettu Tampere joutui sata vuotta sitten kokemaan suurtulvan. Vesi nousi yli rantavallien toreille ja kaduille. Tulva hankaloitti jokapäiväistä elämänmenoa ja sai monien mieliin nousemaan jo uhkakuvat vedenpaisumuksesta.

Tampereen asukkaiden tulvamuistelmat ja sanomalehtien uutiset sadan vuoden takaa kertovat nykypäivän tamperelaiselle merkillisestä luonnonilmiöstä, kesän 1899 suurtulvasta. Kun muutama kaupunkilainen oli alkanut harrastaa jo valokuvausta, tulvaveden saartamasta kaupungista saatiin myös tallennetuksi näkyviä jälkipolvien ihmeteltäväksi.

Tuhansien järvien, jokien ja purojen maassa keväiset vedenpinnan nousut tiedetään ja tunnetaan. Maa on tulvavesille altis.

Vuosina 1897-98 koettiin suuret tulvat, jotka kestivät kevästä syksyyn. Niitäkin pahempi tuli vuodesta 1899, jolloin vesi näytti todelliset voimansa koko maassa ja aiheutti suuria vahinkoja. Erityisen rajuna tulva koettiin Näsijärven ja Pyhäjärven vesistöjen alueilla.

Syynä vuosisadan lopun suurtulviin olivat rankat lumitalvet. Lunta satoi vielä myöhään keväällä, jäiden lähtö viivästyi ja veden haihtuminen kevään aikana jäi vähäiseksi.

Keväällä 1899 saatiin sanomalehdistä lukea kuvauksia tulvasta eri seuduilta. Tilanne oli vakava Pyhäjärven eteläisillä rantamailla aina Hämeenlinnaan saakka. Pirkkalassa, Vesilahdella ja Lempäälässä vesi lainehti viljelysmailla. Muroleen ja Lempäälän kanavat jouduttiin sulkemaan liikenteeltä, kun vesi virtasi kaiken aikaa voimalla sulkulaitteiden yli. Lauttakylässä laivaliikenne pysäytettiin, kun ei ollut enää rantoja eikä laitureita laivojen kulkureiteillä. Mäntässä vesi raivasi 100 metriä leveän väylän asutuksen läpi, ja Nokialla vesi oli vienyt siltoja mennessään. Tyrvällä ei enää voinut kulkea hevosella, vaan matkaan oli lähdettävä soutuveineillä. Kyrösjärvellä rantojen talot olivat veden vallassa ja asukkaat olivat joutuneet muuttamaan muualle kodeistaan. Jyväskylästä kerrottiin vappuna olleen Leivonmäkeen johtavalla tiellä niin paljon vettä, että hevosen jalat eivät enää ulottuneet pohjaan.

Tampereella tulvan huippu jo kesän alussa

Tampereen Uutiset selosti 30. toukokuuta 1899 tilannetta kaupungissa seuraavaan tapaan:

”Hatanpään, Ratinan ja Pyynikin seudut ovat muuttuneet vedenalaisiksi kaupungeiksi. Niin siellä kuljetaan kuin Wenetsiassa, jalkasin kulkeminen ei tule kysymykseenkään. Omituista on nähdä, kun asuntoon soudetaan weneellä. Kun ei tuo tapahtuisi pakosta ja ellei siitä syntyisi niin paljon kurjuutta, olisi siitä nautinto.”

Kesäkuun alussa 1899 vesi oli sekä Näsijärvessä että Pyhäjärvessä 50 senttiä korkeammalla kuin edellisen kevään aikana, jolloin jo oli ollut poikkeuksellinen tulvavuosi.

Pyhäjärvessä tulvahuippu koettiin 17. kesäkuuta, jolloin vesi oli nykyistä kolmen metriä korkeammalla.

Ratinan vuolteessa tulva nousi niin, että Kalatori (Laukontori) oli kokonaan veden vallassa. Maalaiset eivät päässeet enää harjoittamaan torimyyntiään. Pyhäjärven laineet huuhtelivat Kaijakkamäen rinteitä. Kun laivalaituritkin olivat jääneet veden alle, kuljettiin laivoihin tilapäisiä lankkusiltoja pitkin.

Tulva suisti Ratinassa veteen suuria kivenlohkareita, jotka tukkivat vuolteen.

Tehtaissa jouduttiin lopettamaan työt

Liljeroosin villankehruutehdas joutui veden saartamaksi jo toukokuun lopulla. Vesi tulvi sisälle ensimmäiseen kerrokseen, ja työt piti lopettaa. Sama tilanne oli uhkana kattohuopatehtaallakin.

Läntisenkadun (Näsilinnankatu) päässä Pyhäjärven rannassa oli kaksi uimahuonetta, joissa vesi ulottui kattoräystäisiin saakka. Toinen uimahuoneista irtosi veden paineessa ja lähti ajelehtimaan omia aikojaan kohti Rantaperkiön rantaa.

Kaupungin teurastamo oli uimahuoneista Pyynikin suuntaan. Siellä vesi nousi pihamaalle ja lopulta sisätiloihin. Toiminta piti lopettaa. Lähistöllä sijainnut kalkkitechdas joutui samaan tilanteeseen. Tehtaan uunikin täyttyi vedellä.

Nykyisellä Pyynikin uimarannalla oli tulitikkutehdas (perustukset näkyvät yhä) ja vierellä oli tikkutehtaan työväen asuinrakennus. Siellä elämä pysähtyi. Veneillä soudeltiin ikkunoista sisälle.

Meijerissä heitettiin verkot veteen

Ratinanniemellä vanha meijerirakennus oli täytynyt vedellä runsaan puolen metrin verran. Kerrotaan, että verkatehtaalta työmiehet keksivät tehdä meijeristä kalapaikan, todellisen apajan. He soutivat veneillään sisään meijerin suurista ovista, sulkiivat perässään ovet ja samoin ikkunat. Sitten nosteltiin haaveilla kalasaaliit veneisiin. Kalaretken jälkeen meijerin ovet ja ikkunat taas auki uutta apajaa varten. Ja kalaonnea riitti!

Ratinanniemellä oli pieniä asumuksia. Vesi nousi siellä ikkunoiden tasalle ja asukkaiden oli lähdettävä kodeistaan.

Kosken itäpuolella verkatahtaalla ensimmäinen kerros muuttui järveksi. Työt piti sielläkin keskeyttää. Hämeensillan rantapilareihin tuli halkeamia.

Kulkuyhteys Hatanpään alueilta kaupunkiin katkesi, kun vesitulva pyyhkäisi tieltään Pinninsillan. Pyyhkäisi ”kuin köykäsen lastun”, kertoi sanomalehti.

Näsijärven puolella kaupunkialueella rannat olivat jyrkkiä eikä veden nousu päässyt siksi tekemään tuhojaan. Vain matalan Mältrinrannan alueella makasiinit täyttivät vedellä. Kortelahdessa vesi peitti laivalaiturit.

Pispalan Santalahdessa oli rakennettu saha täyttömaalla. Tulvavesi lopetti siellä koko sahan toiminnan. Santalahdesta länteen oli muodostunut Rantakylän asutus. Siellä rannan taloissa vesi nousi sisätiloihin saakka ja asukkaat joutuivat lopulta lähtemään kodeistaan.

Tammerkosken yläjuoksulla oli ennen Satakunnansillan rakentamista käytössä kapea puusilta, Pikkusilta. Pumpulitehtaan ja Pellavatehtaan väki käytti sitä kulkutienään. Pikkusiltaa pitkin päästiin myös Konsulinsaareen illanviettoon. Tulvan takia siltaa korotettiin lankuilla ja sillalle rahdattiin raskaita kiviä, jotta tyrskyt eivät veisi sitä mennessään. Yltyvä tulva teki lopulta sillalla kulkemisen mahdottomaksi ja sen käyttö kiellettiin. Tehtaalaisille annettiin lupa käyttää rakenteilla olevaa uutta siltaa, Satakunnansiltaa.

Ronganojallakin talot lilluivat tulvavedessä

Pahimpaan ahdinkoon joutuivat talot kosken itärannalla vanhan Ronganojan ympäristössä. Asumukset likosivat viikkokausia saastaisessa tulvavedessä. Perustukset, seinät ja permannot alkoivat mädäntyä. Alettiin jo pelätä terveydellisiä haittoja.

Talojen omistajat väittivät, että kaupunki oli syypää heidän onnettomuuteensa, kun likaviemäri oli rakennettu Ronganojan notkoon. Toisaalta talojen omistajia syytettiin siitä, että he olivat rakentaneet talonsa niin matalaan maastoon.

Viemäri oli rakennettu vanhan Kyttälän hävityksen jälkeen katuja uudelleen järjesteltäessä. Se noudatteli pääpiirteissään vanhan Ronganojan linjaa. Osaksi viemärivesi kulki maan pinnalla, osaksi se oli upotettu kadun alle nelikulmaiseen puuputkeen. Ronganoja sai alkunsa Kissaniityiltä ja paisui tulvavesien takia jo alkujuoksultaan yli äyräiden. Puuputki Tapionkadun kohdalla oli liian ahdas vesimassoille. Viemärivedet alkoivat tulvia kaduille ja sen varrella oleviin taloihin.

Kesän loppua kohden tulva alkoi hellittää otettaan. Takana oli kolme perättäistä tulvakesää. Vuosisadan vaihtuminen oli lähellä. Tampereella suhtauduttiin tulevaan varauksellisesti. Pitäisikö kestää neljäskin tulvavuosi? Turussa juhliittiin riemulla tulvavuoden päättymistä 30. joulukuuta 1899.

Liite 8. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

A. Suurtulvat

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituserusteet)

- tulvan toistuvuus 1/250 a
- Kymijoella ja Saimaalla on simuloitu vuoden 1899 tulva, joka vastaa suunnilleen em. toistuvuutta

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.

- a) Sadevesitulvat
 - ei ole tarkasteltu KAS:n alueella
- b) Lumensulamitulvat
 - Kymijoki, Iitin Pyhäjärvi, Saimaa
 - Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelman ja Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelman pohjalta

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt (esim. perkaukset, pengerrykset, säännöstelyt ym.)

Perkaukset

- Vuosina 1820-32 suoritettiin perkauksia Voikkaan, Kyöperilän, Pilkanmaan ja Oravalankoskissa, ja Iitin Pyhäjärven allas laski noin 1,5 m.
- Vuosien 1923-24 tulvien johdosta ryhdyttiin suunnittelemaan Kymijoen Anjalankosken alapuolisten koskien perkauksia.
- Vuosien 1926-34 aikana suoritettiin Kymijoen Anjalankosken alapuolisen jokiosan perkaukset Susikoskessa, Ahvionkoskessa, Kultainkoskessa, Piuhainkoskessa ja Pernoon Väärä- ja Myllykallionkoskissa. Läntisessä päähaarassa eli Hirvikosken haarassa perattiin Hirvikoski, Suomenkylänkoski, Strömforsin haara, Paaskoski, Hattarinvirta ja Klåsarönkoski sekä itäisessä päähaarassa eli Pernoon haarassa Laajakoski. Näiden perkauksien hyötyalue oli yhteensä noin 6840 ha. Voimalaitosyhtiöiden suorittamia perkauksia oli itäisessä haarassa Petäjälänkoskessa ja Vuolteen virrassa sekä Korkeakosken ja Kyminsuun välisellä jokiosalla, ja läntisessä haarassa Kuuskoski sekä Ströforsin voimalaitoksen ja Stråkan padon välisellä jokiosalla.
- Erikseen on myöhemmin lähinnä voimalaloutta ja säännöstely toimenpiteitä varten perattu Hirvivuolle ja Pernoonkoskea.

Pengennykset

- Huomattavimmat kuivatus- ja vesistönjärjestelyt Kymijoen vesistön alaosalla ovat Kollinsuon pengerrys Pyhäjärvellä, Jänisojan pengerrys Kirkkojärvellä, Torasjoen alaosan perkaus, Ahvion alanteen pengerrys, Tallusjoen perkaus, Koivistonniityn kuivatus, Teutjärven lasku, Ruotsinkylänjoen perkaus, Kukkupekinjoen perkaus, Hurukselan-Rapakiven järviolueen kuivatus, Hirvikosken kylän maiden ja Limalahden kuivatus.
- Huomattavimmat voimalaitostöihin liittyvät suojapengerrykset ovat Ahvenkoskella, jossa hyötyalue on 100 ha, ja Mankalassa, jossa hyötyalue on 143,1 ha. Lisäksi vähäisempiä voimalaitospengerryksiä on ainakin Korkeakoskella ja Kuusankoskella.

Säännöstelyt

- Iitin Pyhäjärven säännöstely tapahtuu Voikkaan voimalaitospadolla Itä-Suomen vesioikeuden 1.4.1977 sekä vesistötoimikunnan 28.2.1961 myöntämien lupien mukaisesti. Iitin Pyhäjärvelle on myönnetty uusi säännöstelylupa (ISVEO 19.3.1993), jota ei kuitenkaan ole vielä voitu ottaa käyttöön.
- Kymijoen läntiseen päähaaraan vuonna 1947 rakennetulla Hirvivuolteen säännöstelypadolla säädellään veden jakamista Kymijoen läntisen ja itäisen päähaaran kesken Itä-Suomen vesioikeuden ja KHO:n 18.11.1982 myöntämien päätöksiensä mukaisesti.
- Tammijärven säännöstely hoidetaan Klåsarön voimalaitoksen, Paaskosken säännöstelypadon sekä osin myös Strömforsin vanhan voimalaitospadon avulla Itä-Suomen vesioikeuden 24.9.1979 myöntämän luvan mukaisesti.

Saimaa

- Saimaan alueella pengerrysalueiden kokonaishyötyalue oli vuoden 1992 tilanteessa 3088 ha (57 kpl).
- Saimaalle laadittiin ensimmäinen säännöstelysuunnitelma vuosina 1934-38. Tämän jälkeen tehtiin vuoden 1948 säännöstelysuunnitelma, jonka perusteella Saimaata säännösteltiin vuosina 1949-59. Vuodesta 1959 lähtien alettiin noudattaa Saimaalla luonnonmukaisia juoksutuksia. Saimaan säännöstelemiseksi tehtiin vielä vuosina 1958, -60, -62, -66, -74 ja -79 uudet suunnitelmat. Saimaalle on vuonna 1991 astunut voimaan ns. juoksutussääntö, joka merkitsee korkeiden tulvien alentamista ja alimpien vedenkorkeuksien nostamista, mutta muina aikoina vedenkorkeuksien säilyttämistä luonnonmukaisena.
- Saimaalla on käytetty poikkeusjuoksutuksia vuosina 1962-63, 1974-75, 1981-83, 1984, 1987-89 sekä uuden juoksutussäännön mukaisia lisäjuoksutuksia vuosina 1992, 1994 ja 1995.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin (säännöstelyn käyttö, poikkeusjuoksutus, tilapäinen pengerrys ym.), ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?

- Kymijoen ja Vuoksen vesistöissä on kuviteltu toteutettavan vesistön säännöstelyt, ja sen lisäksi poikkeusjuoksutukset tai lisäjuoksutukset Päijänteellä, Iitin Pyhäjärvellä, Kymijoella ja Saimaalla tulvantorjunnan toimintasuunnitelmissa arvioiduilla tavoilla. Saimaan tulvahuippu alenee tasolta

NN+77,56 m tasolle NN+77,11 m, Iitin Pyhäjärven huippu tasolta NN+67,11 m tasolle NN+66,41 m ja Kymijoella ylin virtaama alenee esim. Kuusankoskella määrästä 814 m³/s määrään 791 m³/s. Päijännettä on käsitelty KSU:n raportissa.

- Kymijoen voimalaitosten ylävesien laskeminen tulvalla mm. Voikkaan ja Anjalankosken voimalaitoksilla
 - Liian matalat ylävedenkorkeudet voivat vaikeuttaa teollisuuslaitosten raakavedenottoa ainakin Anjalankoskella ja Myllykoskella.
- Hyytötulviin hyytöpuomit, räjäytykset ja virtaamavähennykset
- Iitin Pyhäjärven poikkeusjuoksutus
- Tulvavesien lisävarastointi Päijänteeseen, Kivijärveen, Keiteleeseen, Saarijärven reitin säännösteltyihin järviin ja mahdollisesti myös Saraaveteen (+Kuusvesi ja Lievestuoreenjärvi) sekä Leppäveteen:

Järvi	Järven 50 cm:n vesikerroksen vaikutus Kymijoen (Kuusankoski) virtaamaan [m ³ /s/kk]
Kivijärvi	30
Keitele	97
Saarijärvi	2,7
Pyhäjärvi	11,6
Saraavesi ym.	14,3
Leppävesi	12,5
Päijänne	212
Konnivesi-Ruotsalainen	25
Puulavesi	72
Sarkavesi ym.	4,8
Vuohijärvi ym.	21
Iitin Pyhäjärvi	12,3

- Saimaan ja Vuoksen nykyinen juoksutussääntö
- Tulvavesien padottaminen Saimaan yläpuolella sijaitseviin Pieliseen, Höytiäiseen, Koitereeseen, Pyhäjärveen sekä Kallaveden reitin järviin

Järvi	Järven 50 cm:n vesikerroksen vaikutus Saimaaseen [cm]
Pielinen	11,1
Kallavesi	10,4
Juojärvi	3,5
Höytiäinen	3,4
Pyhäjärvi	2,9
Koitere	2
Onkivesi	1,4
Unnukka	1,3
Porovesi- ym.	0,9
Syväri	0,9
Vuotjärvi	0,7

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat (vahinkokäyrät, maastomittaukset)?

- Kymijoen vesistön ja Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmiin
- Iitin Pyhäjärveltä on tehty vuonna 1985 ranta-alue- ja rakennekartoitukset
- Vahinkoarviot on tehty korkeusvälille NN +65,75-67,50 m
- Kymijoen tulva-alueiden ja rakenteiden vahinkoarviot on laadittu eri Kymijoen osa-alueille Kuusankosken virtaaman ja purkautumiskäyrien perusteella avovesitilanteessa.
- Kymijoen rakennuskanta-arvio pohjautuu vuonna 1994 Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksessa tehtyyn vahinkoarvioon, joka on päivitetty rakennuskustannusindeksillä.
- Vahinkolaskelmat on tehty Kuusankosken virtaamavälille 480-900 m³/s.
- Saimaan vesistöalueen suurimmille järvi-altaille on tehty tulvavahinkoarviot vesihallituksen tulvantorjuntaprojektin yhteydessä (väliraportti 8.6.1975). Arviointi on sisältänyt maa- ja metsätalous-, rakennus-, tie- ja silta-, elinkeinotoiminnan ja yleisten palveluiden sekä mahdollisten muiden vahinkojen määrittämisen. Saimaan ranta-alueiden teollisuus vahinkojen osalta on tehty vuoden 1982 aikana selvitys (Reiter Oy), jonka yhteydessä on kartoitettu yrityksille syntyviä aineellisia ja tuotannollisia vahinkoja (4 kk:n pituiselle seisokkijaksolle) Saimaan eri vedenkorkeuksilla. Saimaan tulvista aiheutuvia rakennusvahinkoja on tarkasteltu Mittakokka Oy:n tekemässä selvityksessä 1992. Selvitys pohjautuu otantatutkimukseen, jonka tuloksia on käsitelty tilastollisilla menetelmillä. Tuloksena on saatu eri tulvavyöhykkeessä oleva keskimääräinen rakennusten pinta-ala, jonka perusteella on voitu arvioida karkeasti syntyvät markkamääräiset tulvavahingot. Mittakokka Oy on tehnyt 1994 selvityksen myös Saimaan rantojen maa- ja metsätaloudelle aiheutuvista tulvavahingoista. Selvitys pohjautuu pääasiassa karttatarkasteluun, jossa uusimpia peruskarttoja on verrattu vuosilta 1934-38 peräisin oleviin yksityiskohtaisiin rantakarttoihin. Karttavertailulla on voitu määrittää maankäytössä tapahtuneet muutokset, joilla on korjattu 1930-luvulla tehdyt eri maankäyttömuotojen pinta-alakäyrät. Saatuja tuloksia on varmennettu otantatutkimuksilla. Selvityksen pohjalta on voitu määrittää eri vahinkovyöhykkeissä olevan pelto- ja metsätalousmaan pinta-ala, jonka perusteella on laskettu karkeat markkamääräiset tulvavahingot (maataloudelle normisatomenetelmällä).

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?

- Voikkaan voimalaitospadon uusi vahingonvaaraselvitys Iitin Pyhäjärven uuden säännösteluluvan (ISVEO 19.3.1993) käyttöön oton ja sen edellyttämien perkausten myötä

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen.

- Vesistökohtaiset tulokset on esitetty suurtulvalomakkeilla (Kymijoki, Pyhäjärvi, Saimaa, kaikilla lisäjuoksutus tai poikkeusjuoksutus)
- Yhteenvetotaulukko: (Saimaa tasolla NN+77,11 m)

	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palvelut	Teollisuusvahingot aineelliset	Teollisuusvahingot tuotann.	Muut	Kokonais- vahingot
Pyhäjärvi	0,73	0,33	2,05						3,11
Kymijoki	1,36	2,39	1,25				4,30		9,30
Yhteensä	2,09	2,72	3,30				4,30		12,41
Saimaa	5,3	26,7	38,4	12,1	6,6	23,2	531,4	4,5	648,0

- Kymijoella rakennusvahinkoja syntyy Säkkijärvellä, Kultainkoskella ja Langinkoskella. Kultainkoskella suurin osa rakennuksista kärsii vahinkoja jo tulvalla HQ 1/20.
- UPM-Kymmene Oy:n Kuusankosken tehtaiden paperikoneet pysähtyvät Kymijoen virtaaman ylittäessä 780 m³/s.
- Anjalankosken kaupungin Huhdanniemen jätevedenpuhdistamolle aiheutuu rakenteellisia vahinkoja ja mahdollisesti puhdistamon toiminta pysähtyy Kymijoen virtaaman noustua avovesitilanteessa tasolle 800-850 m³/s. Maksimihyytötilanteessa ongelmat puhdistamolla alkavat huomattavasti pienemmilläkin virtaamilla (500-600 m³/s), ja vahingot ovat jäätymisen takia suuremmat.
- Suurimmat yksittäiset vahinkokohteet ovat Lappeenranta-Imatra- alueella sijaitsevat metsäteollisuuden tuotantolaitokset. Suuria tuotannollisia vahinkoja alkaa syntyä ensimmäisenä UPM-Kymmene Oy:n Kaukaan paperitehtaalla ja Enso Oy:n Tainionkosken tehtailla.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?

- Suojapengerrykset (voisiko tarkentaa)
- Ranta-alueiden suojavyöhykkeet
- Saimaan kanavan käyttö

9. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

- Vesistökohtaiset tulvavahinkoarviot olisi tallennettava vesistöjen käyttötoiminnan tietojärjestelmään
- Rakentamisen ohjaaminen tulvista vapaille ranta-alueille
- Matemaattisten vesistömallien kehittäminen
- Moniallasohjelma
- Poikkeuslupahakemusten valmius ja tarkkuus
- Iitin Pyhäjärven säännöstelyluvan käyttöön otto mahdollisimman nopeasti
- Päijänteen ja Vuohijärven säännöstelyjen kehittäminen joustavammaksi
- Koitereen säännöstelyn ylärajan nosto (NN + 144,05 m ± NN + 145,40 m)
- Vuoksen Venäjän puolella sijaitsevien Svetogorskin ja Lesogorskin voimalaitosten koneistovirtaamien nosto

10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää?

- Maa- ja metsätalous- sekä rakennusvahinkojen osalta siten, että tulvan kes-
ton vaikutus syntyviin vahinkoihin voitaisiin ottaa huomioon nykyistä tar-
kemmin
- Tietoja Vuoksen Venäjänpuoleisten ranta-alueiden maankäytöstä (maa- ja
metsätalous), rakennuksista ja mahdollisista teollisuuslaitoksista

B. Rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat (jos tietoja saatavissa)

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituspäätökset)
2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.
3. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?
4. Tulokset
5. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?
6. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten
perusteella?

Liite 9. Etelä-Savon ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituserusteet)

Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen tulossopimuksen mukaan vuonna 1998 tehdään selvitys suurista tulvista johtuvista vahingoista ja niiden torjuntamahdollisuuksista Suomen olosuhteissa. Taustalla ovat Keski-Euroopassa viime vuosina ilmenneet poikkeukselliset tulvaolosuhteet. Selvitys tehdään Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä.

Raportissa tarkastellaan tulvia, joiden toistuvuus on 1/250a. Suomen ympäristökeskus on laskenut kaikille valtakunnallisessa HYTREK-rekisterissä oleville vesistöille em. toistuvuutta vastaavat virtaamat ja vedenkorkeudet. Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöille on simuloitu vuoden 1899 tulvatilanne, joka vastaa suunnilleen samaa toistuvuutta.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Etelä-Savon maakunnan aluetta lukuun ottamatta Saimaan pääallasta. Mäntyharjun reitti on tarkasteltu Vuohijärven luusu-
aan saakka.

Tulvana on tarkasteltu lumensulamistulvaa. Kohteeksi on otettu vähintään 10 km² suuruiset vesistöt ja niiden ranta-alueilla sijaitseville kiinteistöille aiheutuvat vahingot. Rantakiinteistöille aiheutuvien vahinkojen on arvioitu olevan suuruusluokaltaan huomattavasti suurempia muihin vahinkoihin verrattuna.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt (esim. perkaukset, pengerrykset, säännöstelyt ym.)

Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella Saimaan vesistössä on toteutettu valtion toimesta yhteensä 7 erillistä maatalouden tulvasuojeluun liittyvää pengerryshanketta. Pengerryalueet pienentävät tulvilla syntyviä vahinkoja, mutta niiden merkitys kokonaistulvavahinkojen kannalta on kuitenkin hyvin pieni.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin (säännöstelyn käyttö, poikkeusjuoksutus, tilapäinen pengerrys ym.), ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?

Etelä-Savon vesistöt kuuluvat Vuoksen ja Kymijoen vesistöalueisiin. Kummallekin vesistöalueelle on valmistunut vv. 1997-98 tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat. Suunnitelmat on laadittu tulvantorjunnan edellytysten lisäämiseksi ja varsinkin poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi. Suunnitelmia käytetään päätöksenteon tukena vesistöjen käyttötoiminnassa runsasve-
tisinä vuosina.

