

---

**TORHON VALUMA-ALUETARKASTELU JA ALUEEN  
KUNNOSTUSSUOSITUKSET**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Visamäki, 16.5.2011

Nina Perälä



Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Hämeenlinna

Työn nimi                      Torhon valuma-alue tarkastelu ja alueen kunnostussuositukset

Tekijä                              Nina Perälä

Ohjaava opettaja              Harri Mattila

Hyväksytty                      \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_

Hyväksyjä



HÄMEENLINNA  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Nina Perälä	<b>Vuosi</b> 2011
<b>Työn nimi</b>	Torhon valuma-alueetarkastelu ja alueen kunnostussuositukset	

---

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä perehdyttiin Lopen Topenon kylässä sijaitsevan Torhojärven valuma-alueeseen ja pohdittiin kunnostussuosituksia alueelle. Erittymisenä ongelmana alueella on kiintoaineen kulkeutuminen Torhojärveen sekä suuret ylivirtaamat keväisin. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Torhon-, Lairon-, Paloniityn-ym. järjestely-yhtiö.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keinoja järveen kohdistuvan ulkoisen kuormituksen ja erityisesti kiintoaineen pysäyttämiseksi. Torhoon Kaartjokea pitkin laskevasta valuma-alueesta tehtiin kattava tarkastelu, jotta voitiin päätellä alueelle parhaiten soveltuvat kunnostussuositukset. Opinnäytetyöstä pyrittiin tekemään kattava tietopaketti kunnostustyön aloittamisen pohjaksi alueella.

Opinnäytetyö toteutettiin keräämällä tietoa ulkoisesta kuormituksesta ja sen haittojen torjumisesta. Erittymisenä työssä perehdyttiin kiintoaineen eroosioon, eroosion ehkäisemiseen ja kiintoaineen vesistössä aiheuttamien haittojen torjumiseen. Opinnäytetyöhön tehtiin myös osiot vesistönkunnostukseen liittyvästä lainsäädännöstä ja tukirahoituksesta. Tärkeä osa opinnäytetyössä oli Torhon valuma-alueen yksilöllisten olosuhteiden selvittäminen muun muassa OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelua sekä PaITuli-paikkatietopalvelua hyödyntäen. Opinnäytetyöhön laadittiin myös virtaamalaskelmia sekä luonnos suositellusta monimuotokosteikosta.

Opinnäytetyön selvityksen tuloksena oli, että Torhon valuma-alue on kunnostustoimenpiteiden toteuttamisen osalta hyvin haastava suuren koon, lähivaluma-alueen tasaisuuden ja pienen järvisyyden vuoksi. Yhdellä ainoalla kunnostustoimenpiteellä ei voida ratkaista alueella olevia ongelmia, vaan ylivirtaamia on tasattava useassa kohteessa yläjuoksulla ja kiintoaineen eroosiota on vähennettävä tehokkaasti sen syntypisteissä.

**Avainsanat** Valuma-alueet, vesistöjen kunnostus, vesistön kuormitus, kiintoaines, eroosio

**Sivut** 81 s, + liitteet 23 s.

HÄMEENLINNA

Degree programme in Environmental Technology

---

<b>Author</b>	Nina Perälä <b>Year</b> 2011
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Study and improvement recommendations of drainage area at Lake Torho.

---

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to determine the best ways to restore the condition of Lake Torho at Loppi. The main problems at the lake are the drift of solid matter into the lake and the large flood discharge in spring. This thesis was commissioned by Torho-, Lairo-, Paloniitty etc. organizing committee.

The best alternatives for restoration were to be found with the study of the drainage area at Lake Torho. This thesis was the first study made to this area and it was made in consideration to be a source of information to start the restoration of this water system. However the perspective of this thesis was to accentuate the external load and especially stopping the drift of solid matter.

The thesis was conducted by attaining information of external load and the ways to refuse the harms it inflicts. The focus was centered especially in erosion of solid matter, refusing erosion and refusing of the harms of the load of solid matter in the water. Also main issues of legislation and relief funding were included in the thesis. The thesis also contains estimations of flood discharges at Lake Torho. A Substantial part of the thesis was the study of individual circumstances of the drainage area at Lake Torho. The study was made utilizing different information sources for example the OIVA - environmental- and land information service and the PaITuli-land information service. After studying the individual circumstances of the planning zone an outline plan of diversity wetlands was made.

The main conclusion of the thesis was that the drainage area at Lake Torho is very challenging considering the restoring methods of water systems. The drainage area is very large, the areal percentage of lakes is very small and the near drainage area is very level. Because of the challenging circumstances there is not one simple solution to the problems in the water system. The large flood discharges must be balanced in many different locations and the erosion must be effectively prevented at the place of origin.

**Keywords** Drainage area, solid matter, erosion, restoration of water system.

**Pages** 81 p + appendices 23 p.

## MÄÄRITELMIÄ

ELY-keskus	ELY-keskus on lyhenne Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta.
EMO ry	EMO ry on lyhenne Eteläisen maaseudun osaajat EMO ry:stä
Interseptio	Interseptio kuvaa sitä osaa sateesta, joka ei ikinä päädy valuntaan, vaan se päättyy sateesta suoraan kasvien käyttöön ja haihtuu uudelleen ilmakehään.
Kaartjoki	Kaartjärven ja Torhon välistä jokea kutsutaan tässä työssä selvyiden vuoksi Kaartjoeksi. Todellisuudessa joen nimi vaihtuu Torhoa lähestyttäessä Topenonjoeksi ja Ourajoeksi.
Keskiylivirtaama	Keskiylivirtaama tarkoittaa suurinta keskimääräistä virtaamaa tietyssä kohdassa. Keskiylivirtaama-arvot tuotetaan mittaamalla virtaamia ja laskemalla havaintojakson suurimmista vuosittaisista arvoista keskiarvo. Keskiylivirtaamaa käytetään käsitteenä myös silloin, kun virtaamia selvitetään laskennallisesti.
Kiintoaine	Kiintoaineella tässä työssä tarkoitetaan luonnon virtavesisen mukana kulkeutuvaa hienojakoista maa-ainesta.
Kosteikko	Matalan vesikerroksen peittämä alue, jossa kasvaa monipuolisesti erilaisia vesikasveja. Kosteikkoja voidaan perustaa vesistönsuojelullisiin tarkoituksiin tai ne voivat olla luontaisia.
KVVY ry	KVVY ry on lyhenne Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksestä.
Lumen vesiarvo	Lumen vesiarvolukema ilmoittaa lumessa olevan veden määrän tiettyä pinta-alayksikköä kohden.
Resuspensio	Kiintoaineen uudelleen liikkeellelähtö. Esimerkiksi kosteikon pohjalle laskeutunut kiintoaines saattaa sekoittua uudelleen veteen ja jatkaa matkaa vesistössä.
Sisäinen kuormitus	Sisäinen kuormitus tarkoittaa sitä, että ravinteet vapautuvat uudelleen liukoisiksi järviekosysteemin sisällä. Esimerkiksi fosfori voi vapautua sedimentistä uudelleen kiertoon, mikäli järven pohjassa on vähähappiset olosuhteet.
Ulkoinen kuormitus	Ulkoinen kuormitus tarkoittaa vesistöön ulkopuolelta, kuten jokivesistä, tulevaa kuormitusta.
Valuma-alue	Valuma-alue on se alue, jolta tiettyyn vesistöön purkautuvat vedet kerääntyvät. Valuma-aluetta rajaavat luonnolliset pinnanmuodot, jotka säätelevät pintavalunnan suuntaa.

## OPINNÄYTETYÖSSÄ KÄYTETYT SÄHKÖISET TIETOPALVELUT

Geokartta -palvelu	Geokartta -palvelu on Geologisen tutkimuskeskuksen tuottama käyttäjälle maksuton palvelu, jossa voidaan tarkastella geologisia karttoja. Geokartta -palvelu on yksi Geo.fi - verkkopalvelun tarjoamista palveluista.
OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu	OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu on ELY-keskusten, Suomen ympäristökeskuksen ja muiden tahojen ylläpitämä palvelu, johon on tallennettu tietoa esimerkiksi vesistöistä, maankäytöstä ja ympäristön kuormituksesta. OIVA:ssa ympäristöhallinnon tuottamat ja keräämät tiedot ympäristöstä on tallennettu Hertta-järjestelmään. Herttassa olevia tietoja on käytetty paljon tämän opinnäytetyön taustatietoina.
PaITuli -paikkatietopalvelu	PaITuli-paikkatietopalvelu tarjoaa paikkatietoaineistoja hyödynnettäväksi suomalaisten korkeakoulujen tutkimus- ja opetuskäyttöön. Paikkatietopalvelusta voidaan ladata erilaisia kartta-aineistoja esimerkiksi opinnäytetyössä hyödynnettäväksi.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn rajaus.....	1
1.2	Työn toteutustavat.....	2
2	SYYT VALUMA-ALUEKUNNOSTUKSEN TAUSTALLA.....	3
2.1	Hajakuormitus.....	3
2.2	Maatalouden hajakuormitus.....	4
2.3	Metsätalouden hajakuormitus.....	4
2.4	Haja- ja vapaa-ajanasutuksen kuormitus.....	5
2.5	Ilmastonmuutoksen vaikutus kuormitukseen.....	5
3	KIIINTOAINEEN EROOSIO JA SEN AIHEUTTAMIEN HAITTOJEN TORJUMINEN.....	7
3.1	Erosion synty ja siihen vaikuttavat tekijät.....	7
3.1.1	Kiintoainetyypit.....	8
3.1.2	Erosiotyypit.....	8
3.1.3	Erosion voimakkuus.....	8
3.1.4	Erosion vuodenaikaisvaihtelu.....	9
3.2	Erosiosuojaus.....	9
3.2.1	Viljelykasvit.....	10
3.2.2	Maanmuokkaustavat.....	11
3.2.3	Säätösalojitus.....	11
3.2.4	Tulvavesien pidättäminen valuma-alueelle.....	12
3.3	Suojakaistat ja -vyöhykkeet.....	13
3.3.1	Suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmat.....	13
3.3.2	Maatalouden ympäristötuen määritelmä suojavyöhykkeestä.....	13
3.3.3	Tutkimustuloksia suojavyöhykkeistä.....	14
3.4	Kosteikot.....	15
3.4.1	Kosteikon puhdistusmekanismit.....	16
3.4.2	Kiintoaineen pysäyttäminen.....	16
3.4.3	Fosforin sitoutuminen kosteikkoon.....	16
3.4.4	Typen poisto.....	17
3.4.5	Monimuotoisen kosteikon edut.....	18
3.4.6	Riistakosteikot.....	18
3.5	Laskeutusallas.....	19
3.6	Tulva-alueen palauttaminen.....	20
3.7	Uoman muokkaus.....	20
3.7.1	Tulvatasanteet.....	20
3.7.2	Pohjakynnykset.....	21
3.7.3	Lietekuopat.....	21
3.7.4	Mutkittelu.....	22
3.7.5	Uoman eroosiosuojaus.....	22
3.8	Eri kunnostustoimenpiteiden yhteenveto.....	22
4	SUUNNITTELUALUEEN TAUSTATIEDOT.....	24
4.1	Alueen kuvaus.....	24

4.2	Historiatiedot.....	26
4.3	Vedenlaatu.....	26
4.3.1	Vedenlaatutulokset Torhon ja Lairon järvivedestä.....	26
4.3.2	Vedenlaatutulokset Kaartjoen vedestä .....	27
4.4	Tulvatiedot .....	28
4.5	Valuma-alue .....	32
4.5.1	Torhon valuma-alueiden vertailu .....	32
4.6	Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alue.....	34
4.7	Kaartjoen valuma-alue .....	35
4.7.1	Jätevedenpuhdistamo.....	36
4.7.2	Maaperä ja pohjavesialueet .....	36
4.8	Kaartjärven valuma-alue .....	37
4.9	Kaartjokea pitkin virtaavan valuma-alueen yhteenveto.....	37
4.9.1	Maankäytön vaikutus valuntaan .....	38
4.9.2	Soiden vaikutus valuntaan.....	39
4.9.3	Pohjaveden purkautuminen valuma-alueella.....	39
4.10	Maastotiedot.....	40
4.11	Virtaamatiedot.....	41
4.11.1	Kaartjokea pitkin purkavan valuma-alueen virtaamatiedot.....	42
4.11.2	Heinijokea pitkin purkavan valuma-alueen virtaamatiedot.....	48
5	MONIMUOTOKOSTEIKON SUUNNITELMALUONNOS.....	49
5.1	Perustelut kunnostustyyppin valinnalle.....	49
5.2	Torhon monimuotokosteikon ominaisuudet.....	50
5.3	Torhon monimuotokosteikon perustaminen.....	51
5.4	Monimuotokosteikon hoito ja tehokkuuden ylläpito .....	52
6	JÄRVIKUNNOSTUS KIINTOAINEONGELMAN OSALTA.....	53
6.1	Niitto .....	53
6.1.1	Vesikasvillisuuden merkitys.....	53
6.1.2	Niiton vaikutukset .....	54
6.1.3	Niiton toteutus .....	54
6.2	Ruoppaus.....	55
6.2.1	Ruoppausmenetelmät .....	55
6.2.2	Läjitys .....	55
6.2.3	Ruoppaussuunnitelma.....	56
6.3	Järven tilapäinen kuivattaminen.....	56
6.3.1	Suomessa toteutetut hankkeet.....	57
6.3.2	Särkijärven esimerkkitapaus.....	57
6.3.3	Menetelmän soveltuvuus Torholle .....	58
7	VESISTÖKUNNOSTUKSEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ.....	60
7.1	Valuma-aluekunnostus .....	60
7.2	Niitto .....	61
7.3	Ruoppaus.....	62
7.4	Järven tilapäinen kuivattaminen.....	62
8	TUKIRAHOITUS .....	63
8.1	Yhdistysten haettavissa olevat tuet .....	63
8.1.1	Ympäristötuet yhdistyksille.....	64

8.1.2	Hanketuet yhdistyksille .....	66
8.2	Yksityisen maanviljelijän tukirahoitus.....	66
8.2.1	Maatalouden ympäristötuki ja luonnonhaittakorvaus .....	67
8.2.2	Luonnonhoitopelloille myönnettävät tuet.....	68
8.2.3	Talviaikaisen kasvipeitteisyyden ja kevennetyn muokkauksen tuet .....	69
8.2.4	Valumavesien käsittelymenetelmien tuet .....	69
8.2.5	Suojavyöhykkeiden tuet .....	70
8.2.6	Kosteikon perustamiseen ja hoitoon myönnettävät tuet.....	70
8.2.7	Tulva-alueiden lisäämisen ja uomakunnostuksen tuet .....	72
8.2.8	Monimuotoisuuden edistämiseen myönnettävät tuet .....	72
8.3	Muita rahoituslähteitä.....	73
8.4	Suomen riistakeskuksen Kotiseutukosteikko Life-hanke .....	73
9	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	74
9.1	Työn toteutuksen onnistuminen .....	74
9.2	Lainsäädännön huomioiminen ja tukirahoitusmahdollisuudet.....	74
9.3	Valuma-alueen ominaisuudet.....	75
9.4	Kiintoaineskulkeuman syntyperä .....	76
9.5	Suunnitelmanluonnoksen monimuotokosteikon ominaisuudet.....	76
10	SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI.....	78
10.1	Vedenlaatututkimukset.....	78
10.2	Kunnostustoimenpiteet.....	78
10.3	Erosion ehkäiseminen .....	79
10.4	Kesän vesitilanteen parantaminen.....	80
LÄHTEET	.....	82
Liite 1	Torhon valuma-aluekartta	
Liite 2	Kaartjoen valuma-alueen kartta	
Liite 3	Laaja Kaartjoen valuma-alueen kartta	
Liite 4	Heinijoen valuma-aluekartta	
Liite 5	Alue- ja valuma-aluekartta purkupisteineen Torhon läheisyydessä	
Liite 6	Torhon vuoden 2003 vesinäytteiden tulokset	
Liite 7	Kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet Kaartjoen vedenlaatutuloksista vuosilta 1993–2008	
Liite 8	Kaartjoen vesinäytteiden havaintopaikat	
Liite 9	Kaartjoesta vuosina 2003–2009 otettujen vesinäytteiden tulokset	
Liite 10	Lumen vesi-arvon taustatiedot	
Liite 11	Virtaama yhteenvedon laskelmat	
Liite 12	Torhon alueen korkeusvaihtelut	
Liite 13	Korkeuskuva	
Liite 14	Monimuotokosteikon suunnitelmaluonnos karttapohjalla	
Liite 15	Monimuotokosteikon suunnitelmaluonnos	

## 1 JOHDANTO

Vesistöt ovat hyvin lähellä suomalaisten sydäntä ja niiden hyöty- ja virkistyskäyttö on laajaa, mikä selittääkin voimistuneen huolen vesistöjen tilan heikkenemisestä niin kansallisella kuin myös kansalaisten tasolla. Kotijärvien tilan heikkeneminen on havaittu myös Lopen Torho- ja Lairon-järvillä, joiden tilan on havaittu heikenneen 1970-luvulla tehtyjen tulouoman ruopauksen jälkeen. Torhon ja Lairon heikentyneeseen tilaan on vaikuttanut eniten eroosion aiheuttama kiintoaineen kulkeutuminen järviin.

Opinnäytetyön päämääränä oli löytää keinoja kiintoaineen kulkeutumisen pysäyttämiseksi sekä samalla edistää muita vesistönsuojelullisia tavoitteita. Opinnäytetyön on tarkoitus olla yleishyödyllinen, mutta kuitenkin tälle alueelle yksilöity kokonaisuus, yleishyödyllinen siinä mielessä, että opinnäytetyö antaa kattavan kuvan erilaisista valuma-aluekunnostusmenetelmistä, lainsäädännöstä, tukirahoituksesta ja muista valuma-aluekunnostukseen ja vesistökuunnostukseen yleisesti liittyvistä seikoista.

Opinnäytetyö on kuitenkin yksilöity niin, että toimenpiteet, ohjeet ja ehdotukset tulevaisuuden toimenpiteiksi on valikoitu erityisesti Torhon ja Lairon alueille soveltuen ja keskittyen ensisijaisesti kiintoaineen pysäyttämiseen, mikä on koettu suurimmaksi ongelmaksi alueella. Opinnäytetyön sisältöä mietittäessä on pyritty saavuttamaan sellainen kokonaisuus, josta on mahdollisimman paljon hyötyä alueen toimijoille työn valmistuttua niin, että toimijat pystyvät parhaansa mukaan myöhemmin edistämään alueen vesien tilaa.

### 1.1 Työn rajaus

Opinnäytetyön toimeksiantajan Torhon-, Lairon-, Paloniityn-ym. järjestyly-yhtiön päätoimitsijan Kari Kuparisen, opinnäytetyön ohjaajan ympäristötekniikan koulutusohjelman yliopettaja tohtori Harri Mattilan sekä opinnäytetyön tekijän välisissä palavereissa rajattiin työn tavoitteet ja toiveet työn sisällöstä. Aloituspalaverissa kävi ilmi, että pääasiallisena ongelmana oli kiintoaineen kulkeutuminen Torholle ja tähän ongelmaan puuttuminen otettiin opinnäytetyön ensisijaiseksi tavoitteeksi. Palaverissa sovittiin, että opinnäytetyössä perehdytään valuma-aluekunnostukseen erityisesti kiintoaineongelman osalta, mutta huomioidaan kuitenkin myös muut vesistökuunnostusasiat.

Toimeksiantajan kanssa sovittiin myös, että teoriaosuuteen pohjautuen alueelle annetaan suosituksia erilaisista kunnostustoimenpiteistä ja pohditaan tarkemmin, millaisella toimenpiteellä kunnostus olisi hyvä aloittaa. Torhon alueelle laadittiinkin suunnitelmaluonnos monimuotokosteikosta. Suunnitelmaluonnoksessa on esitetty, millainen kunnostuskohde Torhon läheisyyteen on suositeltavaa toteuttaa ensimmäisenä toimenpiteenä, kun halutaan puuttua kiintoaineongelmaan.

Työstä pyrittiin tekemään mahdollisimman toimiva kokonaisuus ja tietopaketti ajatellen toimeksiantajan mahdollista halukkuutta jatkaa laajempia kunnostustoimenpiteitä työn valmistumisen jälkeen. Opinnäytetyöhön sisällytettiin myös toimenpide-ehdotuksia, joilla kuormitusta saadaan vähennettyä huomattavasti niin, että alueella voidaan myöhemmin edetä järvikunnostukseen. Opinnäytetyöhön päätettiin myös tehdä suppeampi osio järvikunnostuksen teoriasta liittyen kiintoaineongelmaan.

### 1.2 Työn toteutustavat

Työ toteutettiin perehtymällä internet- ja kirjallisuuslähteisiin tarvittavan teoratiedon keräämiseksi. Työn yhteydessä hyödynnettiin myös OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelun, PaITuli-paikkatietopalvelun sekä Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Geokartta -palvelun aineistoja sekä kerättiin tietoja viranomaistahoilta. PaITuli-paikkatietopalvelun aineistoja käytettäessä hyödynnettiin muun muassa MapInfo- sekä Global Mapper-ohjelmistoja.

Valuma-alueetarkastelu tehtiin peruskartalta sekä OIVA-palvelua hyödyntäen. Maaperän korkeustietojen selvittämiseksi opinnäytetyön tekijä suoritti maastomittauksia kohdealueella GRS-1 RTK-laitteella. Korkeustietoja selvitettiin myös PaITuli-paikkatietopalvelusta saatavan korkeusmallin avulla. Työhön liittyi myös muita maastokäyntejä, joilla alueeseen tutustuttiin toimeksiantajan opastuksella. Teoria- ja taustatietojen selvittämisen jälkeen alueelle valittiin parhaiten soveltuva kunnostustoimenpide ja laadittiin suunnitelmaluonnos toimenpiteestä. Suunnitelmaluonnos laadittiin AutoCAD-ohjelmistoa hyödyntäen.

## 2 SYYT VALUMA-ALUEKUNNOSTUKSEN TAUSTALLA

Valuma-aluekunnostus tarkoittaa järven tilan parantamiseen tähtääviä toimenpiteitä, jotka kohdistuvat järven ulkopuolelle eli sen valuma-alueelle. Valuma-aluekunnostuksella puututaan järveen kohdistuvaan ulkoiseen kuormitukseen, mikä on vauhdittanut järven luontaista kehitystä rehevämmäksi ja lopulta kohti umpeenkasvua. Ulkoinen kuormitus koostuu luonnonhuuhtoumasta, ihmistoiminnan vaikutuksen tehostamasta huuhtoumasta sekä laskeumasta. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen valuma-aluekunnostuksen avulla on välttämätöntä, mikäli järven tai vesistön tilaa halutaan pysyvästi parantaa. (Mattila 2005, 137–141.)

Järvellä tehtävien kunnostustoimien vaikutukset häviävät nopeasti, kun tulovesien huuhtouman mukana vesistöön päätyy jatkuva ravinne- ja kiintoainekuorma. Aina ennen järvikunnostuksen aloittamista tulisikin ensin pysäyttää ulkoinen kuormitus mahdollisimman tehokkaasti. Hierarkia valuma-aluekunnostuksessa alkaa kuormituksen syntypaikasta, sillä ensisijaisesti on pyrittävä vähentämään kuormitusta ylipäätään ja toissijaisesti on pyrittävä pidättämään kuormitus mahdollisimman lähellä syntypaikkaa. Viimeisenä vaihtoehtona on kuormituksen pysäyttäminen myöhemmin valuma-alueella, ennen kuin kuormitus päätyy järveen asti. Kuormituksen pysäyttäminen kauempana syntypisteestä on kuitenkin haastavampaa, sillä kiintoaine ja ravinteet ovat tällöin laimentuneet suurempaan vesimäärään. (Mattila 2005, 137–141.)

### 2.1 Hajakuormitus

Vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta on ihmistoiminnalla lisätty radikaalisti aina 1950-luvulta lähtien, kun teollisuuslaitosten jätevesikuorma lisääntyi ja teollisuuden voimistuminen synnytti uusia suurempia asumiskeskittymiä ja näin ollen myös lisää jätevesiä. Kuivakäymäläaikaudesta oli siirrytty vesivessoihin ja jätevedet päätyivät usein suoraan vesistöihin, sillä vasta 1970-luvulla yhdyskuntien jätevesien käsittelyä alettiin tehostaa merkittävästi. (Mattila 2005, 139.)

Maa- ja metsätalouden muutokset ovat myös lisänneet ulkoista kuormitusta: erityisesti lannoitteiden ylenmääräinen käyttö aina 1980-luvun lopulle asti sekä metsien ojitus lisäsivät ravinnekuormaa vesistöissä. Suuria parannuksia ulkoisen kuormituksen pysäyttämiseksi on jo tehty niin jäteveden puhdistuksen osalta kuin myös maa- ja metsätalouden osalta. Parannuksista huolimatta vesistökuunnostus on aloitettava perehtymällä valuma-alueen kuormittajiin ja kuormituksen ehkäisyyn, mikäli kunnostuksella halutaan olevan pysyviä vaikutuksia. (Mattila 2005, 137,139.)

Teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet eli niin sanotut pistekuormittajat, ovat päästölupamenettelyn piirissä, joten niiden hoitaminen valuma-aluekunnostuksen keinoin on yleensä tarpeetonta. Myös turvetuotannon voimistamat kiintoaine-, humus- ja ravinnekuormitukset sekä metallipääs-

töt ovat ympäristöluvan piirissä, ja näin ollen viranomaisten harkinnan alaisia. Edelleen voidaan kuitenkin vaikuttaa maa- ja metsätalouden sekä haja- ja vapaa-ajan asutuksen aiheuttamaan hajakuormitukseen. Laskeuman osuus kuormituksesta on merkittävä alueilla, joissa järven pinta-ala on suuri suhteessa valuma-alueen pinta-alaan: tällöin kannattaa yrittää puuttua teollisuuden aiheuttamiin päästöihin. Laskeuman aiheuttama kuormitus on suurempi teollisuuden ja kaupunkien läheisyydessä ja yleensä Etelä-Suomessa. (Mattila 2005, 139–140.)

## 2.2 Maatalouden hajakuormitus

Maataloudessa kuormitusta aiheuttavat erityisesti maaperän eroosio, keinolannoitteet sekä karjan lanta. Eroosion mukana vesistöön päätyy luonnollisesti kiintoainetta, mutta myös kiintoaineeseen sitoutuneita ravinteita. Keinolannoitteissa sekä karjan lannassa olevat ravinteet taas liukenevat suoraan veteen ja ovat heti vesistöön joutuessaan kasvien ja planktonin käytettävissä. Voimakkaimmillaan eroosiota tapahtuu kaltevilla pelloilla, mutta hienojakoinen maaperä kulkeutuu vesistöön myös salaojia pitkin. Peltoviljelyn aiheuttama eroosiokuormitus on voimakkaimmillaan, mikäli kaltevilla hiesupelloilla viljellään esimerkiksi perunaa, jolloin kasvipeitteisyys ei kata koko peltoalaa, vaan hyvin ravinnepitoinen hiesu erodoituu. Ympärivuotisella kasvipeitteellä eroosiota voidaan taas vähentää. (Mattila 2005, 137–141.)

Maanviljelyssä on jo tapahtunut paljon parannuksia, kuten lannoituksen väheneminen, suojakaistojen käyttöönotto sekä säilörehun ja karjanlannan tiiviimpi varastointi, mutta tästä huolimatta useilla järvillä maatalous on tällä hetkellä suurin vesistökuormittaja. Tästä syystä peltoviljelyn tuotantomenetelmiä tulisikin edelleen kehittää ja uusia menetelmiä ottaa käyttöön. Uusia menetelmiä kehitettäessä on panostettu myös hyötysuhteiden kehittämiseen maanviljelyksessä, mikä lisää positiivisia vaikutuksia monilla eri alueilla vesistökunnostuksen ohella. (Mattila 2005, 142–143.)

Lannoituksen tarkempi annostelu ja saattaminen helpommin suoraan kasvien käyttöön parantaa esimerkiksi uhkakuvia fosforin loppumisesta. Eräiden tutkimusten mukaan louhittavat fosforivarannot hupenevat seuraavan 50 vuoden kuluessa, mikä aiheuttaisi suuria mullistuksia peltoviljelyssä. Edellä mainitusta syystä fosforia tulisi vesistöihin huuhtoutumisen sijasta ottaa yhä tehokkaammin talteen. (Fosfori loppumassa maapallolta, maataloutta uhkaa romahdus 2009.)

## 2.3 Metsätalouden hajakuormitus

Maanviljelyn lisäksi hajakuormitusta aiheuttaa myös metsätalous. Metsätaloustoiminnot, kuten ojitus, lannoitus, avohakkuut ja hakkuiden jälkeinen maankäsittely lisäävät kuormitusta arviolta 5-10 vuotta toimenpiteen jälkeen. Metsän maaperä vaikuttaa kuitenkin kuormituksen määrään ja esimerkiksi moreenimaan ojituksella on pienemmät vaikutukset kuin soiden ojituksella. Ojitetuilta soilta vesistöön päätyy erityisesti humusta, jonka vaikutuksia vesiekosysteemiin on kuvattu jäljempänä suunnittelukoh-

teen valuma-aluetta tarkasteltaessa. Suuri osa metsämaiden kuormituksesta syntyy keväällä sulamisvesien vaikutuksesta. (Mattila 2005, 141; Seuna & Vehviläinen 1986, 254.)

#### 2.4 Haja- ja vapaa-ajanasutuksen kuormitus

Metsätalouden fosforikuormitusta lähes vastaava kuormituslähde on haja- ja vapaa-ajanasutus. Viemäriverkoston ulkopuolella asuu Suomessa lähes miljoona asukasta ja tämän lisäksi vesistöjen läheisyydessä on noin puoli miljoonaa vapaa-ajanasuntoa. Edellä mainitut fosforikuormituslähteet aiheuttavat lähes yhtä suuren kuormituksen kuin koko Suomen muu yhdyskunta-asutus ja teollisuus yhteensä. Lisäksi näissä jätevesissä ravinteet ovat valmiiksi liukoisessa muodossa ja näin ollen suoraan kasvien ja planktonin hyödynnettävissä. (Mattila 2005, 141–143.)

Haja-asutuksen aiheuttaman vesistökuormituksen ehkäisemiseksi on annettu valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (542/2003) ja se tuli voimaan vuoden 2004 alusta. Asetus aiheutti paljon kritiikkiä ja sen tilalle hyväksyttiin uusi asetus, joka tuli voimaan 15.3.2011 (VNa 209/2011). Uuden asetuksen mukaan haja-asutusalueella olevien kiinteistöjen jäteveden puhdistustason tulee olla seuraavanlainen: kokonaisfosfori 70 %, kokonaistyyppi 30 % ja orgaaninen aines 80 %. Kunta voi joissakin tapauksissa kiristää määräyksiä omalla ympäristönsuojelumääräyksellä. (542/2003; Kirje kuntien viranomaisille säädösmuutoksista 2011; Ympäristövaliokunta kohtuullistaa ja selkeyttää hajajätevesien käsittelyvaatimuksia 2011.)

Vuoden 2004 alun jälkeen rakennettujen jätevesijärjestelmien tulee täyttää puhdistusvaatimukset heti ja muiden toimivien jätevesijärjestelmien 15.3.2016 mennessä. Kiinteistön omistajat, jotka asuvat vakituisesti asunnoissaan ja ovat ennen 9.3.2011 täyttäneet 68 vuotta vapautuvat velvoitteesta. Vapautus ei koske uudisrakennuksia eikä vapaa-ajanasuntoja. Kunta voi myöntää vapautuksia velvoitteesta myös niin sanotuista sosiaalisista perusteista, joita ovat työttömyys ja pitkäaikainen sairaus. Vapautus voidaan myöntää enintään viideksi vuodeksi kerrallaan. Vapautus voidaan myöntää myös sellaisille kiinteistöille, joille tulee mahdollisuus liittyä kunnalliseen viemäriverkkoon lähivuosina 15.3.2016 jälkeen. (Kirje kuntien viranomaisille säädösmuutoksista 2011.)

#### 2.5 Ilmastonmuutoksen vaikutus kuormitukseen

Valuma-aluekunnostukselle omat haasteensa aiheuttaa myös ilmastonmuutos, mikä vaikuttaa oleellisesti valuntaan ja maaperän eroosioon. Ilmastonmuutos tulee lisäämään sadantaa ja on arvioitu, että sadan vuoden kuluessa sadanta- ja valuntamäärät lisääntyvät jopa 20 %. Ilmastonmuutos aiheuttaa myös leudompia talvia sekä nopeuttaa maan orgaanista ainetta hajottavia mikrobiologisia prosesseja. Orgaanisen aineksen vähentyminen ja lisääntyvä sadanta tiivistävät maaperää, minkä seurauksena eroosio ja pintavirtailu lisääntyvät. Leudot talvet aiheuttavat sen, että sula maa altistuu sateille ja kasvaneelle pintavalunnalle, mikä entisestään voimistaa

eroosiota. Seuraavassa osiossa onkin eritelty tarkemmin kiintoaineen eroosiota, koska se oli kohdealueella suurimmaksi koettu ongelma ja sen ratkaisemiseen pyrittiin löytämään sopivaa kunnostustoimenpidettä. (Ilmastomuutos tuo haasteita ja mahdollisuuksia Suomen maa- ja elintarviketaloudelle 2008; Schulz 2009, 16; Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 4.)

### 3 KIINTOAINEEN EROOSIO JA SEN AIHEUTTAMIEN HAITTOJEN TORJUMINEN

Tämän työn ensisijaisena tavoitteena oli puuttua Torhoon virtaavaan kiintoainekuormitukseen. Kiintoaineen kulkeutuessa järveen siihen sitoutuneet ravinteet saattavat nostaa järveden ravinnetasoja, koska heikoissa happiolosuhteissa maahiukkasiin sitoutunut fosfori liukenee veteen. Veteen liennut fosfori on suoraan kasveille ja planktonille käyttökelpoisessa muodossa. Kiintoaineen kertyminen järveen myös madaltaa järveä, mikä taas heikentää virkistyskäyttömahdollisuuksia ja mahdollistaa auringonvalon pääsyn lähemmäksi järven pohjaa. Auringonvalon määrän lisääntyminen taas kiihdyttää kasvien tuotantoa. Kasvituotannolla on myös entistä paremmat edellytykset maahiukkasissa kulkeutuneiden ravinteiden ansiosista. Tästä syntyykin kierre, johon luonnollinen järvien umpeenkasvukehitys perustuu. Nykyisin ihmistoiminnalla on kuitenkin usein voimistettu ja nopeutettu tätä kierrettä ja sen vaikutuksia, kuten edellä on kerrottu.

Seuraavassa osiossa perehdytään tarkemmin kiintoaineen eroosioon ja sen voimakkuuden vaihteluun, jotta voidaan paremmin ymmärtää mekanismeja, joiden seurauksena kiintoaine kulkeutuu järveen. Lisäksi jäljempänä tässä osiossa eritellään erilaisia keinoja eroosion aiheuttamien haittojen torjumiseen ja haittojen ennaltaehkäisemiseen. Eroosion torjumiseen voidaan käyttää erilaisia valuma-aluekunnostusmenetelmiä, joiden tarkoituksena on pysäyttää kiintoainekuormitus ennen järveen pääsyä.

Kunnostusmenetelmät voivat olla vesistön läheisyyteen rakennettavia uusia altaita tai vaihtoehtoisesti uomaan toteutettavia uusia rakenteita. Osa kunnostustoimenpiteistä on suunniteltu ainoastaan kiintoaineongelman hillitsemiseksi, kun taas osa vaikuttaa useaan vesistöihin liittyvään ongelmaan kiintoaineen pysäyttämisen ohella. Kosteikkoja käsittelevässä osiossa on eritelty monivaikutteisten kosteikkojen puhdistusmekanismit yksityiskohtaisemmin. Vaikka nämä mekanismit on eritelty vain tässä yhteydessä, niin samat mekanismit toimivat joiltain osin myös muissa kunnostustoimenpiteissä.

#### 3.1 Eroosion synty ja siihen vaikuttavat tekijät

Eroosion syntyyn ja määrään vaikuttavat monet tekijät, kuten alueen kasvillisuus, läpäiseväisyys ja kaltevuus sekä erityisesti sateen ja sulamisvesien aiheuttama vuodenaikaisvaihtelu. Paikallisista olosuhteista erityisesti kasvipeitteisyys, kaltevuus ja maaperän laatu vaikuttavat eroosion määrään, näistä kasvipeitteisyys on ainoa, johon ihmistoiminnalla voidaan merkittävästi vaikuttaa. Jokivesissä esiintyy lisäksi kahta eri kiintoainetyyppiä: suspendoitunut kiintoaine ja pohjakulkeuma. Erityisesti suspendoitunut kiintoaines päätyy helposti jokivesien mukana myös järveen asti. (Seuna & Vehviläinen 1986, 226–228, 254; Vehviläinen 1981, 6-8; Särkkä 1996, 115.)

### 3.1.1 Kiintoainetyypit

Kiintoainetyypit eroavat toisistaan niin, että suspendoitunut kiintoaine on veteen sekoittunutta hienojakoista ainetta, joka kulkee yleensä koko jokisysteemin läpi laskeutumatta, kun taas pohjakulkeuma on karkeampaa ja herkemmin vajoavaa ainesta. Suspendoituneen kiintoaineen hiukkaskoko on alle 0,062 mm, mikä käytännössä tarkoittaa hiekkaa hienompaa ainesta. Hienot hiukkaset kuitenkin vajoavat välillä pohjakulkeumaksi ja päinvas-toin riippuen virtauksen vaihtelusta. Suspendoituneen kiintoaineen hiukkaskoko ei myöskään ole yksiselitteinen, sillä se on riippuvainen virtausnopeudesta ja turbulenssista. Pohjakulkeuman osuus koko veden kiintoainekulkeumasta on vain noin 10 %, ja merkittävää se on lähinnä hiekka-pohjaisilla joilla, sillä kiinteäpohjaisten jokien pohjakulkeuma on hyvin vähäistä. Suspendoituneen kiintoaineksen kulkeuma Suomessa on keskimäärin 1-2 tonnia vuodessa jokaista valuma-alueeneliökilometriä kohden. (Seuna & Vehviläinen 1986, 227–228, 254; Vehviläinen 1981, 6-8; Särkkä 1996, 115.)

### 3.1.2 Eroosiotyypit

Kiintoainekuormitus on seurausta eroosiosta. Eroosio on veden, tuulen, jään ja painovoiman aiheuttamaa aineksen irtautumista maa- ja kallioperästä. Vesierosio jaetaan edelleen kahteen tyyppiin: pintaerosioon ja uomaerosioon. Pintaerosio on sadepisaroiden aiheuttamaa eroosiota suoraan maanpinnasta ja uomaerosio on veden virtausenergian aiheuttamaa eroosiota. Valtaosa Suomessa tapahtuvasta pintaerosiosta tapahtuu vain muutaman rankkasateen aikana. (Seuna & Vehviläinen 1986, 226–227.)

Edellisestä käsitteiden jaottelusta huolimatta ei tule kuitenkaan unohtaa, että suurin kiintoainekuormitus Suomen vesistöihin tulee keväisin pintaerosion takia. Keväällä tapahtuva pintamaan eroosio on enemmänkin veden virtausenergian aiheuttamaa kuin sadepisaroiden, mikä on ristiriidassa käsitteiden asettelun kanssa. (Seuna & Vehviläinen 1986, 226–227; Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000, 21–22.)

Ihmistoiminnalla on voimistava vaikutus eroosioon, sillä eroosio lisääntyy ojien kaivun ja maanmuokkauksen yhteydessä sekä kun kasvipeitettä hävitetään. Merkittävää uomaerosiota voi tapahtua erityisesti juuri kaivetuilla tai peratuilla ojilla ja uomilla, mikäli veden virtausnopeus ylittää kyseessä olevalle maalajille soveltuvan rajan. (Seuna & Vehviläinen 1986, 226–227.)

### 3.1.3 Eroosion voimakkuus

Eroosion voimakkuuteen vaikuttavat aluekohtaiset tekijät, kuten kaltevuus, kasvillisuus, maaperän raekoko, kerrostuneisuus, läpäisevyys ja kosteus. Suurempi raekoko vähentää eroosioherkkyyttä eli erodoituvuutta. Erooituvuuden raja kulkee kuitenkin hiekassa, sillä hiekkaa hienommat maa-ainekset erodoituvat heikommin kuin hiekka. Maan kosteuden lisään-

tyminen heikentää eroosiota, sillä se voimistaa koheesiota. Joillekin maa-lajeille muodostuu kuitenkin kuivuessaan niin kova kuori, että se heikentää eroosiota. (Seuna & Vehviläinen 1986, 227.)

Kasvillisuus heikentää niin pinta- kuin uomaeroosiota, sillä kasvillisuus heikentää maaperään osuvien pisaroiden voimaa ja uomassa oleva kasvillisuus taas heikentää leikkausvoimia virtaavassa vedessä. Käytännössä kasvillisuus heikentää veden virtausnopeutta, mikä on myös uomaan kohdistuva leikkausvoima. Kasvillisuus myös ehkäisee virtauksen aiheuttamien voimien kohdistumisen suoraan uoman maaperään ja sitoo juurillaan maaperää entistä paremmin leikkausvoimia kestäväksi. Kaltevuuden aiheuttama eroosion lisäys taas on suoraviivaisesti verrannollinen kaltevuuden kasvaessa aina tasaisesta nolasta asteesta 20 asteeseen asti. (Seuna & Vehviläinen 1986, 227.)

### 3.1.4 Eroosion vuodenaikaisvaihtelu

Veden kiintoainekuormaan vaikuttavat erityisesti pintavalunnan suuruus ja maaperän erodoituvuus. Nämä molemmat tekijät ovat vuodenajan mukaan vaihtelevia. Talvella kiintoainevirtaamat ovat hyvin pieniä, koska sadanta varastoituu lumeksi ja jääksi, ja lisäksi maaperä on jäässä, mikä pienentää eroosioherkkyyttä. Suomen olosuhteissa vuoden ylivirtaama, eli suurin pintavalunta, ajoittuu yleensä kevääseen, kun lumet ja jäät sulavat tai ovat jo kokonaan sulaneet. Ylivirtaaman aiheuttaman suuren virtaaman lisäksi olosuhteet ovat keväällä myös monilla muilla tavoilla eroosiota voimistavia. Maa on edelleen osittain roudassa ja näin se ei läpäise vettä, vaan tavallista suurempi vesimäärä liikkuu pintavaluntana. Sula maakerros taas on ylikyllästynyt vedestä, jolloin siitä tulee erityisen eroosioherkkää. Keväällä myös pintaeroosiosta heikentävä kasvipeitteisyys puuttuu. (Seuna & Vehviläinen 1986, 213, 226–228; Särkkä 1996, 115.)

Virtaaman kasvaessa joen kuljetuskyky kasvaa, ja myös pohjakulkeuma lähtee liikkeelle. Tulva nostaa vedenpinnan tavallista korkeammalle, mikä lisää rantaeroosiota. Rantaeroosion vaikutusta voimistaa myös vielä edelleen sulavan jään hankaus jokipenkkoihin. Keväisin joen kuljetuskyky ja ympäristön eroosioherkkyys ovat siis suurimmillaan ja näin ollen myös suurin kiintoainekulkeuma ajoittuu kevääseen. Kesällä kasvillisuus ehkäisee pintaeroosiota, haihdunta on suurta ja maaperän läpäisevyys hyvä, joten suuria virtaamia ja eroosiota ei näin ollen esiinny. Syksyllä kasvillisuuden kuoltua ja syysstateiden aiheuttaman virtaaman voimistumisen myötä kiintoainekulkeuma voi olla lähes yhtä suuri kuin keväisin. (Seuna & Vehviläinen 1986, 227–228, 254; Särkkä 1996, 115.)

## 3.2 Eroosiosuojaus

Lounais-Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan keskimäärin 90 % uomassa kulkevasta kiintoainekuormituksesta saattaa olla peräisin peltojen pintamaasta. Samantyyppisiä tutkimustuloksia saatiin myös Etelä-Englannissa. Kuten edellä on kerrottu, pellon pintamaan eroosion voimakkuuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten maalaji, valunta ja peltojen kalte-

vuus. Näin ollen eroosio ei kaikilla pelloilla onneksi yllä edellä mainittuihin lukemiin. (Mattila 2005, 140; Huhtala, Kuosku, Rautiainen, Sampakoski & Sarvilinna 2003, 107.)

Peltojen pintamaan eroosiota ei kuitenkaan tule unohtaa, vaikka olosuhteet olisivatkin eroosiosta heikentäviä, sillä pelloilta vesistöön päätyvä kiintoaine sisältää runsaasti ravinteita, jotka ovat kerääntyneet maahiukkasiin lannoituksen myötä. Pintamaan eroosion voimakkuutta arvioitaessa tulisi muistaa, että myös melko tasaisilla pelloilla hienon maa-aineksen eroosiota tapahtuu salaojia myöten. Seuraavaksi esitellään muutamia yleisesti käytettyjä keinoja peltomaan pintaeroosion ehkäisemiseksi. (Mattila 2005, 140; Huhtala, Kuosku, Rautiainen, Sampakoski & Sarvilinna 2003, 107.)

### 3.2.1 Viljelykasvit

Viljelykasvien valinnalla voidaan vaikuttaa pellon pintamaan eroosioon, esimerkiksi perunaa ja sokerijuurikasta viljeltäessä eroosio on luonnollisesti voimakkaampaa, kuin monivuotista nurmea kasvavilla pelloilla, jolloin paljas maa ei altistu veden vaikutukselle. Eroosioon voidaankin vaikuttaa viljelemällä eroosioherkempiä kasveja kauempana vesistöstä ja tasaisilla pelloilla, kun taas jokivarsissa voitaisiin suosia monivuotista kasvillisuutta. Talviaikainen kasvipeite on erityisen tärkeä usein tulvan alle jäävillä pelloilla, sillä tulva kuljettaa kiintoainetta herkästi. (Mattila 2005, 140–141; Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys 2008.)

Erittäin hyvä vaihtoehto jokivarsien pelloille on luonnonhoitopellot, jotka vapaaehtoisena vaihtoehtona korvasivat kesannointivelvoitteet vuonna 2009. Luonnonhoitopeltojen tarkoituksena on vähentää ravinnekuormitusta sekä lisätä maiseman monimuotoisuutta. Luonnonhoitopeltoja on neljää eri tyyppiä, joihin kuuluu monivuotinen nurmipelto sekä kolme erityyppistä monimuotoisuuspeltoa: niitty-, riista- ja maisemakasvipelto. (Luonnonhoitopellot uusi tukimuoto vuodesta 2009, 2010; von Weissenberg 2010.)

Monivuotinen nurmipelto on olemassa olevaa nurmea tai se on perustettava sinä vuonna, kun lohko ensimmäisen kerran ilmoitetaan monivuotiseksi nurmipelloksi. Monivuotinen nurmipelto poikkeaa monimuotoisuuspelloista siten, että laidunnus on sallittua, mikäli kasvipeitteisyys säilyy ympäri vuoden. Lisäksi monivuotisen nurmipellon tuki on vuoden 2011 hakuoppaan mukaan 170€ /ha/vuosi, kun taas monimuotoisuuspellon 300€ /ha/vuosi. (Luonnonhoitopellot uusitukimuoto vuodesta 2009, 2010; von Weissenberg 2010; Hakuopas 2011, 56.)

Niitty- ja maisemakasvipelloilta sadon saa niittää ja korjata hyödynnykseen, mutta riistakasvipeltojen sato on tarkoitettu riistan ruokintaan. Riista- ja maisemakasvipellot on lisäksi kylvettävä vuosittain kahdesta muusta vaihtoehdosta poiketen. Mitään edellä mainittua peltotyyppiä ei ole pakko niittää vuosittain ja mikäli pellot niitetään, niin sen saa tehdä aikaisintaan 1. elokuuta alkaen. (Luonnonhoitopellot uusitukimuoto vuodesta 2009, 2010; von Weissenberg 2010.)

### 3.2.2 Maanmuokkaustavat

Kaikkia peltoja ei voida viljellä monivuotisilla kasveilla tai tehdä niistä luonnonhoitopeltoja, mutta vesistökuormitusta voidaan silti alentaa vaihtamalla pellon muokkaustapoja. Samoin kuin talviaikaisen kasvipeitteisyydenkin kohdalla suurta hyötyä kevyemmistä maanmuokkaustavoista voidaan saada, kun erityisesti vesistön läheisyydessä olevien peltojen maanmuokkaustapoja muutetaan. Suorakylvöllä ja kevytmuokkauksella saadaan vesistönsuojelun ohella myös muita positiivisia tuloksia, kuten maan rakenteen parantuminen, liettymisen vähentyminen ja kustannusten alentuminen. (Mattila 2005, 143; Alikärri 2002.)

Suorakylvökoneen hankinta on suuri investointi, mikä saattaa usein estää suorakylvöön siirtymisen. Tällaisissa tapauksissa pienillä tiloilla voitaisiin harkita yhteiskäytössä olevaa konetta tai teettää kylvö ostopalveluna. Kustannusmuutokset esimerkiksi suorakylvöön siirryttäessä ovat tapauskohtaisia, mutta varmuudella voidaan sanoa, että työaikasäästöt ovat tuntuvia. Lisäksi tulee muistaa, että suorakylvetyt pellot soveltuvat ympäristötuen lisätoimenpiteeksi. Ympäristötukea saadakse viljelijän on A- ja B-tukialueilla valittava vähintään yksi lisätoimenpide. Maatalouden ympäristötuista on kerrottu lisää luvussa 8.2.1 Maatalouden ympäristötuki ja luonnonhaittakorvaus. (Niittymaa 2008, Maaseudun Tulevaisuus 10.3.2008, 9; Lähti 2008, Maaseudun Tulevaisuus 10.3.2008, 10; Maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2010, 4.)

