

# Mallit avuksi vesienhoidon- suunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla

Sari Väisänen (toim.)



# Mallit avuksi vesienhoidon- suunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla

Sari Väisänen (toim.)

Helsinki 2013

Suomen ympäristökeskus

## KIRJOITTAJAT

Sari Väisänen (toim.)<sup>1</sup>  
Hanna Alasalmi<sup>1</sup>  
Raija Aura<sup>2</sup>  
Eeva Bruun<sup>1</sup>  
Petri Ekholm<sup>1</sup>  
Anita Etholen<sup>1</sup>  
Jorma Haikonen<sup>3</sup>  
Sanna Helttunen<sup>4</sup>  
Turo Hjerppe<sup>1</sup>  
Inese Huttunen<sup>1</sup>  
Markus Huttunen<sup>1</sup>  
Elina Jaakkola<sup>1</sup>  
Sofia Junntila<sup>1</sup>  
Seppo Kaitala<sup>1</sup>  
Kari Kallio<sup>1</sup>  
Pirkko Kauppila<sup>1</sup>  
Mikko Kervinen<sup>1</sup>  
Saara Kirjalainen<sup>1</sup>  
Sampsu Koponen<sup>1</sup>  
Marie Korppoo<sup>1</sup>  
Jari Koskiaho<sup>1</sup>  
Niina Kotamäki<sup>1</sup>  
Harri Kuosa<sup>1</sup>

Matti Lindholm<sup>1</sup>  
Olli Malve<sup>1</sup>  
Sanni Manninen-Johansen<sup>5</sup>  
Mika Marttunen<sup>1</sup>  
Marjut Mykrä<sup>6</sup>  
Suvi Mäkelä<sup>5</sup>  
Heikki Mäkinen<sup>7</sup>  
Timo Pyhälä<sup>1</sup>  
Juhani Saastamoinen<sup>3</sup>  
Elina Seppälä<sup>1</sup>  
Vanamo Seppänen<sup>1</sup>  
Matti Silvennoinen<sup>3</sup>  
Antti Taskinen<sup>1</sup>  
Sirkka Tattari<sup>1</sup>  
Bertel Vehviläinen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Suomen Ympäristökeskus (SYKE)

<sup>2</sup> Lappeenrannan seudun ympäristötoimi

<sup>3</sup> Arbonaut Oy

<sup>4</sup> Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry

<sup>5</sup> Vanajavesikeskus-hanke

<sup>6</sup> Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus

<sup>7</sup> Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 29 | 2013  
Suomen ympäristökeskus

Taitto: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä:  
[www.syke.fi/julkaisut](http://www.syke.fi/julkaisut) | [helda.helsinki.fi/syke](http://helda.helsinki.fi/syke)

ISBN 978-952-11-4226-0 (PDF)  
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

## ALKUSANAT

EU:n vesipuitedirektiivi edellyttää jäsenmailta hyvää vesien ekologista ja kemiallista tilaa vuoteen 2015 mennessä. Päävastuu direktiivin vaatimien vesienhoitosuunnitelmien ja toimenpideohjelmien työstämisestä on ELY-keskuksilla, mutta rajalliset resurssit tuovat tähän työhön suuria haasteita. GisBloom-hankkeessa (Participatory monitoring, forecasting, control and socio-economic impacts of eutrophication and algal blooms in River Basin Districts / Uusia välineitä rehevöitymisen arviointiin ja hallintaan) pyrittiin vastaamaan näihin haasteisiin tuomalla apua suunnitteluun malleista ja työkaluista. Tässä vuoden 2010 syksyllä alkaneessa kolmivuotisessa EU:n Life+ hankkeessa (Life 09 ENV/FI/000569) tavoitteena oli kehittää uusia menetelmiä tai jatkokehittää jo käytössä olevia niin, että vesienhoidonsuunnittelijat voisivat hyödyntää niitä aiempaa paremmin.

Hankkeessa oli mukana satelliitteihin ja automaattisiin mittausasemiin sekä ekologisten ja taloudellisten vaikutusten mallinnukseen perustuvia arviointimenetelmiä, joita testattiin yhdellätoista pilottialueella. Lisäksi hankkeessa luotiin uusi karttapohjainen internet-palvelu Vesinetti ([www.vesinetti.fi](http://www.vesinetti.fi)), joka toimii alustana seuranta-aineistoihin ja mallinnukseen perustuvien vaikutusarvioiden, suunnitelmien ja raporttien jakamiselle ja tulevaisuudessa toivottavasti myös yhtenä viestintäkanavana paikallisille toimijoille. Hankkeessa jatkokehitettiin myös toista karttapohjaista internet-palvelua, JärviWikiä ([www.jarviwiki.fi](http://www.jarviwiki.fi)), joka on puolestaan tarkoitettu kansalaisten interaktiiviseksi kohtaamispaikaksi järviin liittyvissä asioissa.

SYKEN koordinoimassa GisBloom-hankkeessa olivat mukana Vesinetti-karttapalvelun kehittämisestä vastannut Arbonaut Oy sekä pilottialueiden yhteistyötahoina Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsingin yliopiston Lammin biologinen asema, Helsingin yliopiston Tvärminnen eläintieteellinen asema, Hämeen ELY-keskus, Kaakkois-Suomen ELY-keskus, Lappeenrannan seudun ympäristötoimi, Lapuanjoki rahasto, Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Pyhäjärvi-instituutti, Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö, Uudenmaan ELY-keskus, Vanajavesikeskus-hanke, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys sekä Varsinais-Suomen ELY-keskus. Suuret kiitokset kaikille mukana olleille, niin pilottialueilla kuin SYKEN tutkijaryhmässäkin!

Erityiset kiitokset yhteistyöstä vielä seuraaville henkilöille: Tuomo Kauranne, Matti Silvennoinen, Jorma Haikonen ja Juhani Saastamoinen Arbonaut Oy, Sanna Helttunen ja Jaana Pönni Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Elina Joensuu Varsinais-Suomen ELY-keskus, Vincent Westberg ja Marjut Mykrä Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Raija Aura ja Ilkka Räsänen Lappeenrannan seudun ympäristötoimi, Visa Niittyniemi, Marja Kauppi ja Taina Ihaksi Kaakkois-Suomen ELY-keskus, Anne-Mari Ventelä Pyhäjärvi-instituutti, Jaana Rintala Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Sanni Manninen-Johansen ja Suvi Mäkelä Vanajavesikeskus-hanke, Lauri Arvola Helsingin yliopiston Lammin biologinen asema, Kirsti Lahti Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys sekä Heikki Mäkinen Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö.

SYKE, Helsinki 29.8.2013

Sari Väisänen (toim. & Pilottialuekoordinaattori)  
Olli Malve (Hankekoordinaattori) ja  
Pia Rotko (Viestintävastaava)

## SISÄLTÖ

<b>1 Johdanto</b> .....	6
<b>2 Hankkeen mallit ja työkalut</b> .....	8
2.1 Satelliittikuvat ja automaattimittaukset.....	9
2.2 Data-assimilaatio.....	10
2.3 Kuormituksen arviointi tilastollisella mallilla.....	11
2.4 LLR-kuormitusvaikutusmalli.....	13
2.5 Vedenlaatumalli VEMALA.....	14
2.6 VEMALAn ravinnetaseet.....	17
2.7 VIHMA.....	18
2.8 KUTOVA.....	19
2.9 Vesistön virkistyskäyttövaikutukset VIRVA-mallilla.....	20
2.10 Ekosysteemimalli rannikkoalueille.....	22
2.11 Skenaariot mallinuksissa.....	23
2.12 Vesinetti-karttapalvelu ja Järviwiki.....	24
<b>3 Mallit testissä pilottialueilla</b> .....	26
3.1 Hiidenvesi.....	28
3.1.1 Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Hiidenvedellä.....	30
3.1.2 VEMALA Hiidenvedellä.....	33
3.1.3 VEMALAn ravinnetasekaaviot Hiidenvedellä.....	34
3.1.4 VIHMA Hiidenvedellä.....	36
3.1.5 KUTOVA Hiidenvedellä.....	38
3.1.6 VIRVA Hiidenvedellä.....	40
3.2 Lapuanjoki.....	42
3.2.1 Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Lapuanjoella.....	44
3.2.2 Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Lapuanjoella.....	47
3.2.3 VEMALA Lapuanjoella.....	50
3.2.4 VEMALAn ravinnetasekaaviot Lapuanjoella.....	52
3.2.5 VIHMA Lapuanjoella.....	53
3.2.6 KUTOVA Lapuanjoella.....	55
3.2.7 VIRVA Lapuanjoella.....	57
3.2.8 Mallitarkastelujen yhdistäminen Kuortaneenjävellä.....	59
3.3 Pien-Saimaa.....	61
3.3.1 Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Pien-Saimaalla.....	63
3.3.2 Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Pien-Saimaalla.....	64
3.3.3 VEMALA Pien-Saimaalla.....	66
3.3.4 VEMALAn ravinnetasekaaviot Pien-Saimaalla.....	67
3.3.5 VIHMA Pien-Saimaalla.....	69
3.3.6 KUTOVA Pien-Saimaalla.....	71
3.3.7 VIRVA Pien-Saimaalla.....	73
3.4 Säskylän Pyhäjärvi.....	74
3.4.1 Satelliittikuvat ja automaattimittaukset säskylän Pyhäjärvellä.....	76
3.4.2 Data-assimilaatio Säskylän Pyhäjärvellä.....	78
3.4.3 Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Säskylän Pyhäjärvellä.....	80

3.4.4	VEMALA Säskylän Pyhäjärvellä .....	82
3.4.5	VEMALAn ravinnetasekaaviot Säskylän Pyhäjärvellä.....	83
3.4.6	VIHMA Säskylän Pyhäjärvellä .....	85
<b>3.5</b>	<b>Pohjanpitäjänlahti ja Tvärminnen merialue.....</b>	<b>87</b>
3.5.1	Satelliittikuvat Tvärminnessä .....	89
3.5.2	VEMALA Tvärminnessä .....	91
3.5.3	Ekosysteemimalli rannikkoalueille .....	92
3.5.4	VIRVA Raaseporissa .....	94
<b>3.6</b>	<b>Vanajavesi .....</b>	<b>96</b>
3.6.1	Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Vanajavedellä.....	99
3.6.2	Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Vanajavedellä .....	100
3.6.3	Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Vanajavedellä.....	103
3.6.4	VEMALA Vanajavedellä.....	106
3.6.5	VEMALAn ravinnetasekaaviot Vanajavedellä .....	107
3.6.6	VIHMA Vanajavedellä.....	109
3.6.7	KUTOVA Vanajavedellä .....	111
3.6.8	VIRVA Vanajavedellä .....	113
<b>3.7</b>	<b>Vantaanjoki.....</b>	<b>115</b>
3.7.1	Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Helsingin edustalla.....	116
3.7.2	Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Vantaanjoella .....	118
3.7.3	Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Vantaanjoella .....	120
3.7.4	Rannikko-LLR Vanhankaupunginlahdella.....	122
3.7.5	VEMALA Vantaanjoella .....	126
3.7.6	VEMALAn ravinnetasekaaviot Vantaanjoella.....	127
3.7.7	VIHMA Vantaanjoella .....	129
3.7.8	KUTOVA Vantaanjoella.....	131
<b>3.8</b>	<b>Lahden Vesijärvi.....</b>	<b>133</b>
3.8.1	Satelliittikuvat Lahden Vesijärvellä .....	135
3.8.2	Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Lahden Vesijärvellä.....	136
3.8.3	Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Lahden Vesijärvellä .....	138
3.8.4	VEMALA Lahden Vesijärvellä .....	141
3.8.5	VEMALAn ravinnetasekaaviot Lahden Vesijärvellä.....	143
3.8.6	VIHMA Lahden Vesijärvellä .....	144
<b>3.9</b>	<b>Taloudellisten tarkastelujen pilottialueet.....</b>	<b>146</b>
3.9.1	Karvianjoki.....	148
3.9.2	Paimionjoki.....	152
3.9.3	Temmesjoki.....	157
<b>4</b>	<b>Yhteenveto/johdopäätökset .....</b>	<b>161</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>164</b>
	<b>Liitteet</b>	
1	Vesinetin käyttöopas .....	167
2	Järviwikin pikaopas .....	174
3	Skenaariotarinat .....	182
4	Ilmastonmuutos VEMALAssa.....	184

# 1 Johdanto

Kukaan suomalainen tuskin pystyy muistamaan kuinka usein on kuullut maattamme kuvattavan tuhansien järvien maana ja luonnoltaan koskemattomana ja puhtaana. Järviä meillä onkin aivan riittämiin ja monet niistä verraten hyvässä kunnossa, mutta poikkeuksia mahtuu mukaan valitettavan paljon. Osa järvistä ja muista vesistöistä taistelee edelleen jo kauan sitten aiheutuneiden ongelmien parissa. Osaan taas ongelmia kertyä edelleen vain lisää. Näistä ongelmista suurimpia lienee vesiin maalta tuleva liiallinen ravinnekuormitus ja varsinkin kesäaikaan sen näkyvin ilmenemismuoto, leväkukinnot, saavat monet uimarit ja kesämökkiläiset lähes epätoivon valtaan. Entä kuinka monelle mökkiläiselle sellainen aika on enää vain haalistuva muisto kun puhtaana saunaveden saattoi kaapaista ämpärillä suoraan järvestä, soutu-reissulla järven pohja näkyi metrienkin syvyydessä, eivätkä verkot limoittuneet vähän väliä? On vaikea sanoa onko paluu entiseen mahdollinen, mutta ainakin siihen suuntaan on kova pyrkimys jopa kansainvälisellä tasolla.

Euroopan Unionin vesipolitiikan puitteiden direktiivi (2000/60/EY) tuli voimaan vuonna 2000 ja sen mukaan kaikkien jäsenmaiden sisävesien pitää säilyttää tai saavuttaa vähintään hyvä ekologinen ja kemiallinen tila vuoteen 2015 mennessä. Direktiivi velvoittaa jäsenmaita muodostamaan vesienhoitoalueet ja laatimaan niille vesienhoitosuunnitelmat (VHS) sekä toimenpideohjelmat (TPO). Suomessa on kahdeksan vesienhoitoaluetta, kun Ahvenanmaan vesienhoitoalue lasketaan mukaan. Jokaiselle Suomen vesienhoitoalueelle on laadittu vesienhoitosuunnitelma vuonna 2009, jossa kuvataan pinta- ja pohjavesien nykytila, vesien tilaan vaikuttavat tekijät sekä ne toimenpiteet, joilla vesien hyvä tila on tarkoitus saavuttaa tai ylläpitää. Samoin kaikille vesienhoitoalueille on tehty yksi tai useita toimenpideohjelmia. Näissä toimenpideohjelmissä on puolestaan kuvattu tarkemmin alueelle suunnitellut toimenpiteet kustannuksineen, joilla pyritään vähintään hyvään tilaan tai joilla nykyinen tila on tarkoitus pystyä säilyttämään.

Vesienhoidon ensimmäinen kuusivuotinen suunnittelukierros päättyi vuonna 2015. Sitä seuraavan toisen kierroksen valmistelut alkavat kuitenkin jo ensimmäisen kauden loppupuolella. Päävastuu niin vesienhoitosuunnitelmien kuin toimenpideohjelmienkin tekemisestä on ELY-keskuksilla. Koska käynnissä ovat nyt jo toisen kierroksen valmistelut, on mahdollista jo ennalta varautua moniin asioihin, joihin ei vielä ensimmäisellä kierroksella osattu välttämättä varautua. Yksi haaste on kuitenkin ennallaan ja se on hyvin tiukat resurssit. Kokonaisuudet ovat laajoja, aikataulut tiukkoja ja tekijät kiireisiä.

EU:n Life+ -n GisBloom-hankkeessa (Life 09 ENV/FI/000569, Participatory monitoring, forecasting, control and socio-economic impacts of eutrophication and algal blooms in River Basin Districts / Uusia välineitä rehevöitymisen arviointiin ja hallintaan) on pyritty tuomaan apua alueelliseen suunnitteluun malleista ja työkaluista. Niiden lisäksi hankkeessa luotiin uusi karttapohjainen internet-palvelu Vesinetti ([www.vesinetti.fi](http://www.vesinetti.fi)) ja jatkokehitettiin toista karttapohjaista vesistöihin liittyvää internet-pal-



velua, JärviWikiä ([www.jarviwiki.fi](http://www.jarviwiki.fi)). Näistä Vesinetti on suunnattu asiantuntija käyttöön ja toimii samalla alustana hankkeessa käytettyjen mallien ja tehtyjen raporttien jakamiselle, kun taas Järviwiki on tarkoitettu kansalaisten interaktiiviseksi kohtaamispaikaksi järviin liittyvissä asioissa.

Hankkeen alussa valittiin yhteensä 11 pilottialuetta. Yhdellä näistä keskityttiin käytännössä täysin merialueen mallintamiseen ja kolmella vain taloudellisten mallien kehittämiseen. Muilla alueilla mallinnettiin kaikilla niillä malleilla ja työkaluilla, joista kyseisen alueen toimijat olivat hankkeen alussa ilmoittaneet olevansa kiinnostuneita. Pilottialueiden keskeisimpien toimijoiden joukko koostui useimmilla alueilla ELY-keskusten suunnittelijoista sekä paikallisten vesienhoitoyhdistysten tai vastaavien tahojen toimijoista. Toisin sanoen juuri niistä tahoista, joista oli tavoitteena saada hankkeessa syntyvien palveluiden ensisijaisia käyttäjiä.

Jotta mallien sekä Vesinetti-karttapalvelun kehitystyössä voitaisiin huomioida myös näiden tulevien käyttäjien tarpeita, sekä karttapalvelua että malleja ja niillä laskettuja tuloksia esiteltiin hankkeen pilotti-alueilla järjestetyissä työpajoissa. Työpajoista haettiin myös paikallisilta toimijoilta palautetta niin malleille kuin Vesinetti-palvelullekin, sillä hankkeen tarkoituksena on helpottaa ja yhdenmukaistaa VHS-arviointia sekä toimenpiteiden ja niiden tehokkuuksien vertailua. Tärkeää olisi myös helpottaa valintaa siitä, miten niukat resurssit saataisiin kohdistettua tehokkaimmin ja vaikuttavimmin. Koska alueellisilla toimijoilla on usein selkein käsitys siitä, mitä he tarvitsevat malleilta ja palveluilta, heidän mielipiteitään haluttiin huomioida kehitystyössä niin paljon kuin oli mahdollista.

Tämän raportin ensisijaisena tarkoituksena on tarjota yksiin kansiin tiivistettynä pilottialueiden tulokset. Koska hanke on laaja, ei yhteen julkaisuun ole kuitenkaan mahdollista mahduttaa kaikkea hankkeessa tuotettua tietoa. Niinpä joidenkin mallien osalta on tuotettu myös tarkempia kuvauksia mallintamisesta, lähtötiedoista ja tuloksista, ja ne löytyvät Vesinetistä kyseisten pilottialueiden omien info-ikkunoiden valikoista.

Raportti alkaa lyhyillä kuvauksilla GisBloom-hankkeesta käytetyistä malleista ja työkaluista (luku 2) sekä Vesinetti-karttapalvelusta (luku 3). Luvussa 4 taas on käyty lyhyesti läpi kaikki hankkeen pilottialueet sekä niille lasketut mallinnustulokset. Lopuksi luvussa 5 on esitetty yhteenveto hankkeesta ja saaduista tuloksista ja pohdittu lyhyesti mallien roolia VHS-työssä.

Tämä raportti, kuten koko GisBloom-hanke, on monien asiantuntijoiden kovan työn tulos. Kunkin mallin kuvauksesta ja tulosten raportoinnista valituille pilottialueille ovat vastanneet kyseisen mallin soveltajat ja kehittäjät, jotka on mainittu mallien esittelyn yhteydessä luvussa 2 sekä pilottialuekohtaisia tuloksia esiteltäessä luvun 3 alaluvuissa. Luvun 3 pilottialueiden yleiset kuvaukset ovat suurelta osin paikallisten toimijoiden tuottamia. Yleisemmät osiot ovat pitkälti hankkeen pilottialuekoordinaattori Sari Väisänen käsiä hankkeen muiden tutkijoiden avustuksella toteutettuna.



Kuva Sari Väisänen, SYKE

## 2 Hankkeen mallit ja työkalut

GisBloom-hankkeessa oli mukana kaikkiaan 12 mallia tai työkalua. Suurin osa oli jo ympäristöhallinnossa käytössä olevia, ja niitä jatkokehitettiin hankkeessa vastaamaan paremmin VHS-tyon tarpeita. Muutamia malleja sen sijaan kehitettiin hankkeessa aivan alusta alkaen. Tässä luvussa on käyty lyhyesti mallit läpi. Tarkemmat kuvaukset niistä löytyvät kuitenkin hankkeen loppuraportista kuten myös hankkeen synteesi-raportista (Kustannustehokas ja vuorovaikutteinen vesienhoito – Rehevöitymisen seuranta-, tutkimus-, asiantuntijapalvelut puntarissa).

Hankkeessa hyödynnettiin tarkasteltavilta alueilta satelliittikuvia antamaan alueellisesti kattavaa tietoa järvien ja rannikkovesien vedenlaadusta ja lämpötilasta. Myös vedenlaadun automaattimittausasemien aineistoja käytettiin tarjoamaan ajallisesti jatkuvaa mittaustietoa kyseisestä paikasta (luku 2.1). Pyhäjärvellä näiden molempien menetelmien tietoja hyödynnettiin data-assimilaatiossa, jossa arvioitiin vuoden 2009 lauttamittausaikasarjan avulla Säskylän Pyhäjärven klorofylli- ja sameusprofiileja koko järvellä (luku 2.2).

Kuormitusvaikutusmallilla eli LLR:llä (Lake Load Response) arvioitiin kaikilla pi-lottialueilla kuinka paljon järveen tulevaa kuormitusta tulisi vähentää, jotta saavutettaisiin hyvä vedenlaatu, sekä millä todennäköisyydellä taso voitaisiin saavuttaa erilaisilla kuormitusvaihtoehdoilla (luku 2.4). LLR:stä on kehitetty myös mereen laskevien jokien suistoalueiden mallinnustyökalu, Rannikon LLR, jota testattiin hankkeessa Helsingin edustan merialueella. Hankkeessa käytetty toinen merialueisiin keskittyvä malli on Pohjanpitäjänlahden ekosysteemimalli, jolla arvioitiin Mustionjoesta tulevan ravinnekuormituksen ja Tammisaaren salmien kautta tapahtuvan vedenvaihdon merkitystä Pohjanpitäjänlahden vedenlaatuun (luku 2.10).

Vedenlaatumalli VEMALA simuloi Suomen jokien ja järvien hydrologiaa ja vedenlaatua kokonaisfosforin ja -typen sekä kiintoaineen osalta (luku 2.5). Malli laskee ravinteiden huuhtoutumista maa-alueilta, jokaiseen vähintään hehtaarin kokoiseen järveen tulevan kuormituksesta, sen etenemisestä vesistöalueella sekä mereen päätyvää osuutta. Myös VEMALAA käytettiin kaikilla pilottialueilla. VEMALA-mallin laajennuksena hankkeessa kehitettiin myös Excel-pohjainen työkalu "VEMALAN ravinnetasekaaviot", jolla käyttäjä voi havainnollistaa VEMALAN ravinnetasekaavioita sekä yksinkertaisilla toimenpiteillä muokata valuma-alueen taselaskelmia ja testata kuormitusvähennysten vaikutuksia esim. toisiinsa yhteydessä olevissa järvissä (luku 2.6).

Hankkeessa kehitettiin myös täysin uusi tilastollinen ominaiskuormitusmalli hajakuormituksen laskentaan. Mallilla pyritään selittämään typen ja fosforin ainevirtaamia mitattujen jokivesien pitoisuus- ja virtaamatietojen sekä yläpuolisten valuma-alueiden erilaisten, lähinnä maankäyttöisten ominaisuuksien avulla (luku 2.3).

VIHMA eli Viljelyalueiden valumavesien hallintamalli auttaa nimensä mukaisesti arvioimaan pelloilta tulevan eroosion sekä fosfori- ja typpikuormituksen määrää (luku 2.7). Erityisesti VIHMA kuitenkin soveltuu erilaisten toimenpidekokonaisuuksien

aiheuttamien kuormitusmuutosten keskinäiseen vertailuun, ja sillä voidaan arvioida esim. toimenpiteiden kohdistamisen tai niiden määrän muuttamisen vaikutusta kuormitukseen. GisBloom-hankkeessa VIHMAA käytettiin tähän tarkoitukseen lähes kaikilla pilottialueilla.

KUTOVA eli kustannustehokkaiden toimenpiteiden valintatyökalu jatkaa osittain siitä mihin VIHMA jää, eli sillä voidaan arvioida eri toimenpiteiden kustannustehokkuutta ja niillä saavutettavissa olevaa fosforikuormituksen vähenemää niin maatalouden, metsätalouden, haja-asutuksen kuin turvetuotannon osalta (luku 2.8). Sitä voidaan käyttää myös muodostettaessa kustannustehokkaita toimenpideyhdistelmiä ja laskettaessa valittujen toimenpiteiden kustannuksia sekä yhteisvaikutuksia kuormitukseen. VIRVA eli vedenlaadun virkistyskäyttövaikutuksia arvioiva malli keskittyy kustannusten sijaan hyötyihin. Sillä voidaan arvioida vedenlaadun ja erityisesti ihmistoiminnasta aiheutuvan rehevyyden vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon (luku 2.9). Lähtökohtana tarkasteluissa on oletus, että vedenlaadun muuttuminen aiheuttaa muutoksen myös virkistytymisestä syntyvään hyötyyn.

## 2.1

### Satelliittikuvat ja automaattimittaukset

*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junttila (SYKE)*

#### **Pilottialueet: Pien-Saimaa, Säskylän Pyhäjärvi, Tvärminne/Pohjanpitäjänlahti, Vanajavesi, Vantaanjoki/Helsingin edusta, Vesijärvi**

Satelliittikuvilla saadaan alueellisesti kattavaa tietoa järvien ja rannikkovesien vedenlaadusta ja lämpötilasta. Ankkuroidut automaattiasemat puolestaan tarjoavat ajallisesti jatkuvaa mittaustietoa yhdestä paikasta. Menetelmät tuottavat rutiiniseurannan tuloksiin nähden uutta informaatiota seurannan, raportoinnin, kansalaistiedotuksen ja vesienhoidon tarpeisiin. Molempien menetelmien tuottamat mittaustiedot olivat GisBloom-hankkeessa myös oleellinen osa data-assimilaatiota (ks. luku 2.2).

Vedenlaatukartat perustuvat MERIS satelliittikuviin, joilta tulkittiin mainittujen pilottialueiden klorofyllipitoisuus, sameus ja näkösyvyys. Näkösyvyys koetaan yleensä hyödyllisemmäksi kuin sameus mm. siksi, että se on helposti ymmärrettävä veden tilaa kuvaava muuttuja. Lisäksi se on helppo mitata myös kansalaisten toimesta. MERIS kuvien alueellinen resoluutio on 300 m, joten se ei sovellu pienten järvien eikä kapeiden vesialueiden seurantaan.

GisBloomissa vedenlaadun tulkinta tehtiin MERIS kuvien boreaalisten järvien prosessorilla (vapaasti saatavilla osana BEAM kuvankäsittelyohjelmistoa), jonka kehittämisessä on käytetty Suomen järvien optisia ominaisuuksia ja tulkittavien muuttujien vaihteluvälejä. Prosessori kehitettiin Euroopan Avaruusjärjestön rahoittamassa hankkeessa 2007–2008. GisBloomissa on lisäksi kehitetty menetelmä näkösyvyyden arvioinnille yhdistämällä satelliittikuvatulkinta ja Suomen järvillä aikaisemmin testattu optinen malli. Rannikkovesien vedenlaatutulkinnat tehtiin FUB- prosessorilla (myös saatavilla BEAM:ssä), joka on käytössä SYKEN operatiivisessa kuvatulkinnassa Itämerellä. Vuodelta 2006, 2009 ja 2011 saatavilla olevat järvien vesimuodostumakohtaiset klorofylliaikasarjat (osana Freshmon EU-hanketta) on myös tehty FUB-prosessorilla.

Pintaveden lämpötila saadaan SYKEN operationaalisista tuotteista. Tulkinta tehdään NOAA/AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration/Advanced Very High Resolution Radiometer) kuvista, joiden alueellinen erotuskyky on tarkimmillaan 1 km. Tämän hankkeen järvipilottialueista vain Pyhäjärvellä ulappa-alue oli riittävän laaja lämpötila-arvioiden tekemiseksi. Lämpötilan pääasiallinen esitysmuoto on aikasarja järven alueellisesta keskiarvosta.

Pilottijärvillä vedenlaatu on tulkittu pilvettömiltä kuvilta touko-syyskuun ajalta vuosilta 2010 ja 2011. Keväällä 2012 MERIS instrumentti lopetti toimintansa; vastaava instrumentti (OLCI) tulee todennäköisesti käyttöön vuonna 2015. Hyviä kuvia, joissa näkyy koko pilottialue pilvettömänä, oli järvillä saatavilla tyypillisesti 4–8 kpl vedenlaadun ja 10–20 kpl lämpötilan osalta touko–syyskuun ajalta.

Vedenlaatukartat tarjoavat tietoa vedenlaadun alueellisesta ja ajallisesta vaihtelusta pilottialueilla. Karttojen lisäksi alueellista jakaumaa esitetään histogrammeina sekä järvi- ja vesimuodostumakohtaisina tilastollisina lukuina kuten keskiarvoina. Tämä tehostaa myös VHS-työn ekologista luokittelua tuomalla mm. alueellisen vaihtelun mukaan vesimuodostumien tarkasteluun.

Automaattimittauksiin ovat kuuluneet klorofylli- ja fykosyaniinifluoresenssi, sameus, nitraattipitoisuus, happipitoisuus ja suolaisuus, mutta mittausvalikoima on vaihdellut pilottialueittain. Pyhäjärvellä on ollut käytössä myös sääasema (Kallio ym. 2010). Luotettavat automaattimittaukset edellyttävät instrumenttien säännöllistä huoltoa ja kalibrointia sekä riittäviä vertailunäytteitä. GisBloomissa on osalle pilottialueiden automaattituloksista tehty korjaukset kontrollimittausten avulla mittauskauden jälkeen.

Jatkuvia mittauksia tuottavat automaattiasemat soveltuvat mm. kasviplanktonin vaihtelun selvittämiseen, satelliittikuvien validointiin ja ekologisen luokittelun avuksi. Lisäksi ne tuottavat reaaliaikaista ympäristötietoa kansalaisille (vapaa-ajanviettäjä, paikalliset asukkaat) ja ammattilaisille (kalastajat, pelastustoiminta).

Käytettyjä menetelmiä ovat Boreal lake-prosessorin osalta kuvanneet Doerffer ja Schiller (2008) ja FUB prosessori osalta Schroeder ym. (2007). Boreal prosessorin validointituloksia eurooppalaisista järvistä on esitetty Koposen ym. (2008) ja Kallion (2012) julkaisuissa. BEAM satelliittikuvien käsittelyohjelmisto on vapaasti saatavilla internetistä (<http://www.brockmann-consult.de/cms/web/beam/>). Automaattimittauksien teknistä toteutusta, tulosten korjaamista ja niiden luotettavuutta on selostettu Tekesin CatchLake hankkeen loppuraportissa (Kallio ym. 2010).

Tuotteet ovat nähtävillä Vesinetti.fi:ssä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla Vesien tila välilehden. Automaattiasemien (Pyhäjärvi, Pien-Saimaa, Helsingin edusta) reaaliaikaiset tulokset saa näkyviin perusnäkyvässä Kohteet-välilehdeltä valitsemalla Mittausasemat ja klikkaamalla kartalle tulevaa aseman kuvaa.

## 2.2

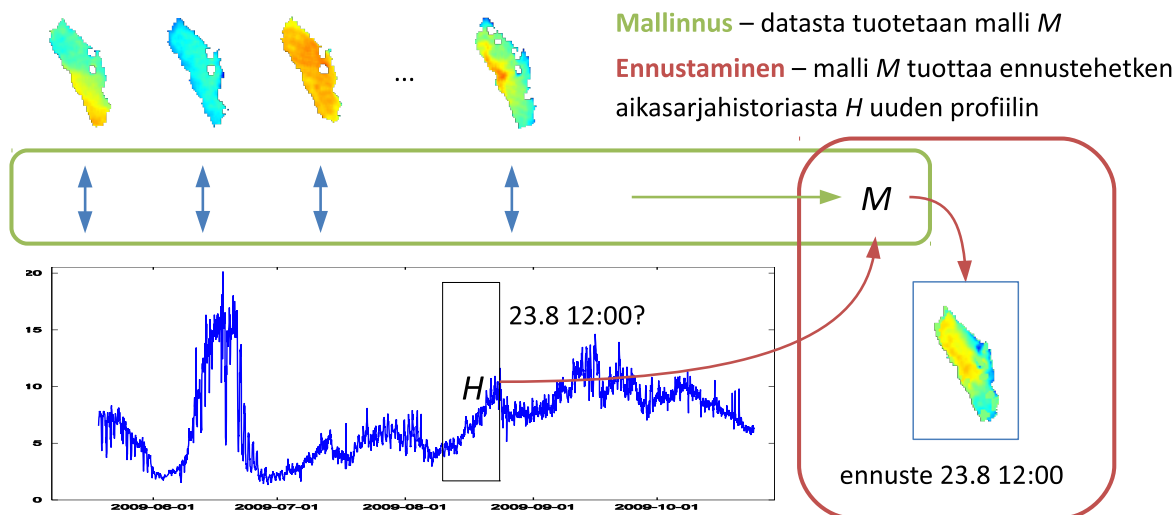
### Data-assimilaatio

*Juhani Saastamoinen (Arbonaut Oy)*

#### **Mallinnetut pilottialueet: Säskylän Pyhäjärvi**

Vesistön tilaa voidaan mitata suoraan ottamalla vesinäytteitä mutta nykyään myös tarkastelemalla satelliitin avulla vesistön auringonvalosta heijastamaa spektriä. Useimmiten otetaan vesinäytteitä, joita analysoimalla saadaan tarkkoja mittauksia, mutta näytteet ovat paikallisia ja niitä voi resurssien puutteen takia kerätä vain harvoin. Säskylän Pyhäjärvellä on automaattinen vedenlaadun mittausasema, jolla saadaan havaintoja tiheästi, mutta aikasarja on vain yhdestä paikasta. Satelliittikuvasta saatava mittausprofiili taas kattaa parhaimmillaan koko vesistön pintakerroksen, mutta on puolestaan ajassa paikallinen eli kertoo vain kuvaushetken tilanteen.

GISBloom-hankkeessa on kehitetty laskentamalleja, joilla voidaan yhdistää mittauslautan tiheän aikavälin aikasarja-aineisto MERIS-satelliitin kuvista tuotettuihin koko järven kattaviin karttaprofiileihin. Tarkoituksena on hyödyntää kaikki saatavilla oleva aineisto ja tuottaa laskennallisesti uusia karttaprofiileja eri hetkille klorofylli- ja



Kuva 2.1. Karttaprofiilin mallinnuksen peruseriaate.

sameusprofiilien ennustamiseksi. Laskentamalli tuottaa koko sulan kauden profiilit käyttäen apuna mitattua aikasarjaa ja joitakin havaittuja karttaprofiileja. Näin voidaan esimerkiksi ennustaa kesken kauden millainen on klorofyllitilanne kuukauden päästä, tai tulevina vuosina.

Arbonaut Oy on kehittänyt menetelmiä, joissa käytetään yksinkertaista lampimalia ottamatta virtausta huomioon. Virtauksiin perustuvan mallin sijaan mallinnetaan satelliittiprofiilin ja kullakin kuvaushetkellä voimassaolevan aikasarjahistorian väliset riippuvuudet. Syntyvän laskentamallin avulla uudesta aikasarjahistoriasta voidaan aina johtaa uusi karttaprofiili (kuva 2.1).

Karttaprofiilin ennustamiseen on kokeiltu kolmea erilaista mallia: suora solupohjainen ennuste Sparse Bayes -regressiolla, käänteisongelma interpoloiden lähimpiä aikasarjoja vastaavista karttaprofiileista sekä käänteisongelma vakautetulla lineaarisella regressiomallilla. Suorassa mallissa aikasarjahistoria selittää karttaprofiilia, kun taas käänteismallissa karttaprofiilia selitetään aikasarjahistorialla. Suorassa mallissa siis ennustehetken aikasarjahistoriasta lasketaan opetetuilla solumalleilla soluenusteet. Käänteismallilla ennustettaessa taas etsitään profiili, joka parhaiten selittää ennustehetken aikasarjahistoriaa.

Kaaviot ovat ladattavissa Vesinetti.fi:stä aukaisemalla Pyhäjärven infoikkunan ja välilehden Vesien tila.

### 2.3

## Kuormituksen arviointi tilastollisella mallilla

*Elina Jaakkola, Petri Ekholm, Saara Hirvonen, Sirkka Tattari ja Jari Koskiahho (SYKE)*

### Mallinnetut pilottialueet: Lapuanjoki, Vanajavesi, Vantaanjoki ja Vesijärvi

GisBloom-hankeessa kehitettiin hajakuormituksen (fosfori, P ja typpi, N) laskentaan myös täysin uusi tilastollinen ominaiskuormitusmalli. Mallia varten kerättiin jokivesien pitoisuus- ja virtaamatietoja vuosilta 2000–2011. Havaintopisteiden yläpuoliset valuma-alueet ja niiden ominaisuudet hyväksyttiin mukaan tilastollisen mallin pohjaksi, jos vesinäytteitä oli otettu vähintään 12 vuodessa kolmen vuoden ajan ja puuttuvaa virtaama-aineistoa oli korkeintaan yhdeltä vuodelta. Koko Suomen valuma-alueista vain 70 täytti nämä kriteerit. Näille valuma-alueille laskettiin päivit-

täinen ainevirtaama käyttäen hyväksi virtaaman ja pitoisuuden välistä yhteyttä (ks. Wartiovaara 1975 ja Sjöblom 2008) ja päivittäisistä arvoista laskettiin vuosikeskiarvo kaudelle 2000–2011. Osaa valuma-alueista käytettiin yhtälöiden muodostamisessa ja osa jätettiin hyödynnettäväksi yhtälön testauksessa (validoinnissa). Tilastollisen mallin selittäjiksi valittiin muun muassa peltoprosentti (%), peltojen vallitseva kasvilaji (%), peltojen kaltevuus (%-luokat), lannan mukana tuleva typpi (N) ja fosfori (P) (kg/km<sup>2</sup>/v), haja-asutus (asukkaita/km<sup>2</sup>), sademäärä (mm), järvisyys (%), rakennettu ala (%), metsän osuus (%), soiden osuus (%), pintamaan savisuus (%), pistekuormitus N ja P (kg/km<sup>2</sup>), laskeuma N (kg/km<sup>2</sup>).

Peltojen kaltevuus laskettiin Maanmittauslaitoksen (MML) koko maan kattavan 10 x 10 m korkeusmallin avulla. Eläintiedot perustuivat Elintarviketurvallisuusviraston (EVIRA) ja Maaseutuviraston (MAVI) tietoihin. MAVIn tiedoista saatiin myös peltolohkojen rajat sekä pelloilla kasvavat kasvit. Eläintiedot muutettiin ensin eläinyksiköiksi EVIRAn muunnostaulukkojen avulla ja eläinyksikköjen tuottama typpi- ja fosforimäärä laskettiin MTT:n kertoimilla (Jouni Nousiainen MTT). Pistekuormitus saatiin ympäristöhallinnon Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä VAHTIsta. Corine Land Cover 2006 (CLC2006, 25 x 25 m) tietokantaa käytettiin muun kuin maatalousmaan maankäytön kartoitukseen. Haja-asutusalueen asukasmäärät saatiin rakennus- ja huoneistorekisteristä (RHR) ja järviprosentti ja uoman pituus taas laskettiin Maanmittauslaitoksen rantaviiva-aineiston pohjalta. Maannostieto oli peräisin Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) 1:1 000 000 yleistetystä maaperäkartasta, johon MTT on johtanut maannosnimet ja jonka metsämaiden maannostulkintaan ja ominaistietojen tuottamiseen myös Metla on osallistunut.

Aineistosta selvitettiin parhaiten fosforin ja typen kuormitusta selittävät tekijät lineaarisen regression avulla. Jokaisen muuttujan selitysaste selvitettiin. Parhaiten selittävät tekijät peltoisuus ja järvisyys valittiin yhtälöiksi 1 (pelkkä peltoisuus) ja 2 (peltoisuus ja järvisyys). Tämän jälkeen kokeiltiin usean muuttujan kombinaatioita askeltavan regressioanalyysin avulla. Malleihin lopullisesti mukaan otetut selittäjät valittiin ilmiön logiikan eikä pelkästään tilastollisen merkitsevyyden perusteella. Yhtälöissä 3 ja 4 on käytetty omaa harkintaa ja kokeiltu erilaisia muuttujakombinaatioita. Mallin 5 selittävät muuttujat ovat askeltavan regression valitsemia.

#### **Mallit kokonaisfosforille (TP):**

$$\text{Malli 1} \rightarrow \text{TP} = 3.0 + 1.44 \cdot \text{peltoisuus} \quad R^2 = 0.70$$

$$\text{Malli 2} \rightarrow \text{TP} = 10.7 + 1.35 \cdot \text{peltoisuus} - 1.09 \cdot \text{järvisyys} \quad R^2 = 0.79$$

$$\text{Malli 3} \rightarrow \text{TP} = 3.25 + 1.30 \cdot \text{peltoisuus} - 1.37 \cdot \text{järvisyys} + 0.002 \cdot \text{lannan P} + 0.89 \cdot \text{savipeltojen osuus} \quad R^2 = 0.84$$

$$\text{Malli 4} \rightarrow \text{TP} = 4.66 + 0.99 \cdot \text{peltoisuus} - 1.04 \cdot \text{järvisyys} + 0.40 \cdot \text{metsäisyys} + 0.65 \cdot \text{savipeltojen osuus} + 0.06 \cdot \text{sadanta} \quad R^2 = 0.83$$

$$\text{Malli 5} \rightarrow \text{TP} = -48.1 + 1.26 \cdot \text{taajamien osuus} + 1.10 \cdot \text{savipeltojen osuus} + 0.08 \cdot \text{sadanta} - 1.62 \cdot \text{järvisyys} + 0.003 \cdot \text{lannan P} - 0.24 \cdot \text{kevätiljan osuus peltoalasta} + 2.52 \cdot \text{kevätiljan osuus koko maa-alasta} + 23.6 \cdot \text{puutarhojen peltoalasta} - 132.4 \cdot \text{puutarhojen osuus koko maa-alasta} \quad R^2 = 0.93 \quad (\text{NS} = 0.37)$$

#### **Mallit kokonaistypelle (TN):**

$$\text{Malli 1} \rightarrow \text{TN} = 130.8 + 21.9 \cdot \text{peltoisuus} \quad R^2 = 0.77$$

$$\text{Malli 2} \rightarrow \text{TN} = 256.4 + 20.0 \cdot \text{peltoisuus} - 16.8 \cdot \text{järvisyys} \quad R^2 = 0.85$$

$$\text{Malli 3} \rightarrow \text{TN} = 244.8 + 18.0 \cdot \text{peltoisuus} - 17.9 \cdot \text{järvisyys} + 1.17 \cdot \text{kevätiljan osuus peltoalasta} \quad R^2 = 0.85$$

$$\text{Malli 4} \rightarrow \text{TN} = 320.6 + 18.3 \cdot \text{peltoisuus} - 17.6 \cdot \text{järvisyys} - 0.93 \cdot \text{metsäisyys} + 1.07 \cdot \text{N} - \text{pistekuormitus} \quad R^2 = 0.87$$

Malli 5  $\rightarrow$  TN =  $-324.5 + 15.6 \cdot$  taajamien osuus +  $0.64 \cdot$  sadanta –  $12.2 \cdot$  järvisyys +  $1.18 \cdot$  N – pistekuormitus –  $0.94 \cdot$  N – laskeuma veteen +  $6.97 \cdot$  kevätiljan osuus peltoalasta +  $25.4 \cdot$  kevätiljan osuus koko maa-alasta –  $83.7 \cdot$  syysviljan osuus koko maa-alasta +  $3.10 \cdot$  nurmen osuus peltoalasta  $R^2 = 0.92$  (NS = 0.65)

Eri maankäyttömuodoista valuma-alueen peltoisuus selitti parhaiten sekä fosforin että typen ominaiskuormitusta. Peltojen osuus valuma-alueen maa-alasta selitti 70 % fosforikuormituksesta ja 77 % typpikuormituksesta. Kun mukaan otettiin valuma-alueen järvisyys, nousi selitysaste fosforilla 79 %:iin ja typellä 85 %:iin.

Malleja validoitiin myös osalla valuma-alueen aineistolla. Validointi osoitti, että mallit saattavat antaa yksittäiselle valuma-alueelle huomattavan virheellisiä (yli- tai aliarvioita) tuloksia, kun kuormittavia toimintoja valuma-alueella on vähän tai jos järviä on paljon.

Kaaviot ovat ladattavissa Vesineti.fi:stä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla välilehden Vesistökuormitukset ja Ulkoinen kuormitus.

## 2.4

### LLR-kuormitusvaikutusmalli

*Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)*

**Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Säskylän Pyhäjärvi, Vanajavesi, Vantaanjoki, Vesijärvi**

Lake Load Response eli LLR-kuormitusvaikutusmalli on mallinnustyökalu, jonka avulla voidaan arvioida, kuinka paljon järveen tulevan kuormituksen määrää tulisi vähentää hyvän vedenlaadun saavuttamiseksi. LLR:stä on kehitetty myös mereen laskevien jokien suistoalueiden mallinnustyökalu (Coastall-LLR/Rannikko-LLR), jolla tässä hankkeessa mallinnettiin Vantaanjoen suulla, Vanhankaupunginlahdella. LLR-työkalu on kehitetty Suomen ympäristökeskuksessa tukemaan vesiputedirektiivin toimeenpanoa ja helpottamaan vesistöalueiden hoidon suunnittelijoiden tekemää arviointia vesien ekologisesta tilasta ja sen muutoksista.

LLR-työkalu soveltuu erityisesti huonokuntoisten järvien tai järven osien kuormitusvähennystavoitteiden laskemiseen ja ekologisen tilan arviointiin. Laskennan lähtötietovaatimuksena on, että tarkasteltavasta vesimuodostumasta on saatavilla keskisyvyys, tilavuus ja pintavesityyppi sekä mahdollisimman pitkät havaitut aikasarjat tulevasta kuormituksesta, lähtövirtaamasta ja edustavimman syvänteen kokonaisravinnepitoisuuksista. Lisäksi tarvitaan arvio sisäisestä kuormituksesta. Kun mallin tarvitsemat syöttötiedot ovat saatavilla, on LLR-työkalun varsinainen käyttö suoraviivaista. Mikäli havaittuja kuormituksia ei ole saatavilla, voidaan niiden sijaan käyttää VEMALA-mallin (luku 2.5) tuottamia malliennusteita. LLR:n käyttö ja erityisesti tulosten tulkinta edellyttää käyttäjältä kuitenkin tietämystä tutkittavan järven ominaisuuksista, tilasta ja erityispiirteistä sekä järven tilaan vaikuttavista tekijöistä.

LLR-työkalussa on yhdistetty yksinkertaisia empiirisiä vedenlaatumalleja (Vollenweider 1968, Chapra 1975) käyttäen hyväksi ns. bayesilaisen todennäköisyystilastotieteen menetelmiä. Näin mallilla tehtyjen ennusteiden epävarmuus voidaan ottaa huomioon päätöksenteossa ja vesistöjen seurannassa. Ravinteiden pidättymismallin avulla voidaan laskea kuormituksen ja kokonaisravinteiden yhteys. Perinteisistä pidättymismalleista poiketen LLR:n fosforimalliin on lisätty myös sisäisen kuormituksen vaikutus. Näin malli korjaa järven fosforipitoisuuden ja ulkoisen kuormituksen suhdetta siten, että pitoisuus saadaan arvioitua luotettavammin myös rehevissä, sisäkuormitteisissa järvissä.

Ravinnekuormitusten avulla laskettuja kokonaisravinnepitoisuuksia käytetään vesimuodostuman *a*-klorofyllipitoisuuden laskentaan. Ravinteiden ja *a*-klorofyllin pitoisuuksien suhteesta saadaan edelleen johdettua yhteys kuormituksen ja *a*-klorofyllipitoisuuden välille. Kokonaisravinteiden ja *a*-klorofyllipitoisuuksien välille on muodostettu hierarkkinen regressiomalli hyödyntäen olemassa olevaa järvien seuranta- ja velvoitetarkkailuaineistoa (Malve 2007). Hierarkkisen regressiomallin perusoletuksena on, että samaan pintavesityyppiin kuuluvien vesimuodostumien klorofylli-ravinnevasteet ovat jossain määrin samanlaisia, ja että samaan pintavesityyppiin kuuluvien vesimuodostumien havainnot kattavat laajemman vaihtelualan kuin yksittäisen järven. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että pintavesityypin yhteisiä kertoimia voidaan käyttää järvi-kohtaisten estimaattien tarkentamiseen tilanteessa, jossa järvi-kohtaisia havaintoja on vähän. Ekstrapolointi hierarkkisella mallilla on tilastollisesti perusteltua ja selvä etu tavalliseen regressiomalliin nähden.

LLR-työkalu tuottaa ravinnepitoisuus- ja *a*-klorofylliennusteiden todennäköisyysjakaumat annetuilla kuormituksilla. Vesimuodostumien tyyppikohtaisista raja-arvoista saadaan jokaiselle muuttujalle todennäköisyys kuulua tiettyyn luokkaan. Vastaavasti voidaan laskea tavoitetilan (Hyvä/tyytyttävä raja-arvo) saavuttamisen todennäköisyys erilaisilla kuormitusvaihtoehdoilla.

LLR:n vahvuutena on sen helppokäyttöisyys ja yleistettävyyys. Laskennat perustuvat ympäristöhallinnon koko Suomen kattavaan seuranta-aineistoon ja vahvoihin tilasto- ja simulointimenetelmiin. Mallinnuksesta johtuva epävarmuus saadaan arvioitua ja epävarmuuden läpinäkyvyyttä voidaan hyödyntää päätöksenteon riskien arvioinnissa. Jatkossa LLR:ään tullaan lisäämään muitakin ekologisen tilan indikaattoreita, kuten sinilevien prosenttiosuus ja sen mallinnus. Tähän liittyen ravinteiden lisäksi ainakin lämpötilan vaikutus otetaan mallissa huomioon, jolloin myös ilmaston lämpenemisen vaikutusta järvien keskimääräisiin sinileväosuuksiin voidaan tarkastella. Myös eläinplanktonin ja kalaston vaikutuksia tullaan tarkastelemaan yhdistämällä analyysiin niitä koskeva valtakunnallinen seuranta-aineisto.

LLR-työkalu on käytettävissä suoraan Vesinetti.fi:ssä aukaisemalla järven tai vesimuodostuman infoikkuna ja valitsemalla: Ekologiset vaikutukset → Laskenta malleilla → Mallit → Valitse malli → LLR\_2013. LLR-työkalun alkuperäistä versiota voi käyttää suoraan osoitteessa lakestate.vyh.fi. Työkalun tarkempi kuvaus ja ohje löytyvät GisBloomin Final reportista ja em. verkkosivuilla.

## 2.5

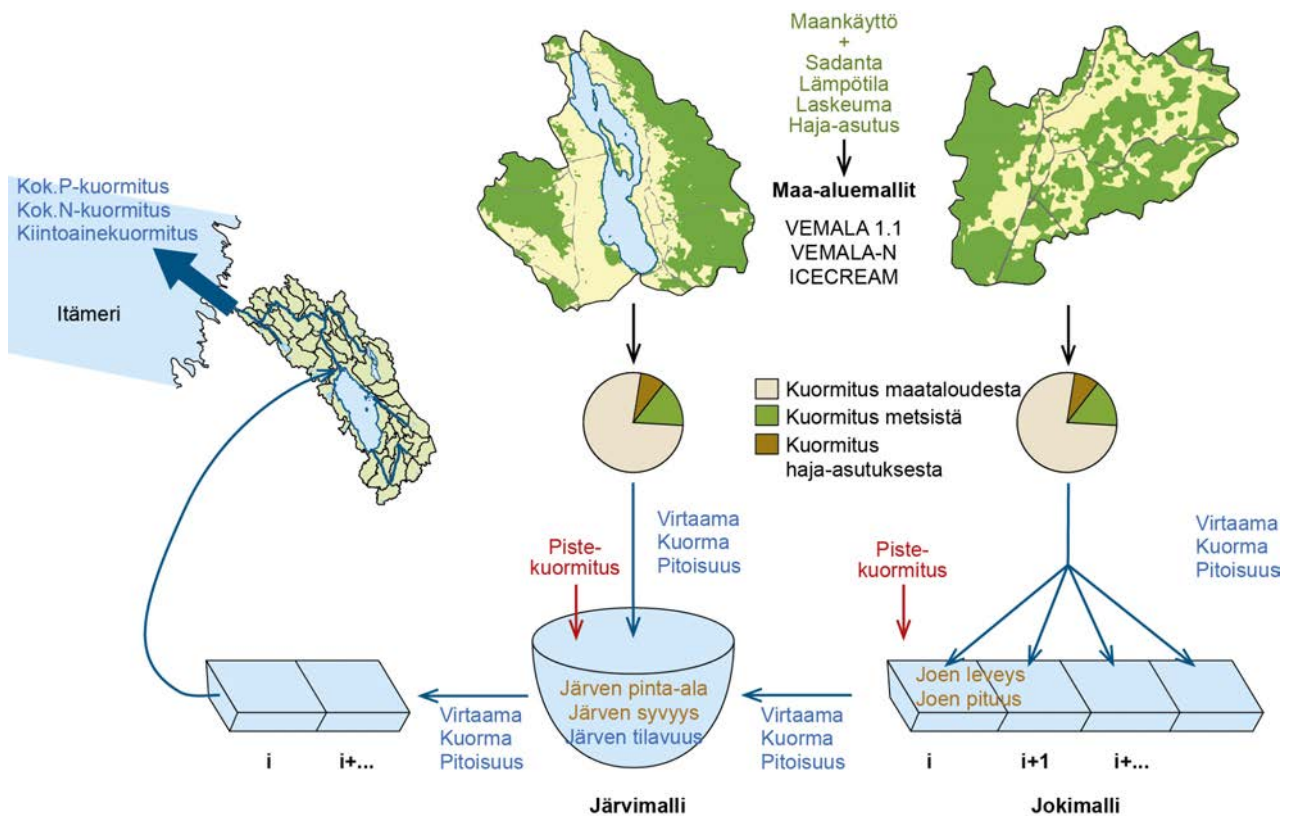
### Vedenlaatumalli VEMALA

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

**Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Säskylän Pyhäjärvi, Tvärminne/Pohjanpitäjänlahti, Vanajavesi, Vantaanjoki, Vesijärvi, taloudellisten tarkastelujen pilottialueet (Karvianjoki, Paimionjoki, Temmesjoki)**

Vedenlaatumalli VEMALA (Huttunen ym., 2013) (kuva 2.2) simuloi vesimääriä ja vedenlaatua kaikille Suomen joille ja järville. Malli simuloi valuntaa, virtaamia, järvien vedenkorkeuksia ja tilavuuksia, kokonaisfosforia, kokonaistyppeä ja kiintoainetta. Se laskee vuorokauden aika-askeleella i) ravinteiden kulkeutumista maa-alueilta, ii) jokaiseen hehtaarin kokoiseen ja suurempaan järveen tulevaa kuormitusta, iii) kuormituksen etenemistä joissa ja järvissä ja lopulta iv) mereen päätyvää kuormitusta.





Kuva 2.2. WSFS-DEMOLA mallin perusrakenne.

Maatalouden ravinnekuormituksen simulointiin käytetään kahta eri malliversiota:

1. Malliversiossa V1 vuotuisen typpi- ja fosforikuormituksen mallinnus perustuu peltolohkokohtaisesti sovelletun VIHMA-mallin arvioon. Päivittäisten ravinnepitoisuuksien simulointi taas perustuu pitoisuuden ja valunnan väliseen riippuvuuteen, joka kalibroidaan vesistöhavaintoja vasten. Fosforin osalta ravinnekuormituksen suuruutta kalibroidaan myös manuaalisesti 1. tai 2. jakovaiheen valuma-alueen tasolla valuma-alueen koosta riippuen. Maatalouden ja muun maa-alueen kuormitukselle käytetään asiantuntija-arviona asetettuja korjauskertoimia, joilla kuormituksen suuruutta joko nostetaan tai lasketaan sen perusteella, miten hyvin mallinnetut pitoisuudet saadaan sopimaan yksiin havaittujen pitoisuuksien kanssa. Korjauskertoimien suuruudet on kerrottu pilottialueiden tulosten yhteydessä. Fosforin osalta järvien sisäisen kuormituksen simulointi perustuu mallin kalibrointiin järven pitoisuushavaintoja vasten.
2. GisBloom-projektissa kehitetyssä malliversiossa V2 maatalouden fosfori- ja typikuormituksen laskemiseen on omat, prosessipohjaiset mallit. Tämä tarkoittaa, että mallinnuksessa huomioidaan esimerkiksi sään vaikutus fosforin ja typen kulkeutumista sääteleviin kemiallisiin, fysikaalisiin ja biologisiin prosesseihin.

Fosforikuormitus simuloidaan erikseen jokaiselle peltolohkolle ICECREAM-mallilla, joka ottaa huomioon pellon maalajin, kaltevuuden, lannoituksen ja kasvin. Myös suojavyöhykkeet ja erilaiset muokkausmenetelmät on mahdollista ottaa mukaan mallinnuksessa. ICECREAM-malli on kalibroitu testilohkoille,

mutta muutoin peltoalueilta lähtevän fosforikuorman suuruuteen vaikuttaa ainoastaan manuaalinen kalibrointi, joka tehdään vastaavasti kuin versiossa V1 (korjauskertoimet). Fosforin viipymä joessa kalibroidaan jokihavaintojen perusteella. Järvessä fosforin sedimentoituminen lasketaan järven fosforipitoisuuden ja viipymääjan perusteella, ja näin saatua laskennallista sedimentoitumisnopeutta sovitetaan havaintoja vasten kertoimella.

Maatalouden typpikuormitus simuloidaan valuma-aluekohtaisella VEMALA-N-mallilla. Malli huomioi valuma-alueen peltojen kasvilajijakauman sekä lannoitusmäärän. VEMALA-N-mallin parametrit määritetään automaattisella kalibroinnilla, joka minimoi simuloidun ja havaitun typpipitoisuuden välisen eron joissa ja järvissä. Typpiprosessien, kuten mineralisaation ja kasvien typenoton mallintamiseen käytettyjen parametrien kalibroinnissa on kuitenkin tiukat muihin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen perustuvat rajat, joten kalibrointi vaikuttaa mallinnustuloksiin huomattavasti vähemmän kuin versiossa V1.

Mallinnustuloksiin liittyy aina epävarmuutta. VEMALAn kaltaisen laajan mallinnusjärjestelmän tuloksiin liittyvää epävarmuutta voidaan arvioida vertaamalla usean eri mallin ja malliversion tuloksia toisiinsa. Joskus V1- ja V2-malliversioiden tulokset saattavat poiketa toisistaan hyvinkin paljon. VHS-työssä saattaa olla tarpeen päättää, kumman malliversion tuloksia käytetään. Fosforin osalta vesistöissä, joissa on tehty useita pitoisuusmittauksia, malliversion V1 mittauksia vasten kalibroidut tulokset ovat lähempänä totuutta. Mittausten puuttuessa taas versio V2, joka on prosessipohjainen, on luotettavampi. Vesistöissä, joissa mittauksia on tehty vain vähän, onärkevää verrata eri versioiden simuloimia pitoisuuksia mitattuihin arvoihin. Erityisesti pienillä valuma-alueilla kalibrointi saattaa aiheuttaa V1-version simuloimissa pitoisuuksissa epärealistista vaihtelua. ICECREAM-mallin kehitystyö turvemailla on vielä kesken, joten valuma-alueilla, joilla huomattava osa pelloista on turvemailla, V1-versio toimii paremmin.

VEMALA-malliin on myös liitetty LLR-mallista (luku 2.4) klorofylli-a-pitoisuutta kuvaava osa. Tällä tuotetaan leväennusteet kaikkiin 1 ha:n kokoihin ja sitä suurempiin järviin, joita on Suomessa noin 58 000.