Saimaan tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa esitetyn arvion mukaan Vuoksen vesistöalueen säännöstelyjen järvien tulvavahinkoja voidaan huomattavasti pienentää Saimaan lisäjuoksutuksilla sekä Pielisen ja Kallaveden poikkeustoimenpiteillä. Myös Kymijoen vesistöalueella syntyviä tulvavahinkoja voidaan huomattavasti pienentää poikkeusjuoksutuksin.

Tulvavahinkojen pienentäminen vesistöjen käyttötoiminnalla ja poikkeusjuoksutuksilla on mahdollista vain säännöstelyillä järvillä. Maakunnan muilla järvi- ja järvi-alueilla tulvavahinkojen vähentämismahdollisuudet ovat varsin rajoitetut.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat (vahinkokäyrät, maastomittaukset)?

Saimaan alueen ja Kymijoen vesistöalueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmiin sisältyvät arvion näiden alueiden suurimpien järvien tulvavahingoista. Saimaan alueen suunnitelmaan on laadittu arvio Saimaan pääaltaan tulvavahingoista. Etelä-Savon ympäristökeskuksessa on laadittu Kymijoen vesistöön kuuluvan Mäntyharjun reitin tulvavahinkoarviot. Vahinkoarvion perustana olevat maastotyöt tehtiin ensimmäisen kerran vuonna 1978. Maastotutkimukset on päivitetty vuonna 1993. Näihin tutkimuksiin perustuvat vahinkoarviot on Puulaveden ja Vuohijärven osalta esitetty Kymijoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa. Maastotutkimuksiin pohjautuvat järvi- ja järvi-alueiden vahinkoarviot on laadittu myös Vahvajärvelle, Tuusjärville, Lahnavedelle sekä Tarha-, Juolas- ja Sarkavedelle.

Mäntyharjun reitin järvillä tehtyjen selvitysten valossa näyttää siltä, että Etelä-Savossa suurimmat vahingot tulvista aiheutuvat rannoilla sijaitseville rakennuksille. Rakennusvahingot ovat tutkituilla järvillä niin määrävissä asemassa, että suurtulvaselvityksen vahinkoarvion perustaksi on valittu rakennusvahingot.

Mäntyharjun reitin päävirran järvien vahinkokäyrien perusteella saadaan melko luotettava kuva näillä järvillä aiheutuvista vahingoista. Päävirran järviltä on olemassa hyvä vedenkorkeusaineisto, joten mitoitustulvaa vastaava vedenkorkeus on näille järville voitu määrittää. Mitoitustulvan vedenkorkeutta vastaava tulvavahinko saadaan järvi- ja järvi-alueista vahinkokäyristä. Jos järvi- ja järvi-alueiden kokonaisvahinko jaetaan järven rannalla sijaitsevien rakennusten määrällä päädytään Mäntyharjun reitin järvillä suuruusluokaltaan samaan arvoon 2.000 mk/rakennus.

Voimakkaasti yleistäen voidaan Etelä-Savon vesistöjen varrella tapahtuvia tulvavahinkoja arvioida niiden rannoilla olevien rakennusten määrän avulla ja olettamalla keskimääräiseksi vahingoksi mitoitustulvalla em. 2.000 mk/rakennus. Jäljempänä esitettävän vahinkoarvion pohjana on järvi- ja järvi-alueiden tiedot rannoilla sijaitsevista rakennuksista. Rakennusten lukumäärä tiedot on saatu ympäristökeskuksen alueiden käytön toimialan tiedostoista.

Päävesistöjen tärkeimmistä silta-aukoista on tehty tarkastelu mitoitustulvan aiheuttamista padotuksista. Selvityksen pohjalta voitaneen todeta, että aukkojen mitoitustulva riittää pääsääntöisesti myös tämän selvityksen mitoitustulvaamille. Virtausten mukanaan kuljettamien puiden ym. jätteiden kasaantuminen siltojen kohdalla oleviin virtapilareihin saattaa kuitenkin aiheuttaa suuriakin ennalta-arvaamattomia vaurioita siltarakenteille, joten silta-aukot ja niiden rakenteet vaativat tehostettua tarkkailua suurtulvatilanteissa.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?

Etelä-savon ympäristökeskuksen toimialueella olevien patoturvallisuuslain piiriin kuuluvien patojen on katsottu selviävän suurtulvan aikana vallitsevista vedenkorkeuksista ja virtaamista ohjuoksutuksin ym. tilapäisjärjestelyin.

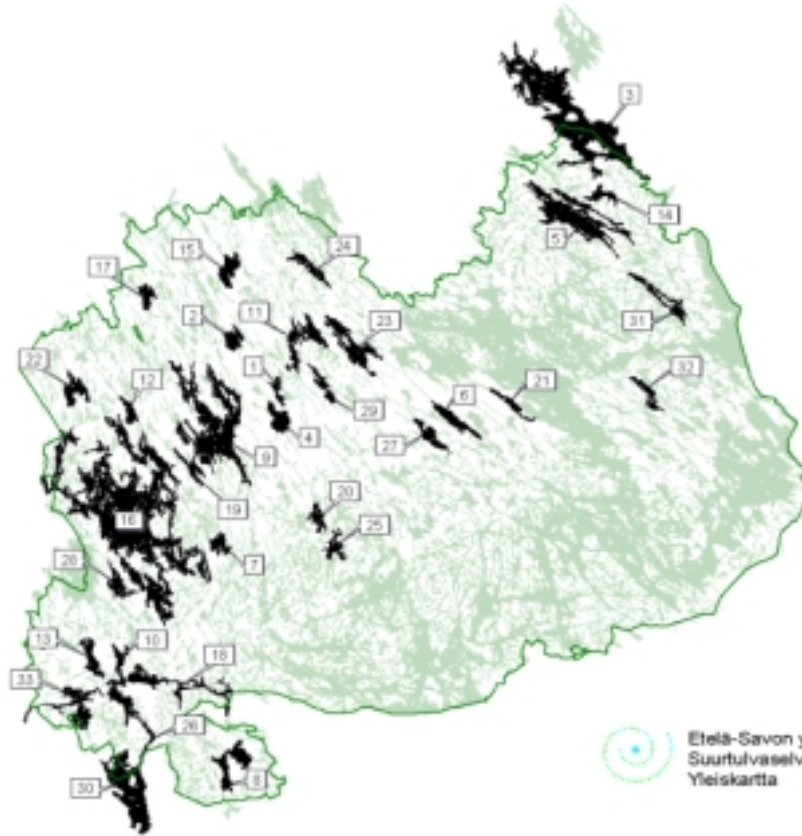
7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen.

Raportissa tulosten yhteenveto on esitetty taulukkona (liite 2). Järvikohtainen tulostus on tehty erillisille lomakkeille (liite 3). Tarkastelussa mukana olevien järvi-en sijainti on esitetty yleiskartalla (liite 1).

8. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Etelä-Savossa suurimmat vahingot näyttäisivät aiheutuvan rantarakennuksille. Tämän vuoksi olisi tehostettava tiedotusta alimmista suositeltavista rantojen rakentamiskorkeuksista. Ympäristökeskus on vuonna 1996 laatinut suosituksen niiltä järviltä, joilta on saatavissa vedenkorkeushavaintoja. Suositus on julkaistava ja jaettava alueen kuntien käyttöön yhdessä Suomen ympäristökeskuksen suosituksen kanssa, (julkaistaan keväällä 1999).

1. Heapajärvi
2. Iso- ja Pieni-Naakkima
3. Juojärvi
4. Kangasjärvi
5. Kermajärvi
6. Kolkonjärvi
7. Korpjärvi, Mikkelin mlk
8. Korpjärvi, Mäntyharju
9. Kyyvesi
10. Lahnavesi
11. Maavesi
12. Mallos
13. Peruvesi
14. Petruma
15. Pieksjärvi
16. Puola sis. Liekune ja Ryökäsvesi
17. Pyhäjärvi
18. Pyhä- ja Kallavesi
19. Rauhajärvi
20. Saarijärvi
21. Suuri- ja Pieni Raudanvesi
22. Sysmä
23. Sysmäjärvi ja Puro
24. Syvänsi
25. Syyjärvi
26. Tarha-, Juolas- ja Sarkavesi
27. Tuusjärvi
28. Vahvajärvi
29. Virvesjärvi
30. Vuohijärvi
31. Vuokalanjärvi
32. Ylä-Enonvesi ja Saarijärvi
33. Ylä-Räälvesi ym.



Mahdollisen suurtulvan tulva-alueet ja vahingot, yhteenveto

Järven nimi	Kunta	Järven pinta-ala (km ²)	Tulvan korkeus- taso (m)	Rantakiinteistöjen lukumäärä (kpl)	Kokonaisvahingot (milj. mk)
1. Haapajärvi	Virtasalmi	10,1		75	0,15
2. Iso- ja Pieni-Naakkima	Virtasalmi ym.	14,6		160	0,32
3. Juojärvi	Heinävesi ym.	281,5	NN + 101,30		1,53
4. Kangasjärvi	Haukivuori, Virtasalmi ym.	19,5		65	0,13
5. Kermajärvi	Heinävesi	84,5	NN + 81,13	300	0,6
6. Kolkonjärvi	Rantasalmi	18,8		125	0,25
7. Korpijärvi	Mikkelin mlk	10,4		140	0,28
8. Korpijärvi	Mäntyharju	30,9		330	0,66
9. Kyyvesi	Haukivuori ym.	133,3	N ₆₀ + 101,67	1100	2,2
10. Lahnavesi	Mäntyharju	13,0	NN + 80,72		0,76
11. Maavesi	Virtasalmi ym.	32,9		350	0,7
12. Mallos	Kangasniemi	10,3		115	0,23
13. Peruvesi	Pertunmaa	15,8		280	0,56
14. Petruma	Heinävesi	11,7		40	0,08
15. Pieksänjärvi	Pieksämäen mlk ym.	20,7		60	0,12
16. Puula, sis. Liekune ja Ryökäsvesi	Hirvensalmi ym.	375,1	NN + 95,32		6,2
17. Pyhäjärvi	Pieksämäen mlk	11,4		95	0,19
18. Pyhä- ja Kallavesi	Mäntyharju ym.	30,2	N ₆₀ + 82,44	480	0,96
19. Rauhajärvi	Kangasniemi ym.	11,6		130	0,26
20. Saarijärvi	Juva ym.	11,1		170	0,34
21. Suuri- ja Pieni Raudanvesi	Rantasalmi	11,3		55	0,11
22. Synsiä	Kangasniemi	19,3	N ₆₀ + 111,11	160	0,32
23. Sysmäjärvi ja Paro	Joroinen	33,8		250	0,5
24. Syvänsi	Jäppilä	14,5		115	0,23
25. Syysjärvi	Juva ym.	12,4		150	0,3
26. Tarha-, Juolas- ja Sarkavesi	Mäntyharju ym.	24,8	NN + 80,25		1,19
27. Tuusjärvi	Juva ym.	13,8		90	0,18
28. Vahvajärvi	Hirvensalmi	13,7	N ₆₀ + 89,80	90	0,08
29. Virmasjärvi	Virtasalmi	11,6		135	0,27
30. Vuohijärvi	Valkeala ym.	86,0	NN + 77,50		2,22
31. Vuokalanjärvi	Savonranta ym.	15,2		98	0,19
32. Ylä-Enonvesi ja Saarijärvi	Enonkoski ym.	13,1		127	0,25
33. Ylä-Rääveli ym.	Pertunmaa ym.	32,8		400	0,8
YHTEENSÄ				5685	23,16

Liite 10. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Lähtötilanteen määrittely

Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen tulossopimuksen mukaan vuonna 1998 tehdään selvitys suurista tulvista johtuvista vahingoista ja niiden torjuntamahdollisuuksista Suomen olosuhteissa. Taustalla ovat Keski-Euroopassa viime vuosina ilmenneet poikkeukselliset tulvaolosuhteet. Selvitys tehdään Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä.

Raportissa tarkastellaan tulvia, joiden toistuvuus on keskimäärin kerran 250 vuodessa. Suomen ympäristökeskus on laskenut kaikille valtakunnallisessa HYT-REK-rekisterissä oleville vesistöille em. toistuvuutta vastaavat virtaamat ja vedenkorkeudet. Pohjois-Savon ympäristökeskuksessa on lisäksi määritetty vedenkorkeuden toistuvuuskyyrät eräille aluekeskuksen omassa VYPREK-rekisterissä oleville järville. Vuoksen ja Kymijoen vesistöille on myös simuloitu vuoden 1899 tulvatilanne, joka vastaa suunnilleen em. toistuvuutta.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Selvityksessä on tarkasteltu Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimialuetta. Alue sijoittuu kahdelle päävesistöalueelle. Vuoksen vesistöä ns. Kallaveden reitti, johon kuuluvat Kallaveden ja Sorsaveden alueet sekä Iisalmen, Nilsiän ja Juojärven reitit, sijoittuu pääosin Pohjois-Savon alueelle. Kymijoen vesistöä Rautalammin reitti sijoittuu myös pääosin maakunnan alueelle. Useamman aluekeskuksen yhteiset vesistöt on aluekeskusten välisissä neuvotteluissa sovittu arvioitavan seuraavasti:

Vesistö	Arvion suorittaa
Sorsavesi	PSA
Suontee, Paasvesi	PSA
Juojärvi	ESA
Konnevesi	PSA
Keitele	KSU
Haukivesi	KAS

Tulvana on tarkasteltu lumensulamistulvaa. Kohteiksi on valittu sellaiset järvi- ja vesistöjä, joiden vahinkojen on arvioitu olevan vähintään 100 000 mk. Jokivesistöjä ei ole tarkasteltu niiden pienemmän merkityksen ja vähäisten vedenkorkeus- ja maastotietojen takia. Koska vedenkorkeusvaihtelut eri vesistönsissa poikkeavat huomattavastikin toisistaan samoin kuin järven ranta-alueiden maankäyttömoodot ja korkeussuhteet, tarkasteltavan vesistön koolle ei voi esittää selvää raja-arvoa, vaan mukaan otettavat kohteet on mietitty tapauskohtaisesti. Esimerkiksi latvavesillä, missä järvisyys on muutaman prosentin luokkaa, mitoitustulva voi olla jopa 3,5 m keskivettä korkeammalla, kun taas Rautalammin reitin suurimmilla järville em. ero on vain 0,5 - 1,2 m..

Vahinkoarvioinnin ulkopuolelle on rajattu eräitä pinta-alaltaan melko suuriakin järviä, joiden vahinkojen on arvioitu jäävän vähäisiksi. Sorsaveden vahinkoja ei ole arvioitu, sillä järvi on jyrkkärantainen ja järven vedenkorkeusvaihtelut pieniä. Suurtulvalaskennan mukaisen mitoitustulvan ja vuosien 1961 - 1990 keskiyliveden ero on vain 25 - 30 cm.

Arvioinnin ulkopuolelle on myös rajattu ne Nilsiä reitin järvet, jotka suur- tulvalaskennan mukaan pystytään pitämään säännöstelyrajojen sisällä. Arvioinnin ulkopuolelle jääneet järvet ovat Sälevänjärvi, Haapajärvi ja Päsmäri, Kiltuan- ja Haajaistenjärvi sekä Laakajärvi. Korpijärvenkään vahinkoja ei ole arvioitu, sillä mitoitustulvan ja keskiyliveden ero on pieni (0,5 m).

Vahinkoina on tarkasteltu maa- ja metsätalous- sekä rakennusvahinkoja. Kallaveden pääreitiltä on lisäksi käytössä Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmaa varten tehdyt vahinkoarviot, jotka sisältävät em. vahinkokohteiden lisäksi arviot teille ja silloille, yleisille palveluille ja teollisuudelle aiheutuvista vahingoista.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Suurin osa Kallaveden reitin merkittävimmistä järvistä on säännösteltyjä. Kymijoen vesistöön kuuluvan Rautalammin reitin järvet sen sijaan ovat paria pienehköä poikkeusta lukuun ottamatta luonnontilaisia. Säännöstelyjen tavoite vaihtelee maatalouden tulvasuojelusta voimatalouteen. Kallaveden ja Unnukan säännöstelyjä voidaan pitää moninaiskäyttöä palvelevina. On säännöstelyn pääasiallinen hyödynsaaja mikä tahansa, ylimpiä vedenkorkeuksia on lähes aina jonkin verran laskettu luonnontilaiseen verrattuna (vrt. taulukko 1).

Nilsiä reitin säännöstelyssä pääasiallinen hyödynsaaja on voimatalous. Säännöstelyn seurauksena ylimmät vedenkorkeudet ovat laskeneet kaikilla reitin järvillä. Esimerkiksi Vuotjärvessä $HW_{1/20}$ on laskenut noin 0,5 m ja Syvärissä 0,7 m. Voimatalouden tarpeisiin säännöstelyssä Juojärvessä $HW_{1/20}$ on laskenut 0,3 m. Vaikutus mitoitustulvan korkeuteen ($HW_{1/250}$) selviää oheisesta taulukosta.

Taulukko 1. Säännöstelyn vaikutus vuoden 1899 tulvakorkeuteen eräillä Kallaveden reitin järvillä. Tulvakorkeudet perustuvat HBV-mallilla tehtyyn tulvalaskentaan.

järvi	nykytila (NN + m)	säännöstelemätön (NN + m)	ero m
Porovesi	86,90	87,90	1,0
Onkivesi	86,00	86,90	0,9
Laakajärvi	165,0	166,5	1,5
Kiltuanjärvi	146,0	149,7	3,7
Sälevä	117,8	118,5	0,7
Korpijärvi	111,0	112,5	1,5
Syväri	97,10	98,0	0,9
Vuotjärvi	95,7	96,4	0,7
Juojärvi	101,10	101,90	0,8
Kallavesi	82,77	83,10	0,1
Unnukka	81,50	81,85	0,6
Sorsavesi	98,45	98,90	0,45

Pohjois-Savon merkittävin tulvasuojeluhanke on ollut 1950-luvulla toteutettu Iisalmen reitin järvien järjestely ja säännöstely maatalouden tarpeisiin. Säännöstelyn vaikutuspiiriin kuuluvat Onkivesi, Nerכוןjärvi, Porovesi, Haapajärvi, Iijärvi

sekä Palois-, Kilpi- ja Viitaanjärvi. Järvien yhteispinta-ala on yli 200 km². Säännöstelyä on muutettu vuosina 1987 ja 1995. Säännöstelyn ja toteutettujen perkausten ansiosta järvien kevättulvakorkeudet ovat alentuneet keskimäärin 0,5 - 0,7 m.

Kiurujärven järjestelyn ja säännöstelyn tavoitteena on niinikään ollut laskea maataloudelle haitallisia tulvakorkeuksia. Pienempiä järjestelyhankkeita on toteutettu useita.

Pengerryshankkeita on Pohjois-Savossa toteutettu muutamia. Pengerryssalut pienentävät tulvilla syntyviä vahinkoja, mutta niiden merkitys kokonaistulvavahinkojen kannalta on kuitenkin pieni.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin

Pohjois-Savon vesistöt kuuluvat Vuoksen ja Kymijoen vesistöalueisiin. Kummallekin vesistölle on tehty vuosina 1997-98 tulvantorjunnan toimintasuunnitelmat. Suunnitelmat on laadittu tulvantorjunnan edellytysten lisäämiseksi ja poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi. Suunnitelmia käytetään päätöksenteon tukena vesistöjen käyttötoiminnassa runsasvetisinä vuosina.

Säännöstelyjen järvien tulvakorkeuksia pystytään alentamaan huomattavastikin luonnonmukaiseen verrattuna. Tulvakorkeuksien alentaminen vaatii kuitenkin riittävän aikaisessa vaiheessa aloitettuja toimenpiteitä, koska viipymät eri vesistönosissa ovat pitkät ja toisaalta liian rajuja toimenpiteitä on syytä välttää. Säännöstelyjen onnistuminen riippuu oleellisesti siitä kuinka alas vedenpinnat ehditään ja voidaan pudottaa ennen tulvan alkua. Samoin juoksutuksia tulee lisätä riittävän nopeasti tulvanousun alettua.

Vuoden 1899 kaltaisessa tilanteessa on arvioitu Kallaveden ja Unnukan säännöstelyjä tehostettavaksi sillä tavoin kuin Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa on esitetty. Sen mukaisesti maksimijuoksutus Kallavedestä Unnukkaan on nostettu määrästä 500 m³/s määrään 550 m³/s, maksimijuoksutus Konnuksen kanavan kautta on nostettu määrästä 70 m³/s määrään 75 m³/s ja lisäksi Unnukan vedenpinnan on sallittu nousta tasolle NN+81,50 m.

Sekä Vuoksen että Kymijoen vesistöalueelle on kehitetty hydrologinen vesistömalli (HBV-malli) tulovirtaamien ennustamiseksi säännöstelyä varten. Ennusteilla on mahdollista arvioida tulvahuipun suuruutta ja esiintymisajankohtaa. Näiden tietojen avulla voidaan eri järvissä ja altaissa kulloinkin käytettävissä oleva varastotila hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti tulvavesien leikkaamisessa ja sitä kautta pienentää syntyviä vahinkoja.

Kallaveden ja Unnukan säännöstelylle on ominaista se, että vedenkorkeudet reagoivat eri toimenpiteisiin suhteellisen pitkällä viiveellä. Myös juoksutusmahdollisuudet ovat rajalliset. Rajallisten juoksutusmahdollisuuksien takia näiden järvien tärkein tulvantorjuntakeino onkin lisävarastotilan tekeminen ennen tulvaa. Harkittaessa lisäjuoksutusten aloittamista Kallavedestä joudutaan ottamaan huomioon se, miten lisäjuoksutukset vaikuttavat alapuolisessa vesistössä.

Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa on esitetty, että Kallavettä voitaisiin käyttää tulvavesien varastoitumiseen järven tulvahuipun menetyä ohi. Padottamisella on mahdollista pienentää Saimaan tulvavahinkoja, koska Saimaan tulvahuippu ajoittuu noin kuukauden Kallaveden tulvahuippua myöhäisemmäksi. Pidättäminen ei kuitenkaan onnistu ilman luonnonmukaisen purkautumisen rajoittamista Konnuskoskessa ja Karvionkoskessa. Toimenpiteillä saavutettava Saimaan tulvakorkeuden aleneminen on pieni, mikäli virtaamien rajoittamiseen voidaan käyttää vain Naapuskosken patoa (tulvalaskennan mukaan vuo-

den 1899 tulvalla noin 1 cm). Tulvan pitkittyminen Kallavedellä voi samalla pahentaa Kallaveden tulvavahinkoja, joten toimenpiteellä saavutettavat hyödyt jäävät melko vähäisiksi.

Iisalmen reitin säännöstelyillä järvillä tulvakorkeudet jäävät selvästi alhaisemmiksi kuin mitä ne olisivat olleet luonnontilaisina (vrt. edellinen kappale). Nilsian reitillä säännöstelyn yläraja ylittyy vuoden 1899 tilanteessa ainoastaan Korpijärvellä, Syvärissä ja Vuotjärvellä. Muilla reitin järvillä vedenpinnat pystytään pitämään säännöstelyrajojen puitteissa. Samoin Juojärvellä vedenkorkeudet on mahdollista pitää luparajojen sisällä.

Tulvavahinkojen pienentäminen vesistöjen käyttötoiminnalla ja poikkeusjuoksuksilla on mahdollista vain säännöstelyillä järvillä. Säännöstelemättömillä järvillä tulvavahinkojen vähentämismahdollisuudet ovat hyvin rajoitetut, sillä ennakkoivia tulvantorjuntaratkaisuja (esim. tulvavesien juoksuttamista ennakkoon) ei ole mahdollista toteuttaa.

Rautalammin reitti on edelleen pääosin luonnontilainen. Reitillä on toteutettu vain muutamia säännöstelyjä ja ne ovat sivussa pääreitiltä. Säännöstelyjen järvien valuma-alueet ja virtaamat ovat siten pieniä ja säännöstelyllä pystytään vaikuttamaan vain niiden omaan tulvatilanteeseen. Rautalammin reitillä tapahtuu luontaista säännöstelyä, kun järviin varastoituu vettä tulvan nousuvaiheessa. Vastaavasti tulvan laskuvaiheessa virtaamat laskevat hitaammin varastotilan tyhjentäessä. Reitillä järvisyysprosentti on lähes 21 %, joten käytännössä tulvavesien varastoituminen on merkittävää. Tämä myös näkyy selvästi järvien tulvavedenkorkeuksissa, jotka ovat vain noin 0,5 - 1,5 m keskivedenkorkeutta ylempänä.

Tulvavesien varastoituminen Pielaveteen ja Nilakkaan olisi teknisesti varsin helposti toteutettavissa supistamalla Äyskosken purkukykyä esimerkiksi louhepenkereellä. Toimenpiteellä saavutettavat hyödyt ovat kuitenkin kyseenalaiset, koska alapuolisten järvien vahingot jäävät luontaisesta varastoitumisesta johtuen muutenkin pieniksi. Toimenpiteellä ei liene myöskään vaikutusta esimerkiksi Päijänteen tulviin.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?

Saimaan alueen ja Kymijoen vesistöalueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmissa on arvioitu näiden alueiden suurimpien säännöstelyjen järvien tulvavahinkoja. Nämä vahinkoarviot on siirretty suoraan tulvavahinkolomakkeille. Mitoitustulvana on käytetty suurtulvalaskennassa (v. 1899 tulva) saatuja nykytilaa vastaavia tulvakorkeuksia. Pohjois-Savon vesistöistä vahinkoarvioihin sisältyvät Unnukka, Kallavesi ja sen kanssa samassa tasossa olevat muut altaat, Onkivesi sekä Syväri ja Juojärvi. Sen lisäksi Porovedeltä on arvio teollisuudelle aiheutuvien vahinkojen suuruudesta. Rautalammin reitin järvien vahinkoja ei Kymijoen suunnitelmassa ole arvioitu, koska niiden osuus koko Kymijoen reitin tulvavahingoista on melko vähäinen.

Tulvantorjunnan toimintasuunnitelmissa olevat arviot pohjautuvat aiempiin tutkimuksiin, kuten vesihallituksen tulvantorjuntaprojektin selvityksiin (v. 1975), Mittakokka Oy:n tekemiin selvityksiin Saimaan rakennusvahingoista (v. 1992) sekä maa- ja metsätalousvahingoista (1994) sekä Reiter Oy:n tekemään teollisuusvahinkoarvioon (v. 1982). Vahinkoarvioinnin perusteita on kuvattu tarkemmin Suomen ympäristökeskuksen monisteessa nro 73 (Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma).