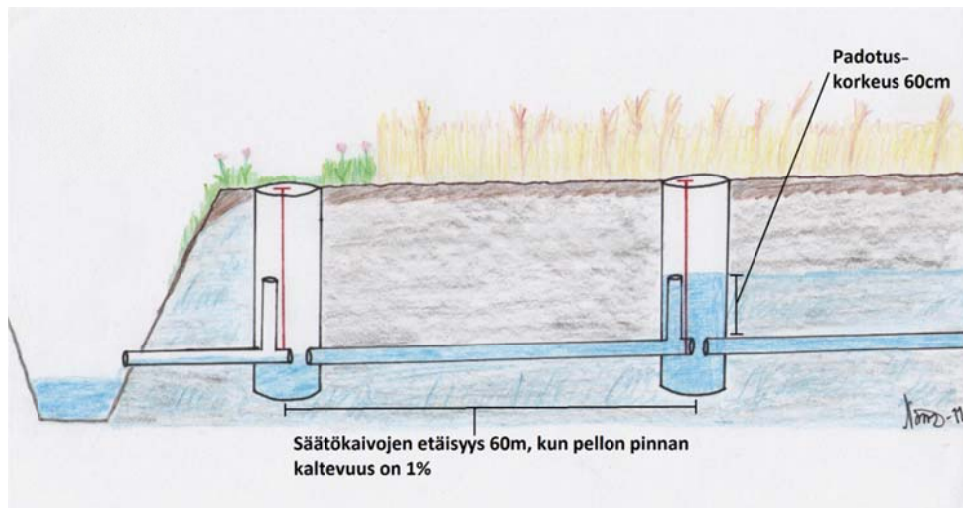
Maaseudun tulevaisuus -lehden Maaseudun Tiede -liitteessä julkaistiin 10.3.2008 (65. vuosikerta numero 1) useita artikkeleita liittyen suorakylvöön: näihin artikkeleihin lukeutuu muun muassa ”Juha Nepposella takana 8 vuotta suorakylvöä”. Artikkelin on kirjoittanut Veikko Niittymaa ja siinä kerrotaan hyvin elävästi erään tilan kokemuksia suorakylvöstä kahdeksan vuoden ajalta. Edellä mainittu artikkeli, kuten myös muut liitteen artikkelit löytyvät Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen internetsivuilta. (Niittymaa 2008, Maaseudun Tulevaisuus 10.3.2008, 9.)

### 3.2.3 Säätosalaojitus

Säätosalaojituksella voidaan nimensä mukaisesti säädellä pellolta poistuvan veden määrää. Säätoikaivot mahdollistavat veden varastoinnin pellolle niin, että kuivana kautena vesi voidaan hyödyntää pellon viljelyssä. Samalla kastelun tarve ja pelloilta poistuvan veden määrä vähenee. Veteen liuenneet ravinteet eivät kulkeudu vesistöön, kun vesi pysyy peltoalueella. Koska salaojilla säädeltynä pellon vesitalous paranee, niin viljelykasvit pystyvät käyttämään jo valmiiksi liukoisina olevia ravinteita tehokkaammin. Säätosalaojitukseen voidaan liittää kastelujärjestelmä niin, että salaojaverkoston hyödynnetään kastelussa pumpaamalla sinne kasteluvettä. Tätä kutsutaan säätoikasteluksi. Säätoikastelu voidaan toteuttaa myös avo-ojissa ja silloin ojiin on rakennettava padotusjärjestelmät. (Mattila 2005, 144–145; Peltomaa 2009, 5–6.)

Käytännössä säätosalaojitus toimii niin, että salaojaputkiin asennetaan tiettyin välein säätoikaivoja, joiden avulla voidaan säädellä veden pääsyä pois-

touomaan. Säätosalaojituksen periaate on esitetty kuvassa 1. Keväisin kuivatuksen aikana vesi päästetään kulkemaan vapaasti järjestelmän läpi, ja kun pellot ovat tarpeeksi kuivia, niin voidaan vettä varastoida säätkäivoihin. Säätkäivot nostavat salaojaveden pinnan korkeutta niin, että vesi on tehokkaammin kasvien käytettävissä. Säätosalaojitus toimii parhaalla mahdollisella tavalla hiekka- ja hietamailla eikä pellon kaltevuus saisi olla 2 %:a suurempi, sillä silloin kaivoja joudutaan rakentamaan tiheästi, mikä taas nostaa kustannuksia. Savimailla menetelmä ei toimi kunnolla, sillä heikko kapillaari-ilmiö ei nosta vettä kasvien juurille tarpeeksi nopeasti. (Mattila 2005, 144–145.)



Kuva 1 Säätosalaojituksen periaate. (Mattila 2005, 144; Peltomaa 2009, 3.)

Säätosalaojituksen, säätkästellun ja kuivatusvesien kierrätyksen hoitotoimenpiteet -oppaassa on annettu esimerkki säätosalaojituksen perustamisen kustannuksista. Oppaassa arvioidaan, että yhden säätkäivon ja pohjaveden havaintoputken kustannukset olivat keskimäärin 650 euroa vuonna 2009. Arvioitu hinta sisältää tarvikkeet ja asennustyöt. Tasaisilla alueilla uutta säätosalaojitusta rakennettaessa yhdellä säätkäivolla voidaan säätkä 1-2 peltotehtaarin vesiä. Vanhaan salaojitusjärjestelmään liitettäessä säätkäivoja tarvitaan yleensä enemmän, ja myös kaltevuuden kasvaminen lisää kaivojen tarvetta. (Peltomaa 2009, 5.)

Pellon valumavesien kanssa karkaavia ravinteita voidaan säätosalaojituksen lisäksi pysäyttää kuivatusvesiä kierrättämällä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että pellolta valuvat kuivatusvedet varastoidaan kaivettuun varastoaltaan ja käytetään sieltä tarvittaessa kasteluvetenä. Maatalouden ympäristötuen erityistukea haettaessa kuivatusvedet tulee kierrättää peltoon säätosalaojituksen tai säätkästellun keinoin. (Peltomaa 2009, 6.)

### 3.2.4 Tulvavesien pidättäminen valuma-alueelle

Varastoimalla kevään sulamisvesiä valuma-alueelle voidaan pienentää kevään ylivirtaamia. Ylivirtaamien pienentyessä veden leikkausvoimat pienenevät ja eroosio heikkenee. Varastoimalla vesiä yläjuoksulle tulvat purkuvesistöiden lähistöllä pienevät ja samalla peltujen pintamaan eroosio

vähenee. Tulvavesiä pidättämällä kesäisin alhaisesta vedenpinnasta kärsivien järvien vesitilannetta voidaan parantaa, kun tulvavesiä purkautuu vesistöihin hitaasti kesän aikana. (Harjula, Jormola, Pajula, Sampakoski & Yrjänä 2003, 45–48; Seuna & Vehviläinen 1986, 227.)

Tulvavesiä voidaan pidättää esimerkiksi ennallistettaviin tulvametsiin tai -niityille. Hyviä varastoalueita ovat myös ennallistettavat ojitetut suot ja metsät sekä käytöstä poistetut turvealueet ja kuivatetut järvet. Tulvavesien varastoiksi voidaan myös perustaa erilaisia altaita ja kosteikkoja. Tulva-alueita kannattaa ennallistaa varsinkin sellaisilla alueilla, joilla kärsitään tulvahaitoista ja luontaiset tulva-alueet ovat hävinneet. (Harjula ym. 2003, 45–48.)

### 3.3 Suojakaistat ja -vyöhykkeet

Suojakaistat ja -vyöhykkeet ovat pelloille vesistöjen varsille perustettavia alueita, joilla on ympärivuotinen kasvillisuus, jota ei lannoiteta tai käsitellä kasvinsuojeluvälineillä. Suojakaistojen ja -vyöhykkeiden tarkoituksena on monivuotisen kasvillisuuden peittämänä toimia ikään kuin suodattimena ennen vesistöä niin, että maa-aines, ravinteet ja muut haitalliset aineet eivät päädy vesistöön. Suojakaistat ja -vyöhykkeet lisäävät monimuotoisuutta, niillä on maisemallista arvoa ja ne toimivat ekologisina käytävinä. (Salomäki, Siltala & Siltala 2007, 36.)

#### 3.3.1 Suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmat

Suojavyöhykkeiden perustaminen on tarpeen erityisesti sellaisilla alueilla, jotka viettävät voimakkaasti vesistöön sekä alueilla, jotka säännöllisesti kärsivät vettymishaitoista tai jäävät tulvan alle. Suojavyöhyke on hyvä perustaa myös sellaisille rantapelloille, jotka ovat helposti sortuvia. Maatalouden ympäristötuen erityistuella perustettavia suojavyöhykekohteita ovat ensisijaisesti sellaiset peltoalueet, joille on suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmassa suositeltu suojavyöhykkeitä. (Salomäki ym. 2007, 36; Valpasvuo-Jaatinen 2007, 3.)

Meronen on tehnyt Kaartjoen valuma-alueelle edellä mainitun suunnitelman vuonna 2008 ja siinä suojavyöhykkeitä pidetään tarpeellisina tai erittäin tarpeellisina monissa kohdissa tämän työn kohdealueella. Suojavyöhykettä suositellaan muun muassa ennen Torhoa ja pitkälle matkalle sen jokivarteen sekä Kynnäröisen, Lairon ja Paloniitynjärven alueille. (Salomäki ym. 2007, 36; Meronen 2008.)

#### 3.3.2 Maatalouden ympäristötuen määritelmä suojavyöhykkeestä

Maatalouden ympäristötuen määritelmän mukaan suojavyöhyke on vähintään 15 metriä leveä ja se voidaan perustaa valtaojan ja vesistön varteen sekä pohjavesialueella olevalle pellolle. Suojavyöhykkeitä hoidetaan niittämällä kasvusto tavallisimmin kerran vuodessa loppukesästä: niitetty aines on kerättävä pois ja sen voi hyödyntää. Suojavyöhykettä voidaan käyttää laitumena, jos se ei heikennä alueen vesistösuojellisia arvoja, eikä

karjalle anneta lisäruokaa. Suojavyöhykkeelle voidaan myös istuttaa pieniä pensasryhmiä tai yksittäisiä lehtipuita. Ympäristötuen määrittämänä suojakaista taas on vähintään keskimäärin kolme metriä leveä monivuotisen kasvillisuuden peittämä alue, joka perustetaan pelloille purojen ja vesistöjen sekä talousvesikaivojen ympärille. (Salomäki ym. 2007, 37–39; Maatalouden ympäristötuki 2011.)

### 3.3.3 Tutkimustuloksia suojavyöhykkeistä

Suojavyöhykkeiden toimivuutta ravinteiden ja kiintoaineksen pysäyttäjänä on tutkittu Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) vuodesta 1991 lähtien, jolloin Jokioisten Lintupajuun rakennettiin koealue, jossa kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutumista vesistöön verrattiin suojakaista-alueilta sekä suojakaistattomilta alueilta. Lintupajun koealueella pellot ovat savimaata ja ne viettävät uomaan päin. Suojakaistat olivat rinneessä, jonka kaltevuus oli 10–20 %. (Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000, 3, 13.)

Vuonna 2000 julkaistiin Uusi-Kämpän ja Kilpisen tutkimus ”Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä”. Tutkimuksessa suojakaistojen suodatus-tehoa verrattiin suojakaistattomaan alueeseen Jokioisten Lintupajun peltoalueella vuosina 1991–1999. Tutkimuksen mukaan tällä kyseisellä alueella kiintoaineesta keskimäärin 60 % ja kokonaisfosforista noin 30–40 % suodattui nurmi- ja luonnonkaistaan. Pintavalunnan kokonaistyyppi-kuormitus väheni nurmikaistoilla 60 % ja luonnonkaistoilla 40 %. (Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000, 3.)

Tutkimuksessa havaittiin, että keväällä suojakaistojen teho on heikompi eli kiintoainekuormitus alenee keskimäärin 40 %, mutta kesällä niiden puhdistusteho on 60–80 %. Tutkimuksen mukaan kiintoainekuormitus jakaantuu niin, että pintavalunnan mukana tulevasta eroosiokuormasta 40–60 % syntyy keväällä, 10–20 % kesäkaudella ja 20–40 % syyskaudella. Tutkimusalueella keskimääräinen eroosiokuorma ilman suojakaistaa viljellyillä kahdella koeruudulla oli 1500 kg ja 700 kg hehtaaria kohden vuodessa. Suojakaistallisilla koeruuduilla kuormitus oli 400–600 kg hehtaaria kohden vuodessa. (Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000, 21–22.)

Vuonna 2010 julkaistiin samaa koealuetta koskeva Uusi-Kämpän ja Jauhiaisen tutkimus. Uudemman tutkimuksen mukaan perinteisesti viljellyltä pelloilta, eli kynnetyltä pelloilta kulkeutuneesta kiintoaineesta yli 50 % pädätyi suojakaistoihin. Tutkimuksessa paljastui, että tällä koealueella eroosion aiheuttama kuormitus oli yhtä suuri suorakylvetyillä pelloilla kuin perinteisesti viljellyillä pelloilla, joilla oli suojakaista. Eroosio oli voimakasta rankkojen sateiden aikana. Esimerkiksi vuoden 1995 toukokuun 14. päivän ja kesäkuun 15. päivän välillä satoi 200 mm ja suojakaistat suodattivat kiintoainesta 80 % ja myös kokonaisfosforikuormitus aleni 40–50 %. (Uusi-Kämpä & Jauhiainen 2010, 80.)

Tutkimuksen johtopäätös oli, että voimakkaiden sateiden aikana paljaasta tai heikosti kasvipeitteisestä maasta erodoitui voimakkaasti ainesta, joka voitiin tehokkaasti pysäyttää suojakaistoilla. Tutkimuksessa viitattiin

myös yhdysvaltalaiseen ja norjalaiseen tutkimukseen, joissa suojavyöhykkeet sitoivat vielä enemmän kiintoainesta kuin tämän tutkimuksen mukaan sitoutui suomalaisissa oloissa. Erot selittyivät pitkälti sillä, että tutkimus oli tehty savimaalla, jolloin pintavalunnassa oleva kiintoaine oli hyvin hienojakoista ja laskeutui heikommin. (Uusi-Kämpä & Jauhiainen 2010, 80.)

Tutkimuksen mukaan perinteisesti viljellyiltä pelloilta tulevasta partikkelifosforista 45 % sitoutui suojavyöhykkeille. Kokonaisfosforista taas 36 % pidättyi nurmikaistaan ja 27 % luonnonkaistaan. Pieni tulos erityisesti luonnonkaistan kokonaisfosforin sitomisessa johtui siitä, että suojakaistat pidättivät liukoista fosforia heikosti. Itse asiassa liukoisen fosforin määrä luonnonkaistan ylittävissä valumavesissä oli suurempi kuin suojakaistattomalla pellolla. Nurmikaistallisessa pellossa liukoisen fosforin pitoisuudet kaistan jälkeen olivat samaa tasoa kuin suojakaistattomassa pellossa. (Uusi-Kämpä & Jauhiainen 2010, 80.)

Liukoisen fosforin suuret pitoisuudet saattavat johtua siitä, että suojakaistoihin vuosien varrella kertyneet ravinteet lähtevät uudelleen liikkeelle. Luonnonkaistassa liukoisen fosforin lisääntyminen johtuu luultavammin myös siitä, että talvella jäätyneestä kasvillisuudesta irtoaa valumavesiin suoraan fosforia liukoisessa muodossa. Edellä mainitusta syystä on tärkeää, että suojakaistat niitetään mielellään kerran vuodessa. (Uusi-Kämpä & Jauhiainen 2010, 80.)

### 3.4 Kosteikot

Seuraavaksi eritellään kiintoaineen ja ravinteiden pysäyttämisen keinoja niiden jo ollessa oja- tai jokivesissä. Aluksi paneudutaan kattavasti kosteikkoihin ja niiden mekanismeihin. Kosteikoissa toimivat mekanismit toimivat kuitenkin monilta osin myös muissakin esiteltyistä kunnostustoimenpiteistä. Esimerkiksi perustetun tulva-alueen toiminta perustuu hyvin pitkälti samoihin mekanismeihin kuin kosteikonkin.

Kosteikot ovat luonnontilaisia ja useimmiten ympäri vuoden veden peitossa olevia alueita. Luontaisesti kosteikkoja on syntynyt esimerkiksi jokien yhteydessä olleisiin painanteisiin, mutta kosteikkoja voidaan nykyisin myös perustaa vesistönsuojelullisissa tarkoituksissa. Kosteikko hidastaa veden virtausnopeutta ja näin ollen siihen vajoaa veden mukana kulkevaa kiintoainetta sekä pidättyy ravinteita. Monimuotoisessa kosteikossa ravinteet saostuvat kosteikon pohjalle ja kosteikkokasvillisuus juuristoieneen sitoo niitä. (Puustinen, Koskiaho, Jormola, Järvenpää, Karhunen, Mikkola-Roos, Pitkänen, Riihimäki, Svensberg & Vikberg 2007, 8–11; Mattila 2005, 146–147.)

Kosteikko toimii ikään kuin suodattimena ennen luonnonmukaista vesistöaluetta. Kosteikon puhdistustehon ylläpitämiseksi sitä pitää hoitaa ja siihen kertynyttä kiintoainetta tulee poistaa säännöllisesti. Onnistuneesti rakennetulla kosteikkoalueella on myös muita luonnon monimuotoisuuden ja viljelyn kannalta merkittäviä ominaisuuksia kuin vedenlaadun parantaminen. Kosteikko voi olla esimerkiksi tulvien pidättäjä, kastelueden va-

rasto, linnuston elinalue tai sillä saattaa olla virkistyksestä tai metsästyksellistä käyttöarvoa. (Puustinen ym. 2007, 8–11; Mattila 2005, 146–147.)

Kosteikon puhdistusteho riippuu nimellisviipymästä, jonka vesi pysyy kosteikkoalueella. Nimellisviipymään vaikuttaa luonnollisesti kosteikkoalueen tilavuus ja kosteikkoalueelle virtaavan veden määrä. Valuma-alueelta tulevan veden määrä vaihtelee valuma-alueen koon ja tyyppin mukaan. Valuma-alueen ollessa suurelta osin peltoa, päällystettyä maata tai avokalliota on valuma-alueelta tuleva virtaama paljon suurempi kuin kokonaan metsäisen valuma-alueen virtaama. Yleensä kosteikon tilavuutta kasvatetaan pinta-alaa kasvattamalla, koska syvyyden kasvattaminen lisää kustannuksia huomattavasti niin kosteikkoa perustettaessa kuin myös sitä hoidettaessa. Edellä mainitut seikat huomioon ottaen tulee puhdistusteholtaan toimivan kosteikon olla pinta-alaltaan noin 1–2 prosenttia valuma-alueen pinta-alasta. (Puustinen ym. 2007, 30, 57–59.)

#### 3.4.1 Kosteikon puhdistusmekanismit

Kosteikkojen puhdistusmekanismeihin vaikuttavat ja niitä rajoittavat useat eri tekijät. Ongelmallisen puhdistusprosessista tekee erityisesti se, että puhdistettavat vesimäärät ovat suuria ja kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet ovat alhaisia. Suomessa suuri vaikutus on myös vuodenaikavaihtelulla, joka vaikuttaa veden lämpötilan ja hydrologisten vaihteluiden kautta paljon kosteikon puhdistusmekanismeihin. Kosteikon puhdistusteho perustuu vesistöjen luontaisiin fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin prosesseihin, joita korkeampi lämpötila tehostaa. Maatalouskosteikkoja onkin vaikea saada toimimaan tehokkaimmalla mahdollisella tavalla, sillä lämpötila on alhainen suurten virtaamien aikana eli syksyllä ja keväällä. (Puustinen ym. 2007, 12.)

#### 3.4.2 Kiintoaineen pysäyttäminen

Kiintoaineen poistamiseen vesistöistä on vain yksi tehokas keino, eli kiintoaineen sedimentoiminen kosteikon tai muun altaan pohjalle ja sieltä pois ruoppaaminen. Sedimentoitumiseen vaikuttaa veden viipymä sekä kiintoainepartikkelien raekoko, sillä mitä hienompaa maa-ainetta on, sitä kauemmin sen kestää vajota pohjalle. Sedimentoitumista voidaan tehostaa kasvilisuudella, sillä kiintoainetta pidättyy myös sen tarttuessa kosteikkokasvilisuuteen. Kiintoaineen poistoon tähdättäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota kosteikon mitoitukseen, sillä mitoitusvirtaamien ylittyminen aiheuttaa kiintoaineen uudelleen liikkeellelähtöä, eli resuspensiota. Esimerkiksi suuren kevätylivirtaaman aikana resuspensio saattaa aiheuttaa suurten kiintoainemäärien liikkeellelähtöä, jolloin kosteikosta kiintoaineen osalta saatu hyöty menetetään nopeasti. (Puustinen ym. 2007, 12–13.)

#### 3.4.3 Fosforin sitoutuminen kosteikkoon

Kosteikko varastoi vedessä olevaa fosforia kolmella eri tavalla: sedimentaatiolla, adsorbaatiolla sekä biologisella kulutuksella. Suuri osa suomalaisilta pelloilta vesistöön päätyvästä fosforista on sitoutuneena maahiukka-

siin, ja näin kiintoaineen sedimentoituessa kosteikon pohjalle pysähtyy myös fosforin kierto vesistössä. Fosfori saattaa kuitenkin liueta uudelleen veteen, mikäli kosteikon happipitoisuus muuttuu liian alhaiseksi. (Puustinen ym. 2007, 13; Seppänen 1984, 93–94.)

Yksi fosforin sitoutumismuoto on adsorboituminen, mikä on edellisen vastakohta, eli kun happitilanne on hyvä ja kosteikossa on vapaita fosforilla kyllästymättömiä rauta- tai alumiinioksideja fosfori adsorboituu maahiukkasiin. Fosfori voi adsorboitua joko kosteikon maaperään taikka vedessä olevaan kiintoainekseen. Adsorptio toimii tehokkaimmin silloin, kun kosteikkoon tuleva vesi on hyvin fosforipitoista ja maaperän fosforipitoisuus mahdollisimman alhainen. Luonnollisesti adsorptioon vaikuttavat myös veden viipymä kosteikossa sekä kosteikon ikä. Liian lyhyen viipymän aikana fosfori ei ehdi sitoutua maahiukkasiin, kun taas vanhemmassa kosteikossa rauta- ja alumiinioksidit ovat jo todennäköisemmin kyllästyneet fosforilla. (Puustinen ym. 2007, 13; Seppänen 1984, 93–94.)

Biologinen kulutus tarkoittaa fosforin sitoutumista kosteikkokasvillisuuteen. Biologista kulutusta voidaan hyödyntää fosforin poistossa niittämällä ja raivaamalla kasvustoa pois säännöllisesti. Biologinen fosforin sitominen toimii erityisesti juuristojen ja puumaisen kasvillisuuden avulla, sillä suurten vesikasvien käyttämät ravinteet vapautuvat vuoden aikana suurelta osin takaisin kasveille sopivaan muotoon, kun kasvit hajoavat. Vesikasvien poistolle ei kuitenkaan voida antaa kovin suurta merkitystä fosforin kokonaistaseen muutoksissa, sillä poistamalla 10 000 kg (tuorepaino) vesikasveja voidaan fosforia poistaa vain noin 2 kg. Tehokkainta on poistaa ilmaversoisia kasveja, sillä niissä on suurempi kuiva-ainepitoisuus ja näin ollen myös fosforipitoisuus. (Puustinen ym. 2007, 14; 91–92.)

#### 3.4.4 Typen poisto

Suomen järvesistöissä kasvua rajoittavana tekijänä toimii yleensä fosfori, minkä takia valuma-alue- ja vesistö-kunnostustoimenpiteet suunnataan yleensä fosforin sitomiseen tai poistoon. Monimuotoisella kosteikolla voidaan kuitenkin samanaikaisesti fosforin kanssa poistaa vesistöstä myös typpeä. Monimuotoisessa kosteikossa typpi poistuu vedestä haihtumalla ilmaan denitrifikaation välityksellä. Denitrifikaatio tarkoittaa nitraattitypen pelkistymistä vedestä kaasuksi mikrobitoiminnan seurauksena. (Puustinen ym. 2007, 13–14.)

Denitrifikaatioon kosteikossa vaikuttavat happipitoisuus, orgaanisen aineksen määrä sekä lämpötila. Typen haihtuminen vedestä perustuu mikrobien toimintaan, joten parhaiten se onnistuu lämpimässä vedessä, jossa orgaanisen aineksen määrä on suuri. Lisäksi denitrifikaatio vaatii toimiakseen osittain hapettomat olosuhteet. Denitrifikaation vaatimat olosuhteet ovat ristiriidassa fosforin sitomisessa vaadittaviin olosuhteisiin, ja siksi typen poisto kosteikossa jääkin rajalliseksi. Monimuotoisessa kosteikossa typen poisto on kuitenkin mahdollista fosforin sitomisen rinnalla, sillä kosteikossa voi olla erilaisia osioita, jotka sallivat molemmat mekanismit. (Puustinen ym. 2007, 13–14.)

### 3.4.5 Monimuotoisen kosteikon edut

Kosteikkoa ja muita valuma-aluekunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota monimuotoisuuden lisäämiseen, sillä näin voidaan aikaansaada tehokkaampia kunnostusratkaisuja ja lisätä luonnon omia epäsuoria puhdistusvaikutuksia. Monimuotoisessa syvyydeltään ja rannoiltaan vaihtelevassa kosteikossa kasvillisuusvyöhykkeet vaihtelevat ja lisäävät puhdistuksen tehoa. Tällöin esimerkiksi fosforin sitominen ja typhen denitrifikaatio ovat mahdollisia samalla kosteikkoalueella. (Puustinen ym. 2007, 13–14.)

Suurten vesikasvien juuret tuottavat happea kosteikon pohjalle ja näin muuten vähähappiseen syvänteeseen muodostuu hapekkaan ja hapettoman veden mikroskooppista vaihtelua, mikä mahdollistaa tehokkaan ravinteiden sitoutumisen ja poistumisen. Kiintoaineen laskeutumisen osalta kosteikkokasvillisuuden vaihtelu toimii myös ikään kuin suodattimena ja ohjaimena niin, että viipymää voidaan pidentää ja vesi suodattuu kasvuston läpi ennen poistouomaa. (Puustinen ym. 2007, 13–14.)

### 3.4.6 Riistakosteikot

Riistakosteikot ovat sellaisia monimuotoisia kosteikkoja, joiden suunnittelussa on otettu huomioon riistanhoitomahdollisuudet kosteikon mekanismeja hyödyntäen. Yleensä tämä tarkoittaa sitä, että luodaan mahdollisimman hyvät elin- ja kasvuolosuhteet vesilinnuille. Linnuille erityisen tärkeitä ovat avoimet rantaniityt sekä matalat ja rehevät vesialueet, sillä ne ovat välttämättömiä muutonaikaisina levähdys- ja ruokailupaikkoina. Kosteikot ovat myös elintärkeitä poikastuotannon kannalta, sillä aikuisille sopivia järviä ja lampia Suomessa on riittämiin, mutta sopivista poikueympäristöistä on pulaa. Poikaset tarvitsevat runsaasti selkärangattomia ravinnokseen, mutta Suomen karuissa vesissä selkärangattomia on heikosti. (Aitto-Oja, Rautiainen, Alhainen, Svensberg, Väänänen, Nummi & Nurmi 2010, 7, 13.)

Hyvin suunniteltu kosteikko vaikuttaa positiivisesti niin vesien tilaan kuin myös riistanhoitoon. Tärkeää riistakosteikossa on, että sinne luodaan linnuille sopivia ruokailu- ja pesimisympäristöjä. Riistakosteikko ei ole sijainniltaan yhtä vaativa, kuin pelkästään vesien suojeluun tarkoitettu kosteikko, mutta sitä ei kannata perustaa karuille ja sammaloituneille alueille, koska silloin kosteikosta ei tule tarpeeksi rehevä. Linnustolle perustetusta kosteikosta ei myöskään saada hyvää kalastuskohdetta, koska erityisesti pikkukalat kilpailevat vesilintujen poikasten ravinnosta. Kalojen määrää kosteikossa voidaankin joutua vähentämään muun muassa kuivattamalla kosteikko ajoittain tai pyydystämällä kaloja esimerkiksi katiskalla tulouomista. (Aitto-Oja ym. 2010, 11–12.)

Hyvä vesilintukosteikko on suurelta osin alle 0,5 metriä syvä, mutta vesisyvyys on kuitenkin vaihtelevaa ja alueella on syvempiä lietekuoppia. Avovettä kosteikossa suositellaan olevan puolet pinta-alasta ja toinen puoli tulisi olla mosaiikkimaista ilmaversoista ja kelluslehtistä kasvillisuutta. Kosteikossa tulisi olla mahdollisimman paljon rantaviivaa ja repaleista

reunaa. Tämä toteutetaan niemikkeillä, saarilla ja rannan muotoilulla. Rantojen tulisi olla loivia, jotta eroosio heikkenisi, vesipinta-ala vaihtelisi ja kasvillisuus olisi runsasta. Edellä mainituilla keinoilla kosteikkoon saadaan luotua ympäristö, jossa on paljon selkärangattomia, suojapaikkoja pedoilta ja rannat ovat tarpeeksi loivia poikasten liikkumiselle. Kosteikon ympäristön tulee myös olla riittävän avoin, sillä linnut välttävät alueita, joissa eivät voi havaita saalistajia ajoissa. (Aitto-Oja ym. 2010, 7, 12–13.)

Kuten edellä on kerrottu, niin vesilintukosteikon yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on se, että siellä on selkärangattomia ravinnoksi poikasille. Uuden vastaperustetun kosteikon pohjalle jää orgaanista ainetta, jonka hajottamiseen kosteikon runsas selkärangattomien kanta perustuu. Selkärangattomien kannan hiipuesssa kosteikko onkin hyvä tilapäisesti kuivattaa yhden kasvukauden ajaksi, jolloin hajotustoiminta voimistuu uudelleen. Kosteikon tilapäinen kuivattaminen tiivistää ja sitoo myös sinne kertynyttä kiintoainesta. Hajotustoimintaa voidaan lisätä myös veden pinnan voimakkaalla vaihtelulla, jolloin kuivina aikoina kasvillisuus lisääntyy rannoilla ja jää korkeamman veden aikana hajottajille. Tilapäisellä kuivattamisella tai veden pinnan alentamisella voidaan myös säädellä kalakantaa ja hillitä liian runsasta vesikasvillisuutta. Kosteikkoon kertynyt kiintoaines on myös helpompi poistaa, kun kosteikko on tyhjä. (Aitto-Oja ym. 2010, 33–35.)

### 3.5 Laskeutusallas

Laskeutusallas muistuttaa toiminnaltaan kosteikkoa, mutta sen päätarkoituksena on kiintoaineen pidättäminen rakennettuun altaaseen. Laskeutusallat ovat yleensä myös pinta-alaltaan kosteikkoja pienempiä, mutta kuitenkin vähintään 0,1-0,2 prosenttia valuma-alueen pinta-alasta. Puhdistusteho laskeutusaltaissa perustuu ainoastaan veden virtausnopeuden hidastumiseen. Virtausnopeuden hidastuessa riittävästi kiintoainepartikkelit ehtivät vajota altaan pohjalle ennen veden siirtymistä altaasta eteenpäin. Virtausnopeuden on pudottava huomattavasti, jotta laskeutusallas toimisi sille halutulla tavalla. Liian pieniksi mitoitetuissa laskeutusaltaissa, etenkin savimailla, kiintoainepoistumat ovat jääneet hyvin pieniksi. Hietamailla kiintoaineen laskeutuminen metrin syvyyteen vie aina viidestä minuutista tuntiin, kun taas hiesumailla laskeutuminen kestää noin 4-45 tuntia. (Matti 2005, 146–147; Puustinen ym. 2007, 12–13,41,54.)

Ravinteiden pidätyskyky on laskeutusaltaissa heikko, sillä niistä puuttuu kosteikoille ominainen kasvillisuus ja muut monimuotoisen kosteikon rakenteet. Suuri osa suomalaisilta pelloilta vesistöihin päätyvästä fosforista on kuitenkin sitoutunut kiintoainekseen, joten toimiva laskeutusallas pidättää myös jonkin verran fosforia. Kiintoaineksen mukana fosfori päätyy laskeutusaltaan pohjalle ja sitä sedimentoituu pohjaan pysyvästi, mikäli happipitoisuus pysyy riittävän korkeana. Vähähappisissa olosuhteissa sedimentoitunut fosfori vapautuu takaisin veteen alumiini- ja rautaoksideista. (Matti 2005, 146–147; Puustinen ym. 2007, 12–13,41,54.)

### 3.6 Tulva-alueen palauttaminen

Yksi valuma-aluekunnostuksen vaihtoehtoista on tulva-alueiden palauttaminen, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että alueen maankäyttö sopeutetaan ajoittaisiin tulviin. Tulva-alueiden palauttamisella voidaan estää kiintoaineen virtaus vesistöön, sillä tulva-alueella veden virtausnopeus hidastuu ja sen johdosta kiintoaine ehtii laskeutua tulva-alueelle. Tulva-alueiden palauttaminen on hyvä vaihtoehto sellaisissa kohteissa, joissa ongelmana on eroosion aiheuttama kiintoainekuormitus tulvahuippujen aikana. (Puustinen ym. 2007, 18, 42–44, 57,53.)

Tulva-alueiden palauttaminen sopii myös sellaisiin kohteisiin, joihin varsinaisten kosteikkojen perustaminen on hankalaa, kuten jokien alajuoksuille. Käytännössä tulva-alueiden palauttaminen on verrattavissa suojavyöhykkeisiin, sillä tulva-alueilta voidaan esimerkiksi korjata heinä, taikka niitä voidaan laiduntaa. Palautettujen tulva-alueiden hoitoon on myös mahdollista saada maatalouden ympäristötukea. (Puustinen ym. 2007, 18, 42–44, 57,53.)

### 3.7 Uoman muokkaus

Uomakunnostuksella on pääosin samat tavoitteet kuin aiemmin eritellyillä kunnostusmenetelmillä. Uomakunnostuksessa valuma-aluekunnostus painottuu uoman muuttamiseen niin, että sen puhdistuskyky paranee. Maatalousalueilla uomia on usein suoritettu, jotta kyseessä oleva alue on saatu tehokkaammin hyödynnettyä maatalouskäyttöön. Uomien suorituksen seurauksena eroosio uomissa on lisääntynyt ja virtausnopeus kasvanut niin, että suurempi osa kiintoaineesta ja ravinteista päättyy uomasta järveen asti. Uomakunnostuksen vaihtoehtoja ovat tulvatasanteet, alivesiuoman kunnossapito, pohjakynnykset, lietekuopat, mutkittelu ja eroosiosuojaus. (Rautio 2007.)

#### 3.7.1 Tulvatasanteet

Tulvatasanteet ovat uomassa sijaitsevia tasanteita, joiden toimintaperiaate on samanlainen kuin palautettaessa varsinainen laajempi tulva-alue. Normaalin virtauksen aikana vesi virtaa alivesiuomassa, mutta tulva-aikana se nousee uomaan rakennetulle tulvatasanteelle ja näin vedenjohtokykyä voidaan parantaa ja mahdollisesti virtausnopeutta pienentää. Virtausnopeuden pienentyessä kiintoaine ehtii laskeutua tulvatasanteelle ja näin ollen se saadaan pysäytettyä. (Rautio 2007.)

Kiintoaineen pysäyttäminen tulvatasanteille toimii käytännössä kuitenkin vain pienillä ylivirtaamilla, mutta vesitilavuuden kasvattaminen tulvatasanteilla vähentää luonnollisesti tulvan nousua pelloille asti. Tulvatasanteiden rakentaminen myös parantaa uoman kestävyttä eroosiota vastaan erityisesti alueilla, joilla hienojakoinen maaperä aiheuttaa uoman kulumista: yleensä uoman luiskan porrastaminen vähentää sen sortumista. Uoman rakentaminen useaan osaan vähentää myös uoman umpeenkasvua ja liet-

tymistä, sillä erillisen alivirtausuoman jatkuva virtaus pitää uoman avoimena. (Rautio 2007.)

Uoman tulvatasanteet ja senttyypiset ratkaisut voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla, mutta aina tulisi huomioida kohteen olosuhteet niin, että kaivusta seuraava eroosio jäisi mahdollisimman pieneksi. Tavanomainen tapa tulvatasanteiden rakentamiseen on alivirtausuoman kaivaminen olemassa olevan uoman pohjalle, jolloin alkuperäisen uoman pohja jää tulvatasanteeksi. Alkuperäisen uoman koskemattomilla osilla on tällöin jo valmiiksi kasvillisuutta ja maa on tiivistynyt, jolloin eroosiohaitat jäävät pienemmiksi. (Rautio 2007; Sarvilinna, Laitinen, Järvenpää & Jormola 2008,7.)

Uoman pohjalle tehtävästä alivirtausuomasta on myös helppo tehdä mutkittelu, jolloin veden virtausnopeutta voidaan alentaa ja näin puhdistustehokkuutta lisätä. Tasanne voidaan rakentaa myös kaivamalla vain uoman toinen reuna alivirtausuomaksi. Hyvin umpeen kasvaneissa uomissa voidaan alivirtausuoma saada muodostettua niittämällä uomaan säännöllisesti reitti, jota pitkin vesi kulkee kuivana aikana. Tällaisessa tapauksessa eroosiota lisäävältä kaivamiselta vältytään kokonaan. (Rautio 2007; Sarvilinna ym. 2008, 7.) )

### 3.7.2 Pohjakynnykset

Kiintoaineen pysäyttämiseksi uomaan voidaan rakentaa pohjakynnyksiä, jotka hidastavat veden virtausnopeutta, jolloin kiintoaine laskeutuu törmätessään kynnykseen. Pohjakynnykset ovat yleensä kiviaineksesta tai sorasta rakennettuja luonnonkoskia muistuttavia rakenteita. Tehokkaita pohjakynnyksistä saadaan rakentamalla useiden altaiden ketju: allasketjua suunniteltaessa tulisikin soveltaa kosteikolle määritettyä 1-2 prosentin pinta-alasääntöä. Kiintoaineen keräytyessä kynnyksien kohdalle uoman vedenlaatu paranee, sillä liettyminen vähentyy. Pohjakynnyksistä on myös muita samanlaisia hyötyjä, kuin edellisessä luvussa esitellyissä tulvatasanteissa, sillä ne lisäävät uoman vesitilavuutta ja näin vähentävät eroosiota ja pienentävät tulvahaittoja. Pohjakynnykset myös lisäävät monimuotoisuutta ja ovat kalastolle hyödyksi. (Puustinen ym. 2007, 18,42,54; Rautio 2007.)

### 3.7.3 Lietekuopat

Uomaan kaivettavilla lieteuopilla voidaan pysäyttää pohjakulkeumaa, mutta niillä ei ole vaikutusta ravinteiden pidättämisessä. Tavallisesti lieteuopat ovat uoman pohjaan kaivettuja 1,0–1,5 metrin syvyisiä kuoppia, jotka tyhjennetään niiden täyttyessä kiintoaineksesta. Lietekuoppien tehokkuutta voidaan parantaa rakentamalla useita peräkkäisiä kuoppia pohjakynnyksien tapaan. Paras mahdollinen tulos saadaan aikaan rakentamalla yhdistetty pohjakynnyksen ja lieteuoppien ketju uoman pohjaan. (Puustinen ym. 2007, 42; Rautio 2007.)

### 3.7.4 Mutkittelu

Uomien mutkittelua lisäämällä lisätään myös uoman pituutta, jolloin viipymä uomassa kasvaa. Viipymää kasvattamalla voidaan edistää kiintoaineen laskeutumista, kun veden virtausnopeus hidastuu riittävästi. Lisäämällä uoman mutkittelua voidaan uoman luontaista puhdistuskykyä parantaa ja uomasta tulee monimuotoisempi. Mutkittelevaan uomaan muodostuu luonnostaan virtauksen aiheuttamia syvyysvaihteluita sekä uomalajennuksia, jotka toimivat tulvatasanteina. Parhaassa tapauksessa kunnostamalla uoma mutkittelevaksi saadaan paremmin eroosiota kestävä kiintoainetta keräävä uoma, jossa on enemmän elinmahdollisuuksia vesieliöille. (Puustinen ym. 2007, 42; Rautio 2007.)

### 3.7.5 Uoman eroosiosuojaus

Eroosiosuojauksella voidaan ehkäistä uoman syöpymistä ja näin myös kiintoaineen kertymistä uomassa virtaavaan veteen. Suurella osalla edellä mainituista toimenpiteistä voidaan ehkäistä uoman sortumista ja eroosiota, mutta sitä varten voidaan tehdä myös erityisiä rakenteita uomaan. Vahvasti syöpyviä uoman kohtia voidaan suojata kivi- ja moreeniaineksella, taikka virtaus voidaan ohjata toiseen suuntaan rakentamalla suisteita. (Rautio 2007; Lakso 2005, 235.)

Eroosiota voidaan estää myös laittamalla uoman reunoille pajuainesta, joka suojaa penkkaa ja sitoo juurillaan maaperää. Käytännössä tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi sitomalla pajun oksia yhteen ja kiinnittämällä ne paaluilla ja elävillä pajupistokkailla maahan. Puiden ja pensaiden juuret yleensäkin sitovat penkan maaperää ja ehkäisevät näin eroosiota. Lisäksi ne myös luovat suojapaikkoja ja varjostavat uomaa, mikä ehkäisee uoman umpeenkasvua ja pitää veden viileämpänä. Kaivun jälkeen eroosioherkille alueille kannattaa tuoda kasvillisuuspaakkuja tai kylvää nopeasti kasvavia heinälajeja, jotka sitovat juurillaan maata. (Rautio 2007; Lakso 2005, 235; Sarvilinna ym. 2008, 8.)

## 3.8 Eri kunnostustoimenpiteiden yhteenveto

Kunnostusmenetelmää valittaessa on otettava huomioon suunnittelualueen ominaisuudet ja ongelma, johon halutaan ensisijaisesti puuttua. Esimerkiksi ravinneongelmaa ratkaistaessa ei kannata rakentaa laskeutusallasta, koska se pysäyttää ainoastaan kiintoainetta. Toimenpidettä valittaessa on myös mietittävä millaiset ominaisuudet alueella on, eli jos alueella on esimerkiksi suuret virtaamat tulee resuspension mahdollisuus ottaa huomioon.

Monimuotoisella kosteikolla saadaan kokonaisuudessaan suurimmat hyödyt, jos vertaillaan edellä eriteltyjä kunnostustoimenpiteitä, sillä sen mekanismit pysäyttävät niin kiintoainetta kuin ravinteita, ja lisäksi se lisää monimuotoisuutta alueella. Kosteikko ei hyvistä ominaisuuksistaan huolimatta kuitenkaan sovi jokaiseen kohteeseen, sillä mikäli mitoitussääntö ei toteudu, voivat kosteikon hyödyt jäädä hyvin pieniksi. Laskeutusallas

soveltuu kiintoaineen pysäyttämiseen, mutta myös sen osalta ongelmaksi tulee mitoitus. Liian pieneksi mitoitettu laskeutusallas ei hidasta virtausnopeutta riittävästi, jotta kiintoaine ehtisi vajota. Ongelmaa vaikeuttaa se, että nimenomaan ylivirtaamien aikana kiintoainekuorma on suurimmillaan ja juuri silloin pienestä kosteikosta tai laskeutusaltaas ei ole hyötyä.

Tulva-alueiden palauttaminen on hyvä vaihtoehto esimerkiksi jokien alajuoksuilla, jos riittävän suurta kosteikkoa tai laskeutusallasta ei voida perustaa. Tulva-alueelle pystytään kuitenkin vain laskeuttamaan kiintoainetta ja pienentämään eroosiota estämällä tulvien nousua pelloille, muttei sitomaan ravinteita. Uoman pohjakynnykset ovat myös hyvä vaihtoehto sellaisiin kohteisiin, joihin suuren kosteikon rakentaminen ei ole mahdollista, taikka niitä voidaan käyttää kosteikon lisänä kasvattamaan kosteikkotilavuutta, jotta mitoitussääntö täytyisi. Allasketjut uomissa ovat myös helpompihoitoisia kuin yksi suuri kosteikko.

Tulvatasanne-alivirtausuoma -rakenteet sopivat erityisesti sellaisiin kohteisiin, joissa hienojakoisesta maaperästä johtuva eroosio heikentää luiskien pysyvyyttä tai uoma on perkauksen jälkeen elpynyt ja umpeenkasvu on alkanut (Rautio 2007). Lietekuopat uomassa taas soveltuvat sellaisiin kohteisiin, joissa erityisesti kiintoainekulkeuma on ongelmana ja virtaus uomassa on hidasta. Uomamutkittelua on hyvä yhdistää kaikkiin eri uomakunnostustoimenpiteisiin, sillä sen vaikutukset ovat hyvin monitahoisia. Uomakunnostuksessa kannattaakin mahdollisuuksien mukaan yhdistellä eri kunnostustoimenpiteistä alueelle parhaiten soveltuva ja helpoiten toteutettavissa oleva kokonaisuus.

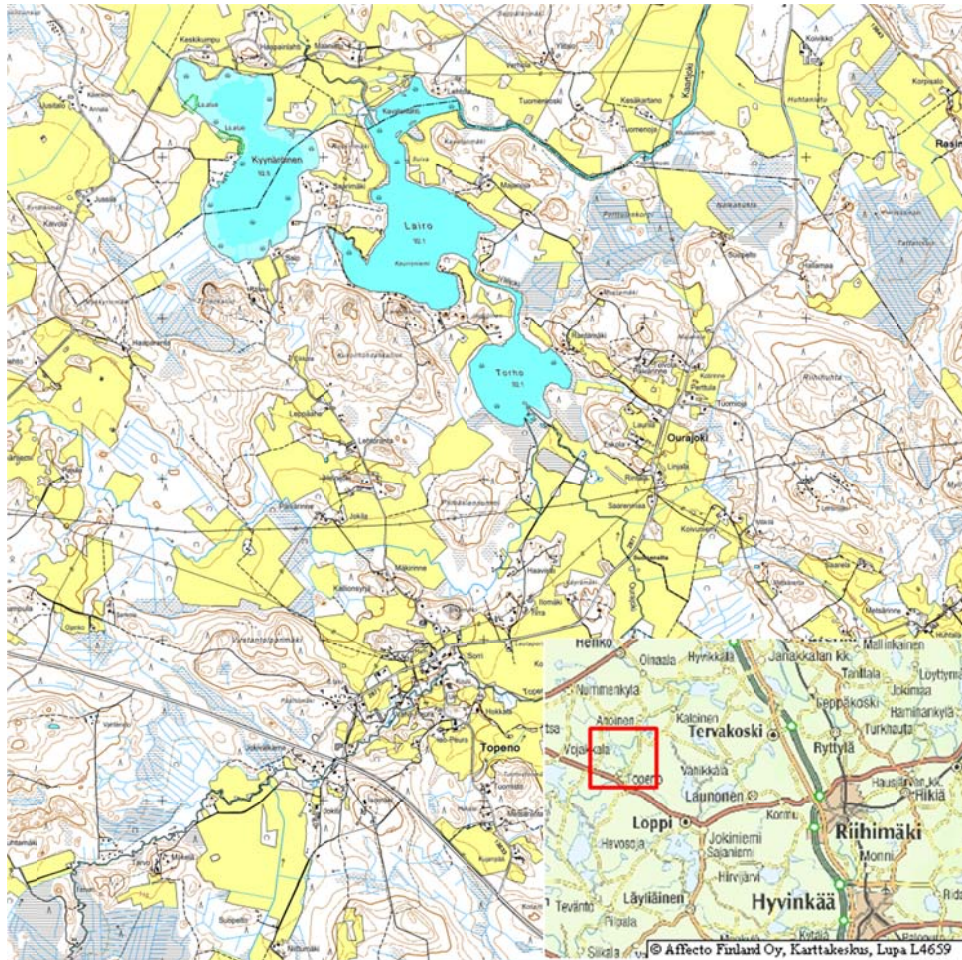
## 4 SUUNNITTELUALUEEN TAUSTATIEDOT

Seuraavaksi eritellään opinnäytetyön kohteena olevan alueen tausta- ja historiatietoja. Tausta- ja historiatiedot liittyvät oleellisesti kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun, sillä niiden perusteella voidaan päätellä millainen toimenpide alueelle soveltuu parhaiten. Erityisen tärkeää valuma-aluekunnostuksen yhteydessä on perehtyä valuma-alueen ominaisuuksiin, virtaamatietoihin sekä ravinnetilanteeseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli ensisijaisesti paneutua kiintoainekuormitukseen. Näin ollen alueen ravinnetarkastelu jätettiin ainoastaan olemassa olevien tietojen pohjalle, koska varsinainen ravinnetarkastelu sinällään olisi ollut liian laaja liitettäväksi tähän opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyön tavoitteena oli vähentää erityisesti Torhoon ja sitä kautta myös Lairoon kohdistuvaa kiintoainekuormitusta. Työn ensisijaiseksi tavoitteeksi valittiin Torhon valuma-aluekunnostus. Valunta Torhoon koostuu kahden eri valuma-alueen vesistä, joista Kaartjoen valuma-alue valittiin tämän työn ensisijaiseksi tarkastelukohteeksi. Suunnittelualan taustatiedot ja historia käsittelevätkin suurelta osin Kaartjoen valuma-aluetta. Osittain syynä on se, että Heinijoen valuma-alueelta ei löydetty olemassa olevia vedenlaatutietoja. Lisäperusteluja suunnittelualan kohdentamisesta löytyy tämän pääotsikon alla olevasta valuma-alue tarkastelusta.