Tässä hankkeessa VEMALALLa tuotettiin nykytilan kuvauksen lisäksi kuormitusskenaariot kohdealueille ja koko Suomeen. Kuormitusskenaarioissa (ks. luku 2.11 ja liite 2) simuloitiin viljelytoimenpiteiden, kasvilajien ja lannoitusmäärien muutosten ja ilmastonmuutoksen vaikutusta valuma-alueella syntyviin ravinnekuormituksiin.

Tässä raportissa esitellään VEMALA-mallin tuloksia kullekin pilottialueelle. Jokien sekä järviin tulevan kuorman suuruus on arvioitu kummallakin malliversiolla. Lisäksi kuormituksen jakautumisesta eri kuormituslähteisiin ja järvistä lähtevästä kuormasta on esitetty V2-versiolla lasketut arviot. Ravinnetasekaavioiden (luku 2.6) yhteydessä esitetyt vastaavat tulokset on laskettu VEMALAn versiolla V1. Ilmastonmuutos- ja maataloustoimenpideskenaarioita simuloidaan vain prosessipohjaisilla malleilla (versio V2). Näiden skenaarioiden tuloksia käytetään myös syötteenä LLR- ja KUTOVA-malleihin. VEMALA-mallin lähtötiedoiksi laskettuja maankäyttötietoja käytetään lähtötietoina VIHMA-malliin.

Avaamalla järven info-ikkunan Vesinetti-palvelusta löytyy kuvina järviin tuleva fosfori- ja typpikuorma sekä järven klorofylli-a-pitoisuus 2000-luvun alusta V1-versiolla laskettuna. Sieltä löytyvät myös ennusteet tulevalle kesälle näiden aineiden pitoisuuksista järvessä.

## VEMALAn ravinnetaseet

Antti Taskinen (SYKE)

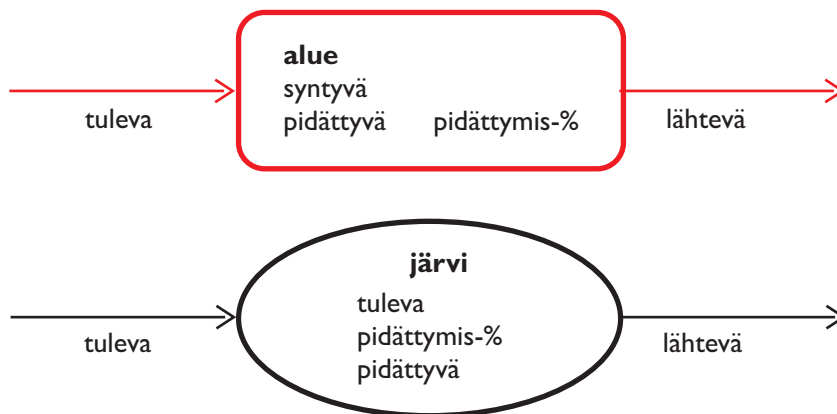
### Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Säkylän Pyhäjärvi, Vanajavesi, Vantaanjoki, Vesijärvi

GisBloom-hankkeessa kehitettiin Microsoft Excel -ohjelmistolla toimivia ravinnetasekaavioita, jotta käyttäjä voisi yksinkertaisilla toimenpiteillä modifioida valuma-alueiden taselaskelmia ja testata esimerkiksi osa-alueilla tehtävien päästövähennysten vaikutuksia. Ne soveltuvat hyvin myös käytettäväksi yhdessä muiden mallien, kuten KUTOVA, VIRVA ja LLR, kanssa.

Kaaviot pohjautuvat Suomen ympäristökeskuksen Vesistömallijärjestelmän vedenlaatukomponentin VEMALAn (luku 2.5) version V2 tuloksiin. VEMALA simuloi kokonaisfosforin, -typen ja kiintoaineen kiertoa vesistöalueiden kolmannen jakovaiheen alueellisella ja vuorokauden ajallisella tarkkuudella. Malli kattaa koko Suomen maa-alueen mukaan lukien rajavesistöt vuodesta 1991 alkaen. Ainetasekaaviot perustuvat VEMALAn laskemiin ainetaseisiin keskimääräisellä vuositasolla. Haluttaessa voidaan simuloida nykytilannetta käyttämällä vuosien 1991–2012 aineistoa tai tulevaisuutta hyödyntämällä VEMALAn olemassa olevia skenaarioita 2014–2050. Tällä hetkellä käytössä ovat vain ilmastonmuutosskenaariot, mutta periaatteessa menetelmä sopii myös GisBloomin skenaarioille (luku 2.11).

Tasekaavio on käytännössä Microsoft Excel -tiedosto, joka koostuu eri välilehdillä suoritettavasta automaattisesta laskennasta. Ensimmäisen välilehden tiedot perustuvat VEMALAlla laskettuihin keskimääräisiin vuotuisiin taseisiin. Tiedot ovat sarakkeittain seuraavat: 1) alueen tai altaan nimi tai tunnus, 2) pistekuormituksena ja laskeumana syntyvä kuormitus, 3) pelloilla syntyvä kuormitus, 4) muulla maa-alueella syntyvä kuormitus, 5) haja-asutuksesta syntyvä kuormitus ja 6) alueen tai altaan pidättymiskerroin. Kuormitusten yksikkö on kokonaisfosforille kg/vuosi sekä kokonaistypelle ja kiintoaineelle tn/vuosi. Ainetasekaaviota käytettäessä halutut muutokset tehdään nimenomaan tähän taulukkoon, jolloin myös varsinaiset taselaskelmat päivittyvät seuraavilla välilehdillä. Olennaista taseiden toiminnan kannalta on, että muutettaessa kuormituksia, kolmannen jakovaiheen alueiden ja altaiden pidättymiskertoimet pysyvät vakioina, mutta toisen jakovaiheen alueiden kertoimet päivittyvät taseiden ylläpitämiseksi kaikilla tasoilla.

Toisella välilehdellä kuvataan koko valuma-alueen koostuminen eri alueista ja altaista kaaviona. Yleensä kaavio on tehty toisen jakovaiheen tarkkuudella. Käytetyt symbolit esitetään kuvassa 2.3.



Kuva 2.3. Valuma-alueiden ja altaiden esittäminen ainetasekaaviossa.

Punareunainen laatikko ja nuolet viittaavat toisen jakovaiheen ja sininen kolmannen jakovaiheen valuma-alueeseen. Järvet tai altaat esitetään mustalla soikiolla. Laatikoiden ja soikioiden koot eivät kuitenkaan ole suhteessa luonnolliseen kokoon, eikä nuolien pituus tai paksuus kuormituksen määrään. Myös niiden sijainti on viitteellinen, sillä oleellisinta on ravinteiden kulkeutumisen kannalta oikea järjestys ja kulkusuunta. Alueilla mahdollisesti olevat järvet ovat laskelmissa mukana, mutta niitä ei ole piirretty kaavioon, elleivät ne ole varsinaisesti tarkastelun kohteena. Järvien esitystapa vaihtelee hieman tapauskohtaisesti, mutta taseen tekijät on aina nimetty erikseen.

Useimmista pilottialueista esitetään myös tarkennettu valuma-aluekuvaus, jossa edellisellä välilehdellä toisen jakovaiheen tasolla esitetyt alueet kuvataan kolmannen jakovaiheen tarkkuudella. Käytetyt symbolit ovat samat. Lisänä on piirakkakuviokuva alueen kuormituslähteiden osuuksien havainnollistamiseksi. Viimeiset välilehdet ovat apusivuja muilla sivuilla suoritettaville toimenpiteille.

Kaaviot ovat ladattavissa Vesinetti.fi:stä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla välilehdeltä Vesistökuormitukset-kohdan Ulkoinen kuormitus.

## 2.7

### VIHMA

*Sari Väisänen (SYKE)*

#### **Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Säskylän Pyhäjärvi, Vanajavesi, Vantaanjoki, Vesijärvi**

**Viljelyalueiden valumavesien hallintamalli** eli VIHMA on kehitetty Suomen ympäristökeskuksessa arvioimaan peltokohtaisen kuormituksen suuruutta ja erilaisten muokkausmenetelmien vaikutusta siihen. Mallissa on sovellettu pitkän aikavälin koekenttätutkimusten aineistoja, joista on saatu tietoa toimenpiteiden vaikutuksista ja keskinäisistä suhteista. (Puustinen ym. 2010).

VIHMA soveltuu parhaiten valuma-alueen nykykuormituksen ja erilaisten toimenpidemuutosten aiheuttamien vaikutusten vertailuun. Tarvittavia lähtötietoja kohdealueelta ovat peltojen pinta-ala, maalaji-, kaltevuus- ja P-lukujakaumat, toteutetut maanmuokkaustoimenpiteet sekä mahdollisuudet toteuttaa muita kuormitusta vähentäviä vesiensuojelutoimenpiteitä, kuten suojavyöhykkeitä ja kosteikkoja. Suuri osa tiedoista on saatavilla mm. ympäristöhallinnon rekistereistä tai esim. VEMALAMallista, mutta ainakin muokkausmenetelmien, suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen osalta on yleensä käytettävä asiantuntija-arvioita.

Maalajit jakautuvat VIHMAssa saviin, hiesuihin, karkeisiin ja eloperäisiin maihin. Peltojen kaltevuusluokkia on viisi (0–0,5 %, 0,5–1,5 %, 1,5–3,0 %, 3,0–6,0 % ja > 6,0 %) ja peltojen muokkauskerroksen P-luku luokkia kolme (alle 8 mg, 8–14 mg ja yli 14 mg litrassa maata). VIHMAssa lannoituksen muutosta voikin mallintaa ainoastaan P-lukuluokkien osuuksia muuttamalla ja siis vain fosforin osalta. Muokkausmenetelmänä on kyntö, kevennetyt muokkausmenetelmät, talviaikainen sänki ja suorakylvö kevätiljoilla, kyntö ja suorakylvö syysviljoilla, sekä pysyvät kasvipeitteet, eli nurmet ja energiakasvit. Näistä lähtötiedoista VIHMA laskee ominaiskuormituslukujen (kg/ha/v) avulla koko alueen kuormitusarvioita (kg/v ja kg/ha/v) annetuille toimenpideyhdistelmille ja -aloille.

VIHMA laskee tulokset aina kolmenlaisille talvityypeille: keskimääräiset talvet, lauhat talvet (jolloin lumipeite oletetaan vähäiseksi ja valunta on keskimääräistä suurempaa talviaikaan) ja kylmät talvet (keskimääräistä pienempi talviaikainen valunta). Lauhojen talvien tuloksia voikin hyödyntää esim. yritettäessä arvioida ilmastomuuta-

toksen vaikutuksia. Talvityyppien tuloksia vertailemalla voidaan myös havainnollistaa kuinka suurta vuosien välinen vaihtelu voi olla, ja mikä voi selittää esim. sen miksi toteutettujen toimenpiteiden vaikutukset eivät aina ole niin selvästi näkyvillä. Tässä raportissa on vertailtu vain keskimääräisten ja lauhjojen talvien tuloksia.

VIHMAsa P-luvut vaikuttavat vain liukoiseen fosforin (DRP) ja sitä kautta kokonaisfosforin (TotP) kuormitukseen. DRP:n kuormitus ei siis ole mallissa riippuvainen pellon kaltevuudesta. Kaltevuudet vaikuttavat sen sijaan huomattavasti eroosioon ja partikkelifosforin (PartP) kuormitukseen. Lisäksi maalaji, muokkausmenetelmät sekä suojaväyhykkeet ja kosteikot vaikuttavat sekä edellä mainittuihin että kokonais- ja nitraattitypen (TotN ja NO<sub>3</sub>-N) kuormitukseen, mutta myöskään tyyppi ei ole mallissa riippuvainen kaltevuudesta, vaan lähinnä muokkausmenetelmistä ja jossain määrin maalajista. Mallilla voidaan siis vertailla esim. kaltevimmille vs. tasaisimmille peltoaloille kohdistettujen toimenpiteiden vaikutuspotentiaaleja. On myös hyvä tiedostaa, että pelloilla tehdyt toimenpiteet ja niiden muutokset vaikuttavat myös suojaväyhykkeiden ja kosteikkojen suhteellisiin tehokkuuksiin; mitä kuormittavampia menetelmiä yläpuolisilla pelloilla on käytetty, sitä suuremman osan kuormituksesta suojaväyhykkeet tai kosteikot voivat leikata. Kosteikkojen kuormituksen vähentämispotentiaali on mallissa kuitenkin hyvin suuntaa-antava jo siitäkin syystä, että malliin ei voida useinkaan syöttää ainakaan isomman alueen kosteikkojen tietoja erikseen, vaan vain niiden summia, mikä todennäköisesti vaikuttaa lopputulokseen.

Tarkempi kuvaus mallista löytyy GisBloomin Final reportista ja Vesinetti.fi:stä. Kaaviot ovat ladattavissa Vesinetti.fi:stä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla välilehdeltä Vesistökuormitukset kohdan Ulkoinen kuormitus.

## 2.8

# KUTOVA

*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

**Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Vanajavesi, Vantaanjoki, taloudellisten tarkastelujen pilottialueet (Karvianjoki, Paimionjoki, Temmesjoki)**

**Kustannustehokkaiden toimenpiteiden valintatyökalu** eli KUTOVA on kehitetty Suomen ympäristökeskuksessa (Kunnari 2008 ja Marttunen ym. 2012) arvioimaan yksittäisten vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuutta ja niillä saavutettavissa olevaa fosforikuormitusvähennystä. Lisäksi työkalun avulla on mahdollista muodostaa kustannustehokkaita toimenpideyhdistelmiä ja laskea niihin valittujen toimenpiteiden kustannukset sekä yhteisvaikutus kuormitukseen. KUTOVA-työkalu sisältää toimenpiteitä maatalouden, metsätalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon sektoreilta.

Kustannustehokkuudella tarkoitetaan toimenpiteen kustannusten suhdetta toimenpiteen tiettyyn vaikutukseen, kuten fosforikuormituksen vähenemiseen. Kustannustehokkuus ilmaistaan kuormituksesta poistuvan fosforikilon hintana ja sen yksikkö on €/fosforikilo (€/P kg). Kustannustehokkuus ei kuitenkaan huomioi toimenpiteiden toteutettavuutta, hyväksyttävyyttä tai mahdollisia muita vaikutuksia tai hyötyjä, joten kustannustehokkaiden toimenpiteiden yhdistelmä ei välttämättä ole aina syystä tai toisesta realistinen. Työkalulla voidaan kuitenkin saada tietoa, miten toimenpiteitä kannattaa suunnata ja mihin toimenpiteisiin kannattaa panostaa rajallisissa resursseissa.

KUTOVA soveltuu parhaiten valuma-alueen nykykuormituksen ja erilaisten toimenpideyhdistelmien kuormitusvähennysten ja kustannusten vertailuun. Tarvittavia

lähtötietoja kohdealueelta ovat kuormitus sektoreittain, arviot toimenpiteiden suurimmasta mahdollisesta toteuttamislaajuudesta sekä maatalouden osalta valuma-aluekohtaisista reduktioista toimenpiteittäin. Suurin osa tiedoista on saatavilla mm. ympäristöhallinnon malleista ja tietokannoista, kuten Vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio VEMALAsta (Huttunen ym. 2006, 2007, 2008) (luku 2.5), VEPSistä (Tattari ja Linjama 2004) ja VIHMAsta (luku 2.7) (Puustinen ym. 2010). Lisäksi työkaluun on sisällytetty arvioita toimenpiteiden kustannuksista ja reduktioista metsätalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon toimenpiteiden osalta.

Toimenpiteiden kustannukset voivat olla joko investointi- ja käyttökustannuksia, välillisiä kustannuksia tai näiden yhdistelmiä. Mallissa käytetyt kustannukset perustuvat pääasiassa vesienhoidon suunnittelussa laadittuihin suosituksiin. Toimenpiteiden investointikustannukset on pääomitettu käyttäen eri toimenpiteille suositeltua kuoletusaikaa ja 5 %:n korkoa. Toimenpiteiden vuosikustannukset muodostuvat mahdollisista pääomitetuista investointikustannuksista sekä vuosittaisista käyttökustannuksista.

Toimenpiteiden kustannustehokkuuden ja toteuttamislaajuuden perusteella voidaan laatia erilaisia toimenpideyhdistelmiä. Kustannustehokkaimpaan toimenpideyhdistelmään valitaan toimenpiteitä niiden kustannustehokkuusjärjestyksessä. Kun toimenpide on valittu, sen vaikutus sektorin kuormitukseen huomioidaan ja muille toimenpiteille lasketaan uusi kustannustehokkuus. Lisäksi työkalu päivittää valittavissa olevien toimenpiteiden maksimimäärät, koska toimenpiteet voivat olla toisensa poissulkevia. Toimenpideyhdistelmien tekemisessä tarvitaan myös käyttäjän harkintaa ja asiantuntemusta toimenpiteiden toteuttamislaajuuden valinnassa. Lisäksi kokonaiskustannuksille voidaan asettaa tavoitesumma (budjetirajoite) tai tavoiteltava kuormitusvähennys, käytettäväksi toimenpideyhdistelmän muodostamisen reunaehtona.

KUTOVA-tarkasteluun liittyvää epävarmuutta aiheuttaa lähtötietojen kerääminen erilaisista malleista sekä kustannusten arvioiminen vain valtakunnallisella tasolla. Epävarmuuden huomioimiseksi työkalussa on määritetty lähtötiedoille minimi ja maksimiarvot, joiden avulla on laskettu kustannustehokkuuden vaihteluväli. Lisäksi epävarmuutta kuvataan Monte Carlo –simuloinnin avulla, missä kaikkia mallin lähtötietoja arvotaan satunnaisesti normaalijakauman mukaisesti minimi- ja maksimiarvojen välillä. Arvontaa toistetaan 4000 kertaa ja lasketaan arvotuilla lähtötiedoilla saatujen tuloksien keskiarvo ja keskihajonta. Lisäksi arvonnin tulokset voidaan kuvata myös luokkafrekvenssijakaumana.

Tarkempi kuvaus mallista löytyy GisBloomin Final reportista ja Vesinetti.fi:stä. Pilottialueiden osaraportit ja KUTOVA-työkalu on ladattavissa Vesinetti.fi:stä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla välilehdeltä Taloudelliset tarkastelut kohdan Toimenpidelaskelmat.

## 2.9

### Vesistön virkistyskäyttövaikutukset VIRVA-mallilla

*Elina Seppälä, Turo Hjerpppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

**Mallinnetut pilottialueet: Hiidenvesi, Lapuanjoki, Pien-Saimaa, Tvärminne/Raasepori, Vanajavesi, taloudellisten tarkastelujen pilottialueet (Karvianjoki, Paimionjoki)**

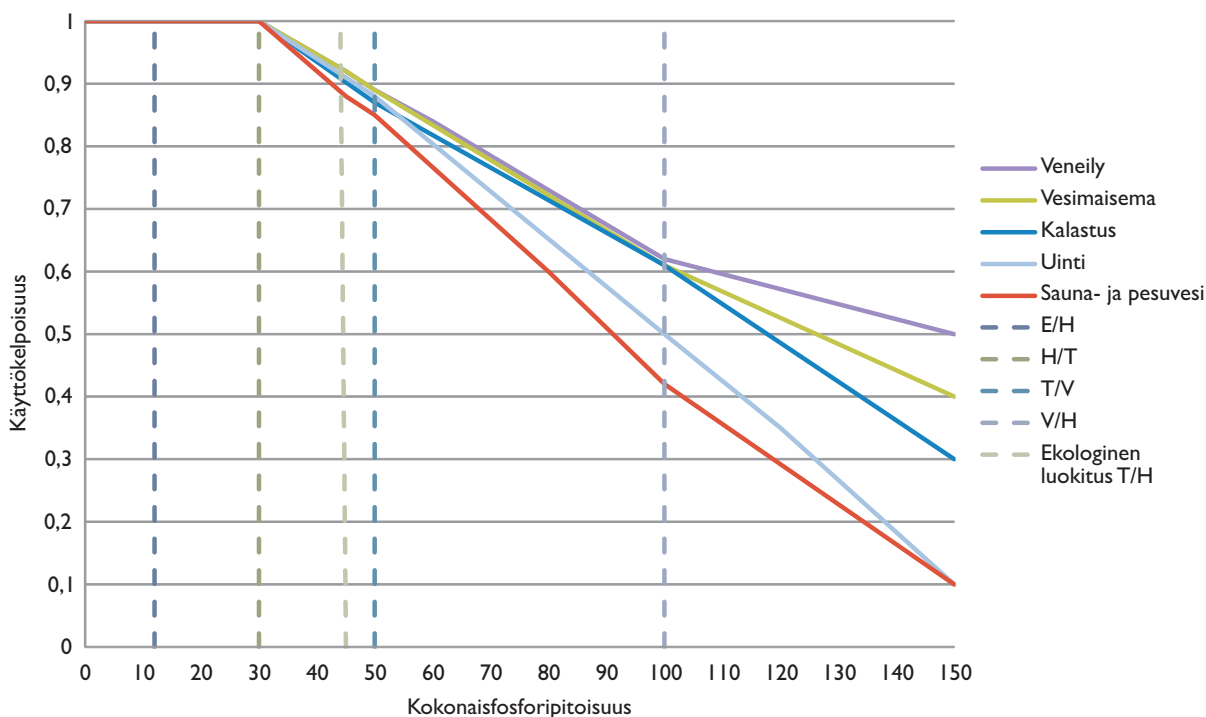
VIRVA-mallilla voidaan arvioida vedenlaadun ja erityisesti ihmistoiminnasta aiheutuvan rehevyyden vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon. Arvioinnin lähtökohdiana on oletus, että muutos vedenlaadussa aiheuttaa muutoksen virkistäytymisestä syntyvään hyötyyn, jota tarkastellaan virkistyskokemuksen laadun ja määrän kautta.

Esimerkiksi vedenlaadun heikentymisen seurauksena virkistäytymisen miellyttävyys vähenee, käyttäjälle voi aiheutua lisäyötä tai -kustannuksia, käytön määrä vähenee tai ääritapauksessa vesistöä ei ole enää lainkaan mahdollista käyttää virkistykseen.

Koska VIRVA-mallin avulla pyritään selvittämään vesistöä aiheutuva virkistysarvo mahdollisimman kattavasti, sovellus tehdään erikseen rantakiinteistöjen käyttäjille ja muille kuin rantakiinteistöjen käyttäjille. Molempia tarkasteluja varten määritetään tarkasteltavat virkistyskäyttömuodot, jotka ovat rantakiinteistöjen käyttäjille uinti, kalastus, veneily, pesu- ja saunaveden otto ja vesimaiseman ihailu sekä rannalla oleilu. Näistä uinti, kalastus ja veneily sisältyvät myös muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäyttöön.

Vedenlaadun muutosten vaikutuksia virkistyskäyttöarvoon tutkitaan mallissa tilavaihtoehtojen avulla. Tarkasteltavat tilavaihtoehdot määritetään tapauskohtaisesti. Pilottialueille tehdyissä VIRVA-malli tarkasteluissa tilavaihtoehdot on määritetty joko yleisen käyttökelpoisuusluokituksen tai ekologisen luokituksen luokkarajojen perusteella. VIRVA-mallia sovellettaessa tarvitaan tietoa nykyisen vedenlaadun vaikutuksesta virkistyskäyttöön. Vaikutusta voidaan selvittää kyselytutkimuksella tutkimusalueen ranta-asukkaille ja muille virkistysjille. Kyselytutkimuksen ja asiantuntijahaastatteluiden avulla voidaan myös selvittää virkistyskäyttömuotojen tärkeyttä, virkistyskertojen määriä, vedenlaadun vaikutusta eri käyttömuotojen virkistyskäyttöön sekä muutosta virkistyskäyttötottumuksissa, mikäli uusi tilavaihtoehto saavutettaisiin.

Vedenlaadun ja virkistyskäyttöarvon välistä riippuvuutta kuvataan käyttömuotokohtaisten arvofunktioiden avulla, joiden kulmakerroin kuvaa vedenlaadun ja virkistyskäyttöarvon välistä herkkyyttä. Vedenlaatua kuvaava mittari on joko pintaveden klorofylli-a tai kokonaisfosforipitoisuus. Tarkasteltava mittari valitaan tapauskohtaisesti vertaamalla kyselytutkimuksiin vastanneiden henkilöiden kokemuksia havaittuihin ravinnepitoisuuksiin. Käyttömuotokohtaisista arvofunktiosta on esitetty esimerkki kuvassa 2.4. Rantakiinteistön virkistysarvon hyödyn oletetaan muodostu-



Kuva 2.4. Esimerkki käyttömuotokohtaisista käyttökelpoisuutta kuvaavista arvofunktiosta veden kokonaisfosforipitoisuuden suhteen.

van kaikesta rantakiinteistössä ja sen ympäristössä tapahtuvasta harrastamisesta ja rentoutumisesta, siksi rantakiinteistöjen käyttäjille määritetään ns. summa-arvofunktio. Se muodostetaan kertomalla käyttömuotojen käyttökelpoisuuskertoimien arvot eri vedenlaatutilanteissa kunkin käyttömuodon merkitystä kuvaavalla painoarvolla. Arvofunktioiden muodostaminen on monivaiheinen prosessi ja se on kuvattu tarkemmin esimerkiksi Lapuanjoen vesistöalueen osaraportissa, joka on ladattavissa Vesinetistä.

Rantakiinteistöjen käyttäjille sovellettavia mallin lähtöarvoja ovat rantakiinteistöjen lukumäärä, tontin ja rakennuksen keskimääräinen hinta tarkastelualueella sekä vesistön virkistyskäyttöarvon osuus tontin ja rakennuksen hinnasta. Muille kuin rantakiinteistöjen käyttäjille sovellettavaan mallin osaan määritetään arvio yhden virkistyskerran arvosta, virkistyjien lukumäärä ja yhden virkistyskäyttökertojen määrä vuodessa. Kerätyt tiedot syötetään malliin ja lasketaan vesistön virkistyskäyttömuodot huomioonottavat käyttökelpoisuuskertoimet. Ne kuvaavat nykyisestä vedenlaadusta johtuvaa käyttökelpoisuuden alenemaa. Lisäksi mallin avulla saadaan rahamääräiset arviot virkistyskäyttöarvoille eri vedenlaatutilanteissa. Osa lähtötiedoista on asiantuntija-arvioita, jotka perustuvat mm. kyselytutkimusten tulosten tulkitsemiseen. VIRVA-malliin liittyvää epävarmuutta tarkastellaan Monte Carlo -simuloinnin avulla, joka soveltuu ongelmiin, joissa useissa lähtötiedoissa esiintyy epävarmuutta. Monte Carlo -simuloinnin avulla saaduille rahamääräisille arvoille saadaan vaihteluvälit. Laskentaperiaatteet esitetään tarkemmin pilottialueiden osaraporteissa, jotka ovat ladattavissa Vesinetistä.

Raportit ovat ladattavissa Vesinetti.fi:stä kullekin pilottialueelle aukaisemalla alueen infoikkuna ja valitsemalla välilehdeltä Taloudelliset tarkastelut kohdan Virkistyskäyttöarvo.

## 2.10

### Ekosysteemimalli rannikkoalueille

*Seppo Kaitala, Pirkko Kauppila, Harri Kuosa ja Antti Taskinen (SYKE)*

#### Mallinnetut pilottialueet: Tvärminne/Pohjanpitäjänlahti

**Pohjanpitäjänlahden ekosysteemimalli** on kehitetty Suomen ympäristökeskuksessa arvioimaan Mustionjoesta tulevan ravinnekuormituksen ja Tammisaaren salmien kautta tapahtuvan vedenvaihdon merkitystä vedenlaadun tilaan Pohjanpitäjänlahdella. Malli on kehitetty yhdistelmänä meriekosysteemimalleista (Evans & Parslow 1985, Fasham 1995, Aksnes et al. 1995) ja se sisältää piilevät, muut levät, eläinplanktonin, kiintoaineksen, liuenneet epäorgaaniset ravinteet, jokivirtaaman sekä vedenvaihdon Tammisaaren salmien kautta. Numeerinen malli rakentuu differentiaaliyhtälöille, joissa kasviplanktonille on määritetty ravinteiden ottonopeudet, kasvunopeudet, perustuotannon riippuvuus valosta sekä kuolevuus. Eläinplanktonille on määritetty kasviplanktonin laidunnus, kasvunopeudet ja kuolevuus sekä orgaaniselle kiintoaineelle hajoamis- ja laskeutumisenopeudet. Sekoittuvan kerroksen vaihtelut on määritetty pitkäaikaishavaintojen perusteella ja syötetty malliin sinifunktion muodossa. Malliajoja varten on Hertta-tietokannasta poimittu Mustionjoen päivittäiset kuormitustiedot vuosilta 2000–2010 ja vastaavat Hangon mareografin tiedot vedenkorkeuden ja vedenvaihdon laskemiseksi. Malliajoja varten malliin syötetään alkuarvot ja lasketavan ajan pituus, jolloin laskenta huomioi päivittäiset syöttöarvot vedenvaihdon ja kuormituksen osalta. Malli on toteutettu Octave-ilmaisohjelmistolla. Malliajot tuottavat graafisessa muodossa eri muuttujien (ravinteet, plankton) vaihtelut tarkastellun ajanjakson osalta.



## Skenaariot mallinuksissa

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Turo Hjerpppe, Sari Väisänen (SYKE)*

GisBloomissa tehtiin skenaariotarkasteluja kolmella edellä esiteltyllä mallilla; VEMALAlla (luku 2.5), VIHMALAlla (luku 2.7) ja KUTOVAlla (luku 2.8). Näiden mallien mallintajat muodostivat vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia eli skenaarioita, jotka perustuivat osittain Jim Datorin luomaan kehikkoon yleisimmistä tulevaisuuskuvista (Bezold 2009).

Mallintajat muodostivat hankkeessa kolme tulevaisuuskuvaa vuoteen 2030: Jatkuva kasvu -skenaario, Romahdusskenaario ja Vihreä aalto -skenaario. Vantaanjoen työpajassa 8.10.2012 järjestettiin myös osallistujille noin tunnin mittainen ryhmätyö, jossa skenaarioita kehitettiin heidän avullaan edelleen. Tämän jälkeen tutkijat muodostivat lopulliset skenaariotarinat (liite 3). Taulukkoon 2.1 on myös koottu näistä kolmesta skenaarioista aiheutuvat vaikutukset malleissa huomioon otaviin kuormitussektoreihin ja toimenpiteisiin.

Jatkuvan kasvun skenaario kuvaa tilannetta, jossa talous ja maataloustuotteiden kysyntä kasvavat tasaisesti. Ilmaston lämmetessä viljojen, erityisesti syysviljojen, peltoala kasvaa ja nurmen vastaavasti vähenee 20 %. Peltojen kokonaispinta-ala pysyy samana. Mineraalilannoitteiden ja lannan käyttö kasvaa 20 %. Kevytmuokkausmenetelmät ovat 15 % suositumpia kuin nykyään.

Romahdusskenaario kuvaa puolestaan tilannetta, jossa vallitsee pitkäaikainen taloudellinen taantuma, eikä maanviljelyä enää tueta. Peltojen kokonaispinta-ala pienenee 20 %, mineraalilannoitteiden käyttö vähenee 20 %, lannan käyttö lannoitteena lisääntyy 10 % ja kevytmuokkausmenetelmiä käytetään 20 % vähemmän kuin nykyään. Kevätviljojen viljely vähenee 30 %, nurmen viljely lisääntyy 10 % ja loput kevätiljoilta vapautuneesta peltoalasta käytetään öljykasvien viljelyyn.

Vihreä aalto -skenaario taas kuvaa tilannetta, jossa on suuri paine maataloustuotannon ”vihertämiselle” sekä maatalouden ravinnekuormituksen pienentämiselle. Toisaalta öljy- ja energiakasvit ovat suositumpia lähellä tuotetun energian kovan kysynnän vuoksi. Peltojen kokonaispinta-ala kasvaa 20 %, ja vanhoilla turvetuotantoalueilla aletaan kasvattaa energiakasveja. Kevätviljojen peltoala pienenee 30 % ja niiltä vapautunut viljelymaa käytetään syysviljojen ja öljykasvien tuotantoon. Mineraalilannoitteiden ja lannan käyttö vähenee 20 % ja kevytmuokkausmenetelmien suosio kasvaa 30 %. VEMALAn skenaarioissa pistekuormitus pysyy vuoden 2010 tasolla, joten vuosien 2001-2010 keskiarvoon verrattuna pistekuormitus on skenaarioissa pienempää. Haja-asutuksen kuormituksen oletetaan vähenevän 25 % fosforin ja 20 % typen osalta vuoteen 2030 mennessä skenaarioissa kuvailtujen vähennysten lisäksi.

Mallilaskelmia tehtäessä skenaariot pidettiin vaikutuksiltaan kaikilla pilotti-alueilla samanlaisina, eli mahdollisia aluekohtaisia eroja vaikutuksissa ei huomioitu. Tarkoituksena oli näin tuoda mallinuksissa paremmin esille muiden aluekohtaisten piirteiden aiheuttamia vaikutuksia kuormitukseen ja toimenpiteiden kustannustehokkuuteen. Luotujen kolmen skenaarion osalta on myös tärkeä muistaa että näiden skenaarioiden ei ollut missään vaiheessa tarkoitukseen olla realistisia ennusteita, vaan ainoastaan kärjistettyjä ja erityisesti toisistaan selkeästi poikkeavia tulevaisuuskuvia, jotta pystyttiin mallintamaan niiden välisiä eroja kuormituksissa ja kustannuksissa.

Edellä mainittujen skenaarioiden lisäksi VEMALAlla ja KUTOVAlla käytettiin myös keskimääräistä ilmastonmuutosskenaariota. Se on saatu ajamalla 19 maailmanlaajuista ilmastomallia käyttäen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä kuvaavaa A1B skenaariota (IPCC 2000 ja IPCC 2007). Liitteessä 3 on kuvattu VEMALAn ilmas-

Taulukko 2.1. Skenaarioiden kuvaukset sektoreittain.

Sektori	Jatkuva kasvu	Romahdus	Vihreä aalto
Peltoala	Ei muutosta	- 20 %	+ 20 %
Lannoitus	+ 20 % mineraali + 20 % karjanlanta	- 30 % mineraali + 10 % karjanlanta	- 20 % mineraali - 20 % karjanlanta
Kevennetyt muokkausmenetelmät	+ 15 %	- 20 %	+ 30 %
Kasvilajit	Nurmiala vähenee Rehu- ja ruokaviljat kasvavat Syysviljat kasvavat	Nurmiala kasvaa Rehuviljat vähenevät Öljykasvit lisääntyvät	Energiakasvit lisääntyvät Nurmi, kaura ja ohra vähenevät
Haja-asutus	- 20 % haja-asutus + 20 % loma-asutus	- 30 % haja-asutus - 20 % loma-asutus	+ 20 % haja-asutus loma-asutus, ei muutosta
Metsätalous	+ 20 % hakkuu-ala + 25 % kunnostusojitusala	- 20 % hakkuu-ala Kunnostusojitusala ei muutu	- 25 % hakkuu-ala - 25 % kunnostusojitusala
Turvetuotanto	Tuotantoala + 20 %	Tuotantoala + 20 %	Tuotantoala - 75 %

tonmuutosskenaarion vaikutusmekanismeja kuormitusten syntyyn. VIHMAlla taas laskettiin Nykytilan ja yllä kuvattujen skenaarioiden lisäksi Kohdennetun nykytilan skenaario sekä vesienhoitosuunnitelmien toimenpideohjelmissa, tai mahdollisesti vielä näitä tarkemmissa alueellisissa toimenpideohjelmissa esitettuihin toimenpiteisiin ja niiden määriin perustuvat VHS-skenaariot. Tarkemmat kuvaukset skenaariolaskelmista löytyvät pilottialuekohtaisista mallinnuskuvauksista.

## 2.12

### Vesinetti-karttapalvelu ja Järviwiki

Matti Lindholm ja Sari Väisänen (SYKE)

#### Vesinetti-karttakäyttöliittymä



Yksi GisBloom-hankkeen päätuotoksista oli uuden internetpohjaisen karttakäyttöliittymän, Vesinetin luominen. Vesinetillä on tärkeä rooli hankkeen tulosten julkaisemiskanavana, mutta pitkällä tähtäimellä se on tarkoitettu kaikenlaisen vesienhoitoon ja seurantaan liittyvän tiedon jakamiseen. Palvelu on suunnattu ensisijaisesti näiden aiheiden parissa työskenteleville, kuten ELY-keskusten tai kuntien viranomaisille sekä muille asiasta syvämminkin kiinnostuneille toimijoille, kuten vesienhoito- tai suojeluyhdistyksille.

Palvelun ytimen muodostaa karttakäyttöliittymä kartoille ja karttatietoja jakaville rajapintapalveluille, eli palvelun perusnäky. Siinä käyttäjä voi valita näkyville erilaisia taustakarttoja, paikkatietoaineistoja kuten Corine-maanpeiteluokituksen, pohjavesiaineistot, vedenlaadun luokittelutiedot kahdelta eri ajanjaksolta tai vaikka Natura 2000 -alueet. Käyttäjä voi myös halutessaan lisätä kartalle omia pistemäisiä tai muita kohteita, tallentaa niitä omaksi työtilaksi ja halutessaan lähettää työtilalinkin sähköpostilla muidenkin tarkasteltavaksi. Käyttäjän on myös mahdollista liittää palveluun muita karttapohjaisia aineistoja.

Tarkempaa tietoa vesimuodostumista, erityisesti GisBloom-hankkeen pilotti-alueista löytyy klikkaamalla kyseistä vesimuodostumaa, jolloin sen info-ikkuna aukeaa. Näihin info-ikkunoihin on tallennettu hankkeessa alueelle laskettuja tuloksia ja niissä käytettyjä malleja (mm. LLR). Niistä on myös suora pääsy OIVA- ja HERTTA-järjestelmiin ja SYKEN kaukokartoitustietojen WAF-palveluun. Näistä infoikkunoista löytyy myös hyödyllisiä internetlinkkejä ja niihin voi tallettaa dokumentteja, esim. alueen vesienhoitoa koskevia raportteja tai lausuntoja. Infoikkunoissa on myös oma

välilehtensä josta pääsee siirtymään suoraan järven omalle Järviwikiin sivulle. Myös vesipuidedirektiivialueita kuvaaville aineistoille on kytketty hieman suppeampi ”infoikkuna”-toiminnallisuus.

Kuka tahansa voi käyttää Vesinettä yleistunnuksilla, mutta osa tarkemmasta tiedosta on näkyvissä vain käyttöoikeuden saaneille. Vesinetin käyttöoikeuksien myöntämisen yhteysosoitteena on vesinetti@ymparisto.fi.

### **Järviwiki – Suomen järvien oma verkkopalvelu**

Järviwiki on yhteisöllinen verkkopalvelu Suomen järvisiä, jonne kuka tahansa voi tuottaa tietoa. Järviwikissä on valmiina sivu ja perustiedot kaikista Suomen vähintään hehtaarin kokoisesta järvisiä. Järviwikissä kuka tahansa voi muokata järven esittelytekstiä, kirjoittaa järvikohtaisille tai yleisille keskustelusivuille, tallentaa valokuvia, mainostaa järviin liittyviä tapahtumia ja ylläpitää havaintopaikkaa. Järviwikiä ylläpitää ja kehittää SYKE.



Yksi Järviwikiin tavoitteista on toimia yleisportaalina Suomen järville ja ikkunana verkon muille vesistöaiheisille tietolähteille. Järviwikiin järvisivut löytyvät helposti hakukoneiden avulla, ja Järviwikillä on paljon käyttäjiä – kesäaikaan sivuilla on keskimäärin 1 000–2 000 kävijää joka päivä. Isompien järvien sivuilla käy käyttäjiä päivittäin.

Toinen Järviwikiin tavoite on toimia kohtaamispaikkana tietystä järvestä kiinnostuneille ihmisille. Järviwikiin järvikohtaisilla keskustelupalstoilla viranomaiset, tutkijat, kunnostajat, ranta-asukkaat, virkistyskäyttäjät tai ketkä tahansa voivat keskustella esimerkiksi järven tilasta, mahdollisista kunnostustoimista tai sopia talkoista. Järviwikissä voi myös ilmoittaa tapahtumista, kuten suojeluyhdistyksen kokouksista tai yleisötapahtumista.

Järviwikiin kolmas tavoite on toimia havaintotiedon keräys- ja jakopaikkana. Järviwikiin kuka tahansa voi perustaa havaintopaikan ja tallentaa sinne havaintoja mm. pintaveden lämpötilasta, jäätilanteesta, levätilanteesta, vedenkorkeudesta, näkösyvyydestä tai vesiruton esiintymisestä. Järviwikiin tulee myös viranomaisten havaintoja ympäristöhallinnon virallisista seurannoista, kuten valtakunnallisesta leväseurannasta. Kansalaisten tallentamien havaintojen määrä on tasaisessa kasvussa, ja kesäkuussa 2013 niitä tuli jo yli 700 eri puolilta Suomea. Viranomaisten lämpötilahavaintoja ja valtakunnallisen leväseurannan havaintoja julkaistiin Järviwikissä samaan aikaan noin 1500. Kaikki Järviwikiin tallennettavat havainnot ja muut tekstimuotoiset tiedot julkaistaan Creative Commons Nimeä 3.0 -lisenssillä (CC-BY-3.0). Tämä tarkoittaa, että tietoja saa kuka tahansa käyttää, kunhan lähde mainitaan.

Jotta Järviwikiin kertyviä havaintoja ja muita tietoja saataisiin mahdollisimman laajaan käyttöön, on Järviwikiin kehitteillä elementtejä, joita voidaan upottaa toiseen verkkopalveluun. Tällainen elementti on jo käytössä Vesinetin Järviwiki Info -välilehdessä, joka näyttää kunkin järven osalta perustiedot ja havaintotilanteen. Vastaavan elementin voi halutessaan saada käyttöönsä myös esimerkiksi järven suojeluyhdistyksen omaan verkkopalveluun. Rakenteilla on myös upotettavia elementtejä, joissa näkyy tuoreimmat havainnot kartalla tai havaintojen kehitys aikasarjagraafina. Elementin näyttämän tiedon rajausperuste voi järven lisäksi olla myös esimerkiksi vesistöalue, kunta tai vesienhoitoalue.

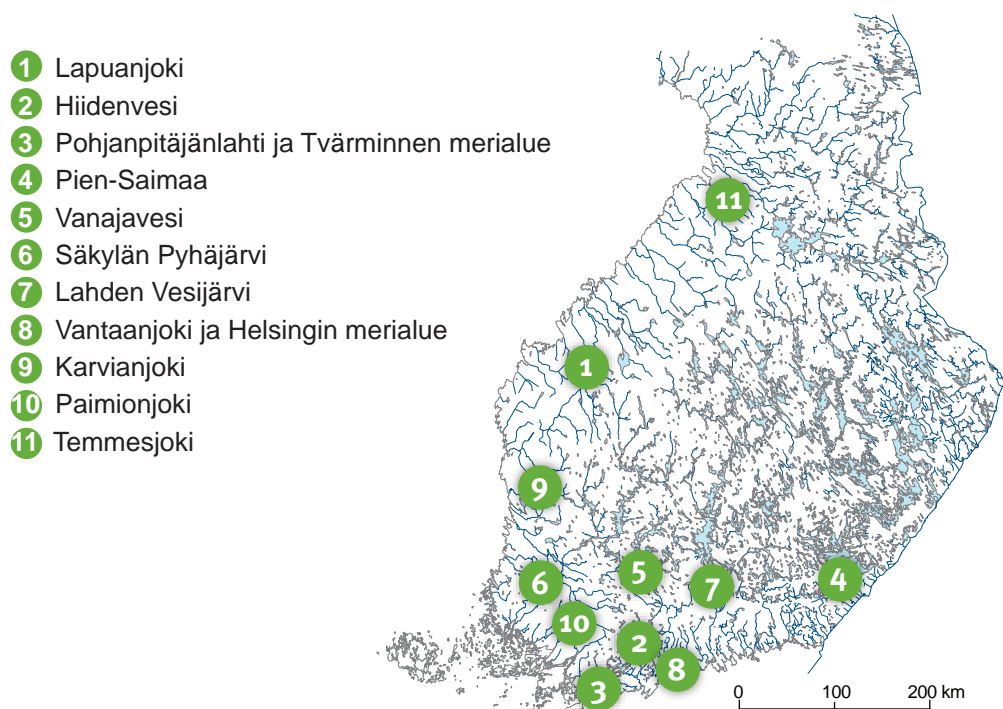
Järviwikiin yhteyteen ollaan suunnittelemassa myös Meriwikiä, jossa huomion saavat rannikkomme ja saaristomme vesialueet. Järviwikiin voi jo nyt lisätä havaintoja myös merialueilta.

Pikaopas Järviwikiin käytön aloittamiseen löytyy tämän julkaisun liitteestä 2 sekä osoitteesta [www.jarviwiki.fi/wiki/Pikaohje](http://www.jarviwiki.fi/wiki/Pikaohje).

### 3 Mallit testissä pilottialueilla

Vesinetti-karttapalvelun kehittämisen ohella hankkeen keskeisimpiä tavoitteita oli testata luvussa 2 esitetyjä malleja hankkeen pilottialueilla: tuottaa tuloksia vesienhoidonsuunnitteluun ja kerätä paikallisilta toimijoilta palautetta.

Potentiaalisten pilottialueiden vesienhoidollisia tarpeita kartoitettiin projektin alussa tapaamalla kunkin alueen keskeisiä toimijoita pilottialueellaan ja kartoittamalla yhdessä miten hankkeen ja siinä käytettävien mallien avulla voitaisiin pyrkiä tuottamaan juuri kyseiselle alueelle ja sen toimijoille hyödyllisintä tietoa ja ennusteita avuksi esimerkiksi seuraavan kierroksen vesienhoidon suunnitelmien valmisteluun. Kriteereitä hankkeen pilottialueiksi valituille alueille oli ensinnäkin sellaiset olennaiset ongelmat vesientilan tai -hoidon suhteen, joihin oli realistista odottaa vastauksia hankkeessa mukana olevan asiantuntemuksen sekä mallipaletin avulla. Toiseksi oli tärkeää, että alueella oli jo valmis toimijaverkosto, jotta tarvittavat työpajat olisivat mahdollisimman hyödyllisiä puolin ja toisin, ja samalla voitaisiin luottaa että hankkeen lopussa esiteltävistä mallien tuloksista ja Vesinetti-palvelusta saataisiin asian- tuntevaa palautetta. Hankkeeseen pilottialueiksi valitut alueet on esitetty kuvassa 3.1.



Kuva 3.1. GisBloom-hankkeen pilottialueet.

Hiidenvesi, Lapuanjoki ja Vesijärvi olivat hankkeessa mukana paitsi pilottialueina, myös partnereina, joten yhteistyö näiden alueiden toimijoiden kanssa oli tiiviimpää kuin muiden pilottialueiden kanssa. Kaikilla kolmella alueella on jo vahvat ja hyvin toimivat vesienhoidon verkostot; Hiidenvedellä Hiidenvesi-hanke, Lapuanjoella Lapuanjoki komitea ja Vesijärvellä Vesijärvi-säätiö, joilla on alueella paljon vesiensuojellista toimintaa ja toteutettuja toimenpiteitä. Näiden alueiden lisäksi hankkeen alussa pilottialueiksi valittiin Vanajavesi, jossa uusi Vanajavesi-keskus oli vuonna 2010 juuri aloittamassa toimintaansa, Läntinen Pien-Saimaa, jossa varsinkin ELY-keskuksella ja Lappeenrannan kaupungilla on jo pitkään ollut tuottoisaa yhteistoimintaa vesienhoidon saralla sekä Vantaanjoki, jossa ELY-keskus, Helsingin kaupunki ja Vantaan ja Helsingin Seudun Vesienhoitoyhdistys tekevät paljon yhteistyötä, ja jonka mukana saatiin myös mielenkiintoinen Helsingin rannikkoalue mukaan Rannikko-LLR-mallin testialueeksi. Toinen käytännössä vain merialuemallinnukseen valittu pilottialue oli Tvärminne ja Pohjanpitäjänlahti. Näiden kahdeksan pilottialueen lisäksi hankkeessa oli mukana myös Karvianjoen, Paimionjoen ja Temmesjoen alueet ns. taloudellisten tarkasteluiden pilottialueina. Ne valittiin mukaan, koska niillä oli aiemmin tehty samojen taloudellisten mallien kehitystyötä, ja jotta tästä kehitystyöstä saataisiin kaikki mahdollinen irti myös tässä hankkeessa.

Koska alueet olivat hyvin erilaisia, ei koettu tarkoituksenmukaiseksi testata jokaista mallia jokaisella alueella. Alueille tehtiinkin heti hankkeen aluksi kysely, jolla kartoitettiin niiden vesienhoitoon tai -tilaan liittyviä ongelmia. Hajakuormitus erityisesti maataloudesta nousi monilla alueilla ongelmista suurimmaksi, mutta myös järvien sisäisen kuormituksen arviointiin sekä tehokkaimpien kuormituksen vähentämistoimenpiteiden tunnistamiseen ja kohdentamiseen toivottiin apua. Samoilla kyselyillä kartoitettiin myös mitkä hankkeen malleista tai työkaluista olivat alueen toimijoiden mielestä erityisen kiinnostavia. Koska pilottialueet olivat hyvin erilaisia, niillä oli myös erilaisia tarpeita mallien suhteen, joten käytettävä mallipaletti räätälöitiin vastaamaan mahdollisimman hyvin aina kunkin alueen tarpeita ja toiveita. Taulukkoon 3.1 on merkitty värjättyinä soluina kullakin alueella käytetyt mallit ja työkalut.

Seuraavissa alaluvuissa on esitelty lyhyesti kukin pilottialue ja niiden mallinnusten tulokset.

Taulukko 3.1. Pilottialueilla GisBloomissa käydyt mallit ja työkalut.

	VIHMA	Tilastollinen ominaiskuormitusmalli	VEMALA	LLR	KUTOVA	VIRVA	Satelliitti & automaattimittaus	Ravinnetaseet	Muut
Hiidenvesi									
Lapuanjoki									****
Vesijärvi									
Vanajavesi									
Vantaanjoki									*
Pyhäjärvi									**
Pien-Saimaa									
Tvärminne									***
Karvianjoki									
Paimionjoki									
Temmesjoki									

\* Vantaanjoen suulla Vanhankaupunginlahdella mallinnettiin myös Rannikko-LLR:llä

\*\* Pyhäjärvellä tehtiin myös data-assimilaatio

\*\*\* Tvärminnessä mallinnettiin myös ekosysteemimallilla

\*\*\*\* Kuortaneenjärvellä tehtiin KUTOVAN, ravinnetasekaavioiden, LLR ja VIRVAN yhdistäminen käyttäen Bayes-verkkoa (luku 3.2.8)

## Hiidenvesi

*Sanna Helttunen (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry)*

Luontaisesti savisamea ja rehevä Hiidenvesi sijaitsee Läntisellä Uudellamaalla ja se on Uudenmaan toiseksi suurin järvi. Hiidenveden ekologinen tila on tyydyttävä. Hiidenvesi kuuluu runsasravinteiset- ja runsaskalkkiset järvet (RrRk) -tyyppiin. Järvi koostuu useasta eri altaasta, jotka poikkeavat toisistaan sekä morfologialtaan että vedenlaadun suhteen. Järvellä on suuri merkitys alueen virkistyskäytölle ja järven rannoilla on lähes tuhat mökkiä.

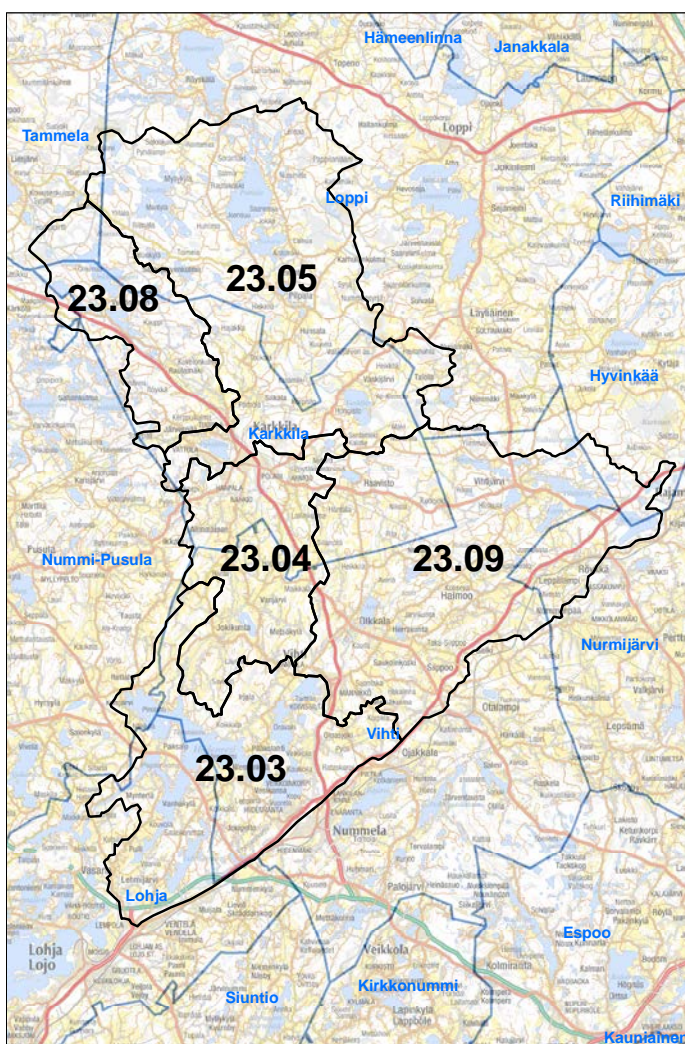
Hiidenveden rehevöitymiskehitystä on selvitetty paleolimnologisen tutkimuksen kautta. Hiidenvesi on luontaisesti keskirehevä, eli mesotrofinen, mutta ihmistoiminta on mm. maatalouden tehostumisen myötä entisestään kiihdyttänyt järven rehevöitymiskehitystä 1950-luvulta alkaen (Weckström ym. 2011). Leväkukinnat haittaavat järven virkistyskäyttöä kesäisin ja tiheät isosorsimokasvustot ovat vallanneet lahdenpoukamia. Koska Hiidenvesi on luontaisesti mesotrofinen, ei järvestä tule koskaan karua ja kirkasvetistä, vaan järvi tulee olemaan savisamea ja rehevä juuri valuma-alueen ominaisuuksista johtuen. Kunnostuksella voidaan kuitenkin vaikuttaa järven virkistyskäyttöarvoon ja hidastaa rehevöitymiskehitystä.

Hiidenveden valuma-alue on laaja (935 km<sup>2</sup>) järven pinta-alaan suhteutettuna (30 km<sup>2</sup>). Valuma-alueen järvisyys on vain n. 2 % Hiidenvettä lukuun ottamatta, joten valumavesiä pidättäviä järviä on suhteellisen vähän. Tämä tuo haasteita järven kunnostukseen ja hoitoon, sillä valuma-alueella tapahtuva toiminta ja maankäyttö vaikuttavat suoraan järven kuntoon. Alueella on taajama- ja haja-asutusta, viljelyä, metsätaloutta, laidunnusta, runsaasti hevostiloja, teollisuutta sekä virkistystoimintaa.

Hiidenveden valuma-alueen latva-alueet ovat metsäisiä ja vedet osin karuja. Alueella on arvokkaita virtavesiä, joita kasvava kiintoaineskuormitus kuitenkin uhkaa. Jokilaakson hedelmälliset savimaat sortuvat helposti eroosion vaikutuksesta lisäten alueen kiintoaineskuormaa ja samentaen vesiä.

### Hiidenveden kunnostus

Hiidenveden kunnostus-hanketta rahoittavat vuosina 2012–2015 Vihti, Lohja, Karkkila, Nummi-Pusula, Loppi, Helsingin Seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä, Hiidenveden kalastus-alue sekä Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Hankkeen budjetti on n. 1,25 M €. Hiidenveden kunnostuksessa



Kuva 3.2. Hiidenveden valuma-alue.

pitkän tähtäimen tavoitteena on, että: ”Hiidenveden vesistö valuma-alueineen on hyvässä ekologisessa tilassa ja leväkukintojen vähenemisen myötä vesistön virkistyskäyttömahdollisuudet ovat monipuolistuneet.” Järven kunnostus on pitkäjänteistä työtä, joka kestää vuosikymmeniä, joten työn tuloksia on mahdollista nähdä vasta kauempana tulevaisuudessa.

Vesienhoidon ympäristötavoitteena on estää vesien tilan heikkeneminen ja saada vesistöt hyvään tilaan vuoteen 2015 mennessä. Maatalous on vesistökuormituksen suurin lähde Uudenmaan alueella (Joensuu ym. 2010). Myös Hiidenveden kohdistuu huomattava määrä ulkoista kiintoaines- ja ravinnekuormitusta ja ulkoinen fosforikuormitus ylittää selkeästi järven sietokyvyn. Suurin osa Hiidenveden kuormituksesta syntyy maataloudesta ja haja-asutus on toiseksi suurin fosforikuormituksen lähde alueella. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on tärkeää, koska sen aiheuttama rehevöityminen johtaa helposti sisäisen kuormituksen kierteeseen, mistä on useilla Hiidenveden altailla viitteitä (Hagman 2012). Osassa vesistöistä, Hiidenvesi mukaan lukien, vesienhoidon ympäristötavoitteeseen ei ole vielä päästy ja aikataavoitteesta joudutaan tinkimään. Vesistöä ei voida saada täysin luonnontilaiseksi, mutta se voi palautua terveempään tasapainotilaan, mistä olisi selvästi hyötyä sekä ekosysteemin että virkistyskäytön kannalta. Hiidenvedellä tämä tarkoittaa rehevöitymiskierteen katkaisemista.

Nykyhetkellä Hiidenvedellä ei ole perusteltua aloittaa hoitokalastusta, koska korkean ulkoisen kuormituksen vuoksi vedenlaatu ja kalaston rakenne palautuisivat ennalleen pian hankkeen lopettamisen jälkeen (Alaja ym. 2012). Vuonna 2012 valmistuneessa Hiidenveden hoito- ja kunnostussuunnitelmassa suositellaankin, että järven kunnostustoimenpiteet tulee aluksi suunnata valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen vähentämiseen sekä petokalakantojen turvaamiseen ja vahvistamiseen (Hagman 2012, Alaja ym. 2012). Maatalouden muodostaessa merkittävimmän osan alueen ulkoisesta kuormituksesta, merkittävä osa hankkeen resursseista käytetään v. 2013–2015 tilakohtaiseen neuvontaan ja sitä kautta erilaisten maatalouden kuormituksen vähentämistoimenpiteiden edistämiseen ja toteuttamiseen. Kiintoaine- ja ravinnekuormitusta vähennetään perustamalla kosteikkoja. Lisäksi haja-asutusalueille tarjotaan kiinteistökohtaista jätevesineuvontaa.

Hiidenveden kunnostushanke on tukeutunut aiemmin pitkälti Hiidenveden yhteistarkkailusta saataviin vedenlaatu-tietoihin sekä mahdollisiin muiden hankkeiden ja yliopiston tutkimuksiin. Hankkeella ei ole toistaiseksi ollut omaa vedenlaadun seurantaohjelmaa. Hiidenveden ravintoverkon rakennetta on selvitetty mm. sulka-sääskitutkimusten sekä koekalastusten avulla. Hoito- ja kunnostussuunnitelmassa on todettu, että Hiidenvedestä ei ole kaikilta osin riittävästi tietoa kunnostustyön toimenpiteiden valinnalle. Kunnostushankkeen tarvitsemien lähtötietojen saamiseksi ja kunnostustoimien vaikutusten seuraamiseksi kunnostushankkeelle tehdään erillinen seurantaohjelma, joka huomioi sekä Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelmassa esitetyt pitkän tähtäimen tavoitetasot ja muut seurantarpeet suhteutettuna hankkeen resursseihin. Hankkeessa selvitetään lisäksi mahdollisuuksia hankerahoituksen saamiseksi seurannan kehittämiseen.