Muiden kuin em. kohteiden vahinkoja on arvioitu aiemmin tehtyjen suunnitelmien ja selvitysten, kuten järvien kunnostus- ja säännöstelysuunnitelmissa esitettyjen vahinko- tai hyötyalueiden, pinta-alakäyrien tms. perusteella. Niiltä järville, joista ei ole tarkempaa tietoa käytettävissä, maa- ja metsätalousvahingot on arvioitu peruskarttatarkastelun perusteella.

Peruskartoilta on valittu tulvakorkeutta lähin sopiva käyrä ja mitattu siihen rajoittuvien peltojen, tonttien sekä muiden alueiden pinta-alat. Mitattujen pinta-alojen perusteella on piirretty vahinkoaluekäyrä (suora) olettaen, että maanpinta nousee lineaarisesti. Suoralta on sitten luettu tulvakorkeutta vastaavat vahinkoalueiden pinta-alat. Metsämaaksi on luettu muu kuin pelto- ja tonttimaata. Metsän alarajana on pidetty keskiylivettä MHW (tai MW + 50 cm, joista on valittu suurempi). Metsän on oletettu tuhoutuvan vyöhykkeellä, joka on järven vedenkorkeusvaihtelujen luonteesta riippuen 10 - 40 cm tulvahuippua alempana. Käytännössä metsän tuhoutuminen vaatii, että metsämaa on veden alla vähintään 2 - 3 kuukautta kasvukauden aikana.

Maa- ja metsätalousvahingot on laskettu Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa esitettyjä hehtaarihintoja käyttäen. Maatalousvahingon suuruus tuhoutumisvyöhykkeellä on 1500 mk/ha ja vettymisvyöhykkeellä 650 mk/ha. Sadon on oletettu tuhoutuvan tulvahuipun korkeudelle saakka. Vettymisvyöhykkeen ylärajana on pidetty 50 cm kuivavaraa. Metsätalousvahingon suuruus tuhoutumisvyöhykkeellä on 3650 mk/ha.

Rakennusvahingot on arvioitu järvien rannalla olevien lomamökkien määrän perusteella, sikäli kuin käytettävissä ei ole ollut tarkempaa tietoa. Lomamökkimäärä taas on arviotu vuodelta 1985 peräisin olevan järvikohtaisten lomamökkilaskelman perusteella olettamalla että mökkien määrä järville on lisääntynyt samassa suhteessa kuin ko. kunnan alueella. Rakennusten on oletettu jakautuvan eri korkeusvyöhykkeisiin samaan tapaan kuin eräillä Keski-Suomen ja Pohjois-Savon järville. Vertailujärven valinnassa on huomioitu mm. järven vedenkorkeusvaihtelujen luonne sekä rantojen maankäyttöjakauma. Rakennusvahinkojen suuruus on laskettu samoilla periaatteilla kuin Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa. Lomamökin keskikooksi on oletettu 45 m². Veden noustessa sokkelin tasoon vahingot ovat 422 mk/m² ja sen noustessa sokkelin yläpuolelle 642 mk/m².

Teollisuudelle, teille, silloille ja rummuille sekä yleisille palveluille aiheutuvia vahinkoja ei ole arvioitu lukuun ottamatta em. Saimaan alueen tulvantorjunta-suunnitelmassa mukana olleita järviä.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimialueella olevien patoturvallisuuslain piiriin kuuluvien patojen on yhtä poikkeusta lukuun ottamatta katsottu selviävän suurtulvan aikana vallitsevista vedenkorkeuksista ja virtaamista ohjuoksutuksin ym. tilapäisjärjestelyin. Kiurujoen Saarikosken padon turvallisuus selvityksen yhteydessä (v. 1998) on todettu, että padon vakavuutta on lisättävä ankkuroinnilla tai vastaavilla vahvistustoimenpiteillä. Pohjois-Savon ympäristökeskuksessa on jo valmistunut tätä koskeva suunnitelma ja työ toteutetaan ensi tilassa.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen

Tulosten yhteenveto on esitetty liitteenä olevassa taulukossa (liite 3). Järvikohtainen tulostus on tehty erillisille lomakkeille, joista myös selviävät ne perusteet, millä ko. järven vahingot on arvioitu. Tarkastelussa mukana olevien järvien sijainti on esitetty yleiskartalla (liite 1).

Mahdollisen suurtulvan aiheuttamat vahingot Pohjois-Savossa ovat noin 100 milj. mk, josta rakennuksille aiheutuu noin 40 milj. mk, metsätaloudelle noin 30 milj. mk, teollisuudelle noin 20 milj. mk ja maataloudelle noin 10 milj. mk. Suurin yksittäinen vahingonkärtsijä on Enso Group:n Varkauden tehtaot, joiden vahingot ovat noin 8 milj. mk. Muita suurehkoja vahingonkärtsijöitä ovat mm. Kuopion kaupunki ja Siilinjärven kunta, joille alkaa aiheutua mittavia vahinkoja vedenpinnan noustessa tasolle NN + 82,70 m.

Rautalammin reitin tulvakorkeudet jäävät suuresta järvisyydestä johtuen pienemmiksi kuin Kallaveden reitillä, joten vahingotkin ovat suhteessa pienemmät. Latvavesillä vedenkorkeusvaihtelut ovat selvästi suuremmat kuin pääreitillä, joten vahingot ovat suuret, vaikka alueet ovatkin melko harvaanasuttuja.

8. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa on esitetty joukko toimenpide-ehdotuksia ja -suosituksia tulvavahinkojen pienentämiseksi. Seuraavassa on koottuna joitakin näistä esityksistä.

Kallaveden tulvia voitaisiin torjua mm. hidastamalla vedenpinnan nousua tulvan alkuvaiheessa. Se ei kuitenkaan nykyisillä rakenteilla onnistu, koska alhaisilla vedenkorkeuksilla Kallaveden juoksutuskapasiteetti on erittäin pieni. Tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa esitetäänkin, että juoksutuskapasiteetin lisäämiseksi tarvittavat toimenpiteet ja siitä aiheutuvat kustannukset selvitetään. Eräs mahdollisuus on Konnuksen vanhan uittokanavan käyttö tulvajuoksuksiin. Tällöin voitaisiin vähentää vesiliikenne-kanavan käyttöä normaaleihin tulvajuoksuksiin ja kokonaisjuoksutuskapasiteetti suurilla tulvilla paranisi. Vanhan kanavan käyttöönotto vaatii kuitenkin hydraulisten ja rakenteellisten selvitysten tekemistä. Nämä selvitykset ovat käynnissä.

Muista tulvantorjuntakeinoista mainittakoon veden pidättäminen yläpuolisiin altaisiin alapuolisten tulvien helpottamiseksi. Kallaveden tulvia voitaisiin pienentää pidättämällä vettä esimerkiksi Nilsiä reitin järviin. Tulvantorjuntasuunnitelmassa on esitetty, että eräillä reitin järvillä voisi tehdä pieniä säännöstelyjen tarkistuksia. Esimerkiksi Korpijärvellä kesäajan säännöstelyn ylärajaa voisi nostaa talven ylärajan korkeudelle. Samoin Syvärin ja Vuotjärven loppukesän ylärajaa voisi nostaa lähelle alkukesän mukaista tasoa. Samantyyppisiä tarkistuksia voisi harkita myös Laakajärvellä sekä Kiltuan- ja Haajaistenjärvellä. Näillä tarkistuksilla olisi merkitystä lähinnä kesä- ja syystulvien torjunnassa. Tarkistusten vaikutusta esimerkiksi Kallaveden tulviin ei kuitenkaan ole selvitetty.

Merkittävä osa suurimmilla tulvilla syntyvistä taloudellisista menetyksistä on rakennuksille ja rakenteille aiheutuvia vahinkoja. Rakennusvahinkoja on mahdollista ehkäistä ohjaamalla rakentamista tulvista vapaille ranta-alueille. Viime kädessä vastuu rakentamisen ohjauksesta on kuntien rakennuslupia hoitavilla viranomaisilla. Ympäristöviranomaiset voivat kuitenkin antaa suosituksia alimmissa rakentamiskorkeuksista. Vesihallitus on antanut vuonna 1984 suosituksen alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämisestä. Suositus on uusittavana Suomen ympäristökeskuksessa, ja se ilmestyy keväällä 1999.

Etelä-Savon ympäristökeskuksessa on tehty vuonna 1996 suositus alimmista rakentamiskorkeuksista niiltä järviltä, joilta on käytettävissä vedenkorkeushavainnot. Samanlaisen suosituksen laatimista myös Pohjois-Savon järville tulisi harkita. Suosituksen tekemisessä voisi hyödyntää suurtulvaselvitystä varten tehtyjä toistuvuusikäyriä.

Koska Pohjois-Savon suurin vahingonkärnsijä tulvatilanteessa on Enso Group:n Varkauden tehtaot, tulisikin selvittää, voiko vahinkoja pienentää esimerkiksi tilapäisiä tai pysyviä suojaengerryksiä rakentamalla.

9. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää?

Pohjois-Savon ympäristökeskus katsoo, että karttatarkasteluun perustuvat arviot riittävät tähän selvitykseen eikä täsmennyksiä ole tarpeen tehdä.

Mikäli täsmennykset katsotaan myöhemmin tarpeellisiksi, ensisijaisesti tulisi tarkentaa rakennusvahinkoarvioita. Rakennusten korkeusasemia voisi selvittää eri järvillä tehtävillä otantatutkimuksilla sekä laskea esimerkiksi kuntien rakennusluvista todelliset lomamökkimäärät eri järvillä. Tähän selvitykseen tehdyt rakennusvahinkoarviot perustuvat suurelta osin 1980-luvun puolivälissä tehtyyn lomamökkien järvikohtaiseen laskelmaan sekä muualla (lähinnä Etelä-Savossa ja Keski-Suomessa) tehtyihin otantatutkimuksiin.

Koska teollisuudelle, yleisille palveluille sekä teille, rummuille ja silloille aiheutuvia vahinkoja ei ole selvitetty lukuun ottamatta Kallaveden pääreittiä, niille aiheutuvia vahinkoja voisi arvioida yhdessä alueen kuntien ja teollisuuslaitosten sekä tielaitoksen kanssa.

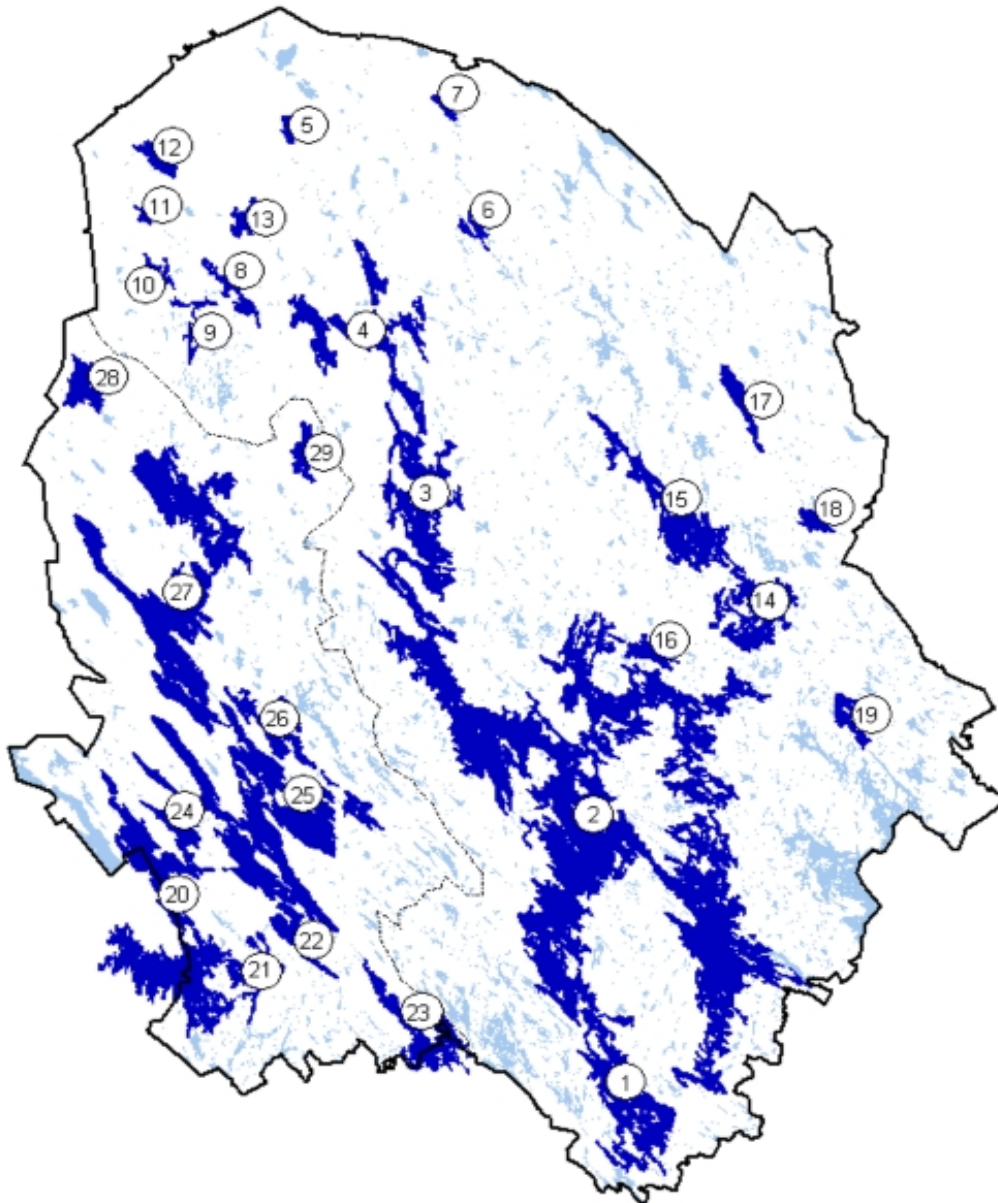
Kuopiossa 15. päivänä helmikuuta 1999

Veikko Voutilainen
Ympäristöinsinööri

Tuulikki Miettinen
Suunnitteluinsinööri

Liitteet:

1. Yleiskartta vahinkoarviokohteista (tiedostossa yleiskartta.w61)
2. Yhteenveto lasketuista huipputulvakorkeuksista ja niiden suhde toteutuneisiin vedenkorkeuksiin (tiedostossa PSA_HW_yhtveto.xls)
3. Yhteenveto mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista (tiedostossa PSA_YHTVETO.xls)



Kymijoen vesistö

- 20 Konnevesi
- 21 Hankavesi
- 22 Koskelovesi
- 23 Suontee ja Paavesi
- 24 Kiesimä-Sonkari-Vesantojärvi
- 25 Isvesi ym.
- 26 Hirvi-, Ahvenisen- ja Kalliojärvi
- 27 Pielavesi-Nilakka
- 28 Koiujärvi
- 29 Lampaanjärvi

Vuoksen vesistö

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| 1 Unnukka | 11 Osmanginjärvi |
| 2 Kallavesi ym. | 12 Näläntö |
| 3 Onkivesi | 13 Luupuvesi |
| 4 Porovesi ym. | 14 Vuotjärvi |
| 5 Salahminjärvi | 16 Syväri |
| 6 Sonkajärvi | 18 Suuri-Pieksa |
| 7 Sukevanjärvi | 17 Keyntty |
| 8 Kuruvesi | 19 Ala-Luosta |
| 9 Hauta-, Klipi- ja Rytynjärvi | 16 Saarjärvi |
| 10 Niemisjärvi | |

Liite 2. Yhteenvedo lasketuista huipputulvakorkeuksista ja niiden suhde toteutuneisiin vedenkorkeuksiin

VESISTÖ	Korkeus- järj.	HW _{1/500} (m)	HW _{1/20} ¹⁾	ero HW _{1/500} - HW	MHW ²⁾	ero HW _{1/500} - MHW	MW ³⁾	ero HW _{1/500} - MW
JÄRVEN NIMI								
VUOKSI								
Unnukka	NN	81,85	81,31	0,54	81,17	0,68	81,02	0,83
Kallavesi ym..	NN	83,00	82,43	0,57	82,09	0,91	81,55	1,45
Onkivesi	NN	86,00	85,56	0,44	85,05	0,95	84,48	1,52
Porovesi ym.	NN	87,2	86,85	0,35	86,58	0,62	85,88	1,32
Salahminjärvi	N60	112,7	111,7	1,00	110,48	2,22	109,15	3,55
Sonkajärvi	N60	100,75	99,75	1,00	98,8	1,95	97,06	3,69
Sukevanjärvi	N43	128,0	127,0	1,00	125,96	2,04	124,6	3,4
Kiuruvesi ⁴⁾	N43	90,5	90,25	0,25	89,65	0,85	88,60	1,9
Hautajärvi	N43	98,65	97,85	0,80	96,93	1,72	95,66	2,99
Niemisjärvi	N43	101,4	100,66	0,74	100,0	1,4	99,1	2,3
Osmanki	N43	102,35	101,7	0,65	100,81	1,54	99,36	2,99
Näläntö	N43	126,7	125,9	0,80	125,13	1,57	124,1	2,6
Luupuvesi	N43	129,3	128,6	0,70	128,15	1,15	127,0	2,3
Vuotjärvi	NN	95,7	95,5	0,20	95,3	0,4	94,7	1
Syväri	NN	97,4	96,6	0,80	96,25	1,15	95,26	2,14
Suuri-Pieksä	N60	87,2	86,95	0,25	86,6	0,6	85,8	1,4
Keyritty	N60	122,8	122,0	0,80	121,3	1,5	120,1	2,7
Ala-Luosta	N60	107,8	107,0	0,80	106,26	1,54	105,02	2,78
Saarijärvi	N60	103,5	103,0	0,50	102,51	0,99	101,53	1,97
keskiarvo				0,64		1,24		2,27
maksimi				1,00		2,22		3,69
minimi				0,20		0,40		0,83
KYMIJOKI								
Konnevesi	N60	96,6	96,45	0,15	95,67	0,93	95,44	1,16
Hankavesi	N60	97,4	96,95	0,45	96,57	0,83	96,14	1,26
Koskelovesi ⁵⁾	N60	98,7	98,2	0,50	97,9	0,8	97,6	1,1
Suontee	N60	100,3	100,0	0,30	99,7	0,6	99,4	0,9
Kiesimäjärvi	N60	101,45	101,25	0,20	101,12	0,33	100,87	0,58
Iisvesi ym.	N60	99,05	98,6	0,45	98,26	0,79	97,93	1,12
Ahvenisenjärvi	N43	101,75	101,55	0,20	101,4	0,35	101,25	0,5
Pielavesi-Nilakka	N60	103,5	103,1	0,40	102,76	0,74	102,38	1,12
Koivujärvi	N60	131,9	131,6	0,30	131,35	0,55	130,9	1
Lampaanjärvi	N43	129,85	129,5	0,35	128,99	0,86	128,3	1,55
keskiarvo				0,33		0,68		1,03
maksimi				0,50		0,93		1,55
minimi				0,15		0,33		0,50
VUOKSI + KYMIJOKI								
keskiarvo				0,53		1,05		1,83
maksimi				1,0		2,2		3,7
minimi				0,15		0,33		0,50

1) Toistuvuusikäyrltä määritetty HW_{1/20} tai vuosina 1961 - 1990 havaittu HW

2) Vuosien 1961 - 1990 tai havaintojakson (jos jakso pienempi kuin em.) keskiylivesi

3) Vuosien 1961 - 1990 tai havaintojakson (jos jakso pienempi kuin em.) keskivesi

4) Kiuruveden HW ym. on määritetty vuosijaksolle 1972 -1997

5) Vedenkorkeudet ovat arvioita

Pohjois-Savon ympäristökeskus

Mahdollisen suurtulvan tulva-alueet ja vahingot, yhteenveto

VAHINKO-ALUE	Kunta	Järven A (km ²)	Tulvan korkeus (m)	VAHINGOT (milj. mk)								Kokonais- vahingot	
				Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palvelut	Teollisuus aineelliset	tuotannoll.	Muut		
VESISTÖ													
Järven nimi													
VUOKSI													
Unnukka	Varkaus ym.	106,0	NN + 81,50	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0	7,9	0,1	8,9	
Kallavesi ym..	Kuopio ym.	889,6	NN+ 82,77	1	7,8	12,8	2,3	2,3	3,1	0,3		29,6	
Onkivesi	Lapinlahti ym.	118,0	NN + 86,0	1,0	3,1	3,2	0,3	0,3	0,1		0,2	8,2	
Porovesi ym.	Iisalmi ym.	89,7	NN + 87,2	2,45	2,45	8,2				6,1		19,2	
Salahminjärvi	Vieremä	5,2	N60 +112,7			0,10						0,1	
Sonkajärvi	Sonkajärvi	5,9	N60+ 100,75	0,28	0,44	0,45						1,17	
Sukevanjärvi	Sonkajärvi	4,0	N43 + 128,0	0,24	0,15	0,23						0,62	
Kiuruvesi	Kiuruvesi	14,4	N43 + 90,5	0,22	0,27	1,07						1,56	
Hauta-, Kilpi- ja Rytkyjärvi	Kiuruvesi	6,3	N43 + 98,65	0,57	0,58	1,33						2,48	
Niemisjärvi	Kiuruvesi	5,0	N43 + 101,4	0,39	0,27	0,62						1,28	
Osmanki	Kiuruvesi	3,0	N43 + 102,35	0,35	0,29	0,13						0,77	
Näläntö	Kiuruvesi	13,6	N43 + 126,7	0,98	0,55	0,13						1,66	
Luupuvesi	Kiuruvesi	10,0	N43 + 129,3	0,27	1,06	0,02						1,35	
Vuotjärvi	Juankoski ym.	61,2	NN + 95,7	0,22	0,32	0,4						0,94	
Syväri	Nilsjä ym.	78,0	NN + 97,4	0,1	1	2,6	0,1	0,4				4,2	
Suuri-Pieksä	Nilsjä	12,2	N60 + 87,2	0,07	0,15	0,32						0,54	
Keyrittä	Rautavaara	22,0	N60 + 122,8	0,07	0,73	0,87						1,67	
Ala-Luosta	Rautavaara	9,8	N60 + 107,8			0,18						0,18	
Saarijärvi	Kaavi	17,8	N60 + 103,5	0,07	0,35	0,56						0,98	
VUOKSI YHTEENSÄ		1471,7		8,38	19,71	33,51	2,8	3,2	3,2	14,3	0,3	85,4	
KYMIJOKI													
Konnevesi	Rautalampi ym.	186,90	N60 + 96,6	0,02	0,95	0,15						1,12	
Hankavesi	Rautalampi	18,70	N60 + 97,4	0,04	0,26	0,21						0,51	
Koskelovesi	Rautalampi	25,60	N60 + 98,7	0,25	0,51	0,25						1,01	
Suontee ja Paasvesi	Suonenjoki ym.	56,30	N60 + 100,30	0	0,37	0,47						0,84	
Kiesimä-Sonkari-Vesantojärvi	Vesanto ym.	43,30	N60 + 101,45	0,04	0,24	0,38						0,66	
Iisvesi ym.	Tervo ym.	66,00	N60 + 99,05	0,21	1,9	1,86						3,97	
Hirvi-, Ahvenisen- ja Kalliojärvi	Karttula ym.	33,80	N43 + 101,75	0,31	0,95	0,06						1,32	
Pielavesi-Nilakka	Pielavesi ym.	278,30	N60 + 103,5	0,74	4,75	1,17						6,66	
Koivujärvi	Pielavesi ym.	25,80	N60 + 131,9			0,19						0,19	
Lampaanjärvi	Pielavesi ym.	15,00	N43 + 129,85	0,06	0,44	0,32						0,82	
KYMIJOKI YHTEENSÄ		749,70		1,67	10,37	5,06	0	0	0	0	0	17,1	
VUOKSI+KYMIJOKI YHT		2221,4		10,1	30,1	38,6	2,8	3,2	3,2	14,3	0,3	102,5	

Liite I I. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

A. Suurtulvat

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituserusteet)

Selvityksessä on tarkasteltu tulvia, joiden toistuvuus on 1/250a. Suurtulva on pääsääntöisesti lumensulamistulva.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella tarkasteltaviksi kohteiksi on valittu kaikki yli 200 ha suuruiset järvet. Lisäksi on tarkasteltu myös pienempiä vesistöjä siltä osin kun potentiaalisia vahinkoalueita ja -kohteita on ollut tiedossa. Tällaisia pienien vesistöjen vahinkokohteita ovat muun muassa kalalaitokset sekä turvetuotantoalueet.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt (esim. perkaukset, pengerrykset, säännöstelyt ym.)

Pielistä on poikkeusjuoksutettu vuosina 1981, 1982, 1984 ja 1992 tulva-aikaisten vedenkorkeuksien alentamiseksi. Poikkeusjuoksutukset on toteutettu siten, että Pielisen vedenpintaa on alennettu ennen kevättulva alkua, kun tulvaennusteiden perusteella on odotettavissa valuma-alueelta huomattavan suuria tulovesimääriä. Tulvanousun ja -huipun aikana Pielisen juoksutus on ollut luonnonmukainen tai sitä suurempi.

Tulvasuojelutyönä on vuosina 1952-1970 pengerretty maatalousalueita muun muassa Saimaan Pohjois-Karjalan puoleisilla rannoilla, Viinijärvellä, Höytiäisellä, Pielisellä ja Kiteen järvellä kaikkiaan noin 30 kohteessa. Niiden yhteinen hyöty-alue on 2900 ha (Vesihallituksen julkaisu 27, 1979).

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin (säännöstelyn käyttö, poikkeusjuoksutus, tilapäinen pengerrys ym.), ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?