### 4.1 Alueen kuvaus

Torho sijaitsee Lopen Topenolla aivan Lopen pohjoisosissa ja Hämeenlinnan rajan tuntumassa, kuten kuvan 2 kartoista voidaan havaita. Torho laskee Välijokea pitkin Lairoon, johon laskee myös läheisyydessä sijaitseva Kynäröinen. Kynäröinen kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeleluohjemaan sekä Natura-2000 verkostoon. Torho on pinta-alaltaan 22 hehtaaria ja sen tilavuus on 132 000 m<sup>3</sup>. Torhon numero järvikortissa on 35.886.1.018 ja se kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. (Torho n.d.; OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 16.12.2010; Kynäröisen kunnostus, Loppi ja Hämeenlinna 2011.)



Kuva 2 Torhon ja Lairon sijaintikartta.

(©Maanmittauslaitos, 2010 ja © Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10 Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10).

Peruskartan mukaan Torhon ja Lairon keskivedenpinnan korkeus on samassa tasossa eli 92,1 metriä merenpinnasta. Pienestä korkeuserosta ja suuresta valuma-alueesta johtuen veden vaihtuvuus Torhossa on nopeaa. Veden nopea vaihtuminen takaa hyvän happitalouden järvessä. Järven kokonaissyvyys on 1,8 m ja kesäisin vedenpinta laskee melko matalalle, mikä osaltaan pitää järven happitalanteen hyvänä. Torhoa tai sen virtaamiin vaikuttavia vesistöjä ei OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun aineistojen mukaan säännöstellä. (Torho n.d.; OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 16.12.2010.)

Käyttölaatuokitukselta Torho on erinomainen, sillä se on karu, melko vähähumuksinen ja vähäravinteinen järvi. Virkistyskäyttöraivoa kuitenkin alentaa kesäaikainen mataluus ja rantojen umpeenkasvu sekä soistuminen, joka voidaan havaita kuvasta 3. Järvellä on ranta-asutusta hyvin vähän ja tämä asutus on keskittynyt Torhon pohjoisrannalle. (Torho n.d.)



Kuva 3 Torho kesällä 2010, kuvasta voidaan havaita rantojen umpeenkasvukehitys.

### 4.2 Historiatiedot

Torholla ei tiettävästi pienimuotoisten ruoppauksien lisäksi tehty mitään merkittäviä toimenpiteitä, jotka olisivat vaikuttaneet järven tilaan. Järvellä tehdyt pienimuotoiset ruoppaukset ovat olleet lähinnä vapaa-ajanasuntojen rantojen ruoppauksia. Torhon tilaan ovat kuitenkin vaikuttaneet Kaartjoen kohtalaisen mittavat ruoppaukset. Kaartjoen uomaa on ensimmäisen kerran kaivettu vuonna 1936 lapiotyönä ja myöhemmin 1970-luvulla koneellisesti. Vuosina 1971–1972 Kaartjoen uomaa ruopattiin noin kahden kilometrin matkalta Torhon suulta jonkin matkaa Suomensillasta yläjuoksuun päin. Suomensilta on Kaartjoen ja Rengontien yhtymäkohdassa. Ruoppauksen yhteydessä jokiuomaa on jonkin verran oikaistu ja vähennetty sen mutkittelua. (Kuparinen, Haastattelu 14.4.2011.)

### 4.3 Vedenlaatu

Torhon vedenlaatua on tutkittu vuonna 2003 ja Kaartjoen vedenlaatua on tutkittu satunnaisesti vuodesta 2003 lähtien vuoteen 2009 asti Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n toimesta. Kaartjoen vedenlaatu-tutkimukset on tehty Lopen kunnan toimeksiannosta. Kaartjoen vedenlaatua on tutkittu myös ELY-keskuksien toimesta satunnaisesti vuosina 1993–2008. Seuraavaksi on eritelty näiden tutkimusten tuloksia.

#### 4.3.1 Vedenlaatatulokset Torhon ja Lairon järvivedestä

Torhon vedenlaatua on tutkittu talvella 2003 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n (KVY ry) toimesta ja seuraavat tulokset perus-

tuvat näihin tutkimuksiin. Tutkimustulokset on esitetty liitteessä 6. Torhon vedenlaatu on karuille vesille ominainen eli se on melko vähäravinteinen, mutta kehitystä ravinteiden lisääntymiselle on havaittu. Lairolla ravinnekehitys on edennyt jo niin pitkälle, että se luokitellaan talvisinkin lievästi reheväksi, kun taas Torholla fosforipitoisuudet saattavat ylittää lievästi rehevän rajan vain kesäaikana. Fosforipitoisuuden noususta huolimatta happipitoisuus järvestä on hyvä, kuten alueen kuvaustiedoissa on mainittu. Kemiallisen hapenkulutuksen perusteella Torhon veden humusleima on kohdallinen. Järvellä ei kuitenkaan todennäköisesti ole happamoitumisen vaaraa. (Torho n.d.; Paakkinen, sähköpostiviesti 23.12.2010)

#### 4.3.2 Vedenlaatutulokset Kaartjoen vedestä

##### Vuosien 1993–2008 vedenlaatutulokset (ELY-keskus)

OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelun ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertan tietojen perusteella Torholla tehtyjen mittauksien lisäksi Kaartjoen vedenlaatua on tutkittu satunnaisesti vuosien 1993–2008 välillä yhteensä 27 kertaa ELY-keskusten toimesta. Joesta Torhoon virtaava vesi vaikuttaa merkittävästi Torhon vedenlaatuun ja jokivedestä voidaan arvioida erityisesti kiintoainekulkeumaa järveen. Tuloksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä tutkimuksia on tehty vain kuukausittain ja eri vuosina eri päivinä. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 12.10.2010.)

Lisäksi jokivesien laatuun ja erityisesti kiintoainekulkeumaan vaikuttavat nopeasti vaihtelevat ulkoiset tekijät, kuten rankkasateet, joiden vaikutusta tuloksiin ei tässä tapauksessa voida arvioida. Joen vedenlaatua mittaavista tuloksista voidaan kuitenkin havaita, että kiintoainekuormitus on ajoittain ollut korkea. Ravinnekuormituksen kehitystä jokivesistä ei kyetä arvioimaan, koska tulokset eivät korreloi aikamuuttujan kanssa. Jokiveden vedenlaatutulokset kokonaisfosforin ja kiintoaineen osalta on kerätty taulukoihin, mitkä ovat liitteessä 7. Liitteessä on lisäksi kartta, johon on merkitty näytteenottoaika. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 12.10.2010; Veteen sekoittuneen kiintoaineen mittaaminen 2004.)

##### Vuosien 2003–2009 vedenlaatutulokset (KVVY ry)

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry on vuosina 2003–2009 ottanut Kaartjoesta vedenlaatu näytteitä Lopen kunnan toimeksiantamana. Vedenlaatua on tutkittu, koska on haluttu selvittää Kaartjärven alapuolella olevan jätevedenpuhdistamon vaikutuksia jokiveteen. Näytteistä on analysoitu muun muassa happipitoisuus, kokonaisfosfori, kokonaistyppi ja sameus. Näytteenottopisteet on esitetty liitteessä 8 ja tutkimusten tulokset liitteessä 9. (Viinikka, kirje 15.3.2011)

Tuoreimmat näytteet on otettu 11.3.2009 ja 3.8.2009. Vuoden 2009 alussa sääolosuhteet vastasivat normaalia pakkastalvea, eikä vesinäytteiden tuloksista voida havaita, että lauhalla ja runsasvetisellä alkutalvella olisi ol-

lut selkeää vaikutusta. Helmikuussa satanut lumipeite pysyi huhtikuun puoleen väliin asti. Heinä- ja elokuussa sadanta oli normaalia, lukuun ottamatta joitakin paikallisia kuuroja, jotka lisäsivät virtaamaa selvästi. Näytteenottopisteillä T1 ja T2 vedenlaatu oli molempina näytteenottopäivinä hyvä ja karuille vesille ominainen. Kaartlammin vedessä ravinnepitoisuudet olivat lievästi korkeammat, kun sinne laskevassa vedessä. Näytteenottopisteellä T3 vedenlaatu oli hyvä, mutta elokuussa läheisiltä soilta tulevat valumavedet lisäsivät veden humusleimaa. Vedenlaatu oli Topenon kylän kohdalla olevalla näytteenottopisteellä T4 molempina mittausajan kohtina hyvä. (Viinikka, kirje 15.3.2011)

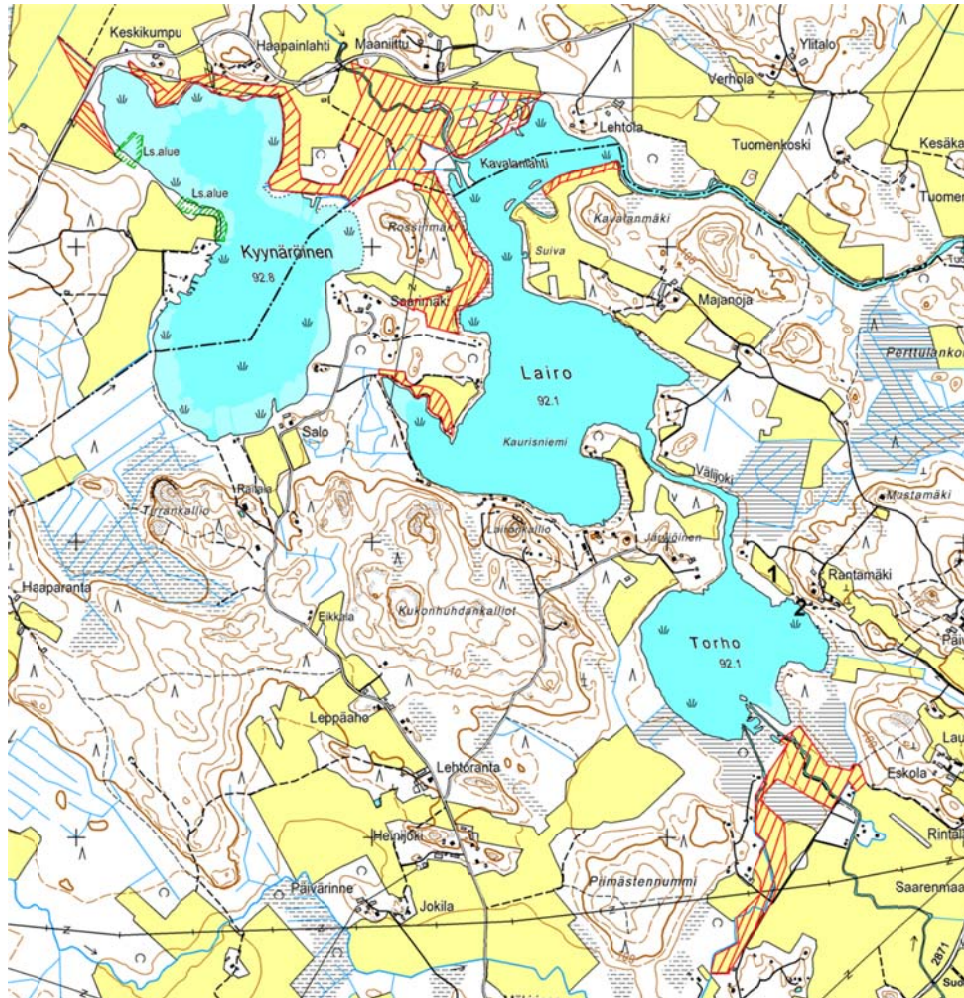
Topenon kylän alapuolelta otetulta näytteenottopisteeltä T5 otetuissa näytteissä vedenlaatu oli huomattavasti heikompi kuin muilla näytteenottopisteillä. Talvella otettujen näytteiden mukaan vesi oli selvästi sameampaa, runsasravinteisempaa ja sähköjohtavuus oli koholla. Ravinnetaso oli aiempiin pisteisiin verrattuna noin puolitoistakertainen. Ravinnetason nousu oli kuitenkin pienempi vuonna 2009, kuin edellisen vuoden runsasvetisempänä talvena. Elokuussakin ravinnepitoisuudet ja sähköjohtavuus olivat koholla muihin pisteisiin verrattuna. Pisteellä T5 vedenlaatu luokiteltiin tyydyttäväksi. Vuoden 2009 tulosten mukainen vedenlaadun heikkeneminen pisteellä T5 on selkeästi havaittavissa myös aiemmin otetuissa näytteissä. Erityisesti sameus, kokonaisfosforipitoisuus ja kokonaistyyppi-pitoisuus ovat tällä pisteellä olleet muiden pisteiden tuloksia korkeammalla vuosittain. (Viinikka, kirje 15.3.2011)

Näytteistä ei ole mitattu kiintoainepitoisuuksia, mutta niitä voidaan arvioida sameushavaintojen perusteella, sillä sameus johtuu suurelta osin eroosion aiheuttamasta hiukkaskulkeumasta. Tulee kuitenkin muistaa, että sameus lisääntyy myös esimerkiksi levän vaikutuksesta. Kokonaisfosforipitoisuuden nousu kertoo myös osaltaan kiintoaineesta, sillä se ilmoittaa vedessä olevan fosforin myös kiintoaineeseen sitoutuneelta osalta. Sähköjohtavuus voimistuu jos vedessä on suoloja. Suoloja veteen taas lisäävät jätevedet ja peltolannoitus. Yhteisesti arvioituna tuloksista voidaan päätellä, että peltoviljelystä aiheutuva kiintoaine- ja ravinnekuormitus lisääntyvät näytteenottopisteen T4 jälkeen tultaessa pisteelle T5. Tämä on helppo päätellä myös kartalta, sillä ennen näytteenottopistettä T4 peltojen osuus valuma-alueesta on hyvin pieni, mutta niiden määrä lisääntyy ennen seuraavaa pistettä. (Viinikka, kirje 15.3.2011; Oravainen 1999, 8-11; Sameus vedenlaatua kuvaavana muuttujana 2011.)

#### 4.4 Tulvatiedot

Merosen (2008) laatimassa Kaartjoen valuma-alueen suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmassa on havaittu suojavyöhykkeiden tarve Torhon, Lairon ja Kyynäröisen alueilla. Perusteluina suojavyöhykkeiden suosittelemalle ovat tulvan nouseminen alaville pelloille sekä rantapenkkojen mahdollinen sortuminen. Torhon rantaa lähestyttäessä suojavyöhyke on koettu erittäin tarpeelliseksi, sillä alue on tulva-alueita. Tulva-alueeksi yleissuunnitelmassa on määritetty myöhemmin olevassa kartassa (kuva 4) rajattuna oleva peltoalue. Peltojen lisäksi tulva nousee luonnollisesti myös muuhun maastoon, vaikka suunnitelmassa onkin käsitelty vain peltoja. Yleissuunnitel-

massa olevien alueiden lisäksi tulva nousi ainakin keväällä 2010 myös Torhon pohjoispuolella olevalle pellolle, kuten nähdään kuvasta 5. (Meronen 2008, 11–12.)



Kuva 4 Kaartjoen valuma-alueen suojavyöhykkeiden yleissuunnitelman mukaan tulva nousee Torhon, Lairoin ja Kyynäröisen alueella punaisella viivoitetulle peltoalueelle ( Meronen 2008, 15–16.) Numero 1 osoittaa kuvassa 5 näkyvän pellon sijainnin. Numero 2 osoittaa vedenkorkeusmittauksien mittauspisteen. (Pohjakartta ©Maanmittauslaitos, 2010)



Kuva 5 Torhon pohjoispuolinen pelto 14.4.2010. Pelto on merkitty numerolla 1 kuvan 4 karttaan.

OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun hallintajärjestelmä Hertan mukaan Torholla on vuosien 1969–2004 välillä tehty vaihtelevasti vedenkorkeusmittauksia. Mittaukset on aloitettu 5.4.1969 ja viimeinen mittaus on tehty 30.9.2004, mutta mittauksia on kuitenkin tarkistettu vain 31.8.1972 asti. Vedenkorkeusmittauksien mittauspiste on merkitty karttaan neljä numerolla 2 ja mittaukset on tehty N60 korkeusjärjestelmän mukaisesti. Mittauksista voidaan päätellä tulvien laajuutta Torhon alueella. Vuosina 1969–1972 vedenkorkeus on ollut suurimmillaan aina kevättulvan aikana ja se ei ole noussut yli 93 metrin merenpinnasta mitattuna. Vuonna 2004 vedenpinta on ollut vuoden aikana huomattavasti korkeammalla, kuin 1960–1970-luvuilla ja korkeushuippu ajoittuu syksyyn. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.12.2010)

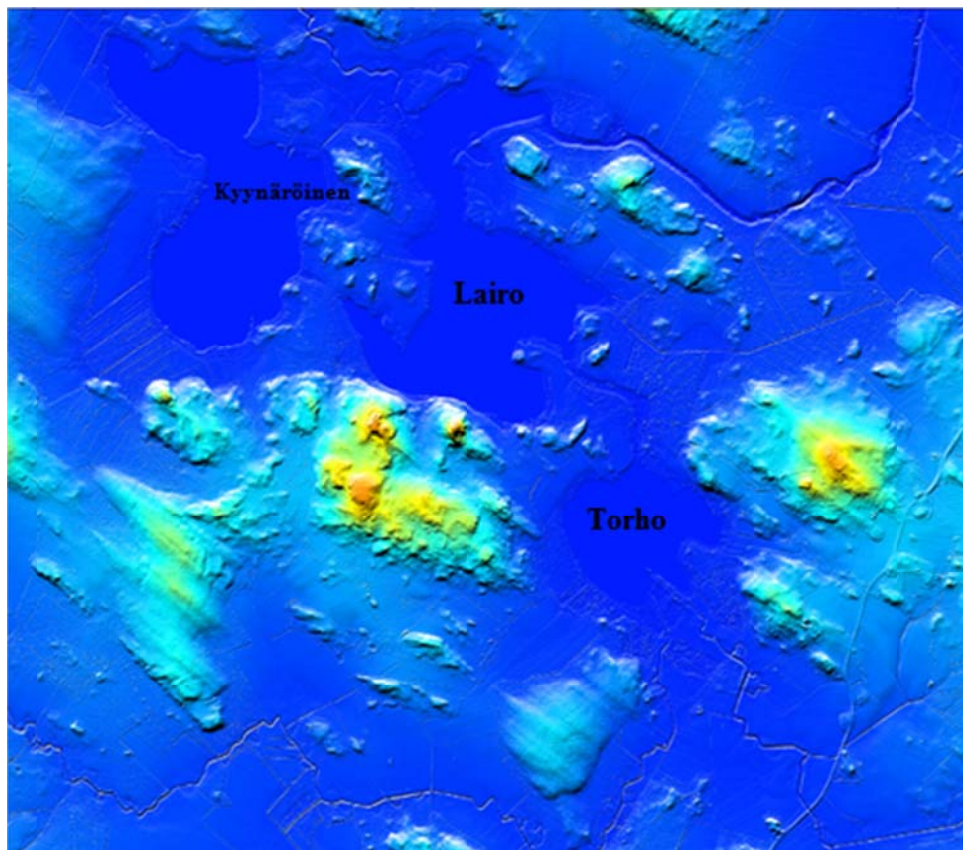
Vuonna 1969 mittauksia on otettu huhtikuusta joulukuuhun ja mittaukset ovat osittain satunnaisia. Keväällä 19.4–29.4 vedenkorkeus on ollut yli 92 metriä merenpinnasta mitattuna. Korkeimmillaan vedenpinta on ollut 22.4 jolloin korkeus on ollut 92,31 metriä merenpinnasta. Vuonna 1970 mittauksia on otettu osittain satunnaisesti koko vuoden ajan ja 28.4–9.5 vedenpinta on ollut yli 92 metriä merenpinnasta. 3.5–4.5 vedenpinta on ollut korkeimmillaan, jolloin se on ollut 92,32 metriä merenpinnasta. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.12.2010)

1971 veden korkeustietoja on kerätty satunnaisesti tammikuusta lokakuuhun ja korkeimmillaan vedenpinta on ollut 20.4, jolloin korkeus on ollut 92,04 metriä. Vuonna 1972 mittauksia on tehty huhti-elokuussa ja korkeimmillaan vedenpinta on ollut 91,88 metriä merenpinnasta 19.4. Vuonna 2003 veden korkeustietoja on vain lokakuusta lähtien ja tällöin vesi on ollut korkeimmillaan 13.10 ja 30.12 jolloin korkeus on ollut 91,95 metriä

merenpinnasta molempina päivinä. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.12.2010)

Vuonna 2004 veden korkeustietoja on kerätty maaliskuusta syyskuuhun ja mittauksia on otettu kattavasti joka kuukaudelta. Lähes kaikissa tuloksissa vedenpinta on ollut lähellä 92 metriä merenpinnasta ja yli 92 metrin se on ollut lähes koko huhtikuun sekä heinäkuun alusta kuun puoleen väliin. Korkeimmillaan vedenpinta on ollut elokuun alun ja enimmillään se on ylittänyt 93,23 metriin merenpinnasta mitattuna toinen elokuuta. Yli 93 metriin yltäessä tulva nousee jo selkeästi pelloille, kuten voidaan havaita liitteen 12 kuvista 14 ja 15. (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.12.2010)

Kuvassa 6 on korkeuskartta Torhon, Lairon ja Kynnäröisen alueelta. Kartasta voidaan havaita, että järviä ympäröivä alue on matalaa ja näin ollen myös tulvaherkkää. Korkeuskartta perustuu Maanmittauslaitoksen uuteen valtakunnalliseen korkeusmalliin, joka on tuotettu laserkeilausaineistoilla. Mitattava ruutukoko tässä aineistossa on 2 m x 2 m ja korkeustiedon tarkkuus on noin 30 cm. Uuden korkeusmallin tuotanto on aloitettu tulvaherkimmistä alueista Suomessa, mikä osaltaan kertoo myös Torhon alueen tulvaherkkyydestä. Opinnäytetyö käyttöön korkeusaineistot on saatu PaTuli-paikkatietopalvelusta 3.2.2011.



Kuva 6 Torhon, Lairon ja Kynnäröisen alueen tulvakartassa olevan alueen korkeuskuva. Kuvassa korkeusvaihteluiden voimakkuus on esitetty väreillä. Tummansinisellä piirtyvät matalimmat alueet ja korkeuden kasvaessa sävy muuttuu vaaleansinisen ja keltaisen kautta oranssiksi. (Korkeusmalli ©Maanmittauslaitos, 2010)

#### 4.5 Valuma-alue

Valuma-alue on se vedenjakajien rajaama alue, jolta vesistöön purkautuvat valumavedet tulevat. Käytännössä tämä tarkoittaa kaikkea sitä sadevettä, joka ei haihdu ennen vesistöön päätymistä. Vedenjakajat ovat esimerkiksi luonnollisia maaston muotoja, jotka määrittävät pintaveden virtaussuunnan. Pinta- ja pohjaveden valuma-alueet ja vedenjakajat voivat poiketa toisistaan. Ihmisen toimilla on myös vaikutettu valuma-alueisiin, sillä esimerkiksi ojituksella pintavesi on saatettu ohjata luonnollisesta reitistä poikkeavaksi. Valuma-alueen ja sadantatietojen avulla alueelle voidaan määrittää virtaamatietoja, joita voidaan edelleen käyttää muun muassa kosteikkojen ja laskeutusaltaiden mitoittamiseen. (Puustinen ym. 2007, 8, 29–30; Ekholm 1993, 10.)

Valuma-alue on aina määritettävä kullekin kohteelle erikseen, joten tässä työssä valuma-alue on määritetty Torhoon Kaartjokeaa pitkin virtaavalta alueelta sekä Torhoon Heinijokea pitkin virtaavalta alueelta. Kaartjokea pitkin virtaava valuma-alue kuuluu Suomen vesistöalueet -kirjan mukaan 3. jakovaiheen osa-alueeseen 35.886 eli Kaartjoen alaosan alueeseen sekä 3. jakovaiheen valuma-alueeseen 35.887 eli Kaartjärven valuma-alueeseen. (Ekholm 1993, 69–70.)

Suomen vesistöalueet -kirjassa vesistöalueet on jaettu itsenäisiksi valuma-alueiksi sekä alueiksi, joihin laskee yksi tai useampi valuma-alue tai alue. Torhon valuma-alueella on siis kyseessä yksi alue (35.886), johon laskee yksi valuma-alue (35.887). Näistä alueista Torhon valuma-alueeksi muodostuva alue on esitetty liitteessä 1. Torhoon Heinijokea pitkin virtaava valuma-alue kuuluu 3. jakovaiheen osa-alueeseen 35.888, eli Heinäjoen valuma-alueeseen ja tämä valuma-alue on esitetty liitteessä 4. Alueet ja valuma-alueet ja niiden suhde toisiinsa alueisiin on esitetty liitteessä 5. (Ekholm 1993, 12, 70; Vesistöaluehierarkian kulku 2010.)

Valuma-alueiden rajaamisen apuna on käytetty peruskarttaa sekä OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelua. OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelusta on mahdollista nähdä Suomen vesistöalueet, joiden rajoja on soveltuvilta osin käytetty työssä tarvittavien valuma-alueiden määrittämiseen. Valuma-alueiden pinta-alat ja niillä olevaa maankäyttöä on myös selvitetty samaa palvelua hyödyntäen. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010 ja 14.10.2010.)

##### 4.5.1 Torhon valuma-alueiden vertailu

Torhoon laskee kaksi jokea, ja kuten edellä on kerrottu molempien jokien valuma-alueet määritettiin erikseen. Valuma-alueita vertailtiin tämän jälkeen ja päätettiin, että kummassa joessa valuma-aluekunnostuksesta olisi enemmän hyötyä. OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun avulla selvitettiin molempien valuma-alueiden pinta-alat sekä maankäyttöä. Kaartjokea pitkin virtaavan valuma-alueen havaittiin olevan yli kolminkertainen

Heinijoen valuma-alueeseen verrattuna, eli Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alue oli yhteensä 131,59 km<sup>2</sup>, kun taas Heinijoen valuma-alueen pinta-ala oli 35,67 km<sup>2</sup>. Heinijoen valuma-alueen järvisyys on 0 %, joten kaikki valumavedet alueelta kulkeutuvat suoraan Torhoon. (Ekholm 1993, 70; OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010.)

Molemmat valuma-alueet ovat lähinnä havumetsävaltaisia, mutta suuremmalla valuma-alueella peltojen määrä on pinta-alallisesti suurempi. Peltojen alat määritettiin kartalta paikkatietoaineiston CLC2000- maankäyttö/maanpeite (yleistetty 25 ha) ja OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun pinta-alamittauksen avulla. Paikkatietoaineiston tarkkuus oli 25 hehtaaria, eli karttaan ei piirtynyt alle 25 hehtaarin kokoisia peltoaloja lainkaan. Paikkatietoaineistossa on lisäksi maankäyttötyyppi nimeltä pienipiirteinen maatalousmosaiikki. Paikkatietoaineistokarttoja verrattiin silmämääräisesti peruskarttoihin ja havaittiin, että peltolohkot vastaavat toisiaan melko tarkasti. Paikkatietoaineistosta kuitenkin puuttuivat tarkkuuden vuoksi hyvin pienet peltoalat ja lisäksi osa peruskartoilla pelloiksi merkityistä alueista kuuluivat pienipiirteiseen maatalousmosaiikkiin. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010.)

Pienipiirteistä maatalousmosaiikkia ei kuitenkaan otettu huomioon peltoaloja laskettaessa, sillä niiden huomioiminen olisi vääristänyt tulosta enemmän kuin niiden huomiotta jättäminen. Edellä mainitun perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että peltoalojen mittaustulokset ovat tässä tapauksessa pienemmät, kuin todelliset peltoalat alueella. Laskennassa päätettiin mittavirheestä huolimatta käyttää paikkatietoaineiston karttoja peruskarttojen sijaan, sillä peltoalat pystytään niiltä määrittämään mittaus teknisistä syistä tarkemmin kuin peruskartoilta, joissa tulisi helposti suurempia mittausvirheitä. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010.)

Paikkatietoaineiston karttoja päätettiin käyttää alojen määrittämisessä myös siksi, että niistä voitiin määrittää metsän pinta-ala huomattavasti tarkemmin kuin peruskartoilta ja näin pelto- ja metsäaloista saatiin suoraan vertailukelpoisia keskenään. Tarkastelun tuloksena Heinijoen valuma-alueen peltojen alaksi saatiin noin 370 hehtaaria ja Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alueen yhteiseksi peltojen alaksi noin 810 hehtaaria. Tulee kuitenkin muistaa, että paikkatietoaineiston tarkkuudesta johtuen mittaukset olivat epätarkkoja. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010.)

Kaartjoen valuma-alueella on suuremman pinta- ja peltoalan lisäksi myös kaksi pientä väljästi rakennettua asuinalueita, kun taas vertailukohteessa asutusta on vähemmän. Kaartjoen valuma-alueella havaittiin myös Jätevedenpuhdistamo sekä enemmän ojitettua suota, kuin Heinijoen valuma-alueella. Kaartjoesta oli myös tehty enemmän vesianalyysseja, joiden tuloksista havaittiin, että kiintoainekuormitus tältä alueelta oli välillä ollut hyvin suuri. Sameusarvot ja kokonaisfosforipitoisuus olivat myös olleet koholla 2000-luvulla tehtyjen tutkimusten mukaan. Heinijoen valuma-alueelta vastaavia näytteitä ei ollut otettu, eikä sen kiintoainekuormasta voitu päätellä mitään. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu

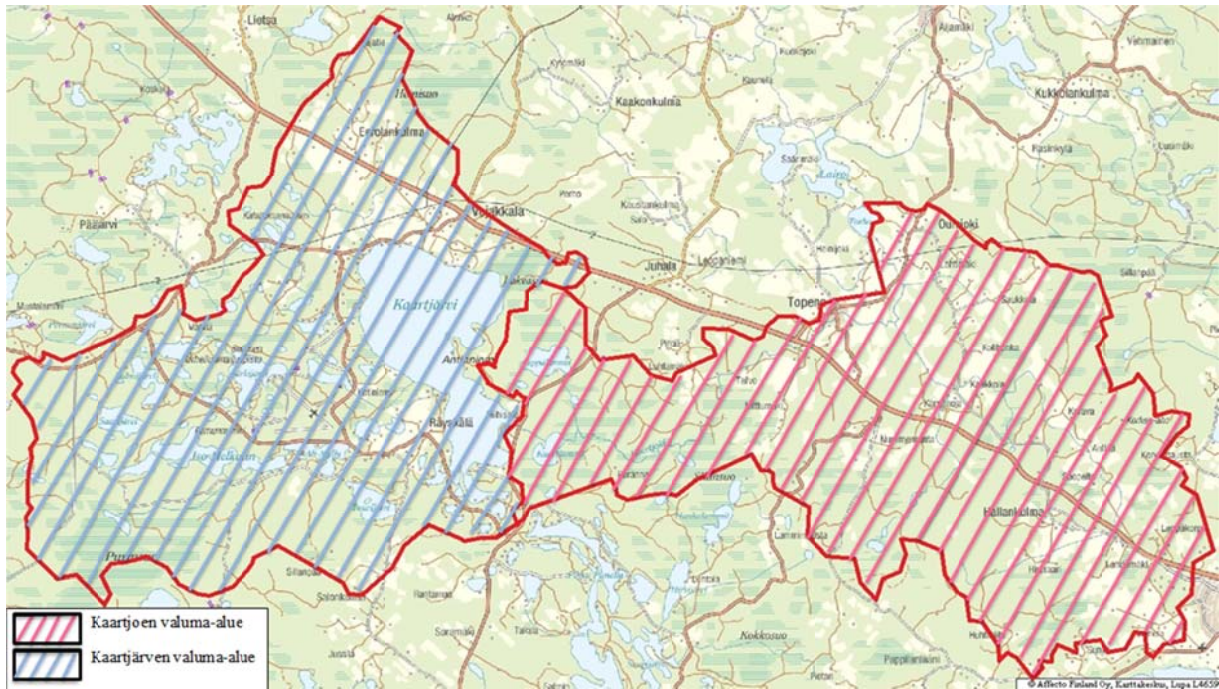
21.9.2010; Viinikka, kirje 15.3.201; Lopen Kaartjärven jätevedenpuhdistamolle ympäristölupa 2003; Ympäristölupapäätös YLO/lup/2/03 2003.)

Joskin Heinijosta vuonna 1981 otetussa näytteessä oli suuremmat kokonaisfosforipitoisuudet, kuin ELY-keskusten tuottamissa Kaartjoen näytteissä. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen ottamien näytteiden mukaan Kaartjoen fosforipitoisuus yhdellä näytteen ottokerralla vuonna 2003 oli suurempi kuin Heinijoen suurin kokonaisfosforitulos. Kaartjoesta otettujen näytteiden eroihin vaikuttaa mittausajankohta ja mittauspiste. Heinijoen tulos on verrattain vanha, eikä sitä voida pitää kovin luotettavana, koska näytteitä on otettu vain yksi, joten tämä tulos jätettiin vertailussa arvioimatta. (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010 ja 18.11.2010; Viinikka, kirje 15.3.2011)

Vertailun perusteella Kaartjoen valuma-alueen lähempi tarkastelu työssä katsottiin tarpeellisemmaksi lähinnä siitä syystä, että sillä oli enemmän kuormituslähteitä. Heinijoen valuma-alueen kuormituslähteitä ovat pelto- ja metsäviljely, metsätalous sekä haja- ja vapaa-ajan asutuksen jätevedet. Peltojen määrä Heinijoen valuma-alueella on kuitenkin pienempi, kuin Kaartjoen valuma-alueella ja myös asusta on vähemmän.

#### 4.6 Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alue

Kaartjokea pitkin virtaavaan valuma-alueeseen kuuluu osia kahdesta eri jakovaiheen alueesta, kuten edellä on kerrottu. Tässä työssä tätä valuma-alueita käsitellään kaksiosaisena, sillä vesianalyysituloksista ja Kaartjärven pitkistä viipymästä pääteltiin, että Kaartjärven valuma-alueelta Torhoon virtaava vesi puhdistuu ravinteista melko tehokkaasti Kaartjärvessä ennen Kaartjokea. Näin ollen suurin osa Torhoon tulevasta kuormituksesta on peräisin Kaartjärven alapuoliselta valuma-alueelta (Kaartjoen valuma-alue). Torhoon Kaartjokea pitkin laskevan valuma-alueen osat, eli Kaartjoen ja Kaartjärven valuma-alueet, on esitetty rasterilla eroteltuna kuvassa 7.



Kuva 7 Kuvaan on sinisellä viivoituksella merkitty Kaartjärven valuma-alue ja punaisella viivoituksella Kaartjoen valuma-alue.

(© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10 Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10) (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 18.11.2010)

Kaartjärven yläpuolinen valuma-alue (Kaartjärven valuma-alue) on kuitenkin osa Torhoon Kaartjokea pitkin laskevasta valuma-alueesta eli kaikki siltä tuleva valunta vaikuttaa Torhoon. Näin ollen on välttämätöntä liittää se tarkasteluihin Torhon virtaamalaskelmia tehtäessä. Kaartjärven valuma-alueelta tarkasteltiin kuitenkin vain virtamaan vaikuttavia parametreja, kuten pelto- ja metsäalan määrää sekä järvisyyttä. Myöhemmin seuraavassa tarkemmassa valuma-alueen tarkastelussa on perehdytty ainoastaan Kaartjärven alapuoliseen valuma-alueen osaan, jolta Torhoon laskeva kuormitus on pääosin peräisin.

#### 4.7 Kaartjoen valuma-alue

Kaartjoen valuma-alue kuuluu Kokemäenjoen vesistöalueeseen ja se kuuluu Vanajan Reitin valuma-alueeseen. Maantieteellisesti valuma-alue sijaitsee aivan Lopen kunnan pohjoisrajalla, jossa se sijoittuu kantatie 54 molemmille puolille. Pieni osa valuma-alueen koillisesta osasta kuuluu Hämeenlinnaan. Kaartjoen valuma-alueita on kuvattu liitteissä 2 ja 3. Kaartjoen valuma-alueen pinta-ala on 6500 hehtaaria eli 65,0 km<sup>2</sup>. Suurimmalta osalta valuma-alue on metsää ja erityisesti valuma-alueen yläjuoksulla joen lähivaluma-alue on suota. (Ekholm 1993, 69; OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 28.9.2010.)

Suunnittelualueita lähestyttäessä peltojen osuus joen lähivaluma-alueesta lisääntyy. Peltojen yhteisala valuma-alueella on noin 650 hehtaaria. Peltojen osuus valuma-alueesta on 10 % ja valuma-alueen järvisyys on 4,99 %.

Metsien ala valuma-alueella on noin 4800 hehtaaria. Metsien ala on määritetty OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun pinta-ala mittauksen avulla CLC2000- maankäyttö/maanpeite (yleistetty 25 ha) paikkatietoaineistosta ja mittaukseen on luettu mukaan lehti-, seka- sekä havumetsät, mutta ei harvapuustoisia alueita. Peltoalueiden pinta-ala on myös määritetty samalla tarkkuudella kuin metsien pinta-ala. Valuma-alueella ei ole teollisuutta, eikä turvetuotantoa, mutta kuten edellä on mainittu, niin sillä sijaitsee pieni väljästi rakennettu asuinalue sekä jätevedenpuhdistamo. (Ekholm 1993, 69; OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 28.9.2010.)

#### 4.7.1 Jätevedenpuhdistamo

Jätevedenpuhdistamo on saanut luvan aloittaa toimintansa vuonna 2003 ja sen arvioidaan kesäkaudella puhdistavan noin 900 asukkaan jätevedet, mutta talvella jätevesimäärä on paljon pienempi. Jätevedet johdetaan laskeutusaltaan kautta kosteikko-ojastoon, josta ne imeytyvät suoalueeseen ja laskevat Kaartlammin kautta Kaartjokeen. Puhdistustehokkuuden jätevedenpuhdistamolla on arvioitu olevan vuosikeskiarvona seuraavanlainen: BHK<sub>7</sub> 95 %, kokonaistyyppi 30 % ja kokonaisfosfori 95 %. Puhdistustehokkuus on kesäaikana kuitenkin suurempi, johtuen jälkipuhdistusyksikön paremmasta toiminnasta. Lisäksi on myös muistettava, että kuormitus on talvella paljon pienempi kuin kesällä. (Ympäristölupapäätös YLO/lup/2/03 2003.)

#### 4.7.2 Maaperä ja pohjavesialueet

Kaartjoen valuma-alueen maaperä on pääasiassa hiesua ja hienoa hietaa sekä moreenia. Valuma-alueella on kuitenkin myös jonkin verran alueita, joilla on karkeaa hietaa, hiekkaa tai soraa sekä alueita, joilla on kalliomaata tai paksu turvekerros. Kaartjoen lähivaluma-alue yläjuoksulla on soista, ja tällä alueella onkin vaihtelevasti joko moreenia tai paksu turvekerros. Lähes kaikki valuma-alueen turvemaista sijaitsevatkin valuma-alueen lounais-osissa ja nämä turvemaat ovat lähestulkoon kokonaan ojitettuja. Alajuoksua lähestyttäessä valuma-alue muuttuu pääosin hiesuksi ja hienoksi hiedaksi vaihdellen kuitenkin välillä moreeniksi. Karkeaa hietaa, hiekkaa tai soraa sekä kalliomaata on valuma-alueen kaakkois- ja etelä-osissa. Kalliopaljastumia alueella ei kuitenkaan ole. Pieni osa joen lähivaluma-alueesta yläjuoksulla on karkeaa kiviainesta. (Geokartta -palvelu 4.10.2010.)

Kaksi Lopen kunnan alueella olevista pohjavesialueesta sijoittuu osittain valuma-alueelle, nämä ovat Pitkälammen pohjavesialue sekä Lopen kirkonkylän pohjavesialue. Pitkälampi sijaitsee valuma-alueen länsirajalla, ja vain hyvin pieni osa siitä kuuluu valuma-alueeseen. Pitkälammen pohjavesialue kuuluu luokkaan II, eli se on veden hankintaan soveltuva pohjavesialue. Osa pitkälammen alueen pohjavesistä purkautuu suoraan Kaartjärveen. Lopen kirkonkylän pohjavesialue sijaitsee valuma-alueen kaakkois-osissa ja se sijoittuu kantatie 54 molemmille puolille. Pohjavesialueen vesi purkautuu osittain suoraan Topenosojaan, joka taas virtaa suoraan Torhoon virtaavaan Kaartjokeen. Kirkonkylän pohjavesialue kuuluu luok-

kaan I, eli se on vedenhankinnan kannalta tärkeä pohjavesialue. Pohjavesialueen toisessa reunassa sijaitseekin kirkonkylän vedenottamo. (Lopen pohjavesialue kartta n.d.; Riihimäen seudun pohjaveden suojelusuunnitelma 2004, 11, 14.)

#### 4.8 Kaartjärven valuma-alue

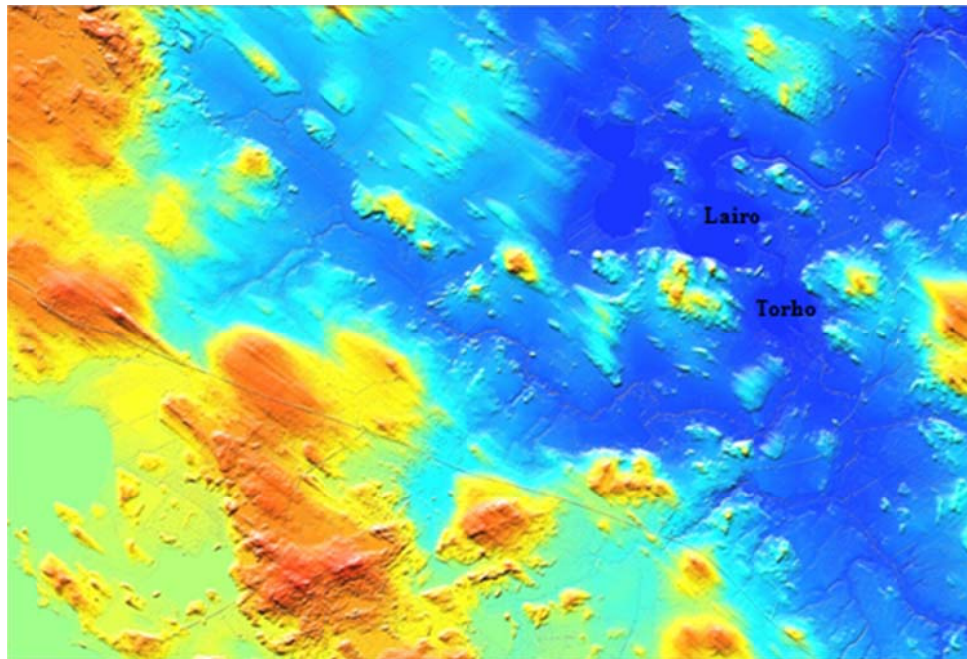
Kaartjärven valuma-alue (35.887) sijaitsee Lopen kunnan luoteiskulmassa ja osa valuma-alueen läntisestä reunasta sijoittuu Tammelan puolelle. Valuma-alueeseen kuuluu yhtenä isona järvenä Kaartjärvi ja lukuisia pieniä järviä sekä lampia. Kaartjärven pinta-ala on 735 ha. Valuma-alueen vesi purkautuu Kaartjärven jälkeen suoraan Kaartjoen alaosan alueeseen (35.886) eli käytännössä Kaartjokeen, mikä tekee siitä osan edellä mainittua aluetta. Kaartjärven valuma-alueen pinta-ala on 6660 ha eli 66,6 km<sup>2</sup>. Peltoja valuma-alueella on noin 160 hehtaaria eli 2,4 % ja metsän pinta-ala alueella on noin 4600 hehtaaria. Metsä- ja peltoalat on määritetty vastaavalla tavalla ja samalla tarkkuudella kuin vastaavat aiemmin mainitut arvot. Järvisyys tällä valuma-alueella on 17,70 %. (Ekholm 1993, 70; Kaartjärvi n.d.; OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 21.9.2010, 18.11.2010.)

#### 4.9 Kaartjokea pitkin virtaavan valuma-alueen yhteenveto

Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alueet ovat yhteensä 131 km<sup>2</sup>, joten kyseessä on hyvin suuri valuma-alue suhteutettuna pienen Torho-järven kokoon. Suuri valuma-alue on toisaalta hyvä asia, sillä veden kerääntymisaika on pidempi, mikä heikentää virtaamavaihteluita. Koko valuma-alueella ja erityisesti Kaartjoen valuma-alueella on alhainen järvisyysprosentti, joka taas lisää virtaamavaihteluita, koska suuri vesimäärä pitää varastoida suhteessa pienelle vesistöalueelle. Kaartjoen valuma-alue on myös pyöreäkömpi kuin pitkänomainen, mikä kasvattaa osaltaan veden kerääntymisnopeutta. (Vakkilainen, Koskela, Hepojoki & Kuusisto n.d., 47–48.)

Kaartjoen valuma-alue on melko tasainen, mutta pinnan muodot myös viettävät Kaartjärveltä lähtien alaspäin kohti Torhon rantaa. Peruskarttatarkastelun perusteella Kaartjoen valuma-alueen korkeimmat mäet ovat 140 metrissä, kun taas muu maasto on alhaisimmillaan noin 90 metrissä. Suurimmat mäet ovat kuitenkin juuri Kaartjärven jälkeen ja Torhon lähivaluma-alueella on suurehko hyvin tasainen 100 metrin korkeuskäyräalue. Tasainen valuma-alue osaltaan vähentää eroosiota, mutta toisaalta voimakas viettäminen nimenomaan Kaartjärveltä kohti Torhoa nopeuttaa pinta-valunnan kerääntymistä ja kasvattaa ylivalumia. (Tarvainen 2010.)

Kuvassa 8 on Torhon alueen korkeuskartta, josta voidaan havaita, että Torhon lähivaluma-alue on hyvin tasainen ja ympäröiviä alueita matalampi. Liitteessä 13 on esitetty korkeuskuva laajemmalla alueella ja myös siitä voidaan havaita, että Torhon, Lairon ja Kynäröisen alue on painanteessa verrattuna ympäröivään maastoon, tämä selittääkin Torhon hyvin suuren valuma-alueen niin Kaartjoen kuin myös Heinijoen suunnasta. (PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)



Kuva 8 Osittainen korkeuskuva Torhon valuma-alueesta. Kuvassa korkeusvaihteluiden voimakkuus on esitetty väreillä. Tummansinisellä piirtyvät matalimmat alueet ja korkeuden kasvaessa sävy muuttuu vaaleansinisen ja keltaisen kautta oranssiksi. (Korkeusmalli ©Maanmittauslaitos, 2010.)

#### 4.9.1 Maankäytön vaikutus valuntaan

Peltojen osuus valuma-alueesta on suhteellisen pieni Kaartjoen valuma-alueella 10 % ja Kaartjärven valuma-alueella 2,4 %, mutta suuri osa peltoista on sijoittunut joen varteen, mikä lisää eroosion aiheuttamaa kiintoainekuormaa vesistöön. Suuri osa valuma-alueen maaperästä on eroosioherkkää hiesua tai hienoa hietaa, joiden raekoko vaihtelee 0,002-0,06 mm. Hiesu muuttuu juoksevaksi jo pienessä määrässä vettä, joten se päätyy myös helposti virran mukaan. Kaartjoen valuma-alueella on myös vain vähän karkealajitteista maaperää, mikä läpäisisi sadeveden nopeammin. Tästä syystä suuri osa sadannasta ja lumensulamisvesistä jatkaa matkaansa pintavaluntana. (Tarvainen 2010, esitysmateriaali 25.1.2010; Vakkilainen ym. n.d. 48; Maisemasuunnittelun käsitteitä n.d.)

Luonnontilaiset suot valuma-alueella pienentäisivät ylivalumia, sillä vesi purkautuu niiltä hitaasti. Lisäksi avosuot lisäävät veden haihduntaa, mikä pienentää myös keski- ja alivalumia. Torhon valuma-alueella suot ovat kuitenkin hyvin pitkälti ojitettuja eivätkä ne näin ollen toimi tehokkaina vesivarastoina. Metsien osuus valuma-alueelta on suuri, ja tämä pienentää ylivalumia erityisesti keväällä, koska lumi sulaa metsistä hitaammin kuin avoimilta alueilta. Tiheä kasvillisuus yleensä hidastaa pintavaluntaa ja lisää veden imeytymistä maaperään juuristonsa kautta. Myös kasvillisuuden aiheuttama interseptio vähentää pintavaluntaa, sillä osa sadevedestä pidättyy kasvustoon ja haihtuu täältä koskaan päätyväksi valuntaan. (Vakkilainen ym. n.d., 48.)