Hiidenveden vesistön ja valuma-alueen koko sekä kuormituksen vähentämisen tarve on valtava suhteutettuna hankkeen käytössä nykyisin oleviin resursseihin. Kunnostustoiminnan jatkuessa vuosikymmeniä on tärkeää saada rahoittajat sitoutumaan pitkäjänteiseen toimintaan ja löytää uusia rahoituslähteitä. Gisbloomin kaltaiset hankkeet ovat Hiidenvedelle erityisen tärkeitä niiden tuoman lisäinformaation tähden. Olisi myös erittäin tärkeää, että Vesinetti-karttapalvelua ja hankkeeseen liittyviä mallinnuksia kehitetään jatkossakin, sillä ne tuovat tarvittavaa lisäinfoa sekä järven kunnostustarpeisiin että aktiivisille kansalaisille, jotka voivat hyödyntää tietoa mm. virkistyskäyttöön liittyen.

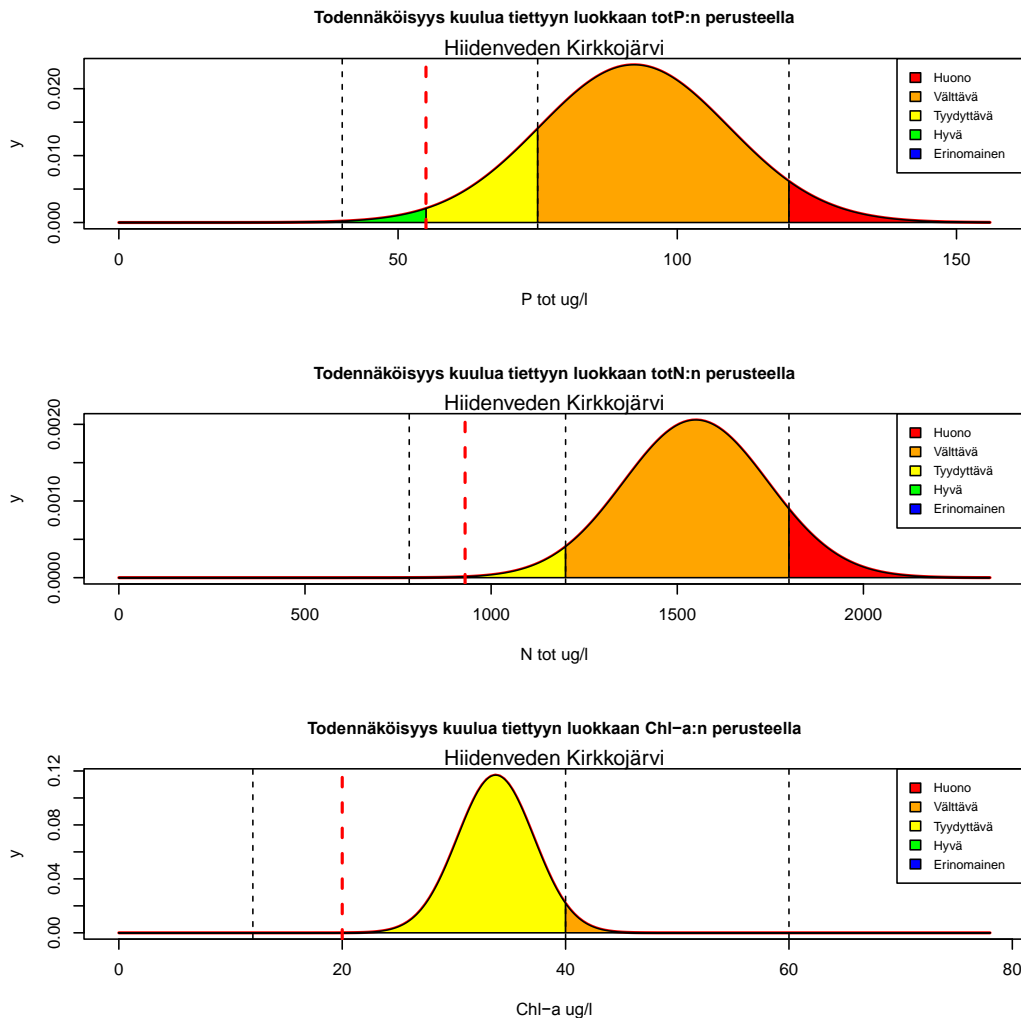
## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Hiidenvedellä

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

Ympäristöhallinnon HERTTA-järjestelmän vesimuodostumarekisterissä (VEMU) Hiidenvesi käsitellään yhtenä vesimuodostumana. Järven eri altaat kuitenkin poikkeavat oleellisesti toisistaan vedenlaadultaan ja ekologiselta tilaltaan. Tämän vuoksi Hiidenvesi on jaettu LLR-mallinnuksessa seitsemään osaan, jotka ovat Kirkkojärvi, Mustionselkä, Nummelanselkä, Kiihkelyksenselkä, Sirkkoonselkä, Isontalonselkä ja Retlahti.

Jokaiselle altaalle saatiin erikseen viipymäajan keskimääräiset typpi- ja fosforikuormitukset (vuosilta 1991–2011) sekä lähtevä virtaama VEMALASTA. HERTASTA taas saatiin jokaisen altaan keskimääräiset ravinnepitoisuudet vastaavilta jaksoilta. Rehevimmät osat, Kirkkojärvi ja Mustionselkä, ovat LLR-mallin tulosten perusteella välttävissä ekologisessa tilassa *a*-klorofyllin mukaan. Puhtainta Hiidenvettä edustavat Kiihkelyksenselkä ja Nummelanselkä. Tässä raportissa esitetään tarkemmin vain Kirkkojärven LLR-tulokset.

Nykyisellä kuormituksella (n. 25 P kg/d ja 401 N kg/d) ja sisäisen kuormituksen arviolla Hiidenveden Kirkkojärvi olisi 99 % varmuudella keskimäärin hyvää



Kuva 3.3. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitety pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.



Taulukko 3.2. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyydet kuuluu eri luokkiin Kirkkojärvellä.

	P tot	N tot	Chla
Huono	5	10	0
Välttävä	80	87	3
Tyydyttävä	14	3	97
Hyvä	1	0	0
Erinomainen	0	0	0

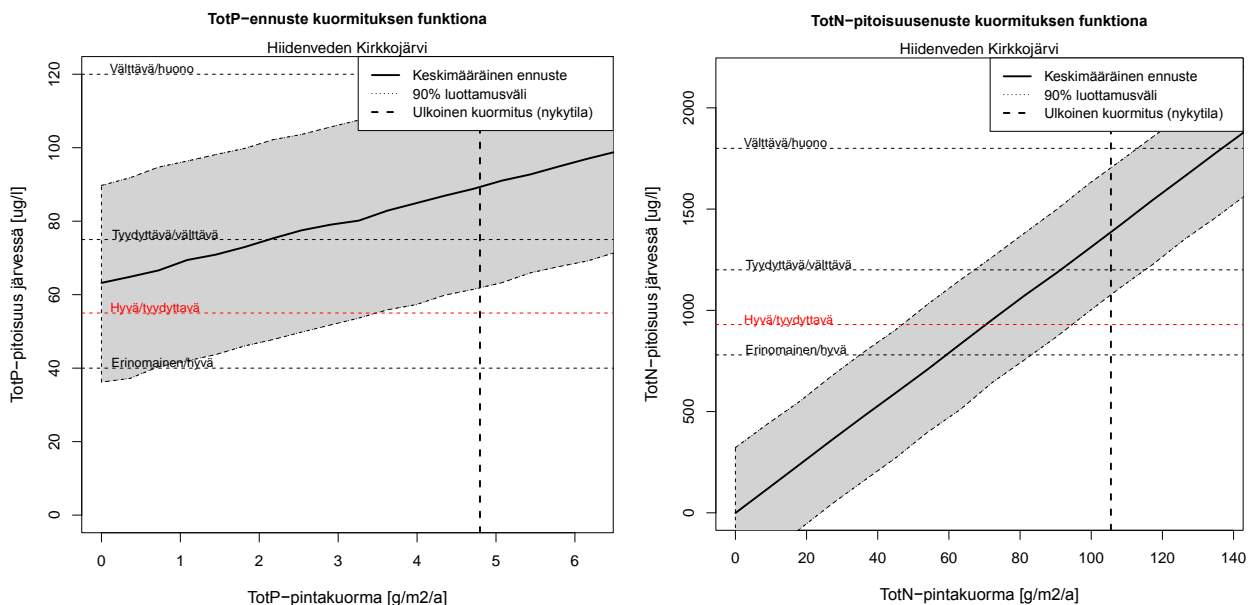
vaintoja. Vuosien 1997–2001 touko-marraskuun keskimääräinen fosforipitoisuus oli 88 ug/l, typpipitoisuus 1250 ug/l ja klorofyllipitoisuus 45 ug/l (Helttunen 2012).

Jotta Kirkkojärven vedenlaatu paranisi kokonaisfosforin osalta keskimäärin hyväksi, LLR-mallin mukaan ulkoista fosforikuormitusta tulisi vähentää noin 86 % nykyisestä. Sisäisen kuormituksen vaikutus on myös otettu mallissa huomioon ja se on hyvin merkittävä. Vastaavasti typpivähennys olisi 19 %, jotta tyydyttävästä tilasta päästäisiin hyvään tilaan. Keskimääräiset kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppiennusteet sekä malliennusteen 90 % luottamusväli on esitetty kuvassa 3.4.

Kirkkojärven sisäisen kuormituksen on arvioitu olevan 38 000 kg/v, eli keskimäärin lähes kaksinkertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna (Alaja ym. 2012). Malli arvioi sisäisen kuormituksen annettujen lähtötietojen perusteella kuitenkin vielä jonkin verran suuremmaksi (54 000 kg/v). Sisäisen kuormituksen puolittamisella tavoiteltiin voitaisiin keskimäärin lähes saavuttaa fosforin osalta ja pitoisuusennuste olisi silloin 57 ug/l. LLR-työkalulla voisi jatkossa laskea, kuinka paljon sisäistä kuormitusta pitäisi vähentää tavoitetilan saavuttamiseksi, kun ulkoista kuormitusta on vähennetty niin paljon kun mahdollista.

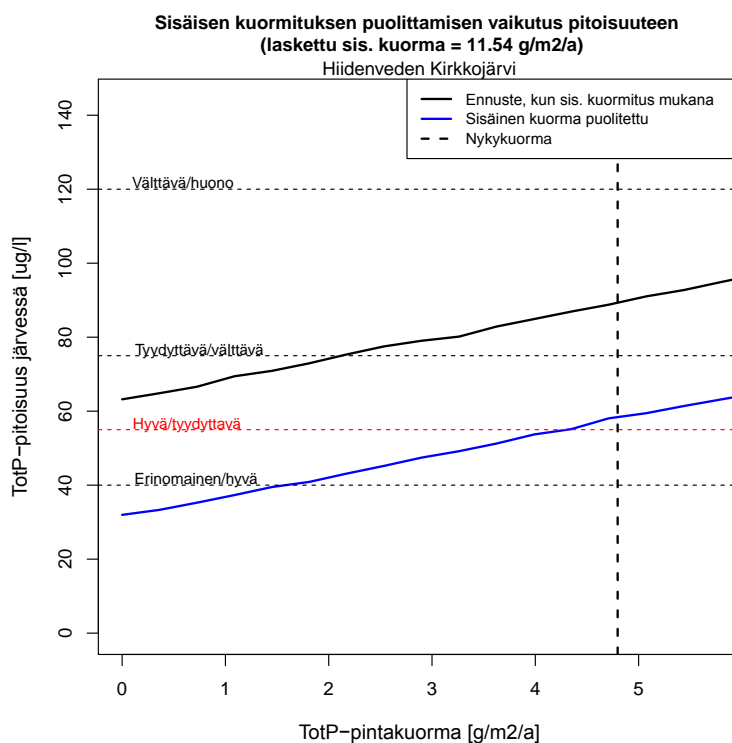
Keskimääräinen *a*-klorofylliennuste 27 ug/l ylittää sallitun rajan 95 % todennäköisyydellä. Kuvasta 3.5 nähdään, minkälaisilla typpi- ja fosforikuormitusyhdistelmillä hyvä tila voitaisiin saavuttaa. Pelkästään ulkoisen fosforikuormituksen vähennyksen perusteella hyvään tavoitetilaan on kuitenkin erittäin vaikea päästä.

huonommassa tilassa ennustetun fosforipitoisuuden perusteella (92 ug/l). Vastaavasti typen osalta Kirkkojärvi olisi todennäköisimmin tyydyttävässä tilassa (ennustettu pitoisuus 1553 ug/l, todennäköisyys 87). Myös keskimääräinen klorofylliennuste ylittää tavoiterajan (97 % todennäköisyydellä tyydyttävässä tilassa, ennuste 34 ug/l). LLR-tulokset vastaavat melko hyvin Kirkkojärvestä tehtyjä pitoisuusha-

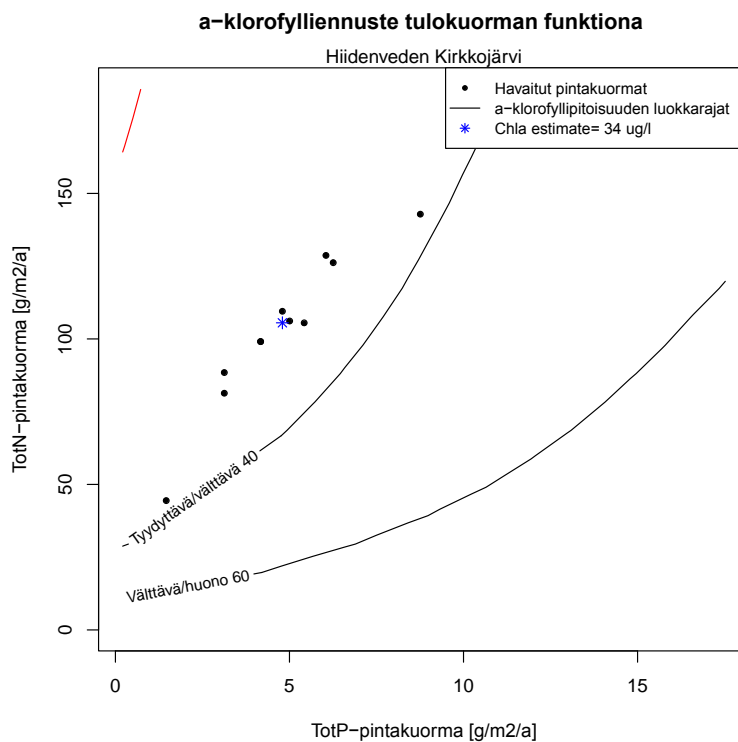


Kuva 3.4. Hiidenveden Kirkkojärven kokonaisfosforipitoisuuden (kuva vasemmalla) ja kokonaistyyppipitoisuuden (oikealla) keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona.

Muiden Hiidenveden altaiden osalta Nummelanselän kuormitusvähennys olisi sekä typen että fosforin osalta vajaan viidenneksen, jolloin tyydyttävästä tilasta päästäisiin keskimäärin hyvään tilaan. Mustionselän kuormitusvähennykset olisivat fosforin osalta n. 40 % ja typen osalta n. 15 %. Kiihkelyksenselkä olisi jo riittävän hyvässä tilassa, ja tila tulisi säilyttää hyvänä tai erinomaisena.



Kuva 3.5. Sisäisen kuormituksen puolittamisen vaikutus pitoisuuteen.



Kuva 3.6. LLR:n tulokuva a-klorofylliennusteelle Kirkkojärvellä.

## VEMALA Hiidenvedellä

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Hiidenveteen vuosina 2001–2010 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin VEMALALLA keskimäärin 26,0 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 23,4 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.3). Tästä 73 % arvioitiin tulleen pelloilta, 13 % muulta maa-alueelta, 12 % haja-asutuksesta, 1 % pistekuormituslähteistä ja 1 % laskeumana. Fosforikuormasta 51 % pidättyi Hiidenveteen, joten Hiidenvedestä poistuvan fosforikuorman suuruus oli arviolta 10,4 tonnia vuodessa. V2-versiossa käytettiin Karjaanjoen valuma-alueella maatalouden fosforikuormitukselle korjauskerrointa 0,9. Hiidenveteen vuosina 2001–2010 tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 466 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 460 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.4). Tästä 44 % arvioitiin tulleen pelloilta, 30 % muulta maa-alueelta, 5 % haja-asutuksesta, 7 % pistekuormituslähteistä ja 14 % laskeumana. Typpikuormasta 42 % pidättyi Hiidenveteen, joten Hiidenvedestä poistuvan typpikuorman suuruus oli arviolta 266 tonnia vuodessa.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuvan kasvun skenaariossa fosforikuormaa kasvattaisi mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Karjaanjoen maataloilla fosforitase on nykyisin vain lievästi positiivinen. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja kasvit käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei mallinnuksen mukaan merkittävästi nostaisi peltojen fosforitasetta. Fosforitaseen pysyminen positiivisena vuosikymmenien ajan kuitenkin kasvattaa peltojen fosforivarastoja,

Taulukko 3.3. Hiidenveden kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Tuleva kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä	Lähtevä kok. P-kuorma	Kok. P:n pidättyminen
Nykyinen	23400 kg/v	17000 kg/v	2900 kg/v	2800 kg/v	470 kg/v	11500 kg/v	51 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	73 %	12 %	12 %	2 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)							
Jatkuva kasvu	0	4	12	–51	–42	–1	1
Romahdus	–25	–29	14	–51	–41	–18	–9
Vihreä aalto	–16	–17	14	–51	–41	–11	–6

Taulukko 3.4. Hiidenveden kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Tuleva kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä	Lähtevä kok. N-kuorma	Kok. N:n pidättyminen
Nykyinen	460 t/v	202 t/v	138 t/v	22 t/v	32 t/v	266 t/v	42 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	44 %	30 %	5 %	7 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)							
Jatkuva kasvu	29	42	10	–37	–37	25	4
Romahdus	–5	–35	9	–38	–37	–10	7
Vihreä aalto	–3	–30	9	–37	–37	–8	7

jolloin myös fosforin huuhtoutuminen lisääntyisi. Pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyisi lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulisi negatiivisia. Maaperän fosforivarastot pienenisivät, ja fosforin huuhtoutuminen vähenisi. Myös peltoalan pieneneminen vähentäisi fosforikuormituksen määrää. Typpikuormitus pelloilta pienenesi lannoituksen vähenemisen takia, mikä kompensoisi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

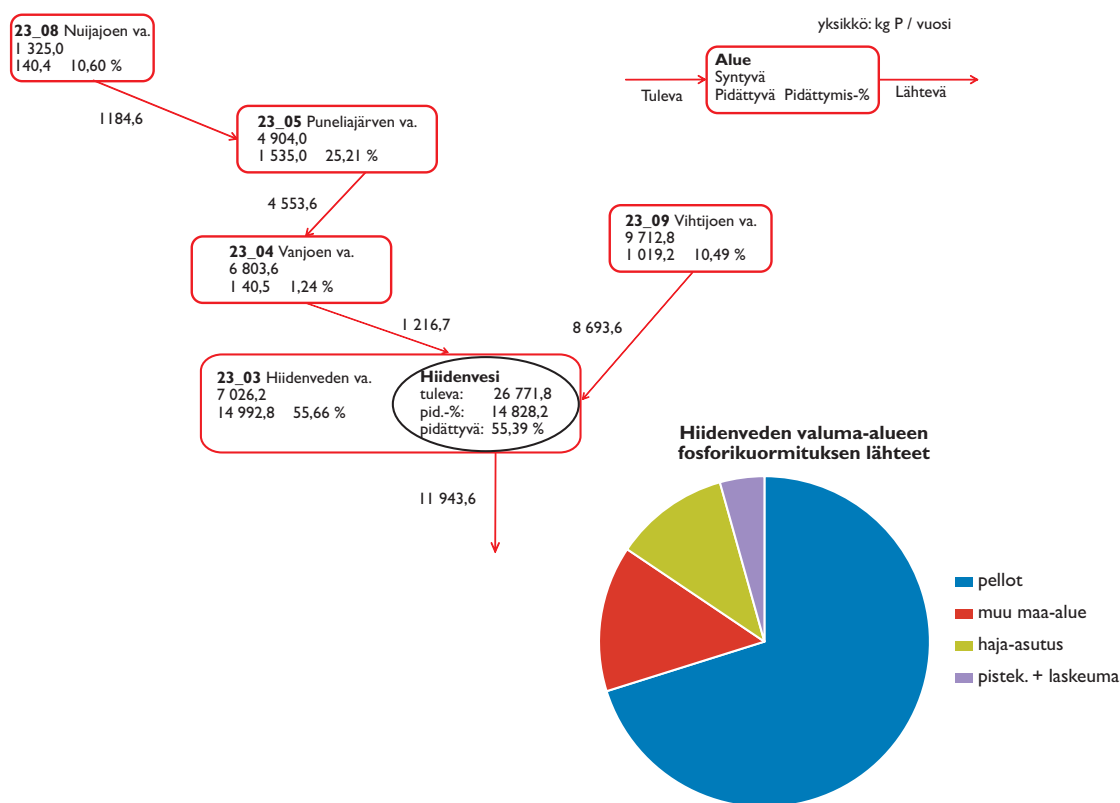
Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulisi negatiivisia lannoituksen vähentyessä. Peltoalan kasvu kuitenkin lisäisi fosforikuormitusta. Kuten Romahduksessa, typpikuormitus pelloilta pienenesi lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisäisi kuormitusta Romahdukseen verrattuna.

### 3.1.3

## VEMALAN ravinnetasekaaviot Hiidenvedellä

Antti Taskinen (SYKE)

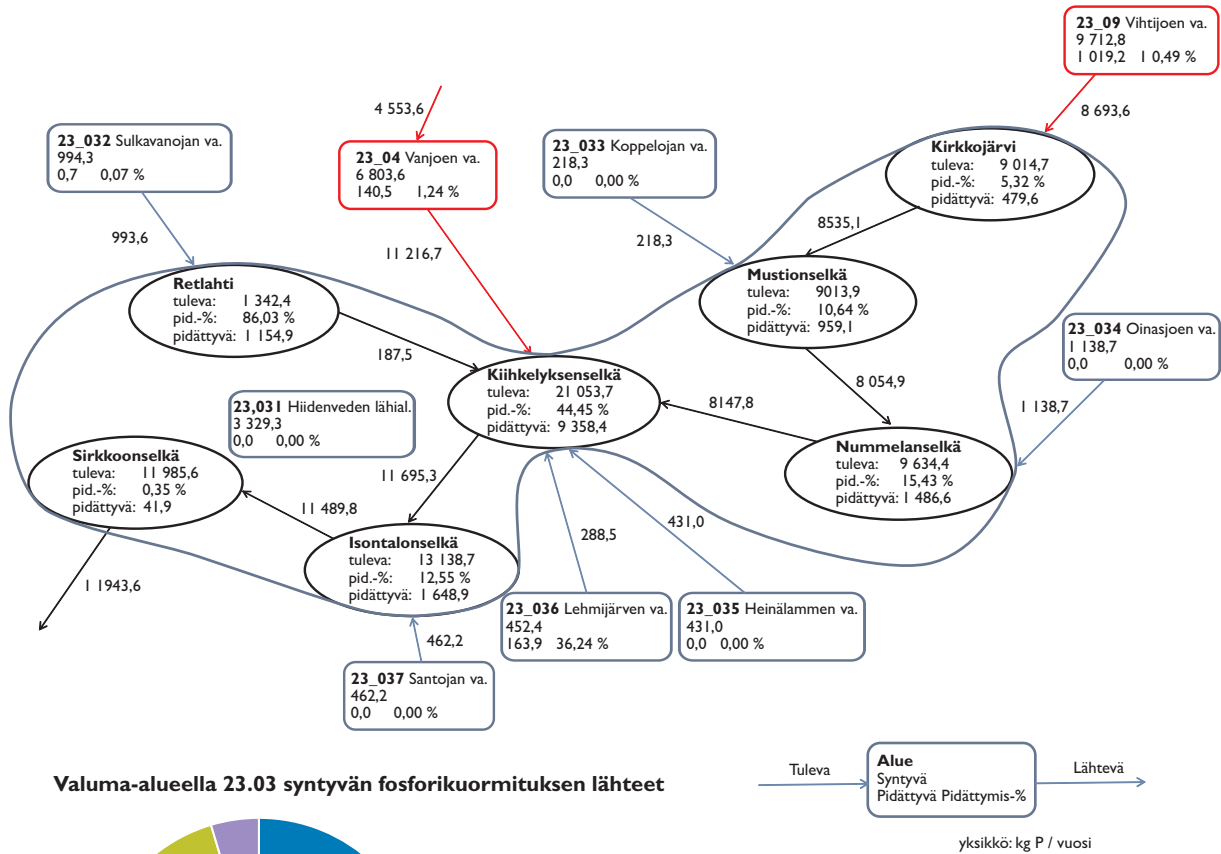
Hiidenveden ravinnetasekaavioiden erityispiirre on, että järvi on jaettu seitsemään altaaseen, joille kaikille on määritetty oma taseensa (ks. kuva 3.8). Kuhunkin altaaseen tuleva ainemäärä, pidättymisprosentti ja pidättyvä ainemäärä on ilmoitettu allasta symboloivassa soikiossa. Lähtevä ainemäärä puolestaan ilmoitetaan nuolen vieressä. Hiidenveden lähivaluma-alueella (23.031) syntyvät kuormat jakaantuvat VEMALAssa Hiidenveden seitsemään eri altaaseen maankäyttösuuksien mukaan niin, että pelloilta tuleva kuormitus jakaantuu pelto-osuuden, muulta maa-alueelta tulevan maankäytön osuuden ja haja-asutuksesta koko maa-alan osuuksien suhteessa. Pistekuormituksen osuus Hiidenvedellä on merkityksetön ja laskeuma jakaantuu alueille niiden vesipinta-alan suhteessa.



Kuva 3.7. Hiidenveden koko valuma-alueen fosforitasekaavio.

Hiidenveden koko valuma-alue esitetään kuvassa 3.7. Alueella syntyy fosforikuormitusta VEMALAn mukaan yhteensä noin 29 800 kg/vuosi. Tästä 3 000 kg pidätty valuma-alueelle, joten Hiidenvedeen päätyy fosforia vuodessa keskimäärin 26 800 kg. Suurin kuormituksen aiheuttaja on pellot noin 70 %:n osuudella, toiseksi eniten kuormittaa muu maankäyttö (käytännössä metsät) noin 14 %:n osuudella. Eniten kuormitusta (9 700 kg/vuosi) syntyy Kirkkojärveen laskevalta alueelta 23.09, mutta myös koko järveä ympäröivän alueen 23.03 osuus (7 000 kg/vuosi) on merkittävä. Eniten kuormitusta (11 200 kg/vuosi) altaisiin tulee kuitenkin alueiden 23.08, 23.05 ja 23.04 yhteisvaikutuksesta. Tämä päätyy Kiihkelyksenselälle.

Lähivaluma-alueella (kuva 3.8) kuormituslähteiden osuudet ovat samantapaiset kuin koko valuma-alueella, joskin peltojen osuus on vieläkin korostuneempi (74 %). Eniten kuormitusta syntyy juuri peltojen takia altaita ympäröivällä alueella 23.031, jossa sen osuus on 74 % kokonaiskuormasta eli 3 300 kg/vuosi. Altaiden pidättymisprosentti on periaatteessa suhteessa niiden teoreettiseen viipymään. Hiidenvedellä Retlahden viipymä on hieman alle viisi vuotta, muiden altaiden vain alle vuosi. Retlahden pidättymisprosentti (86 %) onkin selvästi suurin, toiseksi suurin on Kiihkelyksenselän (44 %), mikä johtunee siihen kohdistuvasta selvästi suurimmasta kuormituksesta (21 100 kg/vuosi).



Kuva 3.8. Hiidenveden lähivaluma-alueen fosforitasekaavio.

Hiidenveden altaista huonoimmassa kunnossa on Kirkkojärvi, jonka tilan parantamiseksi toimet tulisi kohdistaa alueelle 23.09. Siellä keskeisimpiä kolmannen jakovaiheen alueita ovat 23.091 ja etenkin alueella syntyvän peltokuormituksen (1 900 kg/vuosi) johdosta 23.092. Toinen keskeinen kohde olisi alue 23.042 Kiihkelyksenselän kannalta, sillä sen pelloilla syntyy noin 22 % koko toisen jakovaiheen alueen 23.04 fosforikuormituksesta (6 800 kg/vuosi). Jos esimerkiksi alueiden 23.091 ja 23.092 peltokuormaa vähennettäisiin kolmanneksella, olisi alueelta 23.09 tuleva fosforikuormitus Kirkkojärveen 7 850 kg vuodessa (nyt 8 690 kg/vuosi). Vähennyksen vaikutus näkyisi läpi allasketjun; Sirkkoonselältäkin lähtevä kuorma pienentyisi 11 650 kg:aan vuodessa (nyt 11 940 kg/vuosi).

Myös Hiidenveden Kirkkojärveä varten kehitettiin malliketju samalla periaatteella kuin Vanajanselälle (ks. kohta 3.6.5).

### 3.1.4

## VIHMA Hiidenvedellä

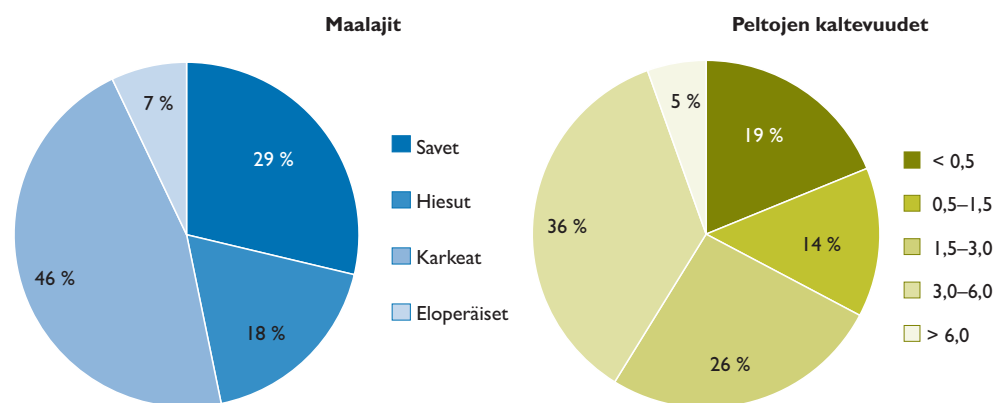
Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAsa tarvittavat lähtötiedot Hiidenveden peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALASTA. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.9. P-luvultaan 90 % pelloista on VEMALAN mukaan 8–14 mg/l luokassa ja vain 10 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot nykytilanteen mukaisista muokkausmenetelmistä kolmelle valuma-alueelle saatiin kunnan maataloussihteeriltä ja se laajennettiin kaikille viidelle valuma-alueelle asiantuntija-arviona. Saadun arvion mukaan vajaa puolet peltoalasta on syyskynnetty, noin neljännes on nurmilla ja loput pellot ovat muun talviaikaisen kasvipeitteisyyden tai kevennetyn muokkauksen piirissä. Suojavyöhykkeitä on arvioitu olevan noin 15 % pelloista.

Lähtötietojen perusteella VIHMALLA laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa.

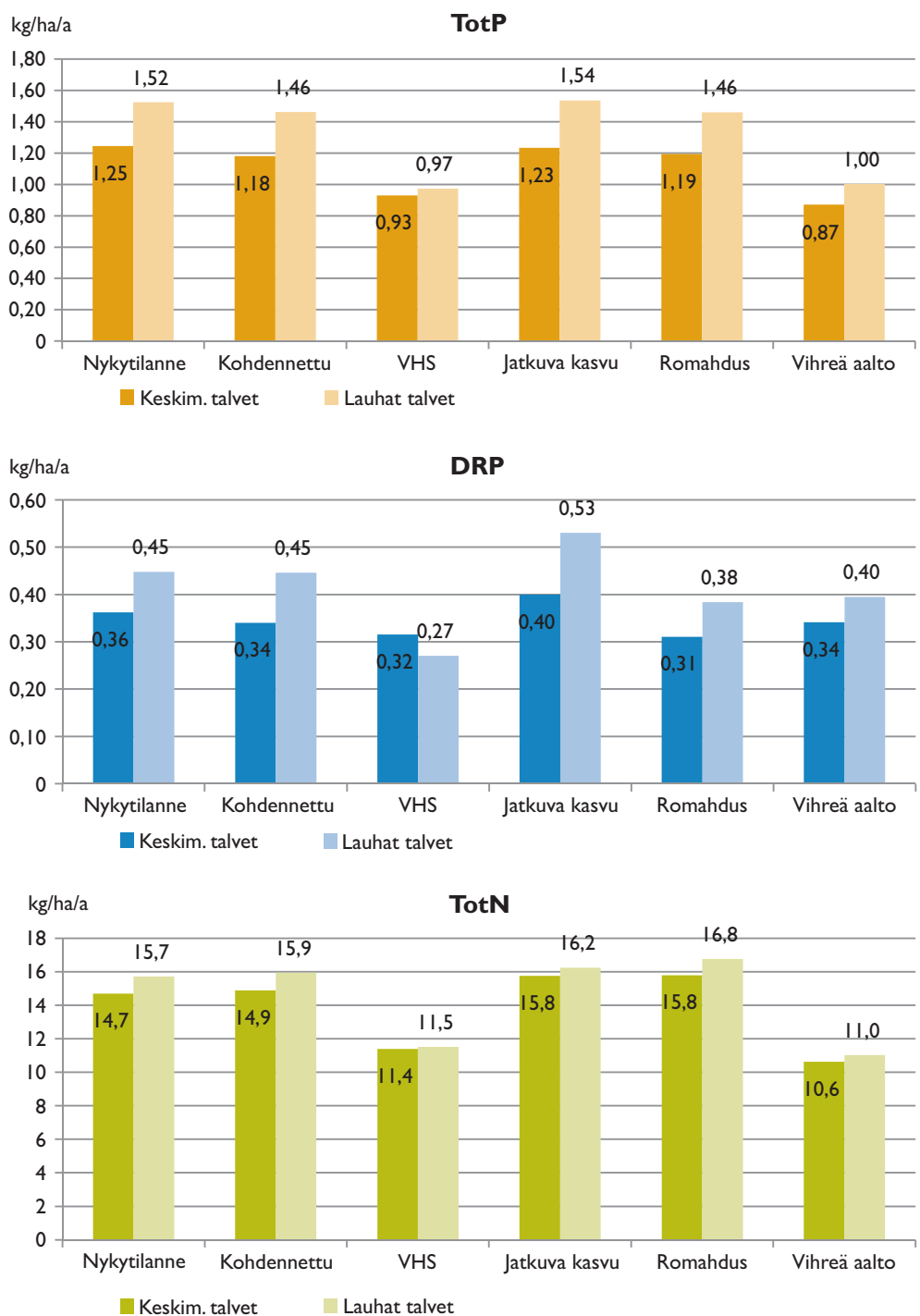
Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.10 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhuille talvityypeille.

Nykytilanteessa niin kevennettyjen muokkausmenetelmien kuin kyntöjenkin on oletettu jakautuvan tasaisesti kaikille kaltevuuksille samassa suhteessa peltoalojen määrän kanssa. Kuten kuvaajista näkyy, kun "Kohdennetussa" skenaariossa kyntöä on suosittu tasaisemmilla pelloilla ja kevennettyjä muokkausmenetelmiä kaltevamilla, sekä DRP että TotP kuormitukset ovat tippuneet. Kokonaistyyppi, joka ei ole



Kuva 3.9. Hiidenveden peltojen maalajit ja kaltevuudet.

herkkä kaltevuudelle, on se sijaan aavistuksen jopa noussut. VHS-skenaariossa sen sijaan sekä fosforien että typen kuormitukset ovat laskeneet. Tähän vaikuttaa sekä lisääntynyt talviaikainen sänkiäla, että suorakylvö, mutta myös lähes kaksinkertais- tunut suojavaikokkeellinen peltoala. Kosteikkoja on VHS:n myötä oletettu tulevan verraten vähän lisää, joten niiden vaikutuskin jää verraten pieneksi. Mielenkiintoista tässä skenaariossa on myös DRP:n tulos, jonka mukaan lauhojen talvien ominaiskuor- mitus olisi keskimääräisiä talvia alhaisempaa. Tämä johtuu siitä että sekä savimailla, hiesuilla että karkeilla mailla nurmien ja syyssuorakylvön DRP:n ominaiskuormitus on alhaisempaa lauhoina vuosina kuin keskimääräisinä vuosina.



Kuva 3.10. Hiidenveden kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.

Kokonaisfosfori jää Jatkuvassa kasvussa hieman Nykytilaa alhaisemmaksi kokonaisfosforin osalta, vaikka DRP:n osalta se on tässä skenaariossa kaikkein korkein. Romahduksessa sekä kokonais- että liukoinen fosfori jää Nykytilaa alhaisemmaksi. Kokonaistypen kuormitus on se sijaan näissä kummassakin kuvitteellisessä tilanteessa mitään muita skenaarioita korkeampi.

Vihreä aalto on nimensä mukaisesti kokonaisravinteiden kuormituksen osalta ominaiskuormituksiltaan pienin. Vaikka peltoala onkin siinä suurempi kuin muissa skenaarioissa, kuormitusta alentaa erityisesti suojavyöhykkeiden perustaminen kaikille kolmessa kaltevimmassa luokassa oleville pelloille sekä erittäin suuri kosteikkojen määrä. Lisäksi lisääntynyt peltoala on oletettu energiakasveille, joiden kuormitus on VIHMAssa sama kuin nurmilla. Liukoisen fosforin osalta tämä skenaario jää kuitenkin jälkeen VHS ja Romahdus-skenaarioista.

### 3.1.5

## **KUTOVA Hiidenvedellä**

*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

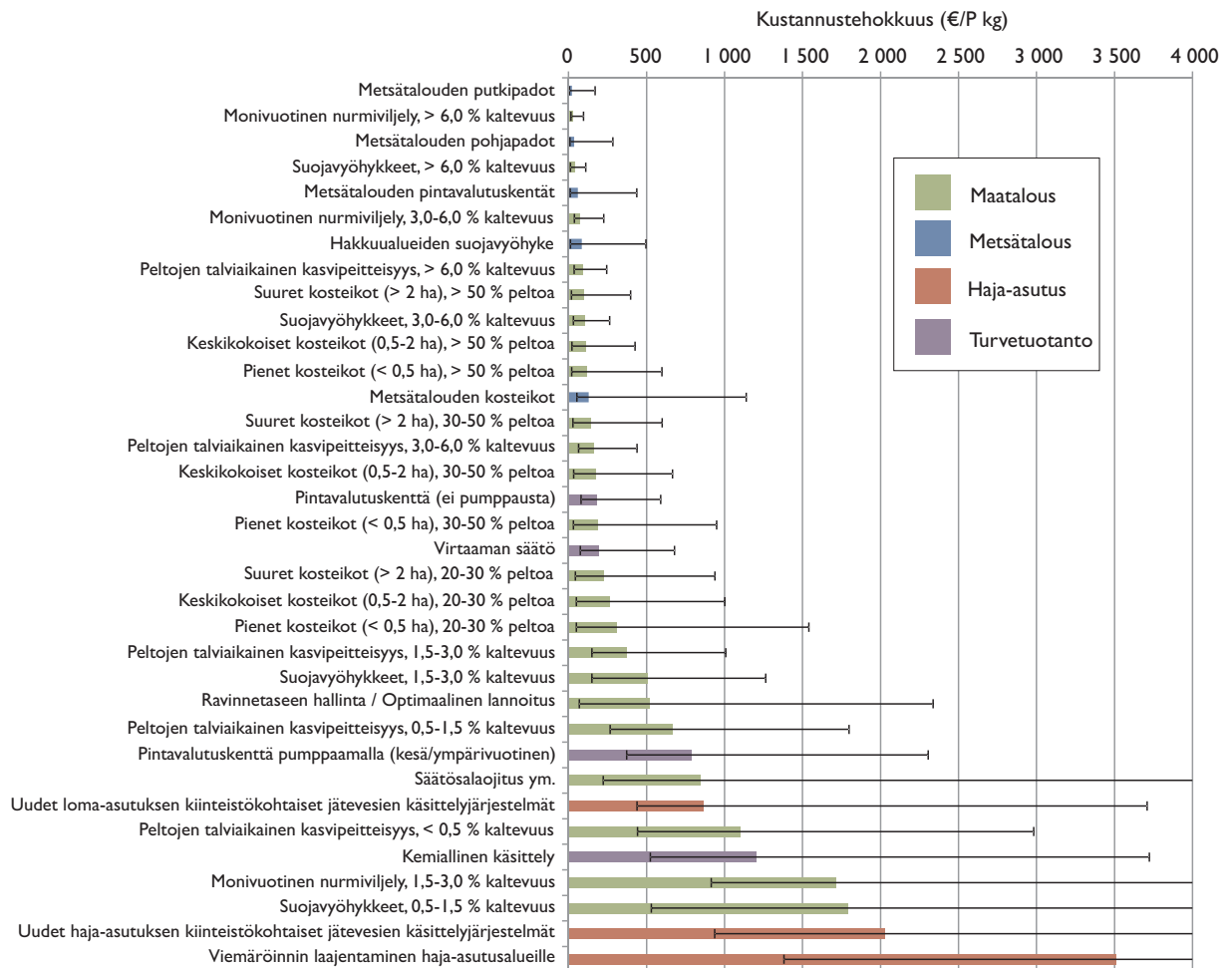
Myös KUTOVA-työkalua sovellettiin Hiidenveden valuma-alueelle. Lisäksi tehtiin osa-alue tarkastelua, jossa vesistöalue jaettiin kolmeen osaan, jotka olivat Hiidenveden lähialue, Vihtijoen valuma-alue ja Vanjoen valuma-alue. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Joensuu ym. 2010) alueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään.

### **Yksittäiset toimenpiteet**

Kustannustehokkaimpia toimenpiteitä Hiidenveden valuma-alueella ovat kaltevien peltojen (>6 % tai 3–6 % kaltevuus) monivuotinen nurmiviljely, suojavyöhykkeet ja talviaikainen kasvipeitteisyys (30–160 €/fosfori kg). Myös metsätalouden toimenpiteet ovat mallinnuksen mukaan varsin kustannustehokkaita (40–220 €/fosfori kg), kuten maatalouden toimenpiteistä myös kosteikot (110–310 €/fosfori kg). Kosteikoista kustannustehokkaimpia ovat suuret kosteikot (>2 ha), joiden valuma-alueella on paljon peltoa (>50 %). Turvetuotannon toimenpiteistä Hiidenveden valuma-alueella kustannustehokkaimpia taas ovat pintavalutus kentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätöpadot (310–330 €/fosfori kg). Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille ovat toimenpiteistä kalleimpien joukossa (870–3500 €/fosfori kg) (kuva 3.11).

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on kaltevuudeltaan 3–6 % olevien peltojen monivuotinen nurmiviljely (2 900 kg/v, 10 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille (2 900 kg/v, 10 %) sekä uudet haja-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät (2 600 kg/v, 9 %). Muita maatalouden tehokkaita toimenpiteitä ovat ravinnetaseen hallinta (1 500 kg/v, 5 %), säätösaloitus (1 300 kg/v, 4 %) sekä suojavyöhykkeet (1 440 kg/v, 5 %) ja talviaikainen kasvipeitteisyys 3–6 % kaltevuudeltaan olevilla pelloilla (1 200 kg/v, 4 %). Suurten ja keskikokoisten kosteikkojen kuormitusvähennyspotentiaali vaihtelee 275 ja 700 kg/v välillä (1–2 %). Metsätalouden ja turvetuotannon toimenpiteillä ei voida saavuttaa merkittäviä kuormitusvähennyksiä, mikä johtuu siitä, että näiden sektoreiden osuus valuma-alueen kokonaiskuormituksesta on pieni.





Kuva 3.II. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Hiidenveden valuma-alueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma -julkaisussa (Joensuu ym. 2010) on esitetty tarvittavia toimenpidemääriä Uudellamaalla. Näistä ehdotetuista määristä esitettiin Hiidenveden valuma-alueelle toimenpiteet vertaamalla alueiden maankäyttöä. Toimenpideohjelmassa esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAN avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat noin 3,25 miljoonaa euroa. KUTOValla arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 17 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.5).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin myös kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjetiksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes tämä asetettu 3,25 miljoonan euron budjettirajoite tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana viemäriverkon laajentamista haja-asutusalueille tai kiinteistökohtaisia jätevesien käsittelyjärjestelmiä. Sen sijaan suojavyöhykkeitä, kosteikkoja, ravinnetaseen hallintaa, talviaikaista kasvipeitteisyyttä ja säätösalaajitusta on kustannustehokkaimmassa vaihtoehdossa toimenpideohjelmaa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 37 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.5).

Taulukko 3.5. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 3,25 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	160 ha	635 ha
Kosteikot	160 kpl	281 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	8 160 ha	11 260 ha
Säätösalaajitus		3000 ha
Ravinnetaseen hallinta	1 200 ha	15 600 ha
Hakkuualueiden suojavyöhyke		13 ha
Metsätalouden putkipadot	18 kpl	9 kpl
Viemäroinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	840 kiinteistöä	
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	2 000 kiinteistöä	
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	900 kiinteistöä	900 kiinteistöä
Pintavalutuskentät pumppaamalla	13 tuotantoha	
Pintavalutuskentät ilman pumppausta		19 tuotantoha
Virtaaman säätö		19 tuotantoha
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>17 %</b>	<b>37 %</b>

3.1.6

## VIRVA Hiidenvedellä

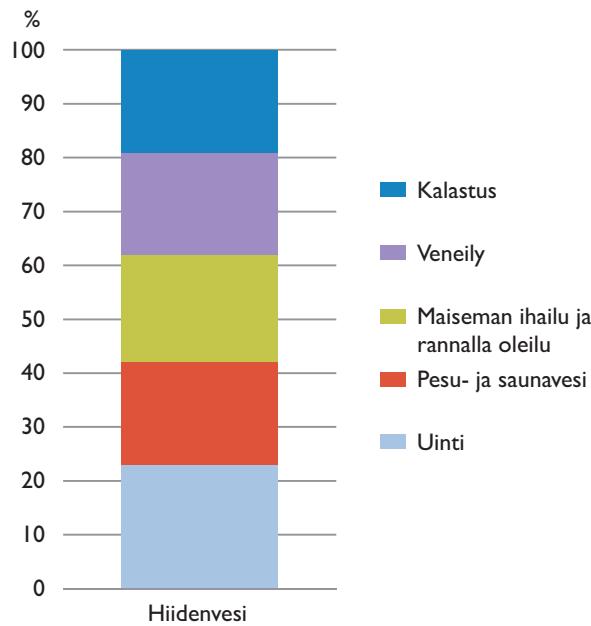
*Elina Seppälä, Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

Hiidenvedelle sovelletussa VIRVA-tarkastelussa hyödynnettiin Ahtiaisen (2008) kyselytutkimuksen tuloksia. Hiidenvesi on luonnostaan savisamea järvi, joten erityisesti sameudella on tarkastelualueella selvä vaikutus koettuun vedenlaatuun. Kokonaisfosforipitoisuuden soveltuvuutta vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi tutkittiin tarkastelemalla sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden korrelaatiota ja tarkastelun perusteella veden kokonaisfosforipitoisuus valittiin malliin vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi.

VIRVA-sovelluksen avulla saadut käyttökelpoisuuskertoimet nykytilalle on esitetty taulukossa 3.6 ja ne ovat pääosin ennako-oletusten mukaisia. Kirkkojärven ja Mustionselän käyttökelpoisuuskertoimet ovat yleensä pienimpiä, koska niiden vedenlaatu on huonoin. Rannalla oleilun ja vesimaiseman kohdalla tilanne on kuitenkin päinvastainen. Se tarkoittaa, että ihmiset eivät koe vedenlaadun muutoksella olevan suurta vaikutusta rannalla oleiluun ja vesimaisemaan. Tulokset tukevat yleistä lähtöoletusta, että vedenlaatu vaikuttaa selvästi eniten uintiin sekä pesu- ja saunaveden ottoon, koska niissä ollaan suoraan kosketuksissa veteen.

Taulukko 3.6. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet.

Osa-alue	Kok P	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu
Kirkkojärvi ja Mustionselkä	105 µg/l	Tyydyttävä	0,50	0,59	0,70	0,52	0,80
Kiihkelyksenselkä	34,5 µg/l		0,54	0,63	0,72	0,54	0,78



Kuva 3.12. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Hiidenvedellä.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri virkistyskäyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostetaan käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Hiidenvedellä vesistöviristäytyminen jakautui käyttömuotojen kesken siten, että kaikkia käyttömuotoja harrastettiin lähes yhtä paljon, noin viidenneksen kaikista virkistyspäivistä. (Kuva 3.12).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostetun summa-arvofunktion avulla tehdyn VIRVA-mallinnuksen perusteella Kiihkelyksenselän alueen virkistysarvo on nykytilassa yhteensä noin 4,87 miljoonaa euroa vuodessa. Virkistyskäytön kokonaisarvo muodostuu valtaosin rantakiinteistöjen virkistys-käyttöarvosta, joka on noin 4,74 miljoonaa euroa vuodessa. Muiden käyttäjien eli yleisten uimarantojen käyttäjien, muiden kuin rantakiinteistöiltä tulevien kalastajien ja veneilijöiden laskennallinen, euromääräinen virkistysarvo on vain 0,12 miljoonaa euroa. Virkistysarvo yhtä rantakiinteistöä kohti on noin 7 600 euroa vuodessa. Muiden käyttäjien suurin käyttäjäkohtainen virkistysarvo on sen sijaan kalastuksella (220 €/vuosi).

Kirkkojärven ja Mustionselän alueen virkistysarvo taas on nykytilassa yhteensä noin 650 000 euroa vuodessa. Virkistyskäytön kokonaisarvo jakautuu jälleen pääosin rantakiinteistöille noin 620 000 eurolla vuodessa ja virkistysarvo yhtä rantakiinteistöä kohti on noin 4 100 euroa vuodessa. Muiden käyttäjien kokonaisvirkistyskäyttöarvo on noin 30 000 euroa vuodessa ja käyttäjäkohtainen virkistysarvo on suurin kalastuksella (130 €/vuosi), joskin veneilyn arvo on erittäin lähellä sitä (120 €/vuosi). Kirkkojärven ja Mustionselän alueella kokonaisvirkistysarvo nousee selvästi vähemmän vedenlaadun parantuessa kuin Kiihkelyksenselällä ym., mikä selittyy Kirkkojärven ja Mustionselän alueen pienemällä koolla muuhun Hiidenvedeen verrattuna.

Koska Kiihkelyksenselän ym. alue on fosforipitoisuutensa perusteella jo ekologisesti hyvässä tilassa, ei sen osalta tarkastella muutosta nykytilasta hyvään ekologiseen tilaan, vaan tarkastelu tehtiin vain Kirkkojärven ja Mustionselän alueella. Kirkkojärven ja Mustionselän alueen kokonaisvirkistyskäyttöarvo olisi hyvässä ekologisessa tilassa noin 1,0 miljoonaa euroa vuodessa. Vedenlaadun muuttuessa nykytilasta hyvään ekologiseen tilaan rantakiinteistöjen virkistyskäytön kokonaisarvo kasvaisi noin 350 000 euroa vuodessa ja muiden käyttäjien kokonaisvirkistyskäyttöarvo noin

Taulukko 3.7. Rahamääräinen vesistöistä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä tai erinomainen ekologinen (kok P=55 µg/l) tila tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen (kok P=12 µg/l) mukainen tila.

Osa-alue		Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Kiihkelyksenselkä ym.	Kiinteistöt	4 740 000 €/v		1 150 000 €/v
	Muut	120 000 €/v		48 500 €/v
	Yhteensä	4 860 000 €/v		1 200 000 €/v
Kirkkojärvi ja Mustionselkä	Kiinteistöt	620 000 €/v	352 000 €/v	800 000 €/v
	Muut	28 000 €/v	14 000 €/v	37 000 €/v
	Yhteensä	648 000 €/v	367 000 €/v	843 000 €/v

14 000 euroa vuodessa. Rantakiinteistöjen kohdalla arvo nousisi siten noin 57 prosenttia ja muiden käyttäjien kohdalla noin 51 prosenttia. Taulukossa 3.7 on esitetty rahamääräinen muutos myös yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaiseen tilaan.

Hiidenveden VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on myös Monte Carlo -simuloinnilla muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

### 3.2

## Lapuanjoki

*Marjut Mykrä (Etelä-Pohjanmaan ELY)*

Lapuanjoen vesistöalue (nro 44) on läntisen Suomen kolmanneksi suurin vesistöalue (4122 km<sup>2</sup>) (Haukilehto ym. 2011). Se sijaitsee Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnissa, etupäässä Uusikaarlepyyn, Kauhavan, Lapuan, Alajärven, Seinäjoen, Kuortaneen ja Alavuden kuntien alueilla. Lapuanjoki on merkittävä Pohjanmaan valtaviirto, ja pituutta joen pääuomalla on noin 170 km. Lapuanjoen tärkeimmät sivuhaarat ovat Nurmonjoki (65 km) ja Kauhavanjoki (44 km). Lapuanjoen vesistöalueella on vähän järviä, hieman alle 3 % pinta-alasta, ja järvet ovat keskittyneet pääasiassa

alueen yläosalle Suomenselän seudulle. Luonnonjärvistä 12 ja tekojärvistä kolme on säännösteltyjä (Bonde ym. 2012).

Lapuanjoki on aikoinaan ollut merkittävä vaelluskalajoki. Padon rakentaminen jokisuulle 1920-luvulla katkaisi kuitenkin lohien, taimenen, vaellussiian ja nahkiaisen nousun joen yläjuoksulle (Nuotio 2008). Nykyisin lohikalojen säilyminen joessa on suurelta osin riippuvainen istutuksista. Latvapuroissa esiintyy kuitenkin paikoitellen purotaimenia ja rapuja (Bonde ym. 2012).



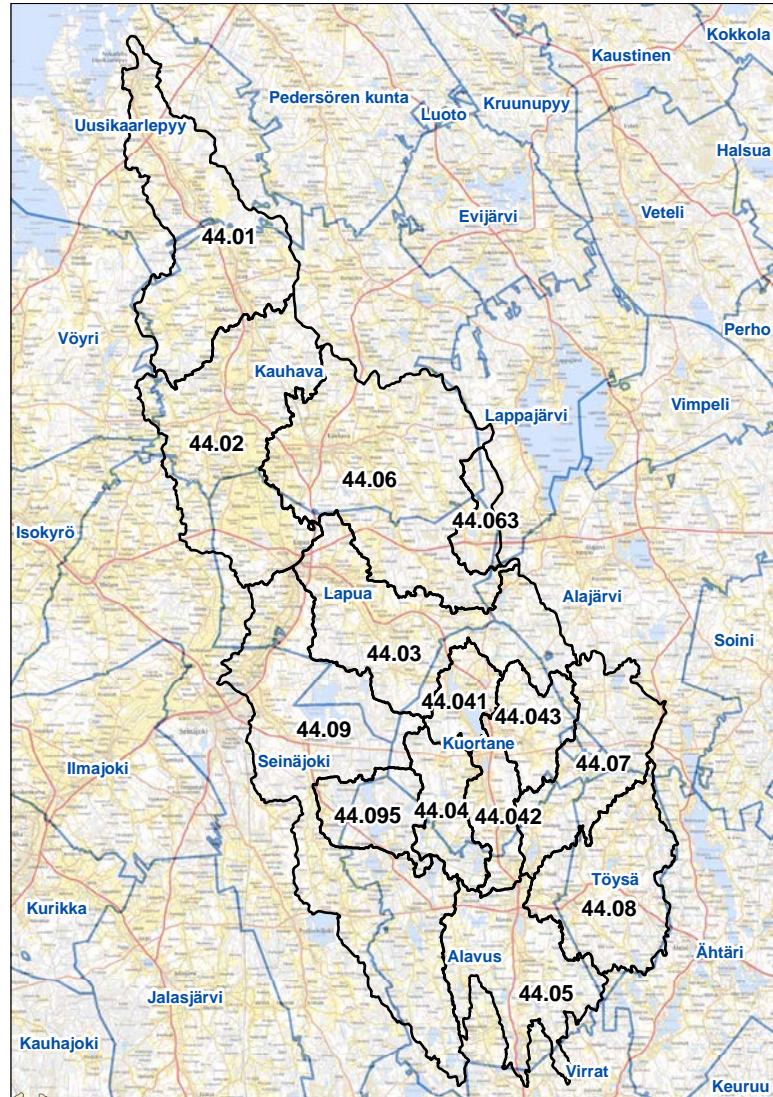
Lapuan Nurmonjoki.  
Kuva Turo Hjerpe, SYKE

Lapuanjoen ongelmia vedenlaadun suhteen ovat runsaasta ravinnekuormituksesta johtuva rehevyys sekä happamien sulfaattimaiden kuivatuksesta ja ojituksista johtuva ajoittainen happamuus (Nuotio 2008). Merkittävä osa Lapuanjoen vesistöihin tulevasta ravinne- ja orgaanisesta kuormituksesta on peräisin maa- ja metsätaloudesta. Peltojen osuus vesistöalueen maankäytöstä on 23 % (Bonde ym. 2012) ja maanviljely on keskittynyt erityisesti Lapuanjoen tasaiselle keskiosalle (Haukilehto ym. 2011). Myös suuret virtaamanvaihtelut ja tulvimisherakkyys ovat tunnusomaisia Lapuanjoelle ja tulvasuojelua varten tehdyt perkaukset, pengerrykset ja muut rakenteelliset muutokset ovat yksipuolistaneeet Lapuanjoen uomaa (Bonde ym. 2012). Rakenteellisten muutosten vuoksi Nurmonjoki ja Lapuanjoen alaosa (välillä Nurmonjoen haara – Pirinsilta) on nimetty voimakkaasti muutetuiksi vesistöiksi (Nuotio & Rautio 2009).

### Kuortaneenjärvi

Kuortaneenjärvi on Lapuanjoen keskusjärvi ja vesistön suurin luonnonjärvi (Aaltonen ja Storberg 2006). Järvi on yksi Etelä-Pohjanmaan tärkeimmistä mökki- ja virkistätymisjärvistä. Kuortaneenjärvi kuuluu pintavesityyppiin Runsashumuksiset järvet (Rh) ja on pinta-alaltaan noin 14,6 km<sup>2</sup> (Hertta 2013). Kuortaneenjärven yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on 1 266 km<sup>2</sup>, josta 432 km<sup>2</sup> kuuluu järven omaan, suo- ja metsävaltaiseen valuma-alueeseen (Aaltonen & Storberg 2006). Peltoa järven valuma-alueesta on 20 % (Nuotio 2008). Kuortaneenjärven valuma-alueella on vahva kuhakanta (Bonde ym. 2012) ja järven valuma-alueella toteutetaan myös hoitokalastusta.

Kuortaneenjärvi on ruskeavetinen ja voimakkaasti rehevöitynyt järvi ja sen vedessä esiintyy korkeita ravinne- ja kiintoainespitoisuuksia (Aaltonen ja Storberg 2006). Järvi toimii Lapuanjoessa luonnollisena laskeutusaltaana parantaen jokiveden laatua, sillä Kuortaneenjärven tulevasta ravinnekuormituksesta suurin osa varastoituu järven pohjaan. Järvi kärsii kuitenkin voimakkaasta sisäisestä kuormituksesta, mikä ilmenee muun muassa syvänteiden ajoittaisena hapenpuutteena ja sinilevien massaesiintyminä. Kuortaneenjärvi on vuoden 2008 ekologisen luokituksen mukaan tyydyttävässä tilassa (Hertta 2013) ja järven tilaa on pyritty parantamaan muun muassa vuosina 2001–2002 käynnissä olleessa Kuortaneenjärvi-hankkeessa ja sitä seuranneissa jatkohankkeissa.



Kuva 3.13. Lapuanjoen pilottialue.

## Kuorasjärvi

Humuspitoinen ja melko voimakkaasti rehevöitynyt Kuorasjärvi kuuluu Lapuanjoen suurimman sivuhaaran, Nurmonjoen, vesistöalueeseen ja sijaitsee suurimmaksi osaksi Alavuden kaupungin alueella (Nuotio 2008). Kuorasjärven pinta-ala on noin 12 km<sup>2</sup> ja järven lähivaluma-alueen pinta-ala 73 km<sup>2</sup>. Järvi kuuluu tyyppiin Matalat runsashumuksiset järvet (Hertta 2013). Vuonna 2008 järvi luokiteltiin tyydyttävään ekologiseen tilaan.