Pielisellä voidaan tehokkaasti vähentää lumensulamistulvia poikkeusjuoksutuksilla. Sen sijaan vesisateista aiheutuvien Pielisen kesä- ja syystulvien huomattava alentaminen poikkeusjuoksutuksin ei ole tarkoituksenmukaista ja mahdollista. Pielisen kesäisen tai syksyisen tulvahuipun aikana aloitettavalla poikkeusjuoksutuksella ei voida vaikuttaa nopeasti ja merkittävästi vedenpinnan nousuun ilman suuria haittoja ja vahinkoja. Kun tulvaennusteiden perusteella Pielisen vedenkor-

keus nousee yli korkeustason NN+94,50 m on poikkeusjuoksutus toteutettava siten, että sillä alennetaan Pielisen vedenpintaa riittävästi ennen kevättulvan alkua (Mikkonen 1997). Poikkeusjuoksutusta harkittaessa on kuitenkin otettava huomioon sen vaikutukset Saimaan tulvatilanteeseen

Muiden järvien osalta poikkeuslupa tulee lähinnä kyseeseen, mikäli vesistöalueen mahdollisen suurtulvan torjunta edellyttää esim. veden padottamista säännöstelyrajojen yläpuolelle. Lisäksi suurtulva voisi edellyttää muilla järvilla niiden oman suurtulvan alentamiseksi säännöstelyn alarajan alittamista ylimääräisen varastotilan tekemiseksi tulvavesille tai lupapäätöksen mukaisten maksimijuoksutusmäärien tai juoksutusajankohtien muuttamista. (Ollila 1997)

Säännöstelyrajojen ylityksiä tapahtuu suurtulvatilanteessa Jänisjoen voimalaitosten yläpuolisissa vesistöosissa, Pankajärvellä sekä Kuokkastenkosken voimalaitoksen yläpuolella Valtimojoessa

Pielisellä on toteutettu poikkeusjuoksutus Saimaan alueen tulvantorjunnan toimintasuunnitelman mukaisesti, eli vedenpinta on pyritty pudotamaan tasolle NN+92,80 m ennen tulvanousun alkua, poikkeusjuoksutus on aloitettu maaliskuun puolivälissä, ja maksimijuoksutus tulvan aikana on 500 m³/s. Tällöin ylin tulvakorkeus alenee tasolta NN+95,26 m tasolle NN+94,49 m.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat (vahinkokäyrät, maastomittaukset)?

Tulvaveden korkeudet on määritetty käyttäen SYKEN laskemia yliveden korkeuksia ja virtaamia, purkautumiskäyriä sekä omia havaintoja ja mallilaskelmia. Säännöstelyillä vesistöillä tulvavedenkorkeutena on käytetty säännöstelyn ylärajaa, mikäli tulvavirtaama pystytään juoksuttamaan vaikeuksista.

Pielisen, Saimaan ja pääosin Koitajoen vesistöalueen vahinkoarviot perustuvat olemassa oleviin tulvavahinkoselvityksiin. Jouni Mikkonen on selvittänyt Pielisen tulvavahinkoja vuonna 1997 tekemässään diplomityössä (Pielisen tulvavahingot ja -haitat sekä niiden torjuntamahdollisuudet). Janne Kärkkäinen on laatinut Pohjois-Karjalan ympäristökeskukselle selvityksen poikkeuksellisista tulvista aiheutuvista vahingoista Koitajoen vesistöalueella. Markku Ollila on toimittanut Suomen Ympäristökeskuksen monisteen (Saimaan alueen tulvatorjunnan toimintasuunnitelma), jossa käsitellään Saimaan tulvavahinkoja.

Muuna taustamateriaalina vahinkoarvioissa on käytetty muun muassa aineistoa toteutetuista säännöstelyistä sekä pato- ym. rakennetietoja. Esimerkiksi Viinijärven vahinkoarviossa käytettiin apuna Heikki Elomaan vuonna 1978 tekemää diplomityötä (Viinijärven vedenkorkeusvaihteluiden tasoittamiseen tarvittavat toimenpiteet ja niiden vaikutusten arviointi).

Vahinkoarviot pohjautuvat karttatarkasteluun, kun käytettävissä ei ole ollut taustamateriaalia tulvavahinkojen selvittämiseksi. Kartoilta on arvioitu oletetun tulvavedenkorkeuden vaikutusalueella olevan pelto- ja metsätalousmaan pinta-alat sekä teiden, katujen, siltojen ja rakennusten lukumäärät sekä mahdolliset erityiskohteet, joille aiheutuu tulvavahinkoja. Rakennusvahinkoja on oletettu syntyvän loivilla rannoilla enintään 50%:lle ja jyrkillä rannoilla vähintään 20%:lle rakennuksista, jotka karttatarkastelun perusteella sijoittuvat määritetyn tulvavedenkorkeuden mukaisen korkeuskäyrän alapuolelle. Teiden, katujen ja siltojen vahinkokohteiksi on arvioitu karttatarkastelun perusteella todennäköisimmin tulvavahinkoja kärsivät kohteet. Erityiskohteille aiheutuvia vahinkoja on arvioitu kohteesta saatavilla olevan aineiston perusteella ja joissakin tapauksessa on keskusteltu kohteen edustajan kanssa.

Viinijärven ja Pyhäjärven rakennusvahingot on arvioitu käyttämällä Pielisen vastaavia arvioita. Viinijärven rakennusvahinkona on pidetty 50% ja Pyhäjärven rakennusvahinkona on pidetty 25% Pielisen rantojen rakennusvahinkotiheydestä. Pyhäjärvellä vedenpinnan tulvanousu ei ole niin huomattava kuin Viinijärvellä ja Pielisellä.

Maa- ja metsätalous- sekä rakennusvahinkojen arvot on määritetty kuten Saimaan alueelle tehdyssä vastaavassa vahinkoarviossa. Maataloudelle aiheutuvien vahinkojen arvioimiseen on käytetty normisatomenetelmää. Keskimääräisenä maatalouden tulvavahinkona on käytetty 1527 mk/ha. Metsätalousvahinkojen määrittämiseen on käytetty kehitysluokkajakaumamenetelmää. Puuston keskimääräisenä vahinkona on käytetty 1115 mk/ha, joka vastaa 30% täysin vahingoittuneen puuston vahingoista. Tulvien rakennuksille aiheuttamat vahingot on arvioitu olevan lämmitetyille rakennuksille 29410 mk/rakennus ja lämmittämättömälle rakennukselle 2941 mk/rakennus. Yksityisteiden vahinkoina on käytetty 10000 mk/100m ja yleisten teiden vahinkoina on käytetty 40000mk/100m. Silloille aiheuttavat vahingot on arvioitu olevan 30000mk/silta. Vahinkoarvot on päivitetty vuoden 1997 lopun hintatasoon.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?

Valtimonjoen Kuokkastenkosken säännöstelypadon maksimipurkauskyky on 150 m³/s. Suurtulvaselvityksessä 1/250a toistuvaksi virtaamaksi on määritetty 155 m³/s ja padon mitoitustulvan maksimiarvoksi on laskettu HQ 1/1000 = 192 m³/s. Yläpuolisen suvannon hätävarastokapasiteetti on pieni, joten ylivirtauksen mahdollisuuteen huipputulvan yhteydessä on varauduttu suunnitelmalla ylivirtauksen kynnyn rakentamiseksi.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen.

Kiinteän ylärajan omaavissa säännöstellyissä järvissä suurtulva pystytään pääsääntöisesti hoitamaan lupaehtoja rikkomatta. Koitereella säännöstely pysyy luparajoissaan. Suurtulvatilanteessa Jänisjoella ongelmaksi todennäköisesti muodostuu Oskolankosken purkauskyky ja Loitimon säännöstelyn yläraja ylittyy (katso kohta 9). Jänisjoen Vihtakosken voimalaitoksella ei kyetä juoksuttamaan mitoitustulvaa 167 m³/s laitoksen ohi rikkomatta laitokselle määrättyä ylaveden ylärajaa (patoturvallisuuskansio).

Huomattavia vahinkoja syntyy erityisesti Saimaalla ja Pielisellä, ellei niitä pystytä oikein ajoitetuilla tulvantorjuntatoimenpiteillä oleellisesti pienentämään. Merkittäviä vahinkoja aiheutuu myös suurimpien järvien rannoilla, joilla on loma-asuntoja runsaasti, kuten esimerkiksi Viinijärvellä ja Pyhäjärvellä.

Vahinkojen kokonaismäärä on Pohjois-Karjalassa (Saimaata lukuun ottamatta) noin 48 milj.mk. Pielisellä vahingot on arvioitu suurtulvatapauksessa noin 5,5 miljoonaksi markaksi, ja poikkeusjuoksutuksen ansiosta Pielisen vahingot pienentyvät ratkaisevasti eli noin 130 milj. mk:illa. Viinijärvellä vahingot ovat noin 2.6 milj.mk ja Pyhäjärvellä noin 1 milj.mk.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?

Pielisen tulovirtaamaennusteiden luotettavuus paranisi huomattavasti, jos Pielisen vesistöalueen Venäjän puolella olevalta valuma-alueen osalta olisi saatavissa lisää hydrologisia havaintotietoja (Ollila 1997). Venäjän puolella sijaitsevien suurten luonnontilaisten järvien säännöstelyllä olisi merkittävä vaikutus Pielisen tulvantorjuntaan. Luonnonmukaisesti säännösteltävän Pielisen tehokkaampi juokutusohje pienentäisi ja rajoittaisi sen tulvariskiä ja -vahinkoja. Pielisen säännöstelyllä voitaisiin vaikuttaa koko Saimaan tulvatilanteisiin (Mikkonen 1997).

Koitereen tehokkaammalla säännöstelyllä voitaisiin pienentää Pielisen, Pielisjoen ja Saimaan tulvakorkeuksia ja -vahinkoja. Tulvavesien padottaminen Koitereella voitaisiin toteuttaa siten, että sen vedenpintaa pidetään tulvahuipun tasolla tai nostetaan Koitereen vedenpinta luonnonmukaisen tulvahuipun yläpuolelle, kunnes alapuolisen vesistön tulvahuippu on kääntynyt laskuun (Mikkonen 1997).

Koitajokeen rakennetun Lylykosken pohjapadon yläpuolisella vesistön osalla esiintyy ajoittain tulvia. Tulvien torjumiseksi olisi Lylykosken purkauskyykyä mahdollista lisätä luukkuratkaisulla (Ollila 1997).

Lähinnä Saimaan ranta-alueilla olisi mahdollista lisätä pengerrysalueita jonkin verran maatalousvahinkojen pienentämiseksi. Lisäksi nykyisistä penkereistä matalimpia voitaisiin korottaa. Erityiskohteiden, kuten teollisuuslaitosten, suojaaminen pengerryksillä saattaa olla hyvinkin perusteltu toimenpide. Toisaalta tilapäisten suojapenkereiden rakentaminen voidaan useimmissa kohteissa suorittaa vielä tulvanousun aikana, kun tulvan kehittymisestä on saatavilla riittävästi tietoa. (Ollila 1997)

Maatalouden tulvavahinkoja voidaan pienentää nostamalla viljelyn alarajaa ranta-alueilla toteuttamalla suojavyyhykkeitä. Suojavyöhykkeiden muodostamiseen on saatavilla EU:n ympäristötukea.

9. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Jänisjoen vesistön Oskolankosken aiheuttama padottava vaikutus tulisi selvittää Loitimon tulvavedenkorkeuksien määrittämiseksi.

10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää?

Pielisjoen tulvavedenkorkeudet tulisi selvittää joen alajuoksulla tulvavahinkojen selvittämiseksi Joensuun kaupungin osalta. Etenkin tulisi selvittää kaupungin jäte- ja sadevesiviemäröinnin toimivuus suurtulvatilanteessa.

Pyhäjärven ja Viinijärven vahinkoarvioita tulisi vielä täsmentää. Järvet ovat kooltaan merkittäviä ja niiden rannoilla on runsaasti loma-asutusta.

B. Rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat (jos tietoja saatavissa)

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituserusteet)

Sadantana on käytetty arviolta toistumisaikaa 1/250a vastaavaa kahden tunnin sadantaa 80 mm.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.

Rankkasateesta aiheutuvia vahinkoja on tarkasteltu alueen merkittävimmissä taajamissa. Nämä ovat Joensuun, Nurmeksen, Porokylän, Lieksan ja Outokummun taajamat.

3. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?

Vahinkoarviot pohjautuvat maastotarkastuksiin, joissa arvioitiin ympäristön herkkyys paikallisen rankkasateen aiheuttamalle tulvalle. Lisäksi on haastateltu muun muassa paikallisen palolaitoksen ja vesilaitoksen henkilökuntaa. Joensuun kaupungin sadevesi- ja jätevesiviemärointiä on tarkasteltu myös karttojen avulla.

4. Tulokset

Rankkasateen aiheuttama taajamatulva akheuttaa veden nousua rakennusten kellareihin ja pohjakerroksiin sekä teille ja alikulkusilloille. Rankkasade voi myös irtottaa rinteistä irtomaata ja synnyttää syöpymiä. Tulvasta aiheutuu rakennevahinkoja, lisääntyneitä pumppaus- ja kunnossapitokustannuksia sekä mahdollisia käyttöhäiriöitä jätevedenpuhdistamoilla. Suurimmat vahingot syntyvät Joensuun ja Lieksan kaupungeissa.

5. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?

Kellareiden jätevesitulvien aiheuttamia vahinkoja voitaisiin pienentää siirtymällä erillisviiemärointiin alueilla joissa on vielä käytössä sekaviiemärointijärjestelmä. Yksittäisten kiinteistöjen vahinkoja voidaan pienentää rakentamalla oma pumpukaivo.

6. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus

Yhteenvedo vesistöalueittain

Päävesistöalue	Vahinkojen määrä							Vahingot milj. mk								
	Pelto ha	Metsä ha	Kok. ha	Tiet km	Tiet kpl	Sillat kpl	Rak. kpl	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palve- lut	Teoll., aineel.	Teoll., tuott.	Muut	Kok. vahin- got
1. Jänisjoen vesistöalue	195	175	370	1,5	0	8	88	0,3	0,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	2,3
2. Tohmajoen vesistö- alue	43	110	153	1,2	0	4	45	0,1	0,1	0,6	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	1,5
4.2 Haukiveden-Kalla- veden vesistöalue	2	2	4	0,1	1	0	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.3 Oriveden-Pyhä- selän vesistöalue	664	767	1431	13,5	87	7	509	1,1	1,4	5,8	5,5	0,1	0,0	0,0	0,5	14,4
4.4 Pielinen (poikkeus- juoksutus)	n. 200	n. 150	n. 400				n. 20	0,5	2,2	0,3	0,3	0,5	1,3	0,4	0,0	5,5
4.4 Muu Pielisen reitin vesistöalue	444	415	859	5,7	30	16	151	13,3	0,2	2,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	16,6
4.6 Nilsian reitin vesistöalue	0	0	0	0,2	1		3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.7 Juojärven reitin vesistöalue	12	120	132	1,4	17	3	46	0,6	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
4.8 Höytiäisen valuma- alue	0	20	20	0,9	8	0	16	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
4.9 Koitajoen valuma- alue	24	1238	1262	4,6	33	1	138	0,0	1,5	1,0	0,3	0,0	0,0	3,0	0,1	5,8
4. Vuoksen vesistöalue yht.	1346	2712	4108	26,4	177	27	884	15,5	5,8	9,6	7,2	0,7	1,3	3,4	0,7	44,2
Pohjois-Karjalan alue yhteensä	1 584	2997	4 298	29,1	177	39	1017	15,9	6,2	11,0	7,9	1,0	1,3	3,4	1,3	48,0

Liite 12. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

Länsi-Suomen ympäristökeskus on arvioinut karkeasti mahdollisen suurtulvan aiheuttamat vahingot alueellaan.

1. Mitoitusperusteet

Kaikki arviot perustuvat keskimäärin kerran 250 vuodessa sattuvan kesäsateista johtuvan ylivirtaaman aiheuttamaan tulvaan. Muutamissa poikkeuksissa jokien suosilla havaitut jääpadoista aiheutuneet vedenkorkeudet ovat olleet em. mitoitusperustetta suuremmat ja silloin on käytetty niitä tietoja.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Tarkasteltavaksi on otettu kaikki aluekekuksen alueella olevat vesistöt. Vahinkoarvio on tehty kaikille vähintään 100 ha yhtenäisille pelto- tai taajama-alueille. Pienemmät alueetkin on arvioitu, jos tietoja on ollut ennestään käytettäväksi.

3. Aikaisemmin tehdyt tulvasuojelutyöt

Useimmissa kohteissa on tehty viimeisen sadan vuoden aikana tulvasuojelutöitä perkauksia tai pengerryksiä. Arviossa niiden on oletettu toimivan niin kuin ne nykyisin toimivat. Tulvasuojelua varten rakennettua säännöstelyä ei ole otettu huomioon, koska kesätulvan sattuessa varastot ovat yleensä täynnä. Samasta syystä poikkeusjuoksutuksilla ei ole käyttöä suurtulvan torjunnassa.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin (säännöstelyn käyttö, poikkeusjuoksutus, tilapäinen pengerrys ym.), ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?

Arviossa ei ole otettu huomioon otsikossa mainittuja keinoja, joita kaikkia luonnollisesti pyritään käyttämään tulvan uhatessa. Poikkeusjuoksutuksilla on hyvin vähän käyttöä, koska kesällä sattuvan suurtulvan ennustettavuus riittävän aikaisin on heikko. Vahinkokohteet ovat pääasiassa tekojärvien alapuolella, joten tulvan aikaisesta poikkeusjuoksutuksesta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Parhaat mahdollisuudet tulvavahinkojen vähentämiseen on kiinteistöjen tilapäisellä pengertämisellä.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat

Arvio on tehty virtaama- ja vedenkorkeusasteikoille määritettyjen mitoitusvedenkorkeuden mukaan. Arvioinnissa on käytetty hyväksi peruskarttoja, vanhoja tulvasuojelusuunnitelmia ja kertyneitä tulvahavaintoja. Arvioa varten ei ole tehty erikseen maastomittauksia. Muutamilta osin arvio hyvinkin karkea. Tarkemmin arvio on suoritettu Seinäjoen varrelta Seinäjoen kaupungin ja Peräseinäjoen kirkonkylän väliltä. Alueelta oli käytettävissä patoturvallisuuden vahingonvaara-analyysejä varten tehty maastomalli. Lapuanjoen vesistöalueella on käytetty hyväksi virtaamamallia.

Jos yksittäiseltä alueelta ei ole ollut käytettävissä parempaa tietoa, vahinkojen yksikköhintana on käytetty:

- loma-asunnon alapohjan kastuminen	50 000 mk
- omakotitalo, talouskeskus	200 000 mk
- sikalat, turkistarhat, kasvihuoneet	500 000 mk
- maatalous sisältäen sadon, tilustiet, rummut	4 000 mk/ha.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityis-huomiota?

Kaikki P-padot vaativat erityishuomiota suurtulvatilanteessa, erityisesti joen keski- tai alajuoksulla olevat, missä altaan ohi tai läpi juoksutettavat virtaamat kasvavat suuriksi.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva suurtulva aiheuttaa vahinkoja 57 000 ha alueella. Suurimmat vahingot 554 milj. mk aiheutuvat rakennuksille ja 215 milj. mk maataloudelle. Lisäksi aiheutuu vahinkoja teille, silloille ja yleisille palveluille. Kokonaisvahingot Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella ovat 900 milj. mk.

Vesistöalueittain suurimmat vahingot tapahtuvat Kyrönjoella 230 milj. mk, Laihianjoella 180 milj. mk, Lapuanjoella 90 milj. mk, Närpiönjoella 73 milj. mk ja Perhonjoella 73 milj. mk. Vahinkojen suhteellinen suuruus vastaa ennakkokäsityksiä tulvauhasta eri alueilla lukuun ottamatta Laihianjoen aluetta, jonka vahinkoarviota tulisi jatkossa tämentää perusteellisemmilla selvityksillä.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi

Vahinkojen pienentämiseen tähtäävät toimenpiteet tulisi tehdä etukäteen siitakin huolimatta, että mahdollisten vahingonkäräjien motivaatio niihin on heikko. Tulvan noustessa aikaa torjuntatoimiin on kovin vähän varsinkin, jos niihin ei ole etukäteen valmistauduttu. Kiinteistökohtaisia penkereitä voi rakentaa vielä veden noustessa siinä laajuudessa kuin kalustoa riittää ja on saatavissa.

Maatalousalueiden suojausta suurtulvilta ei kannattane edes harkita, koska suurten peltoalueiden suojaaminen lisäisi taajamien ja muun asutuksen tulvauhkaa entisestään. Esimerkiksi Närpiönjoella on mahdollista Jurvanjärven säännöstelypadolla padottaa vettä nykyisin viljelyksessä olevaan Jurvanjärveen, jos sen

alapuolisen asutuksen kannalta katsotaan tarpeelliseksi. Edelleen Närpiön keskustan ja Västerfjärdenin alueen tulvakorkeuksien alentamiseksi voidaan purkaa Boviken - Verviken pato ja Longsundetin pato.

Sensijaan taajamien osalta pelastusviranomaisten olisi hyvä laatia samantapaiset kohdesuunnitelmat kuin patoturvallisuuslaki edellyttää P-padoille tehtävän. Suunnitelmia laadittaessa tulisi esille myös tarve ennakkotorjuntaan esim. ohjauspenkereiden tai tulvauomien avulla.

9. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Rakentamisen ohjauksessa tulisi huolehtia entistä paremmin, ettei tulvauhan alaisille alueille rakennettaisi uusia rakennuksia. Kestävän metsätalouden suunnittelussa tulisi huolehtia, ettei valuma-alueen käytöllä heikennetä veden luonnollista varastoitumista valuma-alueelle.

10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää

Selvitys on tehty varsin nopeasti ja osin puutteellisin tiedoin, joten tarvetta selvityksen täsmentämiseen on hyvinkin runsaasti. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella erityisesti Laihianjoen vesistöalueen vahinkoarvion täsmentäminen on tarpeen.

Nyky aikaista maastomallinnusta käytettiin apuna arvioitaessa Seinäjoen kaupungin ja Peräseinäjoen kunnan välisen alueen vahinkoja. Alueelle oli rakennettu maastomalli patoturvallisuustyön yhteydessä. Alueelle ei ollut käytettävissä virtausmallia, mutta jo topografian tarkka tunteminen helpottaa arviointia. Jatkossa kannattaa mallinnusta harkita alueilla, missä vahingot ovat suuret. Mallintaminen on kuitenkin kallista, joten erillisrahoitusta työhön tarvitaan. Malli ei kattanut Seinäjoen kaupungin asutusta, jolta alueelta vahinkoarviota on tarpeen täsmentää.

Länsi-Suomen ympäristökeskus

Suurtulva-arvio 1998, Yhteenveto vesistöalueittain

Päävesistöalue	Pelto ha	Metsä ha	Vahinkojen määrä				Vahingot milj. mk											Kok. vahin- got
			Taaja- ma ha	Kok. ha	Tiet km	Tiet kpl	Sillat kpl	Rak. kpl	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nukset	Tiet ja sillat	Yleiset palve- lut	Teoll., aineel.	Teoll., tuott.	Muut		
Kokemäenjoki/ Ähtävänreitti	750	690	0	1440	1	0	2	87	4,1	0,0	4,5	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	10,0	
Lapväärtinjoki	1 150	0	0	1 150	0	0	2	27	4,7	0,0	5,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	10,8	
Teuvanjoki	700	0	10	710	10		5	6	2,8		1,0	0,5		1,5		5,8		
Närpiönjoki	2 930	760	0	3 690	4	0	12	240	11,7	0,0	48,0	1,8	0,0	12,0	0,0	73,5		
Maalahdenjoen vesistöalue	1 950			1 950	10		6	80	7,8		12,8	1,6	4,3	1,6		28,1		
Laihianjoki	3 384	0	62	3 446	42	0	19	769	13,5	0,0	145,6	6,4	10,5	4,0	0,0	0,9	180,9	
Kyrönjoki	16 835	507	35	17 377	145	9	110	667	67,6	0,0	134,5	27,2	0,0	0,8	0,0	230,1		
Oravaistenjoki (Kimonjoki)	250			250	1		2	2	1,0		0,1	0,3		1,0		2,4		
Lapuanjoki	6 335	610	33	6 978	12	15	26	531	24,2	1,2	54,9	6,4	0,0	0,0	0,0	1,0	87,7	
Kovjoen vesistöalue	400			400	3	1	8	3	1,6		0,4	1,8		1,0		4,8		
Purmonjoki	1 065	0	0	1 065	0	0	10	8	2,6	0,0	1,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	
Ähtävänjoki	2 834	190	0	3 024	13	6	5	736	11,3	0,0	40,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,5	55,4	
Kruunupyynjoki	1 597	0	0	1 597	27	2	26	87	6,4	0,0	11,6	7,5	0,0	3,5	0,0	29,0		
Perhonjoki	6 800			6 800			20	209	27,2		38,7	8,0				73,9		
Kälviänjoki	500			500			5	26	2,0		5,9	1,0				8,9		
Lestijoki	665	0	0	665	0	0	0	70	2,7	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7		
Rannikon pienet alueet	5 913	0	0	5 913	11	0	10	261	23,7	0,0	43,3	2,0	8,0	4,0	0,0	0,1	81,1	
LSU:n alue yht.	54 058	2 757	140	56 955	278	33	268	3 809	214,8	1,2	553,4	69,2	22,9	29,4	0,0	3,0	903,5	

Liite 13. Keski-Suomen ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Lähtötilanteen määrittely (mitoituspäruusteet)

Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen tulossopimuksen mukaan vuonna 1998 tehdään selvitys suurista tulvista johtuvista vahingoista ja niiden torjuntamahdollisuuksista Suomen olosuhteissa. Taustalla ovat Keski-Euroopassa viime vuosina ilmenneet poikkeukselliset tulvaolosuhteet. Selvitys tehdään Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä.

Raportissa tarkastellaan tulvia, joiden toistuvuus olisi kerran kahdessa sadassa viidessä kymmenessä (1/250) vuodessa. Suomen ympäristökeskus on laskenut kaikille valtakunnallisessa HYTREK-rekisterissä oleville vesistöille em. toistuvuutta vastaavat virtaamat ja vedenkorkeudet. Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöille on simuloitu vuoden 1899 tulvatilanne, joka vastaa suunnilleen samaa toistuvuutta. Edellä mainittuja laskelmia hyväksi käyttäen Keski-Suomen järvi-alueille on arvioitu tulvahuippu, jonka toistuvuus olisi 1/250 a.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Keski-Suomen maakunnan huomattavimpien järvien tulvista aiheutuvia vahinkoja. Muiden alueellisten ympäristökeskusten kanssa yhteisten järvien kohdalla on menetelty seuraavasti. Keitele, Päijänne sekä Suontee ja Viheri on otettu mukaan kokonaan selvitykseen, vaikka osia näistä järivistä on muiden ympäristökeskusten alueella. Konneveden Keski-Suomen puoleisten osien vahingot arvioi Pohjois-Savon ympäristökeskus. Samalla tavoin on sovittu, että Puulan Siikaveden vahingot arvioi Etelä-Savon ympäristökeskus ja Keurusselän vahingot Pirkanmaan ympäristökeskus. Jääsjärven ja Rautaveden kanssa tasapinnassa olevien järvi-alueiden tulvavahingot on arvioitu vain Keski-Suomen maakunnan puoleisista osista (Joutsa).