Peltoaukeilla ylivalumat ovat noin 1,5–2,0 kertaa suurempia kuin vastaavilla metsäalueilla. Metsien ojitus ja avohakkuut kuitenkin heikentävät vedenpidätyskykyä huomattavasti ja kasvattavat ylivalumia varsinkin toimenpiteiden jälkeisinä vuosina. Taajama-alueet lisäävät kokonaisvaluntaa kasvattamalla ylivalumia, kun taas alivalumat pienenevät. Torhon valuma-alueella asuinalueita on kuitenkin hyvin vähän, ja se on väljästi rakennettua, joten sillä ei juuri ole merkitystä valuma-alueen valunnan muutoksissa. (Vakkilainen ym. n.d., 48.)

Suuren kiintoainekulkeuman pääasiallisena aiheuttajana tällä alueella onkin luultavasti suuret ylivirtaamat valuma-alueen suuresta koosta, pienestä järvisyydestä ja muista edellä mainituista syistä. Kevätylivirtaaman aiheuttamat suuret vesimassat eivät pienen järvisyyden vuoksi mahdu varastoitumaan vesistöön, vaan ne nousevat tulvina pelloille, joita on erityisesti tasisella Torhon lähivaluma-alueella. Pelloilta eroosio on voimakasta erityisesti, mikäli niillä ei ole ympärivuotista kasvillisuutta. Torhon alueen peltojen maaperä on myös hienojakoista, joten se erodoituu helposti. On myös huomioitava, että tulvien suuruuteen eivät vaikuta ainoastaan Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alueet, vaan myös Heinijoen valuma-alueen vesi laskee lähestulkoon samaan kohtaan.

### 4.9.2 Soiden vaikutus valuntaan

Valuma-alueen suot lisäävät epätäydellisesti hajonneen orgaanisen aineen eli humuksen kulkeutumista vesistöön. Erityisesti ojitetuilta soilta humus päätyy herkästi vesistöön. Humus lisää veden kiintoainepitoisuutta, mutta se myös lisää ravinnekulkeumaa veteen. Humuksen mukana kulkeutuu ravinteita suoraan veteen, ja lisäksi vesistöön päätynyt humus muodostaa erilaisia yhdisteitä kasviravinteiden kanssa silloin, kun ravinteista ei muuten ole puutetta. (Särkkä 1996, 71–73; Humus 2006; Miten humus vaikuttaa vesiympäristössä 2004.)

Ravinteiden huvettua humus toimii ravinnevarastona ja luovuttaa ravinteet uudelleen kasvien ja levien käyttöön. Erityisesti rautapitoinen humus sitoo paljon fosforia, mikä edistää järven rehevöitymistä. Humuspitoisessa järvessä ravinteiden määrän nousu kiihdyttää humuksen hajoamista, mikä taas aiheuttaa hapen kulutusta järvessä: tämä on hyvä ottaa huomioon arvioidessa ravinteiden lisääntymisen vaikutuksia vesistössä. Humuksella on myös muita vaikutusreittejä järven tuotantoon, sillä hyvin humuspitoiset vedet ovat erittäin tummia, mikä taas rajoittaa fotosynteesiä vedessä. Toisaalta tummempi vesi lämpenee hiukan nopeammin, mikä taas osaltaan kiihdyttää tuotantoa. (Särkkä 1996, 71–73; Humus 2006; Miten humus vaikuttaa vesiympäristössä 2004.)

### 4.9.3 Pohjaveden purkautuminen valuma-alueella

Suoraan Topenosojan kautta Kaartjokeen purkautuu pohjavettä, jolla myös saattaa olla vaikutuksia Torhon vedenlaatuun. Vesistöön purkautuvalla pohjavedellä voi olla hyvin erilaisia vaikutuksia järvessä, jotka riippuvat pohjaveden ominaisuuksista. Pohjavesi saattaa laimentaa muuten hyvin

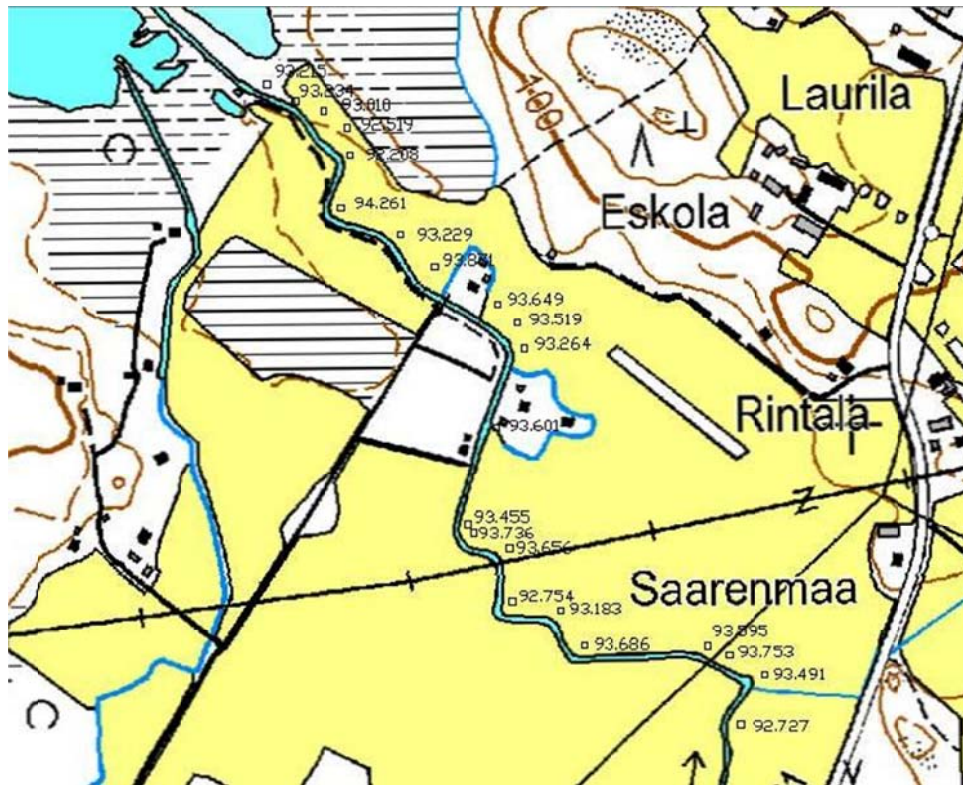
ravinnepitoista vettä taikka joissain tapauksissa myös lisätä ravinteita. Pohjavedellä on erityisen positiivinen vaikutus järven ravinnetalouteen, mikäli pohjavesi sisältää paljon rautaa, joka sitoo hapettuessaan fosforia niukkaliukoiseksi ferrifosfaatiksi. Pohjaveden vaikutukset suunnittelualueeseen jätettiin tässä työssä kuitenkin tutkimatta, koska pääasiallisesti keskityttiin kiintoaineen pysäyttämiseen, ja lisäksi pohjaveden virtaus Torhohon on suhteellisen vähäistä ja se tapahtuu uoman välityksellä. (Seppänen 1984, 92–93.)

### 4.10 Maastotiedot

Torhon alueen korkeusolosuhteita tutkittiin Maanmittauslaitoksen tuottaman valtakunnallisen korkeusmallin avulla ja alueella tehtiin mittauksia GRS-1 RTK-laitteella. Korkeusmallin ja alueella tehtyjen mittausten tarkkuus on noin 30 senttimetriä. Maanmittauslaitoksen korkeusmallista tuotettiin MapInfo-ohjelmistolla korkeuskarttakuvia sekä diagrammeja, joista näkee korkeusvaihtelut tietyillä väleillä. Diagrammit ja niiden lähtötietojen sijoittuminen alueelle on esitetty liitteessä 12.

Seuraavat oletukset perustuvat korkeusaineistoista tuotettujen diagrammien tietoihin: Kaartjoen länsipuolella olevan lahden vesijättöalue on tasaista ja lähestulkoon samassa tasossa Torhon keskivedenpinnan kanssa. Lahden vesijättöalueen reunasta 125 metrin matkalla maanpinnan korkeus nousee noin 80 senttimetriä. Vesijättöalueen reunasta maanpinta nousee noin 1,4 metriä peltosaarekkeessa olevien rakennusten tontin rajajojaan mennessä. Matkaa rajajojaan vesijättöalueen reunasta on noin 280 metriä eli kaltevuus on noin 0,5 %. Vesijättöalueen reunasta Rengontien reunaan on matkaa noin 840 metriä ja korkeusero on noin 2,2 metriä, jolloin kaltevuus koko tällä välillä on noin 0,3 %. Etäisyydet on mitattu OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelun karttapalvelua hyödyntäen. Suojavyöhykkeiden yleissuunnitelman mukaisella tulva-alueella pellot eivät vietä merkittävästi koilliseen Kaartjoesta katsoen, mutta tulva-alueen jälkeen vieto koilliseen joesta ylöspäin on selvää. (PaITuli -paikkatietopalvelu 3.2.2011; OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 18.3.2011)

GRS-1 RTK-laitteella tehtyjen mittausten tulokset ovat vaihtelevia, johtuen luultavasti mittaustarkkuudesta ja mittausolosuhteista. Mittaustuloksista ei voitu tehdä yhtä selkeitä johtopäätöksiä, kuin Maanmittauslaitoksen tuottamasta aineistosta. Mittaustulokset tukevat kuitenkin muiden lähteiden tietoja siitä, että korkeusvaihtelut alueella ovat hyvin pienet ja että maanpinnan korkeus nousee vain melko vähän Rengontiehen mennessä. Kuvassa 9 on karttapohjalla esitetty tulokset RTK-laitteella suoritetuista mittauksista.



Kuva 9 Torhon alueella tehdyn maastomittauksen tulokset. Arvot on ilmoitettu metreinä merenpinnasta. (Pohjakartta ©Maanmittauslaitos, 2010.)

#### 4.11 Virtaamatiedot

Suunnittelualueelta ei ole olemassa mitattuja virtaamatietoja, joten seuraavassa osiossa virtaamaa arvioidaan laskennallisesti nomogrammien ja kaavojen avulla. Keskeisenä käsitteenä virtaamalaskelmissa on keskiyli-virtaama, joka tarkoittaa keskimääräistä vuoden ylintä virtaamaa tietyssä kohdassa. Torholla tämä tarkoittaa käytännössä kevään lumensulamisvesien aiheuttamaa suurinta vuosittaista virtaamaa. Laskemissa virtaamat on arvioitu Kaartjoen sekä Heinijoen purkupisteisiin Torholla. (Hyvärinen & Puupponen 1986, 213; Puustinen ym. 2007, 29.)

Tuloksena on esitetty Kaartjoesta purkautuva mitoitusvirtaama, joka määritettiin Kaiteran ja Kuusiston menetelmien tulosten keskiarvona. Lisäksi on ilmoitettu Heinijoesta purkautuva mitoitusvirtaama arvioituna Kaiteran menetelmällä. Kaiteran nomogrammin lähtötietona on tässä tapauksessa käytetty 120 mm lumen vesi-arvoa, vaikka uudempien tulosten mukainen lumen vesi-arvo onkin alhaisempi. Suurempaa arvoa on käytetty siitä syystä, että se on mitoitusvirtaamia määritettäessä alhaisin suositeltu lumen vesi-arvo. Suositus perustuu siihen, että vähälumisilla alueilla kesän ylivalumat voivat olla 10–30 % kevään ylivalumia suurempia. Kaiteran menetelmää käyttäen tehtiin myös herkkyysanalyysi Kaartjoen virtaamasta, sillä kuten mainittu, lumen vesi-arvot ovat muuttuneet huomattavasti, kun verrataan 50–80-luvun arvoja tuorempiin tietoihin. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 10.)

## 4.11.1 Kaartjokea pitkin purkavan valuma-alueen virtaamatiedot

Seuraavaksi on arvioitu Kaartjoen ja Kaartjärven valuma-alueiden aiheuttamaa virtaamaa Torhon suulla. Virtaamaa on arvioitu kolmella eri menetelmällä ja lisäksi on tehty herkkyyksianalyysi lumen vesiaron vaihtelun vaikutuksista virtaamaan.

Kaiteran nomogrammi

Kaiteran vuodelta 1949 olevasta nomogrammista voidaan arvioida keskiylivaluma (MHq), kun tiedetään valuma-alueen ala (F), järvisyys (L) ja lumen vesiaron keskimääräinen vuosimaksimi ( $MW_{max}$ ). (Hyvärinen & Puupponen 1986, 214–215.)

Valuma-alueen ala on määritetty aiemmin valuma-alueeseen perehdyttäessä luvuissa 4.7 Kaartjoen valuma-alue ja 4.8 Kaartjärven valuma-alue. Järvisyysprosentit on myös ilmoitettu edellä mainituissa kappaleissa, mutta ne ovat erikseen Kaartjärven ja Kaartjoen valuma-alueille. Järvisyys koko valuma-alueella on laskettu erillisistä arvoista seuraavasti:

$$\frac{(66,6 * 0,177) \text{ km}^2 + (65,0 * 0,0499) \text{ km}^2}{131,6 \text{ km}^2} * 100\% = 11,40 \%$$

jossa 66,6 km<sup>2</sup> on Kaartjärven valuma-alueen ala, jonka järvisyysprosentti on 17,7 %. 65,0 km<sup>2</sup> on Kaartjoen valuma-alueen ala ja 4,99 % sen järvisyysprosentti. 131,6 km<sup>2</sup> taas on Kaartjoen ja Kaartjärven valuma-alueiden yhteisala.

Lumen vesiaron keskimääräinen vuosimaksimi on katsottu vuosien 1952–1984 lumen vesiaron vuosimaksimit sisältävästä kartasta. Kyseinen lumen vesiaron arvo on uudempia mittauksia suurempi, mutta sitä käytetään mitoitusvirtaaman määrittämiseen, suositusten takia, kuten tämän osion johdannosta voidaan huomata. Taulukkoon 1 on koottu edellä ilmoitetut arvot, joiden avulla keskiylivalumaa arvioidaan nomogrammista. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 12.)

Taulukko 1 Tarvittavat parametrit käytettäessä Kaiteran nomogrammia

Parametri	Arvo suunnittelu- alueella
F	131,6 km <sup>2</sup>
L	11,40 %
$MW_{max}$	120 mm

Edellä olevia arvoja käytettäessä lumen sulamisesta aiheutuvaksi keskiylivalumaksi (MHq) alueella tulee 39 l/s km<sup>2</sup>. Kertomalla keskiylivaluma valuma-alueen pinta-alalla saadaan keskiylivirtaama (MHQ), eli keskiylivirtaamaksi tulee näin ollen 5,1 m<sup>3</sup>/s seuraavalla laskelmalla:

$$MHQ = 39 \text{ l/s km}^2 * 131,6 \text{ km}^2 = 5132,4 \text{ l/s} \approx 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keskiylivirtaamasta voidaan Hyvärisen vuonna 1985 määrittämällä aineistolla arvioida tietyn havaintojakson suurin virtaama, kuten esimerkiksi kerran 20 vuodessa toistuva ylivirtaama. Hyvärisen aineistosta on tehty diagrammi, joka kertoo suhteen HQ/MHQ-riippuvuuden toistumisajasta ja järvisyydestä. Diagrammista saadaankin kertoimet halutuille havaintojakson toistumisajoille, kun tiedetään alueen järvisuus. Diagrammia käytettäessä valuma-alueen on oltava pienempi kuin 15 000 km<sup>2</sup>. Torhoon Kaartjoen kautta purkavalla valuma-alueella kerroin kerran 20 vuodessa toistuvalla ylivirtaamalle on 1,60 ja kerran 100 vuodessa toistuvalla ylivirtaamalle 1,95. (Hyvärinen & Puupponen 1986, 214–215, 217–220.) Edellä mainitun perusteella alueen ylimmät virtaamat 20 ja 100 vuoden toistuvuudella ovat seuraavat:

$$HQ_{1/20}=1,60*5,1=8,2 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ja } HQ_{1/100}=1,95*5,1=9,9 \text{ m}^3/\text{s}.$$

### Lumen vesiarvosta riippuva herkkyyshanalyysi

Lumen vesiarvotiedot Lopen alueella vaihtelevat huomattavasti, sillä vanhemmassa aineistossa keskimääräinen lumen vesiarvon vuosimaksimi on vuosina 1952–1984 ollut 120 millimetriä, kun taas vuosina 1996–2005 maaliskuussa mitattuna lumen vesiarvo on ollut keskimäärin 80 millimetriä. Lumen vesiarvon alentuminen näin huomattavasti saattaa olla seurausta ilmastonmuutoksesta, sillä leudompina talvina lumi sulaa talven aikana ja osa talven sateista tulee lumen sijasta vetenä. Leudot talvet johtavat siihen, että talviaikainen valunta kasvaa. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010,4,12; Reuna 2007, 153–155; Reuna 2003, 155.)

Varmaa johtopäätöstä lumen vesiarvon alenemisen syystä ei voida tehdä, mutta ilmastomallien mukaan talviaika Etelä-Suomessa tulee lyhentymään ja lumipeite tulee jäämään ohuemmaksi. Ilmastomallit osoittavat myös, että sadanta tulee voimistumaan, mikä luonnollisesti vaikuttaa myös ylivirtaamiin. Leudommat talvet saattavat kuitenkin aiheuttaa sen, että ylivirtaamat johtuvat tulevaisuudessa kevään sulamisvesien sijaan rankkasateista muina vuodenaikoina. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 4.)

On kuitenkin huomioitava, että vanhemman ja uudemman aineiston tiedot eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä uudemman aineiston tulokset on mitattu tiettyinä päivinä vuosittain maaliskuussa kun taas vanhemman aineiston tulokset ovat vuosimaksimeja. Lumen vesiarvon vuosimaksimi ajoittuu kuitenkin Suomessa keskimäärin maaliskuun puolesta välistä huhtikuun loppuun ajankohdan keskihajonnan ollessa Etelä- ja Keski-Suomessa 12 vuorokautta. Näin ollen maaliskuussa mitatut arvot ovat lähellä vuosimaksimeja ja vertailua voidaan tietyllä varauksella tehdä. Tarkempia tietoja työssä käytetyistä lumen vesiarvotiedoista on esitetty liitteessä 10. (Kuusisto 1986, 52.)

Lumen vesiarvon vaihtelun vaikutuksia virtaamaan on tarkasteltu herkkyyshanalyysissä, joka on tehty Kaiteran nomogrammia käyttäen. Keskiylivirtaamat taulukkoon 3 on laskettu kertomalla keskiylivalunta valuma-

alueen pinta-alalla, kuten on tehty myös aiemmin kappaleessa Kaiteran nomogrammi. Keskiylivalumien arvioinnissa käytetty valuma-alueen ala ja järvisyys on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2 Torhon alueen virtaamatietojen herkkyysoanalyysissä käytetty valuma-alueen pinta-ala sekä järvisyys

Parametri	Arvo suunnittelu- alueella
F	131,6 km <sup>2</sup>
L	11,40 %

Taulukko 3 Torhon valuma-alueen virtaamien herkkyysoanalyysin tulokset Kaiteran nomogrammin mukaan

Lumen vesiarvo MW <sub>max</sub> (mm)	Keskiylivaluma MH <sub>q</sub> (l/s km <sup>2</sup> )	Keskiylivirtaama MHQ (m <sup>3</sup> /s)
50	20	2,6
80	29	3,8
120	39	5,1
150	46	6,1

Edellisestä taulukosta 3 voidaan huomata, että lumen vesiarvon vaihtelulla on huomattava merkitys keskiylivirtaamaan. Vesistökuunnostus kohteita, kuten kosteikkoja mitoitettaessa tuleekin ottaa huomioon tulevan ilmastomuutoksen vaikutukset virtaamiin, sillä sään ääri-ilmiöt tulevat Suomessa lisääntymään ilmastomuutoksen vaikutuksesta. Erityisesti sadannassa tulee tapahtumaan muutoksia, kun rankkasateet niin kesäisin kuin myös talvisin tulevat lisääntymään ja sadannan määrä yleensä tulee kasvamaan. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 4; Venäläinen, esitysmateriaali 26.3.2009.)

Virtaamia mitoitettaessa ei voida enää luottaa siihen, että ylivirtaama tulevaisuudessa on lumen sulamisesta johtuva ja näin ollen Kaiteran menetelmää käytettäessä ei kannata käyttää liian pieniä lumen vesiarvoja. Ääri-ilmiöiden voimistuminen saattaa vaikuttaa myös niin, että joinakin vuosina lumen vesiarvo saattaa olla huomattavasti suurempi kuin muutamana edellisenä vuonna. Valuma-aluekunnostuksessa kannattaakin myöhemmin panostaa esimerkiksi laajoihin tulva-alueisiin pienien kosteikkojen sijaan, sillä kosteikot on vaikea mitoitaa tulevien sään ääri-ilmiöiden voimakkaasti vaihtelevat vaikutukset huomioiden. (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 4, 12; Venäläinen, esitysmateriaali 26.3.2009.)

### Kuusiston nomogrammi

Kuusisto on vuonna 1985 määrittänyt uudemmassa aineistosta nomogrammin, joka huomioi järvisyyden painotetusti järven yläpuolisella osavaluma-alueella. Virtaama Kaartjoen purkupisteessä lasketaan myös tätä nomogrammia hyödyntäen, sillä kuten edellä on kerrottu, Torhoon Kaart-

jokea pitkin purkava valuma-alue koostuu kahdesta erillisestä osavaluma-alueesta. Painotettu järvi-prosentti saadaan kaavasta:

$$L_w = \frac{100 \sum A_i F_i}{F^2}, \quad (1)$$

missä  $L_w$ = Painotettu järvi-prosentti  
 $A_i$ = Järven i ala  
 $F_i$ = Järven i yläpuolinen osavaluma-alue  
 $F$ = Valuma-alueen koko ala.

Käytettäessä edellä mainittua Kuusiston nomogrammia tarvitaan alla taulukossa 4 esitetyt parametrit.  $A_t$  on Torhon pinta-ala ja  $F_t$  on Torhon yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala.  $A_k$  on Kaartjärven pinta-ala ja vastaavasti  $F_k$  on Kaartjärven yläpuolisen valuma-alueen ala.  $F$  on koko valuma-alueen yhteispinta-ala. Taulukossa 4 listatut arvot on ilmoitettu aiemmin suunnittelualueen taustatiedoissa ja valuma-alue-tiedoissa. (Hyvärinen & Puupponen 1986, 214–216.)

Taulukko 4 Tarvittavat parametrit laskettaessa painotettua järvi-prosenttia

Parametri	Arvo suunnittelualueella (km <sup>2</sup> )
$A_t$	0,22
$F_t$	65,0
$A_k$	7,35
$F_k$	66,6
$F$	131,6

Suunnittelualueella painotettu järvi-prosentti on näin ollen:

$$L_w = \frac{100 * [(0,22 * 65,0) + (7,35 * 66,6)]}{131^2} = 2,91 \%$$

Nomogrammin mukaan edellä ilmoitetulla painotetulla järvi-prosentilla keskimääräiseksi kevätylivalumaksi (MH<sub>q<sub>w</sub></sub>) tulee noin 50 l/s km<sup>2</sup>. Torholla kevätylivaluma vastaa keskiylivalumaa (MH<sub>q</sub>), koska suurimmat valumat sattuvat normaalisti keväälle. Kertomalla keskiylivaluma valuma-alueen pinta-alalla saadaan keskiylivirtaama (MHQ), joten keskiylivirtaamaksi tulee näin ollen 6,6 m<sup>3</sup>/s seuraavalla laskelmalla:

$$MHQ = 50 \text{ l/s km}^2 * 131,6 \text{ km}^2 = 6580 \text{ l/s} \approx 6,6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

(Hyvärinen & Puupponen 1986, 214–216.)

### Seunan regressioyhtälö

Seunan vuonna 1983 määrittämällä regressioyhtälöillä voidaan arvioida esimerkiksi keskiylivirtaama ja 20 vuoden välein toistuvat ylimmät virtaamat. Yhtälöistä on myös laadittu niitä vastaavat nomogrammit. Kaavat

vuotuisen keskiylivirtaaman ja keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvan ylivirtaaman määrittämiseen ovat seuraavat:

$$MHQ = F * [0,018 * (C + I_s)^2 - 1,2 * (C + I_s) + 0,29 * E_0 - 0,50 * F_s + 126] \quad (2)$$

$$HQ_{1/20} = F * [48F^{-\frac{1}{2}} + 0,39 * E_0 - 1,8 * F_s + 257] \quad (3)$$

(Hyvärinen & Puupponen 1986, 216–218; Puustinen ym. 2007, 30.)

Seuraavassa on eritelty kaavoja käytettäessä tarvittavat parametrit. Valuma-alueen ala (F), peltojen osuus valuma-alueesta (C) sekä metsien ala (F<sub>s</sub>) on määritetty tämän työn valuma-alueetarkastelussa ja tiedot löytyvät luvuista 4.7 Kaartjoen valuma-alue ja 4.8 Kaartjärven valuma-alue. Metsäalasta on arvioitu kasvavan puuston tilavuus käyttämällä vuoden 2009 metsätilastollisessa vuosikirjassa ilmoitettua Suomen puuston keskitilavuutta metsämaalla, mikä on 107 m<sup>3</sup>/ha. (Peltola & Ihalainen 2009, 30.)

Valuma-alue koostuu kokonaan maaseutuvaltaisesta alueesta, joten arvioitiin, että päällystettyä maata ovat ainoastaan tiet, jotka pinta-alaltaan edustavat mitättömän pientä osaa valuma-alueesta. Avokalliota valuma-alueella ei karttatarkastelujen perusteella ole, joten päällystetyn maan ja avokallion osuus valuma-alueesta (I<sub>s</sub>) arvioitiin olevan nolla. Valuma-alueen purkautumiskohdan korkeusmerenpinnasta (E<sub>0</sub>) arvioitiin peruskartan tietoista ja alueella tehtyjen maastomittausten perusteella melko täsmällisesti. Alla olevassa taulukossa 5 on ilmoitettu laskennassa käytettävät arvot.

Taulukko 5 Tarvittavat parametrit käytettäessä Seunan yhtäloita

Parametri	Arvo suunnittelualueella
F	131 km <sup>2</sup>
C	6,2 %
I <sub>s</sub>	0 %
E <sub>0</sub>	92,1 m
F <sub>s</sub>	77 m <sup>3</sup> /ha

Kasvavan puuston tilavuus hehtaarilla on laskettu seuraavasti:

$$F_s = \frac{[107 * (4600 + 4800)] \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ha}}{13100} \approx 77 \text{ m}^3 / \text{ha}.$$

Peltojen osuus valuma-alueesta on laskettu seuraavasti:

$$C = \frac{(160 + 650) \text{ ha}}{13100 \text{ ha}} * 100\% \approx 6,2 \%$$

Keskiylivirtaama Kaartjoen purkupisteessä laskettuna edellä esitetyn Seunan kaavan (2) mukaan:

$$MHQ = 131 * [0,018 * (6,2 + 0)^2 - 1,2 * (6,2 + 0) + 0,29 * 92,1 - 0,50 * 77 + 126] = 14,09 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuva ylivirtaama laskettuna Seunan kaavan (3) mukaan:

$$HQ_{1/20} = 131 * \left[ 48 * 131^{-\frac{1}{2}} + 0,39 * 92,1 - 1,8 * 77 + 257 \right] = 20,8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

#### Yhteenveto Kaartjokea pitkin purkautuvasta virtaamasta

Kaiteran ja Kuusiston menetelmillä arvioituna keskiylivirtaamat ovat melko lähellä toisiaan, kun taas Seunan kaavoilla laskettuna keskiylivirtaama on huomattavasti suurempi. Seunan kaavalla laskettuna tulokseen vaikuttaa puuston tilavuus valuma-alueella. Puuston tilavuutta ei kuitenkaan tässä työssä voitu mitata kovinkaan luotettavilla menetelmillä, sillä metsän ala on hyvin suuri ja mittaus näin liian työlästä. Puuston tilavuus arvioitiin näin ollen Suomen puuston keskitilavuuden perusteella. Pelto- ja metsäalojen määrittämisessä käytetyt menetelmät eivät myöskään ole täysin tarkkoja, kuten on kerrottu kohdassa 4.5.1 Torhon valuma-alueiden vertailu.

Edellä mainituista syistä Seunan kaavalla saatua tulosta ei huomioida mitoitusvirtaamaa (Q) arvioitaessa, vaan Kaiteran ja Kuusiston menetelmillä määritetyistä keskiylivirtaamista lasketaan keskiarvo ja mitoitusvirtaamaksi tulee näin ollen 5,9 m<sup>3</sup>/s. Kerran 20 vuodessa toistuva ja kerran 100 vuodessa toistuvat ylivirtaamat mitoitusvirtaaman mukaisella keskiylivirtaamalla ovat tällöin aiemmin ilmoitettuja kertoimia käytettäessä seuraavat:

$$HQ_{1/20} = 1,60 * 5,9 = 9,4 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ja } HQ_{1/100} = 1,95 * 5,9 = 11,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Mitoitusvirtaama Kaartjoen purkupisteellä on hyvin suuri suuresta valuma-alueesta johtuen. Nimellisviipymän (t<sub>n</sub>) kesto esimerkiksi kosteikossa riippuu alueen maalajista, mutta yleissääntönä voidaan pitää, että sen tulisi olla vähintään yksi vuorokausi, jotta kiintoaine ehtisi laskeutua kosteikkoon tehokkaasti. Seuraavaksi on esitetty esimerkkejä siitä, kuinka mittava yhden erillisen toimenpiteen pitäisi Torhon rannalla olla, jotta sillä pysäytettäisiin tehokkaasti Kaartjoesta tulevaa kiintoainetta. Esimerkkien laskut löytyvät liitteestä 11. (Puustinen ym. 2007, 30–31, 59.)

Esimerkeissä käytetään mitoitusvirtaamana edellä mainittua vuotuista keskiylivirtaamaa, joka on 5,9 m<sup>3</sup>/s. Vuorokauden mitoitusvirtaamaksi (Q<sub>d</sub>) tulee tällöin noin 509 800 m<sup>3</sup>/d.

Kun mitoitusvirtaama (Q<sub>d</sub>) ja haluttava nimellisviipymä (t<sub>n</sub>) tiedetään, niin kosteikolta vaadittava varastotilavuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$V = t_n * Q_d, \quad (4)$$

Vuorokauden nimellisviipymällä varastotilavuuden on oltava 509 800 m<sup>3</sup>/d ja jos kosteikon keskisyvyudeksi halutaan 60 senttimetriä, niin kosteikon pinta-alan olisi halutulla viipymällä oltava noin 85 hehtaaria. Mikäli sama allastilavuus haluttaisiin kattaa tulvatasanteilla uomassa ja vesitilavuutta lisättäisiin esimerkiksi 2 m<sup>3</sup>/metri, niin kunnostus tulisi tehdä yhteensä noin 255 kilometrin matkalla.

#### 4.11.2 Heinijokea pitkin purkavan valuma-alueen virtaamatiedot

Heinijoen virtaama arvioitiin Kaiteran menetelmää käyttäen, sillä valuma-alue on pienempi ja yksiselitteisempi kuin Kaartjokea pitkin purkava valuma-alue. Heinijoen valuma-alue on pinta-alaltaan noin 36,7 km<sup>2</sup> ja sen järvisyys on 0 %, kuten on kerrottu kappaleessa 4.5.1 Torhon valuma-alueiden vertailu. Lumen vesiärvona käytetään 120 mm, kuten Kaartjoen kautta purkautuvaa virtaamaa laskettaessakin. Virtaamaa arvioitaessa käytettävät arvot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6 Tarvittavat parametrit arvioitaessa Heinijoen keskiylivalumaa Kaiteran menetelmällä.

Parametri	Arvo suunnittelu- alueella
F	36,7 km <sup>2</sup>
L	0,0 %
MW <sub>max</sub>	120 mm

Heinijoen valuma-alueen keskiylivaluma (MHq) on Kaiteran nomogrammin mukaan 130 l/s km<sup>2</sup>. (Hyvärinen & Puupponen 1986, 215.) Heinijoen keskiylivirtaama (MHQ) on tällöin 4,8 m<sup>3</sup>/s seuraavan laskelman mukaan:

$$MHQ = 130 \text{ l/s km}^2 * 36,7 \text{ km}^2 = 4771,0 \text{ l/s} \approx 4,8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Hyvärisen aineiston mukaan kertoimet havaintojaksoille 20 ja 100 vuotta järvisyyden ollessa 0 % ovat:

$$HQ_{1/20} = 1,60 \text{ ja } HQ_{1/100} = 1,85. \text{ (Hyvärinen \& Puupponen 1986, 220.)}$$

Heinijoen valuma-alueen ylimmät virtaamat 20 ja 100 vuoden toistuvuudella ovat tällöin:

$$HQ_{1/20} = 1,60 * 4,8 = 7,7 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ja } HQ_{1/100} = 1,85 * 4,8 = 8,9 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Mitoitusvirtaamat Heinijoen valuma-alueelta ovat suuret suhteutettuna valuma-alueen kokoon. Suuret virtaamat ovatkin tässä tapauksessa seurausta siitä, ettei valuma-alueella ole ainuttakaan järveä, vaan kaikki pintavalunta koko valuma-alueelta päätyy Torhoon.

## 5 MONIMUOTOKOSTEIKON SUUNNITELMALUONNOS

Kerättyjen taustatietojen perusteella Torhon alueelle laadittiin suunnitelmaluonnos monimuotokosteikosta, joka on esitetty liitteissä 14 ja 15. Suunnitelmaluonnosta laadittaessa on huomioitu alueen erityispiirteet, kuten suuri valuma-alue ja tulviminen. Tässä osiossa on eritelty, millainen monimuotokosteikkoalue soveltuu Torhon alueelle parhaiten ja perustelut ratkaisuille. Suunnittelussa on mahdollisuuksien mukaan huomioitu perustettavan kosteikkoalueen virkistyskäyttömahdollisuudet.

Ennen yksityiskohtaisempien suunnitelmien laatimista alueen omistussuhteet tulee selvittää ja alueiden omistajien mielipiteitä tulee kuulla. Ilman maanomistajien suostumusta kosteikkoja ei luonnollisesti voida perustaa. Kosteikkosuunnitelmia laadittaessa on myös selvitettävä salaojituskorkeudet, jolloin voidaan varmistaa, ettei peltojen kuivatus vaarannu. Suunnitelmaluonnoksessa oleva monimuotokosteikko toteutetaan patoamisen sijasta kokonaan kaivamalla, joten se ei nosta vedenpintaa aikaisempaan tasoon verrattuna eikä näin aiheuta vedenpinnan nousua salaojissa.

### 5.1 Perustelut kunnostustyyppin valinnalle

Torhon valuma-alue on suuri, mikä aiheuttaa myös suuret ylivirtaamat, kuten on esitetty aiemmin tässä työssä. Suurista ylivirtaamista ja tulvimisesta johtuen Torhon läheisyyteen ei ole kannattavaa perustaa laajaa kosteikkoallasta, sillä resuspensio heikentäisi siitä saatavia hyötyjä. Kosteikon mitoitussääntöä ei myöskään voitaisi täyttää, sillä kosteikkoalueen tulisi olla yli neliökilometrin suuruinen, jotta se vastaisi yhtä prosenttia valuma-alueesta. Laajan kosteikon perustamisen esteenä ovat myös kustannukset, sillä alueen tasaisuudesta johtuen kosteikkoja ei voida perustaa patoamalla ja kaivamalla suuri kosteikkoalue tulee hyvin kalliiksi.

Laskeutusaltaan perustaminen ei myöskään tule kyseeseen, sillä mitoitusviipymää ei suurilla virtaamilla saada riittävän suureksi ja maalaji alueella on liian hienojakoista, jotta laskeutusallas toimisi tehokkaasti. Torhon alueella olisi hyvä tehdä uomakunnostusta, jotta kiintoaineen erodoitumista uomasta voitaisiin vähentää. Uomakunnostuksen toteuttaminen ennen Torhoa onkin hyvä vaihtoehto kunnostustoimenpiteeksi, mutta sillä ei voida pysäyttää kaikkea ylävirrasta tulevaa kiintoainesta.

Työssä kerättyjen taustatietojen perusteella paras mahdollinen toimenpide aivan Torhon läheisyyteen kunnostuksen aloittamiseksi on monimuotokosteikon perustaminen. Monimuotokosteikko tarkoittaa tässä tapauksessa enemmänkin tulva-alueen kunnostusta ja vesitilavuuden kasvattamista sekä pienten altaiden muodostusta niin, että niihin voidaan pysäyttää kiintoainesta.

## 5.2 Torhon monimuotokosteikon ominaisuudet

Suunnitelmaluonnoksessa esitetty monimuotokosteikko on suunniteltu hyödyntäen mahdollisimman hyvin alueella jo olemassa olevia kosteita ympäristöjä ja uomia. Perustettavalla monimuotokosteikolla on tarkoitus hidastaa veden virtausnopeutta erityisesti ylivirtaamien aikana niin, että kiintoainetta ehtii vajota kosteikkoalueelle, ennen veden päätymistä järveen. Käytännössä veden virtausnopeutta pyritään hidastamaan mutkaisilla uomilla ja altailla, joissa on veden virtausta hidastavia esteitä. Monimuotokosteikko on suunniteltu niin, että se hidastaa Torhon molempien tulouomien virtaamaa.

Vesitilavuuden lisääntymisellä toivotaan olevan positiivisia vaikutuksia kevättulviin niin, että suurempi osa tulvavedestä mahtuisi kosteikkoalueelle, eikä nousisi pelloille ja voimistaisi eroosiota. Peltojen tulvaherkkyyteen voidaan mahdollisesti vaikuttaa myös kaivusta ylijäävien massojen sijoittamisella pelloille, jolloin ne korottuvat hieman kosteikkoalueeseen verrattuna.

Kosteikkoluonnokseen on piirretty uomasto sekä uoman yhteydessä olevat pienet altaat, joiden tarkoitus on hidastaa veden virtausnopeutta ja laskeuttaa kiintoainesta. Altaat on suunniteltu niin, että osa altaista on syvempiä, jolloin lietetilavuus kasvaa. Vesitilavuuden kasvaessa myös veden viipymä altaassa kasvaa. Syvät altaat on merkitty suunnitelmaan tekstillä ja merkitsemättömät altaat on suunniteltu mataliksi.

Syvempien altaiden tulee olla noin 1,8 metriä syviä, kun taas matalampien altaiden syvyys tulisi olla noin 0,5 metriä. Esimerkiksi Vihdissä sijaitsevassa Hovin esittelykosteikossa syvän osuuden syvyys tulva-aikana on noin 1,8 metriä (Puustinen ym. 2007, 38). Matalampien altaiden syvyudeksi valittiin puolimetriä siksi, että suunnitelmassa haluttiin edistää perustettavan alueen riistakosteikko-ominaisuuksia (Aitto-Oja ym. 2010, 13).

Altaiisiin on suunniteltu saaria ja niemekkeitä, joiden tarkoituksena on ohjata vesi kulkemaan mahdollisimman tasaisesti koko altaassa niin, että hydraulinen tehokkuus on mahdollisimman korkea. Saaret ja niemekkeet tuovat myös vesilinnuille ja niiden poikasille suoja- ja ruokailupaikkoja. Erityisesti saarilla linnut ovat suojassa pedoilta. Heinijokeen perustettava ensimmäinen allas on sijoitettu niin, että siitä mahdollisesti on virkistyskäytöllistä hyötyä sen läheisyydessä olevan vapaa-ajanasunnon käyttäjille. Kosteikkoalueen vedenpintaa ei säädellä erillisellä padolla, vaan vedenpinta noudattaa Torhon vedenpinnantasoja, tällöin kosteikossa oleva vesi ei tulva-aikanakaan lisää tulvimista pelloille kosteikkoa edeltävään aikaan verrattuna. Vedenpintojen samanaikainen nousu järvestä ja kosteikkoalueella tasaa virtaamia ja ehkäisee näin resuspensiota kosteikkoalueelta.

Monimuotokosteikon esisijaisena tarkoituksena on pidättää kiintoainesta, mutta suunnitellulla kosteikkorakenteella aikaansaadaan myös muita hyötyjä, sillä monimuotoisessa kosteikkoalueessa on erilaisia vyöhykkeitä, joilla voidaan sitoa fosforia ja pelkistää typpeä. Erilaiset veden syvyyden vaihtelulla aikaansaadut kasvillisuusvyöhykkeet kosteikossa ovat hyvin

tärkeässä asemassa kosteikon puhdistusmekanismien kannalta. Suuret vesikasvit tuottavat hapetta kosteikon pohjalle, joka edistää ravinteiden sitoutumista alueelle. Kasvillisuus toimii tärkeässä osassa myös kiiintoaineen suodattimena, sillä kiintoaine vajoaa herkemmin kosteikon pohjalle törmätessään kasvillisuuteen. Kasvillisuus edistää myös vesilintujen viihtyvyyttä kosteikkoalueella.

### 5.3 Torhon monimuotokosteikon perustaminen

Torhon monimuotokosteikko on perustettava kaivamalla, sillä korkeusvaihtelut alueella ovat niin pienet, ettei perustaminen patoamalla ole mahdollista. Suunnitelmaluonnoksessa olevat uomat ja altaat kaivetaan haluttuun syvyyteen ja saaduista massoista rakennetaan suunnitelmassa näkyvät 10 metriä leveät penkereet järven ja kosteikkoalueen väliin sekä korotetaan saaria hieman. Kuvassa 10 näkyy vesijättöalue, johon on suunniteltu syvä allas sekä järven ja altaan erottava pengerrus. Ylijäävät maamassat voidaan käyttää lähipeltojen korottamiseen. Kaikista monimuotokosteikon osista, niin uomien luiskista kuin altaiden rannoista, on tehtävä loivia. Loivilla luiskilla ja rannoilla voidaan vähentää eroosiota ja parantaa vesilintujen elinoloja.



Kuva 10 Panoraamakuvassa on vesijättöalue, johon suunnitelmanluonnoksessa on sijoitettu syvä allas sekä altaan ja järvialueen erottava pengerrus. Kuva on otettu 25.11.2010 maastomittauskäynnin yhteydessä.

Uomia tai altaiden suita voidaan suojata kivi- tai pajuaineksella, jotta veden virtausvoimat eivät kuluta penkkoja. Altaisiin voidaan harkinnan mukaan rakentaa myös vedenalaisia harjanteita virtaamien tasaamiseksi. Peltoviljelyssä olleilta alueilta tulee kuitenkin poistaa ruokamultakerros vaikka veden alle jätettäisiinkin harjanteita. Saunarakennuksen ja laavun läheisyydessä oleva pieni allas säilytetään ennallaan, mutta tulevat uomat liitetään siihen.

Suunnitelman mukaan Heinijoen nykyinen reitti Torhoon suljetaan ja vesi ohjataan kokonaan uutta reittiä järveen. Kaartjoen ja Heinijoen vedet yhdistyvät vanhassa Kaartjoen uomassa niin, että Kaartjoen erittäin suurelta valuma-alueelta tulevat vedet pääsevät Torhoon kahta eri reittiä. Suunnitelmaan on merkitty mahdollinen pato Kaartjoen vanhaan uomaan. Uoma voidaan joko sulkea kokonaan tai siihen voidaan rakentaa pato, mikä mahdollistaa veden pääsyn kolmatta reittiä pitkin ylivirtaamien aikana. Kolmas reitti toimisi ylivirtausuomana, jonka tehtävänä olisi tasata virtaamaa kevään ylivirtaaman aikana, jottei resuspensio veisi kosteikkoalueelle kertynyttä kiintoainesta mukanaan Torhoon.

Torhon välittömässä läheisyydessä olevat altaat tulee kaivaa talvella, jolloin maa on kantavaa ja vettä on alueilla vähän. Maaperä Torhon alueella on hyvin eroosioherkkää ja siksi kaivu on suunniteltava niin, että mahdollisimman vähän maanpintaa rikotaan. Eroosion ehkäisemiseksi voitaisiin harkita kaivua kahdessa eri osassa. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että järjestelmään kuuluvat altaat ja uoman osat, jotka eivät ole Torhon välittömässä läheisyydessä voitaisiin kaivaa jo aiemmin esimerkiksi edellisenä kesänä. Kesän aikana kaivetuille alueille ehtisi muodostua kasvillisuutta, jonka juuristot sitoisivat maa-ainesta. Veden alle myöhemmin peittyvä kasvillisuus myös lisää hajotustoimintaa valmiissa kosteikossa ja tämä on eduksi vesilintujen ravinnonsaannille.

### 5.4 Monimuotokosteikon hoito ja tehokkuuden ylläpito

Monimuotokosteikon jälkihoidosta on sovittava jo perustamisvaiheessa, jotta perustamisella saavutetut hyödyt eivät mene hukkaan. Etukäteen on sovittava kuka hoitaa kosteikon altaisiin kertyneen kiintoaineen ruoppauksen ja mihin ruoppausmassat voidaan läjittää. Hyvä vaihtoehto on levittää ruoppausmassat lähipelloille. Altaiden pohjalle kertynyttä ainesta tulee poistaa noin 2-3 vuoden välein. Tyhjennysväli riippuu kerääntyvän kiintoaineen määrästä, johon vaikuttaa luonnollisesti yläjuoksulla tehtävät kunnostustoimenpiteet, jotka vähentävät kiintoaineen määrää kosteikkoon päätyvässä vedessä. Kosteikkoalueelle kerääntyneen kiintoaineen määrästä voidaan myös arvioida, kuinka tehokas se on kunnostustoimenpiteenä ollut ja millaisia kunnostustoimenpiteitä alueella tulee tehdä, jotta ulkoinen kuormitus saadaan alenemaan haluttuun tasoon.

Kosteikkoalueen pohjaan kertyneen lietteen ruoppaamisen lisäksi voidaan suorittaa muita hoitotoimia riippuen kosteikkoalueen virkistyskäytöstä. Kosteikkoon voidaan esimerkiksi avata väyliä, jotta veneellä kulku helpottuu. Riistanhoitoa taas edistää kosteikkoalueen pitäminen avoimena, sillä linnut välttävät alueita, joissa petoeläimiä ei voi havaita. Vesikasvillisuuden niitto saattaa tulla kyseeseen myös lintujen viihtyvyyden vuoksi, sillä linnut eivät viihdy täysin umpeen kasvaneessa kosteikossa. Alueelle voidaan myös rakentaa esimerkiksi lintutorni ja pitkospuita, joiden ylläpidosta on luonnollisesti huolehdittava.

## 6 JÄRVIKUNNOSTUS KIINTOAINEONGELMAN OSALTA

Seuraavassa osiossa käsitellään järvikunnostusta kiintoaineen poiston, tiivistyksen ja sen aiheuttamien ongelmien osalta. Järvikunnostus tarkoittaa järvellä tehtäviä kunnostustoimenpiteitä järven tilan parantamiseksi. Eri-laisia kunnostustoimenpiteitä ja niiden yhdistelmiä on paljon ja ne poikkeavat toteutustavoiltaan ja vaikutuksiltaan toisistaan. Järvikunnostustoimenpiteitä ovat esimerkiksi niitto, ruoppaus, ilmastus ja vähäarvoisten kalojen poistokalastus. Pääsääntönä voidaan kuitenkin pitää, että millään järvikunnostustoimenpiteillä ei saada aikaan pysyviä tuloksia, ellei ennen niitä panosteta valuma-aluekunnostukseen ja alenneta ulkoista kuormitusta. Työn ensisijaisena tavoitteena onkin puuttua kiintoaineongelmaan valuma-aluekunnostuksen keinoin, mutta seuraavassa on esitelty vaihtoehtoja, joita voidaan tulevaisuudessa harkita Torhon alueella järvikunnostuksen osalta kiintoainekertymän aiheuttamiin ongelmiin puuttuttaessa.

### 6.1 Niitto

Vesikasvillisuuden niitto lukeutuu yhdeksi käytetyimmistä järvikunnostusmenetelmistä, ja sillä saadaankin helposti näkyviä tuloksia. Vesikasvillisuuden niitolla voi kuitenkin olla myös negatiivisia vaikutuksia, jos sitä ei tehdä suunnitelmallisesti ja harkitusti. Järvet joihin kohdistuu voimakasta kiintoainekuormitusta, madaltuvat kiintoaineen kertyessä pohjalle. Tämä madaltuminen taas voimistaa luonnollista umpeenkasvukehitystä, jolloin liiasta kasvillisuudesta tulee ongelma erityisesti järven virkistyskäyttöä ajatellen. Edellä mainitussa tilanteessa kyseeseen voi tulla järven luonnollista tilaa tai virkistyskäyttöä haittaavien vesikasvien poisto niittämällä. Missään tapauksessa niiton tavoitteena ei kuitenkaan saa olla kaiken kasvillisuuden poisto, sillä sen vaikutus järveen olisi hyvin negatiivinen. (Kääriäinen & Rajala 2005, 249–251, 254–255.)

#### 6.1.1 Vesikasvillisuuden merkitys

Vesikasvillisuudella on hyvin merkittävä rooli järven ekosysteemin toiminnan kannalta: onkin syytä käyttää harkintaa kasvillisuutta niitettäessä. Kasvillisuus suojaa järven rantoja aallokon ja pintavalunnan aiheuttamalta eroosiolta. Tiheään kasvanut kasvillisuus myös suodattaa ravinteita ja sedimentoi kiintoainesta järveen tulevasta vedestä. Ravinteita sitovat erityisesti suurten vesikasvien pinnoilla kasvavat epifyytit, eli päällyslevät. Vesikasvien runsas poisto ja näin ollen epifyyttien häviäminen erityisesti matalasta järvestä tai rannoilta saattaa lisätä haitallisia leväkukintoja. Erityisesti tulouomissa kasvillisuus on hyvä säilyttää suodattamassa järveen virtaavaa vettä. Vesikasvillisuus luo myös suojapaikkoja eläinplanktonille, joka taas rajoittaa kasviplanktonin määrää ja näin myös haitallista sinilevää. Riittävä määrä rantakasvillisuutta on myös välttämätön kalojen ja lintujen lisääntymisympäristönä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 251, 266.)