Kuorasjärven vedenlaatuun ovat vaikuttaneet heikentävästi maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta tuleva ravinnekuormitus ja järven säännöstely (Nuotio 2008). Kesäisin Kuorasjärvellä esiintyy *Hyalotheca dissiliens* koristelevän massaesiintymiä sekä satunnaisesti sinileväkukintoja. Viime vuosina sinileväesiintymät ovat kuitenkin olleet vähäisiä. Järven ongelmana ovat myös syvänteiden happikadot talvella. Kuorasjärven kunnostamiseksi on toteutettu 2000-luvulla muun muassa luonnonhoitohankkeita, hoitokalastusta ja kuormituksen vähentämiseen tähtäävä aluekehityshanke. Hoitokalastusta toteutetaan järvellä edelleen vuosittain.

## Kauhajärvi

Lapuan Kauhajärvi on Lapuanjokeen laskevan Kauhavanjoen latvajärvi. Järven pinta-ala on noin 2,2 km<sup>2</sup> ja lähivaluma-alueen pinta-ala 63 km<sup>2</sup> (Nuotio 2008). Järven ympärillä on noin 750 asukkaan kylä, 40 kesäasuntoa ja lisäksi runsaasti järveen viettäviä peltoja. Rehevöityneen Kauhajärven vesi on erittäin tummaa ja voimakashumuksista järveä ympäröiviltä pelloilta ja soilta tulevan ravinne- ja kiintoaineskuormituksen vuoksi.

Kauhajärvi kuuluu tyyppiin runsashumuksiset järvet (Rh) (Hertta 2013). Vuonna 2008 tehdyn luokittelun perusteella Kauhajärvi oli tyydyttävässä ekologisessa tilassa. Kauhajärvellä on esiintynyt viime vuosikymmenien aikana säännöllisesti syvänteiden happikatoja ja sinileväkukintoja (Nuotio 2008). 1990-luvulla on järvellä tehty useita kunnostuksia: esimerkiksi pohjan happitilannetta on saatu parannettua rakentamalla alusveden purkupuutki järven syvänteestä. Myös sinilevien massaesiintymät ovat järvellä vähentyneet.

### 3.2.1

## Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Lapuanjoella

*Elina Jaakkola, Petri Ekholm, Saara Hirvonen, Sirkka Tattari ja Jari Koskiaho (SYKE)*

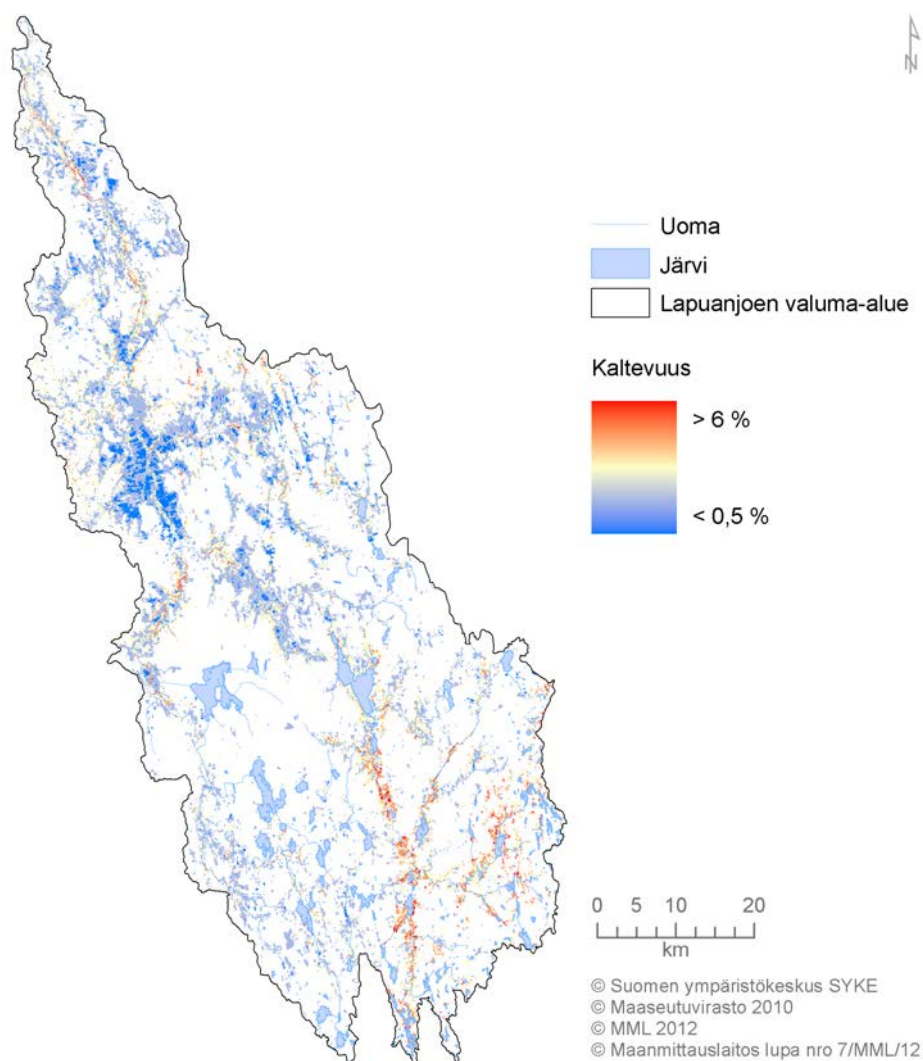
Ominaiskuormitusmalli muodostettiin koko Suomen kattavan aineiston pohjalta (ns. GisBloom-alueet, 70 kpl). Kun mallia sovelletaan yksittäisille valuma-alueille, on tärkeää tietää, poikkeavatko kyseisen valuma-alueen ominaisuudet merkittävästi mallin muodostamiseen käytettyjen alueiden ominaisuuksista. Lapuanjoella fosforin pistekuormitus oli hieman GisBloom-alueiden keskiarvoa pienempi ja typen pistekuormitus noin viidesosan keskiarvoa pienempi. Peltoprosentti puolestaan oli 6,5 prosenttiyksikköä suurempi ja järvisyys 5 prosenttiyksikköä pienempi kuin GisBloom-alueiden keskiarvo. Avosoita ja luonnonkosteikkoja Lapuanjoella oli lähes yhtä paljon kuin kaikilla tutkituilla valuma-alueilla keskimäärin (taulukko 3.8).

Lapuanjoen valuma-alueen kaltevimmat pellot sijaitsevat alueen etelä- ja kaakkoisosissa. Yli 6 %:n kaltevuuksia oli koko alueen pelloista vain noin 1,5 %. Alimmassa kaltevuusluokassa (eli kaltevuus < 0,5 %) oli peltoja runsaat 56 % koko pelto-alasta (kuva 3.14). Lapuanjoen valuma-alueella savipeltojen osuus kaikista pelloista on vain 10 % (kuva 3.15).

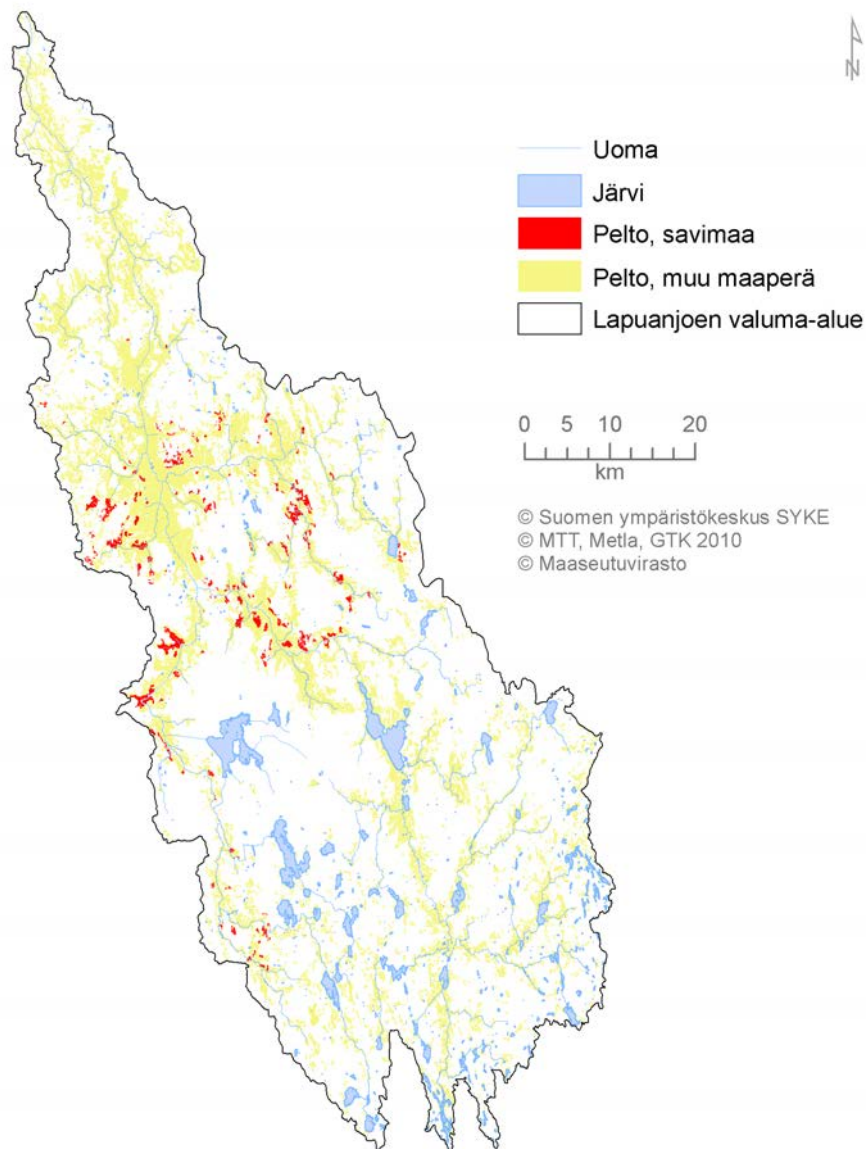
Taulukko 3.8. Lapuanjoen valuma-alueen ja GisBloom-alueiden ominaisuuksia.

Alue	Piste-kuormitus P/km <sup>2</sup>	Piste-kuormitus N/km <sup>2</sup>	Maatalous-alueet %	Pelto %	Järvi %	Kevätvilja %	Nurmi %	Syysvilja %	Juurikas %	Puutarha %	Kosteikot ja avoimet suot %
Lapuanjoen va.	0,8	41,2	23,4	21,9	2,3	12,3	8,5	0,2	0,8	0,0	5,2
GisBloom-alueet (ka.)	1,1	47,3	17,0	15,4	7,3	9,1	5,3	0,4	0,5	0,1	6,0
GisBloom-alueet (min.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GisBloom-alueet (maks.)	26,8	553,5	63,1	64,0	51,4	43,4	16,0	6,5	17,2	1,1	33,3

Alueen eläintiheys oli melko suuri ja tarkastelluista neljästä GisBloomin pilotti-alueesta suurin, 39 eläinyksikköä neliökilometrillä. Viemäröinnin ulkopuolella olevia asukkaita oli alueella vähemmän kuin millään muulla neljällä tarkastellulla alueella, vain noin 5,3 per km<sup>2</sup>.



Kuva 3.14. Lapuanjoen peltojen kaltevuus.



Kuva 3.15. Lapuanjoen savipeltojen osuus koko peltoalasta.

Lapuanjoen alueelle sovellettiin viittä eri ominaiskuormitusmallia. Mallien antamat kuormitusarviot fosforille (taulukko 3.9) olivat askeltavan regressiomenetelmän tuottamaa mallia 5 lukuun ottamatta melko lähellä toisiaan (30–37 kg/km<sup>2</sup>/v). Typen osalta erot olivat myös pienehköjä suurimman eron ollessa 45 kg/km<sup>2</sup>/v. Tuloksia verrattiin myös HELCOM:lle v. 2000–2011 raportoituihin arvoihin. HELCOM-kuormat on laskettu ns. kuukausikeskiarvomenetelmällä virtaamamittausten ja jokivedestä otettujen pitoisuusnäytteiden avulla, ja ne olivat fosforin osalta 17,8 kg/km<sup>2</sup>/v ja vastaavasti typen osalta 585 kg/km<sup>2</sup>/v. Typen osalta ominaiskuormitusmallit antoivat siis vain hieman suurempia tuloksia kuin ilmoitettu HELCOM-kuorma, mutta fosforikuormitus oli kaikkien mallien mukaan noin neljäsosan suurempi kuin HELCOM:lle raportoitu tulos.



Taulukko 3.9. Ominaiskuormitusmallien kokonaisfosfori- ja typpitulokset Lapuanjoen valuma-alueelle.

Kokonaisfosforikuormitus (kg/km <sup>2</sup> /v)		HELCOM (kg/km <sup>2</sup> /v)
Malli 1	35	17,8
Malli 2	37	
Malli 3	30	
Malli 4	36	
Malli 5	24	
Kokonaistyyppikuormitus (kg/km <sup>2</sup> /v)		HELCOM (kg/km <sup>2</sup> /v)
Malli 1	611	585
Malli 2	648	
Malli 3	655	
Malli 4	656	
Malli 5	639	

### 3.2.2

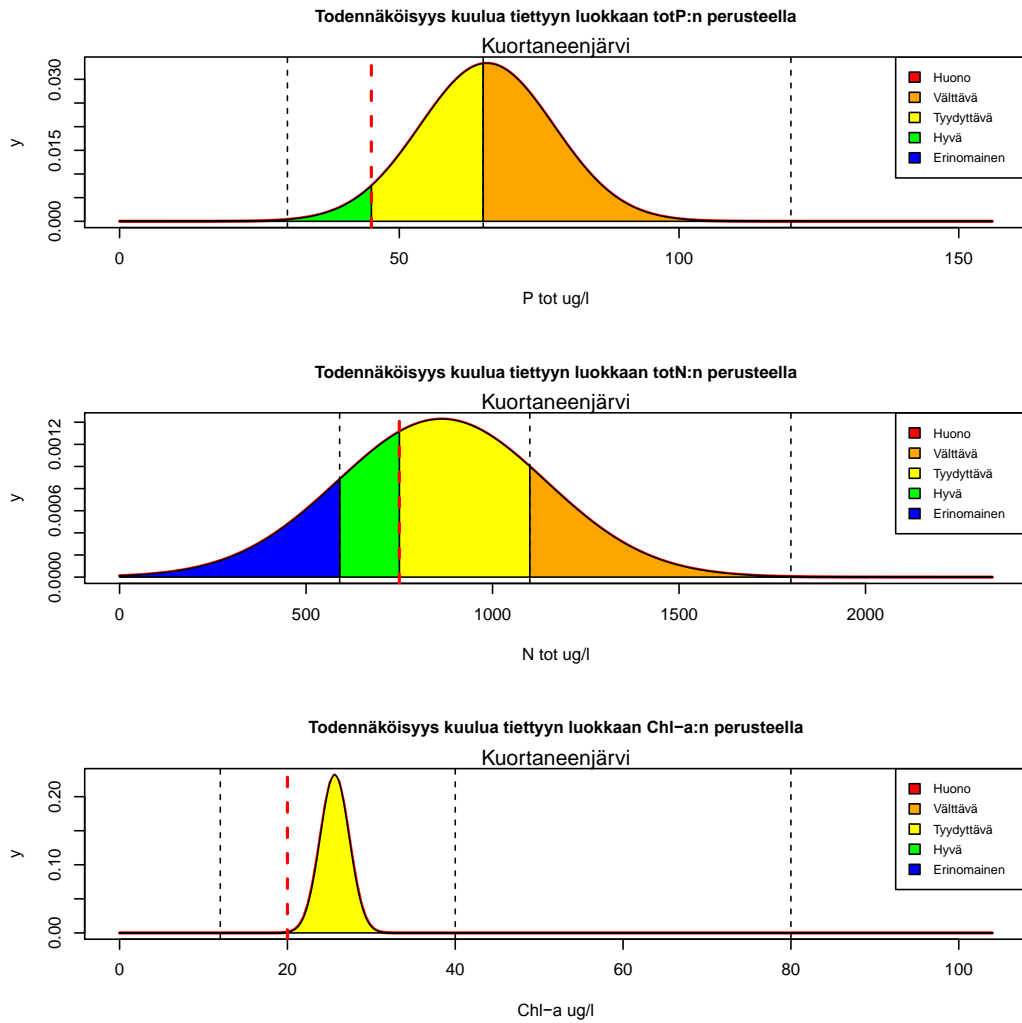
## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Lapuanjoella

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

Lapuanjoella LLR:llä tarkasteltavia järviä oli kolme alueen pääjärveä; Kuortaneenjärvi, Kauhajärvi ja Kuorasjärvi. Kuortaneenjärven osalta kuormitusvaikutustarkastelu oli erityisen kiinnostava, koska kyseessä on tyydyttävässä tilassa oleva sisäkuormitteinen järvi. Pintavesityypiltään runsashumuksisen (Rh) Kuortaneenjärven pinta-ala on noin 14,6 km<sup>2</sup> ja keskisyyvyys 3,7 m. Kuortaneenjärvi on läpivirtausjärvi ja sen viipymä on vain joitakin päiviä. LLR:ssä käytetään kuitenkin vuosikeskiarvoja mallin luonteen vuoksi. Vuosikeskiarvot (1990–2011) ravinnekuormituksista ja luusuan virtaamasta saatiin VEMALasta. Keskimääräisen sisäisen fosforikuormituksen on arvioitu olevan noin 15 % ulkoisesta kuormituksesta (Stenmark 1982), eli sisäisen kuormituksen alkuarvoksi asetettiin 3300 kg/a (9 kg/d).

Edellä esitettyjen tietojen avulla LLR:llä laskettiin järven nykyinen tila sekä tarvittava fosfori- ja typpikuormitusvähennys hyvän tilan saavuttamiseksi. Kuten taulukosta 3.10 nähdään, järvi on kokonaisfosforin perusteella todennäköisimmin välttävissä tilassa (52 %). Annetuilla ulkoisen ja sisäisen kuormituksen arvoilla fosforin mediaaniksi saatiin 65 ug/l, joka on suuruudeltaan samaa luokkaa kuin ensimmäisellä luokittelukierroksella arvioitu keskimääräinen lukuarvo (59 ug/l). Vastaavasti typen perusteella järvi on 46 % varmuudella tyydyttävässä tilassa (ennuste 861 ug/l ja 1. VHS-kauden lukuarvo 900 ug/l). *a*-klorofyllipitoisuuden ennuste on 25 ug/l ja järvi olisi mallin mukaan 100 % varmuudella keskimäärin tyydyttävässä tilassa (1. VHS-kauden lukuarvo 28 ug/l).

Kuvassa 3.16 nähdään keskimääräinen fosforipitoisuuden ennuste kuormituksen muuttuessa. Kuortaneenjärven nykyinen fosforikuormitus pinta-alaa kohden on noin 1,4 g/m<sup>2</sup>/v, joka ylittää järven sietokyvyn noin 31 %:lla. Jotta hyvä tila (H/T-raja 45 ug/l) saavutettaisiin, ulkoista P-kuormitusta tulisi vähentää mallin mukaan noin 0,44 g/m<sup>2</sup>/v, eli noin 18 kg/d. Sisäisen kuormituksen vaikutus pitoisuuksiin on mallin mukaan hyvin pieni. Malliennusteen epävarmuus näkyy kuvassa harmaana alueena (90 % luottamusalue). Epävarmuutta ennusteeseen tuo annettujen kuormitus- ja virtaustietojen luontainen, osittain satunnainen vaihtelu sekä sisäisen kuormituksen arvioinnin epävarmuus. Kun virherajat tiedostetaan, ne voidaan ottaa huomioon päätöksenteossa. Epävarmuutta voi vähentää jatkossa tehokkaalla näytteenotolla ja kuormitusseurannalla.

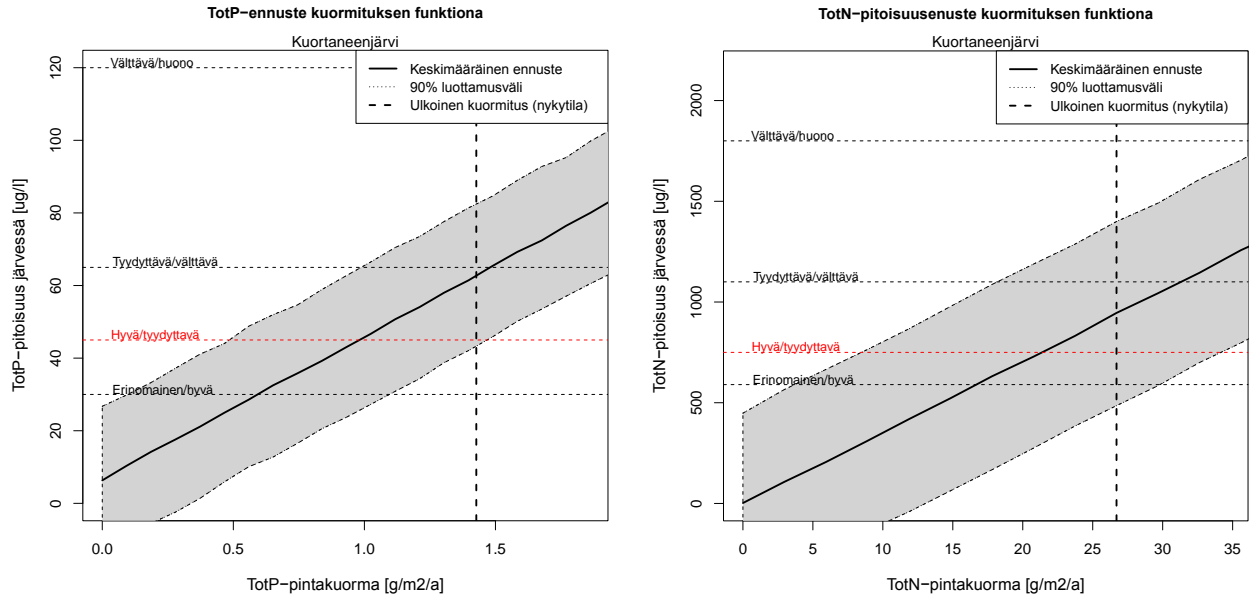


Kuva 3.16. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitetty pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.

Taulukko 3.10. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin todennäköisyydet kuuluu eri luokkiin Kuortaneenjärvellä nykykuormituksella.

	<b>P tot</b>	<b>N tot</b>	<b>Chla</b>
Huono	0	0	0
Välttävä	52	19	0
Tyydyttävä	44	46	100
Hyvä	4	18	0
Erinomainen	0	17	0

LLR-työkalu tuottaa vastaavan tulokuvan myös typpipitoisuuden ja -kuormituksen välille. Typen osalta tavoitepitoisuus on 750  $\mu\text{g/l}$  ja mallin mukaan vähintään 14 % vähennys typpikuormituksessa johtaisi hyvään tilaan.

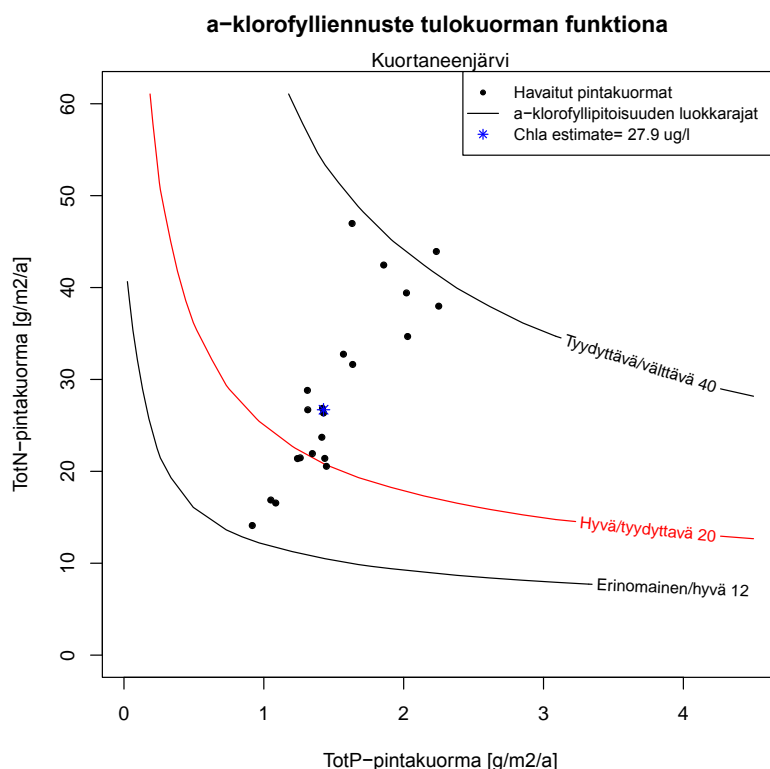


Kuva 3.17. Kuortaneenjärven kokonaisfosforipitoisuuden (kuva vasemmalla) ja kokonaistypipitoisuuden (oikealla) keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona.

Taulukko 3.II. Kuortaneenjärven nykykuormitus, kriittinen kuormitus ja kuormitusvähennys.

			P	N
<b>Nykytila</b>	Ulkoisen kuormitus	kg d <sup>-1</sup>	58	1089
		g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	1,43	26,7
	Pitoisuusennuste	µg l <sup>-1</sup>	66	861
	Sedimentaationopeus (laskettu)	m d <sup>-1</sup>	0,006	0,032
<b>Tavoitetila</b>	Ulkoisen kuormitus	kg d <sup>-1</sup>	40	952
		g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	0,99	23,34
	Pitoisuus (H/T-rajaa)	µg l <sup>-1</sup>	45	750
<b>Vähennystarve</b>	Ulkoisen kuormitus	kg d <sup>-1</sup>	18	137
		g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	0,44	3,36
		%	31	13
	Pitoisuus	µg l <sup>-1</sup>	21	810

Klorofyllimalliin perustuvan ennusteen mukaan Kuortaneenjärvi on keskimäärin tyydyttävässä tilassa (keskimääräinen ennuste 25 µg/l). *a*-klorofyllipitoisuuteen vaikuttavia kuormitusvähennyksiä voidaan tarkastella sekä typen että fosforin osalta (kuvassa punainen tasa-arvokäyrä). Järvi on fosforirajoitteinen ja klorofyllitavoitteen (20 µg/l) päästään tehokkaimmin vähentämällä fosforikuormitusta.



Kuva 3.18. LLR:n tuloskuva a-klorofylliennusteelle Kuortaneenjärvellä.

### 3.2.3

## VEMALA Lapuanjoella

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Lapuanjoen vuosina 2001–2010 kuljettaman fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 85,9 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 75,0 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.12). Tästä 68 % arvioitiin tulleen pelloilta, 16 % muulta maa-alueelta, 10 % haja-asutuksesta, 5 % pistekuormituslähteistä ja 1 % laskeumasta. V1-versiossa käytettiin maatalouden fosforikuormitukselle korjauskerrointa 0,7 ja muun maa-alueen kuormitukselle kerrointa 0,8. V2-versiossa maatalouden kuormitusta korjattiin kertoimella 1,2 ja muun maa-alueen kuormitusta kertoimella 0,8. Lapuanjoen vuosina 2001–2010 kuljettaneen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 2470 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 2028 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.13). Tästä 51 % arvioitiin tulleen pelloilta, 34 % muulta maa-alueelta, 3 % haja-asutuksesta, 9 % pistekuormituslähteistä ja 3 % laskeumana.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuvan kasvun skenaariossa fosforikuormaa kasvattaa mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Lapuanjoen maataloilla fosforitase on nykyisin positiivinen. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja kasvit käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei merkittävästi nosta peltojen fosforitasetta. Fosforitaseen pysyminen positiivisena vuosikymmenien ajan kuitenkin kasvattaa peltojen fosforivarastoja, jolloin myös fosforin huuhtoutuminen lisääntyy. Myös pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia. Maaperän fosforivarastot pienenevät, ja fosforin huuhtoutuminen vähenee. Myös peltoalan pieneneminen vähentää fosforikuormituksen määrää. Lannoituksen vähentäminen pienentää myös pelloilta tulevaa typpikuormitusta ja kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia lannoituksen vähentyessä. Peltoalan kasvaminen kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Myös kevennettyjen muokkausmenetelmien käyttö Lapuanjoen tasaisilla pelloilla sekä vanhojen turvetuotantoalueiden käyttöönotto pelloiksi lisäävät hieman fosforikuormitusta. Samoin typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisää kuormitusta romahdusskenaarioon verrattuna.

Taulukko 3.12. Lapuanjoen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. P-kuorma</b>	<b>Kok. P-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. P-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. P-kuorma piste-kuormituslähteistä</b>
Nykyinen	75000 kg/v	51300 kg/v	11900 kg/v	7500 kg/v	3400 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	68 %	16 %	10 %	5 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	9	21	3	–51	–12
Romahdus	–23	–27	6	–51	–11
Vihreä aalto	–21	–23	6	–50	–11

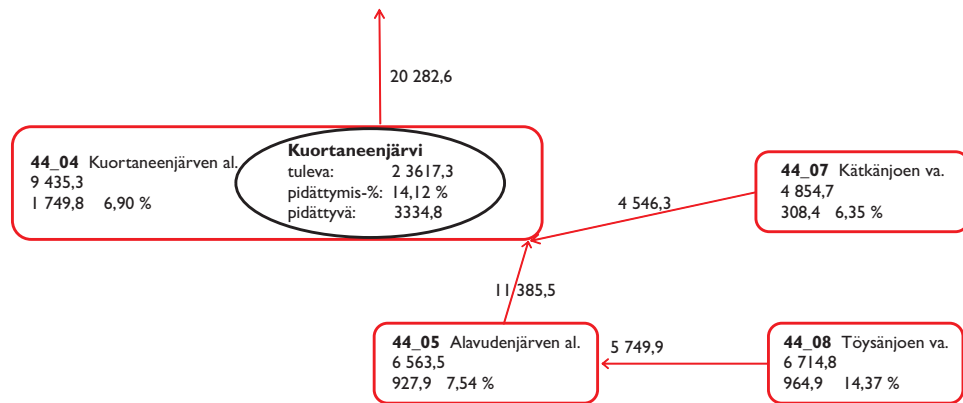
Taulukko 3.13. Lapuanjoen kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. N-kuorma</b>	<b>Kok. N-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. N-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. N-kuorma piste-kuormituslähteistä</b>
Nykyinen	2028 t/v	1043 t/v	695 t/v	61 t/v	174 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	51 %	34 %	3 %	9 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	25	53	1.2	–38	–22
Romahdus	–17	–29	1.2	–39	–22
Vihreä aalto	–17	–28	1.2	–38	–22

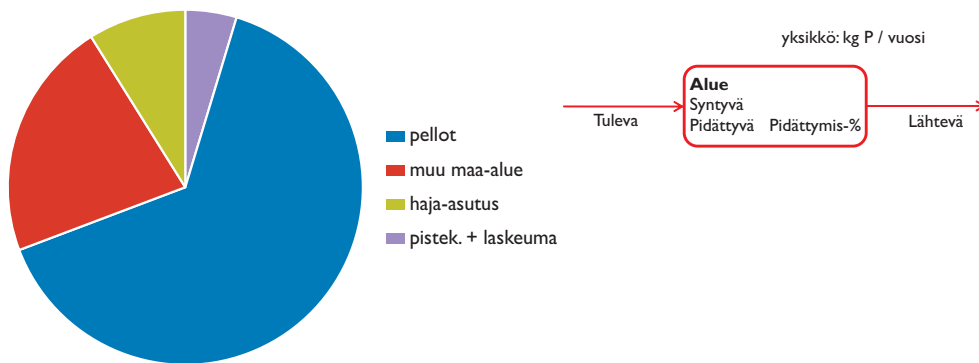
## VEMALAN ravinnetasekaaviot Lapuanjoella

Antti Taskinen (SYKE)

Lapuanjoen vesistöalueeseen kuuluvan Kuortaneenjärven valuma-alue koostuu yhteensä vain 26:sta kolmannen jakovaiheen alueesta, minkä vuoksi se pystyttiin kuvaamaan kokonaisuudessaan niiden tasolla. Toisen jakovaiheen alueita on neljä (ks. kuva 3.19), joista syntyy eniten fosforikuormitusta (noin 9 400 kg/vuosi) järveä ympäröivällä alueella 44.04. Kaiken kaikkiaan valuma-alueella syntyy fosforikuormaa keskimäärin 27 600 kg vuodessa, josta Kuortaneenjärveen päätyy 23 600 kg eli 86 %. Suurin fosforikuormittaja on pellot, joiden osuus kokonaiskuormituksesta on 65 %. Toiseksi suurin on metsätalous 22 %:n osuudellaan.



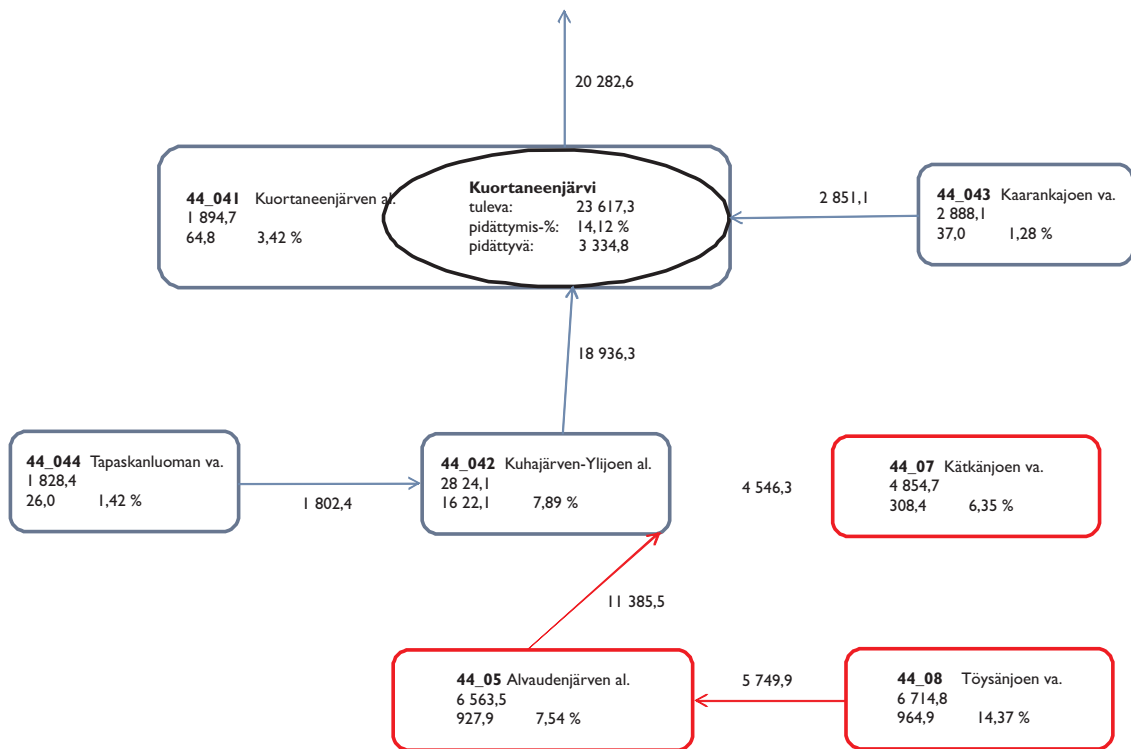
Kuortaneenjärven valuma-alueen fosforikuormituksen lähteet



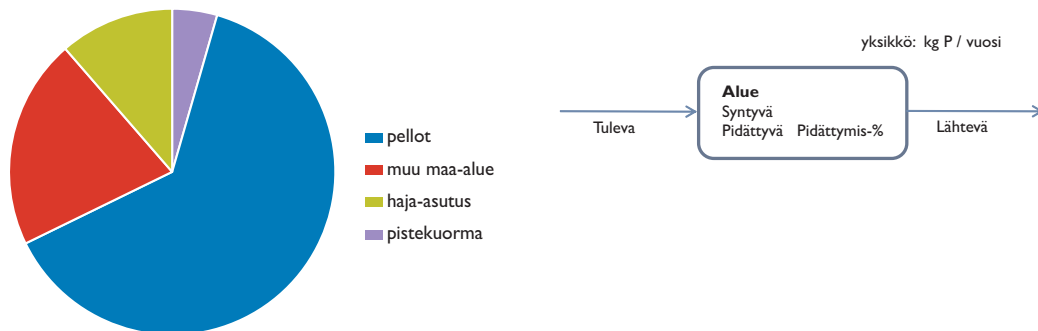
Kuva 3.19. Kuortaneenjärven koko valuma-alueen fosforitasekaavio.

Kuvassa 3.20 näytetään tarkemmin Kuortaneenjärveä ympäröivän toisen jakovaiheen 44.04 kaavio. Myös siellä suurin fosforikuormituslähde on pellot 6 000 kg:n keskimääräisellä vuosikuormalla, jonka osuus on 63 % kokonaiskuormasta. Järvi pidättää fosforikuormituksesta lyhyen viipymänsä (alle vuosi) takia vain 14 %.

Alueiden 44.042 ja 44.043 suhteellisesti suuret peltojen fosforikuormat (1 840 ja 2 030 kg/vuosi) päätyvät suoraan Kuortaneenjärveen. Kaavion perusteella näihin kohdistuvat toimet olisivat tehokkaimpia kuormituksen pienentäjiä. Jos kumpaa-kin pystyttäisiin vähentämään kolmanneksella, pienenesi Kuortaneenjärveen tuleva kuorma 22 400 kg:een, sinne pidättyvä kuorma 3 160 kg:een ja uloslähtevä kuorma 19 200 kg:een vuodessa. Kaikki nämä olisivat 5 %:n pienennyksiä alkuperäisestä kuormituksesta.



Valuma-alueella 44.04 syntyvän fosforikuormituksen lähteet



Kuva 3.20. Kuortaneenjärven lähivaluma-alueen fosforitasekaavio.

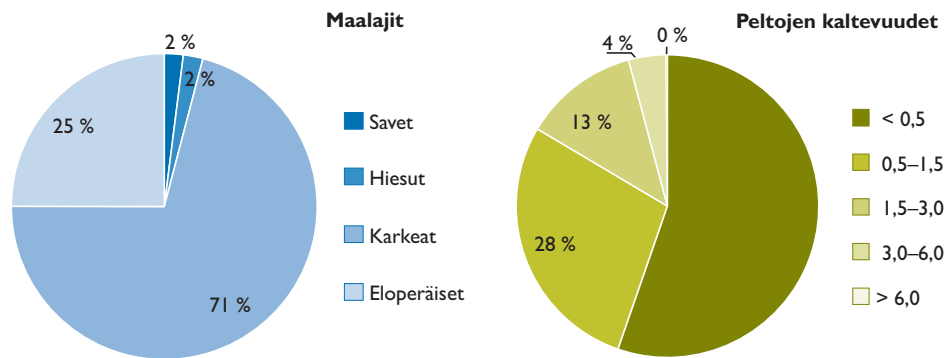
### 3.2.5

## VIHMA Lapuanjoella

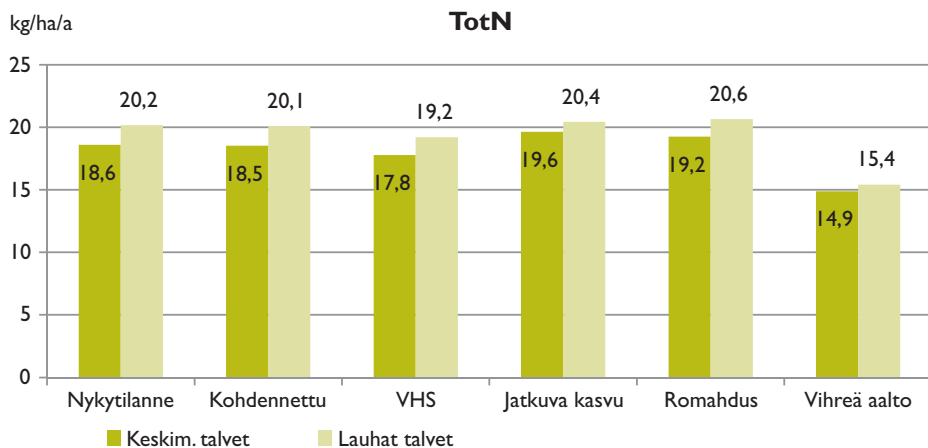
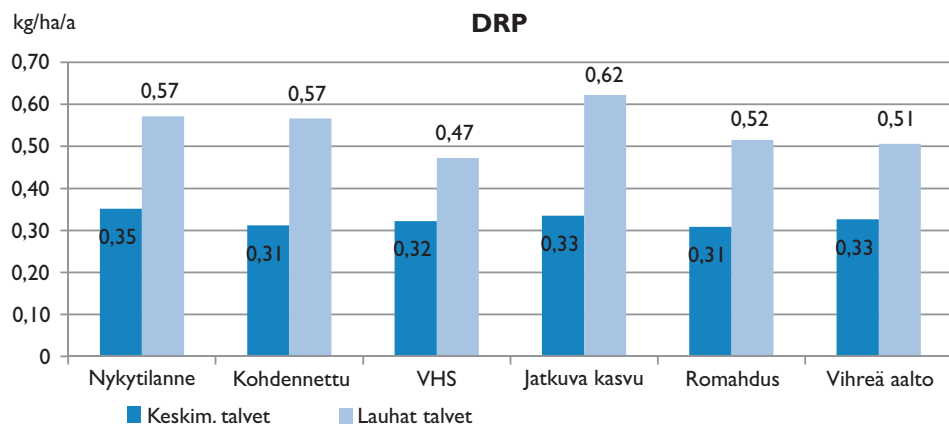
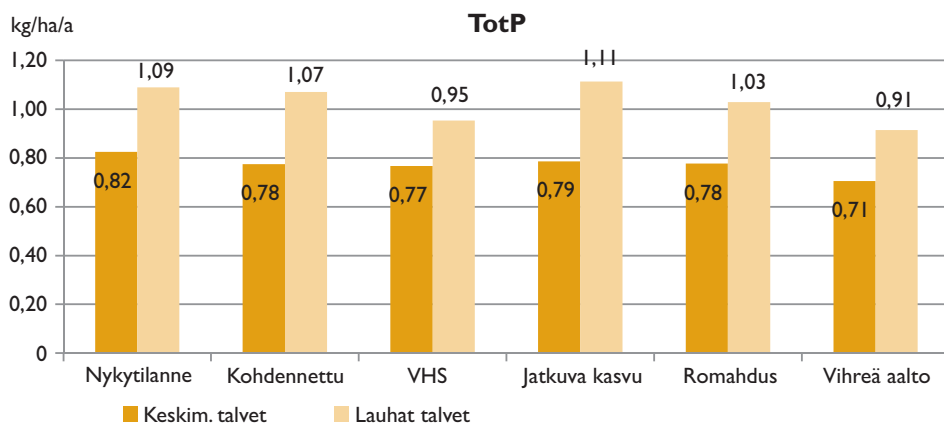
Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Lapuanjoen peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALAsta. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.21. P-luvultaan 73 % pelloista on 8–14 mg/l luokassa ja loput 27 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot nykytilanteen mukaisista muokausmenetelmistä saatiin kunnittaisena alueen toimijoilta, joten se yleistettiin valuma-alueittaisiksi arvioiksi. Arvion mukaan puolet peltoalasta on syyskynnettyä alaa, nurmia on hieinan yli neljännes ja loput on talviaikaisesti kasvipeitteistä tai muokattu kevennetyillä muokausmenetelmillä. Suojavyöhykkeitä on noin viidellä prosentilla pelloista.

Lähtötietojen perusteella VIHMAlla laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa.



Kuva 3.21. Lapuanjoen peltojen maalajit ja kaltevuudet.



Kuva 3.22. Lapuanjoen kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.



Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.22 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhille talvityypeille.

Nykytilanteessa niin kevennettyjen muokkausmenetelmien kuin kyntöjenkin on oletettu jakautuvan tasaisesti kaikille kaltevuuksille samassa suhteessa peltoalojen määrän kanssa. Kun "Kohdennetussa" skenaariossa kyntöä on suosittu tasaisemmillä pelloilla ja kevennettyjä muokkausmenetelmiä kaltevammilla, sekä DRP että TotP kuormitukset ovat hieman tippuneet. Lapuanjoella tästä aiheutuva muutos on kuitenkin monia muita alueita vähäisempi, sillä alueella ei juuri ole erittäin kaltevia pelloja, joilla muutos muokkausmenetelmässä vaikuttaisi eroosioon ja partikkelifosforiin huomattavasti. Kokonaistyyppi, joka ei muutenkaan ole herkkä kaltevuudelle, on laskenut vain hieman. Sama tasaisten peltojen vaikutus näkyy myös VHS-skenaariossa, jossa fosforien kuormitukset ovat hieman Nykytilannetta alhaisemmat. VHS-tilanteessa oletettu kyntöalan väheneminen ja korvautuminen talviaikaisella sängellä ja suorakylvöllä selittävät suurinta osaa kokonaistypen selkeästä laskusta. Suojavyöhykkeellisen peltoalan sekä kosteikkojen määrän kasvut vaikuttavat myös jonkin verran kuormituksia vähentävästi.

Kokonaisfosfori ja DRP jäävät Jatkuvassa kasvussa hieman Nykytilannetta alhaisemmaksi. Kokonaistypen kuormitus on sen sijaan Jatkuvassa kasvussa korkeampi kuin missään muussa skenaariossa. Romahduksessa sekä kokonais- että liukoinen fosfori jää Nykytilannetta alhaisemmaksi kokonaistypen jäädessä vain hieman Jatkuvaa kasvua alhaisemmaksi. Vihreä aalto on kokonaisravinteiden kuormituksen osalta nimensä mukaisesti ominaiskuormituksiltaan pienin. Vaikka peltoala onkin siinä suurempi kuin muissa skenaarioissa, kuormitusta alentaa erityisesti merkittävästi lisääntynyt suojavyöhykkeiden perustaminen kaltevimmille pelloille sekä erittäin suuri kosteikkojen määrä. Lisäksi lisääntynyt peltoala on oletettu energiakasveille, joiden kuormitus on VIHMAssa sama kuin nurmilla, jonka ominaiskuormitukset ovat kaikkien paitsi DRP:n osalta muita muokkausmenetelmiä alhaisemmat. Liukoisen fosforin osalta tämä skenaario onkin vain hieman vähemmän kuormittava kuin Nykytilanne.

### 3.2.6

## **KUTOVA Lapuanjoella**

*Turo Hjerpppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

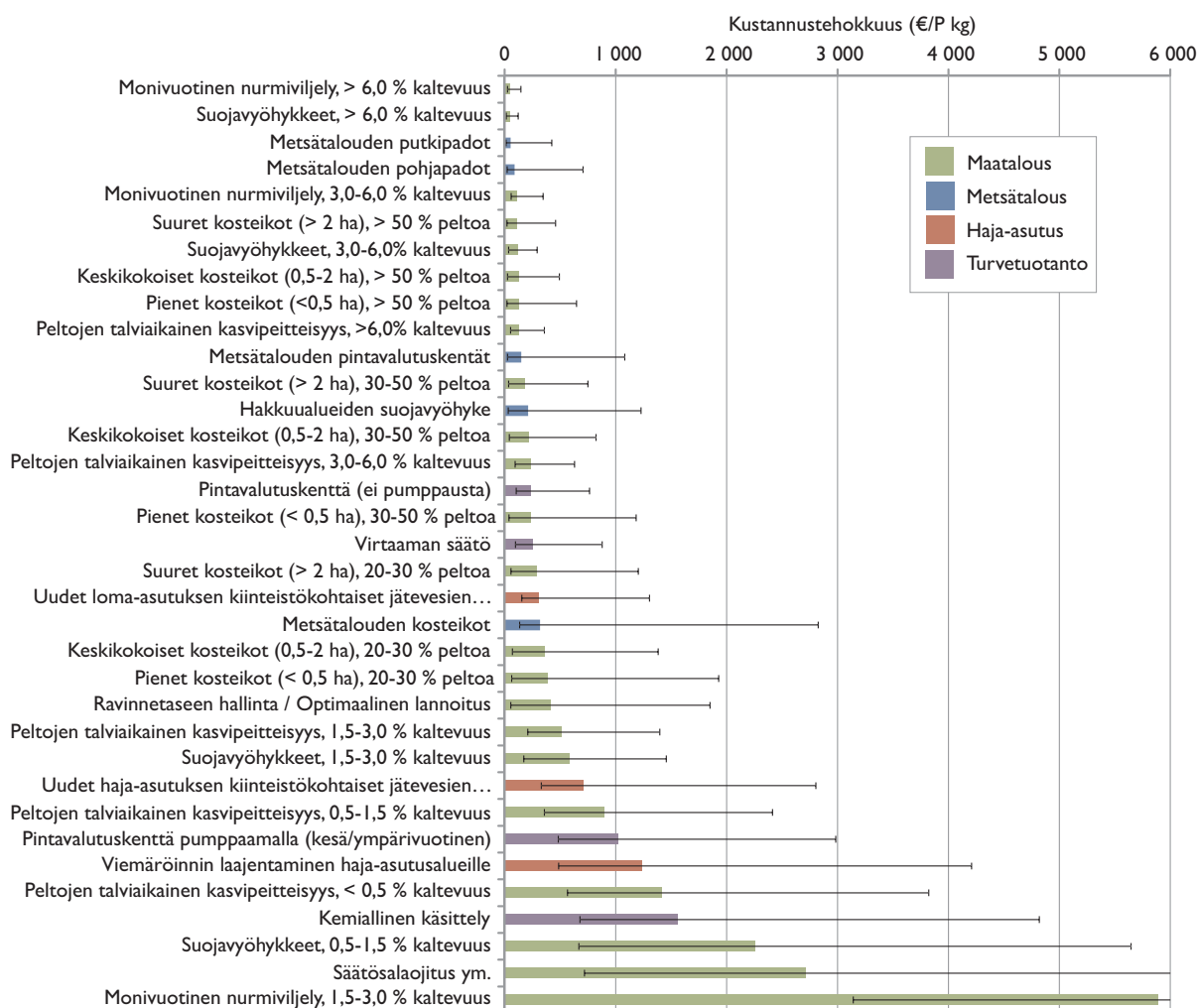
KUTOVA-työkälyä sovellettiin koko Lapuanjoen vesistöalueelle. Lisäksi tehtiin osaluuetarkastelua, jossa vesistöalue jaettiin neljään osaan, jotka ovat Lapuanjoen ala- ja keskiosa, Kauhavanjoki, Nurmonjoki sekä Kuortaneenjärvi. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Lapuanjoen vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2009). alueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät KUTOVA-tulokset ja tarkempi raportti alueen tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

### **Yksittäiset toimenpiteet**

Kustannustehokkaimpia (50–230 €/fosfori kg) toimenpiteitä Lapuanjoen vesistöalueella ovat monivuotinen nurmiviljely, suojavyöhykkeet ja peltojen talviaikainen kasvi- peitteisyys kaltevimmilla pelloilla (kaltevuus >6 % tai 3–6 %). Myös toimenpiteet metsätalouden eroosiohaittojen torjumiseksi ovat kustannustehokkaita (55–320 €/fosfori kg) ja näistä edullisin on putkipadot. Turvetuotannon toimenpiteistä kustannustehokkaimpia ovat pintavalutuskentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätö- padot (240–260 €/fosfori kg) ja maatalouden toimenpiteistä myös kosteikot (110–385 €/

fosfori kg). Kosteikoista kustannustehokkaimpia ovat suuret kosteikot (>2 ha), joiden valuma-alueella on paljon peltoa (>50 %). Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäroinnin laajentaminen haja-asutusalueille ovat sen sijaan toimenpiteistä kalleimpien joukossa (300–1 200 €/fosfori kg) (kuva 3.23).

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on ravinnetaseen hallinnalla (11 500 kg/v, 10 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta) ja seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat vakituisen haja-asutuksen jätevesien käsittelyratkaisut (7 000–7 800 kg/v, 6–7 %). Muita maatalouden tehokkaita toimenpiteitä ovat säätösalaajitus sekä suuret (>2 ha) ja keskikokoiset (0,5–2 ha) kosteikot. Metsätalouden ja turvetuotannon toimenpiteillä ei voida saavuttaa merkittäviä kuormitusvähennyksiä, mikä johtuu siitä, että näiden sektoreiden osuus valuma-alueen kokonaiskuormituksesta on niin pieni.



Kuva 3.23. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Lapuanjoen vesistöalueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Lapuanjoen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015 -julkaisussa (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2009) on esitetty tarvittavia toimenpidemääriä Lapuanjoen vesistöalueelle pyrittäessä hyvään tilaan. Toimenpideohjelmassa esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAN avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat

noin 13 miljoonaa euroa. KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 12 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.14).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 13 miljoonaa euroa tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana viemäriverkon laajentamista haja-asutusalueille eikä säätösalaajitusta. Lisäksi kiinteistökohtaisia jätevesien käsittelyjärjestelmiä on 2000 kpl ja peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä 6 600 ha vähemmän kuin toimenpideohjelmissa on esitetty. Talviaikainen kasvipeitteisyys on lisäksi kohdennettu vain kaltevimmille pelloille. Sen sijaan suojavyöhykkeitä, kosteikkoja, ravinnetaseen hallintaa ja turvetuotannon toimenpiteitä on kustannustehokkaimmassa vaihtoehdossa toimenpideohjelmaa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 29 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.14).

Taulukko 3.14. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 13 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	270 ha	771 ha
Kosteikot	40 kpl	1 264 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	16 000 ha	9 400 ha
Ravinnetaseen hallinta	5 000 ha	92 000 ha
Säätösalaajitus	15 000 ha	
Hakkuualueiden suojavyöhyke	120 ha	142 ha
Metsätalouden putkipadot	360 kpl	177 kpl
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	2 000 kiinteistöä	
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	9 500 kiinteistöä	7 000 kiinteistöä
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	800 kiinteistöä	800 kiinteistöä
Pintavalutuskentät pumpaamalla	2 800 tuotantoha	3 600 tuotantoha
Virtaaman säätö	1 200 tuotantoha	4 800 tuotantoha
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>12 %</b>	<b>29 %</b>

### 3.2.7

## VIRVA Lapuanjoella

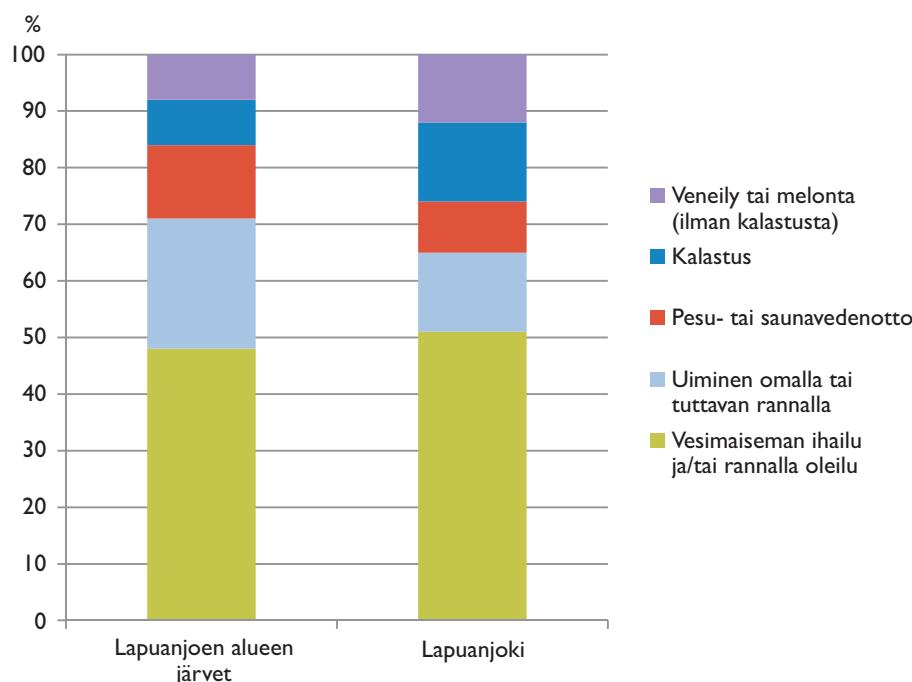
*Elina Seppälä, Turo Hjerpppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

Lapuanjoen vesistöalueella VIRVA-mallia sovellettiin Kuortaneenjärvelle ja Kauhajärvelle, sekä Lapuanjoen ala- ja keskiosalle. Syksyllä 2012 toteutettiin osana mallinnusta Internet-kysely, jossa tiedusteltiin Lapuanjoen alueen asukkailta, mökkiläisiltä ja muilta virkistyskäyttäjiltä, minkälaisia näkemyksiä heillä on vesistön tilasta. Vastauksia saatiin yhteensä 147 kappaletta. Vastaajien kokemuksia vedenlaadusta vesistön eri osissa verrattiin havaittuihin pitkän ajan klorofylli- ja kokonaisfosforipitoisuuksiin ja analyysin perusteella vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi valittiin pilottialueen kaikille tarkastelualueille kokonaisfosforipitoisuus.

Mallia varten muodostettiin arvofunktiot erikseen järville ja jokiosuuksille teemmällä kyselytutkimusaineiston perusteella ristiintaulukointi, jossa huomioitiin vedenlaatuun vaikuttavat häiritteijät (virkistyslaatu) sekä vedenlaadun muutoksen aiheuttama virkistysmäärän muutos. Tarkasteltavien vesistöjen käyttökelpoisuutta nykytilassa kuvaavat käyttökelpoisuuskertoimet sekä nykytilaa kuvaavat kokonaisfosforipitoisuudet on esitetty taulukossa 3.15. Pitoisuudet on määritetty HERTTA-

Taulukko 3.15. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet. Ekologiseen tilaan vaikuttaa kokonaisfosforipitoisuuden lisäksi myös moni muu tekijä ja siksi sitä ei pysty suoraan fosforipitoisuuden perusteella päättämään.

Osa-alue	Kok P	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja/tai rannalla oleilu
Lapuanjoen keskiosa	85 µg/l	Tyydyttävä	0,70	0,75	0,76	0,70	0,76
Lapuanjoen alaosa	82 µg/l	Huono	0,82	0,87	0,87	0,80	0,88
Kuortaneenjärvi	61 µg/l	Tyydyttävä	0,80	0,81	0,82	0,74	0,83
Kauhajärvi	59 µg/l	Tyydyttävä	0,81	0,82	0,84	0,76	0,84



Kuva 3.24. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Lapuanjoen järvillä ja jokiosuuksilla.

tietokannasta vuosien 2000–2012 kesäajan pintaveden kokonaisfosforipitoisuuksien mukaisesti.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostettiin käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Lapuanjoen järvillä sekä jokiosuuksilla vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu olivat tärkeimmät käyttömuodot, sillä noin puolet kokonaisvirkistyspäivistä alueella muodostuu näistä. Järvillä uinti ja pesu- ja saunavedenotto osoittautuivat tärkeämmiksi kuin jokiosuuksilla. Lapuanjoella kalastus muodostaa suuremman osuuden kokonaisvirkistyspäivistä kuin järvillä (kuva 3.24).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostettujen summa-arvofunktioiden avulla tehdyn VIRVA-mallinnuksen perusteella Kuortaneenjärvellä vesistöstä johtuva virkistysarvo nykytilassa on lähes 1,7 milj. euroa vuodessa, johtuen pitkälti järven rannalla sijaitsevien rantakiinteistöjen suuresta määrästä. Mikäli järvi olisi hyvässä ekologisessa tilassa, kasvaisi vesistöstä johtuva virkistysarvo VIRVA-mallilla laskettuna noin 0,2 milj. euroa vuodessa. Kauhajärven kaikkien rantaan rajoittuvien kiinteistöjen rahamääräinen vesistöstä johtuva virkis-

tysarvo nykytilassa on noin 0,23 milj. euroa vuodessa. Mikäli järven kokonaisfosforipitoisuus laskisi hyvää ekologista tilaa osoittavalle tasolle, kasvaisi kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo yhteensä noin 26 000 euroa vuodessa. Lisäksi taulukossa 3.16 on esitetty, kuinka muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäytön vesistöä johtuva rahamääräinen arvo muuttuisi käyttömuodoittain siirryttäessä parempaan tilaan. Rahamääräinen osuus on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin rantakiinteistöjen käyttäjillä.

Tulosten mukaan Lapuanjoen alaosan kaikkien rantaan rajoittuvien kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo nykytilassa on lähes 1,9 milj. euroa vuodessa. Mikäli joen kokonaisfosforipitoisuus laskisi hyvää ekologista tilaa osoittavalle tasolle, kasvaisi kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo noin 0,4 milj. euroa vuodessa. Lapuanjoen keskiosalla on hieman vähemmän kiinteistöjä ja sen vesistöä johtuva virkistysarvo nykytilassa on noin 1,8 milj. euroa vuodessa. Mikäli joki olisi hyvässä ekologisessa tilassa, olisi virkistysarvo VIRVA-mallilla laskettuna myös tässä noin 0,4 milj. euroa/vuosi suurempi.