Tulvana on tarkasteltu lumensulamistulvaa. Keski-Suomessa suurtulvan vaara on suurin keväällä ja alkukesällä, kun lumen vesiarvo on ollut korkea edellisenä talvena. Päijänteellä tulvahuippu ajoittuisi todennäköisesti vasta keskikesälle. Korkea lumen vesiarvo ei kuitenkaan yleensä yksinään riitä suuren tulvan syntymiseen, vaan edellisen syksyn ja talven on oltava jo märkä tai lumen sulamisen aikana ja alkukesällä on esiinnyttävä rankkasateita.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Saarijärven reitillä Saarijärven ja Pyhäjärven säännöstelyillä on huomattavaa paikallista tulvasuojelumerkitystä, koska näiden järvien tulvahuippuja on voitu alentaa merkittävästi luonnonmukaisesti vedenkorkeuksiin verrattuna. Säännöstelyillä ei ole kuitenkaan oleellista merkitystä näiden järvien alapuolella olevan vesistön tulvasuojelulle.

Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella ei ole toteutettu huomattavia pengerrystöitä tulvasuojelua varten. Muutamia pieniä pengerrysalueita on perustettu eri puolille maakuntaa, mutta useimmissa niistä ensisijaisena tarkoituksena on ollut peltoalueiden peruskuivatuksen parantaminen.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin ja mikä vaikutus tällä on virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?

Keski-Suomen vesistöt kuuluvat pääosin Kymijoen vesistöalueeseen. Keuruun ja Pihlajaveden reitit, jotka suurimmalta osaltaan sijaitsevat Keski-Suomen alueella, kuuluvat Kokemäenjoen vesistöön. Kymijoen vesistölle on valmistunut vuoden 1999 alussa uusittu tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Suunnitelma on laadittu tulvantorjunnan edellytysten lisäämiseksi ja varsinkin poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi. Suunnitelmaa käytetään päätöksenteon tukena vesistöjen käyttötoiminnassa runsasvetisinä vuosina.

Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa esitetyn arvion mukaan vesistöalueen tulvia voidaan torjua luomalla varastotilaa säännöstelyihin järvioltaisiin ennen tulvan nousua. Näin voidaan menetellä säännöstelylupien puitteissa tai tarvittaessa poikkeuslupien perustella. Ongelmana on kuitenkin se, että pysytäänkö riittävän aikaisin ennustamaan tulevaa tulvatilannetta. Tulvahuipun mentyä ohi voidaan säännöstelyaltaan tulvan laskua hidastaa pienentämällä juoksutusta, jos näin voidaan vähentää alapuolisen vesistön tulvavahinkoja. Tämän edellytyksenä on kuitenkin se, että alapuoliselle vesistölle saatava tulvasuojeluhyöty on huomattava verrattuna yläpuolisen säännöstelyaltaan tulvan pitkittymisestä johtuvaan vahinkoon verrattuna.

Keiteleellä ja Päijänteellä on arvioitu toteutettavan v. 1899 kaltaisessa tilanteessa poikkeusjuoksutus ja lisäjuoksutus Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa arvioidulla tavalla. Tällöin Keiteleen tulvahuippu alenee tasolta NN+100,52 m tasolle NN+100,20 m ja Päijänteen tulvahuippu tasolta NN+79,69 m tasolle NN+79,50 m.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?

Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmaan sisältyy arviot Kivijärven, Keiteleen, Saraaveden, Kuusveden, Lievestuoreenjärven, Leppäveden ja Päijänteen tulvavahingoista. Näiden järvien vahinkoarvioiden perusteet selviävät tulvantorjuntasuunnitelmasta. Muiden järvien tulvavahinkoarvioiden laadintatapa on selostettu alla.

Rakennusvahinkojen arvioinnin pohjaksi kunnilta saatiin loma-asuntokiinteistöjen lukumäärä kunkin tarkasteltavan järven rannalla. Loma-asuntokiinteistöjen lukumäärää voidaan käyttää lähtökohtana, koska Keski-Suomessa vakituista asutusta on hyvin vähän sijoittunut niin, että tulvasta olisi sille vaaraa.

Kymijoen vesistön tulvantorjuntasuunnitelmaa varten Keski-Suomen ympäristökeskus oli tehnyt maastokartoituksen otantatutkimuksena, jossa oli selvitetty lähellä rantaa sijaitsevien rakennusten jakautuminen korkeusvyöhykkeittäin muutamalla järvellä. Kartoituksen mukaan lämmitettävien asuntojen perustamiskorkeudet jakoutuivat eri korkeuksille siten, että keskimäärin 10,9 %:lle rakennuksista aiheutuisi vahinkoa suurtulvista (HW1/250). Tämän perusteella oletettiin, että 10 % rakennuksista saa tulvavaurioita, kun rantakaltevuus on keskimääräinen.

Loivarantaisilla järvillä arvioitiin vahinkoja saavien rakennusten määrä tätä suuremmaksi ja jyrkkärantaisilla järvillä vastaavasti pienemmäksi. Yhtä loma-asuntoa kohti arvioitiin olevan keskimäärin yksi kylmä rakennus.

Kymijoen vesistön tulvantorjuntasuunnitelmassa loma-asuntojen keskimääräisenä pinta-alana on käytetty 26,3 m² ja vahingon suuruutena 630 mk/m², jos vedenpinta nousee yli sokkelin tason. Tässä vahinkoarviossa vahinkoa kärsivien rakennusten pinta-alaksi arvioitiin 32 m². Tällä otetaan huomioon se, että vahinkoa kärsivien rakennusten joukossa on myös jonkin verran loma-asuntoja suurempia rakennuksia. Vahingon neliöhintana on käytetty edellä mainittua arvoa. Kylmien rakennusten vahingot on arvioitu olevan 10 % lämpimien rakennusten vahingoista. Lisäksi on oletettu, että rakennusvahinkoja kärsivien kiinteistöjen tonteille aiheutuisi myös vahinkoa. Tämän vahingon suuruudeksi on arvioitu 5000 mk vahinkoa kärsivää kiinteistöä kohti.

Maatalousvahinkojen arviointia varten peruskartoilta mitattiin korkeuskäyriä apuna käyttäen tulvan alle jäävä peltopinta-ala. Tämän lisäksi vettyvä peltoala arvioitiin siten, että vettyvän vyöhykkeen ylärajana käytettiin HW1/250 + 0,5 m. Muutamalta järveltä oli tarkempaa tietoa pellon pinta-aloista ja korkeussuhteista, joka käytettiin hyväksi arvioita tehdessä. Maatalousvahinkojen suuruus laskettiin Kymijoen vesistön tulvantorjunnan toimintas suunnitelmassa esitettyllä menetelmällä. Kokonaisvahinko laskettiin kesätulvavahingon (1609 mk/ha) ja muun haitan (685 mk/ha) summana. Vettyvällä peltovyöhykkeellä vahingon on oletettu pienentyvän edellä olevasta lineaarisesti pellon korkeuden funktiona vyöhykkeen alarajalta ylärajalle mentäessä.

Metsävahinkojen arvioimista varten mitattiin peruskartalta tulvan alle jäävä metsäpinta-ala tai vaihtoehtoisesti metsäala arvioitiin järven pinta-alakäyrän avulla kokonaisalasta vähentämällä pellot ja taajama-alueet. Tulva-alueeksi otettiin tässä yhteydessä koko maapinta-ala keskivedestä tulvakorkeuteen saakka (HW1/250). Myös metsävahinkoja arvioitaessa käytettiin pohjana Kymijoen vesistön tulvantorjuntasuunnitelman tietoja. Vahingoksi korkeusvyöhykkeellä MW - MHW arvioitiin 0 mk/ha, vyöhykkeellä MHW - HW1/20 470 mk/ha ja vyöhykkeellä HW1/20 - HW1/250 3851 mk. Tulvavahingolle laskettiin keskimääräinen painotettu hehtaariarvo Keiteleen ja Kivijärven vedenkorkeustietojen avulla. Keskiarvoksi saatiin 1578 mk/ha, jota käytettiin kaikissa arvioissa.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomiota?

Metsä-Serla Oy:n Äänekosken tehtaan voimalaitoksen padon ja yläkanavan reunanmuurin korkeus on NN + 100,50 m, mikä on sama kuin arvioitu Keiteleen HW1/250 nykykupien mukaan ilman poikkeusjuoksutusta. Vedenpinnan noustessa tämän korkeuden yli vettä pääsisi paperitehtaaseen ja saattaisi heikentää padon kestävyyttä. Myös luonnonuoman suulle rakennettu Mämmenkosken pato on vaarassa sortua ilman vahvistustoimenpiteitä.

Muiden Keski-Suomen ympäristökeskuksen toimialueella olevien patoturvallisuuslain piiriin kuuluvien patojen on katsottu selviävän suurtulvan aikana valitsevista vedenkorkeuksista ja virtaamista.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen.

Keski-Suomessa vahingot on arvioitu 41 järvioltaalle tai allasryhmälle, joiden sijainti on merkitty yleiskarttaan (liite 1). Tulosten yhteenveto on esitetty taulukkona (liite 2). Järvikohtaiset vahinkoarviot on tehty erillisille lomakkeille.

8. Mitä muita toimenpiteitä, järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella?

Keski-Suomessa suurimmat vahingot näyttäisivät aiheutuvan lähellä rantaa sijaitseville rakennuksille Päijänteellä, Keiteleellä ja Kivijärvellä. Tämän vuoksi olisi tehostettava tiedotusta alimmista suositeltavista rantojen rakentamiskorkeuksista.

9. Rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat

Rankkasateen aiheuttamia taajamatulvia ei ole selvitetty Keski-Suomen alueella olevista taajamista.

Jyväskylässä 12.2.1997

Erikoissuunnittelija

Timo Sokka

LIITTEET

1 Yleiskartta

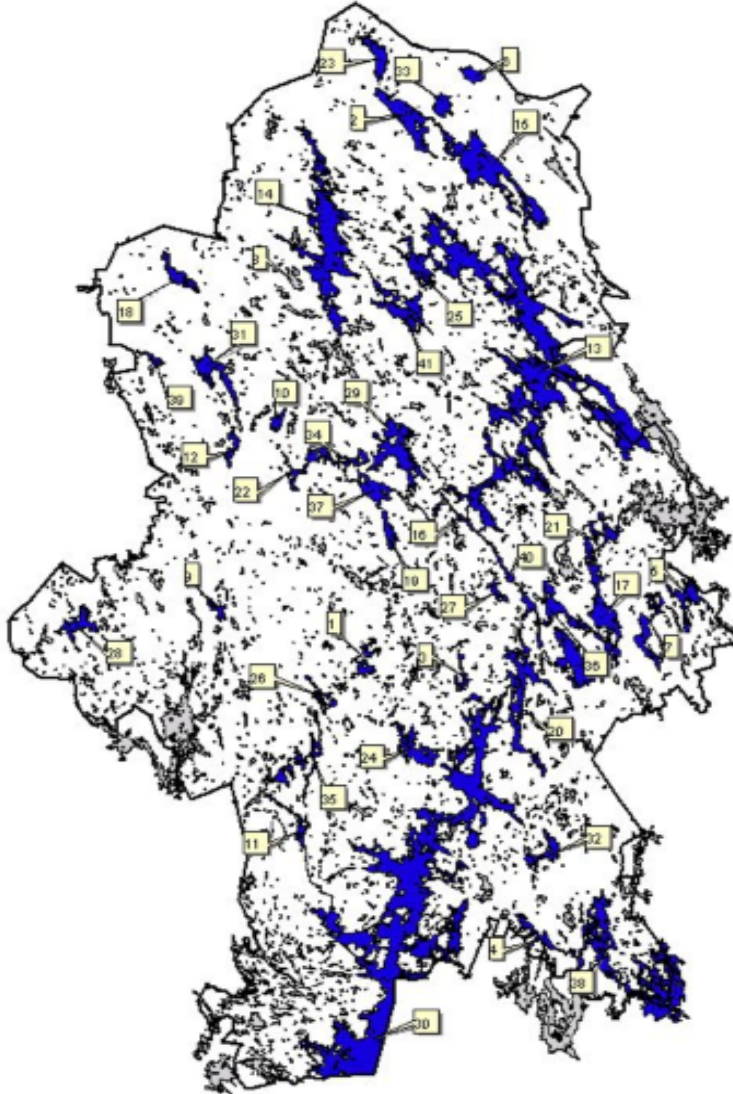
2 Yhteenveto vahingoista



KESKI-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS

Suurtulvaselvitys
Yleiskartta

LIITE 1



1. Ala- ja Ylä-Kintausjärvi
2. Alvajärvi
3. Alva-,Tuomio- ja Palokkajärvi
4. Angesselkä ja Puttolanselkä
5. Armisvesi
6. Elämäjärvi
7. Hankavesi ja Kuuhankavesi
8. Heitjärvi
9. Iso- ja Vähä-Multiajärvi sekä Sinervä
10. Kalmarinselkä
11. Kankarisvesi
12. Karankajärvi
13. Keitele
14. Kivijärvi
15. Kolima
16. Kuhnamo
17. Kynsivesi
18. Kyyjärvi ja Kimminginjärvi
19. Lannevesi
20. Leppävesi
21. Lies- ja Vanginvesi
22. Mahlunjärvi
23. Muurasjärvi
24. Muuratjärvi
25. Muuruejärvi
26. Petäjä- ja Jämsänvesi
27. Peurunkajärvi
28. Pihlajavesi
29. Pyhäjärvi
30. Päijänne
31. Pääjärvi
32. Rutajärvi
33. Saanijärvi
34. Saarijärvi ja Iso-ja Pieni-Lumperoinen
35. Salosjärvi
36. Saraa- ja Kuusvesi sekä Lievestuoreenjärvi
37. Summasjärvi
38. Suontee ja Viheri
39. Vahankajärvi
40. Vatiajärvi
41. Vuosjärvi

TULVAVAHINGOT (milj.mk) v. 1997 lopun hintatasossa

LIITE 2

Kohde	Maa- talous	Metsä- talous	Raken- nuukset	Teollisuusvahingot aineelliset tuotannoll.		Muut	Kokonais- vahingot
1. Ala- ja Ylä-Kintausjärvi	0,010	0,260	0,760				1,030
2. Alvajärvi	0,050	0,580	0,630				1,260
3. Alva-, Tuomio- ja Palokkajärvi	0,030	0,070	0,400				0,500
4. Angesselkä ja Puttolanselkä	0,070	0,220	0,240				0,530
5. Armisvesi	0,010	0,270	0,600				0,880
6. Elämäjärvi	0,220	0,270	0,060				0,550
7. Hankavesi ja Kuuhanavesi	0,020	0,190	0,540				0,750
8. Heitjärvi	0,020	0,100	0,110				0,230
9. Iso- ja Vähä-Multianjärvi sekä Sinervä	0,030	0,120	0,270				0,420
10. Kalmarinselkä	0,060	0,120	0,140				0,320
11. Kankarisvesi	0,010	0,160	0,330				0,500
12. Karankajärvi	0,070	0,180	0,330				0,580
13. Keitele	1,080	0,070	5,500				6,650
14. Kivijärvi	0,580	0,860	4,990				6,430
15. Kolima	0,100	0,690	1,060				1,850
16. Kuhnamo	0,080	0,180	0,110				0,370
17. Kynsivesi	0,190	0,850	1,250				2,290
18. Kyyjärvi ja Kiminginjärvi	1,830	0,190	0,820				2,840
19. Lannevesi	0,020	0,140	0,410				0,570
20. Leppävesi	0,140		2,480				2,620
21. Lies- ja Vanginvesi	0,090	0,300	0,380				0,770
22. Mahlunjärvi	0,090	0,130	0,110				0,330
23. Muurasjärvi	0,110	0,510	0,390				1,010
24. Muuratjärvi	0,050	0,280	0,980				1,310
25. Muuruejärvi	0,030	0,350	0,410				0,790
26. Petäjä- ja Jämsänvesi	0,240	0,400	0,330				0,970
27. Peurunkajärvi	0,010	0,020	0,240				0,270
28. Pihlajavesi	0,100	0,570	0,460				1,130
29. Pyhäjärvi	0,230	0,630	0,820				1,680
30. Päijänne	2,480	2,090	12,780	1,520	0,520		19,390
31. Pääjärvi	0,260	0,960	1,090				2,310
32. Rutajärvi	0,010	0,300	0,380				0,690
33. Saanijärvi	0,080	0,260	0,190				0,530
34. Saarijärvi sekä Iso- ja Pieni-Lumperoinen	0,030	0,100	0,540				0,670
35. Salosjärvi	0,080	0,530	0,430				1,040
36. Saraa- ja Kuusvesi sekä Lievestuoreenjärvi	0,200		0,900				1,100
37. Summasjärvi	0,070	0,160	0,350				0,580
38. Suontee ja Viheri	0,130	1,600	2,360				4,090
39. Vahankajärvi	0,030	0,150	0,190				0,370
40. Vatianjärvi	0,040	0,170	0,110				0,320
41. Vuosjärvi	0,410	0,950	0,600				1,960
Yhteensä	9,390	15,980	45,070	0,000	1,520	0,520	72,480

Liite 14. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

A. Suurtulvat

1. Lähtötilanteen määrittely

Mitoitusperusteena on käytetty 1/250 vuodessa toistuvaa tulvaa. Virtaamat on määritelty valuma-aluekohtaisesti mittausasemien purkautumiskäyriltä arvioimalla. Havaintosarjojen lyhytaikaisuudesta johtuen (havaintosarjat alle 100 vuotta), virtaamatiedot ovat suuntaa antavia.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Vesistöjen suurtulvien valintaperusteena on käytetty "vesitulvaa", jääpato- ja hyytötulvaa vain eräissä tapauksissa.

Tarkemman tarkastelun kohteina ovat olleet entuudestaan tunnetut tulva-alueet sekä erityisesti taajama-alueet.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Alueen vesistöissä on lähes kaikissa suoritettu jonkinasteisia tulvasuojelu- ja säännöstelytyitä. Ainoastaan Kiiminki- ja Lumijoki sekä Tyrnävän- ja Temmesjoen yläosat ovat "lähes" luonnontilaisia.

Kuivajoen vesistöalue:

Oijärven järjestely on toteutettu ja Oijärveen laskevan Kivijoen alaosan tulvasuojelusuunnitelma on valmistumassa. Kuivajoelle on laadittu myös kalataloudellinen kunnostussuunnitelma, mitä kuitenkaan ole vielä rahoitettu.

Iijoen vesistöalue:

Irni- ja Kostonjärven säännöstelyt on toteutettu ja rakennettu viisi voimalaitosta joen alajuoksulle.

Pudasjärven Kurenalan taajaman tulva-alueella pengerrystyöt käynnissä. Pengerrysten mitoitusvirtaamana on käytetty 1/100...1/200 vuodessa toistuvaa tulvaa.

Oulujoen vesistöalue:

Säännöstelty, säännöstelyaste lähes 100%.

Siikajoen vesistöalue:

Toteutettu Siikajoen yläosan -, -keskiosan -ja Lamujoen järjestelyt sekä Uljuan tekoaltaan rakentamiset.

Pyhäjoen vesistöalue:

Toteutettu Pyhäjärven säännöstely, Haapajärven järjestely , alaosan tulvasuojelutyöt (penkereitä n. 50 km) ja jokisuun perkaus. Pengerrysten mitoitustavirtoimana on käytetty 1/50— 1/ 400 vuodessa toistuvaa tulvaa.

4. Miten tulvia on kohteissa kuviteltu torjuttavan nyt käytettävissä olevin tulvantorjuntakeinoin ja mikä vaikutus tällä on ollut virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vahinkoihin?.

Käytettävissä olevia tulvantorjuntakeinoja , jos tarkastellaan vain nk. vesitulvaa, ovat käytännössä ainoastaan säännöstelyaltaiden mahdollisemman tehokas hyväksikäyttö. Miten siinä onnistutaan, riippuu säännusteiden paikkansapitävyydestä. Mitä paremmin ennusteissa onnistutaan, sitä paremmin voidaan vaikuttaa myös virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja sitä kautta vahinkojen määrään.

5. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat

Arviot perustuvat pelkästään kartta-ainestoihin.Karttoihin on merkitty arviot vahinkokorkeuksista ja käytetty hyväksi korkeuskäyrästäjä.

6. Onko joitakin patoja, joissa patoturvallisuus vaatii erityishuomioita

Alueella on 7 P-patoa, joista 2 on Kalajoen vesistöalueella,27 N-patoa, 10 Kalajoen alueella ja 23 O-patoa, 9 Kalajoen alueella.

Selvitysten mukaan mitään erityistoimia ei tarvita.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen

Tulokset ovat arvioita ja niihin on siten suhtauduttava kriittisesti .Niissä saattaa olla ratkaiseviakin epätarkkuuksia.Pahimpina kohteina on pidettävä Pyhäjoen alaosa, Siikajoen Mankilan aluetta, Kurenalan taajama-alueetta Iijoella, Temmesjoen alaosa sekä Kivijoen alaosa Kuivajoen vesistöalueella.

Pyhäjoen alaosan pengerrysten osalta ei kaikkien penkereiden mitoitustavirtoamat vastaa tässä selvityksessä käytettyä virtaamaa.

Siikajoen vesistöalueelle rakennettu Uljuan tekoallas varastoi 91 mm:n valunnan, mikä ei riitä suurtulvien aikana torjumaan nk.Mankilan alueen tulvaa. Tällöin veden alle jää 5-6000 ha peltoa ja alueen tieyhteydet katkeavat Kurenalan taajaman alueen tulvauhka Pudasjärvellä näyttäisi poistuvan pengerrystöiden valmistuttua.

Temmesjokisuulla perkaustoimenpiteet on suoritettu, mutta niillä ei suurtulvia voitane torjua. Mahdolliset vahingot rajoittavat lähinnä peltoalueille.

Kivijoen pengerryssuunnitelmat ovat lähes valmiit..

8. Mitä voidaan tehdä vahinkojen pienentämiseksi

Mikäli ei huomioida mahdollisia tulevien uusien mitoitusten vaatimia muutoksia rakenteisiin, tulisi tulvantorjuntasuunnitelmat tarkistaa ja laatia suunnitelmat koskemaan kaikkia vesistöjä sekä edelleen tiivistää yhteistyötä eri viranomaisten kesken.

9. Mitä muita toimenpiteitä tulisi tehdä selvityksen tulosten perusteella

Tulisi tarkistaa lähinnä tulvasuojelupengerrysten mitoitusvirtaamat ja ryhtyä mahdollisesti tarvittaviin toimenpiteisiin sekä lähinnä taajama-alueilla yhdessä alueidenkäytön ja ao. kuntien kanssa tarkistaa vahinkoalueet mm. alimman rakennuskorkeuden määrittämiseksi.

10. Tulisiko joidenkin kohteiden vahinkoarvioita myöhemmin täsmentää?

Kyllä. Kuten edellä on jo todettu, vanhojen tulvapengerrysten mitoitusvirtaamat ja eteenkin jokivarsien taajamien kohdat.

B. Rankkasateen aiheuttamat taajamatulvat

1. Lähtötilanteen määrittely

Arviointiperusteena on käytetty arvoa 25 mm tunnissa kahden tunnin aikana.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Tiedustelut lähetettiin kaikille kaupunkikunnille. Palautetta saatiin vain muutamilta ja ne olivat hyvin samansuuntaiset ts. vahingot kohdistuivat lähinnä kellareitiloihin ja alikulkutunneleihin.

3. Mihin vahinkoarviot pohjautuvat?

Kuntien antamiin arvioihin.

4. Tulokset

Selvitysten mukaan suurimmilta sateiden aiheuttamilta vahingoilta on säästyty. Joitakin alikulkuja on tukkeutunut ja siten estänyt liikenteen joksikin ajaksi. Myös joittenkin talojen kellareihin on päässyt vettä, mutta mitään suurempia vahinkoja ei ainakaan ilmoitettu tapahtuneen. Saattaahan olla, että vertailukohdetta ei ole ja esim. mitoituservoissa saattaa olla vielä epäselvyyksiä.

5. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi?

Siirtyä mahdollisilla vahinkoalueilla erillisviemärointiin , tarkistaa putkistojen ja pumppaamoiden mitoitukset (alikulut , kellarit jne..) ja varmistaa , ettei sähkökatkoksia pääsisi syntymää.

6. Mitä muita toimenpiteitä , järjestelyjä ym. tulisi tehdä selvitysten tulosten perusteella ?

Tarkistaa mitoituserusteet ja saada ne asianosasten (kuntien , konsulttien ym.) tietoon.

Heikki Nikkarikoski
20.1.1999

Suurtulvaselvitys Pyhäjoen yläosalla ja Kalajoen valuma-alueella

1. Lähtötilanteen määrittely

Kalajoen ala- ja keskiosalla suurimmat tulvavahingot ovat tulleet jääpatojen aiheuttamista tulvista. Pahin tilanne syntyy silloin, kun kylmää myöhäistä kevättä seuraa lumen nopea sulaminen vesisateiden myötä ja virtaamat nousevat nopeasti aiheuttaen jäiden liikkeellelähdon. Tällaisessa tilanteessa jäät eivät ole ehtineet ohentua tai haurastua.

Vaikka alueella on/on ollut useampia pitkiäkin havaintojaksoja sisältäviä havaintoasemia, ei niiden HQ/HW -toistuvuuksia voida suoraan soveltaa vahinkoja arvioitaessa. Rekisteriin viedyt havaintoarvot perustuvat ilmeisesti useinkin vain yhteen havaintoon/vrk, jolloin jääpadon aiheuttama hetkellinen padotus ei rekisterin tuloksissa näy (liite 1, Alavieska 1913-1979 HW-toistuvuus).

Myös vesistössä tehdyt toimenpiteet kuten säännöstelyt, perkaukset ja pengerrykset ovat muuttaneet viime vuosina ja vuosikymmeninä virtausoloja (liite 2, Pyhäjärvi 1920-1996 HW-toistuvuus). Kalajoen yläosalla kaikki suurimmat järvet kuuluvat säännöstelyn piiriin. Lupaehdoissa määrättyä ylärajaa ei pahimmissa tulvatilanteissa ole voitu noudattaa. Koska järvet ovat ns. moninaiskäyttöön tarkoitettuja, pyritään ne pitämään virkistyskäytön takia avovesikaudella lähellä sallittua ylärajaa, eli harvinaisia poikkeuksia (1/10 - 1/20) lukuun ottamatta vuoden ylivesikorkeus on lähes sama ja havainnoista tehty HW-analyysi "vääristyy". Kalajoella tehdyt säännöstelyt ja suurin osa tulvasuojelutöistä on toteutettu 1970- ja 1980- luvuilla, joten ns. säännöstelty havaintojakso jää varsin lyhyeksi.