### 6.1.2 Niiton vaikutukset

Oikein toteutettuna niitolla voi olla virkistyskäyttöarvon lisääntymisen lisäksi myös muita positiivisia vaikutuksia järveen tilaan. Kasvillisuuden poisto saattaa muuttaa virtausolosuhteita, niin että umpeenkasvua voimistava kiintoaineen sedimentoituminen alueelle hidastuu. Rungas kasvillisuus aiheuttaa alueella voimakasta hajotustoimintaa, joka kuluttaa happea ja saattaa aiheuttaa sisäistä ravinnekuormitusta. Virtauksen lisääntyminen tällaisilla vähähappisilla järven osilla parantaa happitilannetta ja vaikuttaa näin järven vedenlaatuun. (Kääriäinen & Rajala 2005, 251, 260.)

Pienissä järvissä, joissa uposkasvien määrä on hyvin suuri, voidaan uposkasvit poistamalla vaikuttaa ratkaisevasti rehevöitymiskehitykseen. Uposkasvit ottavat ravinteensa suoraan vedestä, koska niiden juuristo on heikosti kehittynyt tai sitä ei ole ollenkaan. Ilmaversoiset ja kelluslehtiset vesikasvit taas ottavat ravinteensa juurien kautta, mikä tarkoittaa sitä, että myös suurin osa niiden varastoimista ravinteista on niiden juurissa. Uposkasveja poistettaessa on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota kasvien poistoon vedestä, sillä ne lisääntyvät helposti verson osista ja huonosti toteutettu niittokokeilu saattaa aiheuttaa kasvuston laajenemisen ja tihentymisen. Uposkasvillisuutta poistettaessa kannattaa harkita kasvillisuuden poistoa raivausnuottaamalla. (Kääriäinen & Rajala 2005, 258, 263, 266.)

### 6.1.3 Niiton toteutus

Vesikasvillisuuden niitolla voidaan saavuttaa hyvät tulokset, jos niitto suunnitellaan ja ajoitetaan oikein. Vesikasvit on leikattava mahdollisimman läheltä pohjaa ja niitetyt kasvit on aina kerättävä mahdollisimman tehokkaasti pois. Veteen jääneet kasvit vapauttavat ravinteita ja kuluttavat happea. Niitto on syytä toteuttaa, kun ravinnemäärät kasvissa ovat suurimmillaan ja juuristossa pienimmillään. Kerran kesässä niitettäessä niitto kannattaa tehdä heinäkuun puolenvälin ja elokuun puolen välin välisenä aikana. Kaksi kertaa niitettäessä ensimmäinen niitto tulee tehdä kesäkuun lopulla ennen kasvien kukkimista ja toinen niitto 3-4 viikon kuluttua ensimmäisestä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 257, 262.)

Täysin pysyviä tuloksia niittämällä on vaikea saada, mutta kun niittoja toteutetaan toistuvasti useina peräkkäisinä vuosina, niin on tuloksia helpompi ylläpitää. Suositeltavaa on, että ensimmäisenä kesänä kasvusto niitetään kaksi kertaa ja sitä seuraavana kesänä kerran. Toisen vuoden jälkeen tarve arvioidaan vuosittain ja niittoja jatketaan tarpeen mukaan niin kauan, että toivottu tulos saadaan pysyväksi, taikka niitoista saatavat hyödyt eivät enää ole tarpeen mukaisia. Niittojen vaikutuksia vedenlaatuun tulee myös seurata pitkäkestoisesti ja kärsivällisesti, sillä esimerkiksi välittömästi niiton jälkeen ravinnepitoisuudet saattavat olla tavallista korkeampia, kun kasvillisuudesta ja juuristoista vapautuu veteen ravinteita. (Kääriäinen & Rajala 2005, 256, 261, 265.)

## 6.2 Ruoppaus

Ruoppauksella tarkoitetaan järven pohjassa olevan maa-aineksen poistamista. Ruoppaus voidaan tehdä rannalta taikka jään päältä talvella. Suosittelavaa olisi, että varsinkin laajemmat ruoppaukset tehtäisiin talvella, jolloin ne eivät vaikuta lintujen pesintään, kalojen kutuun ja virkistyskäyttöön. Torhoon on kohdistunut huomattava kiintoainekuormitus ja tästä syystä ruoppausta voidaan harkita pohjalle kertyneen kiintoaineen poistamiseksi, näin voidaan vesisyvyyttä hieman kasvattaa ja poistaa mahdollisesti sisäistä kuormitusta aiheuttavaa ravinteikasta sedimenttiä. Ruoppaaminen myös vähentää tehokkaasti kasvillisuutta varsinkin, jos kasvillisuus poistetaan juurineen, tällä taas on positiivinen vaikutus virkistyskäyttömahdollisuuksiin. (Viinikkala, Mykkänen, Ulvi 2005, 211–213, 223.)

Torholla on aiemmin tehty pienimuotoisia ruoppauksia lähinnä virkistyskäyttöarvon lisäämiseksi. Kiinnostusta suurempaan ruoppaukseen erityisesti tulouomaan kertyneen kiintoaineen poistamiseksi on olemassa ja seuraavaksi onkin yleisellä tasolla eritelty, mitä mahdollisessa ruoppauksessa tulisi ottaa huomioon. Tulouomaan kertynyt kiintoaine on noussut niin korkealle, ettei tämän massan poistamisessa enää ole kyseessä täysin veden alainen ruoppaus. Alue on kuitenkin suorassa yhteydessä järveen, joten ruoppauksesta aiheutuvat vaikutukset ovat hyvin verrattavissa veden alaiseen ruoppaukseen.

### 6.2.1 Ruoppausmenetelmät

Ruoppausta harkittaessa on muistettava, että ruoppauksella on haitallisia vaikutuksia ympäröivään vesialueeseen sekä järven alapuoliseen vesistöön. Ruoppauksessa veteen sekoittuva maa-aines aiheuttaa samentumista sekä kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuuden nousua laajallakin alueella. Ennen ruoppausta onkin erityisen tärkeää tietää, millainen maalaji järven pohjassa on, jotta voidaan arvioida sen sekoittumista vesistöön sekä valita ruoppaukseen parhaiten soveltuva tekninen menetelmä. Yleisimpiä ruoppausmenetelmiä ovat kauharuoppaus, imuruoppaus ja pumppukauharuoppaus. Esimerkiksi erittäin vetisen mudan ja turpeen ruoppaamiseen on käytettävä imuruoppausta, koska tällaiset maalajit liettyvät käytännössä katsoen välittömästi. Siltti on myös sellainen maalaji, joka saattaa häiriintyä esimerkiksi tärinän vaikutuksesta, jolloin se muuttuu hetkessä juoksevaksi. (Viinikkala ym. 2005, 213–214, 216.)

### 6.2.2 Läjitys

Ruoppaaminen on melko kallis kunnostusmenetelmä pinta-alayksikköä kohden, mutta kustannukset vaihtelevat paljon kohteesta riippuen, sillä suurimman osan kustannuksista aiheuttavat ruoppausmassojen kuljetus ja läjitys. Läjitys saattaa usein aiheuttaa ongelmia, sillä läjitysmassat ja vedet eivät saa sellaisenaan huuhtoutua takaisin vesistöön. Läjitys onkin tehtävä riittävän kauas rannasta, ettei järven vesi missään olosuhteissa pääse nousemaan läjitysalueelle asti, tämä taas tarkoittaa kuljetusmatkojen pidentymistä. On myös huomioitava, että läjitysmassojen on kuivuttava

yleensä seuraavan kesän loppuun asti, ennen kuin ne voidaan tasoittaa tai muokata. Imuruoppausta käytettäessä läjitysalueiden tulee olla pengerrrettyjä ja niiden tilavuus on paljon suurempi tavallisiin läjitysalueisiin verrattuna, koska imuruopatusta materiaalista vain noin 10 % on kiintoainesta. (Viinikkala ym. 2005, 213, 218–219, 221.)

### 6.2.3 Ruoppaussuunnitelma

Pienruoppausta suuremmissa kunnostusruoppauksissa tulee ennen ruoppaukseen ryhtymistä selvittää soveltuuko alue olosuhteiltaan ruopattavaksi sekä asettaa tavoitteet, joihin ruoppauksella pyritään. Ruoppausta varten on tehtävä myös ruoppaussuunnitelma, joka sisältää tiedot alueen olosuhteista, tarvittavista luvista, läjitysalueista sekä kuljetuksista. Olosuhteista on tiedettävä muun muassa kulkuyhteydet järvelle, ruopattavan alueen koko ja sijainti, järven pohjan korkeustasot, ruopattavan aineksen määrä ja erityisesti laatu. Ennen ruoppausta on lisäksi laadittava tarkentava työsuunnitelma, jossa käydään ruoppausprosessi käytännössä läpi. (Viinikkala ym. 2005, 220.)

### 6.3 Järven tilapäinen kuivattaminen

Järven tilapäinen kuivattaminen on varsin radikaali, mutta myös tehokas kunnostuskeino reheville ja matalille järville. Tilapäisellä kuivattamisella järven pohjasedimentti tiivistyy kuivamisen ja jäätyminen seurauksena. Pohjasedimentin tiivistyessä järven vesitilavuus luonnollisesti kasvaa ja näin matalaan järveen saadaan syvyyttä veden pintaa nostamatta. Pohjasedimentin tiivistyessä resuspendoituminen eli kiintoaineen sekoittuminen aallokon vaikutuksesta veteen vähenee, jonka seurauksena vesi ei myöskään samene entiseen tapaan. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 47–48; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008; Lehmikangas 2005, 301.)

Järven tilapäisen kuivattamisen vaikutuksista veden ravinnetalouteen on vielä vähän tutkimustuloksia, mutta veden kiintoainepitoisuuksien alenemisen ja pohjasedimentin hapettumisen seurauksena järven sisäisen kuorituksen oletetaan alenevan. Järven tilapäinen kuivatus myös vähentää vesikasvillisuuden määrää ja järven vesisyvyyden kasvaessa uuden kasvillisuuden kasvumahdollisuudet heikkenevät. Tilapäisellä kuivattamisella voidaan myös vaikuttaa järven kalakantoihin, sillä järven alkuperäinen kalakanta häviää kuivatuksen yhteydessä lähestulkoon kokonaan. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 48–49, 50–51; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008; Lehmikangas 2005, 301.)

Tilapäinen kuivattaminen on varteenotettava vaihtoehto pienillä matalilla järvillä myös siksi, että ruoppaaminen kuivuneelta jäätyneeltä järven pohjalta on huomattavasti helpompaa, kuin järvien ruoppaus tavallisesti. Ruoppaus voidaan tehdä kuivatyönä, jolloin massojen käsiteltävyys paranee. Kuivalla järvellä massojen tilavuus on myös pienempi kuin veden alta ruopattaessa. Kuivat ruoppausmassat voidaan myös läjittää suoraan rantapelloille, joilla niitä voidaan käyttää maanparannusaineena sekä peltojen korotukseen ja muiden alueiden maisemointiin. Rantapellojen korottamal-

la vettymisvahingot vähenevät ja samalla järven ulkoinen kuormitus alenee, kun tulva ei nouse aikaisemmalle tasolle. Ruoppauksen yhteydessä myös uimarannat voidaan helposti muotoilla toivotuiksi. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 48–49; Lehmikangas 2005, 301.)

Järven tilapäistä kuivatusta harkittaessa on muistettava, että sitä ei voida tehdä ilman ympäristölupaa ja ammattilaisten huolella laatimia suunnitelmia. Ei voida myöskään olettaa, että kuivattamalla järvi tilapäisesti kaikki järvellä olevat ongelmat katoavat. Ilman ulkoisen kuormituksen pysäyttämistä ennen järven tilapäistä kuivatusta kuivatuksella saadut hyödyt heikenevät vähitellen ulkoisen kuormituksen vaikuttaessa järven veden laatuun ja umpeen kasvuun. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 49; Lehmikangas 2005, 307–308.)

### 6.3.1 Suomessa toteutetut hankkeet

Suomessa on toteutettu ainakin neljä järvikunnostus hanketta, joissa järvi on tilapäisesti kuivatettu: Utajärven Särkijärvi, Muhoksen Pirttijärvi, Merijärven Lahdenlampi ja Joutsan Ylä-Kälkäjärvi. Edellä mainituista Lahdenlampi ja Särkijärvi on kuivattu 2000-luvun alussa ja Pirttijärven kunnostus aloitettiin vuonna 2004 ja Ylä-Kälkäjärven vuonna 2007. Särkijärvi on näistä tilapäisellä kuivattamisella kunnostetuista järvistä suurin ja sen kunnostuksen vaikutuksista on löydettävissä eniten tutkimustuloksia. Seuraavassa perehdytäänkin yksityiskohtaisemmin Särkijärven kuivatushankkeeseen ja sen tuloksiin. (Järvikunnostuskohteita 2010; Ylä-Kälkäjärven kunnostustöitä on jatkettu tänä talvena – tavoitteena järven tyhjentäminen kesään mennessä 2010.)

### 6.3.2 Särkijärven esimerkkitapaus

Utajärvellä sijaitsevan Särkijärven ongelmana olivat rehevyys, mataluus, resuspensio, umpeenkasvu sekä särkivaltainen kalasto. Särkijärvi on pinta-alaltaan 123 hehtaaria ja sen keskisyvyys ennen kunnostusta oli 1,2 metriä. Särkijärven valuma-alue on 39 km<sup>2</sup> ja valuma-alueella on useita kuormituslähteitä. Tutkimusten jälkeen kunnostustoimenpiteeksi valittiin tilapäinen kuivattaminen ja vesioikeuden lupa siihen saatiin vuonna 2000. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 48–49.)

Järven sedimenttiä tiivistettiin käyttämällä hyväksi jääkannen aiheuttamaa painetta maaliskuussa 2001, ja lisäksi talvella kaivettiin kesää varten kuivatusuomia. Järven sedimentin kuivattaminen jatkui kesällä ja järvi oli tyhjennettynä noin vuoden ajan. Suuri osa maanomistajista kunnosti rantansa järven ollessa tyhjennetty ja ruoppausmassoja käytettiin rantapeltojen korottamiseen ja muotoiluun sekä maisemointiin. Vuoden 2002 keväällä järvi täytettiin puhtailla ja kirkkailla sulamisvesillä muutaman päivän aikana. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 49–50.)

Särkijärven vedenlaatua ja sedimentin tilaa tutkittiin syksyllä vuonna 2002 sekä vuonna 2007. Vuonna 2002 tehtyjen tutkimusten mukaan järven pohja on tiivistynyt arviolta 10–40 senttimetriä ja sedimentin pintaan muodos-

tunut kuivakuorikerros on alentanut resuspensiota huomattavasti ja näin ollen kiintoainepitoisuudet vedessä ovat laskeneet. Vesikasvillisuuden määrä järvestä väheni myös huomattavasti. Vuonna 2002 tehdyissä tutkimuksissa vedenlaadun paranemisesta oli varmoja merkkejä vain kiintoaineen osalta. Järven kuivattamisen positiiviset vaikutukset eivät kuitenkaan ole mitattavissa vain vedenlaadullisesti, vaan myös rannanomistajien tyytyväisyys lopputulokseen osoitti, että hanke oli onnistunut. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 50–52; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008.)

Vuonna 2007 tehtyjen sedimenttitutkimusten mukaan järven pohja oli edelleen viiden vuoden kuluttua kuivatuksesta tiivistynyt, kiinteytynyt ja sedimentin vesipitoisuus oli pysynyt alhaisena. Sedimenttitutkimusten tuloksista voidaan päätellä, että sedimentin tiivistyminen on pitkäkestoista tai pysyvää. Tiivistynyt sedimentti vapauttaa tutkimusten mukaan ravinteita yläpuoliseen vesistöön hitaammin ja resuspension on myös pysynyt alhaisena vielä viiden vuoden kuluttua. Pintasedimentin kokonaisfosforipitoisuus oli myös laskenut. Vedenlaatu myös muilta osin on kohentunut viiden vuoden kuluttua kuivatuksesta, mutta osittain tähän vaikuttaa myös valuma-aluekunnostus, jota alueella on tehty. Toisaalta Särkijärvi on luontaisesti rehevä ja jo luonnonhuhouma riittää rehevöittämään järveä. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 50–52; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008.)

Kesäajan keskimääräinen fosforitaso oli tutkimusten mukaan laskenut noin 10 µg/l verrattuna ennen kunnostusta otettuihin näytteisiin. Kiintoainepitoisuus oli alentunut lähes puolella ja vesitilavuuden lisääntyminen on kasvattanut järven happivarastoja. Happamuustaso järvestä on pysynyt entisellään. Tiheä umpeenkasvu järvestä on hävinnyt kuivatuksen myötä ja ulpukat sekä lumpeet ovat lisääntyneet. Vuonna 1996 järvestä olevassa kapeikossa kasvien peittävyys oli yli 90 %, kun se nyt kunnostuksen jälkeen samalla alueella on noin 10–20 %. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 50–52; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008.)

Negatiiviseen suuntaan järvestä oli muuttunut kesäajan keskimääräinen aklorofyllitaso mikä kuvastaa veden kasviplanktonin määrää. Aklorofyllipitoisuus oli noussut 25,7 µg/l tasosta 41,7 µg/l. Pitoisuuden nousulle Särkijärvellä ei ole varmaa selitystä, mutta pitoisuuden muutokset yleisellä tasolla johtuvat kalaston, kasvien, eläinplanktonin ja kasviplanktonin suhteiden vääristymisestä. Edellä mainitun johdosta voidaankin epäillä, että kasviplanktonin määrä on lisääntynyt vesikasvillisuuden ja samalla isojen vesikirppujen suojapaikkojen vähentyessä. (Lehmikangas & Viinikkala 2002, 50–52; Lehto, video kunnostuspäiviltä 10.9.2008.)

### 6.3.3 Menetelmän soveltuvuus Torholle

Harkittaessa järven tilapäistä kuivattamista on aluksi selvitettävä järven soveltuvuus kyseisen kunnostusmenetelmän käyttöön. Selvitystyöhön kannattaa palkata ammattilainen, joka on toiminut vastaavissa hankkeissa. Suunniteltaessa kuivattamista on tiedettävä muun muassa järven syvyys-suhteet, virtaamat, purkuojan korkeustiedot suhteessa järveen sekä tiedot pohjasedimentin laadusta ja paksuudesta. Tilapäinen kuivattaminen ei so-

vellu kohteisiin, joissa järven tulovirtaamat ovat suuret, taikka korkeus-suhteet estävät järven painovoimaisen tyhjentämisen. Järvi tulee tyhjentää suurimmalta osin painovoimaisesti tai vesi on ohjattava järven ohitse, sillä muuten kuivattaminen tulee hyvin kalliiksi. Tilapäinen kuivattaminen ei myöskään sovellu, mikäli sedimentissä on paljon orgaanista ainetta. Orgaaninen aine, kuten turve, voi kuivattamisen jälkeen nousta pintaan, taikka se saattaa uudelleentäytön jälkeen turvota niin, että tiivistymisen hyödyt menetetään. (Lehmikangas 2005, 305.)

Torhon valuma-alueella on jonkin verran ojitettuja soita ja tästä syystä sedimentissä saattaa olla kertyneenä orgaanista ainetta. Suurelta osin Torhon pohjasedimentti on kuitenkin luultavasti hienojakoista ainesta, kuten valuma-alueen maalajit. Suurempi ongelma saattaa kuitenkin olla suurehkot tulovirtaamat, mitkä saattaisivat estää järven tehokkaan kuivattamisen. Hienojakoinen maalaji soveltuu hyvin kuivatukseen ja Torho on kooltaan sopiva järvi harkittaessa tilapäistä kuivatusta.

Torhon vedenlaatu on vuoden 2003 tutkimusten mukaan erinomainen, joten Torhosta pois juoksutettavalla vedellä ei todennäköisesti olisi negatiivisia vaikutuksia alapuolisiin vesistöihin. Tulovirtaamia ja järven tyhjenysmahdollisuuksia painovoimaisesti tulisi kuitenkin tarkastella yksityiskohtaisesti mietittäessä tätä kunnostustoimenpidettä, sillä korkeuserot Torhon alueella ovat melko pieniä. Järven tilapäinen kuivatus edellyttää myös rannan- ja vesialueiden omistajien lupaa sekä vesilain mukaista vesilupaa.

## 7 VESISTÖKUNNOSTUKSEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

Suomessa vesilaki (VL 264/1961) säätelee oikeutta muuttaa vesistöä: tämä tarkoittaa sitä, että harkittaessa ja suunniteltaessa valuma-alue- tai järvi-kunnostustoimenpiteitä on aina selvitettävä vaatiiko kyseinen toimenpide vesilain mukaisen vesiluvan, jonkin muun lain mukaisen luvan tai onko siitä tehtävä ilmoitus Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus). Vesilain lisäksi luvan tarpeen saattaa tavallisimmin aiheuttaa ympäristönsuojelulaki (86/2000). Suunniteltaessa esimerkiksi kunnostustoimenpiteitä, joihin vesilaki saattaa vaikuttaa, tulee huomioida, että vesilain pitkään valmisteltu uudistus (HE 277/2009 vp) on hyväksytty eduskunnassa 11.3.2011, ja uudella lailla saattaa olla vaikutuksia, joita vanhan lain puitteissa ei osata huomioida. (Ympäristö 2011; Vesilain mukaiset luvat eli vesiluvat 2010; Eduskunnan PTK 170/2010 vp.)

Aluehallintovirastojen ympäristölupavastuualueet käsittelevät ja antavat päätöksen lähes kaikissa ympäristö- ja vesitalouslupa-asioissa. Ainoastaan eräät ojituksiin ja muihin pieniin vesilain määräämiin asioihin liittyvät luvat ratkaistaan kunnissa. Toimenpiteitä suunniteltaessa kannattaa aina varmuuden vuoksi olla yhteydessä joko kunnan ympäristönsuojeluviranomaiseen taikka ELY-keskuksen ympäristövastuualueen toimijoihin, jotta luvan tarve tai ilmoitusvelvollisuus voidaan tietää varmuudella. Seuraavassa osiossa on eritelty lainsäädännön määrittelemiä velvollisuuksia liittyen tässä työssä selostettuihin kunnostustoimenpiteisiin. (Ympäristö 2011; Vesilain mukaiset luvat eli vesiluvat 2010.)

### 7.1 Valuma-aluekunnostus

Erilaisia valuma-aluekunnostusmenetelmiä ja niiden yhdistelmiä on hyvin paljon, näin ollen ei voida yksiselitteisesti sanoa, mihin toimenpiteeseen vaaditaan vesi- tai ympäristönsuojelulain mukainen lupa tai milloin on tehtävä ilmoitus vesirakennustyöstä ELY-keskukselle. Luvan tarve riippuu valuma-aluekunnostustoimenpiteen laajuudesta sekä vaikutuksista. Ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupa vaaditaan, mikäli toimenpide aiheuttaa haittaa luonnolle tai sen toiminnolle (YSL 86/2000 3§) ja yleistä luvanvaraisuutta käsitellään ympäristönsuojelulain 28§:ssä. Kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa on myös huomioitava, etteivät ne vahingoita suojeltuja luontotyyppejä tai hävitä rauhoitettuja kasvi- tai eläinlajeja. (YSL 86/2000 3§, 28§; Ympäristöministeriön muistio 4.9.2008.)

Vesilain mukainen lupa tarvitaan, jos joki padotaan, supistetaan tai siihen asennetaan käyttöä vaikeuttavia esteitä (VL 264/1961 1:12§). Edellä mainittu pykälä tulee kyseeseen uomakunnostuskohteissa. Ojia tai puroja ei myöskään saa padota ilman lupaa, mikäli niistä aiheutuu vettymisvahinkoja eikä niihin ole saatu asianomaisen suostumusta (VL 264/1961 6:3§). Vesilupa vaaditaan jos vesistön vedenpinnan korkeudet muuttuvat toimenpiteen johdosta, taikka toimenpide aiheuttaa haittaa toisen vesialueelle, kalastukselle, rakennukselle tai muulle omaisuudelle (VL 264/1961

1:15§). Vesilupa tarvitaan myös silloin kun kunnostustoimenpiteen toteutus tai sen yhteydessä tehtävät toimenpiteet aiheuttavat vesistön pilaantumista (VL 264/1961 1:19§, 1:30§, 4:6§ ja 6:2§).

Kosteikkoa perustettaessa on myös huomioita, että mikäli kohdealue sijaitsee asemakaava-, yleiskaava- tai rakennuskieltoalueella ja kosteikko vaikuttaa maisemaan, niin tarvitaan tällöin maankäyttö- ja rakennuslain mukainen maisemätyöluva. Suurta kosteikkoa perustettaessa vesimassan määrä voi olla niin suuri, että on huomioita patoturvallisuuslain velvoitteet. Patoturvallisuuslaki koskee patoja, joiden korkeus on vähintään kolme metriä. Kolme metriä matalammat padot saattavat kuitenkin kuulua lain piiriin, mikäli altaassa olevan veden määrä on niin suuri, että onnettomuuden sattuessa se aiheuttaa suuren vaaran ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. (Kosteikon luvantarve 2010; Puustinen ym. 2007, 28.)

Kunnostusrakentamiselle on aina oltava alueen omistajan kirjallinen lupa, mikäli kunnostustoimenpidettä ei rakenneta omalle maalle. Rakennettaessa jakamattomalle vesijättöalueelle lupa tulee hankkia osakaskunnalta. Monet valuma-aluekunnostushankkeet, kuten esimerkiksi pienet kosteikot, voidaan toteuttaa ilman hallinnollisia menettelyitä pelkästään asiaosaisten suostumuksella, mutta luvan tarve on aina hyvä tarkistaa viranomaisilta. ELY-keskukselta voi myös pyytää virallisen lausunnon luvan tarpeesta, tällöin lausuntopyyntöön liitetään suunnitelma kunnostustoimenpiteestä sekä tarvittavat kartat. (Ympäristöministeriön muistio 4.9.2008.)

## 7.2 Niitto

Pienimuotoiseen niittoon ei välttämättä tarvita vesilupaa, jos se ei aiheuta vesilain ensimmäisen luvun 15 § mukaisia seurauksia, kuten vahinkoa tai haittaa toisen vesialueelle taikka vähennä vesistön soveltuvuutta virkistyskäyttöön. Lupa tarvitaan kuitenkin myös niittoihin, mikäli niistä ennakkoarviolta saattaa aiheutua haitallisia seurauksia yleiselle edulle, taikka sellaiselle yksityiselle taholle, joka ei ole antanut niittoihin suostumustaan. Erityisesti laajempia niittoja suunniteltaessa on aina hyvä tarkistaa vesiluvan tarve ELY-keskuksesta taikka kunnan ympäristösuojeluviranomaiselta. Viranomaiset osaavat myös kertoa, mikäli niitosta on tehtävä ilmoitus ELY-keskukseen. Vesiasetuksen (6.4.1962/282) mukaan ilmoitus on tehtävä vähintään kuukautta ennen suunniteltua toimenpidettä ja siinä on selostettava miten työ aiotaan suorittaa (Vesiasetus a85§). Ilmoitus vesirakennustyöstä -lomake löytyy ymparisto.fi -sivustolta pdf-muodossa osoitteesta: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=4653> . (Kääriäinen & Rajala 2005, 266–267; VL 264/1961; Ilmoitus vesirakennustyöstä 2010; Vesiasetus 282/1962.)

Niitoille on aina oltava vesialueen omistajien suostumus riippumatta siitä tarvitaanko niihin lupaa viranomaisilta. Monissa tapauksissa vesialueella on useita omistajia ja lupa voidaan tällöin käytännön syistä hankkia osakas- tai kalastuskunnan kokouksessa. Asianomaisten kanssa on myös sovittava käytännön asioista, kuten pyydysten poistamisesta ja yksityisteiden käytöstä ennen niittoja. Yksityisellä rannalla tapahtuvasta pienestäkin ni-

tosta on kohteliasta sopia naapureiden kanssa. (Kääriäinen & Rajala 2005, 267; Kalastuslaki 286/1982; Yhteisaluelaki 758/1989.)

### 7.3 Ruoppaus

Ruoppauksen luvan tarve vastaa melko pitkälti edellä eriteltyjen toimenpiteiden luvanvaraisuutta, sillä kuten muissakin kunnostustoimenpiteissä luvanvaraisuus riippuu toimenpiteen seurauksista ja laajuudesta. Laajat ruoppaukset ovat usein luvanvaraisia, kuten myös sellaiset, joihin ei ole saatu vesialueen omistajan lupaa. Ruoppauksen luvanvaraisuutta säätelevät samat säädökset, kuin muitakin vesistön kunnostustoimenpiteitä, eli vesilain ensimmäisen luvun 12–15§ ja 19§ ja ympäristönsuojelulain 3§. Ilman omistajan lupaa saa kuitenkin ruopata toisenkin vesialueelta, mikäli siitä ei aiheudu haittaa yleiselle tai yksityiselle edulle (VL 264/1961 1:30§). Aiheutuvan haitan mahdollisuus saattaa kuitenkin olla vaikeasti arvioitavissa ja siksi on hyvä pienienkin ruoppauksen kohdalla olla yhteydessä vesialueen omistajiin. (VL 264/1961; YSL 86/2000; Viinikkala ym. 2005, 222.)

Vähäistä suuremmista ruoppauksista on aina tehtävä kirjallinen ilmoitus kuukautta ennen suunniteltua ruoppausta ELY-keskukseen ja vesialueen omistajille. Ruoppauksen katsominen vähäiseksi vaihtelee paikallisten ominaisuuksien mukaan ja siksi ruoppauksesta on aina hyvä ilmoittaa vähintään kunnan ympäristösuojeluviranomaiselle, joka osaa neuvoa, tuleeko ELY-keskukseen tehdä ilmoitus tai hakea vesi- tai ympäristölupaa. Vähäisenä ruoppauksena on kuitenkin yleensä pidetty esimerkiksi yksittäisen rannan osittaista syventämistä. Ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle on suositeltavaa tehdä aina ruoppausta suunniteltaessa, sillä monissa kunnissa on lain ilmoitusvelvollisuuden lisäksi annettu lisäohjeita, joiden mukaan kaikista ruoppauksista pyydetään ilmoittamaan kuntaan. (Viinikkala ym. 2005, 222.)

### 7.4 Järven tilapäinen kuivattaminen

Järven tilapäisellä kuivattamisella on niin ratkaisevat vaikutukset ympäristöön ja järven ekosysteemiin, että siihen tarvitaan aina lupa aluehallintoviraston ympäristölupavastuualueelta. Mikäli lupa vaaditaan molempien vesilain ja ympäristönsuojelulain velvoittamana, niin sama lupahakemus kattaa molemmat lait ja hankkeelle annetaan vain yksi lupa. Lupaa varten on hankittava myös järven rannan ja vesialueen omistajien suostumukset. (Lehmikangas 2005, 307; Tarvitaanko vesilupa? 2010.)

## 8 TUKIRAHOITUS

Kosteikkojen ja muiden valuma-aluekunnostustoimenpiteiden rahoitukseen voidaan hakea rahallista tukea maatalouden ympäristötukijärjestelmästä ja Leader-rahoitusmenettelyn kautta, jotka kuuluvat Manner-Suomen kehittämisohjelmaan vuosille 2007–2013. Tukea voivat hakea yksityinen maanviljelijä sekä Leader-rahoitusmenettelyn kautta rekisteröityneet yhdistykset. Kosteikon, uomakunnostuskohteen ja tulva-alueen perustamishankkeisiin voidaan myöntää myös peruskuivatuksen tukea. Seuraavaksi eritellään tarkemmin, millaisia tukia voidaan hakea ja mitä ominaisuuksia tuettavilta kohteilta vaaditaan. Lisäksi pohditaan, millaisilla muilla keinoilla valuma-alue- ja vesistökuunnostushankkeita voidaan rahoittaa. (Maatalouden monivaikutteiset kosteikot 2010; Mavi, Maatalouden ympäristötuki 2010.)

### 8.1 Yhdistysten haettavissa olevat tuet

Yhdistykset voivat hakea ei-tuotannollisten investointien tukea monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen. Tuella perustettavan kosteikon tai jo olemassa olevan kosteikon hoitoon voidaan hakea monivaikutteisen kosteikon hoidon ympäristötuen erityistukea. Ympäristön erityistukea voidaan hakea myös luonnon monimuotoisuutta edistäviin hankkeisiin sekä perinnebiotooppien perustamiseen ja hoitoon. (Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010.)

Yhdistyksille myönnettävät tuet menevät Leader-rahoitusmenettelyn kautta. Lopen alueella toimiva Leader-toimintaryhmä on Eteläisen maaseudun osajat EMO ry, joka toimii myös Hausjärven, Hyvinkään, Järvenpään, Nurmijärven, Riihimäen, Tuusulan ja Vantaan kuntien alueella. EMO ry rahoittaa elinkeinotoimintaa edistäviä ja yleishyödyllisiä hankkeita sekä antaa yritystukia Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta sille varatuilla varoilla. Nykyiselle eli vuosien 2007–2013 ohjelmakaudelle EMO ry on saanut 4,3 miljoonaa euroa julkista rahoitusta. (EMO ry, Yleistä n.d; EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.)

EMO ry neuvoo Leader-rahoitteisten hankkeiden valmistelussa ja toteutuksessa sekä työstää heille toimitetut hakemukset valmiiksi päätöksiä varten. EMO ry:n hallitus käsittelee alueensa hankerahoitusta koskevat Leader-rahoitushakemukset, antaa niistä lausunnon ja toimittaa ne Hämeen ELY-keskukseen. EMO ry:n lausunnossa myönteisen rahoituspäätöksen saaneet hakemukset menevät läpi ELY-keskuksessa, mikäli niille ei ELY-keskuksen tarkastelussa löydy juridisia esteitä. EMO ry:ltä kielteisen lausunnon saaneet hankkeet eivät saa rahoitusta myöskään ELY-keskuksen päätöksessä. Yhdistyksille haettavissa olevien ympäristötukien hakemukset tulee toimittaa suoraan ELY-keskukseen, joka taas pyytää EMO ry:ltä lausunnon hakemuksesta. (EMO ry, Yleistä n.d.)

### 8.1.1 Ympäristötuet yhdistyksille

Leader-menettelyn kautta ympäristötukea voi hakea rekisteröitynyt yhdistys, jolla on hallussa tukikohteen toimenpidealue. Alue voi olla myös vuokrattuna, jos vuokrasopimus on vähintään viisivuotinen. Kohdealueen tulee myös sijaita EMO ry:n toiminta-alueella, johon esimerkiksi Loppi kuuluu kokonaisuudessaan. Toimenpiteen tulee myös tukea Leader-ryhmän kehittämissuunnitelman tavoitteita, jotta se voi saada rahoitusta. Ympäristötuet haetaan suoraan ELY-keskuksesta, kuten edellä on mainittu. Hakemus tehdään virallisella lomakkeella ja sen liitteeksi tarvitaan sijainti- ja suunnitelmakartta, kustannusarvio ja suunnitelmaselostus. Haettaessa tukea jonkin kohteen hoitoon tulee hoitotoimenpiteistä pitää hoitopäiväkirjaa. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.; Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010.)

#### Ei-tuotannollisten investointien tuki yhdistyksille

Ei-tuotannollisten investointien tuki tarkoittaa sitä, että yhdistys voi hakea tukea monivaikutteisen kosteikon ja perinnebiotooppien perustamiseen. Perinnebiotooppi tarkoittaa perinteistä maalaismaisemaa, kuten ketoa tai laidunnettua niittyä. Valuma-aluekunnostukseen keskeisimmin liittyvä ei-tuotannollisten investointien tuki on monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen tarkoitettu tuki, jonka ehdoista kerrotaan seuraavaksi. (Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010.)

Tuen ehtona on, että perustetulle kohteelle tehdään viisi- tai kymmenvuotinen erityistukisopimus sen hoidosta. Hoidon tukea voidaan kuitenkin hakea, vaikka kosteikko olisikin perustettu ilman tukirahoitusta. Ei-tuotannollisten investointien tuenhakija ei saa aloittaa toimenpiteitä, kuten kosteikon raivaamista, ennen kuin tukipäätös on annettu. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.; MMM tiedote 27.3.2008.; Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010; Puustinen & Jormola 2009, 4.)

Monivaikutteisen kosteikon valuma-alueella tulee olla peltoja yli 20 % koko valuma-alueen pinta-alasta ja kosteikon pinta-alaan tulee olla vähintään 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta. Kosteikon pinta-alaan lasketaan penkereet ja reuna-alueet. Pinta-alaehdon voi täyttää usealla pienellä kosteikolla taikka yhdellä isommalla kosteikolla. Tukimuoto soveltuu myös uomakunnostuskohteille, joissa uomaan palautetaan tulva-alueita, perustetaan useita pieniä kosteikkoja tai rakennetaan pohjakynnyksiä. Vuonna 2010 tukikatto kosteikon perustamiseen nostettiin 11 500 euroon. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.; MMM tiedote 27.3.2008; Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010; Puustinen & Jormola 2009, 4.)

Valitettavasti Torhon läheisyyteen perustettava monivaikutteinen kosteikko ei täytä tukiehtoja, sillä 0,5 % Torhoon Kaartjokea pitkin virtaavasta valuma-alueesta on 65,5 hehtaaria. Heinijokea pitkin virtaavasta valuma-alueesta 0,5 % on 17,8 hehtaaria. Näin suurien kosteikkojen perustaminen ei käytännössä ole kovinkaan varteen otettavaa. Torhon valuma-alueella ei myöskään toteudu ehto peltojen osuudesta, sillä Kaartjokea pitkin laskevan valuma-alueen peltojen osuus on vain 6 % ja Heinijokea pitkin laske-

van valuma-alueen 10 %. Monivaikutteisten kosteikkojen perustamista edellä esitetyllä tuella kannattaa kuitenkin harkita kauemmas Torhosta, sillä näin voitaisiin tasata virtaamavaihteluita myös Torhon suulla ja pysäyttää ravinnekuormitusta lähellä sen syntypaikkaa. Virtaamavaihteluiden tasaamista on pohdittu enemmän tämän työn suosituksissa jatkotoimenpiteiksi. (Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010.)

#### Ympäristötuen erityistuki yhdistyksille

Ympäristötuen erityistukea voidaan hakea monivaikutteisen kosteikon hoitoon, perinnebiotoopin hoitoon tai luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämiseen. Monivaikutteisiksi kosteikoiksi lasketaan myös ei-tuotannollisten investointien tuella perustetut uomakunnostuskohteet. Eituotannollisten investointien tuella perustettuihin kohteisiin hoidon tukea on pakko hakea, sillä perustamiseen on turha investoida, mikäli kosteikko jätetään hoitamatta. Edellä mainittujen tukien määrä on vuoden 2011 tukioppaan mukaan enimmillään 450 euroa hehtaarilta ja tukea tulee hakea vuosittain huhtikuun loppuun mennessä. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.; Hakuopas 2011, 57.)

Monivaikutteisen kosteikon hoitoon myönnettävällä tuella on samat edellytykset kuin perustettaessa kosteikkoa ei-tuotannollisten investointien tuella, eli valuma-alueella tulee olla peltoa vähintään 20 % ja hoidettavan kosteikkopinta-alan tulee olla vähintään 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta. Tukisopimus tehdään aina viideksi tai kymmeneksi vuodeksi. Kosteikkoa hoidettaessa tukikelpoisia kustannuksia ovat esimerkiksi hoitosuunnitelman laatiminen, rakenteiden korjaus, lietteen poistaminen ja kasvillisuuden raivaus. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.)

Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämiseen tähtäävät kohteet on tarkoitettu kasvi- ja eläinlajien säilymisen ja lisääntymisen varmistamiseen ja viljelymaiseman kannalta tärkeiden kohteiden perustamiseen ja hoitoon. Hoidontuella tuettavia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi puiden ja pensaiden raivaus sekä laidunnus ja niitto. Tukea voi saada myös kohdealueelle vievien polkujen perustamiseen sekä lintutornin rakentamiseen. (Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille 2010.)

Luonnon ja maiseman monimuotoisuutta edistävän kohteen tulee olla vähintään 0,3 hehtaaria suuri, mutta se voi koostua viiden aarin lohkoista. Myös tämä erityistukisopimus tehdään joko viideksi tai kymmeneksi vuodeksi. Monimuotoisuuden kannalta tärkeitä kohteita ovat muun muassa pellon ja metsän väliset vyöhykkeet, pellon ja vesistön väliset vyöhykkeet, pienet kosteikot, tulvapellot, lintujen tai eläinten levähdys- ja ruokailualueet ja monimuotoisuuspellot. Monimuotoisuuspelloista on kerrottu tarkemmin kappaleessa 3.2.1 Viljelykasvit. (EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille n.d.; Maisemanhoito lisää luonnon monimuotoisuutta n.d.)

### 8.1.2 Hanketuet yhdistyksille

EMO ry jakaa hanketukia toiminta-alueelleen, johon myös Loppi kokonaisuudessaan kuuluu. Hanketukea voidaan myöntää esimerkiksi rekisteröityneelle yhdistykselle tai säätiölle. Rahoituksen saamiseksi hankkeen tulosten tulee olla yleisesti hyödynnettävissä ja hankkeen on mahdollistettava jokin sellainen asia, jota ei voitaisi tehdä ilman hanketta. Tuki maksetaan jälkirahoitteisesti todellisia kuluja vastaavasti, joten toimijan on järjestettävä kestävällä pohjalla oleva välirahoitus. Tukea voi hakea esimerkiksi ympäristönhoitoa koskevien suunnitelmien laatimiseen ja toteuttamiseen sekä ympäristökohteen kunnostamiseen. Esimerkiksi Kaartjärven suojeluyhdistys ry on saanut hanketukea Kaartjärven hoitosuunnitelman laatimiseen, koenuottaukseen ja kasvuston poistamiseen. (EMO ry, Rahoitetut hankkeet 2009; EMO ry:n kautta haettavat hanketuet n.d.)

Tukea saadakseen hankkeen on oltava EMO ry:n paikallisen maaseudun kehittämissuunnitelman mukainen. On oletettavaa, että Torhon alueen kunnostustoimenpiteet täyttävät edellä mainitut ehdot, sillä EMO ry:n toiminnan painopistealueista vuosille 2007–2013 on ympäristön laadun turvaaminen ja erityisesti vesistöjen hoito, jätehuolto sekä luonnon virkistyskäyttö. Tuettavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi vesistöjen kunnan seuranta ja laadunparantaminen ja vesistöjen virkistyskäyttömahdollisuuksien lisääminen uima- ja rantautumispaikkoja perustamalla. (EMO ry:n kautta haettavat hanketuet n.d.; EMO ry, Ohjelma 2007–2013 n.d., 21–22.)

EMO ry:n ohjelman toimintalinjan 2 mukaan toimenpiteitä tulee kohdistaa maatalouden vesistövaikutusten minimointiin ja ravinnekuormituksen vähentämiseen. Leader-toimintaryhmän kautta voidaan rahoittaa muun muassa kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuutta edistävien kohteiden perustamista ja suunnittelua. Perustamisen jälkeen on mahdollista hakea tukea vuosittaisina korvauksina, mutta tämä edellyttää, että kohde vuokrataan ja siitä tehdään hoitosopimus vähintään viideksi vuodeksi. (EMO ry, Ohjelma 2007–2013 n.d., 18.)

### 8.2 Yksityisen maanviljelijän tukirahoitus

Yksityinen maanviljelijä voi saada maatalouden ympäristötukea vesistön suojelua tukeviin toimiin. Maatalouden ympäristötuki on osittain EU:n rahoittama tukimuoto ja se on osa Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmaa vuosille 2007–2013. Ympäristötuen on tarkoitus vahvistaa kestävällä pohjalla toimivaa maanviljelyä, jotta viljelyksen edellytykset Suomessa säilyisivät hyvinä myös pitkällä aikavälillä. Tuen keskeisimpänä tehtävänä on alentaa maatalouden ympäristökuormitusta ja turvata luonnon monimuotoisuus ja kulttuurimaisema maanviljelyalueilla. (Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Maatalouden ympäristötuki 2010.)

Suomen olosuhteista johtuen maanviljelijöille maksetaan myös luonnonhaittakorvausta (LFA-tuki) ja luonnonhaittakorvauksen kansallista lisäosaa koko maassa. Luonnonhaittakorvauksen tavoitteena on varmistaa maanviljely EU:n alueella myös epäedullisemmilla alueilla, kuten Suomessa. Luonnonhaittakorvaus on osittain EU:n rahoittama. Luonnonhait-

takorvaus ja sen lisäosa maksetaan samoille peltoaloille ja näitä korvauksia voidaan myöntää myös vesistön tilan parantamiseksi perustetuille peltoaloille, kuten suojakaistoille. Tämä tarkoittaa siis sitä, että luonnonhaittakorvausta ei yleensä menetä, vaikka peltoala siirtyykin tuottavasta viljelykäytöstä ympäristötukialueeksi. Seuraavaksi on eritelty tarkemmin tukien luonnetta ja mitä tukia yksityinen maanviljelijä voi hakea, kun hänen tilalleen perustetaan jokin aiemmin tässä työssä eritelty kunnostuskohde. (Mavi, Luonnonhaittakorvauksen kansallinen lisäosa 2011; Mavi, Luonnonhaittakorvaus (LFA-tuki) 2011; Ovaska, Sipiläinen, Ryhänen & Ylätaalo 2006, 15; Hakuopas 2011.)

### 8.2.1 Maatalouden ympäristötuki ja luonnonhaittakorvaus

Maatalouden ympäristötuki jakautuu kolmeen osaan perus- ja lisätoimenpiteisiin sekä erityistukisopimuksiin. Ympäristötukisopimuksen kesto on viisi vuotta ja kaikkien tukeen sitoutuvien on noudatettava perustoimenpiteiden ehtoja. Viljelijä voi lisäksi valita A- ja B-tukialueella 1-4 ja C-tukialueella 0-2 lisätoimenpidettä. Pieni alue eteläisimmästä Suomesta kuuluu tukialueeseen A ja pohjoisemmaksi siirryttäessä tukialue vaihtuu B:n kautta C:ksi. Loppi kuuluu kokonaisuudessaan tukialueeseen B. Kaikkien ympäristötukea saavien on edellä mainittujen ehtojen lisäksi noudatettava lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käyttöä koskevia vähimmäisvaatimuksia. (Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Maatalouden ympäristötuki 2010; Täyttöohjeet 2010, 38–39.)

Ympäristötuen perustoimenpiteitä ovat

- Viljelyn ympäristönsuojelun suunnittelu ja seuranta
- Peltokasvien lannoitus
- Puutarhakasvien lannoitus
- Luonnonhoitopellot
- Pientareet ja suojakaistat
- Luonnon monimuotoisuuden ja maiseman ylläpito.

Ympäristötuen lisätoimenpiteitä tavanomaisille peltoviljelykasveille A- ja B-tukialueilla ovat

- Vähennetty lannoitus
- Typpilannoituksen tarkentaminen peltokasveilla
- Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys ja kevennetty muokkaus
- Lannan levitys kasvukaudella
- Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys
- Peltojen tehostettu talviaikainen kasvipeitteisyys
- Viljelyn monipuolistaminen
- Laajaperäinen nurmituotanto
- Kerääjäkasvien viljely.

(Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteet 2010.)

Erityistukisopimukset ovat viisi- tai kymmenvuotisia viljelijän ja valtion välille tehtäviä sopimuksia ja niitä voidaan tehdä ainoastaan ympäristötuen perustoimenpiteitä noudattavien tilojen kanssa. Erityistuen määrä määräytyy tulonmenetysten ja hoitotyöstä aiheutuneiden kustannusten mukaan. Erityistukia haetaan päätukihakemuksen yhteydessä ELY-keskuksesta. Erityistukisopimuksen hakijan, eli maanviljelijän tulee olla 18-65-vuotias.

Erityistukisopimuksia voidaan tehdä muun muassa seuraavia toimenpiteitä koskien:

- Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito
- Monivaikutteisen kosteikon hoito
- Perinnebiotooppien hoito
- Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen
- Valumavesien käsittelymenetelmät
- Ravinnekuormituksen tehostettu vähentäminen
- Pohjavesialueiden peltoviljely
- Turvepeltojen pitkäaikainen nurmiviljely.

(Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Ympäristötuen erityistuet 2010; Maatalouden ympäristötuki – erityistukisopimukset n.d.)

Maanviljelijä voi edellä mainittujen tukien lisäksi hakea ei-tuotannollisten investointien tukea monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen ja arvokkaiden perinnebiotooppien kunnostamiseen. Lisäksi kaikki suomalaiset viljelijät ovat oikeutettuja hakemaan luonnonhaittakorvausta, kuten edellä on kerrottu. Luonnonhaittakorvauksen perusteena on tuotantolosuhteiden välisten erojen tasaaminen EU:n alueella. (Maatalouden ympäristötuki 2011; Maatalouden ympäristötukea, luonnonhaittakorvausta, eläinten hyvinvoinnin tukea ja ei-tuotannollisia investointeja maksetaan osana maaseudun kehittämisohjelmaa 2009.)