Lapuanjoen vesistöalueen VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan sekä Monte Carlo -simuloinnilla muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

Taulukko 3.16. Rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila (jokiosuuksilla kok P=40 µg/l ja järvillä kok P=45 µg/l) tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (kaikilla sisävesillä kok P=12 µg/l).

Osa-alue		Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Lapuanjoen keskiosa	Kiinteistöt	1 870 000 €	422 000 €/v	571 000 €/v
	Muut	20 000 €	12 000 €/v	17 000 €/v
	Yhteensä	1 900 000 €	434 000 €/v	600 000 €/v
Lapuanjoen alaosa	Kiinteistöt	1 730 000 €	414 000 €/v	615 000 €/v
	Muut	54 000 €	3 700 €/v	6 700 €/v
	Yhteensä	1 800 000 €	420 000 €/v	620 000 €/v
Kuortaneenjärvi	Kiinteistöt	1 660 000 €	193 000 €/v	385 000 €/v
	Muut	230 000 €	26 000 €/v	56 000 €/v
	Yhteensä	1 900 000 €	220 000 €/v	441 000 €/v
Kauhajärvi	Kiinteistöt	233 000 €	26 000 €/v	51 000 €/v
	Muut	39 000 €	4 000 €/v	9 000 €/v
	Yhteensä	272 000 €	30 000 €/v	60 000 €/v

3.2.8

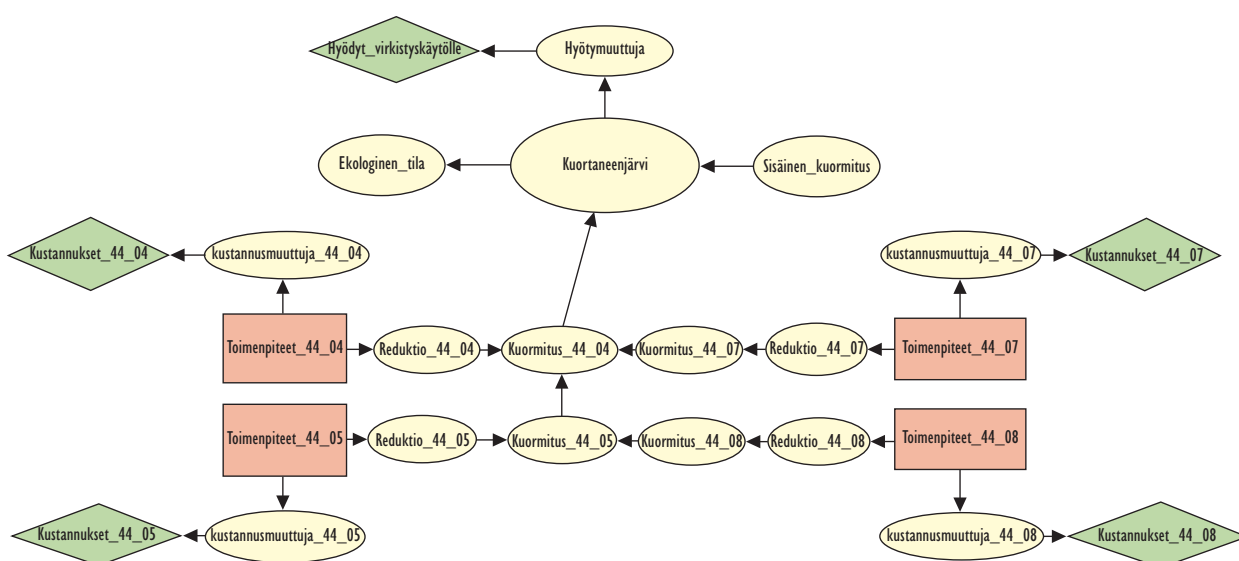
### Mallitarkastelujen yhdistäminen Kuortaneenjärvellä

Lapuanjoen vesistöalueella sijaitsevalle Kuortaneenjärvelle ja sen valuma-alueelle tehtiin hankkeessa pilottitarkastelu, jossa hankkeen eri malleista ja menetelmistä viisi yhdistettiin kokonaisvaltaiseksi tarkasteluksi järveen tulevan kuormituksen ja kustannustehokkaiden vesiensuojelu toimenpiteiden taloudellisten ja fysikaalisten vaikutusten arvioimiseksi. Tarkastelussa yhdistettiin vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio VEMALAn kuormitusarviot, VEMALasta johdettu fosforitasekaavio, kustannustehokkaiden toimenpiteiden valintatyökalu KUTOVA, järvien kuormitusvastemalli LLR sekä vedenlaadun paranemisesta virkistyskäytölle syntyvän hyödyn arviointiin tarkoitettu VIRVA-malli. Mallit yhdistettiin käyttäen bayesilaista verkko-todennäköisyysmallia.

Bayesverkossa päätösmuuttujiksi asetettiin Kuortaneenjärven osavaluma-alueilla (44.04, 44.05, 44.07 ja 44.08) tehtävät toimenpiteet. Kussakin päätösmuuttujassa on kolme päätösvaihtoehtoa: ei toimenpiteitä, vähän toimenpiteitä tai paljon toimenpiteitä. Vähän toimenpiteitä vaihtoehtoon valittiin kullekin osavaluma-alueelle KUTOVA-työkalulla kustannustehokkaita toimenpiteitä noin 300 000 euron vuotuisilla kustannuksilla ja paljon toimenpiteitä vaihtoehtoon valittiin toimenpiteitä kullekin alueelle noin 1,2 miljoonan euron vuotuisilla kustannuksilla. Kullekin päätösvaihtoehdolle määritettiin KUTOVAN Monte Carlo -simulointia hyödyntäen kustannusten ja kuormitusvähennysvaikutuksen eli reduktion todennäköisyys jakaumat, jotka tuotiin bayesverkkoon. Valittujen toimenpideyhdistelmien vaikutus valuma-alueen VEMALA-mallilla arvioituun kuormitukseen otettiin huomioon. Verkon rakenteessa on huomioitu VEMALASTA johdetun fosforitasekaavion mukainen fosforin luonnollinen pidätyminen valuma-alueella.

LLR-mallin simulointien avulla voidaan määrittää todennäköisyysjakaumat Kuortaneenjärven kokonaisfosforipitoisuuksille eri sisäisen ja ulkoisen kuormituksen arvoilla. Järven fosforipitoisuuden perusteella voidaan arvioida missä ekologisessa luokassa järvi on ja mikä on järven virkistyskäyttöarvo ranta-asukkaille ja muille käyttäjille. Virkistyskäyttöarvon muutosta vedenlaadun muuttessa simuloitiin VIRVA-mallilla. Sisäisen kuormituksen taso on mahdollista bayesverkossa asettaa nykytasolle tai nykytasoa korkeammaksi tai matalammaksi. Näin voidaan arvioida sisäisen kuormituksen merkitystä järven tilaan. LLR-mallilla arvioitiin sisäisen kuormituksen olevan nykytilassa noin 2/3 ulkoisen kuormituksen määrästä.

Bayesverkkotarkastelun perusteella voidaan todeta, että vaikka ulkoista kuormitusta vähennettäisiin kaikilla osavaluma-alueille valitsemalla paljon toimenpiteitä, saavutettaisiin vesistössä hyvä ekologinen tila ainoastaan 35 prosentin todennäköisyydellä. Valuma-alueen vesienhoidon kustannukset olisivat noin 5 miljoonaa euroa vuodessa ja hyödyt virkistyskäytölle olisivat ainoastaan 150 000 euroa vuodessa. Mikäli järven sisäisen kuormituksen tasoa laskettaisiin esimerkiksi ravintoketjukurinon tai vesikasvillisuuden poistojen avulla voitaisiin vesistön hyvä ekologinen tila saavuttaa vähemmillä valuma-alueen toimenpiteillä. Tällöin valuma-alueen vesienhoidon kustannukset olisivat noin miljoona euroa vuosittain ja saavutettavat hyödyt 220 000 euroa vuodessa. Järven kunnostustoimista aiheutuu tietysti myös



Kuva 3.25. Kuortaneenjärven Bayesverkko.

kustannuksia. Poistokalastuksen kustannustehokkuus on noin 60 €/P kg (Marttunen ym. 2012), jolloin esimerkiksi poistamalla vuosittain esimerkiksi 5 000 kiloa fosforia poistokalastuksen kustannukset olisivat 300 000 €/v.

Kustannuksia ja hyötyjä vertailtaessa on syytä muistaa, etteivät KUTOVALLA arvioit-  
dut kustannukset ja VIRVALLA arvioitut hyödyt ole yhteismitallisia. Kustannukset  
ovat valuma-alueen vesienhoidon kokonaiskustannuksia, jotka kohdistuvat julkisiin  
varoihin sekä valuma-alueen asukkaille ja toiminnanharjoittajille. VIRVA-mallilla  
arvioitut rahamääräiset arviot vesistön virkistyskäyttöarvosta kuvastavat puolestaan  
vain yhtä taloudellisen kokonaisarvon osa-alueita, todellista käyttöä. Se ei huomioi  
esimerkiksi tulevaisuuden sukupolvien mahdollisuutta hyötyä puhtaammista vesis-  
töistä tai yleisesti ihmisten arvostusta siitä, että vesiympäristö on olemassa. Hyötyjä  
tarkastelussa ovat ainoastaan Kuortaneenjärven käyttäjät. Todelliisuudessa vesistön  
tila todennäköisesti paranisi myös Kuortaneenjärven ylä- ja alapuolisissa vesistöissä,  
jolloin hyötyjen joukko ja siten virkistyskäyttöhyödyt olisivat suuremmat.

Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että Kuortaneenjärvellä hyvä ekologinen  
tila saavutettaisiin kustannustehokkaimmin panostamalla sekä sisäisen että ulkoisen  
kuormituksen vähentämiseen.

### 3.3

## Pien-Saimaa

*Raija Aura (Lappeenrannan seudun ympäristötoimi)*

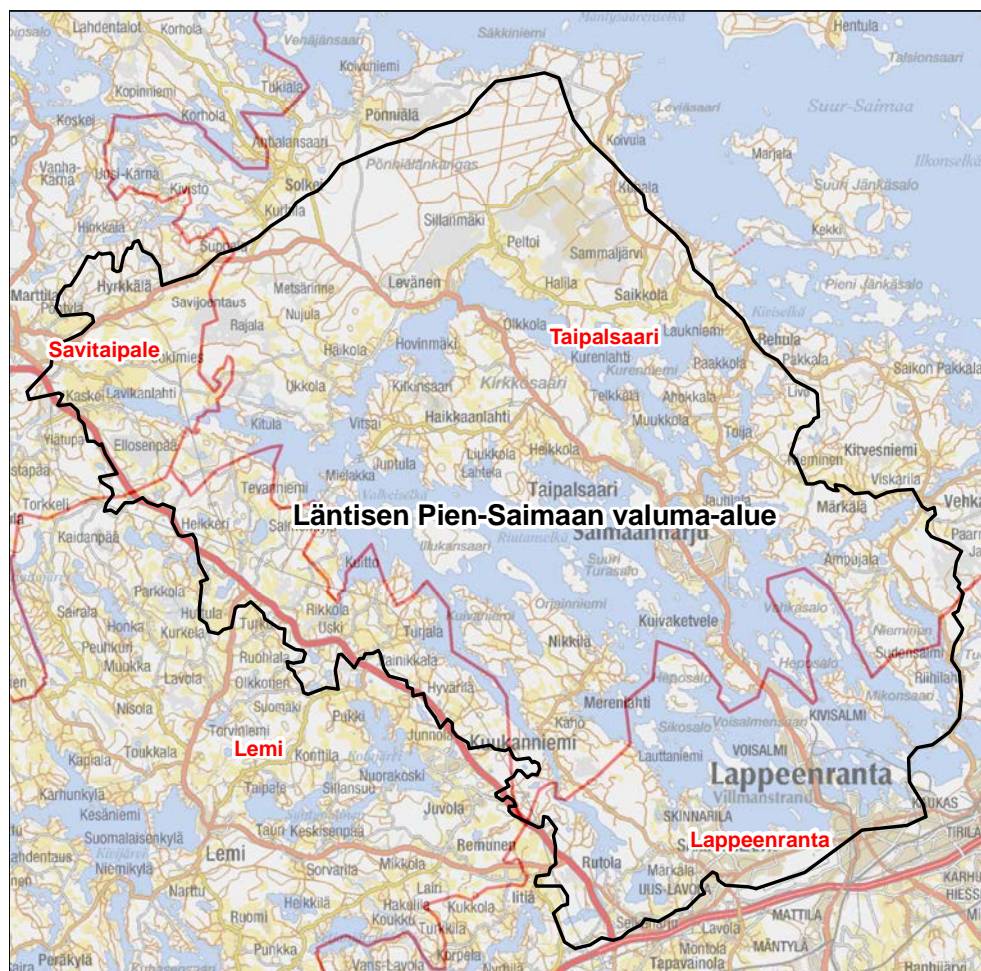
Läntinen Pien-Saimaa on matala, rikkonainen ja hidaskvirtainen eteläisen Saimaan  
eriytynyt vesialue Lappeenrannan kaupungin ja Taipalsaaren, Savitaipaleen ja Le-  
min kuntien alueella. Läntisen Pien-Saimaan valuma-alue on 260 km<sup>2</sup> ja vesialueen  
pinta-ala 120 km<sup>2</sup>. Vesistön keskisyyvyys on 4,7 m ja veden teorettinen viipymä noin  
4,5 vuotta.

Luonnontilaisena Pien-Saimaa on ollut karu ja kirkasvetinen vesistö, mutta sen tila  
on heikentynyt selvästi viimeisen 20 vuoden aikana. Muutokset näkyvät erityisesti  
veden samentumisena ja näkösyvyyden alenemisena, sekä verkkojen limottumisena,  
alusveden happiongelmina ja toistuvina sinileväkukintoina. Vuoden 2008 syksyllä  
alkanut voimakas kukinta jatkui jopa jään alla loppukevääseen 2009. Tällä hetkellä  
Läntinen Pien-Saimaa on tyydyttävässä ekologisessa tilassa.

Pien-Saimaan asukkaiden ja viranomaisten huoli vesistön tilan heikentymisestä  
on kasvanut vuosi vuodelta, sillä Läntinen Pien-Saimaa on merkittävä vesistö alueen  
tiheän haja- ja loma-asutuksen vedenhankinnalle ja virkistyskäytölle.

Läntinen Pien-Saimaa on selkeästi hajakuormitteinen vesistö, eikä huonontuneeseen  
tilaan ole yhtä yksittäistä aiheuttajaa. Vesistöä kuormittaa maa- ja metsätalous,  
turvetuotanto, haja-asutus ja taajaman hulevedet, laskeuma sekä ajoittain myös si-  
säinen kuormitus. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi on käynnistänyt Pien-  
Saimaan kunnostamisen sekä toteuttaa toimenpiteitä ja useita hankkeita veden laa-  
dun parantamiseksi. Keinoja ovat ulkoisen kuormituksen vähentäminen, hulevesien  
hallinta, hulevesiverkoston saneeraus, veden vaihtuvuuden lisääminen ja lisäveden  
johtaminen, hoitokalastus sekä vesiensuojelurakenteiden, kuten esimerkiksi kosteik-  
kojen, suojavyöhykkeiden, laskeutusaltaiden sekä säätösalojen perustaminen sekä  
tutkimus ja seuranta.

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi ja Kaakkois-Suomen ELY-keskus rakenta-  
vat hulevesikosteikkoja Sunisenlahden valuma-alueelle, vuonna 2011 valmistui Skin-  
narilan kosteikko ja vuonna 2012 Sammonlahden ja Kivisalmen kosteikot. Kunnos-  
tustoimia toteuttavat myös useat erilliset EU-hankkeet, kuten PISA esiselvityshanke  
(2009–2010), jossa selvitettiin mm. kuormituslähteitä ja niiden osuuksia sekä tehtiin



Kuva 3.26. Pien-Saimaan pilottialue.

sedimentaatio- ja paleolimnologisia sedimenttitutkimuksia useille alueille. PISA 2013 hanke (2010–2013) arvioi mm. vaikutuksia lisäveden johtamisesta Suur-Saimaalta Pien-Saimaalle. Pien 3D hankkeessa (2009–2012) laadittiin puolestaan virtausmalli ja arvioitiin myös lisäveden johtamisen mahdollisuuksia ja ympäristövaikutuksia. Etelä-Karjalan kalatalouskeskus/Läntisen Pien-Saimaan kalastusalue on käynnistänyt kesällä 2012 myös hoitokalastushankkeen KALAPISA 2017. Automaattinen mittauslautta (happi, sameus, It, chl-a ja fykosyaani) on ollut Riutanselällä 2010 alkaen ja vuodesta 2009 alkaen on tehty valuma-alueen ojavaseseurantaa. Lisäksi Pien-Saimaan suojeluyhdistys on käynnistänyt maaliskuussa 2012 kaksivuotisen Kosteikkoasiamieshankkeen, jonka tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa kosteikkoja ja muita vesiensuojeluratkaisuja Pien-Saimaan valuma-alueelle.

Vesistöä on havainnoitu ja tutkittu runsaasti ja säännöllisesti ja 1970-luvulta alkaen on tehty velvoitetarkkailua. Alueella on myös ympäristöhallinnon seurantapiste ja vapaaehtoista tarkkailua, pohjaeläin- ja kasviplanktonseurantaa, kalaston rakenteen selvityksiä sekä kalastusalueen hoito- ja käyttösuunnitelmia. Pysyviä järvinäytenpisteitä on tällä hetkellä 20, joilta otetaan näytteet neljä kertaa vuodessa ja lisäksi klorofylli-a-näytteet kuukausittain avovesikautena. Alueella on myös toimijoita laajalla rintamalla, kuten paikallinen ELY-keskus, Lappeenrannan seudun ympäristötoimi ja kunnat, Pien-Saimaan suojeluyhdistys ry, Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry, Etelä-Karjalan kalatalouskeskus ja Läntisen Pien-Saimaan kalastusalue, osakaskunnat ja kylä- ym. yhdistykset, asukkaat, viljelijät ja maanomistajat.



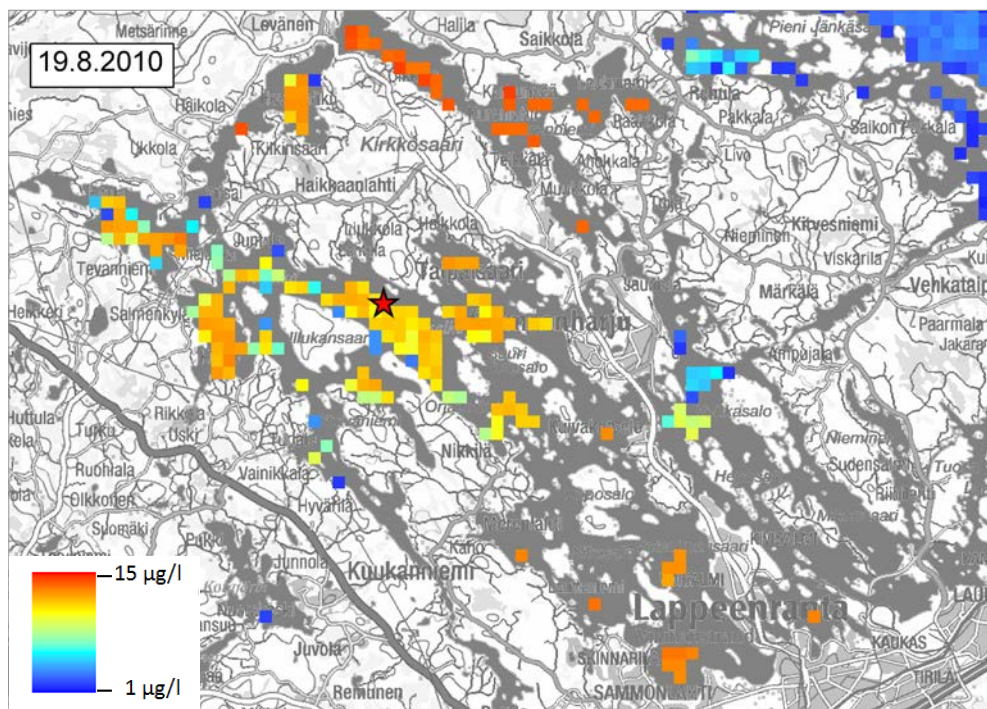
## Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Pien-Saimaalla

*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junntila (SYKE)*

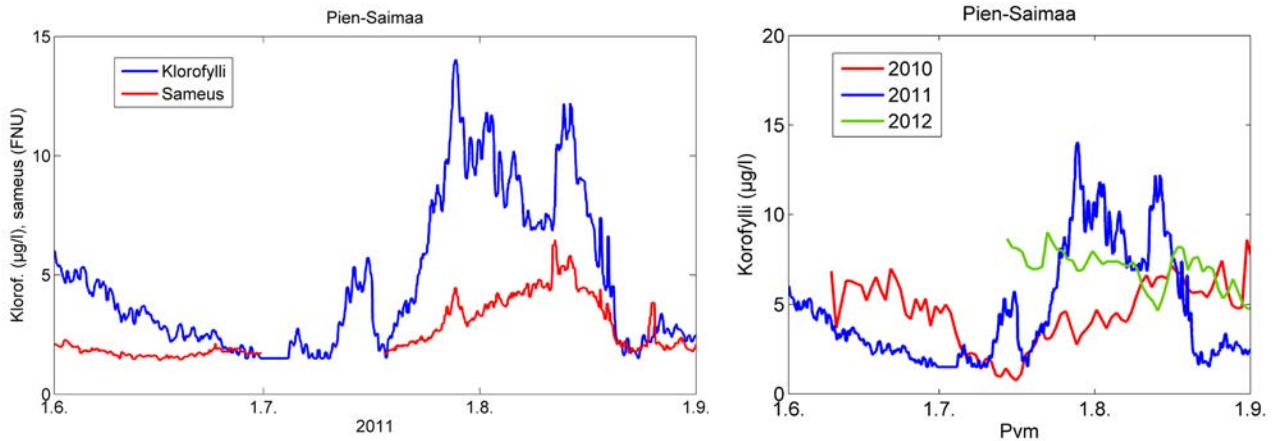
Satelliittikuvista tehtiin Pien-Saimaalle klorofylli- ja näkösyvyyskarttoja vuosille 2010 ja 2011. Näistä valittiin esitettäväksi kuvia, jotka edustavat alkukesän alhaisia klorofyllipitoisuuksia ja elokuun kasviplanktonmaksimia. Pien-Saimaan ulappa-alueet ovat melko kapeita, joten niille osuu vain muutamia MERIS satelliittikuvan pikseleitä (300 m x 300 m). Kuvissa näkyy kuitenkin hyvin eri osien väliset erot vedenlaadussa (kuva 3.27). Kuvan itäosassa keskellä erottuu myös Suur-Saimaalta johdettavan lisäveden laimentava vaikutus.

Riutanselän jatkuvatoimisen lautan mittaustuloksiin tehtiin korjaukset, jotta saataisiin mahdollisimman todenmukaisen arvio vedenlaadusta (kuva 3.28). Korjauksiin käytettiin lautalla tehtyjä kontrollimittauksia (vuonna 2010) ja kahden läheisen rutiiniseuranta-aseman tuloksia (2011 ja 2012).

Tulokset näyttävät havainnollisesti mm. klorofyllipitoisuuden vaihtelut ja yhdessä muiden muuttujien kanssa (mm. veden lämpötila ja happipitoisuus) voidaan arvioida korkeisiin klorofyllipitoisuuksiin vaikuttaneita tekijöitä. Vuonna 2011 pintaveden lämpötila nousi noin 25 asteeseen ja paikalla oli selvä kerrostuneisuus 1 ja 8 metrin välillä. Heinäkuun lopulla kovien tuulten aikana pintakerros sekoittui yli 8 metrin syvyyteen, mikä todennäköisesti lisäsi ravinteiden määrää pintakerroksessa. Tämä johti selvään klorofyllipitoisuuden nousuun, mikä näkyi myös sameudessa (kuva 3.27). Vuonna 2012 kesää oli viileämpi: lämpötila ei noussut pinnassa yli 20 asteen eikä 1 ja 8 m välillä ollut kerrostuneisuutta. Klorofyllipitoisuus pysyi melko vakiona melko korkealla tasolla, mutta selvää kasviplanktonmaksimia ei loppukesällä esiintynyt. Taulukossa 3.17 on esitetty yhteenvedo menetelmien hyödyntämisestä.



Kuva 3.27. Pien-Saimaan klorofyllipitoisuuskartta 19.8.2010. Riutanselän mittaustuloksen sijainti on merkitty punaisella tähdellä. © Karttakeskus Oy, Lupa L4659.



Kuva 3.28. Pien-Saimaan mittauslautalla mitattu (korjattu data) klorofyllipitoisuus (vasemmalla) ja klorofyllin aikasarja vuosina 2010, 2011 ja 2012 (oikealla). Lauttamittaukset: Lappeenrannan seudun ympäristötoimi.

Taulukko 3.17. Satelliittikuvien ja automaattimittausten hyödyntäminen Pien-Saimaalla. Chl = klorofyllipitoisuus.

Menetelmä	Tuote	Käyttö	Onko käytössä	Vesinetti
Satelliittikuvat	Chl- ja näkösyvyyskartat (2010–2011)	Alueellinen vaihtelu (VPD-luokittelu, vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutus, kansalaistiedotus)	Kyllä	Kyllä
	Vesimuodostumakohtaiset aikasarjat (Chl) 2006, 2009 ja 2011	VPD luokittelu	Kyllä	Kyllä
Automaattimittaukset (Chl, sinilevät, sameus, lämpötila, happi)	Chl keskiarvo luokitteluajanjaksolle	VPD luokittelu	Kyllä	Osalle vuosista
	Aikasarjat	Leväkukintojen syyt	Kyllä	Kyllä
	Aikasarjat	Satelliittikuvien validointi	Kyllä	Raportti
	Tulokset reaaliaikaisesti internet:iin	Tiedotus, näytteenoton kohdistaminen	Osittain	Osittain

### 3.3.2

## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Pien-Saimaalla

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

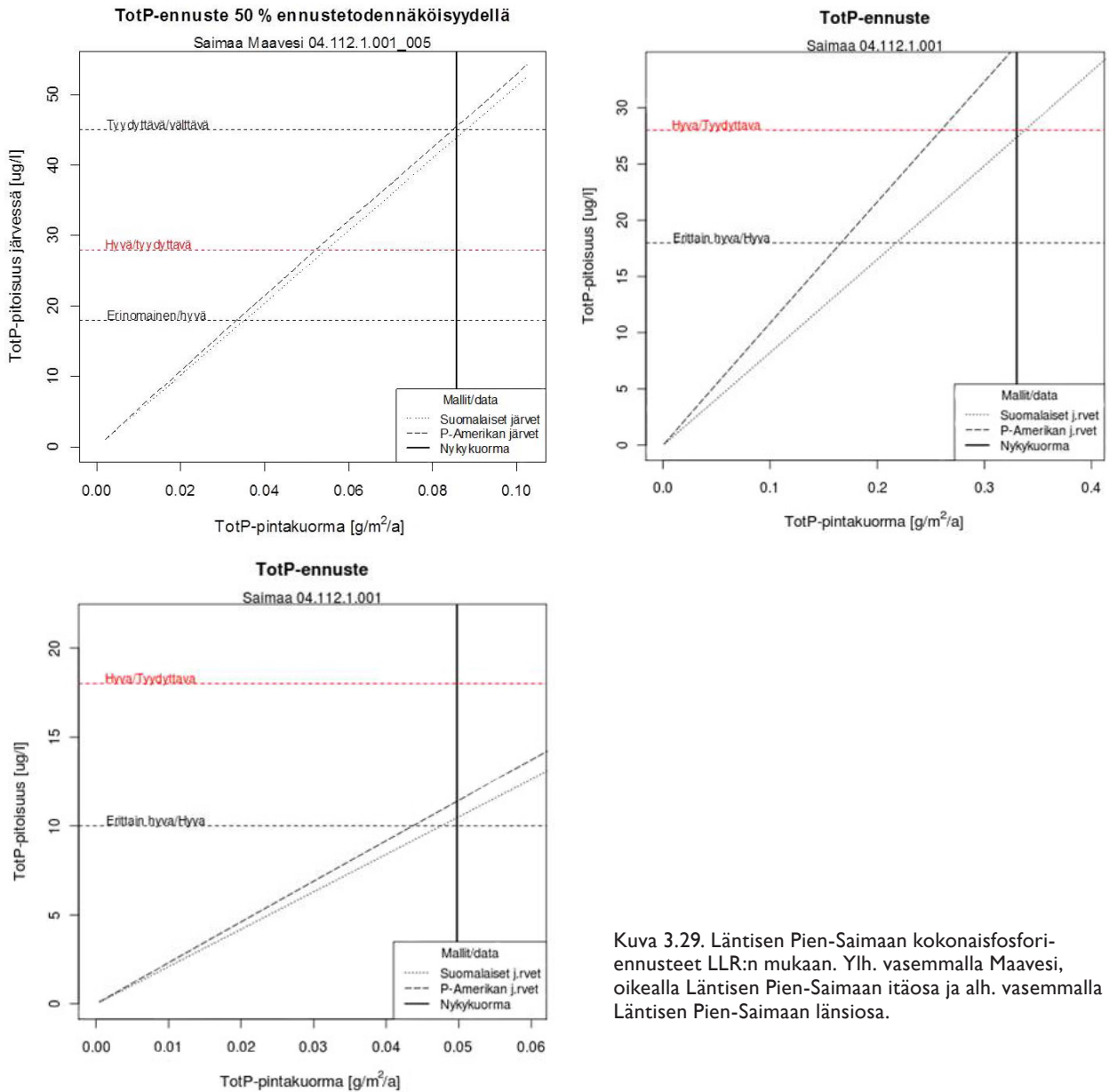
Koska Läntinen Pien-Saimaa koostuu useasta selkeästi erilaisesta vesialueesta, LLR-mallinnus tehtiin jokaiselle altaalle erikseen. Tarkastelun kohteena olevien Maaveden sekä Läntisen Pien-Saimaan itä- ja länsiosille ei ollut saatavilla kuormitus- ja virtaama-aikasarjoja, vaan LLR-mallin syöttötietoina käytettiin VEMALAn ravinnetasekaavoista saatuja fosforikuormituksia. Tämän vuoksi typpi- ja *a*-klorofyllituloksia ei ole saatavilla ja fosforimallin tulokset ovat suuntaa antavia. Tämä malliversio ei myöskään ota huomioon sisäisen kuormituksen vaikutusta.

LLR-työkalun suomalaisten järvien aineistoon perustuva malli arvioi Maaveden keskimääräiseksi kokonaisfosforipitoisuudeksi 45 µg/l (taulukko 3.18), jonka perusteella järvi olisi tyydyttävässä tilassa. Läntisen Pien-Saimaan itäosan vedenlaadun on arvioitu olevan fosforin osalta tyydyttävä, samoin LLR arvioi fosforiennusteen olevan 25 µg/l, eli tyydyttävä. Läntisen Pien-Saimaan itäosa tila fosforin perusteella on LLR:n mukaan hyvä (pitoisuusennuste 25 µg/l).

Maaveden tila kokonaisfosforin perusteella on LLR:n mukaan tyydyttävän ja välttävän rajalla, eli noin 45 ug/l. Kuormitusvähennyksen tulisi olla nykyisestä (0.085 g/m<sup>2</sup>/v) noin 25 % (kriittinen kuormitus noin 0.065 g/m<sup>2</sup>/v) (Kuva 3.29, vasemmalla).

Taulukko 3.18. Kokonaisfosforipitoisuudet ja tila Läntisen Pien-Saimaan eri osissa LLR:n ja vesienhoitosuunnittelun 2. kierroksella saadun arvion mukaan.

	Totp	
	VHS 2. kierros	LLR
Maavesi	30 ug/l Tyydyttävä	45 ug/l Tyydyttävä
Läntisen Pien-Saimaan itäosa	18 ug/l Tyydyttävä	25 ug/l Tyydyttävä
Läntisen Pien-Saimaan länsiosa	14.9 ug/l Hyvä	12 ug/l Hyvä



Kuva 3.29. Läntisen Pien-Saimaan kokonaisfosforiennusteet LLR:n mukaan. Ylh. vasemmalla Maavesi, oikealla Läntisen Pien-Saimaan itäosa ja alh. vasemmalla Läntisen Pien-Saimaan länsiosa.

## VEMALA Pien-Saimaalla

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Pien-Saimaaseen vuosina 2001–2010 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 14,1 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 13,3 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.19). Tästä 23 % arvioitiin tulleen pelloilta, 10 % muulta maa-alueelta, 3 % haja-asutuksesta, 57 % pistekuormituslähteistä ja loput 7 % laskeumana. Fosforikuormasta 85 % pidättyi Pien-Saimaaseen, joten Pien-Saimaasta poistuvan fosforikuorman suuruus oli arviolta 1,9 tonnia vuodessa. Pien-Saimaan valuma-alueella fosforimalleja ei korjattu korjauskertoimilla. Vastaavasti Pien-Saimaaseen tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 329 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 340 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.20). Tästä 9 % arvioitiin tulleen pelloilta, 19 % muulta maa-alueelta, 1 % haja-asutuksesta, 55 % pistekuormituslähteistä ja loput 16 % laskeumana. Typpikuormasta 66 % pidättyi Pien-Saimaaseen, joten Pien-Saimaasta poistuvan typpikuorman suuruus oli arviolta 117 tonnia vuodessa.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Kaikissa skenaarioissa fosforin pistekuormituksen väheneminen 23 %:lla aiheuttaa suurimman muutoksen kokonaisfosforikuormaan. Jat-

Taulukko 3.19. Pien-Saimaan kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-pitoisuus järvässä	Tuleva kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma piste-kuormitus	Lähtevä kok. P-kuorma	Kok. P:n pidättyminen
Nykyinen	15 µg/l	13300 kg/v	3000 kg/v	1400 kg/v	400 kg/v	7600 kg/v	1900 kg/v	85 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	23 %	10 %	3 %	57 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	–10	–15	–4	7	–52	–23	0	
Romahdus	–14	–23	–40	7	–52	–23	–6	
Vihreä aalto	–13	–20	–26	7	–52	–23	–4	

Taulukko 3.20. Pien-Saimaan kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-pitoisuus järvässä	Tuleva kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma piste-kuormitus	Lähtevä kok. N-kuorma	Kok. N:n pidättyminen
Nykyinen	0,9 mg/l	340 t/v	32 t/v	64 t/v	3 t/v	185 t/v	117 t/v	66 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	9 %	19 %	1 %	55 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	–7	11	80	9	–36	4	1	16
Romahdus	–11	2	–17	9	–36	4	–4	5
Vihreä aalto	–11	2	–19	9	–36	4	–4	4

kuva kasvu -skenaariossa maatalouden fosforikuorma pienenee hieman ilmastonmuutoksen myötä. Mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla ei lisää fosforin huuhtoutumista. Vuoksen vesistöalueen maatiloilla fosforitase on nykyisin lähellä nollaa. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja viljelyyn tulevat uudet kasvilajit käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei merkittävästi nosta peltojen fosforitasetta. Pelloilta tuleva typpikuorma sen sijaan lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia. Fosforilannoitus on niin vähäistä, ettei kasvukauden piteneminen lisää kasvien fosforinottoa. Maaperän fosforivarastot pienenevät ja fosforin huuhtoutuminen vähenee. Myös peltoalan pieneneminen vähentää fosforikuormituksen määrää. Lannoituksen vähentäminen pienentää myös pelloilta tulevaa typpikuormitusta ja kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia lannoituksen vähentyessä. Peltoalan kasvu kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Samoin typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisää kuormitusta Romahdusskenaarioon verrattuna.

#### 3.3.4

### **VEMALAn ravinnetasekaaviot Pien-Saimaalla**

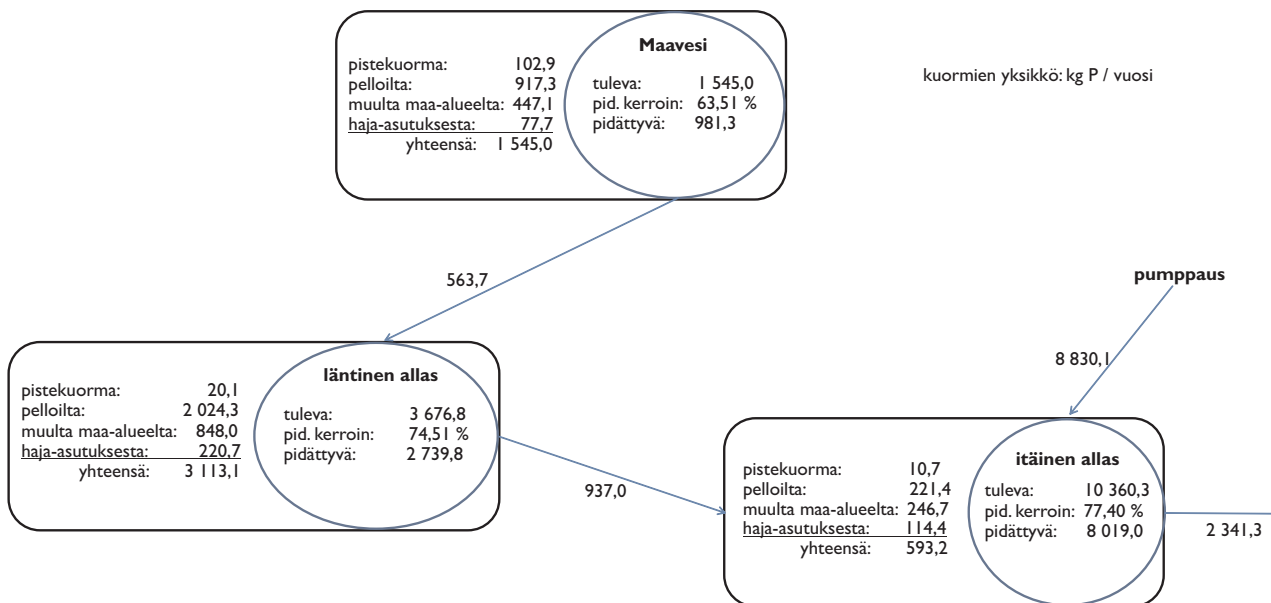
*Antti Taskinen (SYKE)*

Läntisen Pien-Saimaan ainetasekaaviot poikkeavat eniten yleisestä esitystavasta. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että Pien-Saimaa on pieni osa yhtä suurta kolmannen jakovaiheen aluetta 4.112. Lisäksi se ei ole koostumukseltaan yksi yhtenäinen allas vaan pikemminkin useiden vesimuodostumien hajanainen kokonaisuus, josta ei ole käytettävissä kattavia tietoja ja mittauksia. Lisäksi sille on ominaista vaikeasti määritettävät veden kulkusuunnat altaasta toiseen ja sen itäiselle altaalle tapahtuva intensiivinen (40 m<sup>3</sup>/s) veden pumppaaminen Suur-Saimaan puolelta. Ainetasekaavioiden kannalta keskeisen parametrin altaiden pidättymiskertoimet on arvioitu LLR-mallin yhtälöiden perusteella. Nämä laskelmat esitetään Microsoft Excel -tiedoston toisella välilehdellä 'pidättymiskertoimet'. Kaavioiden käyttäjä pystyy halutessaan muuttamaan niitä myös siten, että varsinaiset ainetaselaskelmat päivittyvät. Eri altaisiin tulevat kuormitukset on arvioitu altaiden lähivaluma-alueiden maankäytön perusteella koko Pien-Saimaan valuma-alueen kuormituksista ja ne esitetään normaalisti tiedoston ensimmäisellä välilehdellä.

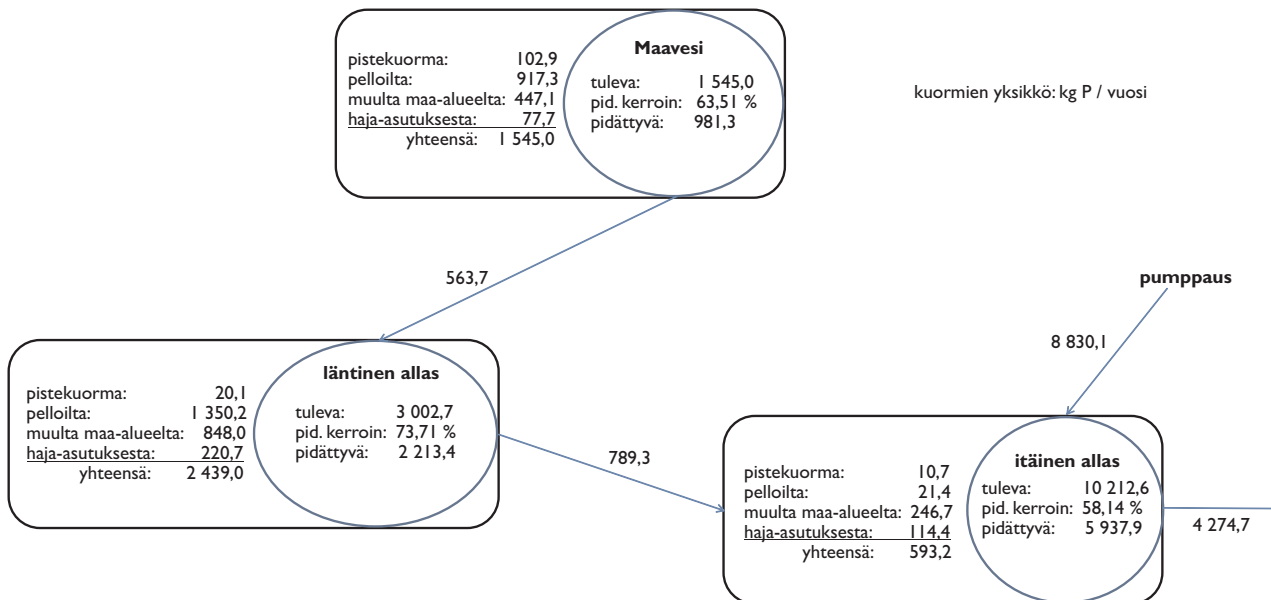
Kuvassa 3.30 esitetään nykyisen tilanteen mukainen Pien-Saimaan fosforitasekaavio, jonka esitystapa poikkeaa muiden alueiden tavasta. Maavedellä ja läntisellä altaalla pelloilta tuleva (59 % ja 65 %) ja itäisellä altaalla muulta maa-alueelta (pääosin metsistä) tulevat (42 %) kuormitukset ovat suurimpia fosforin suhteen. Yhteensä valuma-alueella syntyy 5 200 kg fosforikuormitusta vuodessa, jonka oletetaan menevän kokonaisuudessaan altaisiin. Lisäksi Suur-Saimaan puolelta tulee pumppauksen kautta 8 800 kg fosforia vuodessa. Vaikka määrä on huomattava, on pumpattava vesi joka tapauksessa laimeampaa fosforin suhteen kuin itäisen altaan vesi. Lisäksi se voimistaa virtausta altaasta ulos Itäisen Pien-Saimaan puolelle parantaen näin sen tilaa. Läntiseltä Pien-Saimaalta virtaa ulos 2 300 kg fosforia vuodessa, mikä on 43 % syntyvästä määrästä kun pumppauksen mukana tulevaa fosforia ei huomioida. Altaiden viipymät ja pidättymiskertoimet on kuitenkin arvioitu mallilaskelmilla ja niiden suuruudet ovat suuntaa antavia.

Jos itäisen altaan viipymän arvoksi asetetaan yksi vuosi, pumppauksen aiheuttaman virtaaman johdosta nyt lasketun neljän vuoden sijaan, tippuu sen pidättymis-

kerroin 77,4 %:sta 58,1 %:iin ja pidättyvän fosforin määrä 8 020 kg:stä 6 020 kg:aan vuodessa. Tällöin ulosvirtaavan fosforin määräksi tulee 4 340 kg vuodessa nykyisen 2 340:n sijaan. Jos lisäksi oletetaan, että pelloilla syntyvän fosforikuorman määrä läntisen altaan valuma-alueella saadaan vähenemään kolmanneksella, laskisi itäiseen altaaseen pidättyvän fosforin määrä edelleen 5 930 kg:aan vuodessa ja ulosvirtaavan fosforin määrä nousisi 4 270 kg:aan vuodessa. Tämän skenaarion tulos esitetään kuvassa 3.31.



Kuva 3.30. Läntisen Pien-Saimaan valuma-alueen fosforitasekaavio – perustilanne.

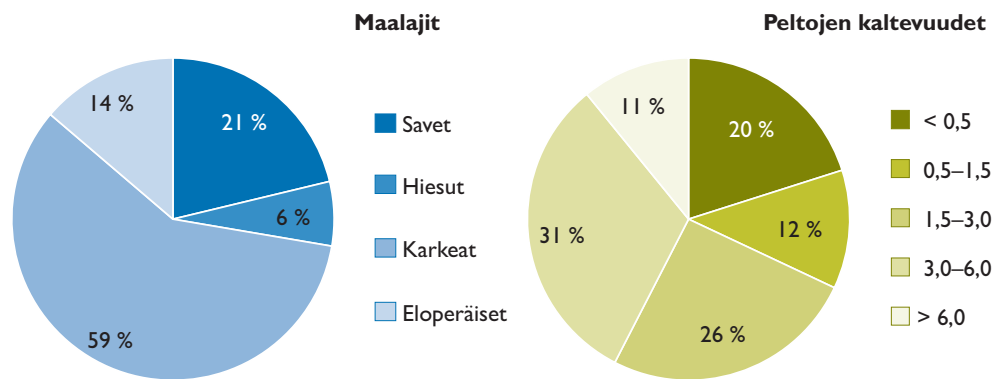


Kuva 3.31. Läntisen Pien-Saimaan valuma-alueen fosforitasekaavio – skenaario.

## VIHMA Pien-Saimaalla

Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Läntisen Pien-Saimaan peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista oli muodostettu erikseen VEMALAlla, koska tarkastelun kohteena oleva valuma-alue on pienempi kuin VEMALAn pienin eli kolmannen jakovaiheen mukainen aluejako. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.32. P-luvultaan 47 % pelloista on 8–14 mg/l luokassa ja loput 53 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot nykytilanteen mukaisista muokkausmenetelmistä saatiin paikalliselta ProAgrialta. Arvion mukaan lähes puolet peltoalasta on muokattu kevennetyillä muokkausmenetelmillä tai on talviaikaisesti kasvipeitteistä, vajaa kolmasosa on syyskynnöllä ja neljännes on nurmea. Suojavyöhykkeitä on vain parilla prosentilla pelloista.



Kuva 3.32. Pien-Saimaan peltojen maalajit ja kaltevuus.

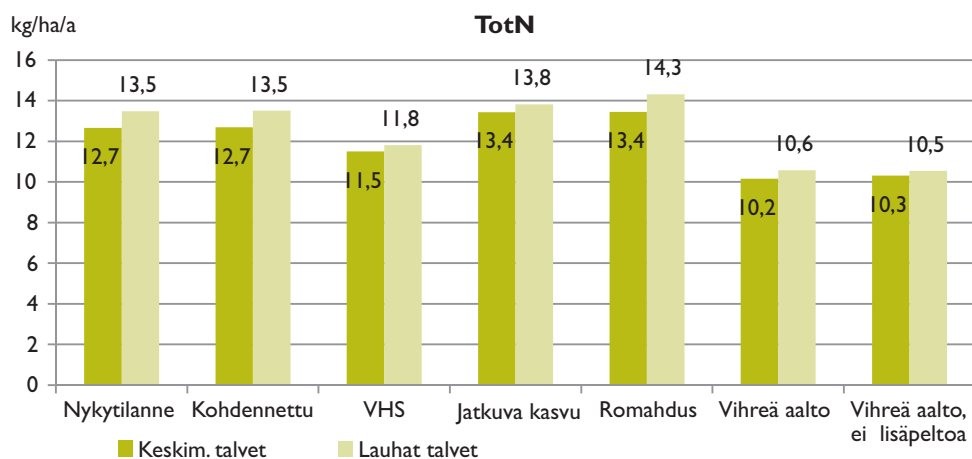
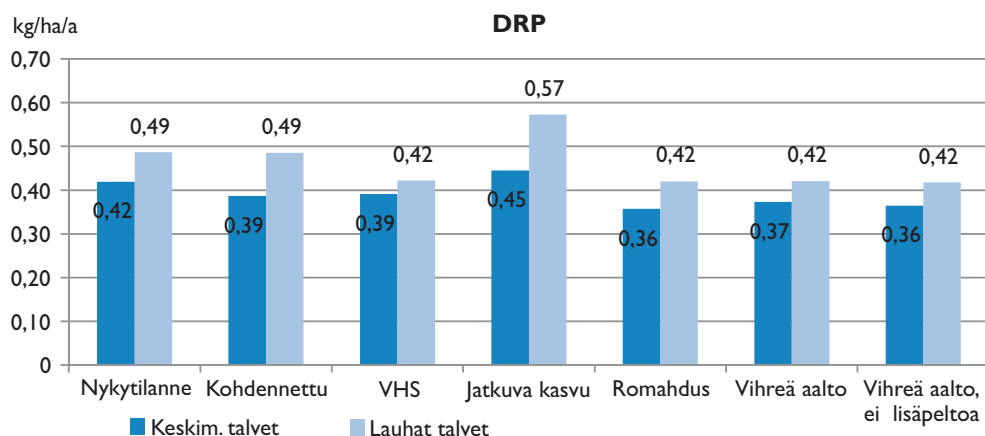
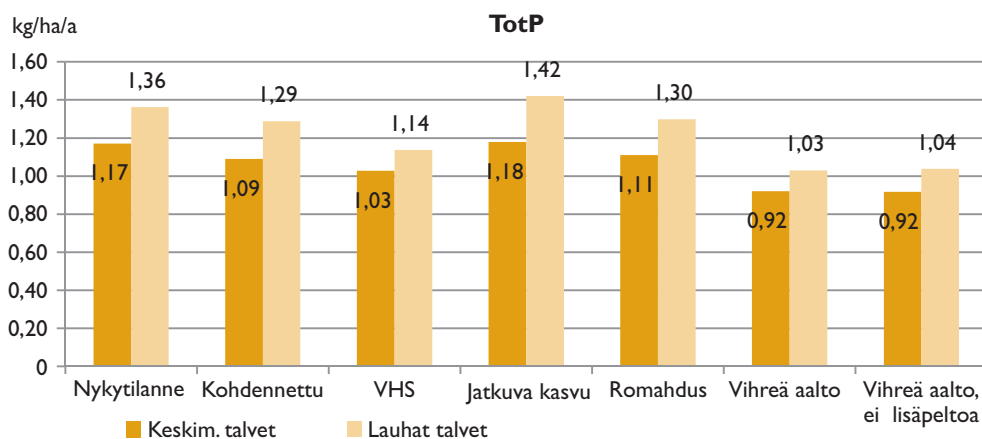
Lähtötietojen perusteella VIHMAlla laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa. Pilottialueen toivomuksesta laskettiin kuormitus myös Vihreän aallon kaltaisessa tilanteessa, jossa peltoala säilytettiin ennallaan.

Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.33 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhuille talvityypeille.

Nykytilanteessa niin kevennetyjen muokkausmenetelmien kuin kyntöjenkin on oletettu jakautuvan tasaisesti kaikille kaltevuuksille samassa suhteessa peltoalojen määrän kanssa. Kuvaajista näkyy, että kun Kohdennetussa-skenaariossa kyntöä on suosittu tasaisemmilla pelloilla ja kevennetyjä muokkausmenetelmiä kaltevammilla, on sekä DRP että TotP kuormitus tippunut, kokonaistypen, joka ei ole herkkä kaltevuudelle, pysyessä ennallaan. VHS-skenaariossa sen sijaan sekä fosforien että typen kuormitukset ovat laskeneet. Tähän vaikuttaa sekä talviaikaisen sänkialan, että suorakylvetyyn alan kasvaminen, mutta myös jonkin verran kasvanut suojavyöhykkeellinen peltoala. Kosteikkoja ei VHS:ssä ole oletettu Nykytilannetta enempää. Sekä kokonaisfosfori että -typpi ovat Nykytilannetta korkeampia Jatkuva kasvu- ja Romahdus-skenaarioissa, mutta DRP on Romahduksessa yhtä matalalla kuin Vihreässä aallossa.

Vihreä aalto on kuitenkin kuormitukseltaan vähäisin kaikkien kuvaajissa kuvatujen ravinteiden osalta. Vaikka peltoala onkin siinä suurempi kuin muissa skenaarioissa, kuormitusta alentaa erityisesti suojavyöhykkeiden perustaminen kaikille kolmessa kaltevimmassa luokassa oleville pelloille sekä äärimmäisen suuri kosteikkojen

määrä. Lisäksi lisääntynyt peltoala on oletettu energiakasveille, joiden kuormitus on VIHMAssa sama kuin nurmilla. Pien-Saimaalle tehtiin myös muista pilottialueista poiketen VIHMA-laskelmat Vihreän aallon kaltaisessa tilanteessa, jossa peltoala pysyi kuitenkin Nykytilanteen suuruisena. Tämä ei kuitenkaan juuri vaikuttanut VIHMAN tuloksiin, vaan ominaiskuormitukset olivat tässä skenaariossa lähes samat kuin normaalissa Vihreässä aallossakin.



Kuva 3.33. Läntisen Pien-Saimaan kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) sekä liukoisien fosforin (DRP) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.



## KUTOVA Pien-Saimaalla

*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

KUTOVA-työkälyä sovellettiin Pien-Saimaalla LÄntisen Pien-Saimaan ja Maaveden valuma-alueelle. Lisäksi tehtiin osa-alue tarkastelua Maavedellä sekä LÄntisen Pien-Saimaan itä- ja länsiosalla. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä vesienhoidon suunnittelussa Pien-Saimaan alueelle suunniteltuihin toimenpiteisiin. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät tulokset ja tarkempi raportti alueen KUTOVA-tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

### Yksittäiset toimenpiteet

Kustannustehokkaimpia toimenpiteitä Pien-Saimaan valuma-alueella ovat toimenpiteet metsätalouden eroosiohaittojen torjumiseksi (20–100 €/fosfori kg). Kustannustehokkaita (25–120 €/fosfori kg) ovat myös monivuotinen nurmiviljely, suojavyöhykkeet ja peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys kaltevimmilla pelloilla (kaltevuus >6 % tai 3–6 %). Maatalouden toimenpiteistä myös kosteikot ovat kustannustehokkaita (90–225 €/fosfori kg), erityisesti pienet kosteikot (<0,5 ha), joiden valuma-alueella on paljon peltoa (>50 %). Turvetuotannon toimenpiteistä Pien-Saimaan valuma-alueella kustannustehokkaimpia ovat pintavalutuskentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätöpädot (190–210 €/fosfori kg). Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille ovat toimenpiteistä kalleimpien joukossa (1100–4500 €/fosfori kg) (kuva 3.34).

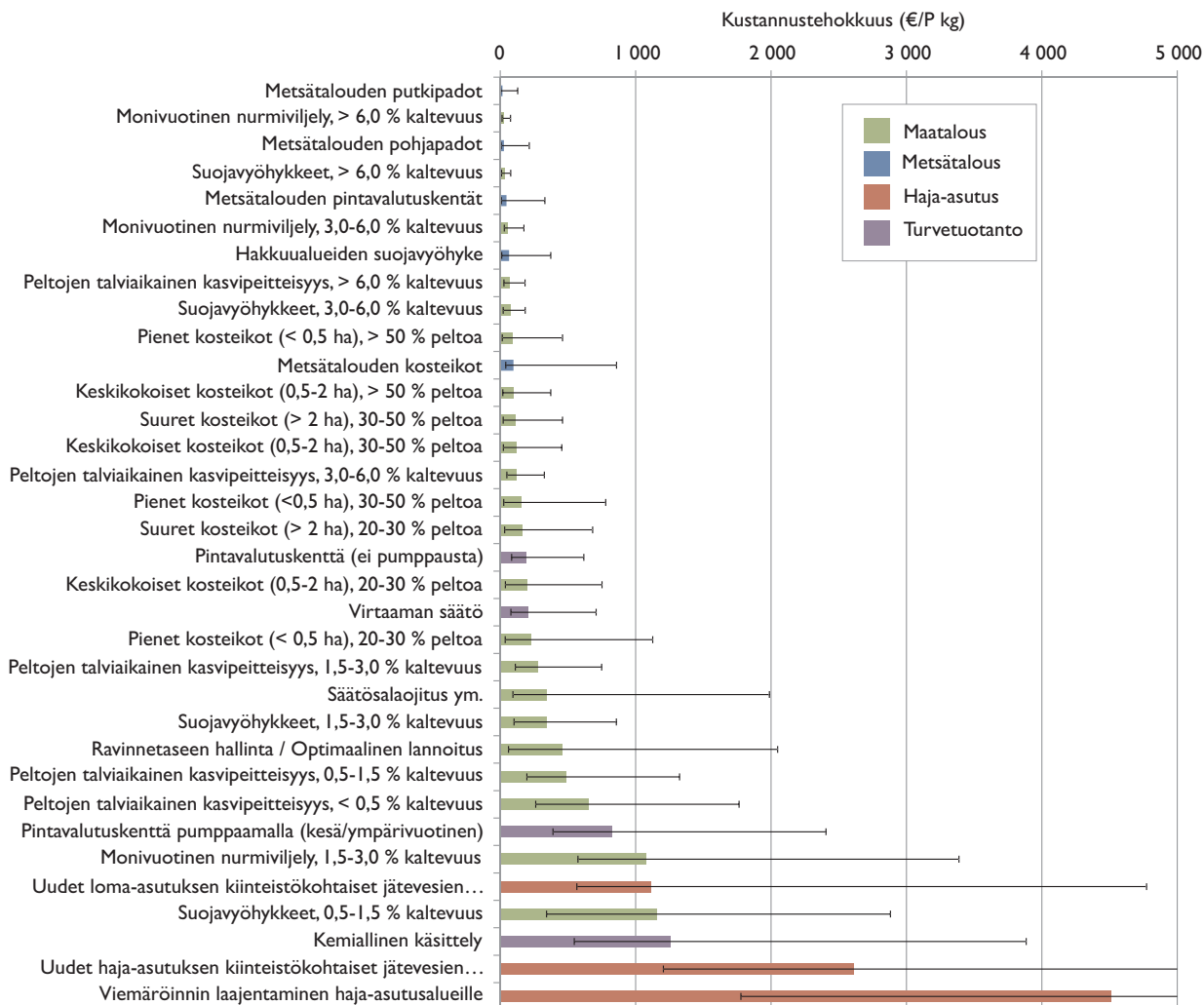
Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on monivuotisella nurmiviljelyllä kaltevimmilla (>3 %) pelloilla (1 000 kg/v, 12 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat säätösaloitus (360 kg/v, 4 %) ja ravinnetaseen hallinta (350 kg/v, 4 %). Muita maatalouden tehokkaita toimenpiteitä ovat suuret (>2 ha) ja keskikokoiset (0,5–2 ha) kosteikot, joiden valuma-alueella on yli 30 % peltoa, sekä kaltevien peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys ja suojavyöhykkeet. Myös vakituksen haja-asutuksen jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäriverkon laajentaminen ovat tehokkaita toimenpiteitä (200–225 kg/v, 2 %). Metsätalouden toimenpiteistä putkipädot ovat lähes yhtä tehokkaita kuin haja-asutuksen jätevesien käsittely. Turvetuotannon toimenpiteillä ei voida saavuttaa merkittäviä kuormitusvähennyksiä, koska turvetuotannon osuus valuma-alueen kokonaiskuormituksesta on pieni ja suurella osalla turvetuotantoalueista jokin vesiensuojelurakenteista on jo käytössä.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Hertta-tietokannassa on esitetty Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen vesienhoidon toimenpideohjelmassa Pien-Saimaalle ehdotetut toimenpidemäärät. Esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAN avulla toimenpideyhdistelmän kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Vesienhoidossa suunniteltujen toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat Pien-Saimaalla noin 140 000 euroa. KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 8 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.21).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 140 000 euroa tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana ravinnetaseen hallintaa, minkä lisäksi peltojen talviaikaista kasvipeit-

teisyttä on toimenpideyhdistelmässä vähemmän ja se on kohdennettu kalteville pelloille. Sen sijaan suojavyöhykkeitä, kosteikkoja ja metsätalouden toimenpiteitä on kustannustehokkaimmassa vaihtoehdossa toimenpideohjelmaa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 24 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.21).