2. Tarkasteltavat kohteet

Selvityksessä Kalajoen valuma-alue on jaettu seuraaviin osa-alueisiin: 1) Kalajoen alaosa (Kalajoki-Alavieska), 2) Kalajoen keskiosa (Ylivieska-Nivala), 3) Kalajoen yläosa (Haapajärvi-Reisjärvi) ja 4) Vääräjoki-Siiponjoki (Sievi-Kalajoki). Pyhäjoen yläosa on käsitelty yhtenä kokonaisuutena Pyhäjärven kaupungin alueella.

3. Aikaisemmin kohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Kalajoen yläosalla (F . 1 000 km²) on toteutettu 1970-luvulla säännöstelyitä, jotka vaikuttavat pääuoman virtaamiin myös joen ala- ja keskiosalla. Keväisin yläosalla on käytössä säännöstelytilavuutta n. 100 milj. m³, jolla on voitu pienentää alapuolisia kevään ylivirtaamia 50-150 m³/s.

Kalajoella tehdyt tulvasuojelutyöt;

1) Kalajoen alaosa

- Isorannan tulvasuojelu. Penkereellä suojattu 5 omakotitaloa jääpadon aiheuttamalta tulvariskiltä. Alueelle on rakennettu myöhemmin lisää asuntoja.
- Tyngän tulvapenger. Pienellä penkereellä estetty tulvaveden leviäminen ja pyritty estämään jääpadon muodostumista.
- Alavieskan meijerin tulvapenger. Pienellä penkereellä suojattu meijeri ja 2 omakotitaloa jääpadon aiheuttamalta tulvalta.
- Kalajoen perkaus Alavieskassa. Kalajokea perattu n. 3 km:n matkalta mm. jääpatoriskin vähentämiseksi.
- Alavieskan tulvasuojelu v. 1955-60. Lähinnä pengerryksin toteutettu tulvasuojelutyö, jonka hyötyala on 1 075 ha. Alueella on 10 talouskeskusta.

2) Kalajoen keskiosa

- Kalajoen keskiosan järjestely v. 1967-1996. Porrastuksella, perkauksilla ja pengerryksillä toteutettu laaja tulvasuojelutyö, jonka hyötyalue on n. 3 000 ha. Keskiosan järjestelyhankkeeseen sisältyy myös Hamarinkosken porrastus ja pengerryshanke (hyötyala 200 ha), jolla on voitu mm. pienentää jääpatoaaraa Vajesuvannossa Ylivieskan keskustassa.
- Malisjoen järjestely 1979-82, 1998-99. Perkauksilla toteutettu tulvasuojelutyö, jonka hyötyalue on 1 100 ha.

3) Kalajoen yläosa

- Jämsänkosken porrastus ja Haapajärven säännöstely. Mm. perkauksilla alennettu Haapajärven ylivesikorkeuksia n. 0,5 m.
- Settijoen perkaus ja Settijärven tekojärvi (F = 193 km², V_s = 9,4 m³). Perkauksilla (1950-l) ja tekojärven rakentamisella (1970-l) vähennetty tulva-alueita n. 300 ha.
- Kuonan tekojärvi (F = 130 km², V_s = 9,5 milj. m³). Tekojärven säännöstelyllä pienennetty Kalajoen ylivirtaamia.
- Hautaperän tekojärvi (F = 980 km², V_s = 48,2 milj. m³). Kalajoen yläosan säännöstelyn keskusallas, jolla pienennetään Kalajoen ylivirtaamia ja lisätään alivirtaamia.
- Kalajanjoen järviiniityn kuivatus. Kalajanjoen perkauksilla toteutettu tulvasuojelutyö, jonka hyötyalue on 1 100 ha.
- Juurikan (F = 22 km², V_s = 3,6 milj. m³) ja korpisen (F = 30 km², V_s = 5,2 milj. m³) tekojärvet. Tekojärvien säännöstelyllä tehostetaan Kalajanjoen tulvasuojelua.
- Reis-Vuohojärven ja Kiljanjärven säännöstelyt (F = 360 km², V_s . 20 milj. m³). Säännöstelyillä alennettu järvien ylivesikorkeuksia ja pienennetty keväisin ylivirtaamia.
- Kalajanjoen yläosan kaukokäyttö ja kaukovalvonta. Säännöstelypatojen kaukokäytöllä ja reaali-aikaisella havainnoinnilla yhdessä ennustemallien kanssa tehostetaan oikea-aikaista säännöstelyn käyttöä.

4) Vääräjoki ja Siiponjoki

- Vääräjoen perkaus. Vääräjoen alaosalla toteutettu perkaushanke, jonka hyötyalue on 660 ha.
- Evijärven kuivatus. Perkaamalla ja pengertämällä toteutettu tulvasuojeluhanke, jonka hyötyalue on 930 ha.
- Siiponjoen perkaus. Joen perkauksella poistettu tulva-alueita n. 440 ha.

Pyhäjoen yläosan perkauksilla ja Pyhäjärven säännöstelyllä on laskettu Pyhäjärven ylivesikorkeuksia n. 1 m ja pienennetty joen kevätylivilvirtaamia.

4. Tulvien torjunta

Kalajoen yläosalla on säännösteltyjä järviä tai tekoaltaita, joiden yhteinen säännöstelytilavuus on n. 100 milj. m³. Normaalikeväänä altaisiin ja järviin voidaan varastoida sulamisvesiä tulvahuipun aikana 50-150 m³/s. Mikäli Kalajoen alaosalla on tiedossa tai ennakoitavissa uhkaava jääpato, säännöstelyllä voidaan viivästyttää jäiden liikkeellelähtöä, jolloin jäät ehtivät ohentua ja heikentyä. Säännöstelykäytön ratkaisut tehdään tapauskohtaisesti. Onnistunut säännöstely edellyttää luotettavaa ennustemallia ja reaaliaikaista havainnointia ja luukkujen ohjausta. Pidisjärven lämpövarastoa on käytetty keväisin alapuolisen jokiuoman jäiden heikentämiseen.

Kalajoen alaosalla (Kalajoki kk, Tynkä, Alavieska) on käytetty jään sahausta ennakkotorjuntatoimenpiteenä sellaisissa kohteissa, joissa jääpadon aiheuttama tulvariski on suuri ja joissa jään edistetty liikkeellelähtö ei aiheuta tulvavaaraa alapuolella. Jään sahauksesta on saatu positiivista palautetta. Alavieskassa ja Kalajoella on käytetty jään hiekoittamista jään ohenemisen edistämiseen. Syntyneen jääpadon purkamiseksi on tarvittaessa käytetty jäiden konekaivua ja räjäytyksiä.

5. Vahinkoarviot

Selvityksessä vahinkoarviot perustuvat Kalajoen ala- ja keskiosalla 1970-luvun loppuun ja 1980-luvun alkupuolella sattuneisiin jääpatotulvien aiheuttamiin vahinkoihin, joihin on karttatarkastelun ja silmämääräisen maastoarvion perusteella lisätty todennäköiset uhanalaiset kohteet harvinaisemmassa tulvatilanteessa.

Tulva-alueiden vahinkokohteet on määritetty siten, että pinta-alaltaan yhtenäiset yli 100 ha pelto/metsäalueet ovat kartoituksessa mukana. Tulva-alueiden laajuus on arvioitu siten, että v. 1982 kevättulvalla (Tr . 1/30) kartoitettuihin tulva-alueisiin tai aikaisemmin toteutettujen tulvasuojelutöiden hyötyalueisiin on lisätty 25 %, jonka on arvioitu vastaavan keskimäärin n. 0,5 m korkeampia vesikorkeuksia. Taajama-alueilla vahinkoalueiden suuruus on arvioitu 1970- ja 1980-luvuilla sattuneiden tulvien perusteella. Teollisuus-, liike- yms. vahingoissa on arvioitu ainoastaan rakennusvahingot.

Vahinkoja arvioitaessa on käytetty seuraavia hintoja LSU:n ohjetta soveltaen:

- liike-, teollisuus- tms. rakennus	300.000 mk/kpl
- asuinrakennus/-huoneisto	200.000 "
- loma-asunto	50.000 "
- maatalouskeskus	250.000 "
- pelto (sisältää tilustievahingot, oijen tukkeentumisen yms.) ym.	4.000 mk/ha
- tiet	100.000 mk/km

6. Padot

Patoturvallisuustarkastelun ja toistuvuusanalyysien perusteella Kiljanjärven maapato sekä Kiljanjärven maapato sekä Kiljanjärven ja Myllysilän säännöstelypadot eivät kestä toistuvuudeltaan Tr 1/250 tulvia. Patojen rakenne- ja laitevahinkojen lisäksi padot eivät aiheuta katastrofivaaraa eikä merkittäviä lisävahinkoja. Patojen vahingoksi on arvioitu niiden jälleenhankintahinta 1,5 mmk.

7. Yhteenveto

Selvityksen mukaan suurtulvan sattuessa vahingot Kalajoen vesistöalueella ovat 90 mmk ja Pyhäjoen yläosalla 2,6 mmk. Erityisen vaikea vahinkojen arviointi on Kalajoen alaosalla, jossa vahingot aiheutuvat jääpatojen aiheuttamista tulvista. Epäedullisissa olosuhteissa muodostuvan padon aiheuttamat vahingot saattavat olla huomattavastikin arvioitua suuremmat.

Liite 15. Kainuun ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Lähtötilanteen määrittely

Tarkastelun lähtökohtana ovat olleet tulvat, joiden toistuvuus on 1/250 a. Säännöstelemättömissä vesistöissä tulvan korkeustaso on ekstrapoloitu pääosin Suomen ympäristökeskuksessa tehtyihin laskentoihin perustuen. Säännöstelyissä vesistöissä tulvan korkeustasoa on arvioitu tapauskohtaisesti. Säännöstelemättömissä vesistöissä mitoitustulva on lumien sulamisesta aiheutuva tulva. Voimalaitospadoille laadittujen hydrologisten tarkastelujen (patoturvallisuuskansiot) perusteella mitoituksen määräävä tulvatilanne on useimmissa tapauksissa Kainuussa syystulva, joten säännöstelyissä vesistöissä mitoitustulvana on pääosin käytetty syystulvaa.

2. Tarkasteltavat kohteet ja niiden valintaperusteet

Maanpinnan muodostuksesta ja järvien voimakkaasta säännöstelystä johtuen ei Kainuun alueella ole kovin suuria tulva-alueita. Tämän vuoksi tarkasteluun on otettu myös varsin pieniä tulva-alueita. Tarkasteluun valittiin tiedossa olevat tulva-alueet sekä ne kohteet, joista on olemassa pitkäaikaisia havaintosarjoja. Erilliset tulvakortit on laadittu niistä kohteista, joiden arvioidut tulvavahingot ovat yli 100 tmk. Yhteenvedotaulukossa (liite) on laskettu omalle rivilleen pienet kohteet (yhteensä 11 kohdetta), joista ei kuitenkaan ole laadittu erillistä tulvakorttia.

Tarkastelun ulkopuolelle rajattiin suppotulvat sekä jääpatojen aiheuttamat tulvat. Näidenkin esiintyminen on Kainuussa erittäin harvinaisia ja niistä aiheutuvat vahingot ovat olleet vähäisiä. Esimerkiksi vuonna 1998 ei ollut yhtään jääpatojen aiheuttamaa ongelmatilannetta. Ja suppoutumisen vaikutuksesta syntyneitä patoja poistettiin kaivinkoneella kahdessa kohteessa.

3. Aikaisemmin vahinkokohteissa tehdyt tulvasuojelutyöt

Kainuun alueella ei ole tehty varsinaisia tulvasuojelutöitä lukuun ottamatta Oulujärven ja Sotkamon järvien säännöstelyn toteuttamista, joiden yhtenä tavoitteena oli tulvasuojelu. Muiden hankkeiden yhteydessä on tehty pieniä tulvasuojeluun liittyviä toimenpiteitä.

4. Miten tulvia on kuviteltu torjuttavan nyt käytössä olevin tulvantorjuntakeinoin

Säännöstelyissä vesistöissä vesistömalleja kehitetään jatkuvasti säännöstelijän ja Suomen ympäristökeskuksen toimesta, jolloin poikkeuksellisten tulvien ennakointimahdollisuudet parantuvat.

Säännöstelemättömistä vesistöistä tulvasuojelun kannalta merkittävin on Kuhmon kaupungin välittömässä läheisyydessä sijaitseva Lammasjärvi. Kuhmon kaupungin viranomaiset ovat arvioineet, että tarkastellun tulvan aiheuttamat va-

hingot vaihtelevat muutamasta sadasta tuhannesta aina miljooniin markkoihin riippuen siitä, miten hyvin tilanne pystytään ennakoimaan ja siten aloittamaan tulvantorjuntatoimenpiteet. Täsmällistä tulvantorjuntasuunnitelmaa kunnalla ei toistaiseksi ole, mutta mahdolliset keinot on kartoitettu.

5. Mihin vahinkoarviot perustuvat

Vahinkoarviot perustuvat pääosin peruskartalta tehtyyn tarkasteluun. Mahdollisuuksien mukaan työssä on hyödynnetty vanhojen suunnitelmien maastomittauksia sekä aiemmin laadittuja tulvaselvityksiä (lähinnä säännöstellyt järvet).

Rakennuksille aiheutuvia vahinkoja on arvioitu pääosin siten, että tulvan oletetaan nousevan sokkelitasoon tai lattiatasoon saakka. Myöskään näiden osalta ei ole tehty tarkentavia mittauksia maastossa. Valtaosa tulvahaitoista kärsivistä rakennuksista on loma-asuntoja, joiden keskimääräiseksi pinta-alaksi on valittu 30 m². Sokkelitason kastumisesta aiheutuvan vahingon suuruutena on käytetty keskimäärin 390 mk/m². Mikäli vesi on noussut sokkelitason yläpuolelle on vahingoksi arvioitu 660 mk/m². Edellä esitetyjä arvoja (pinta-ala, yksikkökustannukset) on sovellettu tapauskohtaisesti (esimerkiksi taajamien vaikutus). Metsämaalle ei ole arvioitu aiheutuvan vahinkoa, mikäli kyseessä on lumen sulamisesta aiheutuva kevättulva. Teille, silloille ja rummuille aiheutuvista vahingoista keskusteltiin erikseen Tielaitoksen kanssa.

6. Onko joitakin sellaisia patoja, joiden patoturvallisuus vaatii erityistä huomiota

Patoturvallisuuden piiriin kuuluvilla padoilla on tehty patojen haltijoiden toimesta turvallisuustarkastelu, joissa mitoitustilanteena on ollut 1/500 - 1/700 toistuvat virtaamat. Em. selvitysten perusteella nyt tarkasteltavasta tilanteesta ei aiheudu patoturvallisuusriskiä.

7. Tulokset, niiden yhteenveto ja pahimmat kohteet perusteluineen

Tulokset on esitetty liitteenä olevilla lomakkeilla sekä yhteenvetotaulukossa. Virhemarginaalia aiheutuu paitsi ekstrapoloinnista myös siitä, että haitta-alueet on arvioitupääasiallisesti peruskartoilta (tulvarajan arvioiminen korkeuskäyrien väliin ja rakennustietojen ajantasaisuus). Toisaalta rakennusten osalta voidaan todeta, että viime aikoina rantarakentamisessa on rakennuspaikan korkeuteen kiinnitetty aiempaa enemmän huomiota.

pellot ja metsät

Yli 50 ha:n suuruisia yhtenäisiä kohteita ei todettu kuin Vuolijoella ja Neittävänjoella.

Oulujärvellä alueiden yhteenlaskettu pinta-ala ylitti 50 ha.

rakennukset

Haitat rakennuksille kohdistuvat pääasiassa kesämökeille. Kuhmossa taajama-alueella haittaa aiheutuisi muutamille julkisille rakennuksille, laitoksille sekä n. 20 pientaloille.

tiet ja kadut

Tulvasta aiheutuu haittaa teille ja kaduille 12 kohteessa. Tiet ovat pääosin pieniä kantateitä. Kuhmossa taajaman alueella haittaa aiheutuu kaavateille n 8 km. Yhteensä haittaa teille tulee n. 17 km.

sillat ja (rummut)

Haittaa aiheutuu 8 kohteessa lähinnä.

pahimmat kohteet

Pahin kohde on Kuhmossa Lammasjärven tulva-alueella, joka sijaitsee Kuhmon kaupungin keskustaajama-alueella.

Kaikkiaan voidaan todeta, että valtaosa vahingoista aiheutuisi Kainuussa asuin- tai lomarakennuksille. Julkisille rakennuksille ja teollisuuslaitoksille aiheutuisi vahinkoja ainoastaan Kuhmossa (Lammasjärvi). Pelloille ja metsille aiheutuvat vahingot ovat merkitykseltään huomattavasti vähäisempiä.

8. Mitä voitaisiin tehdä vahinkojen pienentämiseksi

Koska valtaosa vahingoista kohdistuu rakennuksiin, on alimmista rakennuskorkeuksiin liittyvää tiedotustoimintaa jatkettava ja tehostettava. Näihin kysymyksiin pureutuvat myös uudistuva lainsäädäntö sekä rantakaavoitus.

9. Vahinkoarvioiden mahdolliset myöhemmät täsmennykset

Vahinkoarvioita tulisi täsmentää erityisesti Kuhmon kaupungin toimesta Kuhmon keskustaajaman osalta, jossa tulisi selvittää kaikkien rakennusten rakennuspaikkojen korkeus, teollisuuslaitoksille sekä kunnallistekniikalle aiheutuvat haitat tarkemmin, jonka jälkeen tulvantorjuntasuunnitelmaa tulisi täsmentää ja toiminta ohjeistaa.

Muilta osin Kainuun ympäristökeskus katsoo, että mikäli karttaperusteinen tarkastelu riittää tähän selvitykseen, ei täsmennyksiä ole tarpeen tehdä. Mikäli halutaan parempaan tarkkuuteen, edellyttää se merkittävimpien vesistöjen sekä loma-asutus keskittymien kartoittamista maastomittauksin.

Liitteet: Yhteenvetolomake

Kohde	Maa- talous	Metsä- talous	Rakennukset	Tiet ja sillat	Yleiset palvelut	Teollisuusvahingot aineelliset	Teollisuusvahingot tuotannoll.	Muut	Kokonais- vahingot
Iijärvi	0,040		0,450	0,020					0,510
Jormasjärvi	0,018		0,412						0,430
Kiantajärvi	0,005		0,220						0,225
Lammasjärvi			1,320	0,300		?	?		1,620
Lentua	0,003		0,150	0,020					0,173
Naamankajärvi	0,021		0,200						0,221
Neittävänjoki	0,102		0,133						0,235
Nuasjärvi ja Rehja	0,030		0,160						0,190
Otermajärvi	0,040	-	0,150	0,080					0,270
Oulujärvi		0,192	0,433						0,625
Sotkamon järvet	0,030		0,120	0,040					0,190
Suolijärvi	0,012		0,060						0,072
Vuolijoki	0,030	0,260							0,290
Muut pienet kohteet	0,080	0,060	0,179	0,100					0,419
Yhteensä	0,411	0,512	3,987	0,560	0,000	0,000	0,000	0,000	5,470

Liite 16. Lapin ympäristökeskuksen suurtulvaselvitys

1. Johdanto

Tässä selvityksessä arvioidaan kerran 250 vuodessa toistuvien tulvien aiheuttamia vahinkoja. Lisäksi työssä selvitetään kaupunkialueilla rankkasateen aiheuttamia vahinkoja. Tarkastelualueena on koko Lapin läänin alue ja kaikki sen vesistöt.

Lapissa suurimmat virtaamat syntyvät keväällä lumen sulamisen seurauksena. Tulvien suuruus ja siten myös syntyvien vahinkomäärien suuruus riippuu pääasiassa mm. lumen sisältämästä vesimäärästä, vuorokautisen keskilämpötilan kohoamisnopeudesta ja lumen sulamisen aikana tapahtuvasta vesisateen määrästä. Lapin joet kulkevat syvässä uomassa, joten keskimääräistä selvästi suuremmatkaan tulvat eivät aiheuta sanottavaa vahinkoa. Sen sijaan vahinkoa aiheuttavat jääpadot, joita muodostuu lähes vuosittain tietyille jokijaksoille.

Tässä tulvan aiheuttamassa vahinkotarkastelussa ovat mukana kaikki rakennukset (asuinrakennukset, talusrakennukset, vapaa-ajanrakennukset), rakenteet (sillat, tiet, erityiskohteet) ja maa- ja metsätalousalueet.

Tarkastelu on tehty vesistöalueittain:

1. Simojoen vesistö
2. Viantienjoen vesistö
3. Kemijoen vesistö
4. Tornion-Muonionjoen vesistö
5. Paatsjoen vesistö
6. Tenojoen vesistö

Vesistöaluekohtaisessa selvityksessä on kerrottu lyhyesti:

- * alueen hydrologisia ominaisuuksia
- * aiemmin olleita huomattavia tulvia
- * tehtyjä ja suunnitteilla olevia tulvantorjuntatöitä
- * arvio 1/250a tapahtuvan tulvan vahingoista
- * vesistöalueen yhteisvahinkomäärä.

2. Lähtötietojen määrittäminen

Virtaamat ja tulvakorkeudet määritettiin yhteistyössä Suomen ympäristökeskuk-
sen kanssa. Määrittäminen tehtiin SYKE:n havaintoasemien tietojen pohjalta.
Ounasjoen osalta vedenkorkeudet määritettiin virtausmallin avulla. Tulvasta ai-
heutuvat vahingot on arvioitu yhteistyössä alueellisten viranomaisten (kunnat,
tielaitos) kanssa. Määriteltäessä tulvasta aiheutuvia vahinkoja käytettiin apuna
aiempina vuosina maksettuja tulvavahinkokorvauksia, joiden avulla saatiin mää-
ritettyä keskimääräinen vahinko kastuneille rakenteille. Kuntien antama arvio kas-
tuvien rakenteiden määrästä perustuu käytettävissä olleen mitatun tiedon (pe-
rustamiskorkeuksia ja aluevaaituksia) lisäksi kokemukseräiseen tietoon kunnan
alueella sijaitsevien rakennuspaikkojen ”tulvaherkkyydestä”. Lapin tiepiirin anta-
ma selvitys teille ja silloille aiheutuvista vahingoista perustuu alueellisten tiemes-
tareiden antamiin arvioihin.

Työ pohjautuu paljolti arviointiin, vaikkakin laskennalliset arvot tulvavirtaa-
mista ja -korkeuksista saatiin kaikille havaintoasemille. Kohteille, jonne ei saatu
laskettua arvoa, käytettiin arvioitua arvoa. Arvion perustana oli laskettu arvo ver-
tailuvesistöön. Mikäli vertailuvesistöä ei ollut käytettävissä, arvioitiin 1/250a tois-
tuvan tulvan korkeudeksi $HW + 30$ cm. Laskennasta saatujen harvinaisuudes-
saan kerran 250 vuodessa toistuvan tulvan taso vaihteli järvalueilla välillä HW
 $+10$ - $HW +70$ ollen keskimäärin $HW + 30$.

Työssä ei ole arvioitu kyseisen virtaaman aikana syntyvien jääpatojen aiheut-
tamia vahinkoja. Mahdollista ja myöskin ilmeistä kuitenkin on, että kyseisen suu-
ruiset virtaamat syntyvät keväällä nopean lumensulamisen seurauksena. Tällöin
jää ei ehdi puikkoontua tai muutoin heikentyä. Virtaamien kasvaessa nopeasti
jääät lähtevät liikkeelle vahvoina ja voivat siten aiheuttaa massiivisia jääpatoja. Vir-
taamien nopean kasvun seurauksena veden korkeus jääpadon yläpuolella voi ai-
heuttaa alueelle merkittäviä vahinkoja.

Tulvakorkeuden määrittämisen lisäksi ongelmana oli karttamateriaalin van-
huus ja kuntien puutteelliset tiedot vanhojen rakennusten korkeuksista. Toisaalta
täytyy todeta, että vanhojen rakennusten kastuminen tulvan seurauksena on jo
sinällään harvinaista. Mikäli halutaan tarkempia arviota vahingoista ja niiden laa-
dusta, täytyy tarkastelussa suorittaa huomattava määrä maastokäyntejä ja mitta-
uksia. Tämän selvityksen yhteydessä ei maastokäyntejä tai mittauksia ole suori-
tettu.

3. Lumen sulamisesta aiheutuvat kevättulvat

3.1 Simojoen vesistöalue

Simojoen vesistöalue on kooltaan 3 160 km² ja järvisyys 5,66 %. Sen valuma-alueen ominaisuuteen kuuluu herkkä reagointi vesisateista tai lumen sulamisesta syntyviin valuntavesiin. Tämän seurauksena virtaamien kasvunopeus lumen sulamisen aikana on erittäin nopeaa. Nopean sulamisen ja joen alaosan jyrkkyyden seurauksena jäät lähtevät usein vahvoina liikkeelle. Simojoella ovatkin tyypillisiä jääpatojen aiheuttamat tulvat, joita esiintyy joen alajuoksulla välillä Hosionkoski - Perämeri. Suuresta vesimassasta johtuvia tulvavahinkoja tapahtuu lähinnä vain jokisuulla, Simonkylällä, Jokikylällä ja Tainijokisuun alueella. Simojoen yläjuoksulla mainittavia tulvavahinkoja ei ole esiintynyt.

Simojoen tulvat

Simojoella on esiintynyt vahinkoa aiheuttavia tulvia varsin useasti. Vuosina 1984 ja 1985 joki tulvi aiheuttaen runsaasti vahinkoa. Vuonna 1987 syntyi vielä mittavammat vahingot, jolloin vahinkoarvio oli rakennusvahinkojen osalta 2,9 miljoonaa markkaa ja muiden vahinkojen osalta 0,4 miljoonaa markkaa. Tulvat ovat tyypillisesti olleet jääpatotulvia, pelkästä suuresta tulvivan veden määrästä johtuvia vahinkoja ei juuri ole ollut. Pahimmin kastuneita alueita ovat olleet Asemanseutu eli kuntakeskus, Jokikylä ja Simonkylä.