Luonnonhaittakorvauksen kansallista lisäosaa maksetaan samalle peltosalalle, kuin varsinaista luonnonhaittakorvausta ja siihen sitoudutaan samanaikaisesti ja samaksi ajaksi kuin varsinaiseen luonnonhaittakorvaukseen. Luonnonhaittakorvauksen kansallisen lisäosan määrää vaihtelee sen mukaan, onko kyseessä kasvinviljely- vai kotieläintila. Luonnonhaittakorvausta saadakseen viljelijän on sitouduttava jatkamaan viljelyä vähintään kolmen tukikelpoisen hehtaarin osalta ja hän sitoutuu noudattamaan luonnonhaittakorvauksen ehtoja koko maatilallaan viiden vuoden ajan. Luonnonhaittakorvauksen määrä vuoden 2011 hakuoppaan mukaan on B-tukialueella 200 €/ha/vuosi. (Maatalouden ympäristötukea, luonnonhaittakorvausta, eläinten hyvinvoinnin tukea ja ei-tuotannollisia investointeja maksetaan osana maaseudun kehittämisohjelmaa 2009; Hakuopas 2011, 44.)

## 8.2.2 Luonnonhoitopelloille myönnettävät tuet

Aiemmin tämän työn luvussa 3.2.1 Viljelykasvit on kerrottu luonnonhoitopelloista, joiden tarkoitus on vähentää ravinnekuormitusta vesistöön se-

kä lisätä monimuotoisuutta. Luonnonhoitopeltoja ovat monivuotiset nurmipellot sekä monimuotoisuuspellot. Luonnonhoitopelloille maksetaan ympäristötuen perustoimenpiteen tukea, mikäli hoitovaatimukset täytetään. Tukea maksetaan enintään 15 %:lle tilan tukikelpoisten peltöjen kokonaisalasta. Monivuotisen nurmipellon tuki on vuoden 2011 hakuoppaan mukaan 170 €/ha/vuosi ja monimuotoisuuspellon tuki on 300 €/ha/vuosi. Luonnonhoitopelloille maksetaan luonnonhaittakorvaus, mikäli tilan koko tukikelpoisesta alasta alle puolet on hoidettua viljelemätöntä peltoa ja näiden peltöjen osuus ei ole suurempi kuin tilan viljeltyjen peltöjen. (Hakuopas 2011, 41–42, 50, 56.)

### 8.2.3 Talviaikaisen kasvipeitteisyyden ja kevennetyn muokkauksen tuet

Peltöjen talviaikainen kasvipeitteisyys, peltöjen tehostettu talviaikainen kasvipeitteisyys sekä peltöjen talviaikainen kasvipeitteisyys ja kevennetty muokkaus ovat maatalouden ympäristötuen lisätoimenpiteitä. Peltöjen talviaikaisesta kasvipeitteisyydestä maksetaan tukea, mikäli ympäristötukikelpoisesta peltoalasta vähintään 30 % on kasvien tai sängen peittämää kevätmuokkaukseen asti. (Peltöjen talviaikainen kasvipeitteisyys 2008; Pethman & Auranen 2010, 9–11.)

Lisätoimenpiteen tukea maksetaan lähinnä niille peltolohkoille, joille maksetaan perustoimenpiteidenkin tukea. Luonnonhoitopeltoaloille tukea ei makseta. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden tuki on vuoden 2011 hakuoppaan mukaan 30 €/ha/vuosi. Tehostettu talviaikainen kasvipeitteisyys vastaa ehdoiltaan kutakuinkin edellä mainittua, mutta kasvipeitteisten peltöjen osuus ympäristötukikelpoisesta peltoalasta tulee olla 50 %. Tehostetun talviaikaisen kasvipeitteisyyden tuki vuoden 2011 hakuoppaan mukaan on 45 €/ha/vuosi. (Hakuopas 2011, 57; Talviaikainen kasvipeitteisyys 2008; Pethman & Auranen 2010, 9–11.)

Peltöjen talviaikainen kasvipeitteisyys ja kevennetty muokkautukimuodossa vähintään 30 % pelloista tulee olla kasvien tai sängen peittämää tai hyväksytysti kevytmuokattua. Tukiehdot täytyvät myös, mikäli viljeltyt kerääjä- ja aluskasvit säilytetään kevääseen saakka. Kerääjä- ja aluskasvit ovat kasveja, jotka kylvetään joko varsinaisen tuottavan sadon kylvön kanssa tai sadon korjuun jälkeen. Kerääjä- ja aluskasvien on tarkoitus heikentää eroosiota ja vähentää ravinteiden huuhtoutumista. Kevyt muokkauksen saa suorittaa kultivaattorilla, lautas-, joustopiikki- tai lapiorullaäkeellä tai miniauralla. Muokkaus tulee tehdä yhteen kertaan ajajen, sillä useamman kerran ajettuna pelto ei ole tukikelpoista. Tämän tukimuodon tuki vuoden 2011 hakuoppaan mukaan on 11 €/ha/vuosi. (Hakuopas 2011, 57; Talviaikainen kasvipeitteisyys 2008; Pethman & Auranen 2010, 9–11.; Kerääjäkasvien käyttö 2008.)

### 8.2.4 Valumavesien käsittelymenetelmien tuet

Valumavesien käsittelymenetelmät erityistukisopimuksen ehdot voidaan täyttää kolmella eri käsittelymenetelmällä. Vaihtoehtoja ovat säätösalaajitus, säätökastelu ja kuivatusvesien kierrätys. Vuoden 2011 hakuoppaan

mukaan säätosalaajituksen tuki on enintään 54 €/ha/vuosi, säätokastelun tuki on enintään 108 €/ha/vuosi ja kuivatusvesien kierrätyksen tuki on enintään 140 €/ha/vuosi. (Hakuopas 2011, 57; Maatalouden ympäristötuen erityistuet – Hyvään ympäristöön ja talouteen erityistuilla n.d.)

#### 8.2.5 Suojavyöhykkeiden tuet

Suojavyöhykkeistä ja niiden määritelmästä on kerrottu enemmän luvussa 3.3 ja tässä osiossa perehdytään ainoastaan suojavyöhykkeille myönnettäviin tukiin. Suojavyöhykkeiden perustamiseen ja hoitoon voi hakea ympäristötuen erityistukisopimusta. Suojavyöhykealueille saa myös tilatuen ja luonnonhaittakorvauksen kansallisine lisineen. Tilatuki on EU:n rahoittama tuki, jonka tarkoituksena on taata tuotannon kannattavuus ja jatkuvuus ja sitä maksetaan tilan hallinnassa olevien tilatukioikeuksien ja tukikelpoisen alan perusteella. Tilatukioikeudet on vahvistettu viljelijän 2006 ilmoittamien tukikelpoisten hehtaarien perusteella. (Hakuopas 2011, 137; Mavi, Yleistä tilatuesta 2011; Hirvonen 2011, 24.)

Vuoden 2011 hakuoppaan mukaan suojavyöhykkeiden perustamisesta ja hoidosta maksetaan erityistukea A- ja B-tukialueilla enintään 450 €/ha/vuosi ja tuki määräytyy suojavyöhykkeellä tehtävien toimenpiteiden kustannusten mukaan. Tilatuki vuonna 2011 B-tukialueella on 196 €/ha/vuosi ja luonnonhaittakorvaus 200 €/ha/vuosi. Luonnonhaittakorvauksen kansallisen lisäosan määrä on riippuvainen siitä onko tila kotieläin- vai kasvinviljelytila. Suojavyöhykealueen tuki B-tukialueella vuonna 2011 esimerkiksi kotieläintilalla on yhteensä enintään 946 €/ha/vuosi (196€+200€+100€+450€=946€). (Hakuopas 2011, 57; Hirvonen 2011, 24.)

Suojavyöhykkeiden yleissuunnitelman suositusten mukaisille suojavyöhykealueille, joilla on olemassa oleva nurmipeite, voidaan erityistukisopimuksen alkamista vuonna 2011 hakea jo 1.5.2011. Muihin kohteisiin tukisopimusta voidaan hakea alkavaksi 1.10.2011. Suojavyöhykesopimukset ovat 5- tai 10-vuotisia ja hakemuksen liitteeksi on tehtävä suojavyöhykesuunnitelma. Suunnitelmaan tarvitaan alueen perustiedot, sijainti- ja suunnitelmakartta, kustannusarvio, tiedot suojavyöhykkeen perustamistavasta, hoitosuunnitelma sekä perustelut suojavyöhykkeen tarpeellisuudesta alueella. (Hirvonen 2011, 24.)

#### 8.2.6 Kosteikon perustamiseen ja hoitoon myönnettävät tuet

Monivaikutteisen kosteikon perustamiseen, sille soveltuvaan paikkaan, voidaan myöntää ei-tuotannollisten investointien tukea ja perustetun kosteikon hoitoon voidaan hakea ympäristötuen erityistukea. Tuettuja kosteikkoja voidaan perustaa Suomen merialueisiin laskevien jokien valuma-alueille sekä sellaisten järvien valuma-alueille, joissa kosteikolla on merkittäviä vaikutuksia vesistökuormituksen pienentämisessä, monimuotoisuuden lisäämisessä tai riista-, kala- tai raputalouden edistämässä. Tukea voidaan myöntää myös, jos kosteikko perustetaan suojavyöhykkeiden, luonnon monimuotoisuuden tai kosteikkojen yleissuunnitelman suositte-

lemalle alueelle. Tuella perustettavat kosteikot on perustettava ensisijaisesti patoamalla. (Mavi, Ei-tuotannollisten investointien tuki 2010; Kosteikon rahoitus 2010.)

Tukiehdot yksityiselle maanviljelijälle ovat samat kuin luvussa 8.1.1 kerrotut ehdot yhdistyksen hakiessa tukea. Kaikki erityistukisopimuksia koskevat ehdot ovat myös voimassa. Monivaikutteisen kosteikon pinta-alan tai useamman erillisen kosteikon pinta-alojen tulee olla yhteensä vähintään 0,5 % yläpuolisen valuma-alueen koosta. 20 % vesistön tai valtaojan valuma-alueesta tulee olla peltoa. Tuen ehtona on myös kosteikkosuunnitelma ja sitoutuminen kosteikon hoitoon erillisellä sopimuksella. Vuonna 2010 kosteikon perustamiseen haettavissa oleva tukikatto on noussut 4000 eurosta 11 500 euroon. (Kosteikon rahoitus 2010; Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Ei-tuotannollisten investointien tuki 2010.)

Pieniä 0,3-0,5 hehtaarin kokoisia kosteikkoja perustettaessa tuen maksimi on 3226 € ja tuki maksetaan yksittäisenä summana, mikä helpottaa tukihakemuksen tekoa. Tuen määrä perustuu aina todellisiin kustannuksiin, mitkä pitää todentaa kuitein. Vuodesta 2010 asti maanviljelijä on kuitenkin voinut laskuttaa myös omasta työstä aiheutuvia kustannuksia. Monivaikutteisen kosteikon perustamisen tuen ehtona on, että kosteikon hoidosta tehdään 5- tai 10-vuotinen erityistukisopimus. (Kosteikon rahoitus 2010; Maatalouden ympäristötuki 2011; Mavi, Ei-tuotannollisten investointien tuki 2010.)

Monivaikutteisten kosteikkojen hoito on erityistukisopimus, jolla voidaan rahoittaa kosteikon, kosteikkoalueen ja laskeutusaltan hoitoa. Erityistukisopimus voidaan myöntää ohjelmakaudella 2007–2013. Hoidon tukea voidaan myöntää ei-tuotannollisten investointien tuen avulla perustetuille kohteille, aiemmalla erityistukisopimuksella hoidetuille kohteille taikka muulla rahoituksella perustetuille kohteille. Tukea voidaan myöntää jos vesistön tai valtaojan valuma-alueesta vähintään 20 % on peltoa. (Maatalouden ympäristötuki 2011; Puustinen & Jormola 2009, 8–9.)

Tuen mukainen korvaus maksetaan niistä alueista, jotka jäävät kosteikon, tulvaniityn taikka laskeutusaltan alle sekä alueen hoitoon liittyvistä reuna-alueista. Sopimusalan on oltava vähintään 0,3 hehtaaria ja kyseisen peltoalan on oltava ympäristötuessa tukikelpoista. Tuen suuruus määräytyy hyväksytyjen kustannusten, tulonmenetyksen ja saatujen hyötyjen perusteella. Enimmillään tuki on vuoden 2011 hakuoppaan mukaan 450 €/ha/vuosi. Kosteikkoalueelle ei makseta luonnonhaittakorvausta eikä ympäristötukea. (Hakuopas 2011, 42; Maatalouden ympäristötuki 2011; Puustinen & Jormola 2009, 8–10.)

Pieniä alle hehtaarin suuruisia kosteikkoja voidaan hoitaa luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämisen erityistuella, jos kohdealue sijaitsee pellon välittömässä läheisyydessä. Allen hehtaarin suuruinen tarkoittaa käytännössä, että enimmillään yhden hehtaarin alue on pysyvästi veden alla. Hoidettaessa kosteikkoa luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämiseen tarkoitettulla tuella kosteikon ei tarvitse olla tietyn suuruinen suh-

teessa valuma-alueeseen, eikä peltojen suhteellista osuutta valuma-alueesta ole määrätty. (Haaranen, Partanen & Tarvainen 2009, 17–18.)

#### 8.2.7 Tulva-alueiden lisäämisen ja uomakunnostuksen tuet

Ei-tuotannollisten investointien tukea ja monivaikutteisten kosteikkojen hoidon tukea voidaan joissain tapauksissa soveltaa rakennettaessa ja hoidettaessa uomakunnostuskohteita ja tulva-alueita. Uomakunnostushankkeissa on huolehdittava eroosiosuojauksesta, parannettava uomien monimuotoisuutta ja lisättävä kasvillisuutta ja uoman mutkaisuutta. Tukiehdot ja tuen maksun edellytykset uomakunnostuksessa ja tulva-alueiden lisäämisessä vastaavat edellisessä luvussa kerrottuja. (Puustinen & Jormola 2009, 5.)

Peruskuivatustukea voidaan myöntää peltoalueiden kuivatusrakentamisen ohessa toteutettaville kosteikoille, uoman ennallistamiskohteille tai perustetuille tulva-alueille. Kunnostustoimenpiteiden tulee kuitenkin olla peruskuivatuksen päämäärien mukaisia ja hankkeisiin vaaditaan useampi kuin yksi hyödynsaaja. Tukea haetaan ELY-keskuksen Maaseutu ja energiayksiköstä. (Maatalouden monivaikutteiset kosteikot 2010.)

#### 8.2.8 Monimuotoisuuden edistämiseen myönnettävät tuet

Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen on yksi ympäristötuen erityistukimuodoista, tämä tuki on tarkoitettu lähinnä kohteiden hoitoon ja alkuraivaukseen. Tuettuja luonnon ja maiseman monimuotoisuuskohteita ovat esimerkiksi tulvapellot eli rantaniityt ja pienet kosteikot. Pienet kosteikot voivat käytännössä olla noin hehtaarin kokoisia, sillä veden alla pysyvästi oleva alue saa enimmillään olla hehtaarin suuruinen, jotta tukea voidaan myöntää. (Hakuopas 2011; Hirvonen, haastattelu 31.3.2011; Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen -erityistuki n.d.; Maiseman hoito lisää luonnon monimuotoisuutta n.d.; Haaranen ym. 2009, 17–18.)

Tulvapellot ovat laitumeksi muutettuja järvenranta peltoja, jotka jäävät säännöllisesti tulvan alle. Laiduntamisen tavoitteena on pitää alue avoimena ja kasvillisuus matalana ja näin lisätä esimerkiksi lintujen ruokailualueita. Vuoden 2011 hakuoppaan mukaan luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämisestä maksettava tuki on enimmillään 450 € /ha/vuosi. Pelloilla sijaitseville erityistukialueille voidaan maksaa luonnonhaittakorvausta ja ympäristötukea, mikäli alan hoito on ollut suunnitelman mukaista. (Hakuopas 2011, 57; Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen -erityistuki n.d.; Maiseman hoito lisää luonnon monimuotoisuutta n.d.; Haaranen ym. 2009, 18.)

Järven- ja joenrantaniittyjen sekä jokivarsien tulvaniittyjen hoitamiseen voi saada perinnebiotooppien hoidon erityistukea, joka on vuoden 2011 hakuoppaan mukaan samansuuruinen, kuin luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistämisestä myönnettävä tuki. Edellä mainittujen perinnebiotooppien hoidon tavoitteena on luoda avoimia ranta-alueita ja säilyt-

tää erityinen kasvilajisto ja kasvillisuuden vyöhykkeisyys. Avoimen rantamaisen ylläpitäminen luo elinympäristöjä niistä hyötyville linnuille ja hyönteisille. (Priha toim. n.d.; Hakuopas 2011, 57.)

### 8.3 Muita rahoituslähteitä

Varoja vesistö- ja valuma-aluekunnostustoimenpiteiden rahoittamiseen voidaan kerätä kalastuslupien myynnistä. Järjestäytyneiden vesialueiden omistajien perustamat osakaskunnat voivat päättää, että kalastuskorttivaroja käytetään vesistö- ja valuma-aluekunnostustoimenpiteiden suorittamista varten ja tällä voidaan rahoittaa koko hankkeet tai tätä rahoitusta voidaan käyttää esimerkiksi omarahoitusosuuksina hankerahoitetuissa kohteissa. (Mattila & Kirkkala 2005, 109; Monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitelma ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma Vihtijoen valuma-alueella 2008, 66.)

Järville voidaan myös perustaa vesiensuojelu- tai kunnostusrahoitusta, mikäli löydetään kunnostuksesta kiinnostuneita lahjoittajia. Halukkaita pääoman lahjoittajia voivat olla esimerkiksi alueen yritykset ja kunnat. Rahaston pääoma on hyvä omarahoitusosuus julkisesti rahoitetuille hankkeille. (Mattila & Kirkkala 2005, 109.)

### 8.4 Suomen riistakeskuksen Kotiseutukosteikko Life-hanke

Life+-väline on EU:n keino rahoittaa ympäristön hyväksi toteutettavia hankkeita. Suomen riistakeskukselle, joka aikaisemmin toimi nimellä Metsästäjäin keskusjärjestö, myönnettiin vuonna 2010 Life+-rahoitusta Kotiseutukosteikko Life-hankkeeseen. Hanketta rahoittavat EU:n lisäksi Suomen riistakeskus ja Maa- ja metsätalousministeriö. Hankkeen tavoitteena on, että kosteikkoja perustettaisiin ja kunnostettaisiin maanomistajalähtöisesti eripuolilla Suomea. Hankkeessa luodaan toimintamallia suoje-lualueiden ulkopuolelle perustettaville kosteikoille ja kunnostetaan vähintään 30 kosteikkoa, joista luodaan malliverkosto. Mallikohteiksi valittavat kohteet valitaan vuoden 2011 alussa. (Suomeen yli 8 miljoonaa euroa Life-rahoitusta 2010; Life + väline 2010; Kotiseutukosteikko Life n.d.)

Torhon lähistölle perustettava kosteikko ei luultavasti pääsisi mallikoh-teeksi, koska mallikosteikot pyritään perustamaan ensisijaisesti patoamalla. Patoamalla perustettava kosteikko ei Torhon läheisyydessä ole mahdollinen, koska korkeusvaihtelut ovat niin pienet. Tulevia kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa on kuitenkin hyvä muistaa hankkeen olemassa olo ja selvittää voitaisiinko kohde perustaa yhteistyössä hankkeen kanssa tai voisiko se saada rahoitusta hankkeesta. (Kotiseutukosteikko Life n.d.)

## 9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyössä on esitetty melko kattava kokonaisuus pohjatietoja kunnostustoimenpiteiden aloittamisen tueksi Torhon alueella. Kiintoaineksen kulkeutumisen ehkäisemiseksi löydettiin monia käyttökelpoisia keinoja ja syyt suurien kevätvirtaamien taustalla selvisivät. Seuraavaksi on koottu yhteen työn merkittävimmät havainnot ja päätelmät sekä analysoitu työn toteutuksen onnistumista.

### 9.1 Työn toteutuksen onnistuminen

Opinnäytetyön tavoitteet täytettiin melko hyvin ja työ on kohtalaisen onnistunut. Suurimpana puutteena on monimuotokosteikkosuunnitelman puuttellisuus, sillä tavoitteena oli laatia tarkka ja toteutusvalmis suunnitelma kunnostustoimenpiteestä. Suunnitelman laadintaa hankaloitti Torhon alueen olosuhteiden haastavuuden paljastuminen vasta työtä tehtäessä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yllättävän suureen mitoitusvirtaamaan ja valuma-alueen kokoon ei ollut osattu varautua opinnäytetyötä aloitettaessa, vaikka olikin tiedossa, että virtaamat ovat suuria. Myös alueen haasteelliset korkeusolosuhteet tulivat yllätyksenä.

Kattavamman suunnitelman tekoon ei myöskään siksi riittänyt resursseja, että alueen olosuhteiden kartoitus aloitettiin aivan alusta. Ilman suoraan toteutuskelpoista suunnitelmaakin opinnäytetyö toimii hyvänä pohjana kunnostustoimenpiteiden aloittamiseen Torhon alueella. Opinnäytetyössä kyettiin antamaan paljon hyödyllistä tietoa alueen erityisistä ominaisuuksista ja ehdotuksia jatkotoimenpiteistä.

RTK-laitteella tehdyt maastomittaukset olisi pitänyt tehdä aikaisemmin syksyllä, mutta laitetta ei valitettavasti saatu käyttövalmiiksi ajoissa. Maastomittaukset jäivät näin ollen vain suuntaa antaviksi. Maastokäynteillä olisi voitu tutustua alueeseen vielä kattavammin kävellen, jolloin suunnittelualueesta olisi saatu parempi käsitys. Opinnäytetyöstä olisi saatu vielä paremmin tarpeita vastaava, jos alueen asukkaiden ja muiden toimijoiden kanssa olisi oltu vahvemmassa vuorovaikutuksessa.

### 9.2 Lainsäädännön huomioiminen ja tukirahoitusmahdollisuudet

Vesistöön liittyviä kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa kannattaa aina olla yhteydessä viranomaisiin ja selvittää mahdollinen luvan tarve. Myös tässä työssä esitetty monimuotokosteikko tarvitsee luultavasti vesilain mukaisen luvan ja luvan tarve on ehdottomasti selvitettävä ELY-keskuksesta. Kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa on myös hyvä muistaa, että vesilaki on juuri uudistumassa ja uudistuksen aiheuttamat muutokset on hyvä selvittää viimeistään, kun laki tulee voimaan.

Opinnäytetyössä on kerrottu erilaisista rahoitusmahdollisuuksista ja niihin tuleekin perehtyä tarkasti ja selvittää aktiivisesti, voidaanko niitä hyödyntää juuri Torhon alueella. Valitettavasti Torhon valuma-alueen suuri koko asettaa esteen maatalouden ympäristötuen ei-tuotannollisen investoinnin tuen hyödyntämiselle kosteikon perustamisessa ja monimuotoisen kosteikon hoidon erityistuen hyödyntämiselle kosteikon hoidossa. Eroosiota ja kiintoaineskulkeumaa vähentäviä maatalouden ympäristötukia ja erityistukia alueelle myönnetään varmaankin helposti, sillä alue on todistetusti tulvaherkkä ja esimerkiksi suojavyöhykkeitä on suositeltu ELY-keskuksen taholta. Yhdistyksille myönnettävä Leader-rahoitus taas on varteenotettava rahoitusvaihtoehto monimuotokosteikon perustamiseen, sillä kosteikolla on perustellusti vaikutuksia virkistyskäytön lisäämiseen alueella erityisesti metsästyksen osalta. Lisäksi monimuotokosteikolla edistetään vesiensuojelua sekä maiseman ja luonnon monimuotoisuutta.

### 9.3 Valuma-alueen ominaisuudet

Torhon valuma-alue koostuu kolmesta eri osasta eli Kaartjoen ja Kaartjärven valuma-alueista sekä Heinijoen valuma-alueesta. Torhon suulle virtaava vesi kerääntyy yhteensä 167 neliökilometrin alueelta. Valuma-alueen erittäin suuri koko ja pieni järvisyys selittävätkin suuret kevätylivirtaamat Torhon suulla. Suuren koon ja pienen järvisyyden lisäksi valuma-alueen korkeussuhteet ovat sellaiset, että tulva nousee herkästi laajalle alueelle Torhon läheisyydessä. Korkeuskuvien mukaan valuma-alueen maasto viettää voimakkaasti Torhon läheisyydessä oleville tasaisille pelto-alueille ja Torho, Lairo sekä Kynäröinen ovatkin selkeässä painanteessa verrattuna ympäröivään maastoon. Alue ennen Torhoa on hyvin tasaista ja esimerkiksi Torhon rannan ja Rengontien välinen kaltevuus on vain noin 0,3 %.

Pääosa Kaartjoen valuma-alueesta on hienoa hietaa ja hiesua, jotka ovat hyvin eroosioherkkiä maalajeja. Lisäksi valuma-alueella on jonkin verran suoalueita, joilta Torhoon kulkeutuu humusta. Kaartjoen valuma-alueella on vain vähän karkealajitteista maaperää, joka läpäisi helposti vettä ja alentaisi kevään pintavaluntoja. Ylivirtaamien tasoittamisen kannalta on positiivista, että Torhon valuma-alue on suurilta osin metsää. Metsät pienentävät ylivirtaamia keväisin, sillä lumi sulaa metsissä hitaammin ja kasvillisuus hidastaa pintavaluntoa sekä lisää veden imeytymistä maaperään.

Torhon valuma-alueen mahdollisia kuormituslähteitä ovat ojitetut suot, metsätalous, peltoviljely, haja- ja vapaa-ajanasutuksen jätevedet sekä jätevedenpuhdistamo. Kiintoaineskulkeuman syntyä on arvioitu seuraavassa luvussa. Voimakkaita ravinnekuormittajia valuma-alueella ei ole tässä työssä havaittu. Torhoon kohdistuva kuormitus Kaartjokea pitkin laskevalta valuma-alueelta koostuu lähinnä kiintoaineksesta ja humuksesta.

Heinijokea pitkin laskevasta valuma-alueesta ei tehty kattavia tarkasteluja, eikä sen jokivesistä ollut saatavilla luotettavia analyyseja. Heinijoesta otetuissa näytteissä oli kuitenkin viitteitä ravinnekuormituksesta, mikä on hyvin mahdollista, sillä heinijoen varrella on runsaasti peltoviljelyä. Kaartjärven yläpuolista valuma-aluetta ei myöskään tarkasteltu kattavasti, sillä

Kaartjärvestä Kaartjokeen purkautuvien vesien havaittiin olevan hyvä laatuista.

#### 9.4 Kiintoaineskulkeuman syntyperä

Torhoon kohdistuvan suuren kiintoaineskulkeuman taustalla on suuri pintavalunta ja ylivirtaamat. Lumien sulamisesta aiheutuvat suuret vesimassat eivät valuma-alueen pienen järvisyyden ja muiden ominaisuuksien takia mahdu varastoitumaan vesistöihin, jolloin ne tulvivat pelloille. Torhon lähivaluma-alueen hienojakoinen maalaji on erittäin eroosioherkkää ja näin ollen se kulkeutuu pelloilta helposti vesistöön asti tulvaveden mukana.

Vedenlaatutulokset tukevat päätelmää siitä, että suurin osa kiintoaineskulkeumasta, ainakin Kaartjoen valuma-alueelta virtaavista vesistä, on peräisin Torhon lähivaluma-alueen pelloilta. Maastokäynnillä havaittiin myös, että Kaartjoen pohja ainakin Torhon läheisyydessä on kova, eikä se näin ollen ole kovin eroosioherkkä. Kaartjoen penkat Torhon läheisyydessä sen sijaan ovat hyvin jyrkät ja alttiit eroosiolle. Myös alueen asukkaiden havaintojen mukaan kiintoaineen kulkeutuminen lisääntyi tulouoman ruopauksen jälkeen, joten tästä voidaan päätellä, että osa kiintoaineskulkeumasta on luultavasti peräisin Kaartjoen uomasta.

Valitettavasti ilmastonmuutos tulee pahentamaan kiintoainekuormitusta, sillä sadanta tulee lisääntymään ja erityisesti leudot vesisateiset talvet lisäävät kyntöpeltojen eroosiota. Ilmastonmuutos tulee voimistamaan sään ääri-ilmiöitä, ja näin ollen myös kevättulvat saattavat joinakin vuosina olla nykyistä suurempia. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa myös niin, että ylivirtaamat saattavat tulevaisuudessa ajoittua eri vuodenaikoihin, kun ne nykyisin sulamisvesistä johtuen ajoittuvat tavallisesti kevääseen.

#### 9.5 Suunnitelmanluonnoksen monimuotokosteikon ominaisuudet

Torhon suulle kohdistuvat kevätylivirtaamat ovat niin suuret, ettei niiden virtausnopeutta pystytä alentamaan yksittäisillä toimilla. Opinnäytetyössä esitetty monimuotokosteikon suunnitelmaluonnos on laadittu ottaen mahdollisimman hyvin huomioon Torhoon kohdistuvat suuret virtaamat ja kiintoainekuormitus. Monimuotokosteikolla toivotaan olevan tulvien nousua lieventäviä vaikutuksia, jolloin myös kiintoaineen eroosio peltomaasta vähenee. Monimuotokosteikolla uskotaan olevan myös virkistyskäyttöä lisääviä ominaisuuksia.

Monimuotokosteikon suunnittelussa on siis pyritty huomioimaan mahdollisimman hyvin kaikki hyödyntämismahdollisuudet mitä kosteikolla voidaan saavuttaa. Alueen toimijoiden tulee kuitenkin itse arvioida, mitä kosteikon ominaisuuksia halutaan korostaa ja suunnitella hoitotoimenpiteet sen mukaisiksi. Kosteikkoaluetta voidaan hoitaa esimerkiksi niin, että se pidetään ideaalina elinympäristönä vesilinnuille.

Kuten on todettu valitettavasti tällä yksittäisellä monimuotokosteikolla ei voida vielä merkittävästi vaikuttaa veden virtausnopeuksiin Torhon suulla

ylivirtaama-aikaan. Esimerkiksi vuorokauden nimellisviipymän saavuttaminen ylivirtaamien aikaan tällä kosteikkoalueella on lähes mahdotonta, eikä kosteikko täytä 1-2 % mitoitussääntöä. Pelkästään Kaartjokea pitkin tulevan virtaaman hidastaminen niin, että veden viipymä kosteikossa olisi suositeltu vähimmäisaika eli vuorokausi, vaatisi 85 hehtaarin suuruisen kosteikkoalueen. Perustettava kosteikkoalue tuleekin ajatella ensimmäiseksi vaiheeksi ja mitoitussääntöä tulee ryhtyä täyttämään kauemmaksi valuma-alueelle perustettavilla vesivarastoilla, kosteikoilla ja uoma-altailla.

## 10 SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Opinnäytetyössä tehtyjen selvitysten yksi merkittävimmistä tuloksista oli Torhon valuma-alueen koon ja ominaisuuksien selvittäminen. Valuma-alueen ja ylivirtaamien havaittiin olevan hyvin suuret ja haasteelliset valuma-aluekunnostuksen kannalta. Yhdellä yksittäisellä toimenpiteellä ei voidakaan aikaansaada merkittäviä vaikutuksia valuma-alueelta tulevan kuormituksen ehkäisemiseksi. Seuraavaksi on esitetty suosituksia jatko-toimenpiteistä, joita alueella kannattaa suorittaa, jotta alueen järvien tilaa voidaan merkittävästi kohentaa ja ylivirtaamia pienentää.

### 10.1 Vedenlaatututkimukset

Heinijoen vedenlaatua ei ole tutkittu kattavasti ja edellisistä tutkimuksista on kauan aikaa. Heinijoen vedenlaatua kannattaisikin tutkia, jotta tiedettäisiin, kannattaako Heinijoen valuma-alueelle kohdistaa ravinteita pysäyttäviä kunnostustoimenpiteitä. Kaartjoesta tulisi myös ottaa lisää näytteitä, sillä erityisesti kiintoaineksen pitoisuuksista on tietoa hyvin vähän. Peräkäisiä näytteitä ottamalla voidaan myös arvioida mahdollisten kunnostustoimenpiteiden vaikutusta jokivesiin. Tulojokien virtaamat kannattaisi myös mitata, sillä virtaamatietoja voidaan käyttää arvioitaessa yläpuolisella valuma-alueella tehtyjen kunnostustoimenpiteiden vaikutusta ylivirtaamiin Torhon suulla. Virtaamamittauksilla saataisiin myös tarkemmat mitoitusvirtaamat kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun. Torhon ja Lairon alkaneeseen rehevöitymiskehitykseen puuttumista varten tulisi laatia tarkempi kuormitus selvitys Torhon koko valuma-alueelta.

### 10.2 Kunnostustoimenpiteet

Torhon ylivirtaamat ovat niin suuret, ettei eroosiohaittoja, kiintoaineksen kulkeutumista ja tulvahaittoja voida merkittävästi vähentää yksittäisellä toimenpiteellä. Erittäin hyvä kunnostusvaihtoehto alueelle olisi uomakunnostus Kaartjoessa ennen Torhoa, sillä uoman luiskat ovat jyrkät ja siksi eroosiolle alttiit. Uomaan kannattaisi rakentaa alivirtausuoma, jossa vesi kulkisi kesällä. Virtaus pitäisi alivirtausuoman hyvin avoimena ja liettyminen vähenisi. Ylivirtaamien aikana uoman tulvatasanteet taas toimisivat tulva-alueena ja lisäisivät vesitilavuutta vähentäen samalla veden tulvimista pelloille. Myös kiintoaines laskeutuisi kunnostettuun uomaan tehokkaammin eikä päätyisi järveen asti.

Uomaan kannattaisi myös rakentaa ketjuun pohjakynnyksiä tai pieniä koskeikko- tai laskeutusaltaita, joihin kiintoaines pysähtyisi tehokkaasti. Rakennettavasta alivirtausuomasta kannattaa ehdottomasti tehdä mutkitteleva, sillä se hidastaa veden virtausnopeutta ja tehostaa entisestään kiintoaineksen laskeutumista. Uomaa kunnostettaessa on myös aina pyrittävä tekemään luiskista hyvin loivia, sillä veden leikkausvoimat eivät kuluta loivia luiskia yhtä voimakkaasti kuin jyrkkiä.

Torholla ja Lairolla voidaan tehdä pienimuotoisia ruoppauksia ja niittoja virkistyskäyttömahdollisuuksien lisäämiseksi, mutta toimenpiteet kannattaa suunnitella harkiten. Laajoja ruoppauksia, kuten jokisuuhun kertyneen kiintoaineen poistoa, ei välttämättä kannata tehdä, sillä se saattaa aiheuttaa kiintoaineen voimakasta uudelleen liikkeellelähtöä ja veden samentumista.

Niittoja voidaan tehdä laajemminkin, mutta tulee muistaa, että jokisuihin kannattaa jättää kasvillisuutta kiintoainesta laskeuttamaan. Myöskään rantaviivaa ei kannata pitkältä matkalta puhdistaa kasvillisuudesta kokonaan, sillä kasvillisuus suojaa rantoja aallokon aiheuttamalta eroosiolta ja luo lisääntymisympäristöjä kaloille ja linnuille. Vesikasvien liian runsas poisto saattaa myös voimistaa haitallisia leväkukintoja, sillä se vähentää eläinplanktonin suojapaikkoja ja vähentää päällysvien määrää järvessä.

### 10.3 Eroosion ehkäiseminen

Torhoon päätyvä kiintoaineskulkeuma on suurelta osin seurausta peltojen pintamaan eroosiosta. Eroosiota tulisikin ehkäistä, jotta kiintoaineen ja sen sisältämien ravinteiden kulkeutuminen järveen vähenisi. Torhon valuma-alueen viljelijöitä tulisi kannustaa lunastamaan tulon lisäys, joka heille on tarjolla maatalouden ympäristötuen muodossa. Tukea maksetaan suojavyöhykkeiden perustamisesta ja hoidosta, säätösaloituksen perustamisesta, talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämisestä ja kevennetystä muokkauksesta.

Torhon, Lairon ja Kynäröisen alueelle olisi hyödyllistä perustaa suojavyöhykkeitä ainakin niille pelloille, joille sitä on suositeltu suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmassa. Säätösaloitus Torhon valuma-alueen jokivarsien pelloilla on myös harkinnan arvoinen vaihtoehto, sillä pellot ovat riittävän tasaisia ja hietapelloilla myös maalaji on sopiva tämän menetelmän hyödyntämiseen. Talviaikaista kasvipeitteisyyttä voidaan lisätä monilla eri keinoilla, mutta erityisesti luonnonhoitopeltojen tukimuodossa vaihtoehtona oleva riistanhoitopelto Torhon suun läheisyydessä tukisi monimuotokosteikon riistanhoidollista vaikutusta.

Torhon valuma-alue on suurelta osin metsää, mikä pienentää ylivirtaamia ja myös eroosio metsäalueilla on vähäistä. Metsien ojitus ja avohakkuut kuitenkin lisäävät metsästä tulevaa kiintoainekuormitusta huomattavasti ja siksi suuria avohakkuuta erityisesti suurien ojien, purojen ja jokien läheisyydessä tulisi välttää. Ojitetuilta suoalueilta vesistöihin kulkeutuu humusta, joka aiheuttaa ravinteiden lisääntymistä vesistöissä. Ojitettuja soita kannattaakin ennallistaa, varsinkin mikäli niistä ei ole saatu huomattavaa metsätaloudellista hyötyä. Soiden ennallistamisen vaikutuksista on kerrottu laajemmin seuraavassa luvussa.

#### 10.4 Kesän vesitilanteen parantaminen

Torhon vedenpinta on keväisin harmillisen korkealla, mikä nostaa tulvia pellolle. Kesällä taas vedenpinta laskee turhan alhaiselle tasolle virkistyskäyttöä ajatellen. Ongelmaa voitaisiin helpottaa varastoimalla vettä keväisin yläjuoksulla. Kesällä veden taas annettaisiin virrata varastosta järviin, jolloin vedenpinta pysyisi korkeammalla. Samalla ylivirtaamat pienenisivät ja eroosiohaitat vähenisivät.

Tulvavesien varastona voidaan käyttää esimerkiksi metsä- ja suoalueita tai kosteikkoja. Varastoalueelle rakennetaan patoja, jotka pidättävät veden alueella. Erinomaisia varastointipaikkoja tulvavesille ovat esimerkiksi ojitetut suot. Valmiisiin ojiin varastoituu vettä suon oman varastointikapasiteetin lisäksi ja olemassa oleviin ojiin on myös helppo rakentaa patoja. Torhon ja Lairon yläpuolella sijaitsevalla Kaartjärvellä on harkittu kesävedenpinnan nostoa, joten vesivarastoa suunniteltaessa kannattaisikin tehdä yhteistyötä Kaartjärven alueen toimijoiden kanssa. Varastolle voitaisiin etsiä sopiva paikka Kaartjärven yläpuolelta, jolloin myös tämän järven kesävedenpinta pysyisi korkeammalla. (Remes 2008, 16)

Varsinaisen vesivaraston lisäksi kannattaa Torhon koko valuma-alueelta kartoittaa erityisesti sellaiset ojitetut suot, joiden metsätaloudellinen hyöty on jäänyt pieneksi. Tällaisissa tapauksissa omistajat saattaisivat suostua ojien sulkemiseen ja suon ennallistamiseen, jolloin sulamisvesien luonnollinen varastointikapasiteetti kasvaisi. Ojittamattomilta soilta vesi purkautuu hitaasti, jolloin tulvahuiput alenevat ja humuksen kulkeutuminen vesien mukana vähenee.

Torhon kesäaikaisen vesitilavuuden kasvattamista mietittäessä kannattaa vedenpinnan noston sijaan harkita Torhon tilapäistä kuivattamista. Tilapäisellä kuivattamisella vesitilavuus kasvaa ja aikaansaadaan muita vesistöille positiivisia vaikutuksia, eikä peltojen kuivatus vaarannu, kun veden pintaa ei nosteta. Tilapäisesti kuivattamalla järven pohjasedimentti tiivistyy ja samalla järven vesisyvyys kasvaa. Sedimentin tiivistyessä sen pintaan muodostuu kova kuorikerros, jolloin ravinteet sitoutuvat tiiviisti ja mahdollinen sisäinen kuormitus alenee. Samalla järven kasvillisuus vähenee ja pohjan ruoppaus voidaan tehdä kuivatyönä. Kuivatyönä ruopattaessa vältetään kiintoaineksen veteen sekoittamiselta ja järven pohja voidaan helpommin muokata virkistyskäyttöön sopivaksi.

Koon ja muiden helposti havaittavissa olevien ominaisuuksien puolesta tilapäinen kuivatus soveltuisi Torholle kunnostustoimenpiteeksi. Järven tilapäistä kuivattamista suunniteltaessa pitää ottaa yhteyttä vastaavissa hankkeissa toimineisiin ammattilaisiin, jotka osaavat tarkemmin arvioida menetelmän soveltuvuutta järvelle. Ennen kuivatusta on selvitettävä yksityiskohtaisesti järven ominaisuudet, saatava ranta- ja vesialueiden omistajien lupa sekä vesilain mukainen vesilupa.

Torhon suuret tulovirtaamat saattavat olla esteenä kuivattamiselle. Vaikeuttavana tekijänä on myös pieni korkeusero Torhon ja Lairon välillä, sillä kuivatus tulisi tehdä suurimmalta osalta painovoimaisesti. Järveä kuivatettaessa tulee kiintoaineksen kulkeutuminen Lairoon ehkäistä hitailla vir-

taamalla ja laskeutusaltailla. Torhon vesi on laadultaan erinomaista, joten alajuoksulle ei luultavasti aiheutuisi haitallista ravinnekuormitusta kuivatamisen seurauksena.

## LÄHTEET

Aitto-Oja, S., Rautiainen, M., Alhainen, M., Svensberg, M., Väänänen, V-M., Nummi, P. & Nurmi, J. 2010. Riistakosteikko-opas. Vantaa: Metsästäjien keskusjärjestö.

Alikärri, O. 2002. Kevytmuokkaus on taitolaji. Maatilan Pellervo 3/2002. Viitattu 7.2.2011. [http://www.pellervo.fi/maatila/3\\_02/kevytmuok.htm](http://www.pellervo.fi/maatila/3_02/kevytmuok.htm)

Eduskunnan pöytäkirja 170. Perjantaina 11. maaliskuuta 2011 kello 13.03. PTK 170/2010 vp. Viitattu 7.4.2011. [http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/ptk\\_170\\_2010\\_p.shtml#kohta\\_linkki13](http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/ptk_170_2010_p.shtml#kohta_linkki13)

Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, Sarja A 126. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallituksen painatuskeskus.

EMO ry, Rahoitetut hankkeet 2009. Eteläisen maaseudun osajat EMO ry. Päivitetty 31.12.2009. Viitattu 28.2.2011. [http://www.emory.fi/fi/sisalto/006\\_hankerekisteri](http://www.emory.fi/fi/sisalto/006_hankerekisteri)

EMO ry, Ohjelma 2007–2013. n.d. Eteläisen maaseudun osajat EMO ry. Viitattu 10.3.2011. [http://www.emory.fi/fi/lisamateriaalit/liitetiedostot/emo\\_leader-ohjelma\\_paivitetty\\_16.10.09..pdf](http://www.emory.fi/fi/lisamateriaalit/liitetiedostot/emo_leader-ohjelma_paivitetty_16.10.09..pdf)

EMO ry, Yleistä. n.d. Eteläisen maaseudun osajat EMO ry. Viitattu 28.2.2011. [http://www.emory.fi/fi/sisalto/003\\_emory/](http://www.emory.fi/fi/sisalto/003_emory/)

EMO ry, Ympäristötuet yhdistyksille. n.d. Eteläisen maaseudun osajat EMO ry. Viitattu 28.2.2011. [http://www.emory.fi/fi/sisalto/005\\_haettavat\\_tuet/dokumentti4](http://www.emory.fi/fi/sisalto/005_haettavat_tuet/dokumentti4)

EMO ry:n kautta haettavat hanketuet. n.d. Eteläisen maaseudun osajat EMO ry. Viitattu 28.2.2011. [http://www.emory.fi/fi/sisalto/005\\_haettavat\\_tuet/dokumentti2](http://www.emory.fi/fi/sisalto/005_haettavat_tuet/dokumentti2)

Fosfori loppumassa maapallolta, maataloutta uhkaa romahdus. 2009. YLE Uutiset. Päivitetty 13.10.2009. Viitattu 29.11.2010. [http://yle.fi/uutiset/kotimaa/2009/10/fosfori\\_loppumassa\\_maapallolta\\_maa\\_taloutta\\_uhkaa\\_romahdus\\_1078111.html](http://yle.fi/uutiset/kotimaa/2009/10/fosfori_loppumassa_maapallolta_maa_taloutta_uhkaa_romahdus_1078111.html)

Geokartta –palvelu. Geologisen tutkimuskeskuksen Geo.fi -verkkopalvelu. Palvelun aloitussivuun viitattu 12.4.2011. <http://www.geo.fi/geokartat.htm>

Haaranen, T., Partanen, H. & Tarvainen, A. 2009. Luonnon ja maiseman monimuotoisuus Perinnebiotoopit. Edita Prima Oy. Viitattu 7.4.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FTU6y44c/maisema\\_2009\\_maisema.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FTU6y44c/maisema_2009_maisema.pdf)

Hakuopas 2011. 2011. Maaseutuvirasto. Viitattu 23.3.2011. [http://epaper.edita.fi/Mavi/Hakuopas\\_suomi/](http://epaper.edita.fi/Mavi/Hakuopas_suomi/)

Harjula, H., Jormola, J., Pajula, H., Sampakoski, L. & Yrjänä, T. 2003. Tulvasuojelu ja peruskuivatus. Teoksessa Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) Luonnonmukainen vesirakentaminen. Suomen ympäristö 631. Vantaa: Dark Oy. 44–60. Viitattu 11.4.2011. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10035>

Hirvonen, A. 2011. Suojavyöhykkeiden perustamiseen ja hoitoon saa tukea. Satoa 1, 24.

Huhtala, J., Kuosku, P., Rautiainen, T., Sampakoski, L. & Sarvilinna, A. 2003. Eroosion ja sedimentaation hallinta. Teoksessa Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) Luonnonmukainen vesirakentaminen. Suomen ympäristö 631. Vantaa: Dark Oy. 106–124. Viitattu 7.2.2011. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10035>

Humus. 2006. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Päivitetty 14.12.2004. Viitattu 14.10.2010. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=58549&lan=fi>

Hyvärinen, V. & Puupponen, M. 1986. Valunta. Teoksessa Mustonen, S. (toim.) Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys r.y. 152–223.

Ilmastonmuutos tuo haasteita ja mahdollisuuksia Suomen maa- ja elintarviketaloudelle. 2008. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viitattu 30.11.2010. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/ajankohtaista/uutiset/2008/Ilmastonmuutos%20tuo%20haasteita%20ja%20mahdollisuuksia%20Suomen%20maa->

Ilmoitus vesirakennustyöstä. 2010. Etelä-Pohjanmaan ELY. Päivitetty 28.6.2010. Viitattu 31.1.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226497&lan=fi&clan=fi>

Järvikunnostuskohteita. 2010. Pohjois-Pohjanmaan ELY. Päivitetty 13.12.2010. Viitattu 7.1.2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=146481>

Kaartjärvi. n.d. Järvien vedenlaatu Loppi. Kokemäenjoen vesistön vesiensojeluyhdistys ry. Viitattu 14.10.2010. [http://www.kvvy.fi/cgi-bin/jarvitiedot\\_loppi.pl?jarvi=Kaartj%E4rvi](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/jarvitiedot_loppi.pl?jarvi=Kaartj%E4rvi)

Kalastuslaki 286/1982. 16.4.1982. Viitattu 13.4.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820286>

Kerääjäkasvien käyttö. 2008. Työvoima- ja elinkeinokeskus & Lounais-Suomen ympäristökeskus. Viitattu 22.3.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64485&lan=sv>

Kirje kuntien viranomaisille säädösmuutoksista. 2011. Ympäristö ministeriö ja kuntaliitto. Viitattu 31.3.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=125705&lan=fi>

Kosteikon luvantarve. 2010. Pirkanmaan ELY. Päivitetty 8.3.2010. Viitattu 31.1.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23761&lan=fi>

Kosteikon rahoitus. 2010. Maailman luontosäätiö WWF Suomi. Viitattu 28.2.2011.  
[http://www.wwf.fi/ymparisto/meret\\_sisavedet/kosteikot/lisamateriaali/kosteikon\\_rahointus.html](http://www.wwf.fi/ymparisto/meret_sisavedet/kosteikot/lisamateriaali/kosteikon_rahointus.html)

Kotiseutukosteikko Life. n.d. Kotiseutukosteikko Life -hanke. Viitattu 26.3.2011.  
[http://www.kosteikko.fi/index.php?group=00000020&mag\\_nr=7](http://www.kosteikko.fi/index.php?group=00000020&mag_nr=7)

Kuusisto, E. 1986. Lumipeite ja jääilmiöt. Teoksessa Mustonen, S. (toim.) Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys r.y, 48–63.

Kyynäröisenjärven kunnostus, Loppi ja Hämeenlinna. 2011. Hämeen ympäristökeskus. Päivitetty 14.3.2011. Viitattu 13.12.2010.  
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=122748&lan=fi>

Kääriäinen, S. & Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 249–270.

Lakso, E. 2005. Järven vedenpinna nosto. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 227–239.

Lehmikangas, M. 2005. Järven tilapäinen kuivattaminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 301–308.