Kuva 3.34. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Pieni-Saimaan valuma-alueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

Taulukko 3.21. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 140 000 euroa vuodessa

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	21 ha	71 ha
Kosteikot		31 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	1 500 ha	900 ha
Ravinnetaseen hallinta	1 100 ha	
Hakkuualueiden suojavyöhyke		3 ha
Metsätalouden putkipadot		13 kpl
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>8 %</b>	<b>24 %</b>

## VIRVA Pien-Saimaalla

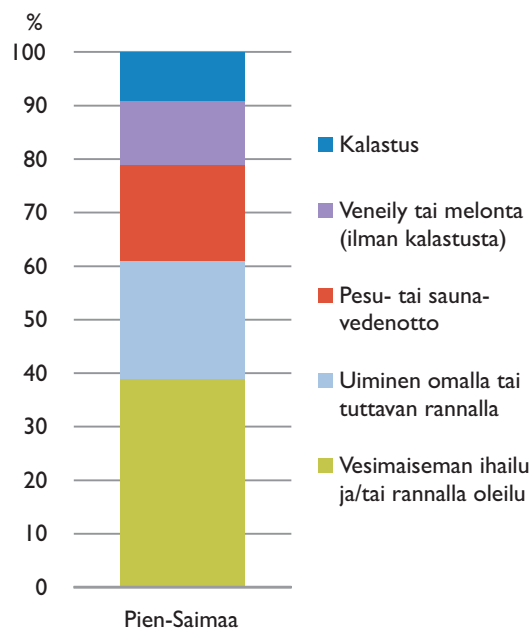
Elina Seppälä, Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)

Pien-Saimaalla VIRVA-mallia sovellettiin kolmelle osa-alueelle; Maavedelle sekä läntisen Pien-Saimaan itä- (Vehkapaaleen itäpuoli) ja länsiosille (Riutanselkä ja Sunisenselkä). Syksyllä 2012 toteutettiin Internet-kysely koskien vesistöjen tilaa ja virkistyskäyttöä. Siinä kysyttiin Pien-Saimaan alueen asukkailta, mökkiläisiltä ja muilta virkistyskäyttäjiltä, minkälaisia näkemyksiä heillä on vesistön tilasta. Vastauksia saatiin yhteensä 179 kappaletta. Vastaajien kokemuksia vedenlaadusta verrattiin havaintuihin pitkän ajan klorofylli-a ja kokonaisfosforipitoisuuksiin ja analyysin perusteella vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi valittiin klorofyllipitoisuus.

Mallia varten muodostettiin arvofunktiot tekemällä kyselytutkimusaineiston perusteella ristiintaulukointi, jossa huomioitiin vedenlaatuun vaikuttavat häiritteijät (virkistyskäytön laatu) sekä vedenlaadun muutoksen aiheuttama virkistysmäärän muutos. Tarkasteltavien vesistöjen käyttökelpoisuutta nykytilassa kuvaavat käyttökelpoisuuskertoimet sekä klorofyllipitoisuudet on esitetty taulukossa 3.22. Pitoisuudet on määritetty HERTTA-tietokannasta vuosien 2000–2011 kesäajan pintaveden klorofyllipitoisuuksien mukaisesti.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostetaan käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Pien-Saimaalla vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu olivat tärkeimmät käyttömuodot. Lähes 40 % kokonaisvirkistyspäivistä alueella muodostuu näistä. Noin viidenneksenä kokonaisvirkistyspäivistä uidaan tai otetaan pesu- tai saunavettä (15–17 %) (kuva 3.35).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostetun summa-arvofunktion avulla lasketun VIRVA-mallinnuksen perusteella Maaveden kaikkien rantaan rajoittuvien kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo nykytilassa on noin 2,3 milj. euroa vuodessa. Mikäli järven klorofyllipitoisuus laskisi hyvää ekologista tilaa osoittavalle tasolle, kasvaisi kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo yhteensä noin 0,44 miljoonaa euroa vuodessa.



Kuva 3.35. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Pien-Saimaalla.

Taulukko 3.22. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet.

Osa-alue	Chl-a	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu
Maavesi	13 µg/l	Välttävä	0.62	0.60	0.80	0.64	0.76
Riutanselkä	6,1 µg/l	Tyydyttävä	0.66	0.66	0.82	0.69	0.77
Sunisenselkä	6,4 µg/l	Tyydyttävä	0.65	0.72	0.78	0.68	0.74
Vehkapaaleen itäpuoli	5,4 µg/l	Tyydyttävä	0.82	0.83	0.89	0.84	0.85

Taulukko 3.23. Rahamääräinen vesistöistä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä tai erinomainen ekologinen (Chl-a=7 µg/l) tila tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen (Chl-a=4 µg/l) mukainen tila.

Osa-alue		Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Maavesi	Kiinteistöt	2 300 000 €/v	440 000 €/v	840 000 €/v
	Muut	100 000 €/v	20 000 €/v	35 000 €/v
	Yhteensä	2 400 000 €/v	460 000 €/v	875 000 €/v
Läntisen Pien-Saimaan länsiosa	Kiinteistöt	9 750 000 €/v		1 000 000 €/v
	Muut	1 200 000 €/v		100 000 €/v
	Yhteensä	11 000 000 €/v		1 100 000 €/v
Läntisen Pien-Saimaan itäosa	Kiinteistöt	6 500 000 €/v		400 000 €/v
	Muut	1 300 000 €/v		65 000 €/v
	Yhteensä	7 800 000 €/v		470 000 €/v

Läntisen Pien-Saimaan länsiosalla on enemmän kiinteistöjä ja se on paremmissa tilassa kuin Maavesi. Vuosien 2000–2011 kasvukauden klorofyllipitoisuuksien keskiarvo on Läntisellä Pien-Saimaalla hyvää ekologista tilaa osoittavalla tasolla. Läntisen Pien-Saimaan länsiosan rantaan rajoittuvien kiinteistöjen vesistöistä johtuva virkistysarvo nykytilassa on 9,75 milj. euroa vuodessa. Mikäli järvi olisi erinomaisessa ekologisessa tilassa, kasvaisi vesistöistä johtuva virkistysarvo VIRVA-mallilla laskettuna noin miljoona euroa vuodessa.

Läntisen Pien-Saimaan itäosalla kiinteistöjä on vähemmän kuin länsiosalla, mutta vedenlaadultaan itäosa on jopa hieman länsiosaa paremmassa tilassa. Läntisen Pien-Saimaan itäosan rantaan rajoittuvien kiinteistöjen vesistöistä johtuva virkistysarvo nykytilassa on 6,5 milj. euroa vuodessa. Mikäli järvi olisi erinomaisessa ekologisessa tilassa, kasvaisi vesistöistä johtuva virkistysarvo VIRVA-mallilla laskettuna noin 0,4 milj. euroa vuodessa.

Lisäksi taulukossa 3.23 on esitetty, kuinka muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäytön vesistöistä johtuva rahamääräinen arvo muuttuu käyttömuodotain siirryttäessä parempaan tilaan. Rahamääräinen osuus on huomattavasti pienempi kuin rantakiinteistöjen käyttäjillä.

Pien-Saimaan vesistöalueen VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan sekä Monte Carlo -simuloinnilla muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

### 3.4

## Säkylän Pyhäjärvi

Sari Väisänen SYKE

Säkylän Pyhäjärvi on Lounais-Suomen suurin järvi. Se sijaitsee Säkylän, Euran ja Pöytyän kuntien alueella ja kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Järvi mukaan luettuna koko valuma-alueen pinta-ala on 616 km<sup>2</sup>, josta järven osuus on neljänneksen. Sillä on Suomen järvistä toiseksi laajin ulappa ja vähiten saaria, nekin hyvin pieniä, joten se on GisBloom-hankkeessa ollut erityisen otollinen kaukokartoituksen tarpeisiin. Ekologialtaan Pyhäjärvi on häiriöille hyvin herkkä ja se onkin Euroopan tutkituimpia järviä. Suuren ulapan takia tuuli pääsee sekoittamaan vettä melko vapaasti. Viipymä järvessä on noin 4 vuotta.

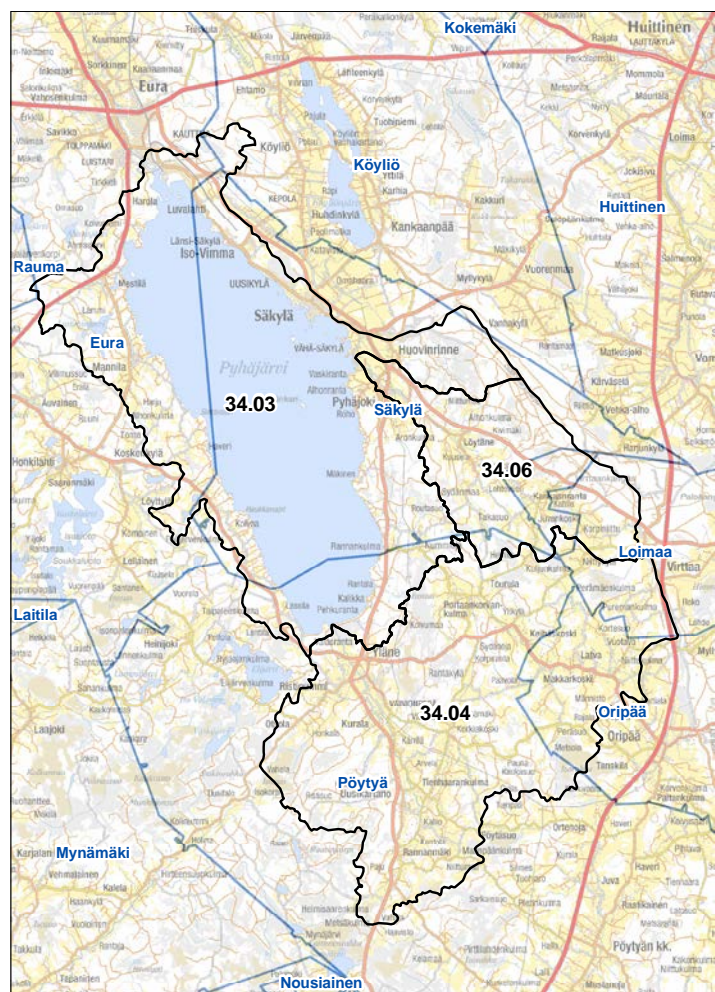
Pyhäjärven ekologinen tila on hyvä, Köyliönjärven huono, Eurajoki ja Lapinjoki ovat tyydyttävässä tilassa. 2000-luvulla rehevöityminen Pyhäjärvenessä on kiihtynyt ja näkösyvyys on ollut keskimäärin 2,7 metriä. Aovesikauden fosforipitoisuus on noussut 1990-luvun 18,8 µg/litrasta 2000-luvun 19,4 µg/litraan. Typpipitoisuus on sen sijaan samalla ajanjaksolla laskenut 475 µg/litrasta 462 µg/litraan. (Pyhäjärvi-instituutti, [www.pyhajarvensuojelu.net](http://www.pyhajarvensuojelu.net).)

Järven tilan parantamiseksi käynnistettiin jo 1990-luvun puolivälissä mittava Pyhäjärven suojeluohjelma jota rahoittavat alueen kunnat, teollisuus ja yhdistykset. Ensimmäisellä toimikaudella vuosina 1995–1999 projektin keskiössä olivat valuma-alueella tehtävät kunnostustoimet ravinteiden järveen kulkeutumisen vähentämiseksi ja 1990-luvun lopun toimilla arvioitiin että Pyhäjärven tullut fosforikuormitus olisi laskenut keskimäärin 20 %. Toisella toimikaudella (2000–2006) siirrettiin painopistettä valuma-alueen toimista järvestä tehtäviin toimiin ja sisäisen kuormituksen vähentämiseen. Tällöin toteutettiin mm. mittava hoitokalastushanke, jolla kalansaaliin mukana järvestä poistuvan fosforin määrä lisääntyi yli 40 %. Hoitokalastuksen arvioidaan vähentäneen fosforia noin 2 µg/l. Ulkoista kuormitusta pyrittiin myös vähentämään rakentamalla kosteikkoja, laskeutusaltaita, suojavyöhykkeitä sekä kenttä- ja oja-suodattimia. (Pyhäjärvi-instituutti, [www.pyhajarvensuojelu.net](http://www.pyhajarvensuojelu.net).)

Vuosien 2007–2013 Suojeluohjelman tavoitteena on ollut Pyhäjärven hyvän tilan turvaaminen Vesipuiterektiivin tavoitteiden mukaisesti. Pääasiallisena toimena on kuormituksen vähentäminen sen syntysijoilla, eli pelloilla. Myös metsätalouden kuormitusvaikutusta on tarkoitettu selvittämään ja kiinnittämään huomiota erityisesti metsäojitusten ja metsänhoidollisten toimien vesistövaikutuksiin sekä alueen metsälannoituksiin. Ulkoisen kuormituksen vähentämisen lisäksi pyritään



Säkylän Pyhäjärvi. Kuva Sari Väisänen, SYKE



Kuva 3.36. Säkylän Pyhäjärven pilottialue.

ehkäisemään sisäisen kuormituksen syntyä ja turvaamaan taloudellisesti kannattava kalastus pitämällä kalaston rakenne elinvoimaisena. (Pyhäjärvi-instituutti, [www.pyhajarvensuojelu.net](http://www.pyhajarvensuojelu.net).) Tärkeimpiä toimijoita alueen vesienhoidossa ovat Varsinais-Suomen ELY-keskus ja Pyhäjärvi-Instituutti.

### 3.4.1

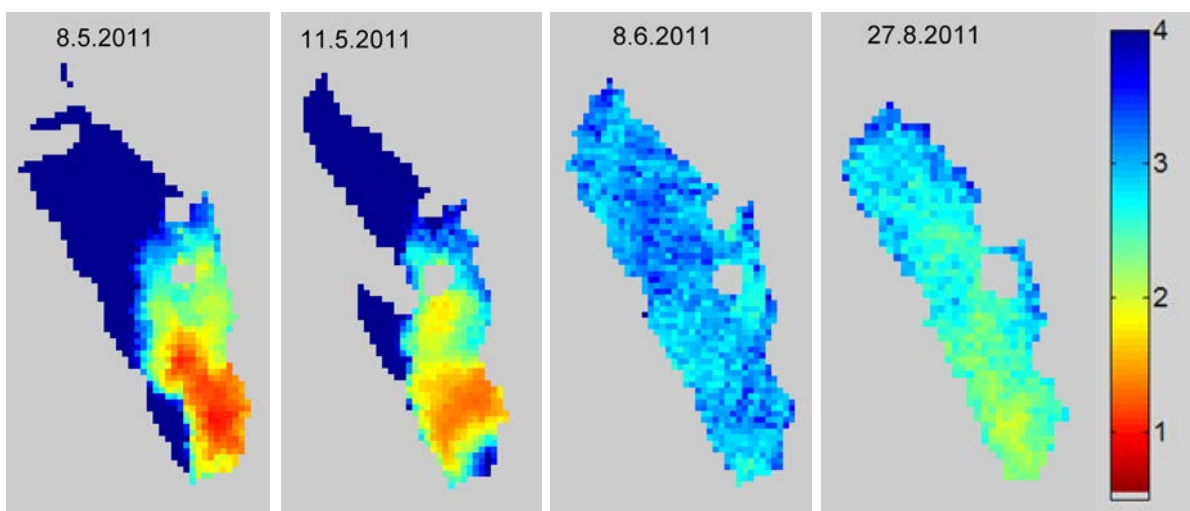
## Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Säkylän Pyhäjärvellä

*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junntila (SYKE)*

Suuri ja vähäsaarinen Pyhäjärvi soveltuu hyvin seurattavaksi MERIS satelliittikuvilla ja mittauslautta on ollut järvellä elokuusta 2008 lähtien. Pyhäjärvellä on molempia informaatiolähteitä hyödynnetty myös data-assimilaatiossa.

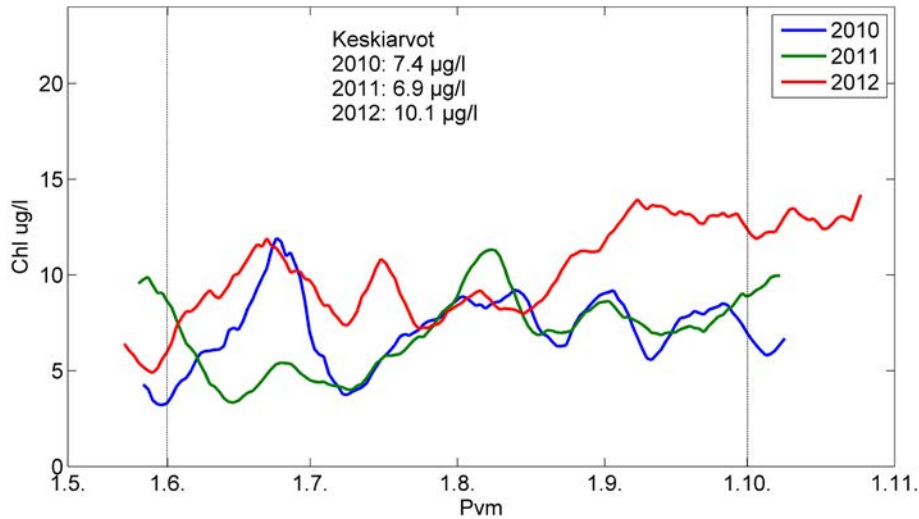
Satelliittikuvista tehtiin Pyhäjärvelle klorofylli- ja näkösyvyyskarttoja vuosille 2010 ja 2011. Näkösyvyyskartoissa näkyy hyvin voimakas alueellinen vaihtelu keväällä (kuva 3.37). Kesällä näkösyvyys vaihtelee ajoittain alueellisesti johtuen pääasiassa kasviplanktonin epätasaisesta jakaumasta. Pyhäjärvellä vedenlaatukartat soveltuvat jokivesien leviämisen seurannan lisäksi mm. seuranta-asetilla havaitun kasviplanktonin alueellisen edustavuuden tarkasteluun. Klorofyllipitoisuudesta on piirretty myös pitoisuusjakaumat ja pitoisuuksien keskiarvo. Vuosilta 2006, 2009 ja 2011 on muodostettu klorofyllin vesimuodostumakohtaiset aikasarjat satelliittihavainnoista ja asemakohtaisista seurantatuloksista ekologisen luokittelun tarpeisiin. Pintalämpötilan aikasarjat ovat suoraan käyttökelpoisessa muodossa saatavilla vuodesta 2007 alkaen.

Pyhäjärven mittauslautta on ollut toiminnassa loppukesästä 2008 alkaen. Vuonna 2008 ja 2009 lautta oli syvänteellä, mutta sen jälkeen se siirrettiin järven etelä-osaan (Catch Lake hanke; Kallio ym. 2010) ja mittauksia jatkettiin EU REFRESH hankkeen toimesta. Lautta on hyvin hoidettu ja sieltä on tehty riittävästi kontrollimittauksia tulosten korjaamiseksi ja niiden luotettavuuden varmistamiseksi. Koko mittauskaudelle pätevä klorofyllikorjaus on vaatinut sinilevien mukaan ottamisen selittäväksi tekijäksi.



Kuva 3.37. Pyhäjärven näkösyvyyskarttoja (m) vuonna 2011. Harmaat alueet ovat maata tai rantavyöhykettä tai pilviä.

Kasviplanktonin vuositrendissä on ollut selviä eroja vuosien välillä (kuva 3.38). Vuonna 2012 pitoisuus oli korkea erityisesti syys-lokakuussa ja korkein pitoisuus mitattiin aivan lokakuun lopussa. Vuosi 2012 oli kesän ja syksyn osalta runsasasteinen ja jokien mukana tuli kasvukauden aikana ravinteita järveen. Vuodet 2010 ja 2011 olivat loppukauden suhteen samankaltaisia keskenään, mutta kesäkuussa 2010 oli selvä klorofyllimaksimi kesäkuussa. Erilaisia lauttadatan hyödyntämistapoja on esitetty taulukossa 3.24.



Kuva 3.38. Pyhäjärven mittauslautalla mitattu klorofyllipitoisuuden aikasarja (korjattu data) vuosina 2010, 2011 ja 2012. Lautta sijaitsi näinä vuosina järven eteläosassa. Keskiarvot on laskettu VPD-luokittelujaksolle, joka on rajattu katkoviivoin. Lauttamittaukset: EU REFESH hanke ja SYKE.

Taulukko 3.24. Satelliittikuvien ja automaattimittausten hyödyntäminen Pyhäjärvellä. Chl = klorofyllipitoisuus.

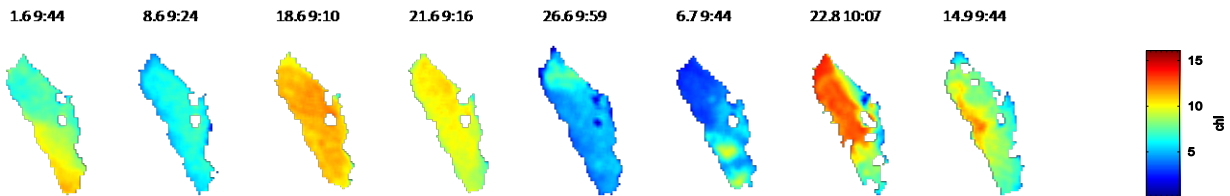
Menetelmä	Tuote	Käyttö	Vesinetti
Satelliittikuvat	Chl- ja näkösyvyyskartat (2010–2011)	Alueellinen vaihtelu (VPD-luokittelu, jokivesien leviäminen, kansalaistiedotus)	Kyllä
	Sameus ja klorofyllikartat 2009	Data-assimilaatio	Raportti
	Vesimuodostumakohtaiset aikasarjat (Chl) vuosilta 2006, 2009 ja 2011	VPD-luokittelu	Kyllä
	Vesimuodostumakohtainen pitoisuusjakauma (histogrammi, Chl) 2006	VPD-luokittelu	Ei
	Pintalämpötila	Reaaliaikainen seuranta, vuosittaisen aikasarjat	Linkki SYKEN internet-sivuille
Automaattimittaukset (Chl, sinilevät, sameus, NO <sub>3</sub> , T, sää)	Chl-keskiarvo luokitteluajanjaksolle	VPD luokittelu	Osittain
	Aikasarjat	Leväkukintojen syyt	Kyllä
	Aikasarjat	Satelliittikuvien validointi	Raportti
	Tulokset reaaliaikaisesti internet:iin	Kansalaistiedotus	Linkki SYKEN internet-sivuille
	Sameuden ja klorofyllin aikasarjat 2009	Data-assimilaatio	Raportti

## Data-assimilaatio Säskylän Pyhäjärvellä

Juhani Saastamoinen (Arbonaut Oy)

Suomen ympäristökeskus pystyy tuottamaan MERIS-satelliittikuvista vesistöjen karttaprofiileja klorofyllistä (chl) ja sameudesta (esim. Koponen ym. 2010). GISBloom-hankkeessa kehitettiin Arbonaut Oy:ssä laskentamalleja, joilla voitiin yhdistää järvellä olevan mittauslautan tiheän aikavälin aikasarja-aineisto MERIS-satelliitin kuvista tuotettuihin koko järven kattaviin karttaprofiileihin. Näin hyödynnettiin kaikki saatavilla oleva aineisto ja tuotettiin laskennallisesti uusia karttaprofiileja eri hetkille.

Profiilin tuottamiseen vaaditaan riittävän pitkä yhtenäinen kirkkaan sään jakso. Esimerkiksi klorofylliprofiileja saatiin vuoden 2009 sulalla kaudella tuotettua 8 kpl (kuva 3.39). Ympäristökeskuksen automaattinen mittauslautta mittaa tunnin välein vedestä klorofyllipitoisuutta ja sameutta sekä esimerkiksi tuulta ja ilman lämpötilaa. Klorofyllin ja sameuden ennustamista testattiin kolmella eri menetelmällä: suora Sparse Bayes -ennuste, käänteisongelma interpolaatiolla ja käänteisongelma vakautetulla regressiomallilla.



Kuva 3.39. Vuoden 2009 MERIS-satelliittiaineistosta johdetut chl-profiilit (Koponen ym. 2010).

### Ennustemenetelmien tuloksia

Ristiinvalidoinnilla saadaan arvio ennustemenetelmän virheen suuruusluokalle. Leave-one-out-ristiinvalidoinnissa kukin karttaprofiili jätetään pois yksi kerrallaan ja mitataan sitä miten hyvin muiden profiilien avulla saatava ennuste kuvaa puuttuvaa profiilia. Kolmen edellä mainitun menetelmän validointitulokset laskettiin vuoden 2009 chl- ja sameusprofiileille (taulukko 3.25).

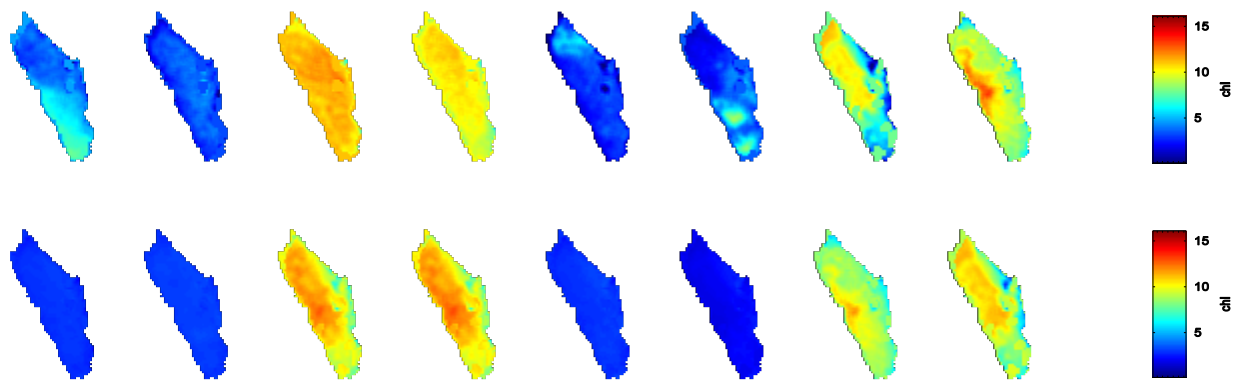
Virheen paikallistumista järven eri osiin voidaan tarkastella vertaamalla satelliittikuvista tuotettuja profiileja ja vastaavia validointiennusteita. Esimerkkinä on visualisoitu parhaan menetelmän (käänteisongelma regressiolla) validointituloksia vastaavat profiilit (kuva 3.40, satelliittikuviin on täydennetty puuttuva data ja arvoja on laboratoriomittausten mukaisesti korjattu).

Ristiinvalidoinnin lisäksi voidaan tarkastella myös paikallista ennustetta mittauslautan lähellä ennustamalla profiileja tiheästi koko aikavälille ja poimimalla mittauslautan ympäristön ennusteet aikasarjaksi. Paras menetelmä (käänteisongelma regressiolla) tuottaa tarkan paikallisen ennusteen (kuva 3.41). Muut menetelmät ennustavat tilannetta lautalla huonommin.

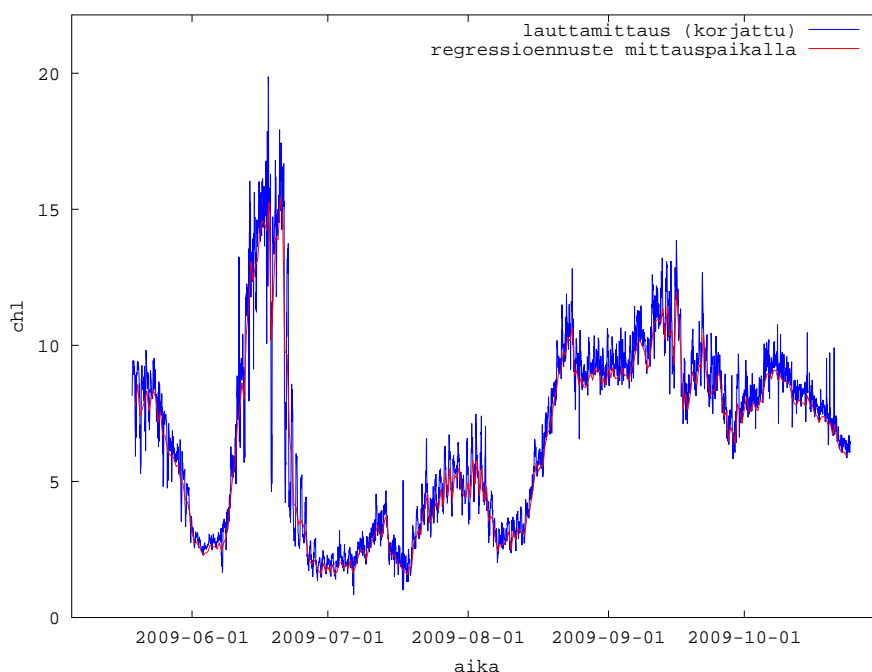
Taulukko 3.25. Ristiinvalidointivirheen keskihajonnat chl-arvolle ja sameudelle.

Menetelmä	Chl-virheen keskihajonta	Sameusvirheen keskihajonta
Suora Sparse Bayes -ennuste	1.70171	1.00935
Käänteisongelma interpolaatiolla	1.67972	0.79956
Käänteisongelma regressiolla	1.66556	0.72618





Kuva 3.40. Kalibroitimittauksilla korjattu chl-satelliittikuvasarja (yllä) ja leave-one-out-validoinnin tuottama ennuste.



Kuva 3.41. Laboratoriomittauksilla korjattu chl-aikasarja ja käänteisongelmasta vakautetulla regressiolla saatu ennuste lautalle.

### Mallien toimivuus

Kun verrataan klorofyllin ja sameuden arvojen vaihteluväliä validointitulosten antamaan virheen keskihajontaan, voidaan sanoa mallien selittävän klorofyllin ja sameuden yleistasoja koko järvessä melko hyvin. Suoran ennustemallin kohdalla ennuste on konservatiivinen eli ei seuraa huippuarvoja. Käänteisongelmaksi muotoillut ennustemallit sen sijaan seuraavat yleistasoja paremmin kuin suora malli. Mallit ovat laskennallisesti kevyitä, joten ennusteita saadaan tarvittaessa nopeasti. Jos käyttötarkoitukseen riittää saada jonkinlainen kuva esimerkiksi klorofyllin yleistasosta, nämä menetelmät ovat hyvä työkalu. Käyttökohteena voisi olla esimerkiksi veden uimakelpoisuuden selvittäminen.

## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Säskylän Pyhäjärvellä

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

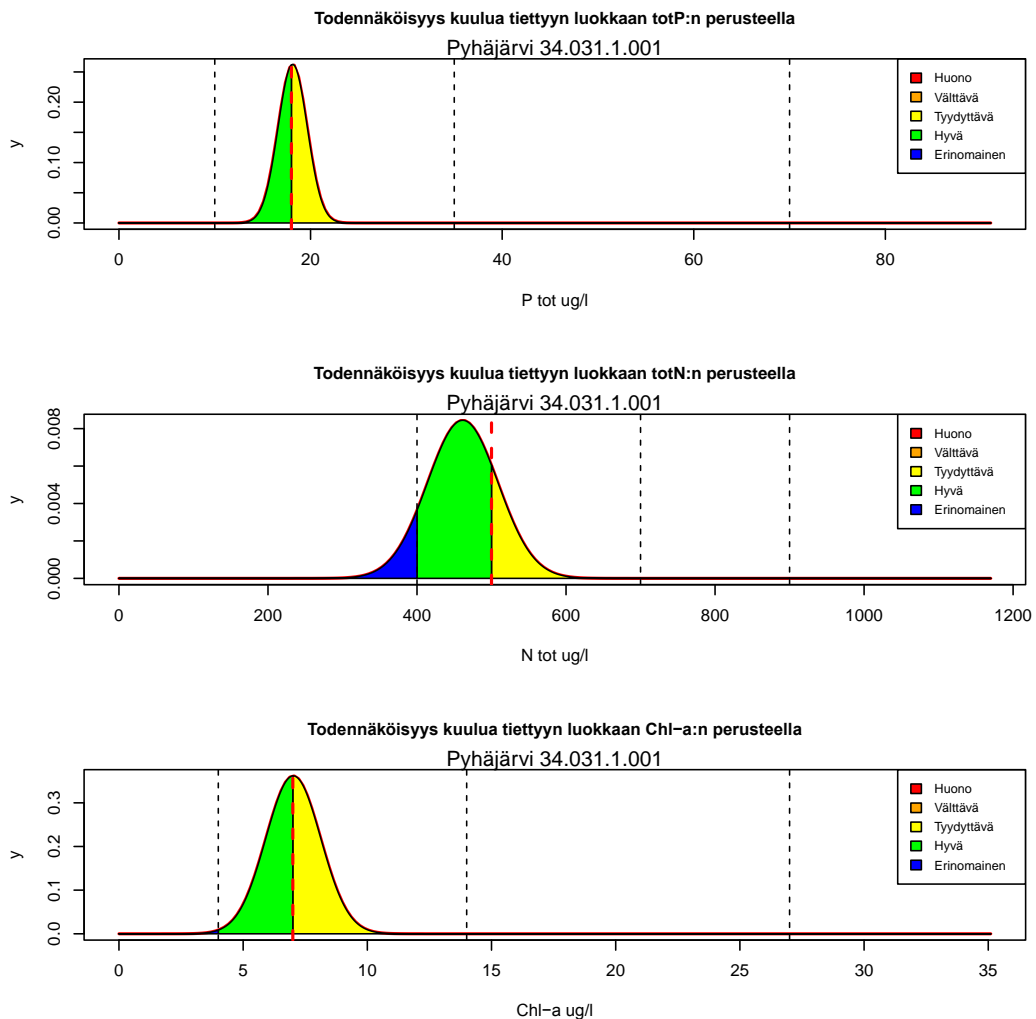
Säskylän Pyhäjärveltä on saatavilla runsaasti havaittua dataa, joten kuormituksista sekä virtaamista saatiin hyvät aikasarjat LLR:n syöttötiedoiksi. Sisäisen kuormituksen arvio,  $0.104 \text{ g/m}^2/\text{v}$ , saatiin kirjallisuudesta. Vesienhoitotyön ensimmäisellä suunnittelukierroksella Säskylän Pyhäjärven tila on arvioitu hyväksi typen ja *a*-klorofyllin osalta, mutta keskimääräinen fosforipitoisuus ylittää sallitun rajan. Vastaavat tulokset saatiin LLR-mallilla (taulukko 3.26). Lisäksi LLR:llä voidaan arvioida sitä varmuutta, jolla hyvä tila saavutetaan.

Taulukko 3.26. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyydet (%) kuulua eri luokkiin Säskylän Pyhäjärvellä.

	P tot	N tot	Chla
Huono	0	0	0
Välttävä	0	0	0
Tyydyttävä	51	20	51
Hyvä	49	70	49
Erinomainen	0	10	0

ta, mutta keskimääräinen fosforipitoisuus ylittää sallitun rajan. Vastaavat tulokset saatiin LLR-mallilla (taulukko 3.26). Lisäksi LLR:llä voidaan arvioida sitä varmuutta, jolla hyvä tila saavutetaan.

Säskylän Pyhäjärvi on LLR-mallin mukaan 51 % todennäköisyydellä keskimäärin tyydyttävässä tilassa fosforin perusteella ja keskimääräinen kokonaisfosforiennuste on  $18 \text{ ug/l}$ . Hyvä tila on saavutettu typen ja *a*-klorofyllin osalta noin 70 % varmuudella, keskimääräisten pitoisuudenusteiden ollessa  $461 \text{ ug/l}$  typelle ja  $7 \text{ ug/l}$  *a*-klorofyllille.

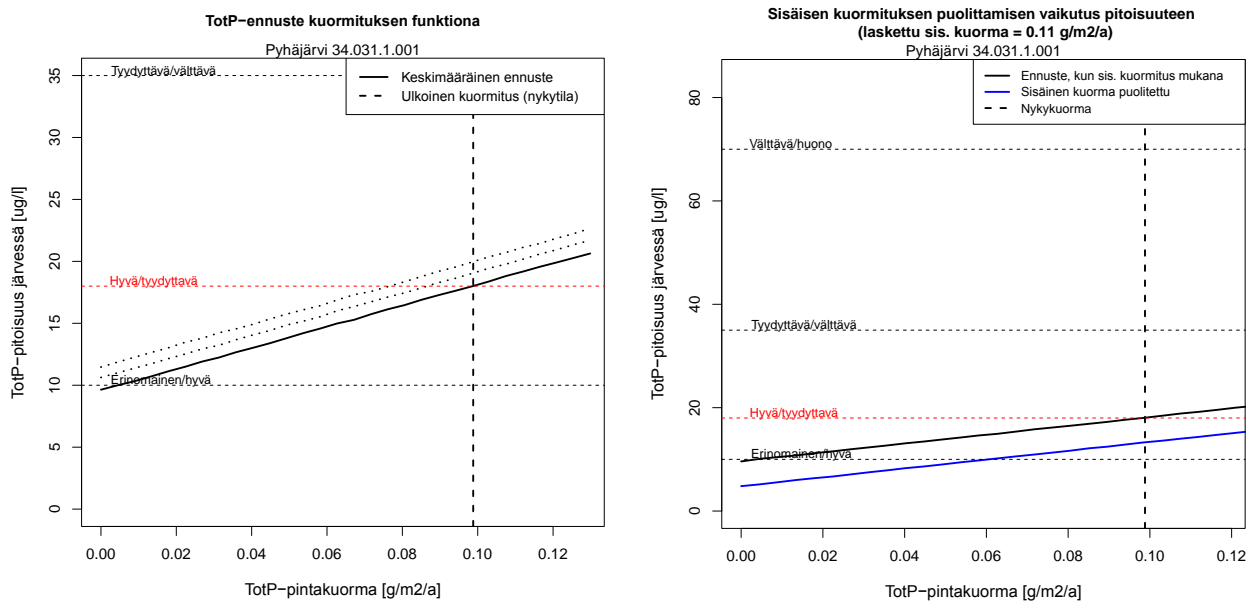


Kuva 3.42. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitetty pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.

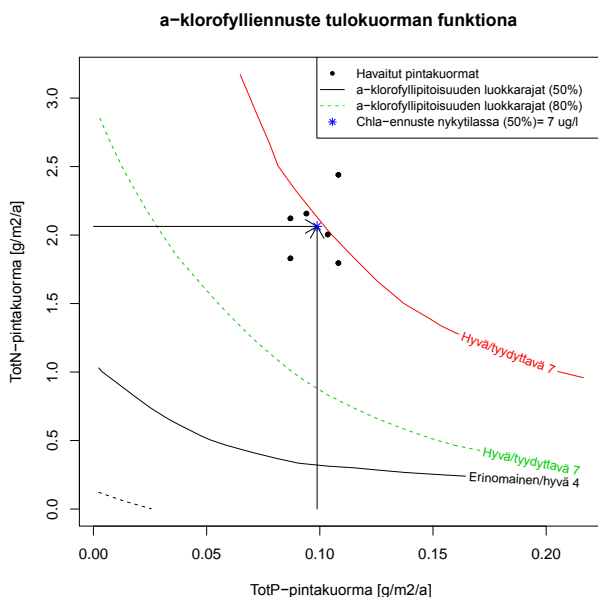
Fosforin osalta hyvä tila saavutetaan keskimäärin nykyiselläkin kuormituksella, mutta jos kuormitusvähennyksen vaikutuksesta halutaan olla varmempia, tulisi vähennyksiä tehdä. Kuvasta nähdään, että 75 % varmuudella hyvä tila saavutettaisiin, jos ulkoinen fosforikuormitus olisi noin 84 mg/m<sup>2</sup>/a. Vastaavasti 90 % varmuus saavutettaisiin, jos kuormitus olisi noin 68 mg/m<sup>2</sup>/a (kuva 3.39 vasemmalla).

LLR-työkalan arvioi sisäisen kuormituksen olevan annetuilla lähtötiedoilla samaa suuruusluokkaa kuin kirjallisuudesta saatu arvio oli. Sisäisen kuormituksen puoltaminen pienentää keskimääräistä fosforipitoisuutta nykytilasta vajaan neljänneksen ja uusi ennuste on noin 14 ug/l (kuva 3.39 oikealla).

a-klorofylli on ollut Säskylän Pyhäjärven keskimäärin hyvän ja tyydyttävän rajan molemmin puolin. Ennuste nykytilassa on noin 7 ug/l. Kuvassa 3.40 punainen viiva kertoo ne kuormitusyhdistelmät, joilla hyvä tila 50 % varmuudella saavutettaisiin. Jotta hyvä tila saavutettaisiin 80 % varmuudella, kuormitusta tulisi vähentää niin, että saavutettaisiin kuormitusyhdistelmät, jotka on kuvattu vihreällä katkoviivalla.



Kuva 3.43. Säskylän Pyhäjärven kokonaisfosforipitoisuuden ennuste ulkoisen kuormituksen funktiona eri todennäköisyyksillä (kuva vasemmalla), sekä kokonaisfosforipitoisuuden ennuste ulkoisen kuormituksen funktiona nykytilassa ja kun sisäinen kuormitus on puolitettu (kuva oikealla).



Kuva 3.44. LLR:n tuloskuva a-klorofylliennusteelle Säskylän Pyhäjärven.

## VEMALA Säskylän Pyhäjärvellä

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Säskylän Pyhäjärveen vuosina 2001–2010 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 13,0 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 9,9 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.27). Tästä 56 % arvioitiin tulleen pelloilta, 17 % muulta maa-alueelta, 9 % haja-asutuksesta, 6 % pistekuormituslähteistä ja loput 12 % laskeumana. Fosforikuormasta 74 % pidättyi Pyhäjärveen, joten Pyhäjärvestä poistuvan fosforikuorman suuruus oli arviolta 2,6 tonnia vuodessa. Eurajoen valuma-alueella fosforimalleja ei korjattu korjauskertoimilla. Vastaavasti Pyhäjärveen tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 311 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 305 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.28). Tästä 50 % arvioitiin tulleen pelloilta, 21 % muulta maa-alueelta, 2 % haja-asutuksesta, 4 % pistekuormituslähteistä ja 23 % laskeumana. Typpikuormasta 71 % pidättyi Pyhäjärveen, joten Pyhäjärvestä poistuvan typpikuorman suuruus oli arviolta 90 tonnia vuodessa.

VEMALAlla laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuva kasvu -skenaariossa fosforikuormaa kasvattaa erityisesti mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Eurajoen maataloilla fosforitaseiden ylijäämä on jo nykyisellään korkea, mikä nostaa peltojen fosforivarastoja. Lisääntyvän

Taulukko 3.27. Pyhäjärven kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-pitoisuus järvessä	Tuleva kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä	Lähtevä kok. P-kuorma	Kok. P:n pidättyminen
Nykyinen	19 µg/l	9900 kg/v	5500 kg/v	1700 kg/v	880 kg/v	560 kg/v	2600 kg/v	74 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	56 %	17 %	9 %	6 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	7	23	46	11	–51	–11	34	–3
Romahdus	–10	–5	–3	11	–51	–11	11	–6
Vihreä aalto	–10	–4	–2	11	–51	–11	12	–6

Taulukko 3.28 Pyhäjärven kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-pitoisuus järvessä	Tuleva kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä	Lähtevä kok. N-kuorma	Kok. N:n pidättyminen
Nykyinen	0,7 mg/l	305 t/v	153 t/v	64 t/v	6 t/v	13 t/v	90 t/v	71 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	50 %	21 %	2 %	4 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	–1	26	51	12	–37	–21	25	5
Romahdus	–18	–13	–27	12	–38	–21	2	–8
Vihreä aalto	–21	–17	–35	12	–38	–21	–1	–1

mineraalilannoituksen myötä peltojen maaperän fosforivarastot kasvavat vieläkin nopeammin, jolloin myös pelloilta huuhtoutuvan fosforin määrä kasvaa. Myös pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa maatalouden kokonaisfosforikuormitus laskee, kun pelto-ala pienenee 20 %. Lannoituksen vähentäminen pysäyttää peltojen fosforivarastojen kasvun, kun lannoitusmäärä on niin pieni, etteivät kasvit ota aiempaa enemmän fosforia pidentyneestä kasvukaudesta huolimatta. Lannoituksen vähentäminen pienentää myös pelloilta tulevaa typpikuormitusta ja kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

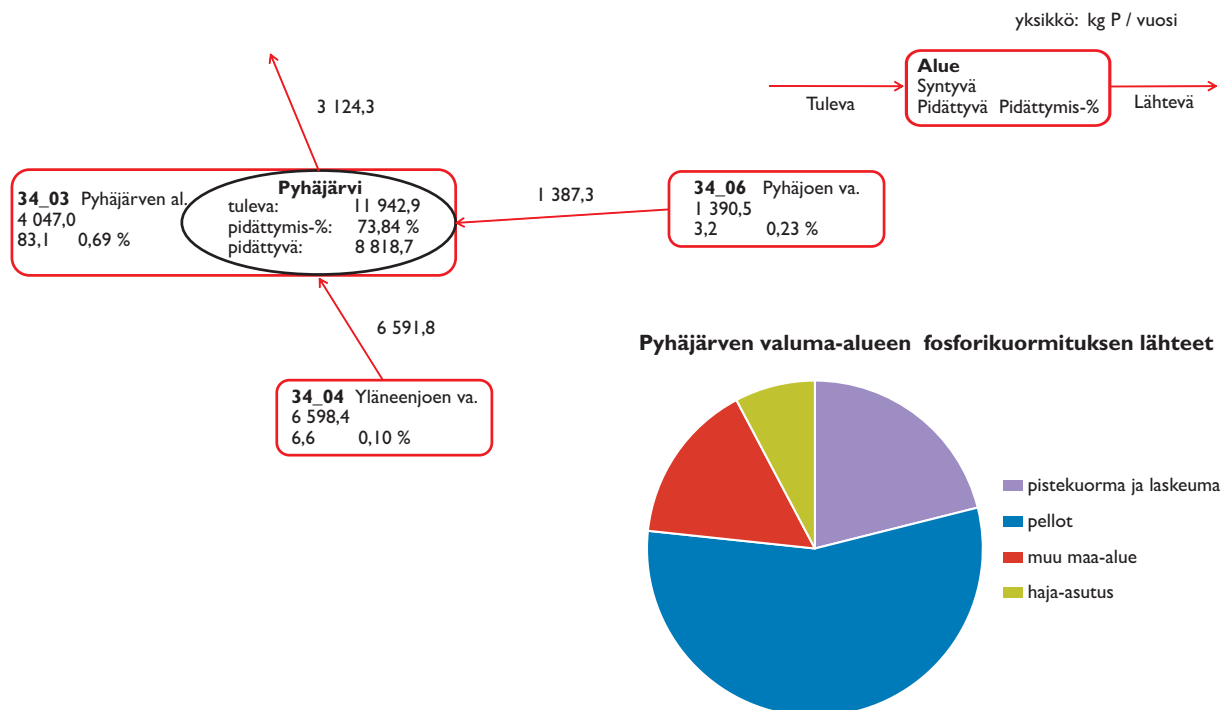
Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia, kun lannoitusta vähennetään. Romahdukseen verrattuna lannoitus on nyt riittävän suurta, jotta kasvien fosforinotto tehostuu kasvukauden pidentyessä. Peltoalan kasvu kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Sen sijaan typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, kuten Romahduksessa.

3.4.5

### VEMALAn ravinnetasekaaviot Säkylän Pyhäjärvellä

Antti Taskinen (SYKE)

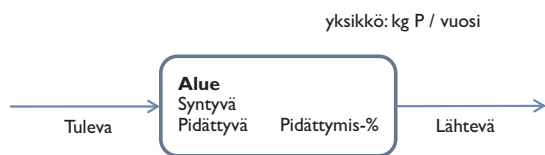
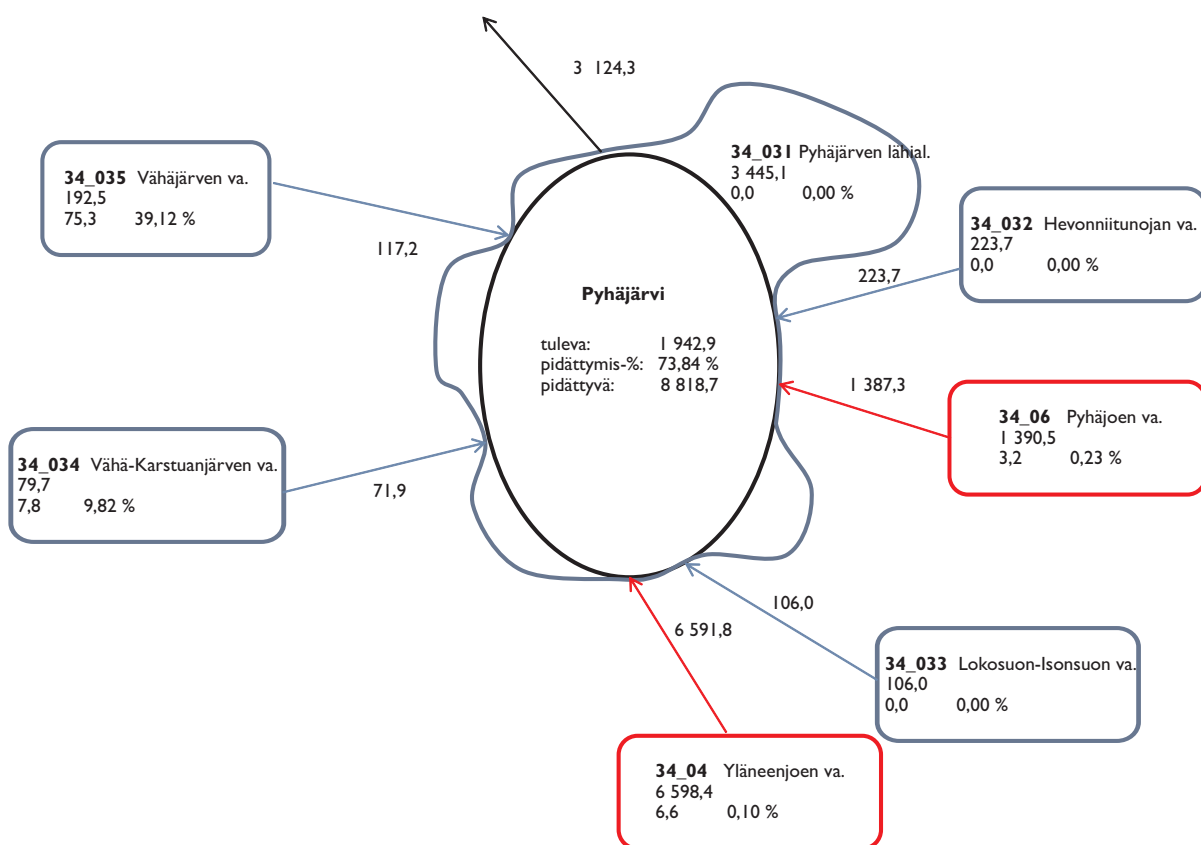
Pyhäjärven valuma-alue koostuu kolmesta toisen jakovaiheen alueesta (kuva 3.45) ja se esitetään kaavioissa kaikkien kolmannen jakovaiheen alueiden tarkkuudella. Pelot ovat koko valuma-alueen selvästi suurin kuormituslähde noin 56 %:n osuudella. Valuma-alueella syntyy keskimäärin 12 000 kg fosforikuormitusta vuodessa, josta päätyy Pyhäjärveen noin 99 % eli 11 900 kg. Tämä johtuu siitä, että valuma-alueella on hyvin vähän altaita, joissa pidättymistä voisi tapahtua. Eniten kuormitusta (6 600 kg/vuosi) syntyy alueella 34.04.



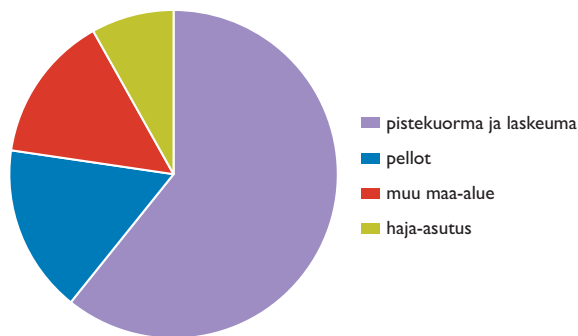
Kuva 3.45. Pyhäjärven koko valuma-alueen fosforitasekaavio.

Lähivaluma-alueella (kuva 3.46) suurin osuus fosforikuormituksesta tulee piste-kuorman ja laskeuman yhteenlasketusta määrästä (2 500 kg/vuosi), jonka osuus on 61 %. Maanviljelyn osuus siellä on toiseksi suurin (17 %). Tämä kuormitus syntyy pääosin järveä ympäröivällä alueella 34.031. Järvi pidättää fosforikuormituksesta keskimäärin 74 %.

Jos Pyhäjärven kuormitusta halutaan vähentää, toimet kannattaa keskittää järven lähivaluma-alueen 34.031 piste- ja peltokuormiin sekä alueen 34.04 peltokuormiin. Jos esimerkiksi alueen 34.041 peltokuorma saataisiin puolitettua, putoaisi Pyhäjärveen tulevan fosforin määrä 11 750 kg:aan vuodessa (nyt 11 940 kg/vuosi) ja pidättyvän fosforin määrä 8 670 kg:aan vuodessa (nyt 8 820 kg/vuosi). Järvestä lähtisi tällöin fosforia 3 070 kg vuodessa (nyt 3 120 kg/vuosi).



Valuma-alueella 34.03 syntyvän fosforikuormituksen lähteet

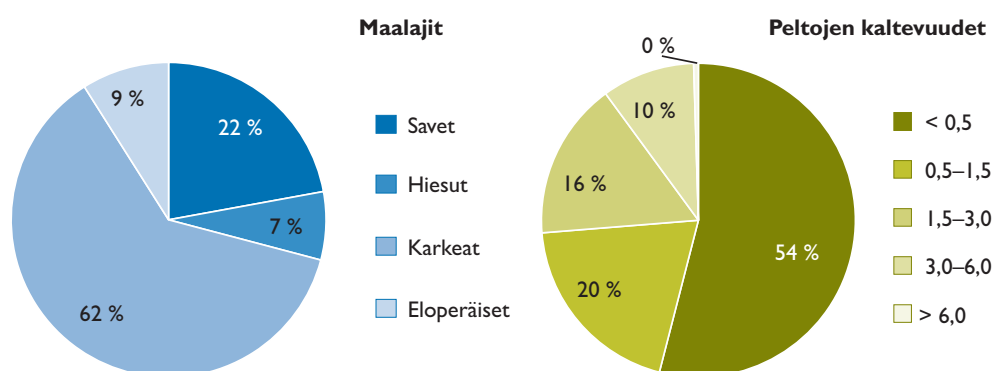


Kuva 3.46. Pyhäjärven lähivaluma-alueen fosforitasekaavio.

## VIHMA Säskylän Pyhäjärvellä

Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Pyhäjärven peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALASTA. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.47. P-luvultaan 54 % pelloista on 8–14 mg/l luokassa ja loput 46 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot Nykytilanteen mukaisista muokkausmenetelmistä yleistettiin asiantuntija-arviona MYTVAS-raportin Yläneenjoen tietojen pohjalta (Pyykkönen ja Grönroos 2004). Arvion mukaan puolet peltoalasta on syyskynnettyä alaa, 20 % on nurmia ja loput on talviaikaisesti kasvipeitteistä tai muokattu kevennetyillä muokkausmenetelmillä. Suojavyöhykkeitä on noin kymmenellä prosentilla pelloista.



Kuva 3.47. Lapuanjoen peltojen maalajit ja kaltevuudet.

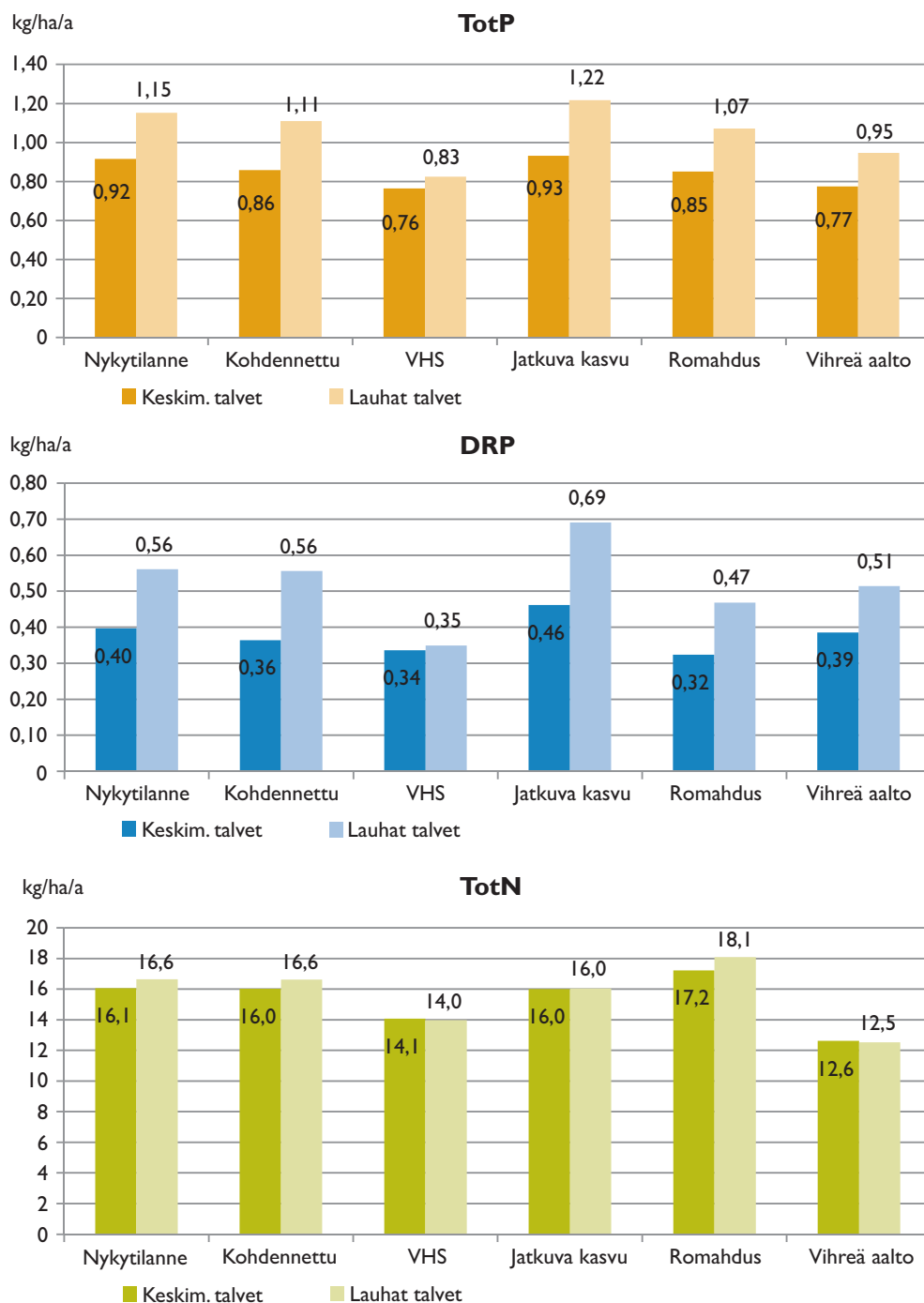
Lähtötietojen perusteella VIHMALLA laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa.

Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.48 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhuille talvityypeille.

Nykytilanteessa sekä kevennetyjen muokkausmenetelmien että kyntöjen on oletettu jakautuvan tasaisesti kaikille kaltevuuksille samassa suhteessa peltoalojen määrän kanssa. Kohdennetussa skenaariossa kyntöä on sen sijaan suosittu tasaisemmilla pelloilla ja kevennetyjä muokkausmenetelmiä kaltevammilla. Näin ollen sekä DRP että TotP kuormitukset ovat hieman tippuneet Nykytilanteesta. Tästä aiheutuva muutos on Pyhäjärvellä kuitenkin monia muita alueita vähäisempi, sillä alueella ei juuri ole todella kaltevia pelloja, joilla muutos muokkausmenetelmissä vaikuttaisi eroosioon ja partikkelifosforiin huomattavasti enemmän. Kokonaistyyppi, joka ei ole herkkä kaltevuudelle, on myös laskenut vain hieman. Myös VHS-skenaariossa näkyy tämä sama tasaisten peltojen vaikutus, kun fosforien kuormitukset ovat laskeneet vain hieman Nykytilanteesta. VHS-tilanteessa oletettu kyntöalan väheneminen ja korvautuminen talviaikaisella sängellä ja suorakylvöllä selittävät suurinta osaa kokonaistyyppien selkeästä laskusta. Suojavyöhykkeellisen peltoalan sekä kosteikkojen määrän kasvut vaikuttavat myös jonkin verran kuormituksia vähentävästi.