Tulvantorjunta

Simon kunnan alueella, lähinnä Asemanseudulla ja Simojoen sualueella, on rakennettu 1990-luvun alussa useita tulvapenkereitä. Lisäksi on suoritettu ruoppauksia, jolloin mataloituneet, lietteiset väylät pystyvät tehokkaammin johtamaan pois tulvavettä, eikä jään takertuminen pohjaan tapahdu yhtä herkästi kuin aiemmin. Jääpatojen ehkäisynä on suoritettu keväisin jäänsahauksia ja -hiekoituksia.

Arviot tulvavahingoista

Simoon rakennettujen tulvapenkereiden harjakorkeudet ovat vajaat puoli metriä mitattujen huipputulvien yläpuolella. Tässä selvityksessä on oletettu, että tarkastelussa käytettävällä virtaamamäärällä vesi nousisi osittain tulvapenkereiden suojaamille alueille.

Suurimmat vahingot Simojoen varressa tulisivat Jokikylälle, yhteensä yli 3,3 miljoonaa markkaa. Myös Simonkylällä tulisi vahinkoja lähes 1,5 miljoonan markan edestä. Tainijoella vahinkoarvioksi saatiin hieman vajaat 0,3 miljoonaa markkaa. Ylempänä jokivarressa vahinkojen määrä jäänee varsin pieneksi. Tielaitoksen antaman arvion mukaan silloille kuvatuunlainen tulva aiheuttaisi noin 20 miljoonan markan vahingot ja tiepenkereille 50 miljoonan markan vahingot.

Simojoen tulvien kokonaisvahingot olisivat yhteensä noin 75 miljoonaa markkaa.

3.2 Viantienjoen vesistöalue

Viantienjoen vesistö on pieni vesistöalue Simo- ja Kemijokien välissä. Vesistöalueen pinta-ala on 125 km² ja järvisyys 0,01 %.

Viantienjoella joudutaan lähes vuosittain suorittamaan joen pienuudesta huolimatta varsin mittavia jääpatojen torjuntatoimia. Alueen ongelmana on nopea jäänlähtö vähäisellä virtaaman kasvulla. Tämän seurauksena jäät tarttuvat karikkoalueille kiinni ja muodostavat jääpadon. Kohteen välittömässä läheisyydessä on omakotitalo, jota joudutaan suojaamaan. Kohteen tulvantorjuntasuunnitelma on suunnitteluvaiheessa. Ilman jääpatojen muodostumista Viantienjoella ei tapahtuisi mainittavia tulvavahinkoja.

Tarkastelussa käytettävällä virtaamalla alueella ei synny merkittäviä vahinkoja, mikäli jääpatoja ei synny.

3.3 Kemijoen vesistöalue

Kemijoen vesistö on valuma-alueeltaan maamme toiseksi suurin. Sen valuma-alue on kooltaan 51 077 km², mutta järvisyys on Lokka ja Porttipahtakin huomioiden vain 4,3 %.

Säännöstelyaltaista ja voimalaitosrakentamisesta huolimatta suurtulvat aiheuttavat huomattavia vahinkoja. Rakentamisen vaikutukset Kemijoella ulottuvat jokisuusta Kitisen ja Kemijoen yhtymäkohtaan sekä edelleen Kitistä Porttipahtaan ja Luiroa Lokkaan. Sivuvesistöissä rakentamisen vaikutukset ulottuvat Raudanjoessa Olkkajärveen; Kaihuan ja Vanttausjoen vesistössä Iso-Kaihuaan, Iso-Kaarniin, Pikku-Kaarniin ja Vanttausjärveen, Juotasjoen vesistössä Juotasjärveen sekä Jumiskojoen vesistössä Suolijärviin ja Isojärveen saakka.

Aiemmat tulvat

Aiemmista tulvista rajuimmat ovat olleet keväällä 1741 ja 1859. Viimeksi mainittua tulvaa kutsutaan Saulin tulvaksi ja sen korkeus on 22. - 24. toukokuuta ollut noin 10 metriä normaalipintaa ylempänä. Vuosina 1825 ja 1868 tulvan korkeus Rovaniemen kirkon kohdalla on ollut noin 8 metriä. Tulvien syyksi on usein mainittu ankara talvi ja suuri lumenmäärä sekä myöhäinen kevät. Jääpatojen osuudesta ei ole mainintoja, mutta epäilemättä jääpatotulviakin on ollut. Voimalaitosten rakentamisen jälkeen pahimmat tulvat ovat olleet 1981 ja 1993. Vuonna 1993 tulvan korkeus kesävedenpinnasta oli noin 5,3 m. Kevään 1981 vaikean tulvatilanteen aikana silloinen Vesihallitus joutui erittäin nopeasti hakemaan Pohjois-Suomen vesioi-keudelta vesilain 12. luvun 19. pykälän mukaista poikkeuslupaa Kemijärven säännöstelyn ylärajan tilapäiseksi ylittämiseksi, jotta tulvavahinkoja lähinnä Rovaniemen alueella voitaisiin pienentää.

Tulvat rakennetulla vesistön osalla

Rakennetuissa sivuvesistöissä ei ole ilmennyt tulvavahinkoja Raudanjoen Jyrhämäjärveä lukuun ottamatta. Toisaalta Kemijoen korkeimmat tulvat ulottuvat myös Jyrhämäjärveen. Rakenteille vahinkoja aiheuttaneita tulvia rakennetulla pääuomalla on ilmennyt Taivalkosken ja Osauskosken välillä (Tervola), Valajaskosken ja Vanttauskosken välillä (Rovaniemen seutu) sekä Kemijärven ja Kitisen välisellä jokiosalla. Porttipahdan juoksutukset eivät ole aiheuttaneet sanottavia hyyde- tai jääpatotulvia Kitisessä. Sen sijaan Lokan juoksutuksista on aiheutunut vahingollisia hyyde- ja jääpatotulvia. Juoksutus Luirojokea pitkin on nykyisin hyvin vähäistä, sillä vedet johdetaan Vuotson kanavan kautta Porttipahtaan.

Kemijoen vesistön luonnontilaisella osalla on rakennuksille ja muille rakenteille aiheutunut tulvavahinkoja Kemihaarassa ja Ounasjoella. Kemihaarassa vahinkokohteet ovat olleet Kuolajoen (Salla) ja Niemijoen (Savukoski) suussa sekä Kemihaaran varressa Kairijoen ja Kitisen välillä (Savukoski-Pelkosenniemi). Ounasjoen varressa rakenteisiin kohdistuneita tulvavahinkoja on ollut Kaukosen ja Niivankylän (Kittilä-Rovaniemen mlk) välillä. Kemihaaran ja Ounasjoen tulvavahingot ovat useimmiten syntyneet jääpatojen seurauksena. Loma-asuntoihin kohdistuneita vahinkoja on tapahtunut lähes koko Kemijoen vesistöalueella.

Tulvantorjunta

Kemijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa (Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 111; v. 1988) on selvitetty, kuinka nykyisten rakenteiden ja säännöstelyn mahdollistamat juoksutus- ym. toimenpiteet tehtäisiin oikein ja riittävän ajoissa siten, että tulvien aiheuttamat *kokonaisvahingot* voitaisiin rajata pienimpään mahdolliseen. Tulvantorjunnan toimintasuunnitelman pohjana on käytetty vuonna 1983 valmistuneita karkeita Kemijoen maksimitulvalaskelmia. Niissä tarkasteltujen tulvien toistuvuudet olivat kerran 200 - 300 vuodessa.

Kemijoen vesistössä suurimmat säännöstelyaltaat ovat Lokka, Porttipahta ja Kemijärvi. Tulvan aikana Lokasta ja Porttipahdasta ei juoksuteta vettä lainkaan. Ainoa säännöstelyallas, jolla voidaan vaikuttaa alisen Kemijoen huippuvirtaamisen ajoittumiseen, on siis Kemijärvi. Tulvantorjunta Kemijoen vesistössä pohjautuukin paljolti Kemijärven altaan täyttämiseen ja jopa ylittämiseen. Kemijärven täyttäminen pyritään suorittamaan siten, että Kemijoen ja Ounasjoen tulvahuiput eivät sattuisi samanaikaisesti Rovaniemen kohdalle. Kemijärven altaan tilavuus on kuitenkin niin pieni, että suurimpia virtaamia sillä voidaan parhaimmillaankin leikata vain muutaman päivän ajan. Kitisen rakentamisen seurauksena virtaamiin on voitu vaikuttaa aiempaa enemmän, mutta selkeästi lisää säännöstelyhyötyä saavutettaisiin Vuotoksen altaan rakentamisella. Suurimpien tulvien aikana on ollut vaarana Rovaniemen seudulla oleva Saarenkylän kastuminen ja Kemijärvellä Kemijärven ylittyminen. Saarenkylässä olevaan Vitikanpähän onkin rakennettu matalimmille alueille tulvapenkereet. Kemijärvelle on rakennettu penkereitä säännöstelyn vuoksi. Ounasjoella ja muilla vesistön luonnontilaisilla osilla virtaamiin ei voida vaikuttaa. Sen vuoksi toimenpiteisiin ryhdyttäessä näillä vesistöosilla tulee harkita, ettei esimerkiksi jääpatoja siirretä kohtaan, missä jääpato aiheuttaisi vielä suurempaa vahinkoa. Ounasjoella se merkitsee sitä, että jääpatoa ei saisi päästää syntymään Kemijokeen Ounasjoen suun ja Valajaskosken välille.

Arvio tulvavahingoista

Kemin seutu

Kemijoen suun alueella Kemin kaupungissa ei näyttäisi syntyvän tulvan aiheuttamia vahinkoja. Ainoat ongelmatilanteet syntyisivät patomurtumien seurauksina, mutta tarkastelluilla virtaamilla patomurtumia ei pitäisi syntyä. (Vahinkovaa- raselvitys/1990/Pohjolan voima). Kemijoen tulvat eivät vaikuta meren vedenpinnan korkeuteen. Sen sijaan myrskyt voivat aiheuttaa äkillisen merivedenpinnan nousun. Viimeksi tällainen tapahtui vuonna 1983 Mauri-myrskyn aikana, jolloin vesipinta nousi hyvin lyhyessä ajassa kaksi metriä. Seurauksena oli katujen tulvimista ja veden tunkeutumista kellareihin, eli samantyyppisesti kuin rankkasadetilanteissa.

Kemin kaupunki arvioi myös ne vahingot, jotka annettu mitoitussade (sateen kesto 2 tuntia, sademäärä 50 mm, sateen rankkuus 25 mm tunnissa) aiheuttaisi. Rankkasateen seurauksena vahingot olisivat yhteensä n. 1,5 milj. markkaa.

Kemi - Rovaniemi

Kemin ja Rovaniemen välisellä osuudella syntyisi vahinkoja Kemijoelle laaditun tulvantorjuntasuunnitelman mukaan 8,5 milj. mk.

Välillä Kemi - Rovaniemi vahinkoja syntyy yhteensä 8,5 milj. mk:n arvosta.

Rovaniemen seutu

Rovaniemen seudulla tarkastelussa oleva tulvakorkeus (Saarenkylä 79.00) aiheuttaa suuria tulvavahinkoja. Pahin tilanne syntyy silloin, kun Rovaniemen kohdalla Ounasjoen ja Kemijoen tulvahuiput ajoittuvat samanaikaisesti.

Saarenkylässä Rovaniemen maalaiskunnassa tulisi arviolta vahinkoja lähes 24,0 miljoonan markan edestä, tosin arviosta puuttuu rakenteilla oleva Saarenkylän terveyskeskus, jossa on mm. röntgenlaitteita ja muita arvokkaita kojeita.

Suurtulva aiheuttaisi rahallisesti varsin mittavia vahinkoja myös Rovaniemen kaupungissa, suurimpana yksittäisenä kohteena Arktikum, arktinen tutkimuskeskus, museoineen ja tutkimustiloineen Ounasjokirannassa. Vahingot olisivat lähes 10,0 miljoonaa markkaa. Muut kohteet Rovaniemen kaupungissa ovat Lainaannan kerrostaloalue, jossa vaaravyöhykkeessä on 10 - 15 kerrostaloa, Kirkkolammen ympäristö, jolloin kastumisvaarassa ovat terveyskeskussairaalan huoltorakennukset ja 5 - 10 omakotitaloa Kirkkolammen pohjoispäässä ja muutamia omakotitaloja Rantavitikan asuntoalueen pohjoispäässä. Vahingot olisivat lähes 6,0 miljoonaa markkaa. Vahinkojen kokonaismäärä olisi siten Rovaniemen kaupungin alueella yhteensä 15,7 miljoonaa markkaa.

Pienempiä vahinkoja Rovaniemen seudulla tulee maalaiskunnan alueella lähinnä Rautiosaaressa Valajaskosken voimalaitoksen alapuolella ja Koskenkylässä Rovaniemeltä Kemijokivartta noin 10 km ylävirtaan. Näiden vahinkojen yhteismäärä olisi noin 2,7 miljoonaa markkaa.

Rovaniemen seudulla syntyy vahinkoja yhteensä 42,4 milj. mk.

Rovaniemi - Kemijärvi

Kemijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelman mukaan Saarenkylän yläpuolisen ja Seitakorvan padon alapuolisen alueen vahingot ovat yhteensä 0,15 milj. mk.

Kemijärvi

Kemijärven seudulla vahinkojen kokonaismäärä nousee runsaaseen 5,0 miljoonaan markkaan sijoittuen kutakuinkin tasaisesti eri puolille Kemijärveä. Kemijärven osalta vahinkojen suuruuteen vaikuttaa Rovaniemen seudun, lähinnä Saarenkylän ja Arktikumin, suojelemiseksi tehtävät toimenpiteet. Kemijärven tulvan aikaiset juoksutukset pyritään hoitamaan siten, että Ounasjoen ja Kemijoen suurimmat virtaamat eivät ajoittuisi samoille päiville Saarenkylän alueella. Näillä toimilla voidaan pienentää jonkin verran yhteenlaskettuja vahinkoja Rovaniemen ja Kemijärven alueilla.

Laskennassa käytetyllä virtaamalla tulvaveden pinta olisi noin 1,7 m säännöstelyrajan (N + 60 149.00) yläpuolella. Palautuslaskelmilla on osoitettu (Kemijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma, VYH 1988) että luonnontilai-

nessa Kemijärvässä esimerkiksi vuoden 1981 tulvakorkeus olisi ollut tasossa N +60 151.48.

Kemijärvellä syntyy vahinkoja yhteensä 5,0 milj. mk:n arvosta.

Kemijärven yläpuolinen alue

Ylisellä Kemijoella mittavimmat vahingot syntyvät Pelkosenniemen kirkonkylän kohdalla, yhteensä lähes 2,0 miljoonaa markkaa. Vahinkoja syntyy myös Savukosken kunnan alueella, joista mittavimmat Niemijoen seutuvilla, lähes 0,5 miljoonan markan arvosta. Lisäksi vahinkoja tulee pitkin Kemihaaran vartta, yhteensä 0,6 miljoonan markan arvosta. Sallan kunnan alueen pahimmat vahinkoalueet ovat Saijan kylässä ja Kuolajokisuussa.

Kitisellä vahinkoja syntyy Sodankylän kirkonkylällä ja Petkulassa, kuitenkin vain noin 0,2 miljoonan markan arvosta.

Kemijärven yläpuolisella alueella syntyy vahinkoja yhteensä 3,3 milj. mk:n arvosta.

Ounasjokivarsi

“Ounasjoella ei esiinny muita haitallisia tulvia kuin jääpatojen aiheuttamat tulvat keväisin” (Reino Kurkela: Selvitys jääpatojen aiheuttamista tulvista Ounasjoella; vesihallituksen monistesarja nro 309). Jääpatojen seurauksena Ounasjoella on pahimpina vuosina maksettu korvauksia hieman yli 1,0 miljoonaa markkaa. Keväällä 1998 Kittilän kirkonkylän alueella aiheutui vahinkoja pelkästään vesitulvan seurauksena (äkillisen sulamisen ja nopean vedenpinnan kohoamisen seurauksena leirintäalueen mökeille ja vanhainkodille syntyi vahinkoja).

Tielaitoksen Lapin piirin ilmoituksen mukaan Kemijoen vesistöalueella siltavaurioita tulisi noin 80 miljoonan markan edestä ja tiepenkereille vahinkoa koituisi yksistään Rovaniemen seudulla 300 miljoonan markan edestä ja muualla vesistön alueella 200 miljoonan markan edestä.

Kemijoen vesistöalueen kokonaisvahingot nousevat yhteensä runsaaseen 630 miljoonaan markkaan, josta 60 milj. mk on rakennuksille aiheutuvaa vahinkoa, 80 milj. mk silloille aiheutuvaa vahinkoa ja 491 milj. mk teille aiheutuvaa vahinkoa.

3.4 Tornion-Muonionjoen vesistöalue

Tornion-Muonionjoen vesistöalueen kokonaispinta-ala on 40 131 km², josta Suomen puolella on 14 280 km² ja sen järvisyys on 4,63 %. Tornionjokeen laskevat suurimmat sivujoet Suomen puolella ovat Muonionjoki ja alempana Naamijoki ja Tengeliönjoki. Tengeliönjoen vesistössä sijaitsevat Tornionjoen vesistöalueen ainoat voimalaitokset. Noin 25 km ennen jokisuuta erkanee Tornionjoesta erillinen suuhaara, Liakanjoki, jota kautta virtaa keskimäärin 7 % Tornionjoen kokonaisvirtaamasta. Alimpien virtaamien aikana pääjoesta ei ole virtausta Liakanjokeen. Tornion-Muonionjoki on Suomen toiseksi pisin joki.

Tornion-Muonionjoen tulvat

Vedenkorkeus nousee Tornion-Muonionjoella talven alivedenkorkeudesta useita metrejä kevättulvien aikana. Jäiden lähdön aikana vedenkorkeus kasvaa paikoitellen huomattavasti jäiden patoutumisen vuoksi. Esimerkiksi Lempeässä vuon-

na 1984 vesi nousi yli 6 metriä ja Matkakoskella vuonna 1986 yli 8 metriä (Selvitys jääpatotulvista Tornion-Muonionjoella; Aapo Honka). Keväällä 1990 jäänlähtöön liittyvät tulvat aiheuttivat useiden miljoonien markkojen vahingot Tornion ja Haaparannan kaupungeissa. Myös ns. tunturitulvat juhannuksen aikoihin voivat olla huomattavan suuria. Esimerkiksi vuonna 1968 tunturitulva kasteli pahoin Pellon ja Juoksengin kylät. Pääosan Tornion-Muonionjoella aiheutuvista tulvavahingoista muodostavat jääpatotulvat varsinaiset ilman jääpatoa tapahtuvasta vedennousta johtuvat tulvavahingot ovat varsin vähäisiä lukuun ottamatta Tornion kaupungin alueella tapahtuvia vahinkoja. Tornionjokivarren jääpatotulvista ylimmät on havaittu Ylimuoniossa ja alimmat Tornionjokisuulla.

Tulvantorjunta

Tornionjoella on rakennettu tulvapenkereitä Pellon kunnan alueella. Jääpatojen torjuntaa on tehty hiekoituksin ja sahauksin pahimmissa kohteissa. Tornionjokisuun tulvasuojelu-suunnitelma on valmistunut 3.11.1997. Suunnitelma sisältää väylän ruoppausta lähes 6 km. Vuonna 1999 valmistuu Tornion kaupunginlahden kunnostus, jonka yhtenä tarkoituksena on pienentää tulvasta aiheutuvaa vahinkoa Tornion ja Haaparannan kaupungeille.

Arviot tulvavahingoista

Tornion-Muonionjoella syntyisivät selkeästi suurimmat tulvavahingot Tornion kaupungissa. Suurtulvalla alavaan jokisuistoon rakennettu kaupunki kärsisi mittavat vahingot; kymmeniä kerrostaloja, satoja omakotitaloja, liikkeitä, huoltoasemia jne. joutuisi veden kastelemiksi. Tornion kaupungin ilmoittamien kastuvien rakennusten ja muiden kohteiden osalta vahingot ovat yhteensä 46 miljoonaa markkaa. Ylempanä jokivarressa on arvioitu vahinkoja tulevan Ylitornion kunnan Kaulinrantaan 0,5 miljoonaa markkaa, Pellon kunnassa Juoksenkiin, Turtolaan ja kirkonkylälle yhteensä lähes 3,0 miljoonaa markkaa. Myös ylempanä jokivarressa vahinkoja syntyy yksittäisille pienille kohteille. Tielaitoksen Lapin piirin ilmoituksen mukaan Tornionjoella syntyisi vahinkoja silloille kaikkiaan 50 miljoonan markan arvosta ja tiepenkereille 150 miljoonan markan arvosta.

Tornion-Muonionjoen vesistöalueen kokonaisvahingot nousevat yhteensä 250 miljoonaan markkaan.

3.5 Paatsjoen vesistöalue

Paatsjoen vesistöalueesta sijaitsee Suomen puolella 14 492 km² ja järvisyys on 12,38 %. Vesistöalueen keskellä sijaitseva Inarinjärvi on säännöstelty Venäjän valtion toimesta ja tulvien kannalta vahinkoalueet keskittyvät Inarinjärveen laskevien jokien suualueille. Järveen laskevista joista suurin, Ivalojoeki, onkin pahin tulvien aiheuttaja. Muut suuret joet, eivät mainittavasti aiheuta tulvavahinkoja, vaikka tuovatkin vettä laajalta alueelta. Ainoastaan Kaamas- ja Vuomajokivarressa on alueita, joihin syntyy vahinkoa.

Ivalojoen tulvat

Ivalon keskustaajama on sijaintinsa vuoksi joutunut lähes vuosittain kärsimään tulvan seurauksista. Pahimmille alueille onkin tehty tulvapenkereitä, joiden ansiosta vahinkojen määrää on saatu pienennettyä. Vuonna 1981 tulva aiheutti Ivalon

taajamalle 1,6 miljoonan markan vahingot rakennuksille ja 0,3 miljoonan markan suojaus-, korjaus- ja pelastustyöt. Suuria tulvia on ollut vuosina 1952, 1966, 1968, 1981 ja 1993. Suurimmat mitatut tulvakorkeudet Ivalojoen sillassa ovat olleet vuonna 1966 LN+122.76.

Tulvantorjunta

Ivalon keskustaajamassa on tehty useaan otteeseen tulvasuojelutöitä. Tulvapenkereitä on rakennettu molemmin puolin Ivalojoen suualuetta yhteensä lähes 7 kilometriä. Suunniteltuja, rakentamattomia penkereitä on noin 1,2 kilometriä. Tulvapenkeret on rakennettu kohteesta riippuen 60 - 90 cm korkeimman havaitun tulvakorkeuden yläpuolelle.

Arviot tulvavahingoista

Selvityksessä käytetyllä vedenkorkeuksilla rakennetut tulvapenkeret eivät estä vettä nousemasta Ivalon keskustaajamaan. Ivalojoen aiheuttamia tulvavahinkoja on arvioitu syntyvän yhteensä 41,7 miljoonan markan arvosta. Vahingoista Ivalon keskustaajaman tulvavahingot kuvattunlaisella tulvalla on arvioitu olevan noin 40 miljoonaa markkaa. Tulvan on oletettu ylittävän joissakin kohteissa rakennetun tulvapenkereen. Koppelon kylälle on arvioitu syntyvän vahinkoa noin 1,0 miljoonan markan arvosta. Törmäsessä vahinkoa syntyisi runsaan 0,7 miljoonan markan arvosta. Kaamasjoki aiheuttaisi vahinkoa Kaamasen kylässä noin 0,5 miljoonan markan arvosta ja Vuomajoen osalta vahingot olisivat noin 0,3 miljoonaa markkaa. Tielaitoksen Lapin piirin antaman arvion mukaan tiestölle aiheutuisi vahinkoa noin 30 miljoonan markan arvosta.

Paatsjoen vesistöalueelle syntyvät vahingot olisivat yhteensä runsaat 72 miljoonaa markkaa.

3.6 Tenon vesistöalue

Tenon vesistöalue on kooltaan 14 890 km², josta Suomen puolella on 5 153 km², järvisyys on 3,1 %. Suurimmat Tenoon laskevat sivujoet ovat Inarijoki, Utsjoki ja Pulmankijoki. Tyypillinen piirre Tenojelle on, että uoma on huomattavan leveä ja syvässä kanjonissa, jolloin asutus on varsin kaukana pääuomasta.

Tenojoen tulvat

Tenojoella ei yleensä kastu rakennuksia tulvien seurauksena. Joinakin vuosina on jääpadoista aiheutunut ongelmia lähinnä loma-asutukselle. Sen sijaan huomattavan suuret virtaamat ja rajut jäänlähdet aiheuttavat syöpymisvaurioita rannoille ja tiepenkereille. Vahinkoja silloille ja tiepenkereille syntyy pienempienkin sivujoien osalla, koska jyrkissä tunturirinteissä pienemmätkin vesimäärät saavuttavat suuren virtausnopeuden. Suurin mitattu virtaama Tenon pääuomassa on ollut 2 740 m³/s.

Tulvantorjunta

Varsinaisia tulvantorjuntatöitä Tenon vesistöalueella ei ole tehty. Rantasuojauksilla on pyritty hillitsemään rantojen syöpymistä.

Arviot tulvavahingoista

Rakennuksille aiheutuvia tulvavahinkoja ei Tenon vesistöalueella juuri synny. Tielaitoksen Lapin piirin arvion mukaan silloille ja tiepenkereille koituu vahinkoa yhteensä noin 40 miljoonan markan arvosta.

Tenon vesistöalueen tulvavahingot ovat yhteensä runsaat 40 miljoonaa markkaa.

4. Tulosten yhteenveto

Pahimmat tulvavahinkokohteet ja keinot vahinkojen pienentämiseksi:

Rovaniemen alue

Rovaniemen seudulla, lähinnä Saarenkylässä ja osin Rovaniemen kaupungissa, vahingot ovat yhteensä lähes 350 miljoonaa markkaa. Varsin mittavan osan vahingoista muodostavat sillat ja tiepenkereet, joiden osuus Tielaitoksen ilmoituksen mukaan olisi n. 300 miljoonaa markkaa. Saarenkylän sijainti kahden suurjoen yhtymäkohdassa alavalla suistoalueella aiheuttaa erityisen suuren riskin kastumisvahinkojen syntymiselle ja jo suhteellisen pienetkin vedenpinnan nousut laajentavat vahinkoaluetta huomattavasti. Kemijoen säännöstelyn avulla vahinkoja on voitu pienentää, mutta Ounasjoelta tulevan tulvan ehkäisemiseksi ei keinoja ole olemassa. Saarenkylän osalta vahinkoja voitaisiin kuvatonlaisella tulvalla pienentää nostamalla Kuusamontien tasausviivaa ja estämällä vedenpääsy Saarenputaaseen rakentamalla sulkupadot Kuusamontien ja Nelostien siltojen yhteyteen. Kuusamontien toimiessa tulvapenkereenä supistuisi Saarenkylän kastuva alue lähes puoleen.