Lehmikangas, M. & Viinikkala, J. 2002. Järven tilapäinen kuivattaminen. Vesitalous 6/2002, 47-52. Viitattu 7.1.2011.  
<http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2002/062002/marklehm.pdf>

Lehto, A. 2008. Järven tilapäinen kuivatus. Vesistökuunnostuksen neuvottelupäivät. Helsinki. 10.89.2008. Suomen ympäristökeskus. Video neuvottelupäiviltä. [Nähtävillä internetissä] Viitattu 7.1.2011.  
<http://esittelyvideo.lg.fi/kuvat/kunnostuspaivat/Arto%2BLehto.flv>

Life + väline. 2010. Europa, Tiivistelmät EU:n lainsäädännöstä. Viitattu 26.3.2011.

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/128021\\_fi.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128021_fi.htm)

Lopen Kaartjärven jätevedenpuhdistamolle ympäristölupa. 2003. Tiedote Hämeen ympäristökeskus. Julkaistu 29.1.2003. Viitattu 21.9.2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=23646&lan=fi>

Lopen pohjavesialuekartta. n.d. Saatavissa: Loppi.fi → kuntapalvelut → tekniikka ja ympäristö → ympäristönsuojelu. Viitattu 5.10.2010. [http://www.loppi.fi/Tiedostot/g2upndown/LOPPI/Lo\\_Tekniikka%20ja%20ymparisto%20A4rist%20B6/pohjavesialuekartta.pdf](http://www.loppi.fi/Tiedostot/g2upndown/LOPPI/Lo_Tekniikka%20ja%20ymparisto%20A4rist%20B6/pohjavesialuekartta.pdf)

Luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen – erityistuki n.d ProAgria Pohjois-Karjala. Viitattu 26.3.2011. [http://www.proagriapohjois-karjala.fi/pages/proagria\\_www/maisema-ja-ymparisto/erityistuet-maisemanhoitoon/lumo-maisema.php](http://www.proagriapohjois-karjala.fi/pages/proagria_www/maisema-ja-ymparisto/erityistuet-maisemanhoitoon/lumo-maisema.php)

Luonnonhoitopellot uusitukimuoto vuodesta 2009. 2010. Oulun maaseutukeskus. Viitattu 7.2.2011. <http://www.oulu.maaseutukeskus.fi/pdf/Huhtikuu%202010%20-%20Luonnonhoitopellot%2026.4..pdf>

Lätti, M. 2008. Maaseudun tulevaisuus 10.3.2008 [Maaseudun Tiedeliite], 10. Viitattu 7.2.2011. <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n01s10a.pdf>

Maatalouden monivaikutteiset kosteikot. 2010. Varsinais-Suomen ELY. Päivitetty 10.9.2010. Viitattu 24.3.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=289478>

Maatalouden ympäristötuen erityistuet – Hyvään ympäristöön ja talouteen erityistuilla. n.d. Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto, Maa- ja metsätalousministeriö, Maaseutuvirasto. Viitattu 22.3.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/maaseutufi/5FkR8W8B3/Maatalouden\\_ymparistotuen\\_erityistuet\\_LR.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/maaseutufi/5FkR8W8B3/Maatalouden_ymparistotuen_erityistuet_LR.pdf)

Maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2010. 2010. Maaseutuvirasto. Viitattu 7.2.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5oTAzU4R1/Ymparistotuen\\_sitomusehdot\\_2010.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5oTAzU4R1/Ymparistotuen_sitomusehdot_2010.pdf)

Maatalouden ympäristötukea, luonnonhaittakorvausta, eläinten hyvinvoinnin tukea ja ei-tuotannollisia investointeja maksetaan osana maaseudun kehittämissuunnitelmaa. 2009. Maa- ja metsätalousministeriö. Julkaistu 2.7.2009. Viitattu 22.3.2011. [http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/maatalous/tuet/merkitys/ymparistotuki\\_luonnonhaittakorvaus.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/maatalous/tuet/merkitys/ymparistotuki_luonnonhaittakorvaus.html)

Maatalouden ympäristötuki. 2011. Keski-Suomen ELY-keskus. Päivitetty 31.3.2011. Viitattu 8.2.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20616&lan=fi#a7>

Maatalouden ympäristötuki –erityistukisopimukset. n.d. Euroopan maatalouden kehittämisen maatalousrahasto. Viitattu 24.3.2011. <http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5tZ5GLLWK/Erityisymparistotukisopimukset.pdf>

Maisemanhoito lisää luonnon monimuotoisuutta. n.d. Maaseutu.fi -sivusto. Viitattu 26.3.2011. [http://www.maaseutu.fi/fi/index/ymparisto/tukien\\_vaikutus\\_ymparistoon/maisemanhoitolisaaluonnonmonimuotoisuutta.html](http://www.maaseutu.fi/fi/index/ymparisto/tukien_vaikutus_ymparistoon/maisemanhoitolisaaluonnonmonimuotoisuutta.html)

Maisemasuunnittelun käsitteitä. n.d. Lahden ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.10.2010. <http://www.lpt.fi/tl/koulutus/miljoosuunnittelu/maisemasuunnittelu/kasitteita.htm>

Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 137–149.

Mattila, H. & Kirkkala, T. 2005. Kunnostuksen rahoitusmahdollisuudet ja kustannusarvion laatiminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 103–111.

Mavi, Ei-tuotannollisten investointien tuki. 2010. Maaseutuvirasto. Päivitetty 6.8.2010. Viitattu 24.3.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/maataloudenymparistotuki/eituotannollisteninvestointientuki.html>

Mavi, Maatalouden ympäristötuki. 2010. Maaseutuvirasto. Julkaistu 18.10.2010. Viitattu 28.2.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/maataloudenymparistotuki.html>

Mavi, Luonnonhaittakorvauksen kansallinen lisäosa. 2011. Maaseutuvirasto. Päivitetty 24.3.2011. Viitattu 13.4.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/luonnonhaittakorvaus/kansallinenlisaosa.html>

Mavi, Luonnonhaittakorvaus (LFA-tuki). 2011. Maaseutuvirasto. Päivitetty 24.3.2011. Viitattu 13.4.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/luonnonhaittakorvaus.html>

Mavi, Ympäristötuen erityisuet. 2010. Maaseutuvirasto. Päivitetty 6.8.2010. Viitattu 22.3.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/maataloudenymparistotuki/erityisuet.html>

Mavi, Ympäristötuen perus- ja lisätöimenpiteet. 2010. Maaseutuvirasto. Päivitetty 25.2.2010. Viitattu 22.3.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/maataloudenymparistotuki/perusjalisatoimenpiteet.html>

Mavi, Ympäristötuet yhdistyksille. 2010. Maaseutuvirasto. Julkaistu 6.8.2010. Viitattu 28.2.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/maaseudunrahoitus/ymparistotuetyhdistyksille.html>

Miten humus vaikuttaa vesiympäristössä. 2004. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Päivitetty 14.12.2004. Viitattu 14.10.2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=72988&lan=fi#a0>

Meronen, M. 2008. Kaartjoen valuma-alueen suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma. Hämeenlinna: Hämeenlinnan offsetkolmio Oy. Viitattu 7.2.2011. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=84195&lan=fi> ja <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=84196&lan=fi>

MMM tiedote 27.3.2008. Uusi tukijärjestelmä monivaikutteisen kosteikon perustamiseen ja arvokkaiden perinnebiotooppien kunnostamiseen. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 28.2.2011. <http://www.valtioneuvosto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=224243>

Monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitelma ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma Vihtijoen valuma-alueella. 2008. Luonnos 5.3.2008. Viitattu 26.3.2011. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=82002&lan=fi>

Niittymaa, V. 2008. Juha Nepposella takana 8 vuotta suorakylvöä. Maaseudun Tulevaisuus 10.3.2008 [Maaseudun Tiede-liite], 9. Viitattu 7.2.2011. <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n01s09a.pdf>  
Polku: [www.mtt.fi/maaseuduntiede](http://www.mtt.fi/maaseuduntiede) → juttuarkisto → 1/2008 → artikkeli

OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu ja ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta. Kirjautumissivuun viitattu 11.4.2011. <http://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>

Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Viitattu 27.3.2011. <http://www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf>

Ovaska, S., Sipiläinen, T., Ryhänen, M. & Ylätaalo, M. 2006. Tuotantoa kehittävien maitotilojen talous –Suomen IFCN-maitotilatarkastelu vuosille 2005–2014. MTT: selvityksiä 126. Helsinki: MTT Taloustutkimus. Viitattu 22.3.2011. <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts126.pdf>

Paakkinen, M. 23.12.2010. Torhon tulokset. Vastaanottaja Nina Perälä. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 26.3.2011.

PaITuli-paikkatietopalvelu. Kirjautumissivuun viitattu 11.4.2011. <http://www.csc.fi/tutkimus/alat/geotieteet/paikkatieto/paituli>

Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys. 2008. Työvoima- ja elinkeinokeskus & Lounais-Suomen ympäristökeskus. Viitattu 7.2.2011

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64483&lan=fi>

Peltola, A. & Ihalainen, A. 2009. Teoksessa Peltola, A. (toim.) Metsätalouden vuosikirja 2009. Metsätutkimuslaitos. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy, 29–78. Saatavissa kokonaisuudessaan <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/index.html> Viitattu 11.12.2010.

Peltomaa, R. 2009. Säättösalaojituksen, säättökastelun tai kuivatusvesien kierrätyksen hoitotoimenpiteet. Maaseutuvirasto. Viitattu 22.3.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FyGvxJE6/Salaojitus\\_2009\\_suomi.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FyGvxJE6/Salaojitus_2009_suomi.pdf)

Pethman, P. & Auranen, J. 2010. Ympäristötuki 2007– -miten se menikään? Yksityiset maaseutuneuvojat ry. Viitattu 22.3.2011. <http://www.maaseutuneuvojat.fi/kuvat/6454foo24p.pdf>

Priha, M. toim. n.d. Järven- ja joenrantaniityt, jokivarsien tulvaniityt. Perinnebiotooppien hoitokortti 9. Suomen ympäristökeskus, Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 26.3.2011. [http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5jQAjtrvJ/9\\_jarvi.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5jQAjtrvJ/9_jarvi.pdf)

Puustinen, M. & Jormola, J. 2009. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. Maaseutuvirasto. Edita Prima Oy. Viitattu 26.3.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FQNWG8S8/kosteikot\\_2009\\_laskeutusaltaat.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FQNWG8S8/kosteikot_2009_laskeutusaltaat.pdf)

Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Rautio, T. 2007. Maatalousalueiden luonnonmukainen kunnossapito ja hoito. Opetusmateriaalipaketti purovesistöjen tilan parantamisesta. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 11.4.2011. <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=250953&lan=fi&clan=fi>

Remes, M. 2008. Lopen Kaartjärventila ja toimenpidesuositukset. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ympäristöteknologian koulutusohjelma. Opinnäyte-työ.

Reuna, M. 2003. Sadanta ja lumen vesiarvo. Teoksessa Hyvärinen, V. & Korhonen, J. (toim.) Hydrologinen vuosikirja 1996-2000. Suomen ympäristö 599. Helsinki: Edita Prima Oy, 153–168. Saatavissa kokonaisuudessaan <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=57147&lan=fi> Viitattu 12.4.2011.

Reuna, M. 2007. Sadanta ja lumen vesiarvo. Teoksessa Korhonen, J. (toim.) Hydrologinen vuosikirja 2001-2005. Suomen ympäristö 44/2007. Helsinki: Yliopistopaino, 153–168. Saatavissa kokonaisuudessaan

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=265977&lan=fi&clan=fi>  
Viitattu 12.4.2011.

Riihimäen seudun pohjaveden suojelusuunnitelma. 2004. Hämeen ympäristökeskus, Hausjärven kunta, Lopen kunta ja Riihimäen kaupunki. Viitattu 5.10.2010.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=73375&lan=FI>

Salomäki, P., Siltala, M. & Siltala, S. 2007. Hämeen helmiä vuosisatojen muovaamaa maisemaa [opas maaseudun maiseman hoitoon]. 2. painos. Padasjoen kirjapaino.

Sameus vedenlaatua kuvaavana muuttujana. 2011. Hämeen ELY. Päivitetty 14.1.2011. Viitattu 27.3.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17452&lan=fi>

Sarvilinna, A., Laitinen, L., Järvenpää, L. & Jormola, J. 2008. Purojen hoito maatalousalueilla. Suomen ympäristökeskuksen esite. Viitattu 11.4.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=82588&lan=sv>

Schulz, T. 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen maatalouteen. Helsingin yliopisto. Viitattu 30.11.2010.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=114258&lan=en>

Seppänen, H. 1984. Sovellettu limnologia I. Espoo: Otakustantamo.

Seuna, P. & Vehviläinen, B. 1986. Eroosio ja kiintoaineen kulkeutuminen. Teoksessa Mustonen, S. (toim.) Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys r.y, 226–255.

Suomeen yli 8 miljoonaa euroa Life-rahoitusta. 2010. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 6.10.2010. Viitattu 26.3.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=367260&lan=fi&clan=fi>

Syrjälä, K. & Järvenpää, L. (toim.). 2010. Silta- ja rumpulausuntojen valmistelu –ilmastonmuutoksen huomioonottaminen. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 9.12.2010.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=116919&lan=fi>

Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö limnologian perusteet. Tampere: Tammer-paino Oy.

Tarvainen, M. 2010. Valuma-alueen merkitys vesiensuojelussa. VOPPE – koulutus. Eura. 25.1.2010. Pyhäjärvi-instituutti. Esitysmateriaali. [Saata-vissa internetissä] Viitattu 23.11.2010. [http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/tarvainen\\_valuma-alue.pdf](http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/tarvainen_valuma-alue.pdf)

Tarvitaanko vesilupa? 2010. Ympäristöhallinto. Päivitetty 25.1.2010. Viitattu 31.1.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1588&lan=fi>

Torho. n.d. Järvien vedenlaatu Loppi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Viitattu 13.12.2010. [http://www.kvvy.fi/cgi-bin/jarvitiedot\\_loppi.pl?jarvi=Torho](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/jarvitiedot_loppi.pl?jarvi=Torho)

Täyttoohjeet 2010. 2010. Maaseutuvirasto. Viitattu 22.3.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuet/hakuopas/5nSmhVQG6/Tayttoohjeet\\_2010.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuet/hakuopas/5nSmhVQG6/Tayttoohjeet_2010.pdf)

Uusi-Kämpä, J. & Jauhiainen, L. 2010. Long-term monitoring of buffer zone efficiency under different cultivation techniques in boreal conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137, 75–85.

Uusi-Kämpä, J. & Kilpinen, M. 2000. Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Viitattu 8.2.2011. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/MTT/JULKAISUT/paattyneet/sarjaa/asarja83.pdf>

Vakkilainen, P., Koskela, J., Hepojoki, A. & Kuusisto, E. n.d. Valunta. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitoksen luentomateriaali. Teknillinen korkeakoulu. Viitattu 23.11.2010. <http://www.water.tkk.fi/wr/kurssit/Yhd-12.1020/Luento4.pdf>

Vehviläinen, B.1981. Joen kiintoainekulkeuman määräytsestä. Vesihallituksen tiedotus 216. Helsinki: valtion painatuskeskus.

Venäläinen, A. 2009. Ilmastonmuutos ja sään ääri-ilmiöt. Kevät seminaari. 26.3.2009. Ilmansuojeluyhdistys ry. Esitysmateriaali. Ilmatieteen laitos. [Saatavilla internetissä] Viitattu 16.3.2011. <http://www.isy.fi/kevat2009/venalainen-aari-ilmiot.pdf>

Vesiasetus 282/1962. 6.4.1962. Viitattu 13.4.2011. [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1962/19620282?search\[type\]=pika&search\[pika\]=vesiasetus](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1962/19620282?search[type]=pika&search[pika]=vesiasetus)

Vesilain mukaiset luvat eli vesiluvat. 2010. Aluehallintovirasto. Päivitetty 4.1.2010. Viitattu 20.1.2011. <http://www.avi.fi/fi/ymparistoluvat/Vesilainmukaisetasiat/Sivut/default.aspx>

Vesistöaluehierarkian kulku. 2010. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 12.5.2010. Viitattu 21.9.2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8122&lan=fi>

Veteen sekoittuneen kiintoaineen mittaaminen. 2004. RiverLife ymparisto.fi-sivustolla. Päivitetty 21.5.2004. Viitattu 23.12.2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11514&lan=fi>

Valpasvuo-Jaatinen, P. 2007. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Edita Prima Oy. Viitattu 5.4.2011. [http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FyF2cmm5/Suojavyohyke\\_2007.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FyF2cmm5/Suojavyohyke_2007.pdf)

Viinikka, J. 15.3.2011. Kirjeen sisältö, saate sekä Topenonjoen ja Kaartlammin vedenlaatu vuonna 2009 –raportti. Raportin tuottanut Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry Lopen kunnan toimeksiantamana. Vastaanottaja Nina Perälä. [Kirje]. Viitattu 27.3.2011.

Viinikkala, J., Mykkänen, E. & Ulvi, T. 2005. Ruoppaus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita Prima Oy, 211–226.

VL, Vesilaki 264/1961. 19.5.1961. Viitattu 13.4.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1961/19610264>

VNa, Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla nro 542/2003. 11.6.2003.

von Weissenberg, M. 2010. Luonnonhoitopelto –lottovoitto riistanhoitotyölle. Jahti 1/2010, 46–48. Viitattu 7.2.2010. [http://www.metsastajaliitto.fi/liitteet/jahti/jahti2010\\_1\\_s46.pdf](http://www.metsastajaliitto.fi/liitteet/jahti/jahti2010_1_s46.pdf)

Yhteisaluelaki 758/1989. 18.8.1989. Viitattu 31.1.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1989/19890758>

Yleistä tilatuesta. 2011. Maaseutuvirasto. Päivitetty 14.2.2010. Viitattu 24.3.2011. <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuet/tilatuki.html>

Ylä-Kälkäjärven kunnostustöitä on jatkettu tänä talvena – tavoitteena järven tyhjentäminen kesään mennessä. 2010. Keski-Suomen ELY. Tiedote 22.3.2010. Viitattu 7.1.2011. <http://ely.combo.fi/fi/tiedotepalvelu/2010/Sivut/YlaKalkajarvenkunnostustoitaojatkettutanatalvena.aspx>

Ympäristö. 2011. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Päivitetty 22.3.2011. Viitattu 20.1.2011. <http://www.ely-keskus.fi/fi/Ymparisto/Sivut/default.aspx>

Ympäristölupapäätös Nro YLO/lup/2/03. 2003. [Ympäristölupapäätös, joka koskee Lopen kunnan Kaartjärven jätevedenpuhdistamon toimintaa.] Viitattu 21.9.2010. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=11869&lan=fi>

Ympäristöministeriön muistio 4.9.2008. Vesiensuojelukosteikon rakentaminen ja luvantarve. Liitteenä verkkodokumentissa Anttila, S. Maatalousalueiden monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma Vääräjoki: Sievi ja Rautio. Verkkodokumentti saatavissa [http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/pohjoispohjanmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/esitteet\\_ ja\\_erillisjulkaisut/Documents/Erillisjulkaisut/Maatalousalueiden\\_monivaikutteis-ten\\_kosteikkojen\\_ ja\\_luonnon\\_monimuotoisuuden\\_yleissuunnitelma,\\_V%C3%A4r%C3%A4joki.pdf](http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/pohjoispohjanmaanely/Ajankohtaista/Julkaisut/esitteet_ ja_erillisjulkaisut/Documents/Erillisjulkaisut/Maatalousalueiden_monivaikutteis-ten_kosteikkojen_ ja_luonnon_monimuotoisuuden_yleissuunnitelma,_V%C3%A4r%C3%A4joki.pdf) Viitattu 31.1.2011.

Ympäristövaliokunta kohtuullistaa ja selkeyttää hajajätevesien käsittelyvaatimuksia. 2011. Eduskunta. Viitattu 5.2.2011.  
<http://web.eduskunta.fi/Resource.phx/pubman/templates/17.htm?id=3886>

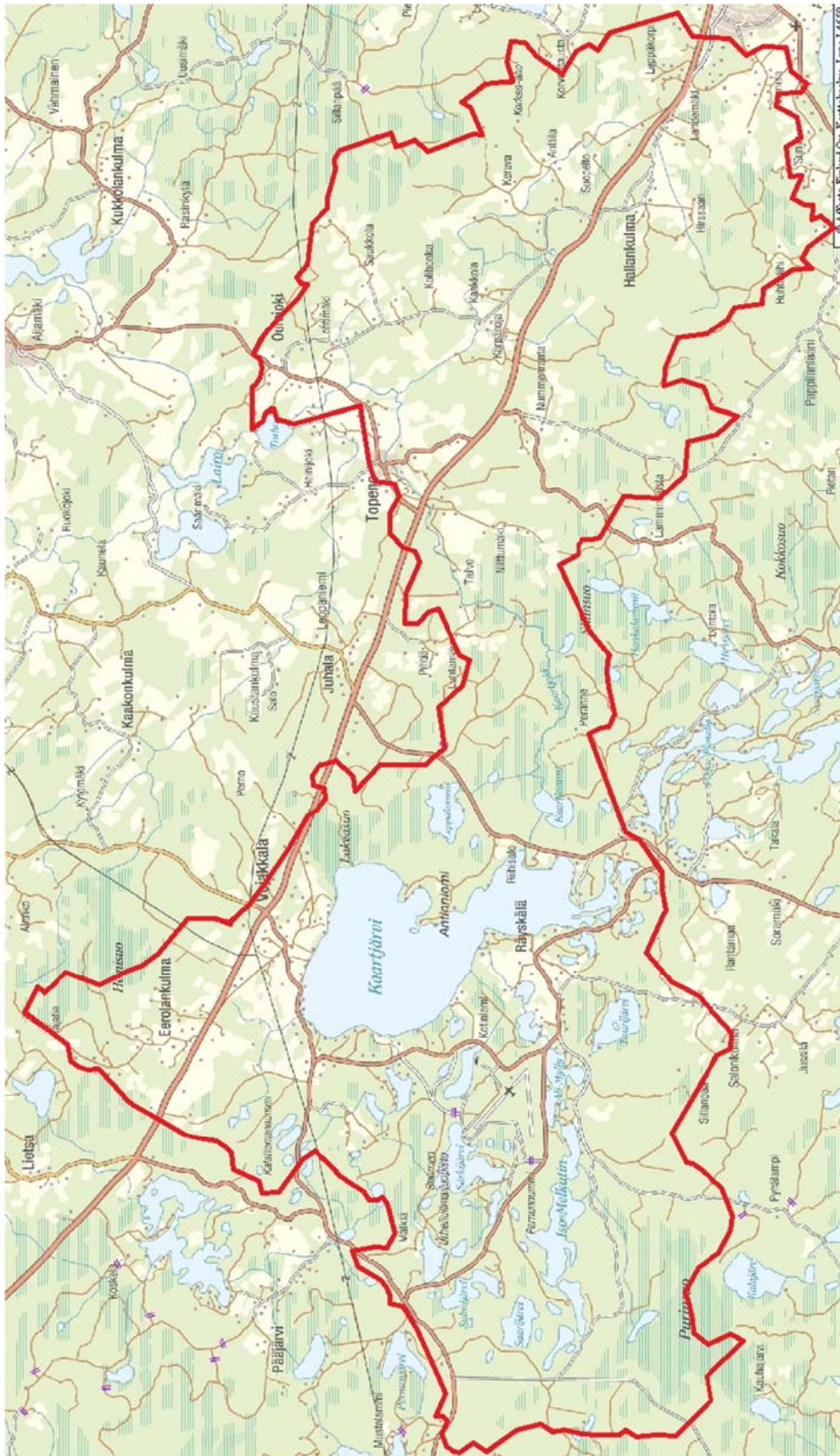
YSL, Ympäristönsuojelulaki 86/2000. 4.2.2000. Viitattu 13.4.2011.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>

#### HAASTATTELUT

Hirvonen, A. 2011. Maisemasuunnittelija. ProAgria Häme/Maa- ja kotitalousnaiset. Haastattelu 31.3.2011.

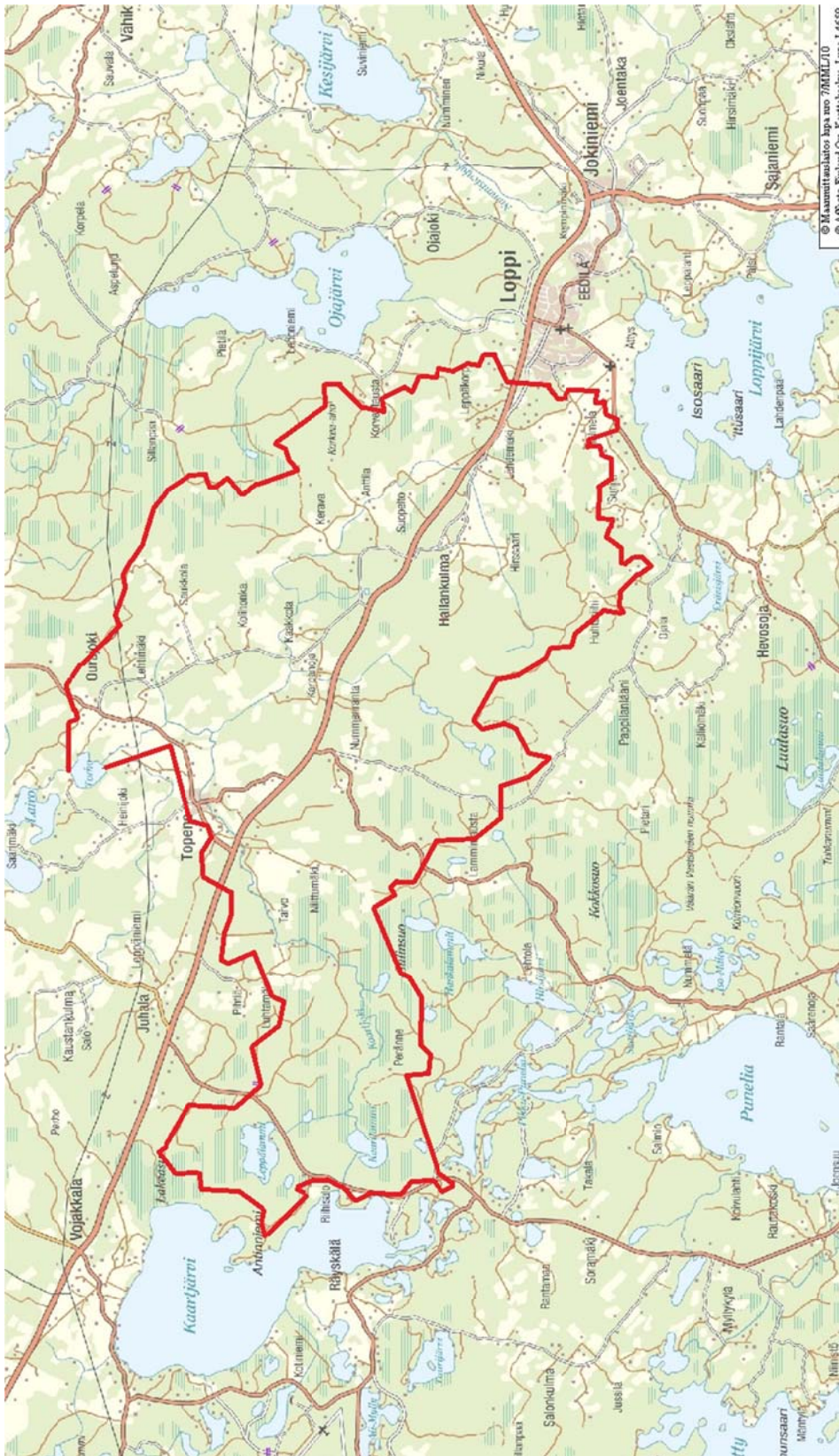
Kuparinen, K. 2011. Torhon-, Lairon-, Paloniityn-ym. järjestely-yhtiön päätoimitsija. Haastattelu 14.4.2011.

TORHON VALUMA-ALUEKARTTA (KAARTJÄRVEN JA KAARTJOEN VALUMA-ALUEET YHDESSÄ)



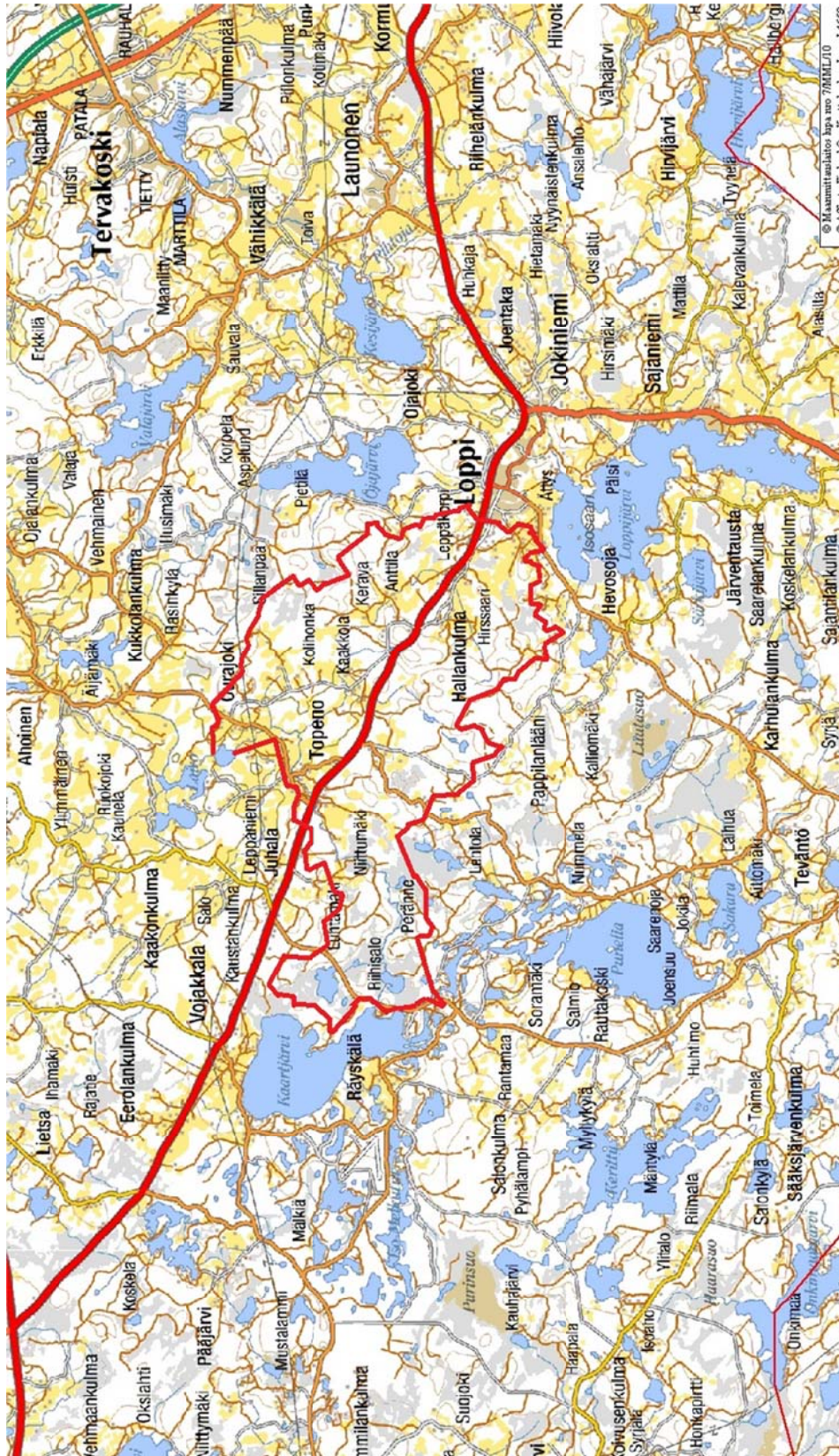
© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10  
Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10  
(OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 18.11.2010)

KAARTJOEN VALUMA-ALUEEN KARTTA



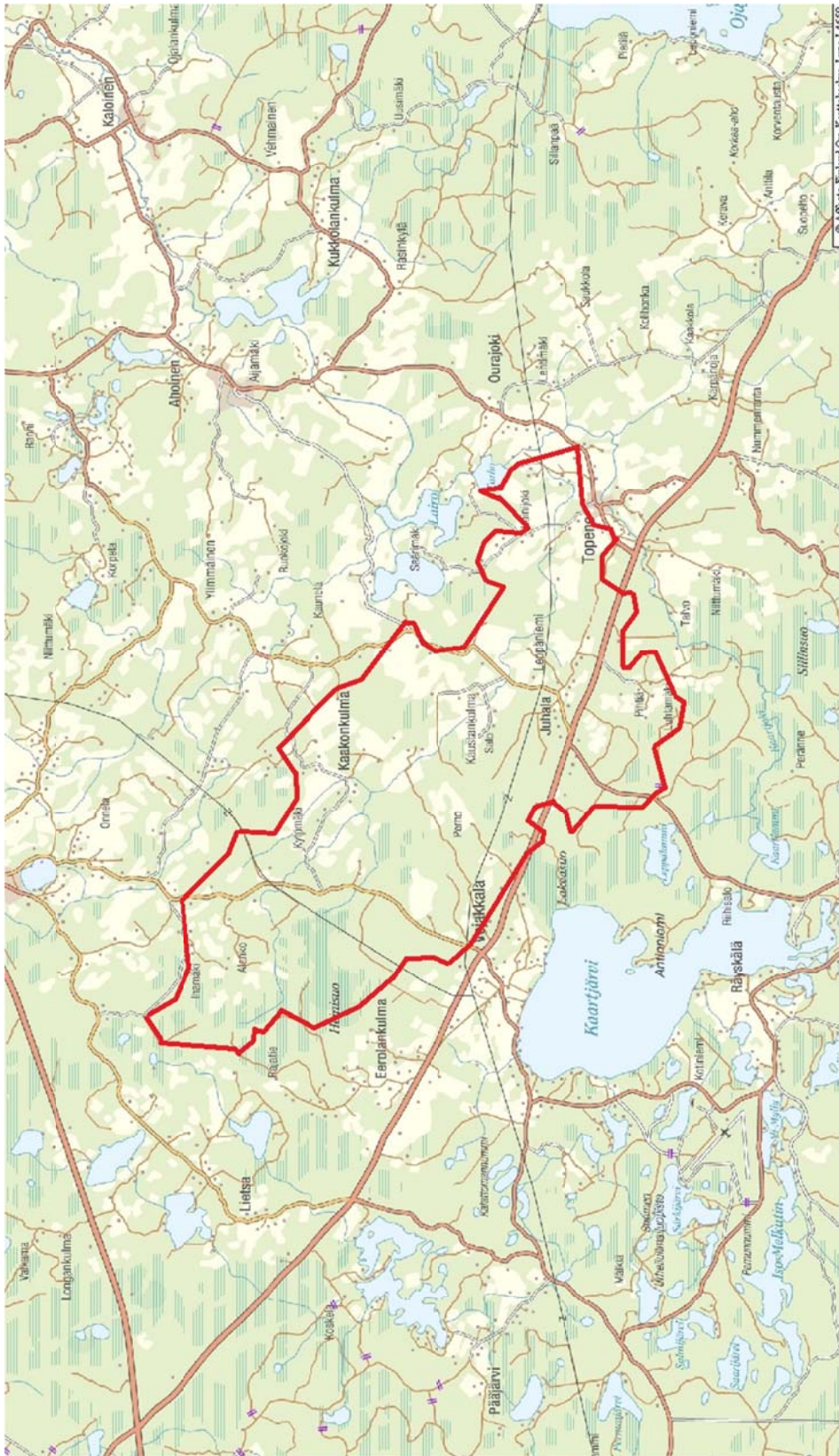
© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10  
Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10  
(OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.9.2010)

LAAJA KAARTJOEN VALUMA-ALUEEN KARTTA



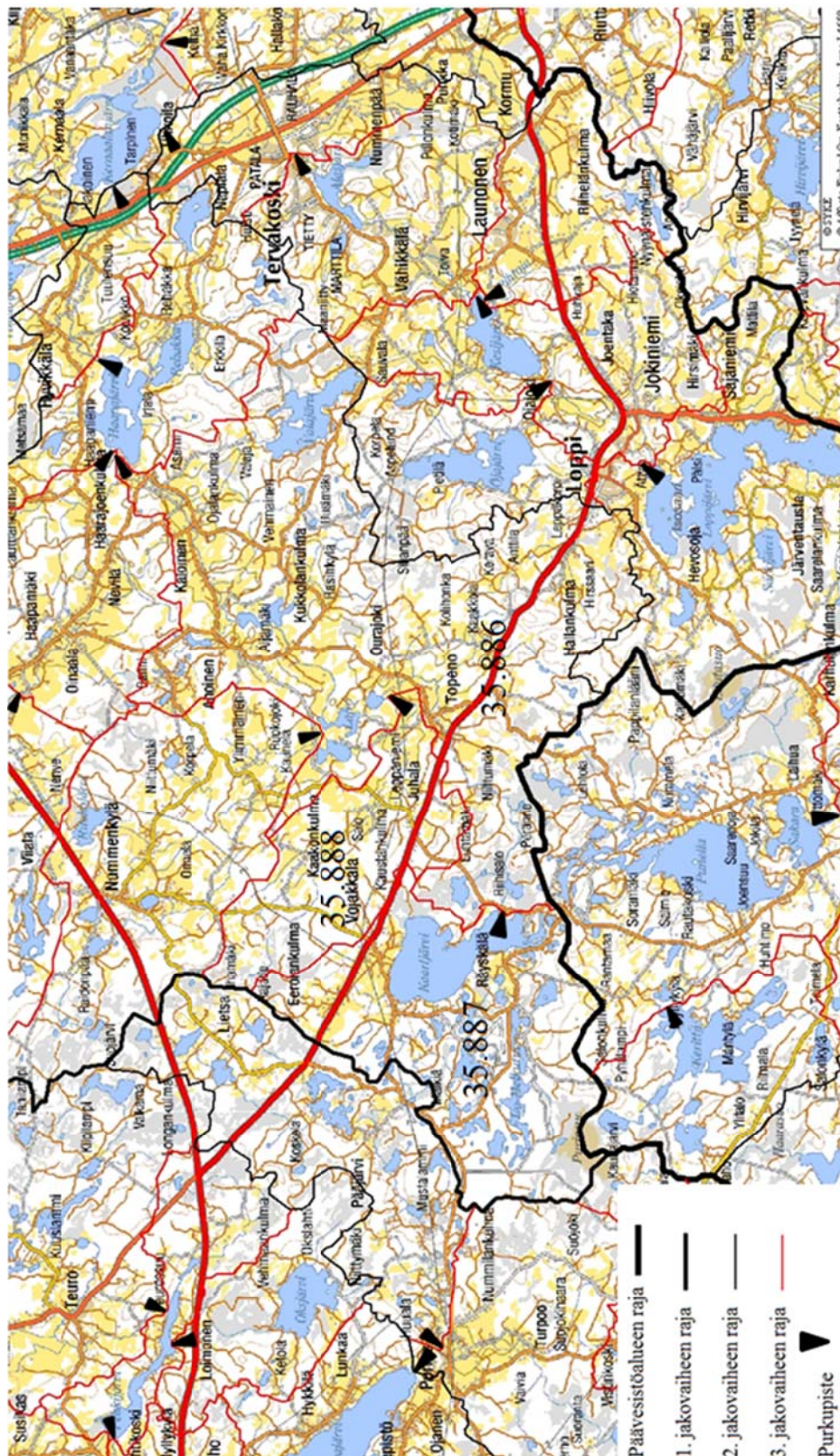
© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10  
 Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10  
 (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.9.2010)

HEINIJOEN VALUMA-ALUEKARTTA



© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10  
Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10  
(OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 23.9.2010)

ALUE- JA VALUMA-ALUEKARTTA PURKUPISTEINEEN TORHON LÄHEISYYDESSÄ



© Maanmittauslaitos, lupa nro 051/MML/10  
 Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 051/MML/10  
 (OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 22.12.2010)

## TORHON VUODEN 2003 VESINÄYTTEIDEN TULOKSET

Kokemäenjoen vesistön vesienhuoltojärjestys ry  
Vesinäytteiden tutkimustuloksia

Lopen järvitutkimukset (LOPPI)

Pvm.	Hexpaikka	Lämpötila Syyrys (m)	*Happi mg/l	Kyll.%	*Samsus FNU	*Sähkönj mS/m	*Alkalin mmol/l	*pH	*Väri mg/l Pt	*COClMe mg/l O2	*Kok.N µg/l	Kok.P µg/l
4.2.2003	LOPPI / TORHO	Torho	Lumi 1 dm; Jää 6 dm; No 13.45; Näyt.ottaja JI; Kok.syy. 1,8 m; ilm.til. -14 °C; Pihv. 8 l/6; Tuulnoip. 7 m/s; Tuulisuunt. 90;									
1,0		0,2	10,1	69	2,8	10,4	0,43	6,7	40	6,9	670	11

FINAS akkreditoitu testilaboratorio T064  
\* akkreditoitu määritys. Mitäusepävarmuusliefdot toimitetaan pyydetiässä.

(Paakkinen, sähköpostiviesti 23.12.2010)

## KOKONAISFOSFORI- JA KIINTOAINEPITOISUUDET KAARTJOEN VEDENLAATUTULOKSISTA VUOSILTA 1993–2008

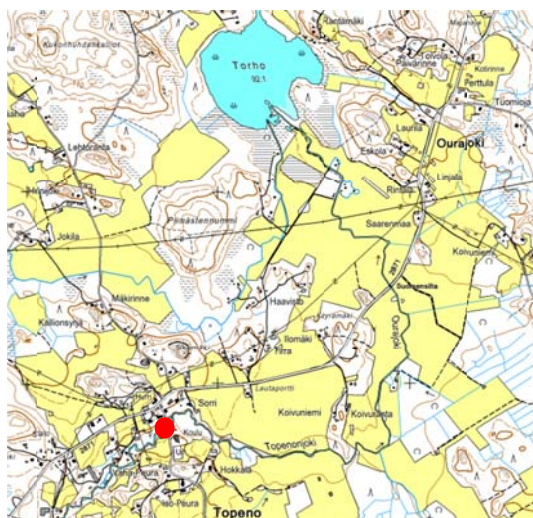
Taulukko 7 Kaartjoen kokonaisfosfori pitoisuus yksikkönä µg/l

Kuu- kausi	Helmi- kuu	Maalis- kuu	Huhti- kuu	Touko- kuu	Kesä- kuu	Elo- kuu	Loka- kuu	Marras- kuu
<b>Vuosi</b>								
1993			29 ja 34					13
2003		20		38		12	14	
2004		16		16		27	21	
2005		21			23	27	19	
2006	14			26		22	28	
2007		19		18		13	16	
2008			46	26		11	15	

Taulukko 8 Kaartjoen kiintoainepitoisuus yksikkönä mg/l

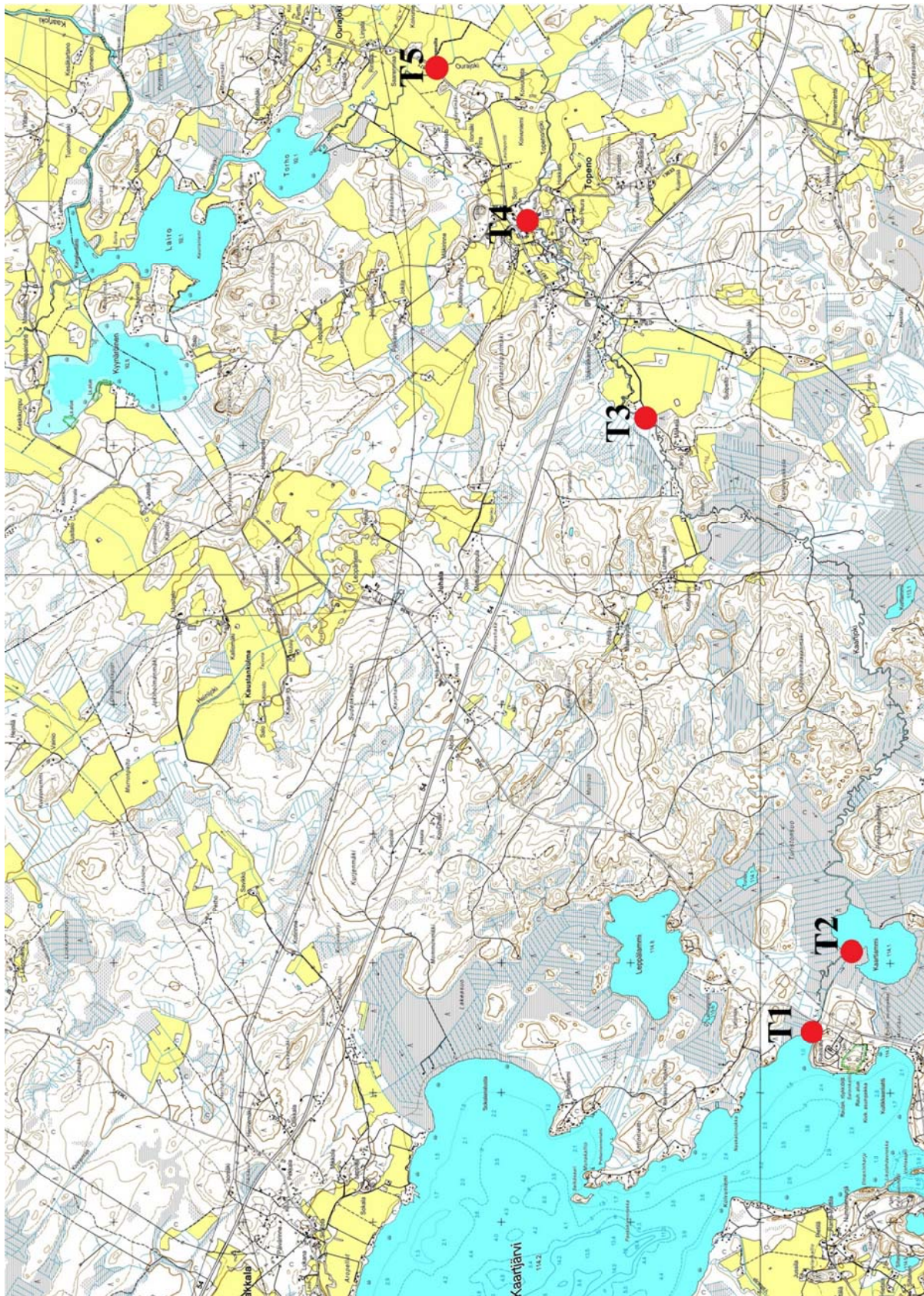
Kuukau- si	Helmi- kuu	Maalis- kuu	Huhti- kuu	Touko- kuu	Kesä- kuu	Elokuu	Loka- kuu
<b>Vuosi</b>							
1993			-				
2003		0,2		6,1		0,3	0,8
2004		3,6		3,4		12	4,7
2005		13			4,8	2,3	1,8
2006	2			10		2	2,5
2007		5,1		3,9		2	2
2008			29	9,3		2	2

(OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu 12.10.2010)



Kuva 11 Vedenlaatumittauksien näytteenottoaikka on merkitty karttaan punaisella. (Pohjakartta ©Maanmittauslaitos, 2010)

KAARTJOEN VESINÄYTTEIDEN HAVAINTOPAIKAT



(Viinikka, kirje 15.3.2011) (Pohjakartta © Maanmittauslaitos, 2010)

## KAARTJOESTA VUOSINA 2003–2009 OTETTUIJEN VESINÄYTTEIDEN TULOKSET

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y. Vesinäytteiden tutkimustuloksia														
Plenpuhdistamon vesistötarkkila (TOPENO)														
Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	Lämpötilä °C	*Happi mg/l	Kyll.%	*Sameus FNU	*Sähkönj mS/m	*pH	*Väri mg/l Pt	*COD(Mn) mg/l O2	*Kok.N µg/l	*NH4-N µg/l	*Kok.P µg/l	*Lampkoil pmy/100 ml	*Klorof mg/m3
11.3.2009	TOPENO / T1 Kaartjärven luusua, yp Klo 14:50; Näytt.ottaja JI;	0,2	0,8	12,6	88	1,0	6,7	7,0	80	10	530	17	9	0
11.3.2009	TOPENO / T2 Kaartlammen yläpuoli, ap Klo 13:05; Näytt.ottaja JI;	0,2	0,8	12,6	88	0,99	6,7	7,0	80	20	540	17	11	<2
11.3.2009	TOPENO / T3 Topenon kylän yläpuoli Klo 14:45; Näytt.ottaja JI;	0,2	0,1	12,6	87	3,0	6,7	7,1	80	11	560	26	13	2
11.3.2009	TOPENO / T4 Topenon kylän alapuoli Klo 16:00; Näytt.ottaja JI;	0,2	0,3	13,3	92	3,6	6,8	7,2	90	12	570	28	12	0
11.3.2009	TOPENO / T5 Topenon alapuoli Klo 16:10; Näytt.ottaja JI;	0,2	0,2	13,0	89	6,1	7,5	7,1	100	12	730	38	17	6
31.3.2009	TOPENO / KL Kaartlammi Näytt.ottaja JIa;	1,0	0,5	8,6	60	1,7	7,0	6,7	E	12	580	30	12	0
3.8.2009	TOPENO / KL Kaartlammi Kok.syv. 1,3 m; Klo 11:10; Näytt.ottaja RO;	1,0 0-2	20,5	8,1	90	1,5	6,5	7,5	45	8,0	460	<7	15	1 2,6
3.8.2009	TOPENO / T1 Kaartjärven luusua, yp Klo 10:45; Näytt.ottaja RO;	0,2	18,5	8,3	89	0,98	6,5	7,4	40	6,7	370	7	10	~8
3.8.2009	TOPENO / T2 Kaartlammen yläpuoli, ap Klo 11:00; Näytt.ottaja RO;	0,2	18,5	8,2	88	1,1	6,5	7,4	40	6,2	370	9	10	8

FINAS akkreditoitu testauslaboratorio T064  
\*akkreditoitu määritys. Mittauspöytäkirjat toimitetaan pyydettäessä.