Jatkuvassa kasvussa kokonaisfosfori jää hieman Nykytilannetta alhaisemmaksi kuten DRP:kin. Kokonaistyyppien kuormitus on Jatkuvassa kasvussa käytännössä Nykytilanteen tasolla. Romahduksessa sekä kokonais- että liukoinen fosfori jää Nykytilannetta alhaisemmaksi, kokonaistyyppien noustessa korkeammaksi kuin missään muussa skenaariossa.

Vihreä aalto on itse asiassa vain kokonaistypen ominaiskuormituksen osalta ni-  
mensä mukainen, sillä kokonaisfosforin osalta se ylittää hieman VHS-tilanteen vas-  
taavan. DRP:n osalta jopa kolme muuta skenaariota ovat vähemmän kuormittavia.  
Ainakin osittain tähän vaikuttaa lisääntynyt peltoala joka on oletettu energiakasveille,  
joiden kuormitus on VIHMAssa sama kuin nurmilla, ja jonka ominaiskuormitukset  
ovat kaikkien paitsi DRP:n osalta muita muokkausmenetelmiä alhaisemmat. Pientä  
vaikutusta voi olla myös sillä, että Pyhäjärvellä potentiaalisten kosteikkojen yläpuo-  
lisen alan osuus koko pelto alasta on pienempi kuin muilla pilottialueilla.



Kuva 3.48. Pyhäjärven kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.



## Pohjanpitäjänlahti ja Tvärminnen merialue

*Pirkko Kauppila (SYKE)*

Tarkastelualue koostuu 40 km pitkstä, vuonomaisesta Pohjanpitäjänlahdesta ja sen edustan saaristoisesta merialueista Hankoniemen eteläpuolella läntisellä Suomenlahdella. Pohjanpitäjänlahden vesialue kattaa 83 km<sup>2</sup> (tähän tutkimukseen liittyvät osa-alueet), ja sen valuma-alue on 2 300 km<sup>2</sup> laajuinen. Lahti saa makean vetensä pääosin Mustionjoesta, jonka keskivirtaama on 19 m<sup>3</sup>/s. Ali- ja ylivirtaamien aikana joen virtaamat vaihtelevat keskimäärin 9 ja 43 m<sup>3</sup>/s välillä. Tutkimusalueen vedet ovat jääkannen alla 3–4,5 kuukautta. Jäätälven pituus vaihtelee suuresti vuodesta toiseen, mutta jäät lähtevät yleensä huhtikuun puolessa välissä tai lopussa.

Vesipuidedirektiivin mukaisessa tyypittelyssä Pohjanpitäjänlahti kuuluu sisäsaaristoon ja se voidaan jakaa erillisiin vesimuodostumiin. Sisimpänä on pääosaksi matala Pohjanpitäjänlahti (2\_Ls\_009), joka ulottuu 42 metrin syvyyteen Sällvikin syvänteiden kohdalla. Vesimuodostuma rajoittuu Raaseporin luoteispuolella 6 metriä syvään kynnykseen, joka on osa lahtialuetta ylittävää Lohjan harjua. Kaksihaarainen, pääosin harjusorasta muodostunut Dragsvikin vesimuodostuma (2\_Ls\_010) on laivaväylää lukuun ottamatta laajoilta alueiltaan vain alle 2 metriä syvää. Kaupungin länsipuolista osaa kutsutaan Stadsfjärdeniksi ja koilliseen ulottuvaa haaraa Bäsafjärdeniksi. Lahtialue syvene Källvikin kohdalla etelään päin ja muodostaa Storfjärdenin vesimuodostuman (2\_Ls\_011). Hattmakarsundin salmen kohdalla on 12–13 m syvä kynnys, mutta muuten Storfjärdenin vesimuodostuma on pääosin syvää: Skogbyn kohdalla 20 metriä, Lappohjan kohdalla 30 metriä ja Tvärminnen eläintieteellisen aseman edustalla noin 40 metriä syvää.

Ulkosaariston muodostaa Hankoniemen vesimuodostuma (2\_Lu\_020), joka on 498,5 km<sup>2</sup> laajuinen saaristoinen merialue. Altaan vedenvaihtoa avomerensä kanssa rajoittaa 50–60 m syvyydessä oleva kynnys. Avomerellä Ajaxin kohdalla on lisäksi 81 m syvä allas, jonka 50–55 metrin kynnys erottaa Itämeren keskialtaan syvistä vesistä.

Pohjanpitäjänlahti ja Hankoniemen merialueet ovat rehevöitymisherkkiä murtovesialueita mataluutensa ja rajoittuneen vedenvaihtonsa vuoksi. Itse Pohjanpitäjänlahti on kuin Itämeri pienoiskoossa, ja sen tutkimustraditio on merkittävää (Tvärminnen eläintieteellinen asema), minkä vuoksi lahti merialueineen soveltuu hyvin myös tässä hankkeessa mallitutkimuksen esimerkkikohteeksi. Pohjanpitäjänlahdella vesi on vertikaalisesti kerrostunut suurimman osan vuotta, minkä takia pohjan läheinen vesi ei pääse sekoittumaan yläpuolisten vesien kanssa. Vuonomaisen Pohjanpitäjänlahden alusveden happivarat voivat täytyä ainoastaan silloin, kun vettä virtaa Tammisaaren edustan saaristoalueelta lahden syvänteisiin. Syksyllä ja talvella sisään virtaava vesi on suolaisuuden ja kylmyyden takia raskasta, jolloin se pystyy syrjäyttämään Pohjanpitäjänlahden vanhan syväveden. Alusveden heikko happitilanne tai hapettomuus on jokavuotinen ongelma, mikä tarkoittaa sitä, että nykyinen lahteen kohdistuva kuormitus ylittää lahden sietokyvyn.

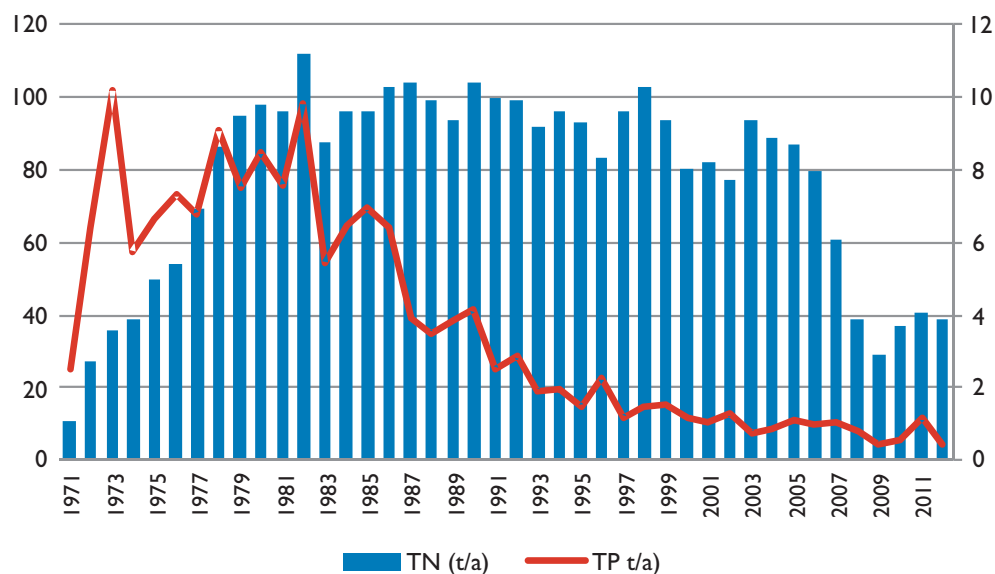
Valtaosa Pohjanpitäjänlahden ravinnekuormituksesta tulee Mustionjoesta (valuma-alue 2046 km<sup>2</sup>), jonka vedenlaatuun vaikuttavat metsistä ja soilta tuleva luonnonhuhouma, maa- ja metsätalouden sekä asutuksen ja teollisuuden kuormitus. Pienemmistä, Pohjanlahteen laskevista joista merkittävin on Fiskarssinjoki (valuma-alue 131 km<sup>2</sup>). Mustionjoen vesistöön kuuluu myös Lohjanjärvi, johon johdetaan mm. Lohjan kaupungin ja paperiteollisuuden jätevedet. Pistemäistä jätevesikuormitusta Pohjanpitäjänlahti vastaanottaa nykyisin pääosin kolmen jätevedenpuhdistamon kautta (i) Mustion jätevesipuhdistamo, joka laskee jätevetensä Mustionjokeen, (2) Karjaa-Pohjan jätevedenpuhdistamo (Gumnäs) Pohjanlahden perukassa ja (iii) Skeppholmenin jätevedenpuhdistamo Raaseporin kaupungin edustalla. Jätevesien

purkupaikkoja on myös Lappohjassa ja Tvärminnen eläintieteellisen aseman edustalla ja lisäksi lahtea kuormittaa jossain määrin myös Österbyn kaatopaikka.

Mustionjoen ravinnevirtaamat vaihtelevat suuresti vuosittain hydrologisista olosuhteista riippuen. 2000-luku on ollut yleensä kuitenkin edellisiä vuosia vähäsatteempi muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. 1980- ja 1990- luvuilla Mustionjoen fosforin ja typen virtaamat olivat keskimäärin 24 ja 604 t/v, kun taas 2000-luvulla ravinnevirtaamat olivat vastaavasti 19 ja 528 t/v.

Suoraan Pohjanlahteen jätevesipuhdistamoilta johdettu fosforikuormitus oli suurimmillaan 1970- ja 1980-luvun alussa, jolloin vuosittainen fosforikuorma oli keskimäärin 7,8 tonnia. Tehostuneen fosforin poiston ansiosta kuormitus väheni 1970-luvun huippuvuosista (10 t/v) yli 80 % 1990-luvun puoliväliin ja yli 90 % 2010-luvulle mennessä. Suurin fosforikuormituksen vähenemä on Sheppholmenin jätevesipuhdistamon ansiota. 2000-luvun aikana vuosittainen fosforikuorma on vaihdellut 0,4 ja 1,3 tonnin välillä.

Jätevesien mereen johtama pistemäinen typpikuormitus on pysynyt korkealla tasolla koko 1980- ja 1990-luvun aina 2000-luvulle, jolloin jätevesipuhdistamoilta johdettiin mereen vuosittain 80–100 tonnia typpeä. Tehostuneen typenpoiston ansiosta Sheppholmenin jätevedenpuhdistamo toi suurimman vähenemän 1990-luvulta 2006 mennessä, mutta muiden puhdistamojen samanaikaisesti tuottama typpikuormitus nousi vastaavasti vähitellen liittyjämäärän kasvaessa. Vuosien 1990–2006 aikana typpikuormitus väheni 23 %. Vasta viime vuosien aikana typpikuormitus on pudonnut tasolle 30–40 t/v, eli vähenemä vuoden 1990-luvun tasosta oli 62 %.



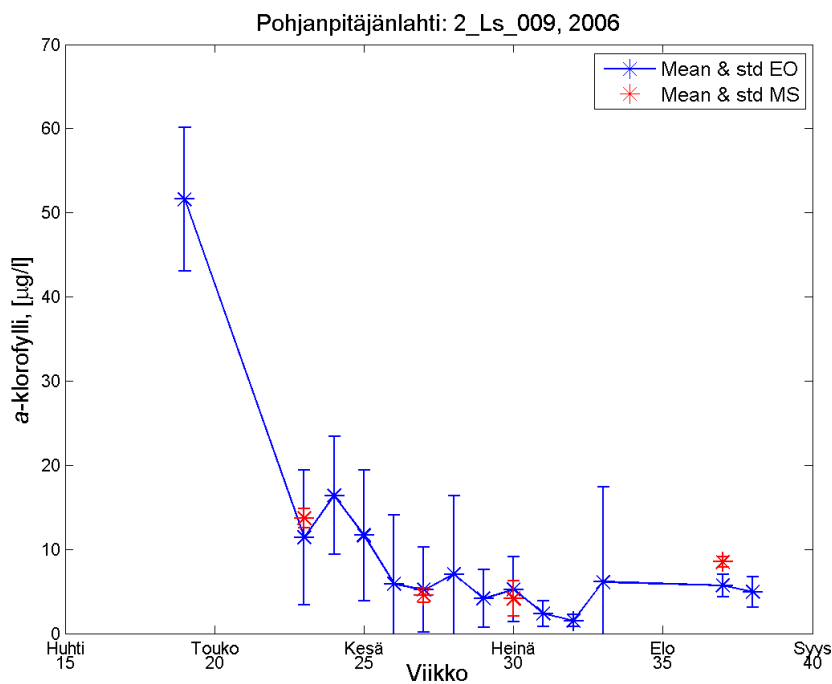
Kuva 3.49. Jätevesien aiheuttamat kokonaisravinnekuormitukset Pohjanpitäjänlahteen.

## Satelliittikuvat Tvärminnessä

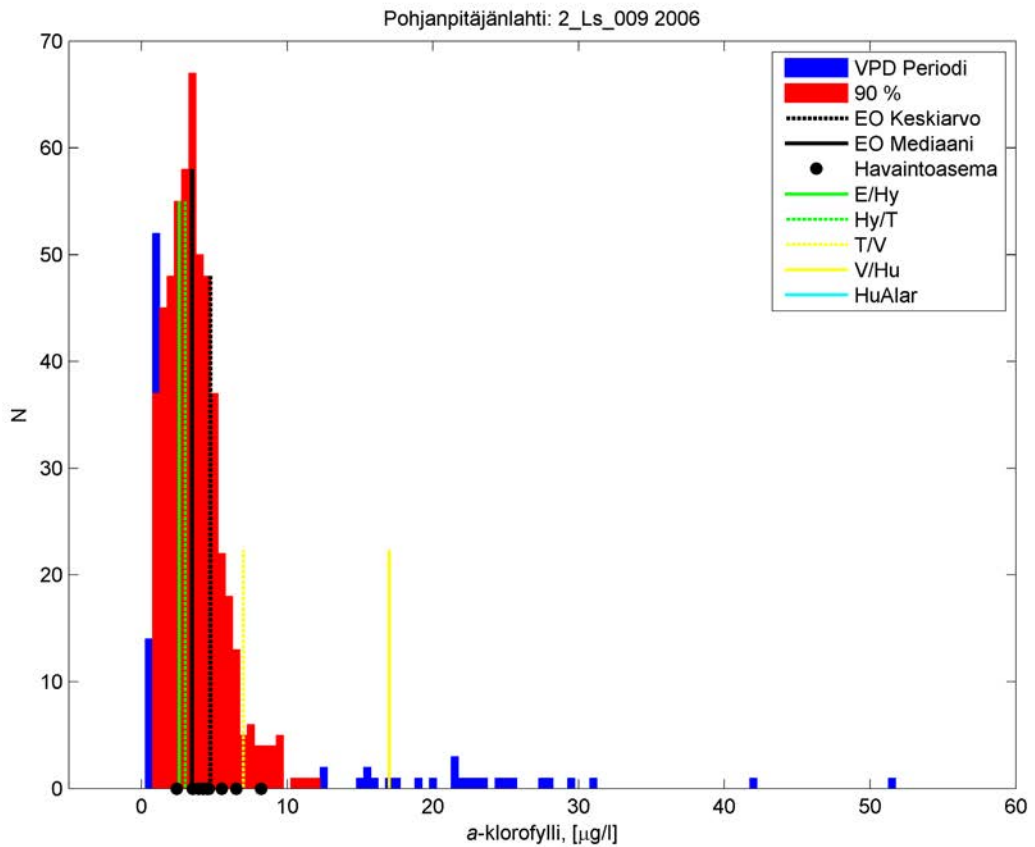
*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junttila (SYKE)*

Pohjanpitäjänlahdella ja Tvärminnen alueen merialueella keskityttiin satelliittikuvista tehtyihin tuotteisiin, sillä alueella ei ole käytössä automaattiasemaa.

SYKEN operatiivisista tuotteista laskettiin vesimuodostumakohtaiset klorofyllipitoisuuden aikasarjat vesimuodostumille. Vesimuodostumakohtaisissa tuotteissa on huomattava, että satelliittikuvista lasketut ja asemakohtaisten seurantamittausten viikkotulokset eivät välttämättä ole suoraan vertailukelpoisia, koska ne edustavat usein eri ajankohtaa ja eri kokoista aluetta vesimuodostuman sisällä (kuva 3.50). Yleisesti ottaen vastaavuus havaintoasemilta tehtyjen mittausten ja satelliittiaineiston välillä on vesimuodostumilla hyvä. Poikkeuksena ovat muutamat sisemmän alueet, jotka ovat joko matalia tai optisilta ominaisuuksiltaan poikkeavia. Kaikista luokitte-lujakson kuvista vuosien 2006–2011 osalta laskettiin myös klorofyllipitoisuuksien jakaumat (kuva 3.51) ja tilastolliset tunnusluvut (keskiarvo, keskihajonta, mediaani, minimi, maksimi, persenttiilit sekä histogrammin huippukohta). Lisäksi alueelle tehtiin näkösyvyyskarttoja. Taulukossa 3.29 on esitetty yhteenveto satelliittikuvatuot-teiden hyödyntämisestä.



Kuva 3.50. Pohjanpitäjänlahden vesimuodostuman klorofyllipitoisuuden aikasarja satelliittikuvien (EO) ja asemakohtaisten seurantamittausten (MS) perustella vuonna 2006. Tulokset on esitetty viikkokohtaisina keskiarvoina (mean) ja keskihajontoina/standardipoikkeamina (std).



Kuva 3.51. Pohjanpitäjänlahden vesimuodostuman kaikkien satelliittikuviin perustuvien klorofyllipitoisuuden jakauma VPD-periodilla (1.7.–7.9.) vuonna 2006. N = pikseleiden lukumäärä. Kuvassa on esitetty myös kaukokartoitushavainnon (EO) keskiarvo ja mediaani, seuranta-aseilla havaitut pitoisuudet (mustat täytetyt ympyrät) ja kyseisen tyypin luokkarajat (Hy/T on hyvän ja tyydyttävän luokan raja-arvo).

Taulukko 3.29. Satelliittikuvien hyödyntäminen Pohjanpitäjänlahdella ja Tvärminnen alueella. Chl = klorofyllipitoisuus.

Menetelmä	Tuote	Hyödyntäminen	Vesinetti
Satelliittikuvat	Chl-, pintaleväkukinnat, sameus (SYKEN operatiiviset kaukokartoitustuotteet)	Alueellinen vaihtelu (VPD-luokittelu, levätiedotus, jokivesien leviäminen)	Linkki SYKEN internet-sivuille
	Näkösyyvyyskartat 2010–2011	Alueellinen vaihtelu	Kyllä
	Vesimuodostumakohtaiset klorofylli-aikasarjat 2006–2011	VPD-luokittelu	2006, 2009, 2011
	Vesimuodostumakohtaiset kuvat klorofyllipitoisuuden jakaumasta (histogrammit) vuonna 2006–2011	VPD-luokittelu	2006, 2009, 2011
	Vesimuodostumakohtaiset Chl-tilastollisista tunnusluvuista mm. keskiarvo 2006–2011	VPD-luokittelu	Ei

## VEMALA Tvärminnessä

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Tvärminneen vuosina 2006–2011 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 20,4 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 19,7 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.30). Tästä 66 % arvioitiin tulleen pelloilta, 9 % muulta maa-alueelta, 9 % haja-asutuksesta, 10 % pistekuormituslähteistä ja loput 6 % laskeumana. V2-versiossa käytettiin Karjaanjoen valuma-alueella maatalouden fosforikuormitukselle korjauskerrointa 0,9. Tvärminneen vuosina 2001–2010 tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 655 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 741 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.31). Tästä 36 % arvioitiin tulleen pelloilta, 25 % muulta maa-alueelta, 3 % haja-asutuksesta, 19 % pistekuormituslähteistä ja 17 % laskeumana.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuvan kasvun skenaariossa fosforikuormaa kasvattaisi mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyisi lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romhdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä fosforin huuhtoutuminen ei juurikaan kasvaisi. Myös peltoalan pieneneminen vähentäisi fosforikuormituksen määrää. Typpikuormitus pelloilta pienenisi lannoituksen vähenemisen takia, mikä kompensoisi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

Taulukko 3.30. Tvärminnen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	19700 kg/v	13000 kg/v	1800 kg/v	1700 kg/v	1900 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	66 %	9 %	9 %	10 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	18	33	43	–38	–45
Romhdus	–1	1	57	–33	–41
Vihreä aalto	7	14	51	–35	–42

Taulukko 3.31. Tvärminnen kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	741 t/v	268 t/v	188 t/v	24 t/v	138 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	36 %	25 %	3 %	19 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	22	71	30	–28	–55
Romhdus	–12	–22	30	–28	–55
Vihreä aalto	–9	–14	30	–28	–55

Vihreä aalto -skenaariossa lannoituksen pienentäminen ehkäisisi fosforikuormituksen kasvun yhtä suureksi kuin Jatkuvan kasvun skenaariossa. Peltoalan kasvu lisäisi kuormitusta. Kuten Romahduksessa, typpikuormitus pelloilta pienenesi lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisäisi kuormitusta Romahdukseen verrattuna.

3.5.3

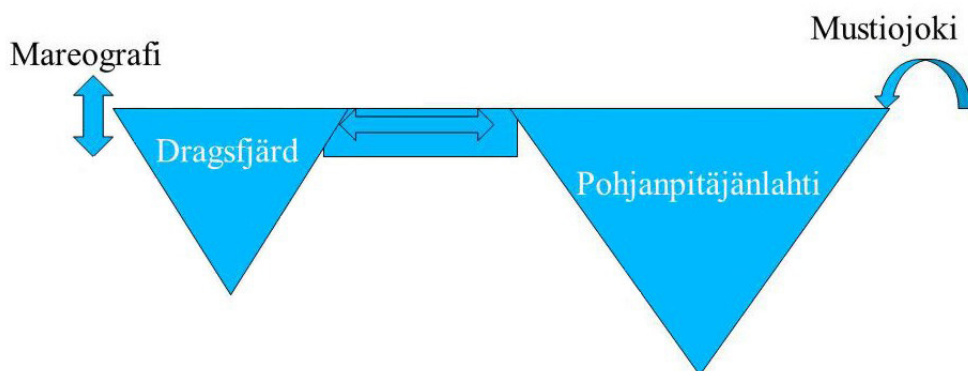
### Ekosysteemimalli rannikkoalueille

*Seppo Kaitala, Pirkko Kauppila, Harri Kuosa ja Antti Taskinen (SYKE)*

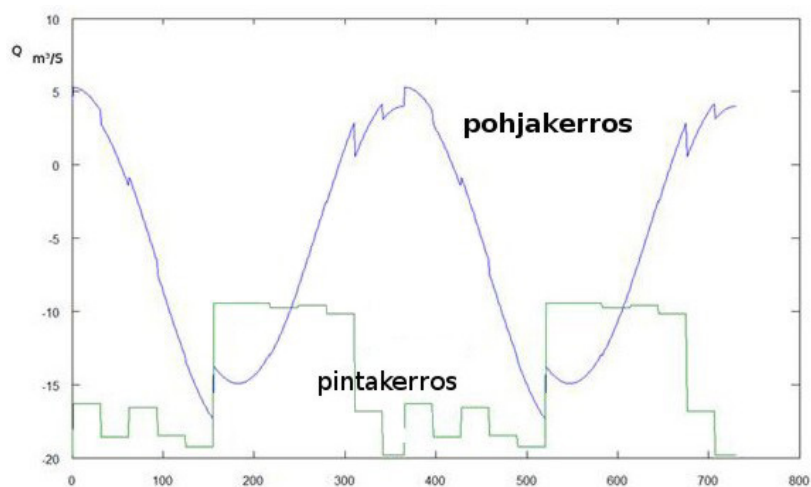
#### Pohjanpitäjän vesialueen hydrologinen ja ekologinen mallintaminen

Numeeriseen malliin syötettävät ulkoiset muuttujat ovat päivittäiset kuormitusarvot Mustionjoesta, pintaveden korkeus Hangon mareografin tiedoista ja lämpötila pitkäaikaishavaintoihin perustuvan regression avulla.

Tammisaaren salmien kautta kulkeva veden virtaus mallinnetaan ylä- ja alakerroksille erikseen vedenkorkeuden ja Mustionjoesta tulevan virtaaman mukaan (Malve ym. 2000).



Kuva 3.52. Kaavio vedenkierron pohjanpitäjänlahden vesialueella.

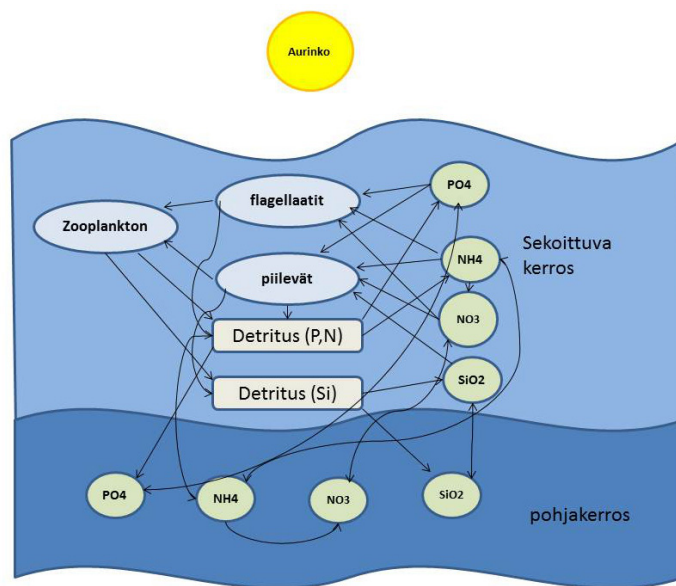


Kuva 3.53. Mallin laskema veden virtaama Tammisaaren salmien läpi ylä- ja alavedessä.

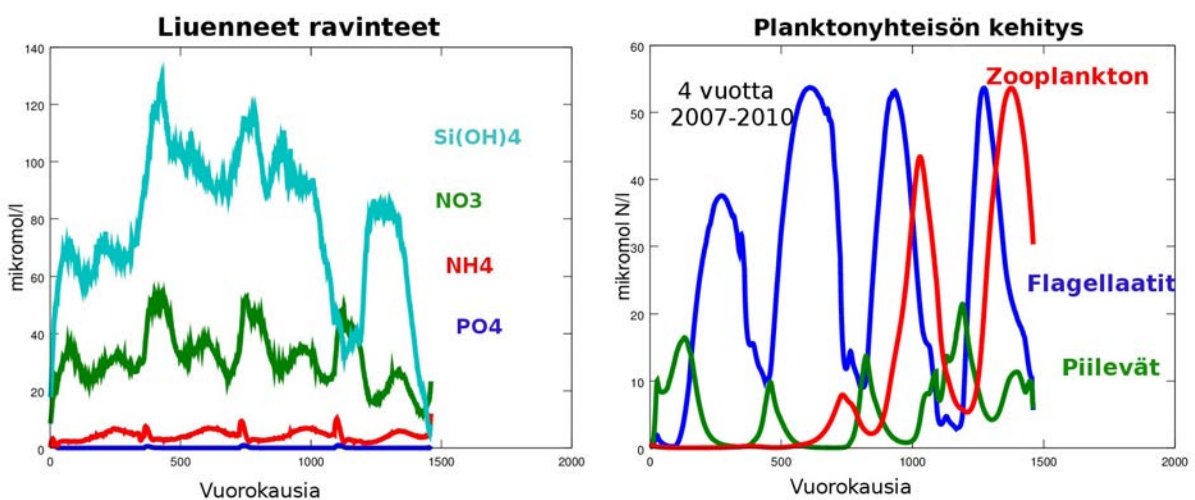
Pohjanpitäjänlahden tilavuus määritettiin paikkatieto-ohjelmiston avulla syvyysmittausten perusteella. Tilavuudeksi arvioitiin  $2,4899e+08 \text{ m}^3$ . Murtovetisessä lahdessa sen kerrostuneisuus tiheyden mukaan määrittää vesipataan ekosysteemin ja ravinnekierrojen toiminnat (Evans ja Parslow 1985). Sekoittuvan kerroksen paksuus määritettiin vertikaalisten lämpötilaprofiilien avulla

Sekoittuvan kerroksen avulla on laskettu kerroksen muutosnopeus. Sekoittuvan kerroksen paksuuden vaihtelu vaikuttaa epäsymmetrisesti ravinteisiin ja kasviplanktoniin. Sekoittuvan kerroksen syvetessä pitoisuudet laimenevat, kun taas syvyyden vähetessä pitoisuudet säilyvät samoina. Eläinplankton voi pysyä aktiivisesti sekoittuvassa kerroksessa, joten eläinplanktonin yhteydessä käytetään erilaista kerroksen muutosnopeutta kuin pitoisuuksille. Yhtälön mukaan sekoittuvan kerroksen paksuus on kesällä 5 m ja talvella 15 m.

Ohjelmalle annetaan alkuarvot ja laskettavan ajanjakson pituus. Tuloksia tarkastellaan muuttujista laadittujen kuvien avulla.



Kuva 3.54. Ekosysteemi- ja ravinnekiertomallin kaavio.



Kuva 3.55. Ravinnepitoisuuksien (vasen) ja planktoniyhteisön kehitys nelivuotisessa simulaatiossa.

Pohjanpitäjänlahden ekosysteemimalli soveltuu lahden ravinnekiertojen ja erilais-  
ten kuormitusskenaarioiden tarkasteluun. Tällöin voidaan Mustionjoen kuormitusta  
vähentää tai lisätä vaikkapa 5 %, minkä vaikutusta Pohjanpitäjänlahteen voidaan  
tarkastella useamman vuoden perspektiivillä esimerkiksi arvioimalla jätevesipuh-  
distuksen ja muun kuormituksen osuutta vedenlaadun määrittäjänä. Samoin voidaan  
tarkastella vedenvaihdon merkitystä Tammisaaren salmien kautta. Ekosysteemi-  
mallia voidaan käyttää myös vedenlaadun ja rehevöitymisen tarkastelussa. Mallilla  
voidaan tarkastella ravinteiden vaikutusta kasviplanktoniin ja määrittää rajoittavan  
ravinteen merkityksen kasviplanktonin kasvulle.

#### 3.5.4

### VIRVA Raaseporissa

*Elina Seppälä, Turo Hjerpppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

Keväällä ja kesällä 2011 toteutettiin kyselytutkimus (Laukkanen ym. 2012), jonka  
otoksena olivat Suomenlahden rannikkoalueen rantakiinteistöjen omistajat (585 va-  
paa-ajan asunnon omistajaa ja 415 vakituisen asunnon omistajaa). Kysely lähetettiin  
Virolahden ja Hangon välisiin rannikolla sijaitseviin kuntiin (14 kuntaa). Kyselyyn  
saatiin 281 vastausta ja siten vastausprosentti oli n. 37 %. Vastaajia pyydettiin ku-  
vaamaan vedenlaatua vastaajan asunnon läheisyydessä, ja kuinka se on soveltunut  
vastaajan tai hänen perheenjäsentensä virkistyskäyttöön. Lisäksi esitettiin erilaisia  
vedenlaatua kuvaavia väittämiä ja pyydettiin vastaajia kuvailemaan, kuinka hyvin  
ne vastaavat vastaajan omia näkemyksiä. Vastaajilta kysyttiin myös, ovatko he ha-  
vainneet vedenlaadun muuttuneen viime vuosina ja onko vedenlaadun mahdollisilla  
muutoksilla ollut vaikutusta vastaajan tai hänen perheenjäsentensä virkistyskäyttöön.  
Lopuksi kartoitettiin mahdollisen haitan suuruutta ja mitkä vesistön käyttöä heiken-  
tävät tekijät ovat vaikuttaneet virkistyskäyttöön kielteisesti.

Raaseporin rannikkoaluetta koskevassa VIRVA-tarkastelussa valittiin klorofylli-a  
vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi. Mittarin valintaa puoltaa se, että klorofylli-a-pi-  
toisuutta pidetään tärkeimpänä muuttujana perustuen meren biologiseen toimintaan,  
kun arvioidaan vesistön rehevöitymisen astetta tai veden yleistä käyttökelpoisuus-  
luokitusta (Suominen 2003).

Virkistyskäyttömuodot merialueen VIRVA-sovelluksissa rantakiinteistöjen käyttä-  
jille ovat uinti, kalastus, veneily ja vesimaiseman ihailu sekä rannalla oleilu. Suolainen  
merivesi sopii pesu- ja saunaveden ottoon heikosti, joten se jätettiin pois tarkastelusta.  
Muille kuin rantakiinteistöjen käyttäjille sovellettavassa VIRVA-mallissa käyttömuo-  
dot ovat samat kuin sisävesillä, eli uinti, kalastus ja veneily. Kyselytutkimuksen  
perusteella tehtiin ristiintaulukointi ja muodostettiin rannikon käyttökelpoisuutta ku-  
vaavat käyttökelpoisuuskertoimet nykytilassa (taulukko 3.32). Uinti käyttömuotona  
on herkin vedenlaadun vaihteluille ja sen käyttökelpoisuuskerroin 0,70 nykytilassa  
on alhaisin verrattuna kaikkien tarkasteltavien käyttömuotojen käyttökelpoisuus-  
kertoimiin.

Taulukko 3.32. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla  
lasketut käyttökelpoisuuskertoimet. Ekologinen tila vaihtelee Raaseporin rannikkoalueella tyydyttävästä huonoon.

Chl-a pitoisuus nykytilassa	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu
7,18 µg/l	Tyydyttävä- huono	0,70	0,80	0,89	-	0,87

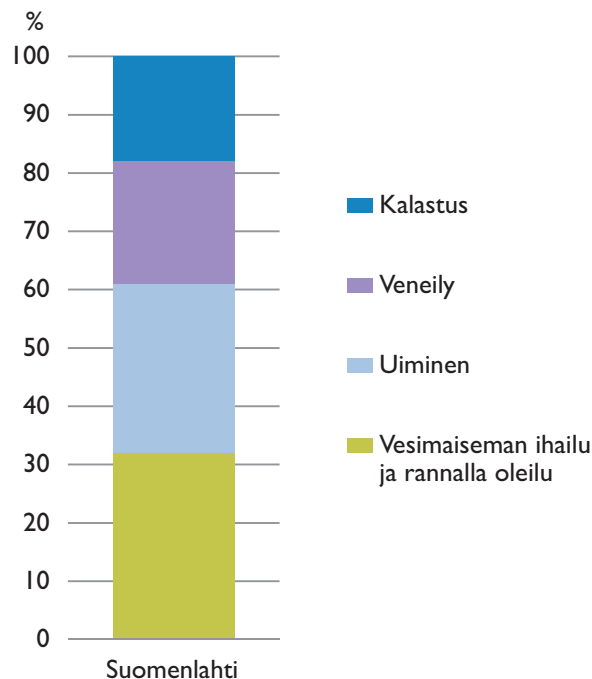


Eri käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot muodostettiin Raaseporin rannikon VIRVA-sovellukseen käyttäen kahta kyselytutkimusta, jotka ovat toteuttaneet Ahtiainen (2007) ja Laukkanen ym. (2012). Tutkimuksissa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Harrastuspäivät jakautuivat melko tasan kaikkien käyttömuotojen kesken, mutta vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu sekä uinti osoittautuivat tärkeimmiksi (kuva 3.56).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostetun summa-arvofunktion avulla lasketun VIRVA-mallinnuksen perusteella koko Raaseporin alueen kaikkien rantaan rajoittuvien kiinteistöjen rahamääräinen virkistysarvo nykytilassa on hieman yli 36 milj. euroa vuodessa. Mikäli rannikon tilassa saavutettaisiin hyvä ekologinen tila, kasvaisi kiinteistöjen rahamääräinen virkistysarvo noin 6,1 milj. euroa vuodessa. Mikäli taas saavutettaisiin paras mahdollinen tila, jossa yleinen käyttökelpoisuusluokitus on erinomainen ja esimerkiksi levähaittoja ei esiintyisi ollenkaan, olisi rahamääräinen virkistysarvon kasvu jo noin 8,3 milj. euroa vuodessa.

Rannikolla on runsaasti ranta-asutusta, johon on sidottu suuria pääomia ja tämä taas johtaa ranta-asutuksen suurempaan virkistyskäyttöarvoon verrattuna muualta tuleviin virkistyjiin. Muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistysarvo nykytilassa on kuitenkin noin 3 milj. euroa vuodessa ja mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila, kasvaisi muiden käyttäjien virkistysarvo lähes 0,5 milj. euroa vuodessa. Suurin rahamääräinen virkistysarvo muille kuin rantakiinteistöjen omistajille syntyy kalastuksesta. Siirryttäessä parempaan tilaan tapahtuisi kuitenkin suurin prosentuaalinen rahamääräinen virkistysarvon kasvu uinnin osalta.

Raaseporin rannikkoalueen VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan. Lisäksi Monte Carlo -simuloinnilla on muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit. Raportissa mallia on myös laajennettu koko Suomenlahden Suomen puoleiselle alueelle.



Kuva 3.56. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Suomenlahden rannikkoalueella.

Taulukko 3.33. Rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila (Chl-a 3,7 µg/l) tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen (Chl-a 2 µg/l) mukainen tila.

	Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Kiinteistöt	36 340 000 €/v	6 110 000 €/v	8 300 000 €/v
Muut	3 090 000 €/v	475 000 €/v	750 000 €/v
Yhteensä	39 430 000 €/v	6 600 000 €/v	9 000 000 €/v

## Vanajavesi

*Suvi Mäkelä, Sanni Manninen-Johansen (Vanajavesikeskus-hanke)*

Vanajaveden alue koostuu laajasta valuma-alueesta Kokemäenjoen vesistöalueen latvaosissa. Vanajanselkä on alueen alimmainen suuri keskusallas, joka kerää vetensä pääosin Vanajan reitin valuma-alueelta (35.8, n. 3 000 km<sup>2</sup>) sekä Valkeakosken kautta purkavan Längelmäveden-Hauhon reitin alueelta (35.7, n. 4 500 km<sup>2</sup>). Järviä ja lampia koko valuma-alueella on n. 1 400 kpl, joista Vanajan reitillä n. 370 kpl.

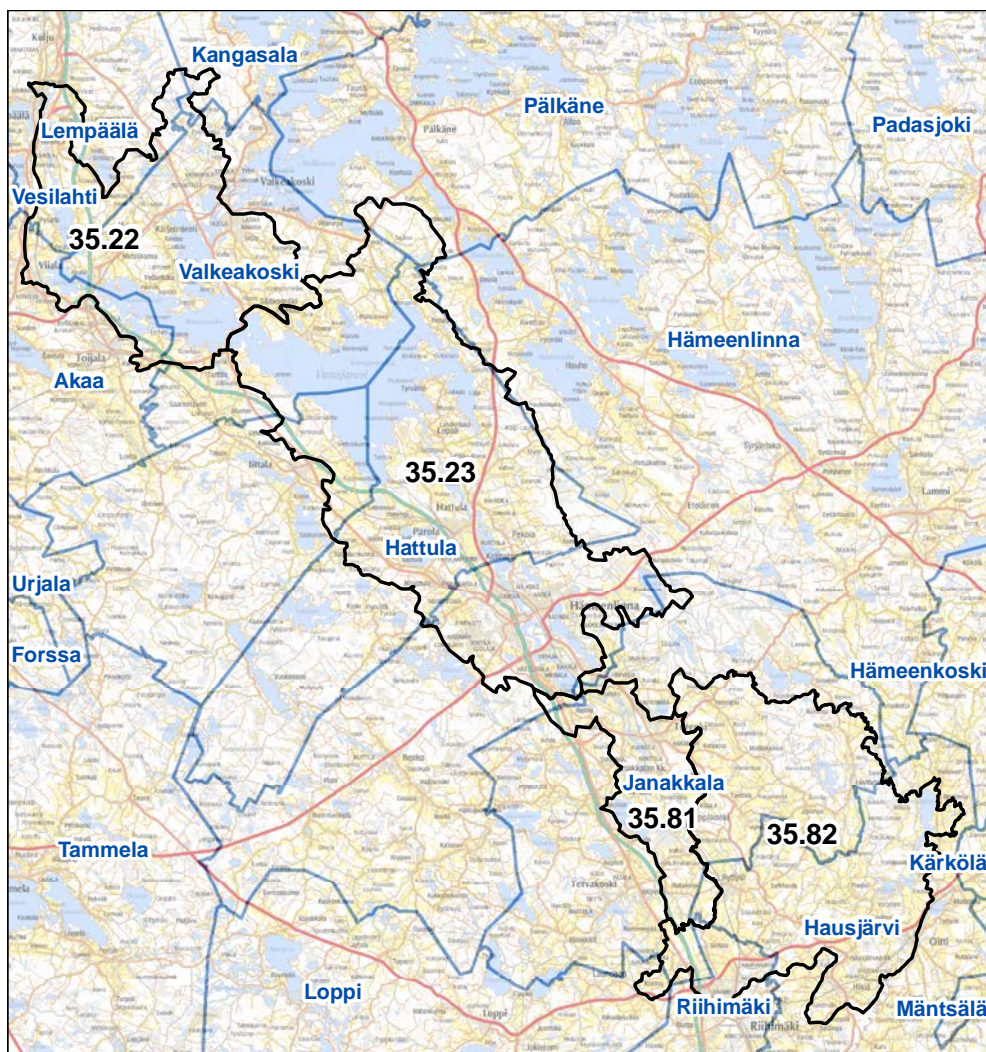
Vanajan reitin alueella kaikki latvareittien vedet kerää Kernaalanjärvi Janakkalan kunnan alueella. Latvaosien vedet tulevat Kernaalanjärveen viittä reittiä pitkin, jotka ovat lännestä itään lueteltuna Takajärven-Alajärven, Renkajärven-Haapajärven, Kaartjoen-Haapajärven, Loppijärven-Alasjärven ja Pääjärven-Mommilanjärven-Puujoen reitit. Kernaalanjärvessä yhdistyttyään eri latvareittien vedet jatkavat Hiidenjoen kautta Vanajan kapeikkoon, jota kutsutaan myös Miemalanselkä-Lepaanvirta – nimellä. Lepaanvirran kapeikon jälkeen aukeaa Vanajanselän ulappa.

Vesistöreitit eroavat valuma-alueensa maankäytön, luonnonolosuhteiden ja veden laadun suhteen merkittävästi toisistaan. Näin ollen myös osavaluma-alueiden vesistöihin tuoma ravinne- ja kiintoainekuormitus vaihtelee alueellisesti suuresti. Veden laatu vaihtuu latvajärvistä alaspäin tultaessa vähä- tai keskiravinteisista kohti lievästi reheviä tai runsasravinteisia vesiä. Latvavesien humusleima vaihtuu jokiosuuksilla savi/silttiaineksen samennukseksi. Vanajan reitin vesien suurin yksittäinen ravinnekuormitusreitti kulkee Pääjärvestä lähtevän Teuronjoen-Mommilanjärven-Puujoen-Hiidenjoen kautta.

Hajakuormitus on nykyään merkittävin ravinnekuormituksen lähde. Koko valuma-alueen peltoprosentti on noin 20 %, mutta viljelymaan osuus vaihtelee eri osa-valuma-alueilla. Lisäksi alueella on merkittävä määrä rannan lähellä sijaitsevaa



Kuva Suvi Mäkelä



Kuva 3.57. Vanajaveden pilottialue.

vapaa-ajan asutusta. Metsät ovat lähes kokonaan normaalissa talousmetsäkäytössä, vain Lammilla Evon alueella on laajempi virkistys- ja opetuskäyttöön jätetty metsä-alue. Turvepohjaiset suometsät on lähes kokonaan ojitettu 1960–70-luvuilla. Turvetuotantoa alueella ei ole runsaasti, mutta muutama merkittävä turvetuotantokohde sijaitsee vesistöreitit välittömässä läheisyydessä.

Kernaalanjärvessä vesi on jo selvästi runsasravinteista ja savisameaa. Vanajaveden kapeikossa (Miemalanselkä-Lepaanvirta) veden viipymäaika on hyvin lyhyt ja veden laatu vaihtelee vuodenaikaisesti ja vuosien virtaamatilanteiden mukaan varsin paljon. Lisäksi vesistöreitit jokiosuuksien syvännealueilla sekä laajemmilla, järvimäisillä osuuksilla, on havaittu melko säännöllisiä kerrostumiskausien aikaisia alusveden hapettomuustilanteita sekä niistä aiheutuvaa sisäistä ravinnekuormitusta.

Vesistöalueella sijaitsee kaksi suurempaa kaupunkia, Hämeenlinna ja Riihimäki, joista jälkimmäisen maapinta-alasta noin puolet kuuluu Vanajaveden valuma-alueeseen, loput Vantaanjoen valuma-alueeseen. Riihimäen jätevedenpuhdistamon puhdistetut jätevedet lasketaan Vantaanjokeen, eivätkä siten tuota pistekuormitusta Vanajaveden reitille. Muita suurempia asutuskeskittymiä ovat Janakkalan Turenki ja Tervakoski, Hattulan Parola, Hausjärven Oitti, Kärkölän Järvelä, Hämeenkoski, Lopen kirkonkylä sekä Hämeenlinnan Renko. Hämeenlinnan seudun jätevesien käsittely on keskitetty hyvin suurelta osin Hämeenlinnan Paroisten jätevedenpuhdistamolle, seuraavaksi merkittävin puhdistamo on Janakkalan Hiidenjokeen purkava puhdistamo.

mo. Alueella toimiva teollisuus ei enää ole merkittävä pistekuormittaja, mutta ajalta ennen nykyaikaista jätevedenpuhdistusta on Vanajaveden alueen järviin päätynyt haitallisia aineita erilaisista teollisuusprosesseista. Näitä myrkyllisiä ja haitallisia aineita löytyy edelleen järvisedimenteistä, mutta niiden esiintymisestä ja määrästä on liian vähän tietoa.

Vanajaveden pinnankorkeuksia on säännöstelty vuodesta 1962 lähtien Lempään Kuokkalankosken säännöstelypadolla. Säännöstely on vähentänyt luontaista vedenpinnan korkeuden vaihtelua jopa noin metrillä, leikaten erityisesti pahimmat kevättulvahuiput pois. Säännöstelyn virkistyskäyttöä haittaavana seurauksena on kuitenkin havaittu matalien ranta-alueiden vähittäistä kasvittumista sekä umpeenkasvua. Edelleenkin alueella on tulvaherkkiä alueita joissa erityisen sateisten kesien aikana on vakavia tulvimisongelmia. Tulva-alueista merkittävien on Puujoen rannat joen alajuoksulla.

Valuma-alueella on lisäksi lukuisia pienempiä yksittäisten järvien patoja, jotka on valtaosin rakennettu säännöstely- ja joissain tapauksissa myllyjen tai sähkövoimalaitosten tarpeisiin. Nykyisin nämä padot aiheuttavat kalakannoille nousuesteen vesistön eri osien välille, minkä lisäksi ne ovat valtaosin hankalia ylläpitää ja vaativat kunnostustoimia.

Alueen vesistöjen virkistyskäyttö on varsin monipuolista ja runsasta, johtuen alueella asuvien ihmisten varsin suuresta määrästä (valuma-alueella sijaitsevilla kunnissa yhteensä n. 170 000 as.) sekä vapaa-ajan kiinteistöjen/mökkien runsaudesta. Pääkaupunkiseudun läheisyyden takia alueen rannat ovat olleet suosittuja mökki-kohteita jo pitkän aikaa. Vapaita rantatontteja ei enää alueelta juuri löydy. Vesistöjä käytetään myös aktiivisesti kalastukseen, veneilyyn ja muuhun vapaa-ajan viettoon. Lisäksi ne nähdään suurena houkutuselämäntekijänä mm. matkailun ja muun imagonrakentamisen kannalta.

Pitkän ihmistoiminnan historian ja alueen rehevän maaperän takia vesistöissä havaitaan selviä veden laatuun ja muuhun käytettävyyteen liittyviä haittoja, jotka johtuvat pääosin liiallisesta ravinnekuormituksesta sekä osin historiassa tapahtuneiden järvien laskujen sekä säännöstelyn haitoista. Eri järvissä haitat ilmenevät eri tavoin, mutta yleisiä ovat sinilevien massaesiintymiin ja liialliseen vesikasvillisuuteen liittyvät havainnot. Paikoitellen ja ajoittain ihmisten kokemat haitat vähentävät tai estävät vesistöjen virkistyskäyttöä tai niiden nähdään laskevan rantakiinteistöjen arvoa.

Alueen suurten järvien tilassa on yleisesti ottaen tapahtunut selvää parantumista sitten 1970–80-lukujen, vaikka jokien ja pienempien järvien tila on hitaasti heikentynyt. Muutamassa järvestä on havaittu nopeaa tilan heikkenemistä, mikä saattaa johtua mm. sisäisen ravinnekuormituksen aiheuttamasta muutoksesta ekosysteemissä.

Vanajaveden valuma-alueen vesistöjen tilan selvittämistä, hoitoa ja tilan parantamista on tehty laajassa yhteistyössä eri tahojen toimesta. Vesienhoitosuunnitelmissa eri järville ja joille on esitetty toimenpidevalikoimia, jotka tähtäävät ennen kaikkea liiallisen rehevöitymisen hidastamiseen ja vähentämiseen. Arviot järvien luokitellun tilan kohenemisen aikataulusta vaihtelevat eri vesistöissä, pääosin niin, että suurten hyvää huonommassa tilassa olevien järvien odotetaan nousevat hyvään tilaan aikaisintaan joko 2017 tai 2021. Tilatavoitteet ja kuormitusvähennystarve ovat nykytilaan nähden kuitenkin usein varsin kaukana toisistaan. Vesistöjen kunnostustoiminta on aktivoitunut viime vuosien aikana selvästi, ja sitä on kehitetty uuden toimintamallin, vuonna 2010 perustetun Vanajavesikeskuksen, kautta. Alueella on myös meneillään hankkeita, joissa pyritään aktivoimaan viljelijöitä ympäristökuormitusta vähentävään viljelyyn sekä annettu kiinteistönomistajille haja-asutuksen jätevesien käsittelyyn liittyvää neuvontaa. Lisäksi alueella tehdään aktiivista vesien tilaan, hoitoon ja ympäristökasvatukseen liittyvää tiedotus- ja viestintätöitä. GisBloom-hankkeessa Vanajaveden pilottialueelle on saatu hyvää ja käyttökelpoista aineistoa ja tukea suunnittelun, tiedottamisen, käytännön kunnostustoiminnan sekä päätöksenteon pohjaksi.

## Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Vanajavedellä

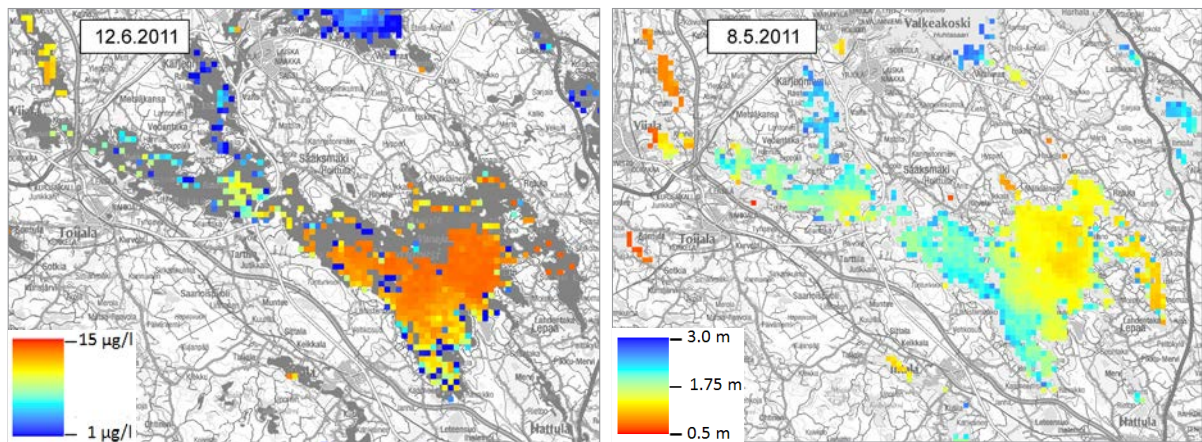
*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junntila (SYKE)*

Satelliittikuvista tehtiin Vanajaveden pilottialueelle klorofylli- ja näkösyvyyskarttoja vuosille 2010 ja 2011. Suurena järvenä Vanajavesi soveltuu hyvin kartoitettavaksi MERIS satelliittikuvien avulla (300 m x 300 m alueellinen erotuskyky). Kuvissa näkyy selvästi vedenlaadun vaihtelu Vanajaveden pilottialueen eri osissa: lännessä klorofyllipitoisuudet ovat alhaisempia ja näkösyvyys korkeampi kuin idässä (Kuva 3.58). Järven itäosassa (Vanajanselkä) ja pohjoisessa on rehevämpää kuin etelässä. Klorofyllikuvassa näkyy lähellä rantoja yksittäisiä hyvin alhaisen pitoisuuden pikseleitä, jotka ovat aliarvioita. Käytetty satelliittikuvien tulkintamenetelmä aliarvioi suuria klorofyllipitoisuuksia (> 15 µg/l), eikä klorofyllikuvia ole tehty niille jaksoille, joilla pitoisuus on ollut mittauslautan perusteella yli raja-arvon. Korkeiden pitoisuuksien arviointiin soveltuu paremmin FUB-prosessori, joka on myös SYKEssä käytössä ja jolla on tehty vesimuodostumakohtaiset aikasarjat. Näkösyvyyden arvioinnissa ei ole samanlaista rajoitusta.

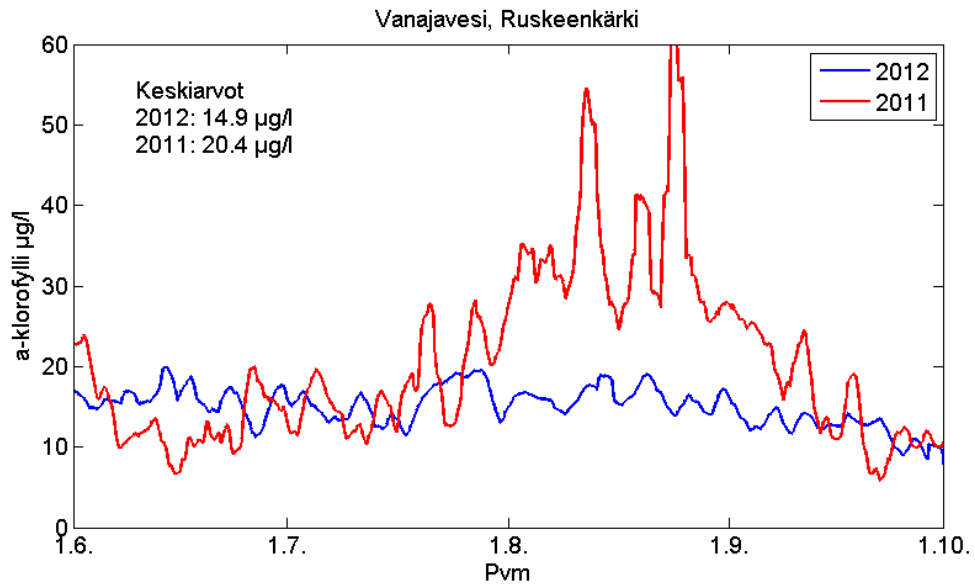
Ruskeenkärjen jatkuvatoimisella mittauslautalla mitattiin *a*-klorofyllin ja fykosyaniinin (sinileväpigmentti) fluoresenssia. Klorofyllille tehtiin vuosille 2011 ja 2012 korjaukset, joilla mittausten ns. raakatulokset pyrittiin saamaan vastaamaan mahdollisimman hyvin vesinäytteistä mitattuja pitoisuuksia. Korjauksiin käytettiin lautalla tehtyjä kontrollimittauksia, joita oli käytettävissä kahdelta ajankohdalta vuonna 2011 ja kahdeksalta ajankohdalta vuonna 2012. Tästä syystä vuonna 2011 korjatut tulokset ovat epävarmempia kuin vuonna 2012.

Tuloksista näkyy hyvin klorofyllin vaihtelu lyhyelläkin aikavälillä (kuva 3.59). Vuosien 2011 ja 2012 klorofyllipitoisuuden aikasarjat erosivat huomattavasti toisistaan. Vuonna 2011 (lämmen kesä) oli elokuussa hyvin korkeita pitoisuuksia, kun 2012 (viileä sää) pitoisuus pysyi melko vakiona noin 10 ja 20 µg/l:n tasolla. Vesipolitiikan puitteiden mukaisessa ekologisessa luokittelussa jatkuvat mittaukset ovat hyödyllisiä, koska niillä saadaan luotettava kuva koko kauden pitoisuuksista. Vanajaveden pilottialueella ekologisten luokittelun laskentakauden keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli selvästi alempi vuonna 2012 kuin vuonna 2011 (kuva 3.59).

Taulukossa 3.34 on esitetty yhteenveto menetelmien hyödyntämisestä.



Kuva 3.58. Vanajaveden pilottialueen klorofyllipitoisuuskartta 12.6.2011 (vasemmalla) ja näkösyvyyskartta 8.5.2011 (oikealla). © Karttakeskus Oy, Lupa L4659.



Kuva 3.59. Klorofyllipitoisuus Ruskeenkärjen mittauslautalla vuosina 2011 ja 2012. Keskiarvot on laskettu VPD:n ekologisen luokittelun laskentakaudelle (1.6.–30.9.) Lauttamittaukset: Helsingin yliopisto.

Taulukko 3.34. Satelliittikuvien ja automaattimittausten hyödyntäminen Vanajavedellä. Chl = klorofyllipitoisuus.

Menetelmä	Tuote	Käyttö	Vesinetti
Satelliittikuvat	Näkösyyvyyskartat (ja rajoitetusti Chl-kartat) (2010–2011)	Alueellinen vaihtelu (vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutus, kansalaistiedotus)	Kyllä
	Vesimuodostumakohtaiset aikasarjat (Chl) 2006, 2009 ja 2011	VPD-luokittelu	Kyllä
Automaattimittaukset (Chl, sinilevät) 2011 ja 2012	Chl-keskiarvo luokitteluajanjaksolle	VPD-luokittelu	Osittain
	Aikasarjat	Satelliittikuvien validointi	Raportti

### 3.6.2

## Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Vanajavedellä

*Elina Jaakkola, Petri Ekholm, Saara Hirvonen, Sirkka Tattari ja Jari Koskiaho (SYKE)*

Ominaiskuormitusmalli muodostettiin koko Suomen kattavan aineiston pohjalta (ns. GisBloom-alueet, 70 kpl). Sovellettaessa mallia yksittäisille valuma-alueille on tärkeää tietää, poikkeavatko kyseisen valuma-alueen ominaisuudet merkittävästi mallin muodostamiseen käytettyjen alueiden keskimääräisistä ominaisuuksista. Vanajaveden pilottialueella pistekuormitus oli huomattavan suuri fosforikuormituksen ollessa 7,5 kg/km<sup>2</sup> (maapinta-ala) ja typpikuormitus 279,9 kg/km<sup>2</sup> suurempi kuin GisBloom-alueiden keskiarvo. Toisaalta myös peltoprosentti oli 12,4 prosenttiyksikköä ja järvisyys noin 8,2 prosenttiyksikköä GisBloom-alueiden keskiarvoa suurempi. Avosoita ja luonnonkosteikkoja Vanajavedellä oli sen sijaan selvästi vähemmän kuin kaikilla tutkituilla valuma-alueilla keskimäärin (taulukko 3.35).

Vanajaveden pilottialueen valuma-alueen kaltevimmat pellot sijaitsevat alueen pohjoisosissa (kuva 3.60). Yli 6 %:n kaltevuuksia oli koko alueen pelloista vain 1,6 %.