Rovaniemen kaupungin alueella kastumisvaarassa olevien rakennusten osalta suojaaminen on vaikeaa esteettisistä syistä, mutta vedennousua voitaisiin hieman pienentää ruoppaamalla (louhimalla ?) ns. Niskanperän kapeikkoa Rovaniemen alapuolella.

Tornion alue

Tornion kaupungin alueella vahingot nousisivat yhteensä noin 150 miljoonaa markkaan. Vahingoista noin 50 miljoonaa tulisi rakennuksille ja loput silloille ja tiepenkereille. Tornion kaupunki sijaitsee alavalla jokisualueella. Lisäksi merialue jokisuussa on mataloitunut, jolloin joesta purkautuvat jäät pysähtyvät välittömästi jokisuulle aiheuttaen täten vedennousua Tornion kaupungin alueella. Tornionjokisuun tulvasuojelusuunnitelmassa (hyväksytty 3.11.1997) on suunniteltu ruopattavaksi jokisuulta avautuvalle merialueelle kaikkiaan 6 km pitkä, 5,5 m syvä ja 50 m leveä väylä. Toinen alueen tulvantorjuntaan liittyvä suunnitelma on Tornion kaupunginlahden kunnostus (hyväksytty 4.9.1998) joka sisältää mm. tulvapenkereiden rakentamista. Kaupunginlahden kunnostustyöt valmistuvat keväällä 1999.

Ivalon alue

Kolmas mittava vahinkoalue Lapissa on Ivalon taajama, joka sijaitsee sekä alavalla jokisualueella Ivalojoen suistossa, Inarijärven rannalla. Vahinkoja Ivalon taajama-alueella tulisi lähes 70 miljoonan arvosta, joista 40 miljoonaa tulisi rakennuksille ja loput tiestölle ja silloille. Lapin ympäristökeskuksen vuosina 1987, 1990, 1992 ja 1997 tekemien mittausten mukaan Ivalojoen pohja on noussut 0,1 - 0,3 m. Voimakkaat vuosittaiset rantojen syöpymät aiheuttanevat jatkossakin uoman poh-

jan kohoamista. Ilmeistä on, että Ivalojoen tulvapenkereet käyvät jossakin vaiheessa liian mataliksi. Säännöstelyn vaikutusalueella oleville vyörymä-alueille on olemassa kunnostusohjelma (Lap Tnro 1395V0007 Inarin säännöstelystä aiheutuvien rantavyörymien estäminen, yleissuunnitelma vuosille 1998 - 2004, Vihko 37), jonka mukaisesti vyörymät näillä alueilla saataisiin toteutettua vuoteen 2004 mennessä. Ohjelma on laadittu vuonna 1998. Jo tässä vaiheessa ollaan selvästi jäljessä ohjelmassa esitetystä aikataulusta hankkeen rahoitusvaikeuksien vuoksi.

Rantojen suojaamista tärkeimmillä alueilla tulisi kiirehtiä. Selvityksiä hiekan kulkeutumisesta uoman pohjaa pitkin ja veden mukana tuli jatkaa ja mittausmenetelmiä kehittää, jotta voitaisiin arvioida kohtuullisen luotettavasti alueella lähi-vuosikymmeninä tapahtuvat muutokset. On selvitettävä uusien tulvapenkereiden rakentamistarve ja aiemmin rakennettujen penkereiden korottamistarve. Lisäksi olisi tarpeen selvittää, mitä vaihtoehtoja edessä olevien ongelmien ratkaisemiseen on olemassa ja minkälaisia menetelmiä on käytetty muissa vastaavissa kohteissa.

Simon alue

Simon taajamassa vahingot verrattuna aikaisempiin tulviin eivät nousisi niin paljon kuin muissa mainittavissa kohteissa, koska Simojoen vahingot ovat olleet pääosin jääpatojen aikaansaannoksia, eikä Simojoella näyttäisi tapahtuvan niin rajua vedenkorkeuden nousua kuin muissa kohteissa. Kokonaisvahingot Simossa jäisivät noin 40 miljoonaan markkaan ja vahingoista valtaosa kohdistuisi tiestöön ja siltoihin. Rakennusten osuus vahingoista olisi runsas 3 miljoonaa markkaa. Vahinkojen pienentäminen olisi mahdollista rakentamalla lisää tulvapenkereitä ja suorittamalla ruoppauksia jokisuun alueella.

5. Jatkotoimenpiteet

Rovaniemen seudun, Tornion kaupungin ja Ivalon taajaman osalta vahinkojen suuruus ja arvion epätarkkuus vaativat kohteissa lähempää tarkastelua ja vahinkoarvioiden täsmentämistä, jolloin olisi helpompi arvioida olisiko kohteissa syytä ryhtyä tutkimaan keinoja vahinkojen pienentämiseksi ja alueiden suojaamiseksi suurtulvilta. Muilta osin Lapissa suurimmat ongelmat ja mittavimmat vahingot aiheuttavat jääpatotulvat. Tulevaisuudessa tulisikin selvittää niitä mahdollisia ennakko-toimenpiteitä, joilla ehkäistäisiin ja vähennettäisiin riskiä jääpatojen syntymiselle.

Vahinkojen kokonaismäärä

Lapin läänin alueella syntyisi suurtulvan yhteydessä vahinkoja rakennuksille yhteensä noin 150 miljoonan markan arvosta, silloille noin 175 miljoonan markan arvosta ja tiepenkereille 745 miljoonan markan arvosta.

Lumen sulamisesta aiheutuvat huipputulvatkaan eivät aiheuta Lapin läänin alueilla oleville viljelysalueille kovinkaan merkittävää vahinkoa. Metsämaalle muutaman päivän kestävä huipputulva ei myöskään aiheuta sanottavaa vahinkoa.

Kokonaisvahingot Lapin läänissä olisivat 1/250 vuodessa toistuvissa tulvissa yhteensä lähes 1 100 miljoonaa markkaa.

6. Rankkasateen aiheuttamat tulvavahingot

Johdanto

Arvioitavana oli kaksi tuntia kestävä sade sademäärän ollessa 50 mm ko. aikana. Rankkasateen aiheuttamien tulvien osalta pyydettiin arviot kastuvista rakenteista kaikilta Lapin kaupungeilta. Ainoastaan Rovaniemen kaupunki jätti vastaamatta kyselyyn. Peruslähtökohtana oletettiin, etteivät sadevesikaivot pysty selviytymään tulevan veden määrästä, vaan vesi virtaa katuja pitkin alaviin maastokohtiin aiheuttaen vahinkoa tunkeutumalla kellareihin ja estäen liikennöinnin. Vahinkoarviot pohjautuvat kaupunkien ilmoituksesta saatuihin tietoihin kastuvien rakennusten määrästä. Samoin vahinkojen rahallinen arvo pohjautuu kuntien rakennustarkastajien antamaan arvioon (yhteenveto arvioista liitteenä 2).

Vahingot

Kemin Sauvosaassa yhteensä 1,4 miljoonan markan vahingot. Kemijärven taajamissa yhteensä 4,6 miljoonaa markkaa ja Tornion kaupungissa yhteensä 14,7 miljoonaa markkaa. Rovaniemellä vahingot sijoittunevat 5 - 10 miljoonan markan väliin.

Lapin kaupungeissa rankkasateen aiheuttamat vahingot yhteensä lähes 30 miljoonaa markkaa.

Keinot vahinkojen pienentämiseksi

Kysymykseen tulee lähinnä veden ohjaaminen erilaisilla rakenteilla sellaisille alueille, joissa vahinkojen määrä jäisi pienemmäksi. Valtaosassa kohteita ei ole olemassa edes veden ohjausmahdollisuutta, vaan ainoaksi keinoksi jäisi sadevesiviemärien mitoituksen tarkistaminen uusilla asuntoalueilla.

Paikallisen rankkasateen aiheuttamat vahingot/milj. mk

Kohde	Rakennukset ja sillat	Kadut, tiet palvelut	Yleiset pumppaus	Huolto, liik.ohj., Muut	Teollisuus aineelliset tuotannolliset	Teollisuus	YHTEENSÄ
Kemi/Sauvosaari	0,8	0,2	0,2	0,15	0,05		1,4
Kemijärvi/Tohmo	0,3	0,1	0,05	0,05	0		0,5
Kemijärvi/Kallanvaara	0,3	0,05	0,1	0,1	0,05		0,6
Kemijärvi/Särkikangas	0,8	0,15	0,05	0,1	0,1		1,2
Kemijärvi/Sipovaara	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05		0,4
Kemijärvi/keskusta	0,8	0,15	0,2	0,05	0,1		1,3
Kemijärvi/Seinäla	0,2	0,05	0,25	0,05	0,05		0,6
Tornio/kaava-alue	8,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,6	5,4
YHTEENSÄ	11,5	1,05	1	0,65	0,5	0,6	5,4
							20,7

Suurtulvan tulva-alueet ja vahingot

Lappi

Kohde tmk/kohde	kerros- talot		asuin- rakennukset		talous- rakennukset		vapaa-ajan rakennukset		viljelykset		metsät		teollisuus- hallit		kauppa- keskukset		muut erityiskohteet		Muut vahingot (yks/kuntatiet.)		YHTEENSÄ tuhatta markkaa	
	500		25		9		20		1		2		90		800		550		1		tuhatta markkaa	
	kpl	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk	ha	tmk	ha	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk	kpl	tmk
Simo/Jokikylä			15	375	18	162	45	900	450	450	150	300					2	1 100	80	80	3 367	
Simo/Simoniemi			8	200	6	54	15	300	30	30	40	80			1	800			30	30	1 494	
Simo/Tainijokivarsi			2	50	4	36	6	120	10	10	35	70							12	12	298	5 159
Tornio	20	10 000	500	12 500	200	1 800	150	3 000	10	10			1	90	20	16 000	3	1 650	894	894	45 944	terveyskeskus arvioimatta
Ylitornio/Kaulinranta			7	175	13	117	10	200			10	20							30	30	542	
Pello/Juoksenki			30	750	20	180	15	300	300	300	10	20							65	65	1 615	
Pello/Turtola			5	125	5	45	10	200	10	10	10	20							20	20	420	
Pello/kirkonkylä			30	750	15	135	1	20	20	20	10	20							46	46	991	
Enontekiö/Iuspajärämä			3	75	3	27	5	100											11	11	213	
Enontekiö/Palojoki					4	36	6	120											10	10	166	
Enontekiö/Karesuvanto			5	125	5	45	6	120											16	16	306	50 197
Alinen Kemijoki,useita koht.			80	2 000	68	612	123	2 460	400	400	200	400	5	450	1	800	2	1 100	279	279	8 501	
Rovaniemen kaupunki	10	5 000	12	300	15	135					5	10	2	180			19	10 450	58	58	16 133	Arcticum mukana
Roi mlk/Valajaisen alapuoli			5	125			10	200											15	15	340	
Roi mlk/Saarenkylä			400	10 000	250	2 250	50	1 000	50	50	100	100	10	900	6	4 800	7	3 850	723	723	23 673	terveyskeskus arvioimatta
Roi mlk/Koskenkylä			50	1 250	30	270	30	600	150	150	50	100							110	110	2 480	
Kemijoki, Roi seutu-Kemijärvi			2	50	2	18	3	60	15	15									7	7	150	
Kemijärvi/Räisälä-Lehtola			10	250	10	90	15	300	10	10									35	35	685	
Kemijärvi/Isokylä-Soppela			15	375	20	180	25	500	35	35			1	90					61	61	1 241	
Kemijärvi/Leväranta-Vuostimo			5	125	5	45	10	200	15	15							1	550	21	21	956	
Kemijärvi/Luusua-Lautasalmi			10	250	15	135	20	400	20	20									45	45	850	
Kemijärvi/keskusta			20	500	15	135									1	800			36	36	1 471	
Pelkosenniemi			17	425	16	144	30	600	50	50	50	100					1	550	64	64	1 933	
Savukoski/Kuosku-Nousu			3	75	10	90	10	200	50	50	30	60							23	23	498	
Savukoski/Martti-Viitaranta			2	50	10	90	20	400	20	20	30	60							32	32	652	
Salla			20	500	30	270	30	600	150	150			1	90					81	81	1 691	
Sodankylä/Petkula					1	9	2	40			30	60							3	3	112	
Sodankylä/kirkonkylä							6	120											6	6	126	
Enontekiö/kirkonkylä			2	50	10	90	10	200	15	15									6	6	361	61 853
Inari/Ivalo	15	7 500	500	12 500	200	1 800	250	5 000					9	810	6	4 800	12	6 600	992	992	40 002	
Inari/Koppelo			20	500	11	99	18	360											49	49	1 008	
Inari/Törmänen			14	350	6	54	14	280											34	34	718	
Inari/Kaamanen			11	275	3	27	9	180											23	23	505	
Inari/Vuomajoki			5	125	2	18	8	160											15	15	318	42 551
Kunnat yhteensä		22500		45200		9198		19240		1810		1420		2610		28000		25850		3932	159760	159760
Tielaitos																					920000	
Vahingot yhteensä																					1079760	

Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika Syyskuu 2000
Tekijä(t)	Markku Ollila, Hanna Virta ja Veli Hyvärinen	
Julkaisun nimi	Suurtulvaselvitys, arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Selvityksessä on arvioitu, millaisia vahinkoja keskimäärin kerran 250 vuodessa toistuva (1/250a) suurtulva aiheuttaisi Suomessa. Selvityksen perustaksi tehtiin lähes 300 virtaama-asemalle arviot toistuvuutta 1/250a vastaavista virtaamista, ja lähes 350 vedenkorkeusasemalle laadittiin käyrät, joiden perusteella alueellisissa ympäristökeskuksissa arvioitiin toistuvuutta 1/250a vastaavat vedenkorkeudet. Arvioitu tilanne pyrittiin saamaan mahdollisimman realistiseksi ottamalla huomioon, millä tavalla vesistön säännöstelyt ja vesilain mukaiset ns. poikkeusjuoksutukset vaikuttaisivat tulviin. Alueelliset ympäristökeskukset ovat tehneet vahinkoarviot ja muut selvitykset omilla alueillaan, ja tämä yhteenvetoraportti on laadittu näiden tulosten perusteella.</p> <p>Suurtulvan aiheuttamat vahingot olisivat koko maassa yhteensä noin 3 300 milj.mk. Vahingot eivät kuitenkaan syntyisi samana vuonna, koska tällaisen suurtulvan esiintyminen koko Suomessa samana vuonna on äärimmäisen epätodennäköistä. Kokonaisvahingoista kohdistuisi rakennuksiin 52 %, teollisuuteen 20 %, maatalouteen 17 %, teihin ja siltoihin 6 %, metsätalouteen 3 % ja yleisiin palveluihin 2 %. Suurimmat vahingot syntyisivät Vuoksen (740 milj.mk) ja Kokemäenjoen (500 milj.mk) vesistöalueilla, ja pahimmat vahinkokohteet olisivat Lappeenranta-Imatra Saimaan rannalla (380 milj.mk, lähinnä teollisuusvahingot) ja Porin kaupunki Kokemäenjoen varrella (280 milj.mk, lähinnä teollisuusvahingot). Vahinkojen arviointikohteita oli yhteensä noin 400 ja niihin sisältyi mm. noin 30 000 rakennusta, 130 000 ha peltoa ja 70 000 ha metsää.</p> <p>Työssä pyrittiin myös selvittämään, miten suuria vahinkoja poikkeuksellisen rankka, keskimäärin kerran 250 vuodessa esiintyvä sade aiheuttaisi joissakin esimerkiksi valituissa taajamissa. Tällaisia arvioita tehtiin kuitenkin vain parin alueellisen ympäristökeskuksen alueilla, ja suurimmiksi eli 5 milj. mk:si vahingot arvioitiin Joensuussa. Vahinkoarvioiden perusteella voidaan karkeasti arvioida, että koko maassa vahingot olisivat yhteensä muutamia satoja miljoonia markkoja.</p> <p>Arviointien tulosten perusteella on suositeltu mm. kuntien ja alueellisten ympäristökeskusten välisiä säännöllisiä neuvotteluja tulvanuhkan huomioon ottamiseksi rakentamisessa, tulvavahinkojen korvauslain soveltamisen tai lain muuttamista uusien asuinrakennusten osalta, tie- ja siltavahinkojen määrän ja arviointiperusteiden tarkentamista sekä tulvakartoitusten toteuttamista.</p>	
Asiasanat	Tulvat, tulvavahingot, tulvasuojelu, taloudelliset vaikutukset, arviointi, taajamat, sade	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 441	
Julkaisun teema	Luonto ja luonnonvarat	
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Selvitetään poikkeuksellisista tulvista johtuvat vahingot ja niiden torjuntamahdollisuudet, XF804 / XRF804	
Rahoittaja/toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus/Maa- ja metsätalousministeriö	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot	Maa- ja metsätalousministeriö, Uudenmaan ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0795-2
	Sivuja 138	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 93 mk
Julkaisun myynti/jakaja	Oy Edita Ab, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380, sähköpostiosoite: asiakaspalvelu@edita.fi www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Oy Edita Ab, Helsinki 2000	

Presentationsblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum September 2000
Författare	Markku Ollila, Hanna Virta och Veli Hyvärinen	
Publikationens titel	Utredning om storflöden, en bedömning om de skador som ett eventuellt storflöde skulle förorsaka i Finland	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma project		
Sammandrag	<p>Utredningen är en bedömning om de skador som i Finland kunde förorsakas av ett storflöde med en genomsnittlig återkomstintervall på 250 år (1/250 a). Som underlag för utredningen användes bedömningar av vattenföringen motsvarande återkomstintervallen 1/250 a, vilka beräknades för nästan 300 vattenföringsstationer. För närmare 350 vattenståndsstationer utarbetades kurvor som användes av de regionala miljöcentralerna vid estimering av de vattenstånd som skulle uppnås vid ett storflöde med en återkomstintervall på 250 år. Målet var att estimeras situationen så realistiskt som möjligt genom att beakta hur regleringen av sjöar och vattendrag samt de s.k. undantagsavtappningar som är möjliga enligt vattenlagen skulle påverka översvämningsgarna. Skadebedömningarna och de övriga utredningarna har utförts av de regionala miljöcentralerna; denna rapport är ett sammandrag som bygger på dessa resultat.</p> <p>Ett storflöde som omfattar i hela landet skulle förorsaka skador på sammanlagt 3300 milj. mk. Skadorna skulle dock inte uppstå under samma år, eftersom det är ytterst osannolikt att ett sådant storflöde inträffar under samma år överallt i Finland. Av de totala skadorna skulle 52 % gälla byggnader, 20 % industrin, 17 % jordbruket, 6 % vägar och broar, 3 % skogsbruket och 2 % allmänna anläggningar. De största skadorna skulle inträffa i Vuoksens (740 milj.mk) och Kumo älvs (500 milj.mk) avrinningsområden; de svårast skadade områdena skulle vara Villmanstrand-Imatra vid Saimens strand (380 milj.mk, mestadels industriskador) samt Björneborg vid Kumo älv (280 milj.mk, mestadels industriskador). Skadebedömningar utfördes för sammanlagt ca. 400 områden; de omfattade bl.a. ca. 30 000 byggnader, 130 000 ha åkermark och 70 000 ha skog.</p> <p>I utredningen ingick också en bedömning av omfattningen av de skador som ett ovanligt stort störtregn, med en återkomstintervall på 250 år, skulle förorsaka i några utvalda tätorter. Sådana bedömningar utfördes dock bara inom ett par regionala miljöcentraler; de största skadorna, 5 milj. mk., bedömdes för Joensuu. På grund av skadebedömningarna kan man göra en grov uppskattning av skadorna i hela landet; de skulle vara några hundratals miljoner mark.</p> <p>Utgående från resultaten av bedömningarna har det rekommenderats bl.a. att kommunerna och de regionala miljöcentralerna borde regelbundet förhandla om hur översvämningsrisken bör beaktas i byggnadsplanering; att lagen om ersättning av översvämningssskador eller dess tillämpning borde förändras när det gäller nya bostadshus; att grunderna för bedömning av väg- och broskador borde preciseras samt att en kartläggning av översvämningsområdena borde genomföras.</p>	
Nyckelord	Flöden, översvämnings, översvämningssskador, översvämningskydd, ekonomiska konsekvenser, bedömning, tätorter, regn	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 441	
Publicationens tema	Natur och naturtillgångar	
Projektets namn och nummer	En utredning om skador som ett storflöde kan förorsaka och om möjligheterna att förebygga dem, XF804 / XRF804	
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral / Jord- och skogsbruksministeriet	
Organisationer i projektgruppen	Jord- och skogsbruksministeriet, Nylands miljöcentral, Finlands miljöcentral	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0795-2
	Sidantal 138	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 93 mk
Beställningar/ distribution	Oy Edita Ab, Kundservice, PB 800, 00430 Edita tel. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Finlands miljöcentral PB 140, 00251 Helsingfors	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Oy Edita Ab, Helsingfors 2000	

Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute	Date September 2000
Author(s)	Markku Ollila, Hanna Virta and Veli Hyvärinen	
Title of publication	Report on extreme floods; assessment of the damage caused by a potential extreme flood in Finland	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	<p>The report assesses what kind of damage would be caused in Finland by an extreme flood recurring once in 250 years (1/250a) on average. To provide a basis for the study, estimates of the flow rates corresponding to a recurrence of 1/250a were made for nearly 300 flow stations, and curves were plotted for nearly 350 water level stations, on the basis of which the regional environment centres assessed water levels corresponding to a recurrence of 1/250a. The purpose was to get the assessed situation as realistic as possible by taking into account how the regulation of the watercourse and the exceptional regulation of flow in accordance with the Waters Act would affect floods. The regional environment centres assessed the damage and performed other studies in their own areas; this summary report was drawn up on the basis of these results.</p> <p>The damage caused by an extreme flood in the entire country would total some FIM 3 300 million. However, the damage would not be caused in the same year, since the occurrence of such an extreme flood throughout Finland in the same year is extremely improbable. Of the total damage, 52 % would be inflicted on buildings, 20 % on industry, 17 % on farming, 6 % on roads and bridges, 3 % on forestry and 2 % on public services. The most extensive damage would be suffered in the Vuoksi (FIM 740 million) and Kokemäenjoki (FIM 500 million) water system areas, and the areas suffering the gravest damage would be those by Lake Saimaa between the towns of Lappeenranta and Imatra (FIM 380 million, mainly industrial damage) and the town of Pori by the Kokemäenjoki River (FIM 280 million, mainly industrial damage). The number of sites at which damage was assessed totalled about 400, and they included, e.g., some 30 000 buildings, 130 000 hectares of fields and 70 000 hectares of forest.</p> <p>The report also attempted to assess the extent of damage caused by exceptionally heavy rain occurring, on average, once in about 250 years in some densely-populated areas provided as examples. However, such assessments were only made in the area of a few regional environment centres, and the damage was assessed to be greatest, i.e., FIM 5 million, in the town of Joensuu. On the basis of the estimated damage it can be roughly assessed that, in the entire country, the damage would total a couple of hundred million Finnish marks.</p> <p>On the basis of the assessment results it has been recommended that, for example, municipalities and regional environment centres regularly conduct negotiations to consider the threat of flood to construction, that the application of the Act on the Compensation for Flood Damage should be changed or the Act should be amended with respect to new residential buildings, that the amount and valuation principles of road and bridge damage should be specified, and that flood hazard mapping should be made.</p>	
Keywords	Floods, flood damage, flood protection, economic effects, assessment, densely-populated areas, rain	
Publication series and number	The Finnish Environment 441	
Theme of publication	Nature and natural resources	
Project name and number, if any	Studies of the damage caused by exceptional floods and opportunities to prevent the damage, XF804 / XRF804	
Financier/ commissioner	Finnish Environment Institute / Ministry of Agriculture and Forestry	
Project organization	Ministry of Agriculture and Forestry, Uusimaa Regional Environment Centre, Finnish Environment Institute	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0795-2
	No. of pages 138	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 93 mk
For sale at/ distributor	Edita Ltd., PB 800, FIN-00043 Edita tel. +358 9 566 0266, telefax (09) 566 0380, e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Financier of publication	Finnish Environment Institute P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, FINLAND	
Printing place and year	Edita Ltd. Helsinki 2000	



LUONTO JA LUONNONVARAT

Suurtulvaselvitys

Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa

Viime vuosikymmenellä monissa Euroopan maissa on sattunut miljardien markkojen vahinkoja aiheuttaneita tulvia. Tällainen suurtulva esiintyi Suomessa viimeksi vuonna 1899. Silloin vallinneista vedenkorkeuksista ja niistä aiheutuneista tulvavahingoista on varsin hyvät tiedot. Kuluneen runsaan sadan vuoden aikana vesistöjen rannoille on rakennettu paljon asuinrakennuksia, tehtaita, teitä ja siltoja. Myös rantojen maankäyttö on muuttunut ja niityt ovat muuttuneet pelloiksi, metsiksi ja taajama-alueiksi.

Tässä yhteenvetoraportissa on esitetty alueellisten ympäristökeskusten tekemien selvitysten perusteella, millaisia vahinkoja suurtulva aiheuttaisi nykypäivän Suomessa. Arvioissa on otettu huomioon ne tulvien alennukset, jotka vesistöjen säännöstelyillä ja poikkeusjuoksutuksilla saataisiin aikaan. Tulosten perusteella on esitetty suosituksia tulvien aiheuttamien riskien pienentämiseksi.



ISBN 952-11-0795-2

ISSN 1238-7312

Oy EDITA Ab
PL 800, 00043 EDITA, vaihde (09) 566 01
ASIAKASPALVELU
puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380
EDITA-KIRJAKAUPAT HELSINGISSÄ
Annankatu 44, puh. (09) 566 0566
Eteläesplanadi 4, puh. (09) 662 801



9 789521 107955