(Viinikka, kirje 15.3.2011)

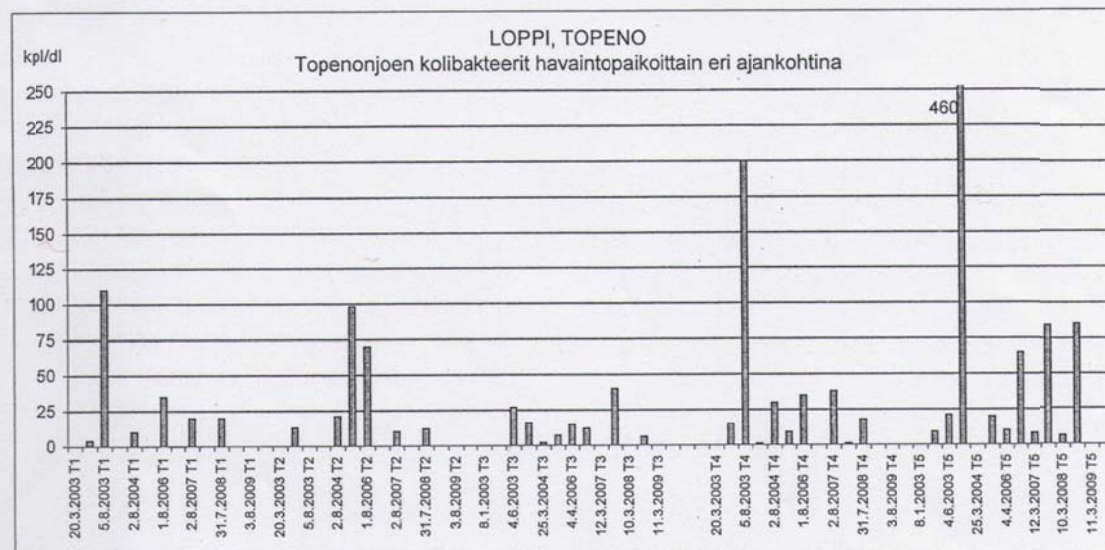
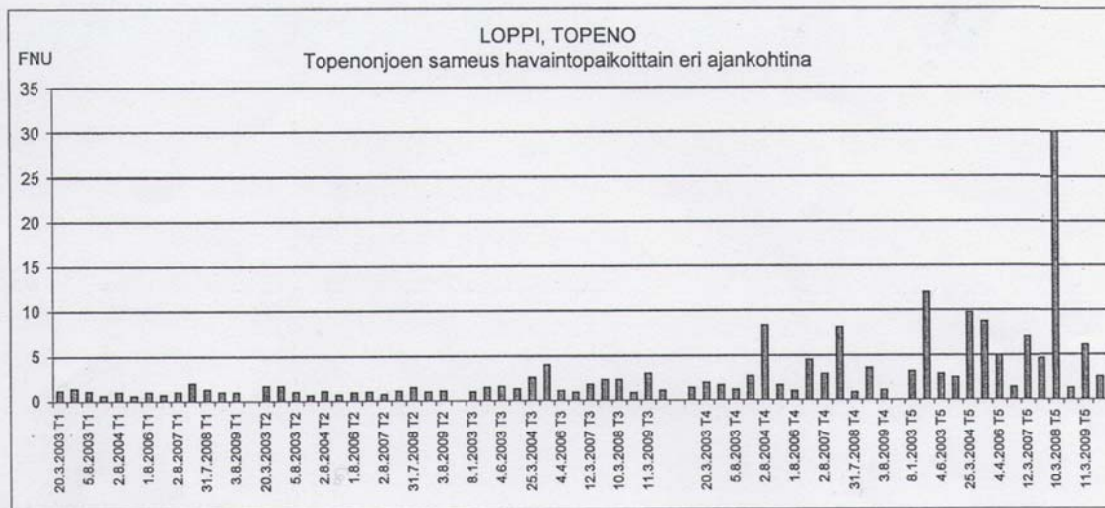
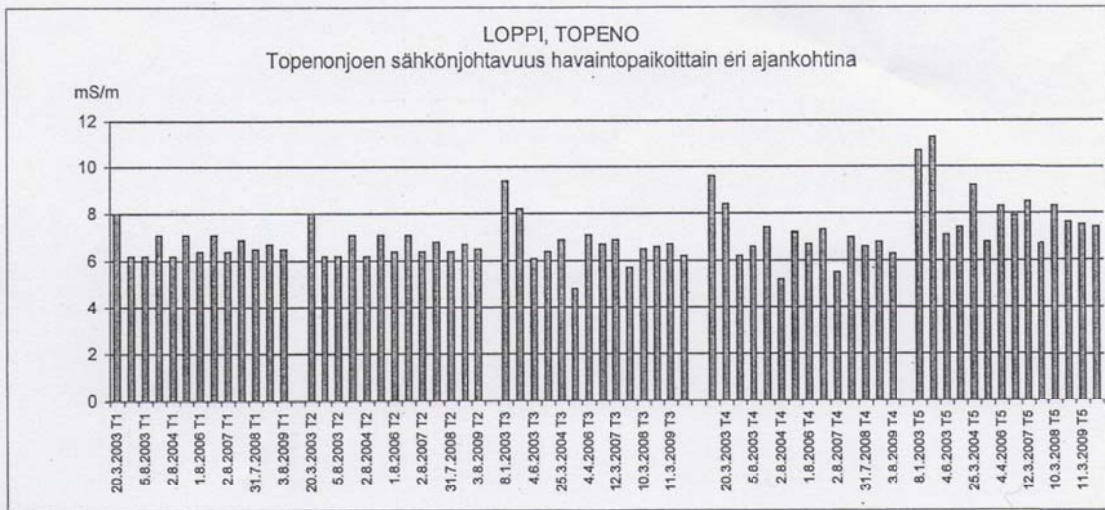
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y.  
Vesinäytteliden tutkimusluoksia

Pienpuhdistamon vesistöarkkilu (TOPENO)

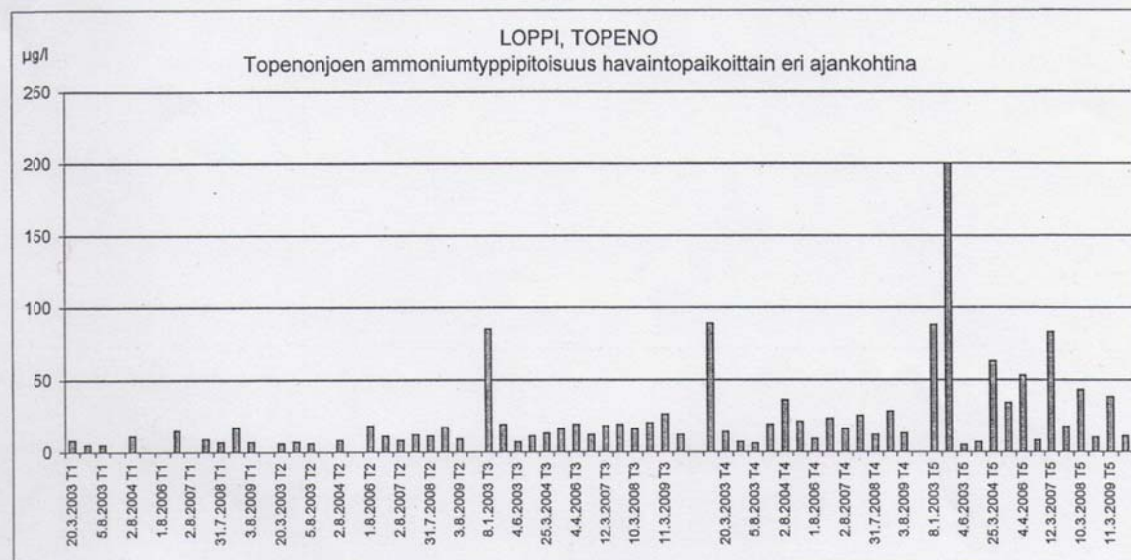
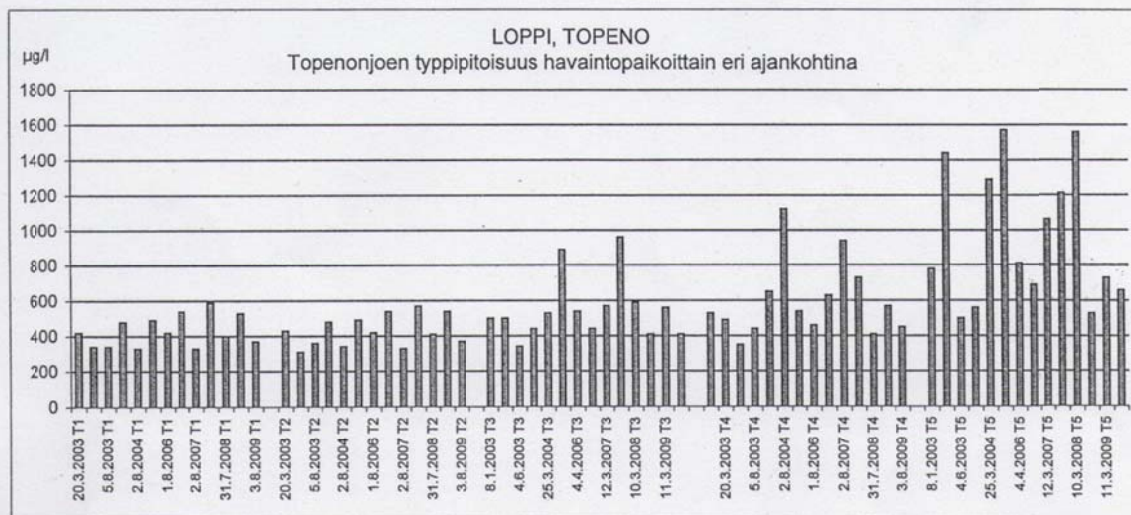
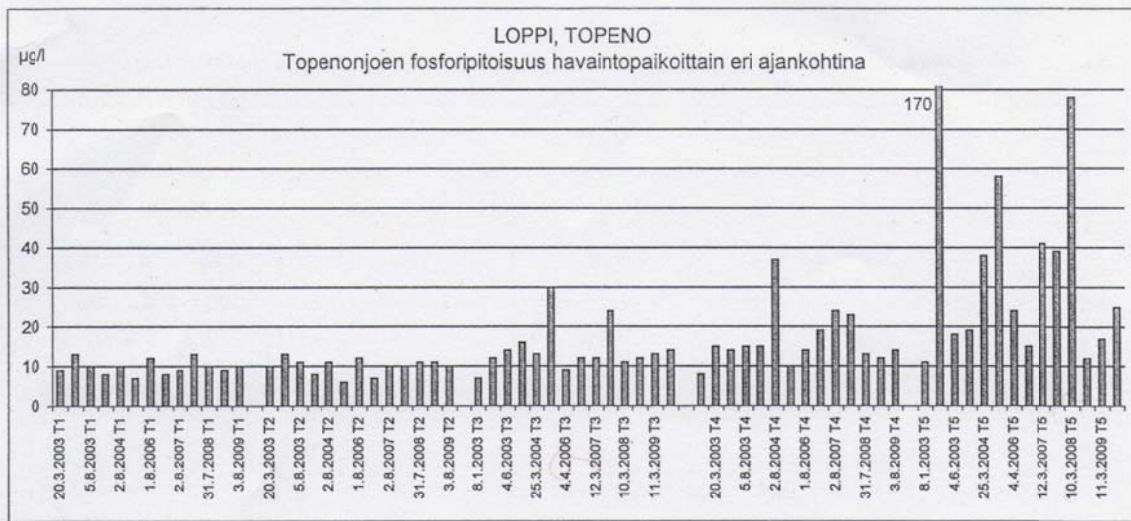
Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	Lämpötilä °C	*Happi mg/l	Kylli. %	*Sameus FNU	*Sihtkoij mS/m	*pH	*Väri mg/l Pt	*CO <sub>2</sub> (m)	*Kok.N µg/l	*NH <sub>4</sub> -N µg/l	*Kok.P µg/l	*Lampkoif pmy/100 ml	*Klorof mg/m <sup>3</sup>
3.8.2009	TOPENO / T3 Topenon kylän yläpuoli Klo 12:00; Näytt.ottaja RO;	0,2	17,8	7,4	78	1,1	6,2	7,2	65	11	410	12	14	11
3.8.2009	TOPENO / T4 Topenon kylän alapuoli Klo 12:15; Näytt.ottaja RO;	0,2	17,8	8,5	90	1,1	6,3	7,3	90	10	450	13	14	~26
3.8.2009	TOPENO / T5 Topenon alapuoli Klo 12:30; Näytt.ottaja RO;	0,2	17,5	8,5	89	2,6	7,4	7,2	130	15	660	11	25	~120

FINAS akkreditoitu testauslaboratorio T064  
\*akkreditoitu määrittäminen. Mittausepävarmuustiedot toimitetaan pyydettyinä.

(Viinikka, kirje 15.3.2011)



(Viinikka, kirje 15.3.2011)



(Viinikka, kirje 15.3.2011)

## LUMEN VESIARVON TAUSTATIEDOT

Lumen vesiarvon keskimääräinen vuosimaksimi vuosina 1952–1984

Lumen vesiarvon keskimääräinen vuosimaksi on katsottu vuosien 1952–1984 keskiarvon ilmoittamasta kartasta, jonka mukaan  $MW_{\max}$  Lopen alueella on 120 mm ( $\text{kg/m}^2$ ). (Syrjälä & Järvenpää toim. 2010, 12.)

Lumen vesiarvon mittaustulokset vuosina 1996–2005

Lumen vesiarvot vuosina 1996–2005 on katsottu Hydrologisista vuosikirjoista, joissa lumen vesiarvo on ilmoitettu tiettyinä päivinä, joka yleensä on 16.3. Alla on esitetty lumen vesiarvo millimetreinä Lopen alueella tiettyinä päivinä

- 16.3.1996 81–130 mm  $ka=105,5$  mm
- 31.3.1997 < 40 mm  $ka=40,0$  mm
- 16.3.1998 41–80 mm  $ka=60,5$  mm
- 16.3.1999 81–130 mm  $ka=105,5$  mm
- 16.3.2000 81–130 mm  $ka=105,5$  mm
- 16.3.2001 41–80 mm  $ka=60,5$  mm
- 16.3.2002 81–130 mm  $ka=105,5$  mm
- 16.3.2003 41–80 mm  $ka=60,5$  mm
- 16.3.2004 81–130 mm  $ka=105,5$  mm
- 16.3.2005 41–80 mm  $ka=60,5$  mm
- Lumen vesiarvon keskiarvo 1996–2005 on noin 80 mm ( $\text{kg/m}^2$ )

Vuosien 1996–2005 arvot perustuvat varmuudella pääosin Suomen ympäristökeskuksen tekemiin linjamittauksiin, joita tehdään lumenpunnituksina. Aluearvojen määrittämisessä on käytetty myös sademittaustuloksia, matemaattisia malleja ja gammamittauksia. Lumen vesiarvo pystytään näillä menetelmillä määrittämään hyvissä olosuhteissa noin 5 % tarkkuudella. (Reuna 2007, 153–155; Reuna 2003, 153–155.)

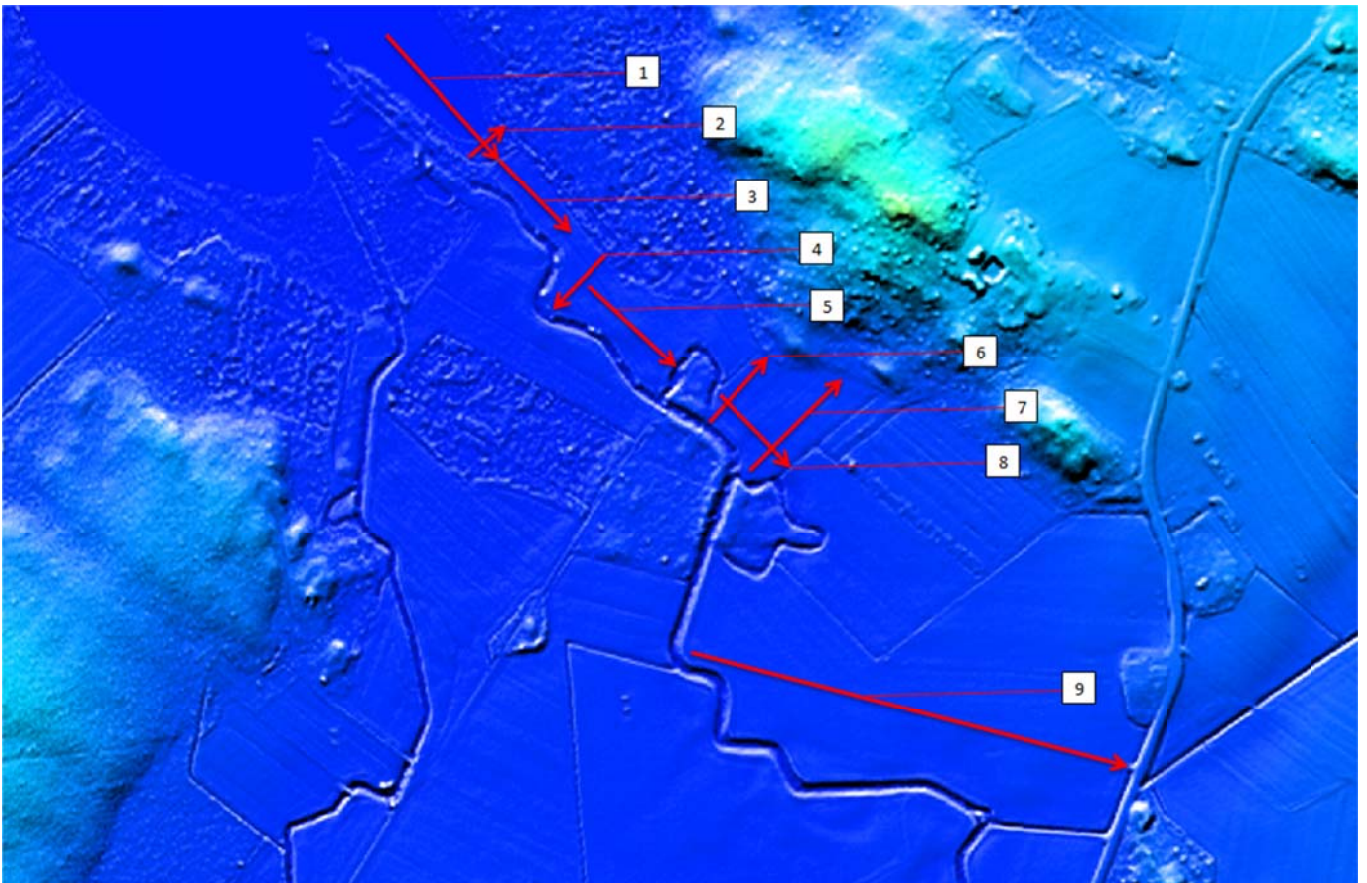
## VIRTAAMAYHTEENVEDON LASKELMAT

- Vuorokauden mitoitusvirtaama:  $Q_d = (60 \cdot 60 \cdot 24) \text{ s/d} \cdot 5,9 \text{ m}^3/\text{s} \approx 509\,800 \text{ m}^3/\text{d}$
- Varastotilavuus:  $Q_d = (60 \cdot 60 \cdot 24) \text{ s/d} \cdot 5,9 \text{ m}^3/\text{s} \approx 509\,800 \text{ m}^3/\text{d}$
- Esimerkki kosteikon pinta-ala:  $509\,800 \text{ m}^3 / 0,6 \text{ m} \approx 85 \text{ ha}$
- Esimerkki tulvatasanteen pituus:  $\frac{509\,800 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3/\text{m}} \approx 255\,000 \text{ m} \approx 255 \text{ km}$

## TORHON ALUEEN KORKEUSVAHTELUT

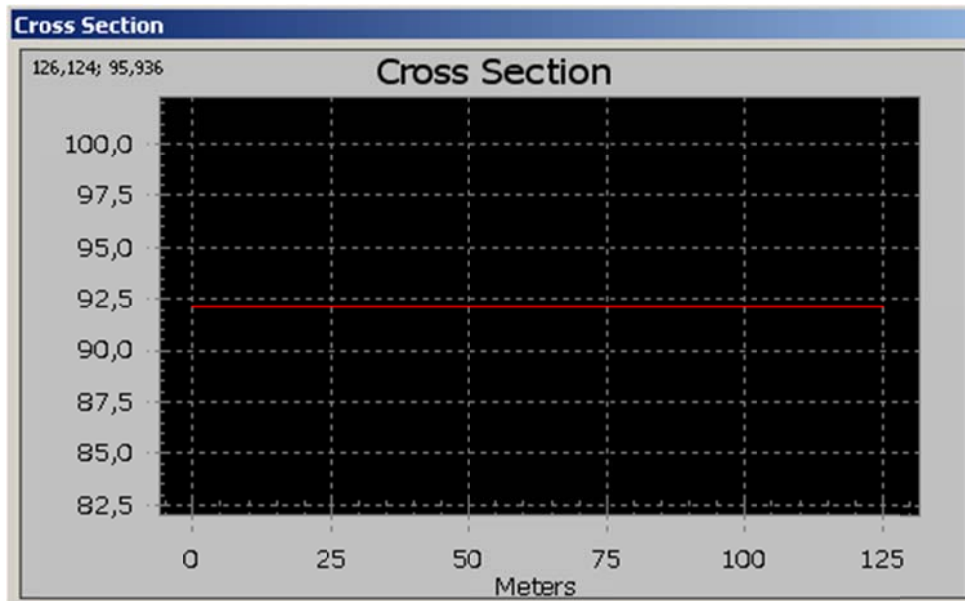
Torhon alueen korkeusvaihteluja tutkittiin Maanmittauslaitoksen tuottamasta aineistosta MapInfo-ohjelmiston avulla. Maanmittauslaitoksen uusi valtakunnallinen korkeusmalli on tuotettu laserkeilausaineistoilla. Mitattava ruutukoko tässä aineistossa on 2 m x 2 m ja korkeustiedon tarkkuus on noin 30 cm.

Alla olevissa kuvissa on esitetty korkeusvaihteluja Torhon alueella niin, että diagrammi osoittaa x-akselilla kuinka pitkältä matkalta korkeustietoa on mitattu ja y-akselilla miten korkeudet vaihtelevat tällä matkalla. Y-akselin korkeudet on diagrammeissa ilmoitettu metreinä merenpinnasta. Kuvassa kymmenen on esitetty kohdat, joilta korkeustieto on tuotettu ja liitetty kohdat numeroinnilla diagrammeihin. (PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

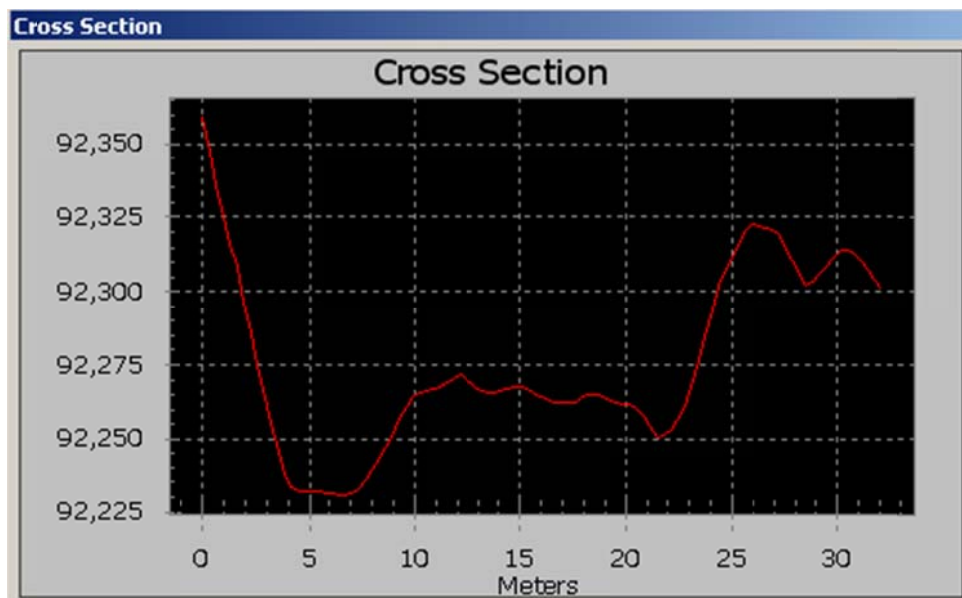


Kuva 12 Kuvassa on esitetty MapInfo-ohjelmistolla tuotettujen korkeusdiagrammien sijainnit Torhon alueella. (PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.) (Korkeusmalli ©Maanmittauslaitos, 2010)

TORHON ALUEEN KORKEUSVAIHTELUT



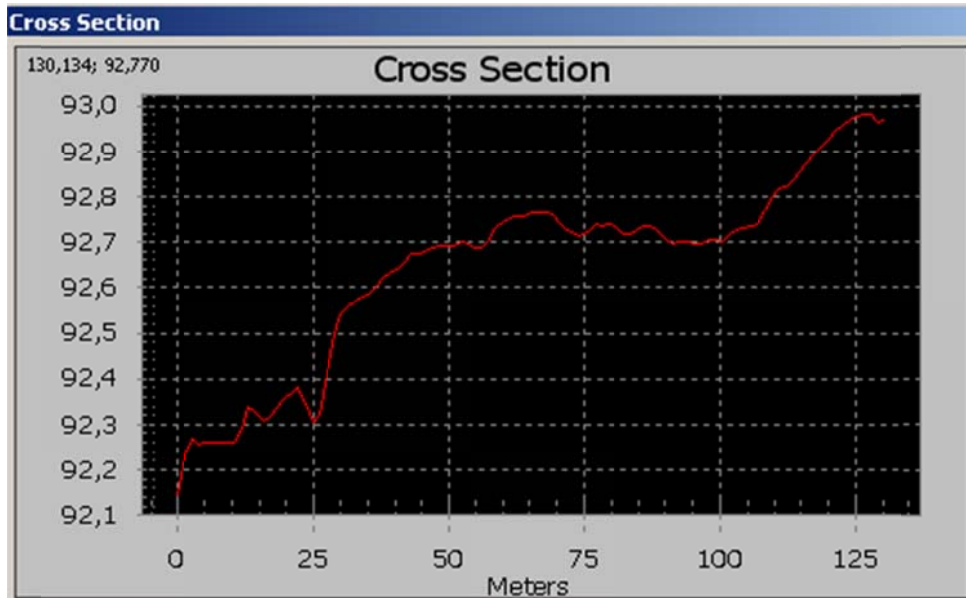
Kuva 13 Nuolen yksi osoittama korkeuskäyrä. Järven keskivedenpinnan ja vesijättöalueen korkeuserot ovat hyvin pienet.



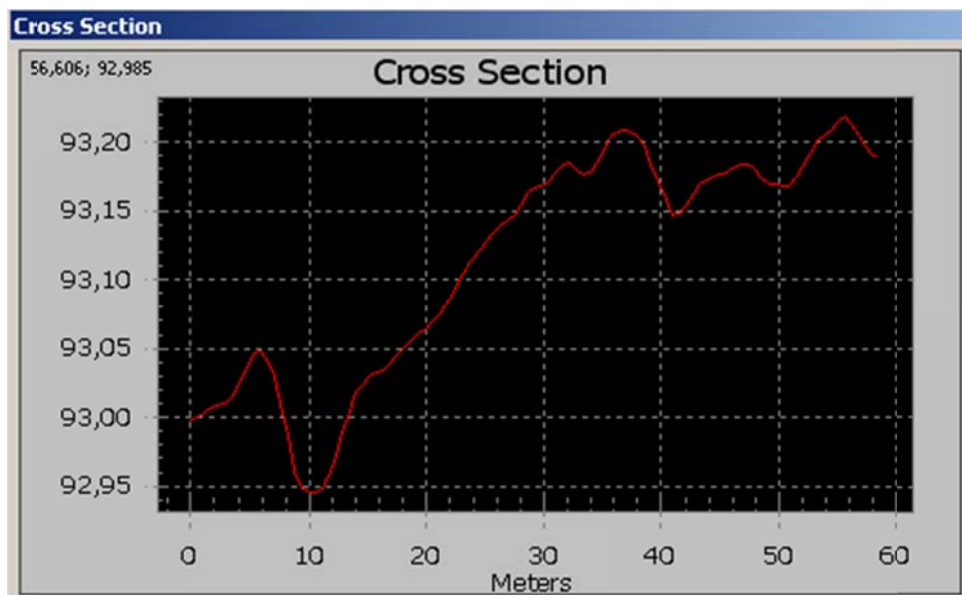
Kuva 14 Nuolen kaksi osoittama korkeuskäyrä. Korkeusvaihtelut ovat hyvin pieniä ja ne mahtuvat mittatarkkuuden virhemarginaaliin.

(PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

TORHON ALUEEN KORKEUSVAIHTELUT



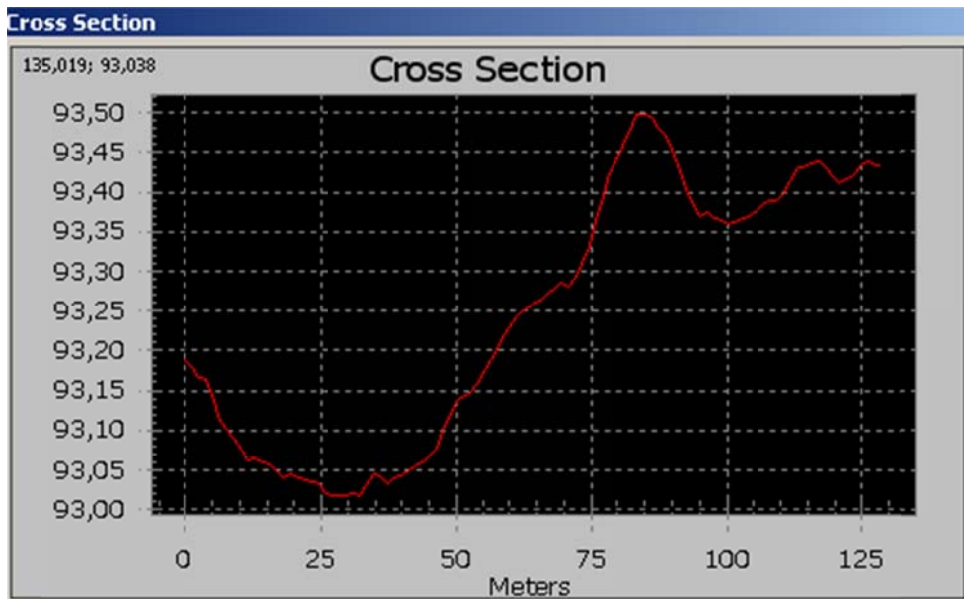
Kuva 15 Nuolen kolme osoittama korkeuskäyrä. 125 metrin matkalla maanpinnan korkeus muuttuu noin 0,8 metriä.



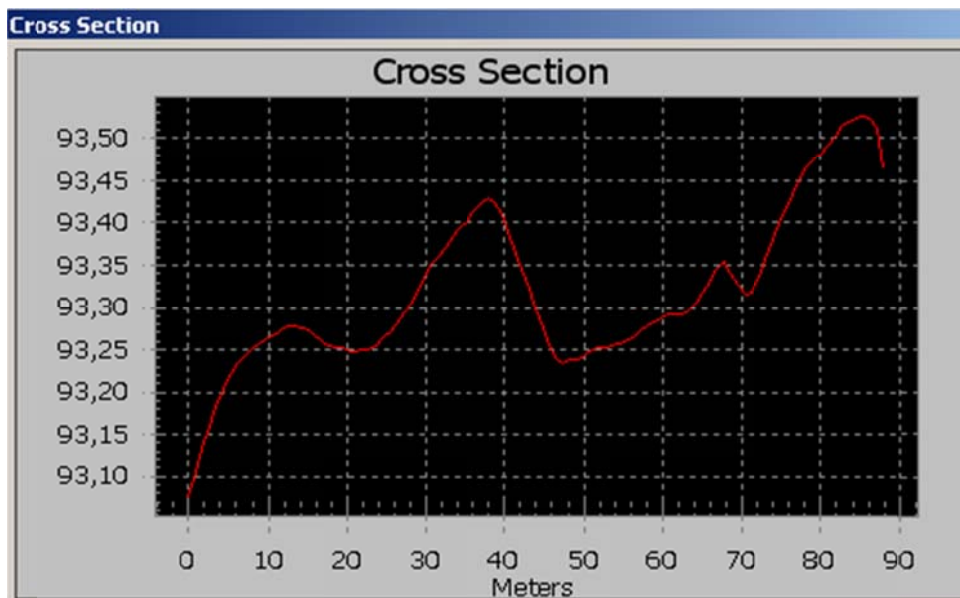
Kuva 16 Nuolen neljä osoittama korkeuskäyrä. 10 metrin kohdalla oleva matalampi osio johtuu luultavasti kohdalla olevasta ojasta. Mittaustarkkuus aineistolla on noin 30 senttimetriä, joten kuvan osoittamat pienet korkeuserot mahtuvat virhemarginaaliin ja pellon luontaiseen epätasaisuuteen, eikä niistä voida päätellä mitään.

(PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

TORHON ALUEEN KORKEUSVAIHTELUT



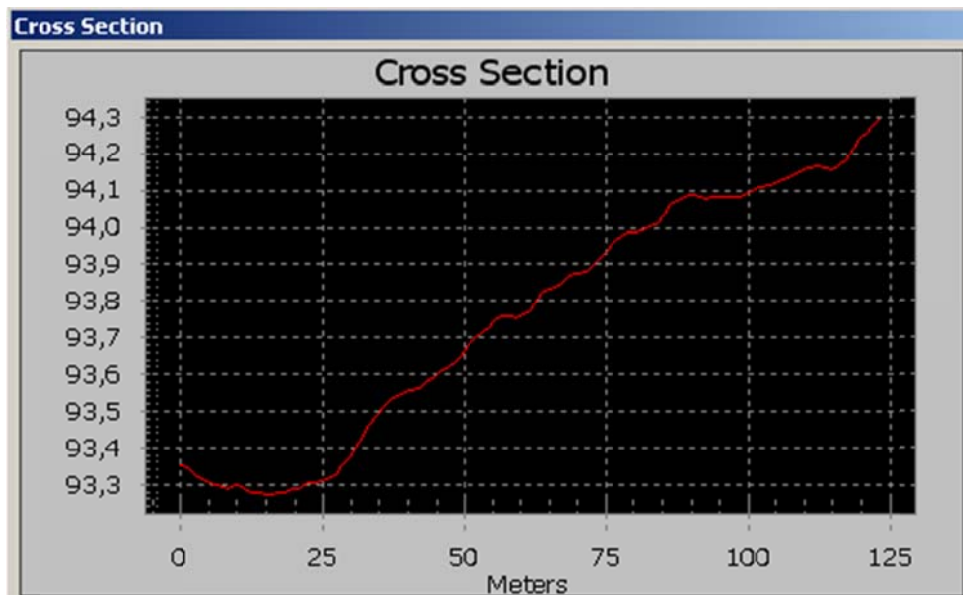
Kuva 17 Nuolen viisi osoittama korkeuskäyrä. Ero nuolen kolme lähtöpisteen ja nuolen viisi päätepisteen välillä on noin 1,4 metriä.



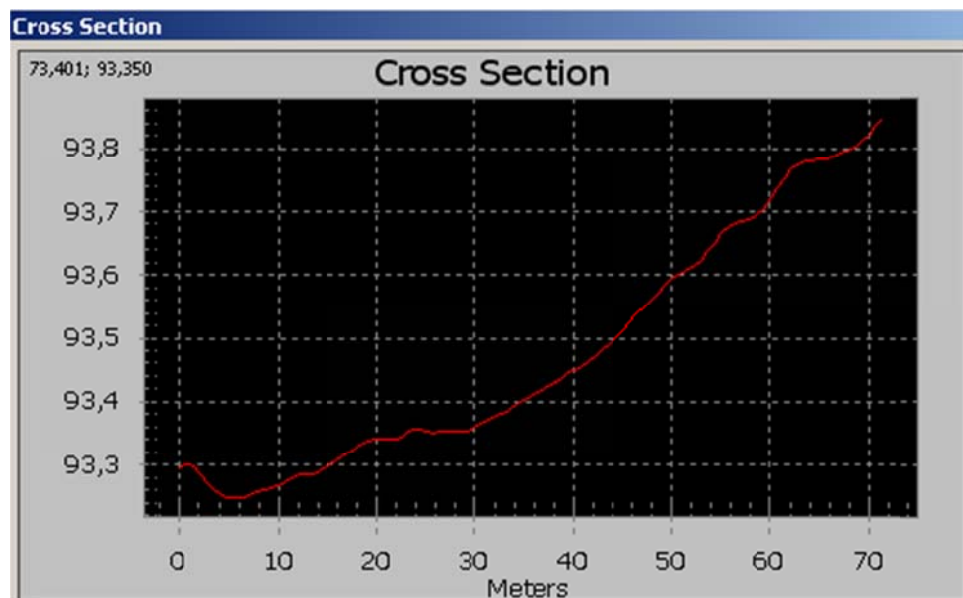
Kuva 18 Nuolen kuusi osoittama korkeuskäyrä. Pelto viettää metsän reunasta Kaartjokeen päin korkeuseron ollessa noin 40 senttimetriä.

(PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

TORHON ALUEEN KORKEUSVAIHTELUT



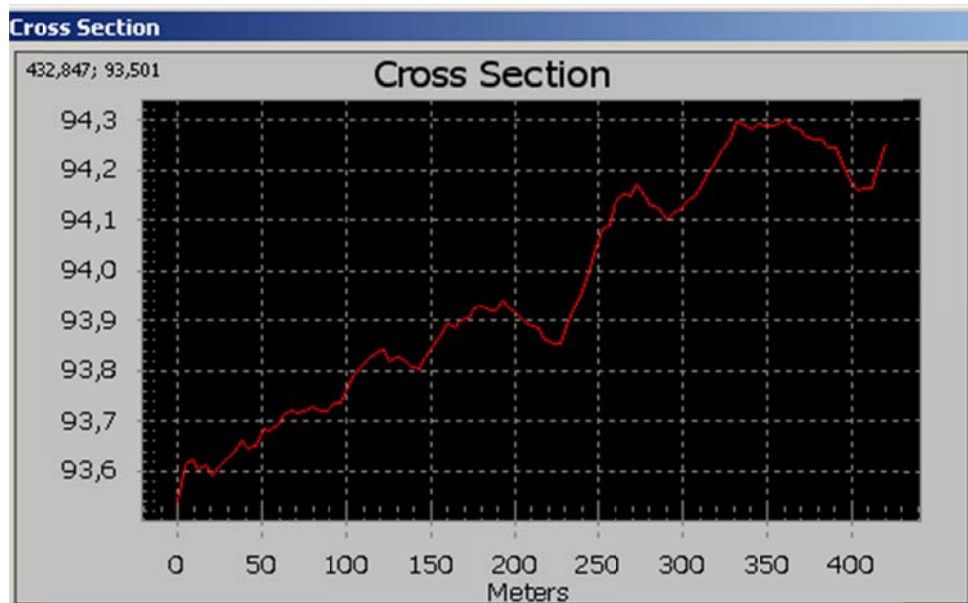
Kuva 19 Nuolen seitsemän osoittama korkeuskäyrä. Pelto viettää metsän reunasta Kaartjokeen päin korkeuseron ollessa tällä matkalla noin metri.



Kuva 20 Nuolen kahdeksan osoittama korkeuskäyrä.

(PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

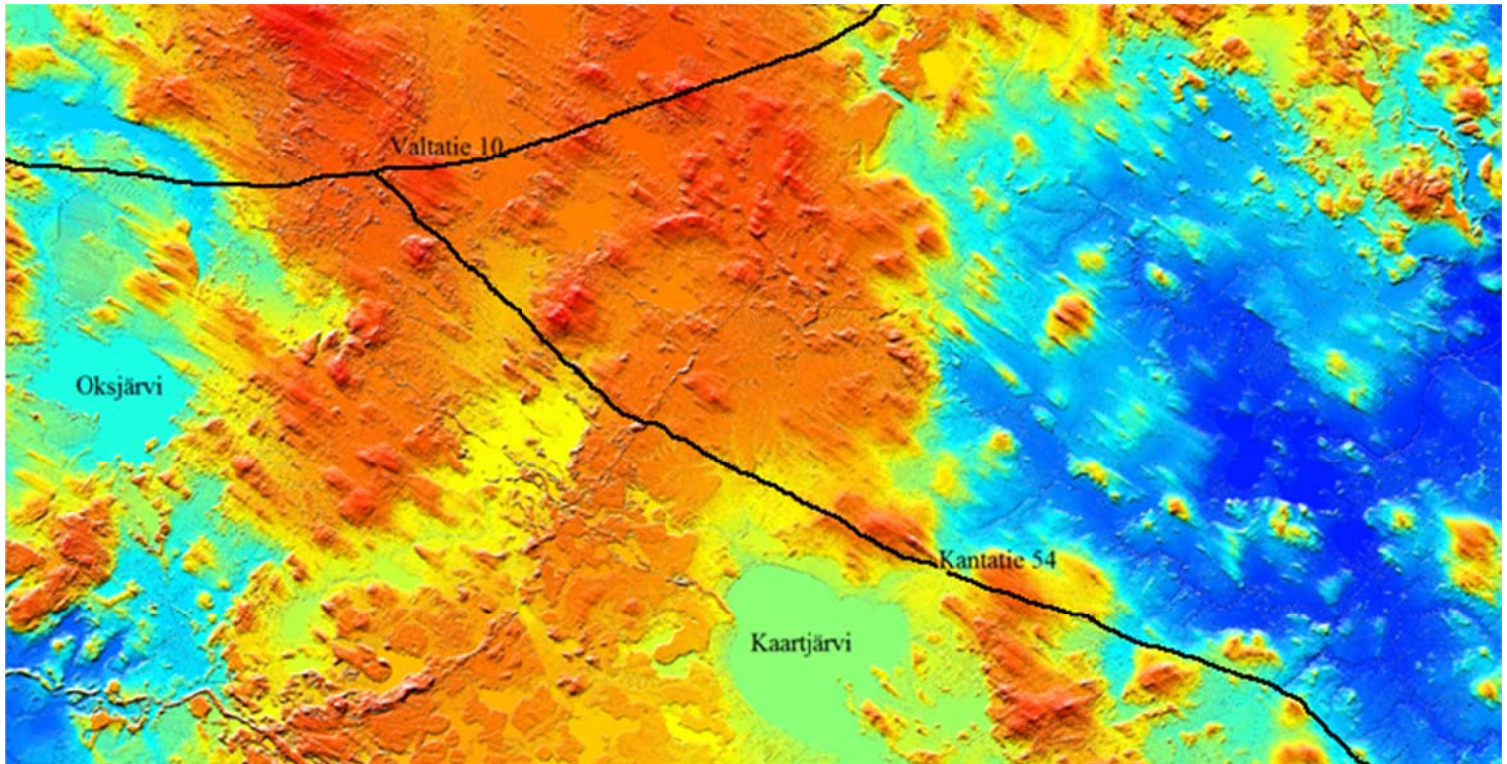
TORHON ALUEEN KORKEUSVAIHELUKSET



Kuva 21 Nuolen yhdeksän osoittama korkeuskäyrä. Nuolen kolme aloituspisteen ja nuolen yhdeksän päätepisteen välillä korkeusero on noin 2,2 metriä.

(PaITuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.)

KORKEUSKUVA



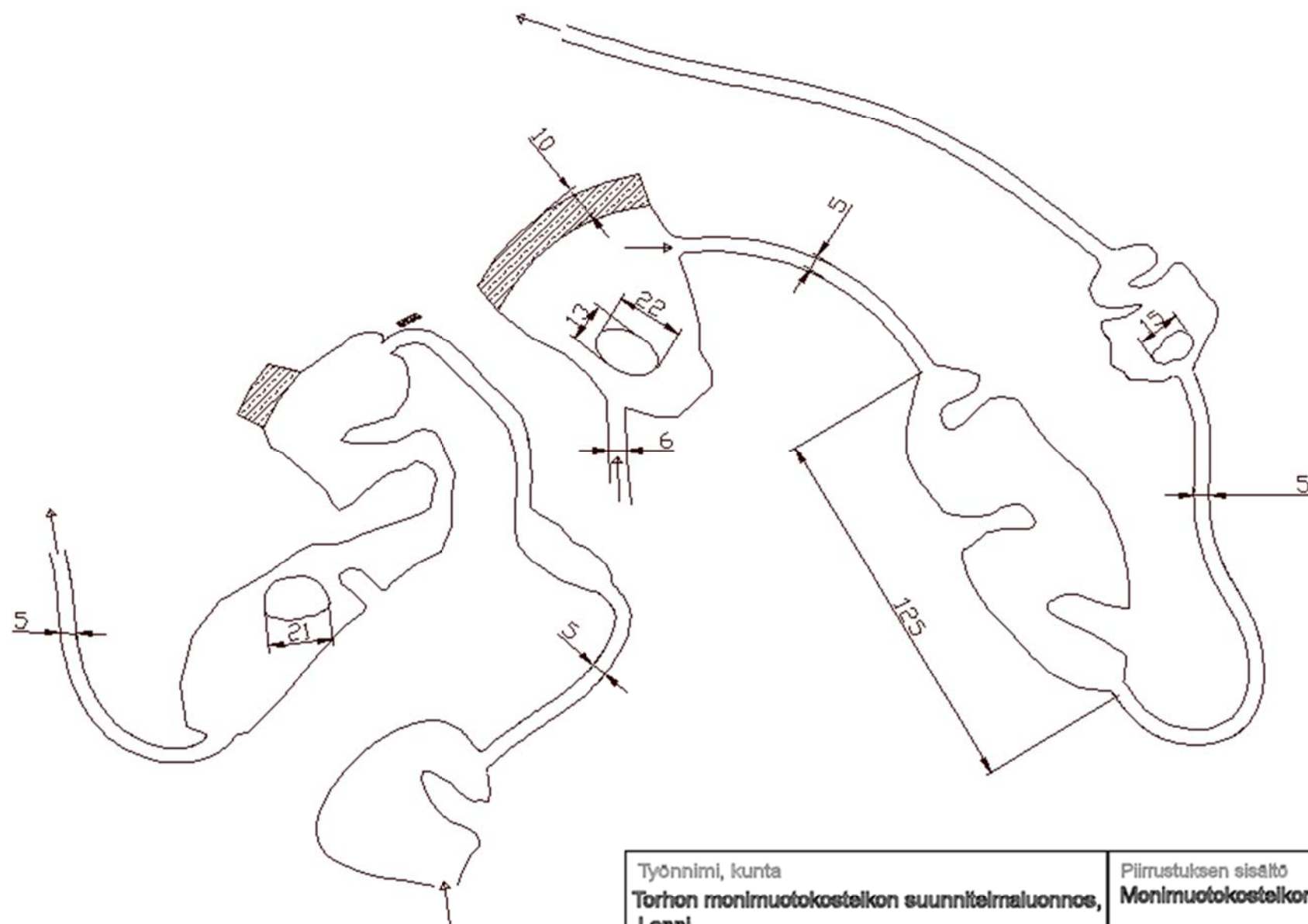
Kuva 22 Laajassa korkeuskartassa näkyy, kuinka Torho, Lairö ja Kyynäröinen ovat painanteessa verrattuna ympäröivään maastoon. Kuvassa korkeusvaihteluiden voimakkuus on esitetty väreillä. Sinisellä piirtyvät matalimmat alueet ja korkeuden kasvaessa sävy muuttuu vaaleansinisen ja keltaisen kautta oranssiksi. (PaTuli -paikkatietoaineisto 3.2.2011.) (Korkeusmalli ©Maanmittauslaitos, 2010)

TORHON ALUEEN MONIMUOTOISUUSKOSTEIKON SUUNNITELMALUONNOS KARTTAPOHJALLA



Työnnimi, kunta Torhon monimuotokosteikon suunnitelmaluonnos, Loppi		Piirustuksen sisältö Monimuotokosteikon sijoittuminen	Mittakaava 1:2000
Suunnittelija Nina Perälä		Piirustuksen numero 2/1	
Pvm 3.4.2011	Organisaatio HAMK, opinnoityö	Piirtäjä NP	

## TORHON ALUEEN MONIMUOTOISUUSKOSTEIKON SUUNNITELMALUONNOS KARTTAPOHJALLA



Työn nimi, kunta <b>Torhon monimuotoiskostelkon suunnitelmaluonnos, Loppi</b>		Piirustuksen sisältö <b>Monimuotoiskostelkon sijoittuminen</b>	Mittakaava <b>1:2000</b>
Suunnittelija <b>Nina Perälä</b>		Piirustuksen numero <b>2/2</b>	
Pvm <b>3.4.2011</b>	Organisaatio <b>HAMK, opinnityöt</b>	Piirtäjä <b>NP</b>	