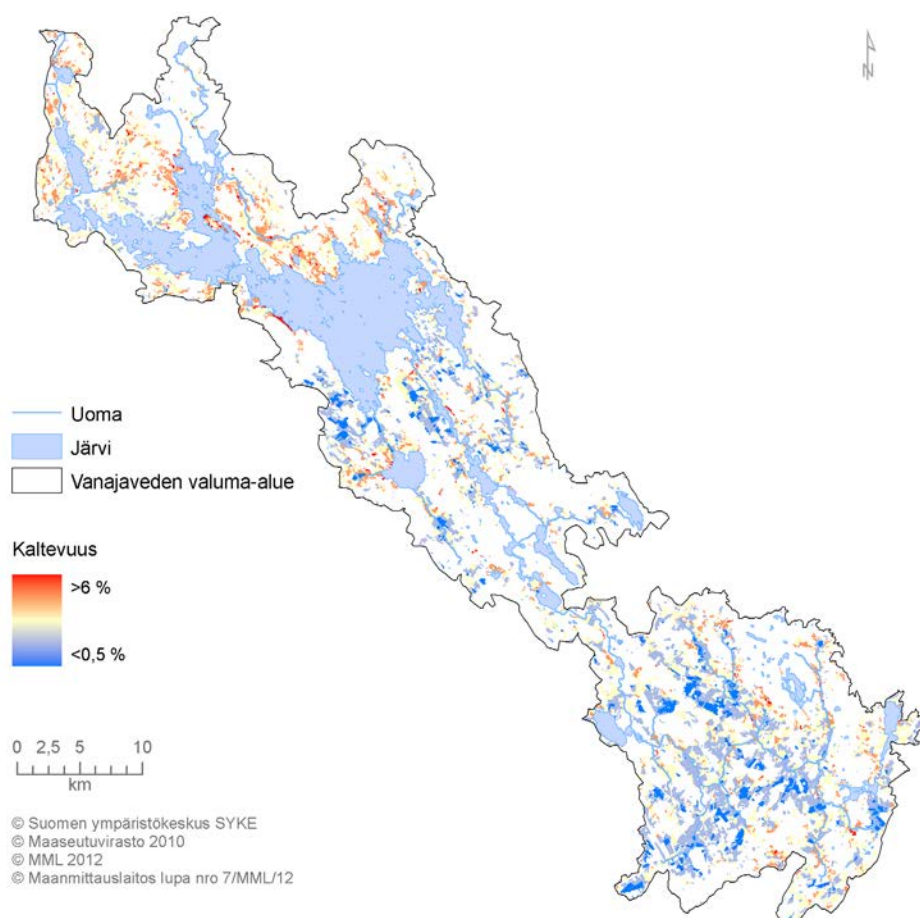
Taulukko 3.35. Vanajaveden pilottialueen valuma-alueen ja GisBloom-alueiden ominaisuuksia.

Alue	Piste-kuormitus P/km <sup>2</sup>	Piste-kuormitus N/km <sup>2</sup>	Maatalous-alueet %	Pelto %	Järvi %	Kevätvilja %	Nurmi %	Syysvilja %	Juurikas %	Puutarha %	Kosteikot ja avoimet suot %
Vanajaveden va.	8,5	327,2	30,9	27,8	15,5	17,8	8,6	0,9	0,4	0,2	1,2
GisBloom-alueet (ka.)	1,1	47,3	17,0	15,4	7,3	9,1	5,3	0,4	0,5	0,1	6,0
GisBloom-alueet (min.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GisBloom-alueet (maks.)	26,8	553,5	63,1	64,0	51,4	43,4	16,0	6,5	17,2	1,1	33,3

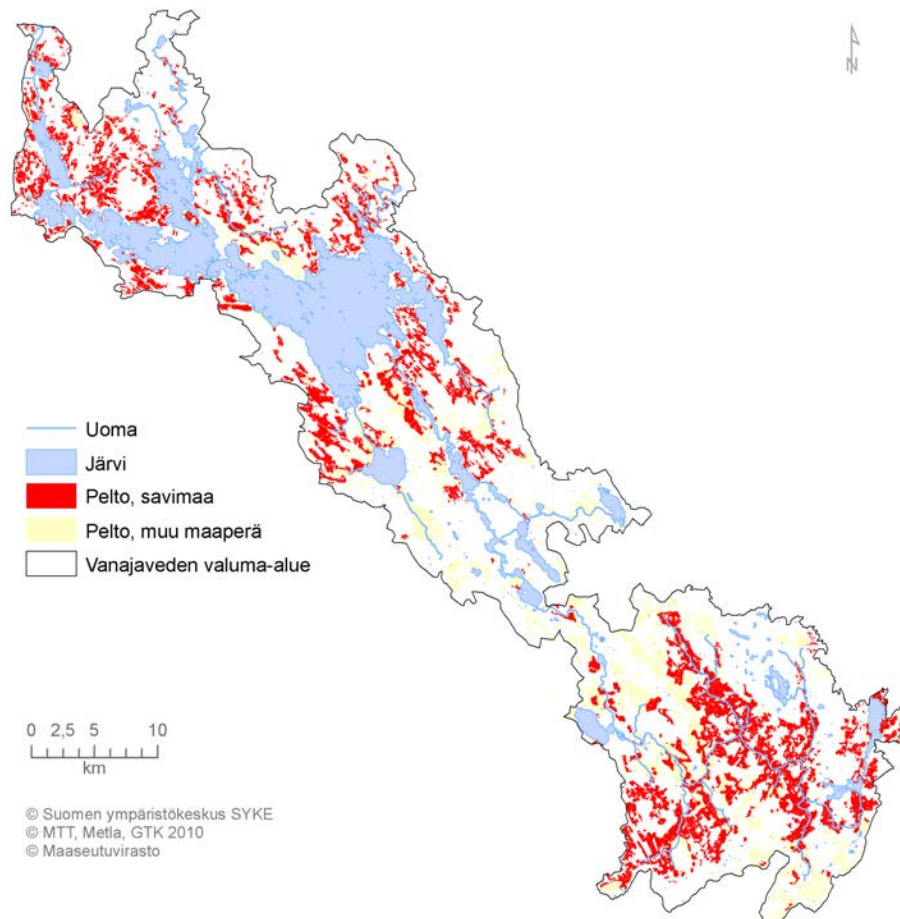
Alimmassa kaltevuusluokassa (eli kaltevuus < 0,5 %) oli peltoja 9,7 % koko peltoalasta. Käytetyn korkeusmallin epätarkkuudesta johtuen tasaisten peltojen määrää on kuitenkin saatettu aliarvioida. Muun muassa KUTI-tutkimuksen (Puustinen ym. 1994) perusteella pienien kaltevuuksien osuus on huomattavasti tätä suurempi. Vanajaveden valuma-alueella savipeltojen osuus kaikista pelloista on huomattavan suuri, lähes 60 % (Kuva 3.61).

Alueen eläintiheys oli 18 eläinyksikköä neliökilometrillä ja viemäröinnin ulkopuolella olevia asukkaita 8,6 per km<sup>2</sup>.

Vanajaveden alueelle sovellettiin viittä eri ominaiskuormitusmallia sekä fosforille että typelle. Fosforille Mallien 3–5 antamat korkeimmat kuormitusarviot olivat melko lähellä toisiaan, Malli 1 antoi keskimääräiset ja Malli 2 selvästi pienimmät kuormitusarviot (taulukko 3.36). Malli 2 ottaa peltoisuuden lisäksi huomioon järvisyyden



Kuva 3.60. Vanajaveden pilottialueen peltojen kaltevuus.



Kuva 3.61. Vanajaveden pilottialueen savipeltojen osuus koko peltoalasta.

ja antaa siksi matalan tuloksen muilla runsasjärvisillä valuma-alueilla laskettujen tulosten kaltaisesti. Typen tulokset noudattavat samantyyppistä kaavaa, eli malli 2 antoi selvästi pienemmän tuloksen kuin muut mallit (taulukko 3.36). Runsaajärvisillä alueilla (kuten Vanajaveden pilottialueen valuma-alueella) mallien tuloksia voidaan tulkita niin, että Malli 1 kuvaa vain maa-alueelta (pelloilta) tulevaa kuormitusta kun taas järvi-%:n sisältävät mallit ovat huomioineet järviin tapahtuvan pidättymisen ja ikään kuin kuvaavat tilannetta valuma-alueen purkupisteessä. Siten esim. Mallien 1 ja 2 tulosten välinen erotus kuvastaa karkeasti järviretentiota.

Taulukko 3.36. Ominaiskuormitusmallien kokonaisfosfori- ja typpikuormitukset (kg/km<sup>2</sup>/v) Vanajaveden pilottialueen valuma-alueelle.

<b>Kokonaisfosforikuormitus (kg/km<sup>2</sup>/v)</b>	
Malli 1	43
Malli 2	31
Malli 3	62
Malli 4	65
Malli 5	62
<b>Kokonaistyyppikuormitus (kg/km<sup>2</sup>/v)</b>	
Malli 1	740
Malli 2	553
Malli 3	543
Malli 4	616
Malli 5	624



## 3.6.3

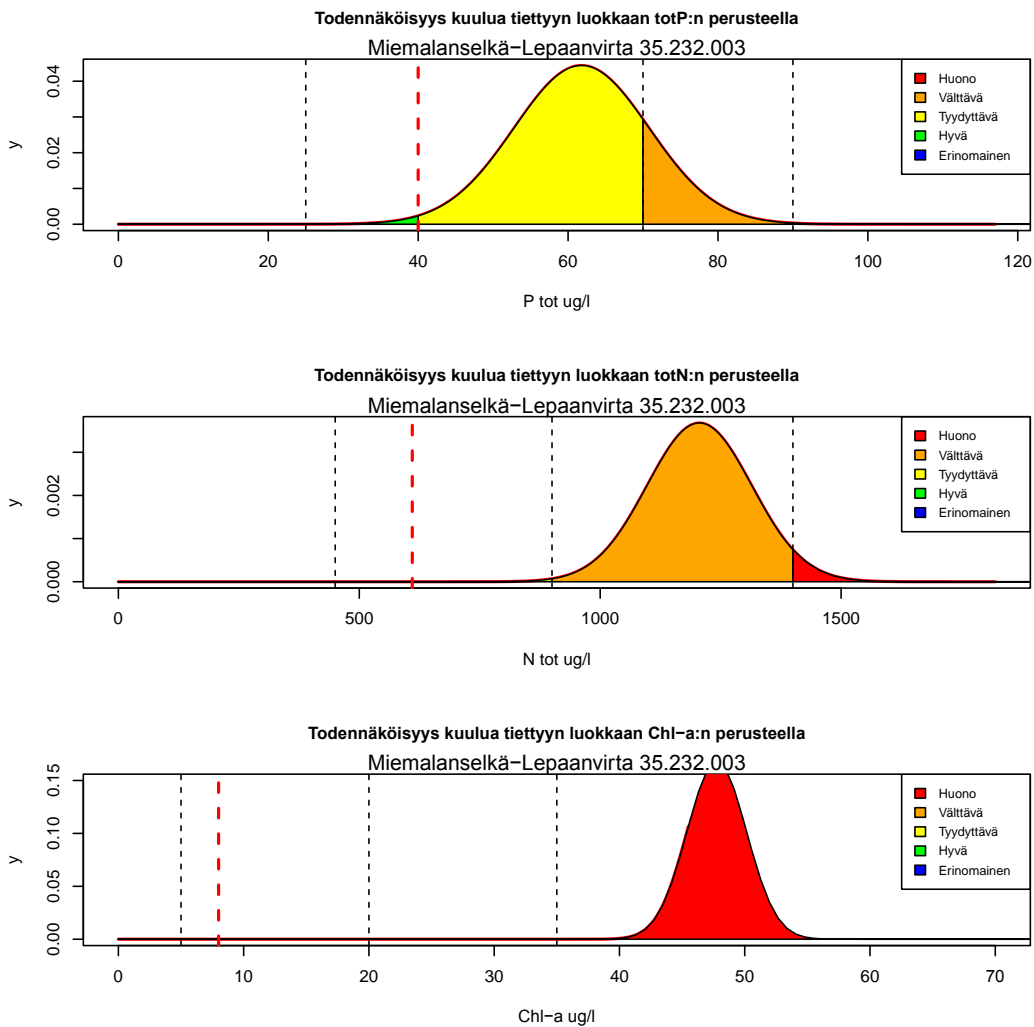
## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Vanajavedellä

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

Vanajaveden vesistöstä LLR:llä tarkasteltavia kohteita olivat Miemalanselkä-Lepaanvirta, Vanajanselkä Mommilanjärvi ja Kernaalanjärvi. Järvien ja osa-alueiden LLR:ään tarvittavat perustiedot ovat taulukossa 3.37.

Taulukko 3.37. Vanajaveden alueen perustiedot LLR:ssä.

	Pinta-ala	Keskisyvyys	Teoreettinen viippymä	Pintavesityyppi
Miemalanselkä-Lepaanvirta	11 km <sup>2</sup>	3,03 m	5–14 vrk	Lv
Vanajanselkä	103 km <sup>2</sup>	7,93 m	420 vrk	Sh
Mommilanjärvi	3,42 km <sup>2</sup>	2,68 m	1 vuosi	Ph
Kernaalanjärvi	4,44 km <sup>2</sup>	3,28 m	1 vuosi	Ph



Kuva 3.62. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitetty pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.

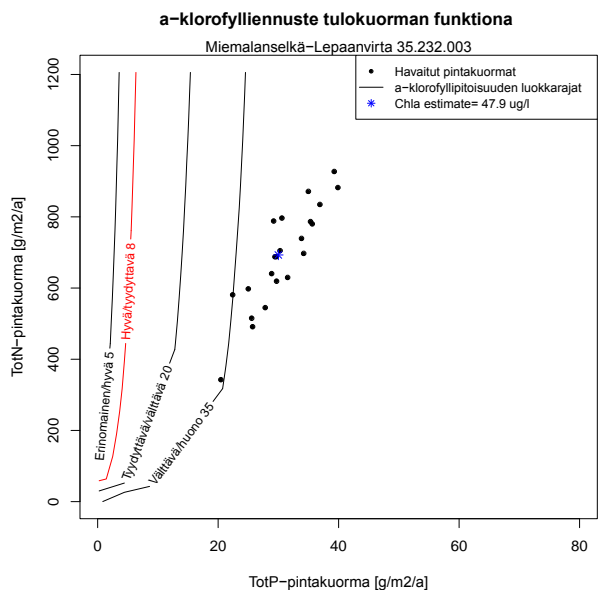
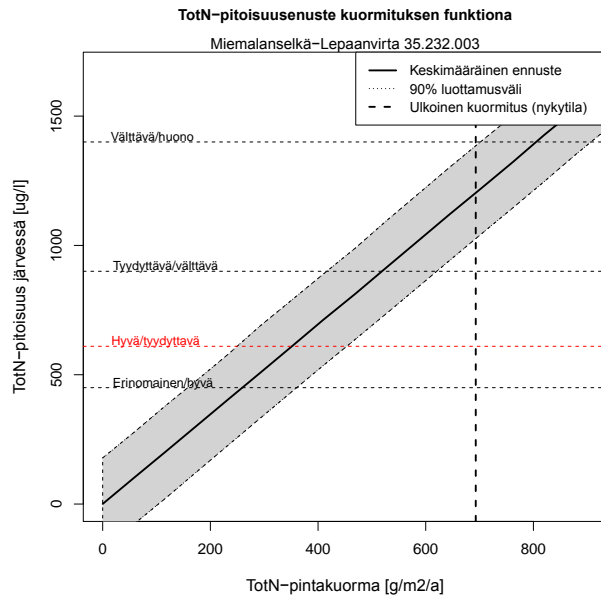
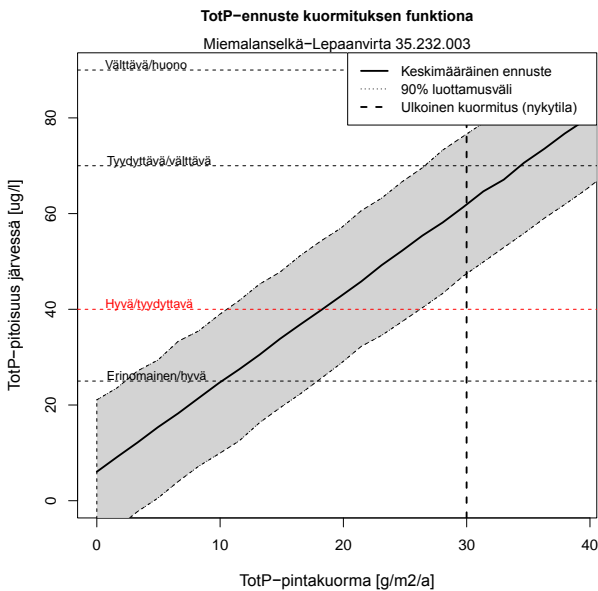
Taulukko 3.38. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyydet (%) kuulua eri luokkiin Miemalanselä-Lepaanvirran osa-alueella.

	P tot	N tot	Chla
Huono	0	4	100
Välttävä	18	96	0
Tyydyttävä	81	0	0
Hyvä	0	0	0
Erinomainen	0	0	0

saadaan laskettua sekä keskimääräinen pitoisuus että pitoisuuden todennäköisyysjakauma. LLR:n tulosten mukaan Miemalanselä-Lepaanvirta olisi 100 % varmuudella huonossa tilassa *a*-klorofyllin perusteella, 96 % varmuudella välttävissä tilassa typen perusteella ja 81 % varmuudella tyydyttävässä tilassa kokonaisfosforin perusteella.

Kuormitustiedot saatiin jokaiselle vesialueelle ja järvelle erikseen VEMALASTA. Sisäinen kuormitus on asetettu olevan noin puolet ulkoisesta kuormituksesta jokaiselle vesialueelle ja järvelle.

Tässä esitetään tarkemmin vain Miemalanselän-Lepaanvirran tulokset. Muiden vesialueiden osalta tulokset ovat tässä vain lyhyesti, mutta tarkemmat tulokset on saatavilla Vesinetin kautta. LLR:n mukaan Miemalanselä-Lepaanvirran ekologinen tila fosforin, typen ja *a*-klorofyllin perusteella on sama kuin se on ensimmäisellä luokittelukierroksella arvioitu olevan (taulukko 3.38). LLR:llä



Kuva 3.63. Miemalanselän-Lepaanvirran kokonaisfosforipitoisuuden (kuva ylh. vasemmalla) ja kokonaistyyppi-pitoisuuden (ylh. oik.) keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona sekä *a*-klorofyllipitoisuusennuste (vasemmalla).

LLR tuottaa kuormitusvähennystarpeet fosforin, typen ja *a*-klorofyllin osalta. Kuvien perusteella voidaan arvioida tarvittavia kuormitusvähennyksiä tai tehdä tila-arvioita erilaisiin keskimääräisiin kuormituksiin perustuen. Miemalanselän-Lepaanvirran tila ei ole riittävän hyvä minkään mainitun muuttujan suhteen, joten kuormitusvähennyksiä on tehtävä hyvän tilan saavuttamiseksi. Tarvittavat kuormitusvähennykset arvioidaan nykytilan ja tavoitetilan erotuksena. Miemalanselän-Lepaanvirran fosforikuormituksen vähennystarve olisi 38 % ja typpikuormituksen 49 % nykyisestä kuormituksesta (taulukko 3.39). *a*-klorofyllin osalta vain fosforikuormituksen vähentämisellä olisi merkitystä ja ulkoista fosforikuormaa olisi vähennettävä jopa 80 % nykyisestä (kuva 3.63 kuvasarjan viimeinen kuva).

LLR:llä tarkasteltujen Vanajaveden vesistön vesialueiden ekologinen luokittelu vedenlaatuomuuksille sekä *a*-klorofyllille on esitetty alla olevassa taulukossa 3.39. Esimerkiksi Mommilanjärven, jolle ei ole pystytty ensimmäisellä VHS-kaudella antamaan vedenlaatuokkaa havaintojen vähyyden vuoksi, on LLR:llä arvioitu olevan välttävässä tilassa ja keskimääräinen ennuste on 30 ug/l.

Nykytilan ja tavoitetilan erotuksena LLR:llä on laskettu kuormitusvähennystarve jokaiselle alueelle. Typpivähennyksen tulisi olla noin puolet nykyisestä. Vanajanselän tila on arvioitu hyväksi sekä fosfori- että *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella (taulukko 3.39). Havaitut arvot ovat kuitenkin vain hieman alle vaaditun H/T-ajan. LLR:n mukaan ennusteet ovat hieman rajan yli ja fosforikuormitusta tulisikin vähentää noin 15 %. (taulukko 3.40). Sisäisen kuormituksen arvio jokaiselle osa-alueelle arvioitiin paremman tiedon puuttuessa olevan keskimäärin puolet ulkoisesta kuormituksesta. Näillä alkuarvioilla sisäisellä kuormituksella ei juuri ole vaikutusta ulkoisen kuormituksen vähennyslaskelmiin.

Taulukko 3.39. Vanajaveden vesistöalueen eri osien vedenlaadun keskimääräiset arvot VHS:n ja arvioitu luokka LLR:n perusteella sekä verrattuna I. VHS-kauden arvioihin.

		Totp		Totn		Chla	
Miemalanselkä-Lepaanvirta	LLR I. VHS-kausi	62 ug/ 59 ug/l	Tyydyttävä Tyydyttävä	1204 ug/l 1200 ug/l	Välttävä Välttävä	48 ug/l 36 ug/l	Huono Huono
Vanajanselkä	LLR I. VHS-kausi	26 ug/l 24 ug/l	Tyydyttävä Hyvä	1191 ug/l 980 ug/l	Välttävä Välttävä	13 ug/l 10 ug/l	Tyydyttävä Hyvä
Kernaalanjärvi	LLR I. VHS-kausi	67 ug/l 49 ug/l	Välttävä Välttävä	1227 ug/l 800 ug/l	Välttävä Tyydyttävä	41 ug/l 32 ug/l	Huono Välttävä
Mommilanjärvi	LLR I. VHS-kausi	74 ug/l 39 ug/l	Välttävä Tyydyttävä	1535 ug/l 1085 ug/l	Huono Välttävä	30 ug/l –	Välttävä

Taulukko 3.40. Vanajaveden vesistöalueen eri osien kokonaisravinnekuormitukset, tavoitekuormitukset sekä LLR:llä arvioidut kuormitusvähennykset

	TP Nyky Kg/d	TP Tavoite Kg/d	TP Vähennys %	TN Nyky Kg/d	TN Tavoite Kg/d	TN Vähennys %
Miemalanselkä-Lepaanvirta	120	74	38	2782	1410	49
Vanajanselkä	164	139	15	4059	2043	50
Kernaalanjärvi	116	43	63	2554	1458	43
Mommilanjärvi	47	18	62	876	399	54

**VEMALA Vanajavedellä**

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Vanajaveden pilottialueelle vuosina 2001–2010 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 49,3 t vuodessa versiolla V1 ja 47,2 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.41). Tästä 66 % arvioitiin tulleen pelloilta, 13 % muulta maa-alueelta, 9 % haja-asutuksesta, 10 % pistekuormituslähteistä ja 2 % laskeumana. Fosforikuormasta 49 % pidättyi Vanajaveden pilottialueelle, joten poistuvan fosforikuorman suuruus oli arviolta 24,3 tonnia vuodessa. Vanajaveden pilottialueen valuma-alueella fosforimalleja ei korjattu korjauskertoimilla. Vastaavasti Vanajaveden pilottialueelle tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 1444 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 1492 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.42). Tästä 45 % arvioitiin tulleen pelloilta, 23 % muulta maa-alueelta, 3 % haja-asutuksesta, 20 % pistekuormituslähteistä ja 9 % laskeumana. Typpikuormasta 28 % pidättyi Vanajaveden pilottialueelle, joten poistuvan typpikuorman suuruus oli arviolta 1080 tonnia vuodessa.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuva kasvu -skenaariossa kokonaisfosforikuorma pienee haja-asutuksen kuormituksen ja pistekuormituksen vähentyessä. Maatalouden fosforikuormaa kuitenkin kasvattaa mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Kokemäenjoen maatiloilla fosforitase on nykyisin positiivinen. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja viljelyyn tulevat uudet kasvilajit käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei nosta peltojen fosforitasetta. Fosfori-

Taulukko 3.41. Vanajaveden pilottialueen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-pitoisuus järvässä	Tuleva kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma piste-kuormituslähteistä	Lähtevä kok. P-kuorma	Kok. P:n pidättyminen
Nykyinen	31 µg/l	47000 kg/v	31400 kg/v	6100 kg/v	4200 kg/v	4600 kg/v	24300 kg/v	49 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	66 %	13 %	9 %	10 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	–11	–2	8	5	–50	–30	–2	0
Romahdus	–24	–20	–23	14	–46	–28	–16	–5
Vihreä aalto	–20	–15	–13	11	–47	–29	–12	–3

Taulukko 3.42. Vanajaveden pilottialueen kokonaistyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-pitoisuus järvässä	Tuleva kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma piste-kuormituslähteistä	Lähtevä kok. N-kuorma	Kok. N:n pidättyminen
Nykyinen	1,4 mg/l	1492 t/v	669 t/v	343 t/v	40 t/v	297 t/v	1080 t/v	28 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	–	45 %	23 %	3 %	20 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)								
Jatkuva kasvu	6	25	63	8	–36	–10	17	17
Romahdus	–26	–18	–34	7	–38	–10	–18	–2
Vihreä aalto	–24	–17	–30	7	–38	–10	–16	–1

taseen pysyminen positiivisena vuosikymmenien ajan kuitenkin kasvattaa peltojen fosforivarastoja, jolloin myös fosforin huuhtoutuminen lisääntyy. Myös pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa erityisesti peltoalan pieneneminen vähentää fosforikuormituksen määrää. Fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulee lievästi negatiivisia. Maaperän fosforivarastot pienenevät hiljalleen, ja fosforin huuhtoutuminen vähenee. Lannoituksen vähentäminen pienentää myös pelloilta tulevaa typpikuormitusta ja kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

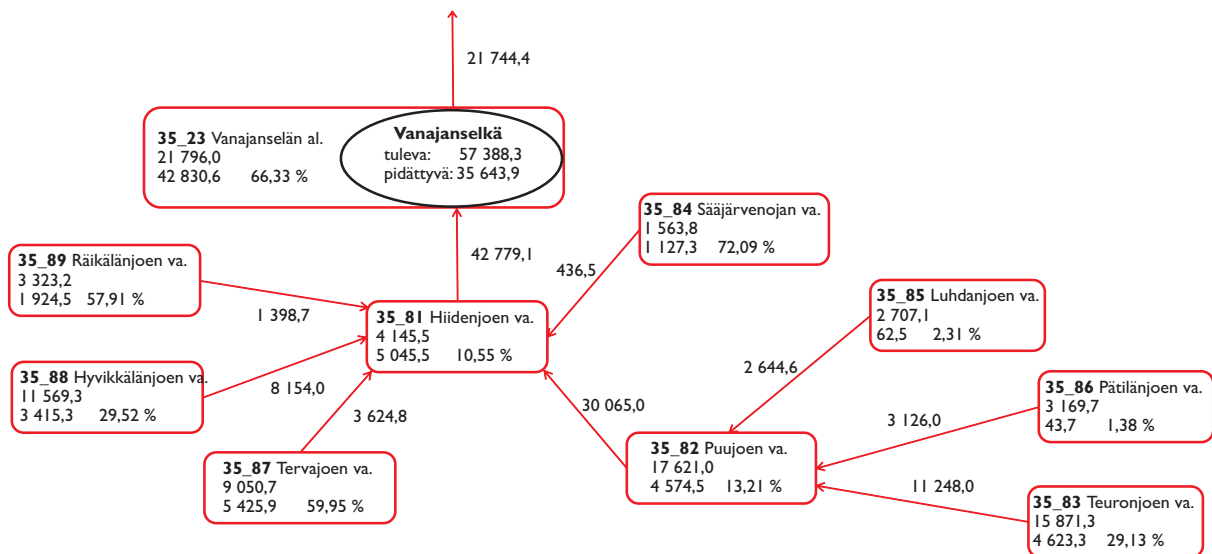
Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia lannoituksen vähentyessä. Peltoalan kasvaminen kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Samoin typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisää kuormitusta Romahdusskenaarioon verrattuna.

### 3.6.5

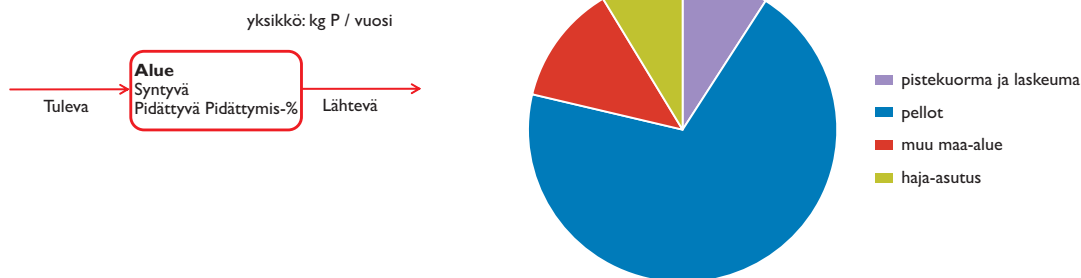
## VEMALAn ravinnetasekaaviot Vanajavedellä

Antti Taskinen (SYKE)

Vanajavedelle ei tehty koko järven valuma-aluetta kattavia ainetasekaavioita alueen laajuuden vuoksi. Yhteistyössä paikallisten toimijoiden ja muiden GisBloom-projektin mallien kehittäjien kanssa alue rajattiin Vanajanselkään, jonka koko valuma-alueen nykytilan fosforitasekaavio esitetään toisen jakovaiheen tarkkuudella kuvassa



Vanajanselän valuma-alueen fosforikuormituksen lähteet

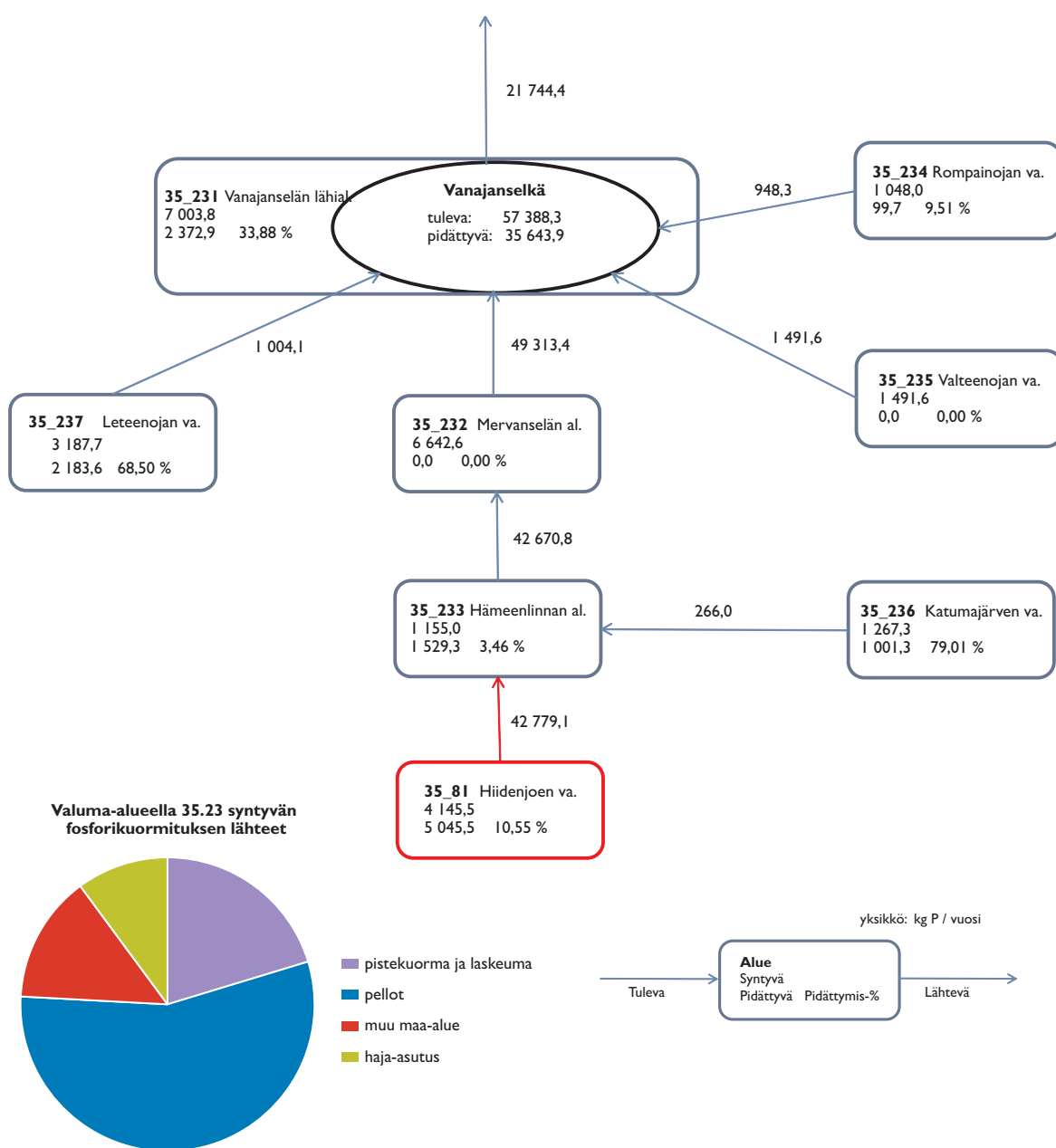


Kuva 3.64. Vanajanselän koko valuma-alueen fosforitasekaavio.

3.64. Vain ne toisen jakovaiheen alueet (35.23, 35.81 ja 35.82), joihin liittyy erityistä merkitystä kunnostustöiden kannalta, kuvattiin tarkemmin kolmannen jakovaiheen tasolla. Näistä esimerkkinä on Vanajanselän lähivaluma-alue (35.23) kuvassa 3.65.

Vanajanselän valuma-alueella syntyy fosforikuormitusta keskimäärin 90 800 kg vuodessa. Tästä Vanajanselkään päätyy 57 400 kg, joten alueelle pidättyy 33 400 kg eli 37 %. Suurin kuormituslähde on pellot, jonka osuus on 70 % kokonaiskuormituksesta. Eniten fosforikuormitusta syntyy alueilla 35.23 (21 800 kg/vuosi) ja 35.82 (17 600 kg/vuosi). Ensin mainitun alueen osalta pelloilta tulevan kuormituksen osuus on 56 % ja jälkimmäisen 82 %. Kohdistamalla toimenpiteitä juuri näille alueille saataisiin merkittävimmät kuormitusvähennykset.

Lähivaluma-alueellakin (kuva 3.65) merkittävin fosforikuormituksen lähde on pellot 56 %:n osuudella ja toiseksi merkittävin pistekuormitus ja laskeuma 20 %:n osuudella. Alueista merkittävin on 35.232, jolla syntyy kuormitusta 6 600 kg vuo-



Kuva 3.65. Vanajanselän lähivaluma-alueen fosforitasekaavio.

nessa ja jolle ei pidäty yhtään. Lisäksi tämän alueen kautta tulevat yhdeksän toisen jakovaiheen alueen kuormitukset. Myös alueella 35.237 syntyy kuormitusta melko paljon (3 200 kg/vuosi), mutta se pidättää tästä 69 %. Pidättymiskerroin on suurin niillä alueella (35.236 ja 35.237), joiden pinta-alasta huomattava osa on sellaisia järviä, joiden viipymä on pitkä. Sen sijaan alueilla, joilla ei ole järviä (esim. 35.235) tai joiden alueella olevat järvet ovat joenomaisia (35.232 ja 35.233), fosforin pidättyminen on mitätöntä. Itse Vanajanselällä pidättyy 62 % fosforikuormituksesta.

Kuten aiemmin todettiin, eniten fosforikuormitusta syntyy alueilla 35.23 ja 35.82. Ensin mainitun alueen osalta pelloilta tulevan kuormituksen osuus on 56 % ja jälkimmäisen 82 %. Kohdistamalla toimenpiteitä näille alueille saataisiin merkittävimmät kuormitusvähennykset. Jos esimerkiksi alueen 35.232 peltokuormitusta pystyttäisiin vähentämään kolmanneksella, Vanajanselälle tuleva kokonaiskuorma pienenesi 56 530 kg:aan vuodessa (nyt 57 390 kg/vuosi) ja sieltä lähtevä 21 420 kg:aan vuodessa (nyt 21 740 kg/vuosi). Suhteellisesti nämä olisivat tosin vain noin 1 %:n suuruisia vähenemisiä.

Vanajanselän fosforitasekaaviota käytettiin myös yhdessä KUTOVA-, VIRVA- ja LLR-mallien kanssa. KUTOVAlla määritettiin sen valuma-alueella tehtäville kunnostustoimenpiteille kaksi kustannustehokkainta vaihtoehtoa, joista aiheutuvien fosforikuormitusten vähenemät Vanajanselkään tuleviin kuormiin määritettiin kaaviolla. Näiden vaikutukset altaan fosforipitoisuuksiin puolestaan laskettiin LLR:llä. Lopuksi pitoisuuksien alenemisten vaikutukset virkistyskäytön rahalliseen arvoon määritettiin VIRVAlla, minkä jälkeen voitiin lopullisesti arvioida parempi hoitotoimenpide.

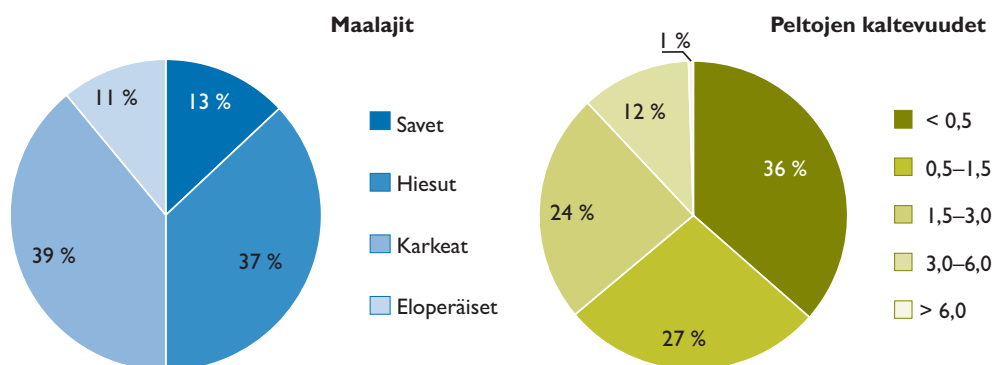
### 3.6.6

## VIHMA Vanajavedellä

Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Vanajaveden pilottialueen peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALASTA. Laskelmissa käytetyt peltojen maallaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.66. P-luvultaan 47 % pelloista on 8–14 mg/l luokassa ja loput 53 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot Nykytilanteen mukaisista muokkausmenetelmistä saatiin paikalliselta ProAgrialta. Arvion mukaan lähes puolet peltoalasta on muokattu kevennetyillä muokkausmenetelmillä tai on talviaikaisesti kasvipeitteistä, vajaa kolmasosa on syyskynnöllä ja neljännes on nurmea. Suojavyöhykkeitä on vain parilla prosentilla pelloista.

Lähtötietojen perusteella VIHMAlla laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa. Pilottialueen toivomuksesta laskettiin

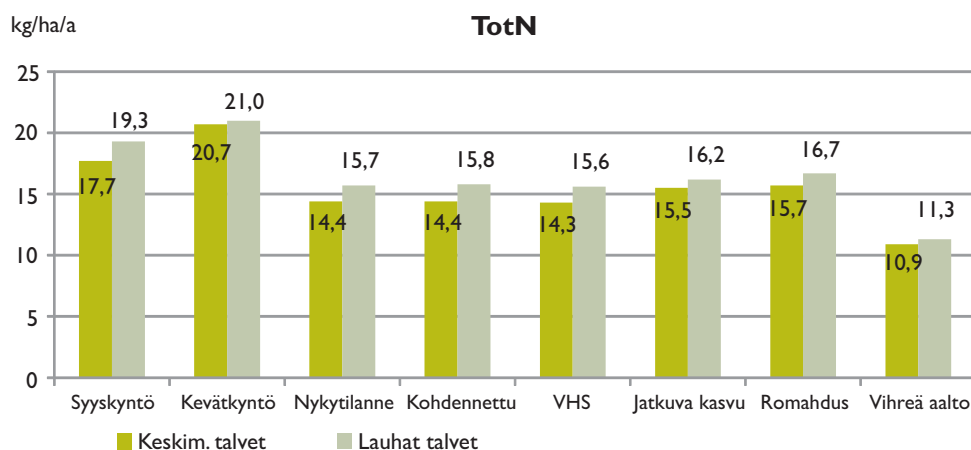
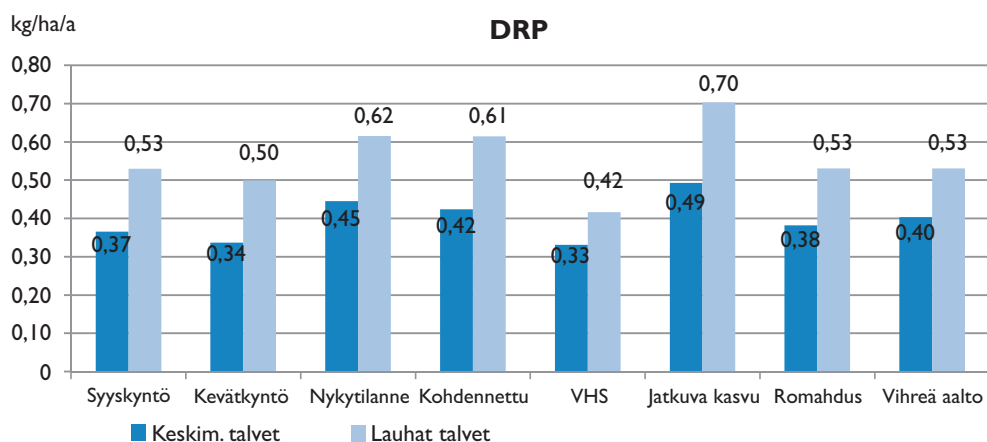
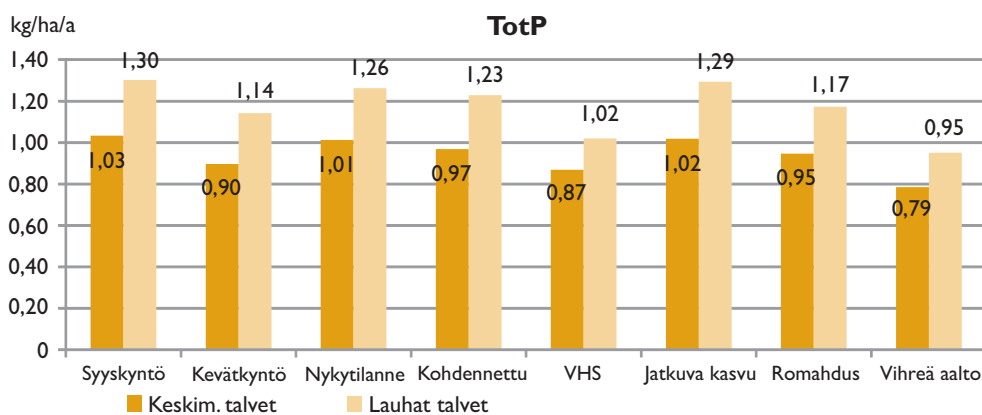


Kuva 3.66. Vanajaveden pilottialueen peltojen maalajit ja kaltevuudet.

kuormitus myös tilanteissa, jossa kaikki muu kuin nurmella oleva vilja-ala oli vain syyskynnetty (Syyskyntö) sekä tilanteessa missä sama ala oli vain kevätkynnetty (Kevätkyntö).

Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.67 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhoilte talvityypeille.

Kuten pylväskuvaajista näkyy, kokonaisfosforin ja DRP:n osalta kevätkyntö kuormittaa syyskyntöä vähemmän, mutta kokonaistypen osalta asia on toisinpäin. Kaikkien paitsi nurmialojen ollessa kevätkynnettyinä, on kuormitus kokonais- ja liukoisella fosforilla jopa Nykytilannetta alhaisempi, mikä johtuu Nykytilanteen melko suuresta syyskynnösuudesta. Kohdentamalla kyntöä tasaisemmille pelloille ja kevennettyjä



Kuva 3.67. Vanajaveden pilottialueen kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.



muokkausmenetelmiä kaltevammille, kuten Kohdennettu-skenaariossa on tehty, saataisiin TotP kuormitusta hieman alenemaan, mutta ei typpeä, sillä VIHMAssa kaltevuus ei vaikuta typen kuormituksen määrään. DRP-kuormituskin alenisi vain vähän Nykytilanteesta. VHS-skenaario on sekä kokonaisfosforin että -typen ominaiskuormituksen osalta Nykytilannetta alhaisempi, mutta DRP:n ominaiskuormitus on tässä skenaariossa jopa alhaisempi kuin missään muussa skenaariossa. Skenaariossa oletettu P-luvun alentaminen vaikuttaa vain fosforiin, erityisesti liukoiseen, mutta lisääntyneet määrät suojavyöhykkeellisiä peltoja sekä kosteikkoja alentavat sekä fosforia että typpeä.

Jatkuva kasvu on DRP:n osalta kaikkein kuormittavin skenaario Romahduksen ollessa huomattavasti sitä ja Nykytilannetta alhaisempi. Myös kokonaisfosforin ja -typen ominaiskuormitukset ovat Jatkuvassa kasvussa hieman Nykytilannetta korkeammat. Romahdus on sen sijaan kokonaisfosforilla Jatkuvaa kasvua matalampi, kun se kokonaistypellä nousee Jatkuvan kasvunkin yli. Vihreä aalto on selvästi alhaisin kokonaistypen ja -fosforin ominaiskuormituksiltaan, mutta DRP:n osalta se kuuluu kuormittavimpien skenaarioiden joukkoon. Tämä selittyy pitkälti talviaikaisen sängin ja nurmen alojen selkeästä kasvusta, jotka kummatkin ovat, varsinkin keskimmaisessa P-luku-luokassa jossa suurin osa pelloista tässä skenaariossa on, ominaiskuormituksiltaan selkeästi korkeampia kuin esim. normaali kyntö, jonka ala on selvästi vähentynyt. Myös erittäin suuri suojavyöhykkeellinen peltoala tässä skenaariossa toisaalta pienentää partikkelimaisen fosforin ja sitä kautta kokonaisfosforin ominaiskuormitusta, mutta toisaalta se myös nostaa jonkin verran DRP:n ominaiskuormitusta.

### 3.6.7

## **KUTOVA Vanajavedellä**

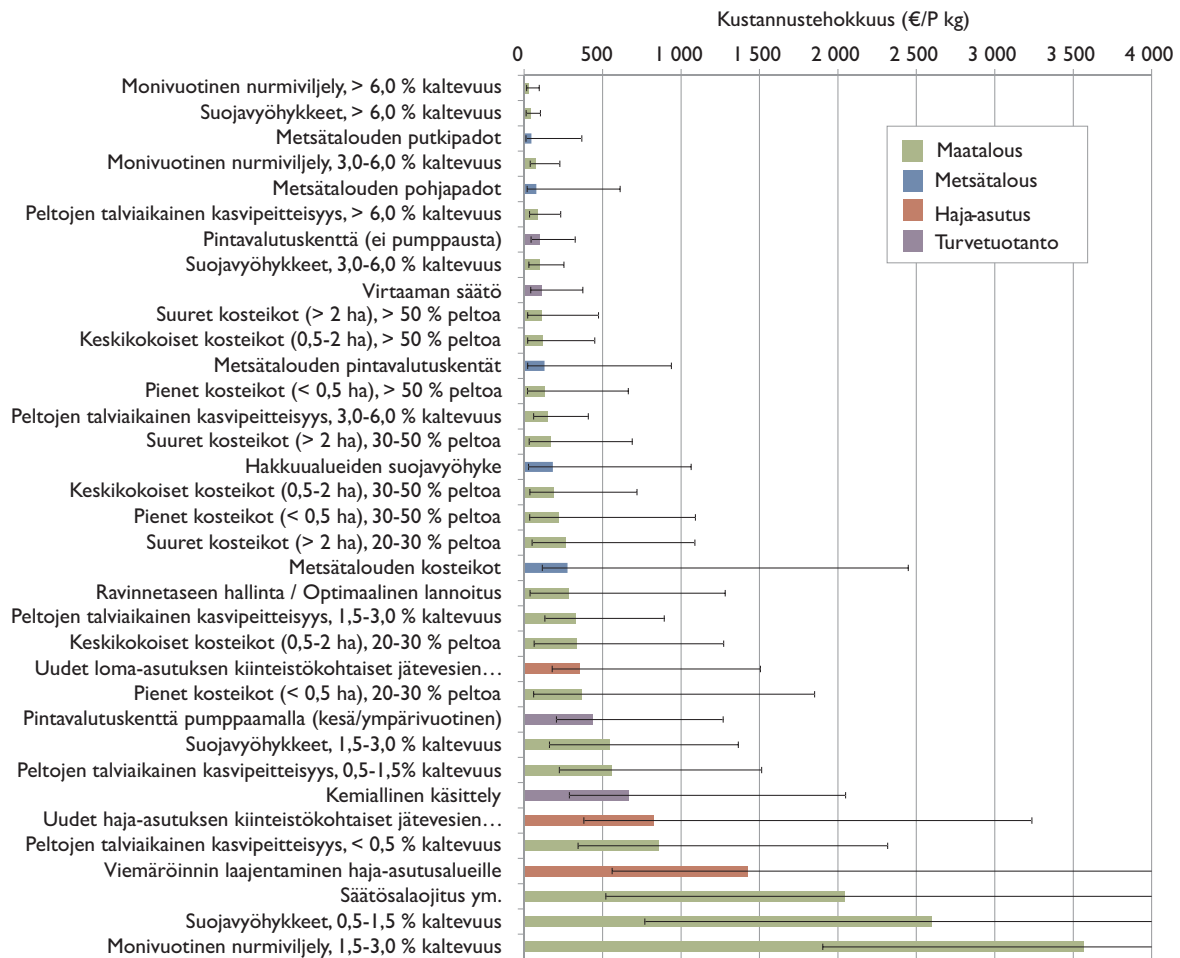
*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

KUTOVA-työkalua sovellettiin Vanajavedellä Vanajanselän valuma-alueelle. Lisäksi tehtiin osa-alue tarkastelua Vanajanselän ja Vanajavedenkapeikon alueella sekä Hiidenjoen-Puujoen alueella. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan fosforikuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelmassa Vanajanselän valuma-alueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät tulokset. Tarkempi raportti alueen tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

### **Yksittäiset toimenpiteet**

Kustannustehokkaimpia (30–150 €/P kg) toimenpiteitä Vanajanselän valuma-alueella ovat monivuotinen nurmiviljely, suojavyöhykkeet ja peltojen talviaikainen kasvi-peatteisuus kaltevimilla pelloilla (kaltevuus >6 % tai 3–6 %). Myös toimenpiteet metsätalouden eroosiohaittojen torjumiseksi ovat kustannustehokkaita (50–300 €/fosfori kg), näistä edullisin on putkipadot. Turvetuotannon toimenpiteistä Vanajanselän valuma-alueella kustannustehokkaimpia ovat pintavalutuskentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätöpadot (100 €/Pkg). Maatalouden toimenpiteistä myös kosteikot ovat kustannustehokkaita (115–370 €/P kg). Kosteikoista kustannustehokkaimpia ovat suuret kosteikot (>2 ha), joiden valuma-alueella on paljon peltoa (>50 %). Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille ovat toimenpiteistä kalleimpien joukossa (350–1 400 €/P kg) (kuva 3.68).

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on ravinnetaseen hallinnalla (9 400 kg/v, 12 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormi-



Kuva 3.68. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Vanajanselän valuma-alueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

tuksesta). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat vakituisen haja-asutuksen jätevesien käsittelyratkaisut (5 000–5 600 kg/v, 6–7 %). Muita maatalouden tehokkaita toimenpiteitä ovat suuret (>2 ha) ja keskikokoiset (0,5–2 ha) kosteikot, joiden valuma-alueella on yli 30 % peltoa, sekä kaltevien peltojen kasvipeitteisyys ja suojavyöhykkeet. Metsätalouden ja turvetuotannon toimenpiteillä ei voida saavuttaa merkittäviä kuormitusvähennyksiä, mikä johtuu siitä, että näiden sektoreiden osuus valuma-alueen kokonaiskuormituksesta on pieni.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015 -julkaisussa (Hämeen ELY-keskus 2010) on esitetty tarvittavia toimenpidemääriä Vanajaveden, Vanajan reitin ja Hauhon reitin alueille. Näistä ehdotetuista määristä ositettiin Vanajanselän valuma-alueelle toimenpiteet vertaamalla alueiden maankäyttöä. Toimenpideohjelmassa esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAN avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat noin 6 miljoonaa euroa. KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 16 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.43).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin myös kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 6 miljoonaa euroa tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdis-

Taulukko 3.43. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 6 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	270 ha	711 ha
Kosteikot	46 kpl	766 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	16 500 ha	18 500 ha
Ravinnetaseen hallinta	33 000 ha	53 000 ha
Säätösaloitus	800 ha	
Hakkuualueiden suojavyöhyke	78 ha	84 ha
Metsätalouden putkipadot		105 kpl
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	800 kiinteistöä	
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	2 600 kiinteistöä	
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	1 700 kiinteistöä	1 700 kiinteistöä
Pintavalutuskenkät pumppaamalla	23 tuotantoha	23 tuotantoha
Virtaaman säätö	131 tuotantoha	282 tuotantoha
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>16 %</b>	<b>35 %</b>

telmässä ei ole mukana vakituisen haja-asutuksen kiinteistöjen jätevesien käsittelyä eikä säätösaloitusta. Sen sijaan suojavyöhykkeitä, kosteikoita, peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä ja ravinnetaseen hallintaa on kustannustehokkaimmassa vaihtoehdossa toimenpideohjelmaa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 35 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.43).

### 3.6.8

## VIRVA Vanajavedellä

*Elina Seppälä, Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

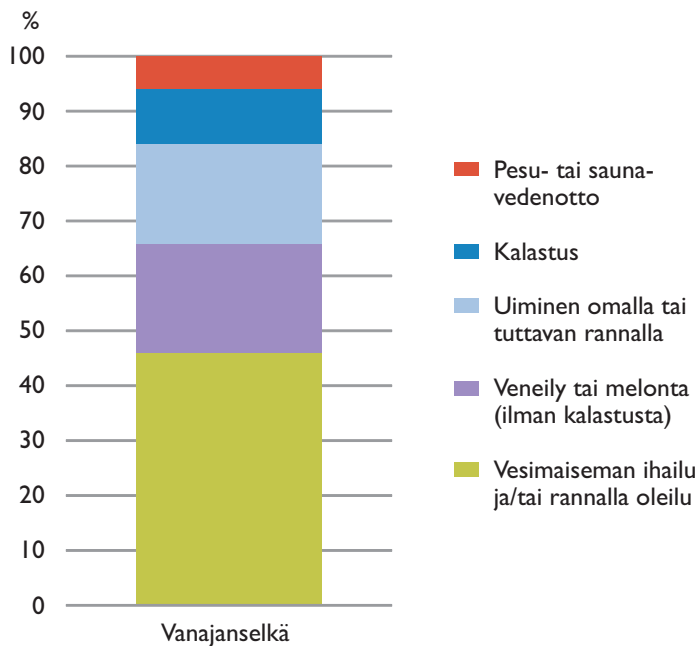
Suomen ympäristökeskus toteutti syksyllä 2012 kyselytutkimuksen Vanajanselän virkistyskäytöstä osana pilottitarkasteluprosessia. Kysely oli tarkoitettu Hämeenlinnan, Hattulan, Valkeakosken ja Akaan alueilla asuville tai vapaa-aikaansa viettäville henkilöille. Kyselytutkimus toteutettiin Internet-kyselynä, josta tiedotettiin paikallislehdissä. Lisäksi kyselyä levitettiin sähköpostitse alueen veneily- ja sukellusseurojen sekä kyläyhdistysten jäsenille. Kyselyyn saatiin yhteensä 145 vastausta.

Kokonaisfosforipitoisuuden ja klorofylli-a:n soveltuvuutta vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi tutkittiin tarkastelemalla näkösyvyyden ja pitoisuuden korrelaatiota. Kokonaisfosfori korreloi paremmin näkösyvyyden kanssa ja se valittiin mittariksi. Taulukossa 3.44 on esitetty kokonaisfosforipitoisuuden nykytila sekä veden käyttökelpoisuutta kuvaavat kertoimet pilottialueen osa-alueille. Miemalanselän-Lepaanvirran käyttökelpoisuuskertoimet ovat odotettua suurempia, sillä kyseisen alueen vedenlaatu on selkeästi huonompi kuin muualla, mutta käyttökelpoisuuskertoimet ovat osin samaa luokkaa kuin muilla alueilla. Eräs selittävä tekijä saattaa olla järvityyppi, sillä Mimalanselän-Lepaanvirran alue on tyypiltään lyhytviipymäinen (Lv), kun muut osat ovat tyypiltään suuria humusjärviä (Sh). Lisäksi alueella on korkea klorofyllipitoisuus, joka aiheuttaa leväkukintoja. Se ei kuitenkaan näy kokonaisfosforipitoisuuden mukaan määritettävissä käyttökelpoisuuskertoimissa.

Vanajanselän ja Rauttunselän kertoimet ovat hyvin lähellä toisiaan ja suuruusjärjestys vaihtelee, mikä on ymmärrettävää, sillä näiden alueiden kokonaisfosforipitoisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan. Erikoisinta tuloksissa on se, että uinnin sekä pesu- ja saunaveden oton kertoimissa on Vajanselällä ja Rauttunselällä samoja arvoja kuin

Taulukko 3.44. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet.

Osa-alue	Kok P	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu
Miimalanselkä-Lepaanvirta	58,1 µg/l	Tyydyttävä	0,74	0,80	0,78	0,76	0,78
Vanajanselkä	27,2 µg/l	Tyydyttävä	0,78	0,84	0,81	0,76	0,81
Rauttunselkä	24,3 µg/l	Tyydyttävä	0,74	0,83	0,80	0,78	0,80



Kuva 3.69. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Vanajanselällä.

Miimalanselän-Lepaanvirran alueella. Vedenlaatu vaikuttaa eniten näihin käyttömuotoihin, koska niissä ollaan suoraan kosketuksissa veden kanssa, ja siksi olisi ollut oletettavaa, että huonommassa tilassa olevan Miimalanselän-Lepaanvirran käyttökelpoisuuskertoimet olisivat olleet selkeästi muita alueita huonompia.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostetaan käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Vanajanselällä vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu olivat tärkeimmät käyttömuodot. Lähes puolet kokonaisvirkistyspäivistä alueella muodostuu näistä. Veneily tai melonta osoittautui Vanajanselällä melko tärkeäksi verrattuna muihin pilottialueisiin; vastaajat käyttivät virkistyspäivistään siihen noin viiden-

neksen. (Kuva 3.69).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostetun summa-arvofunktion avulla lasketun VIRVA-mallin perusteella rantakiinteistöihin liittyy suurin osa vesistön kokonaisvirkistyskäyttöarvosta, joka on nykytilassa noin 9,2 miljoonaa euroa vuodessa. Vedenlaadun parantuessa hyvään ekologiseen tilaan, vuotuinen vesistöstä johtuva virkistyskäyttöarvo kasvaisi lähes 0,19 miljoonaa euroa. Nykytila on lähellä hyvää ekologista tilaa ja siksi sen saavuttaminen ei tuota kovinkaan suurta rahallista hyötyä. Mikäli vesistössä saavutettaisiin yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomainen tila, olisi kokonaisvirkistyskäyttöarvo 10,5 miljoonaa euroa vuodessa eli lähes 1,3 miljoonaa euroa enemmän kuin nykytilassa.

Muiden käyttäjien osuus vesistön kokonaisvirkistyskäyttöarvosta on melko pieni. Nykytilassa muiden käyttäjien kokonaisvirkistyskäyttöarvo on 584 000 euroa vuodessa. Vedenlaadun parantuessa hyvään ekologiseen tilaan vuotuinen kokonaisvirkistyskäyttöarvo kasvaisi 12 000 euroa. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa vesistöstä johtuva virkistyskäyttöarvo olisi 669 000 euroa vuodessa eli 85 000 euroa enemmän kuin nykytilassa.

Vanajanselän VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan sekä Monte Carlo -simuloinnilla muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

Taulukko 3.45. Rahamääräinen vesistöstä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila (kok P=25 µg/l) tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen (kok P=25 µg/l) mukainen tila.

	Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Kiinteistöt	9 230 000 €/v	187 000 €/v	1 300 000 €/v
Muut	584 000 €/v	12 000 €/v	85 000 €/v
Yhteensä	9 800 000 €/v	200 000 €/v	1 400 000 €/v

### 3.7

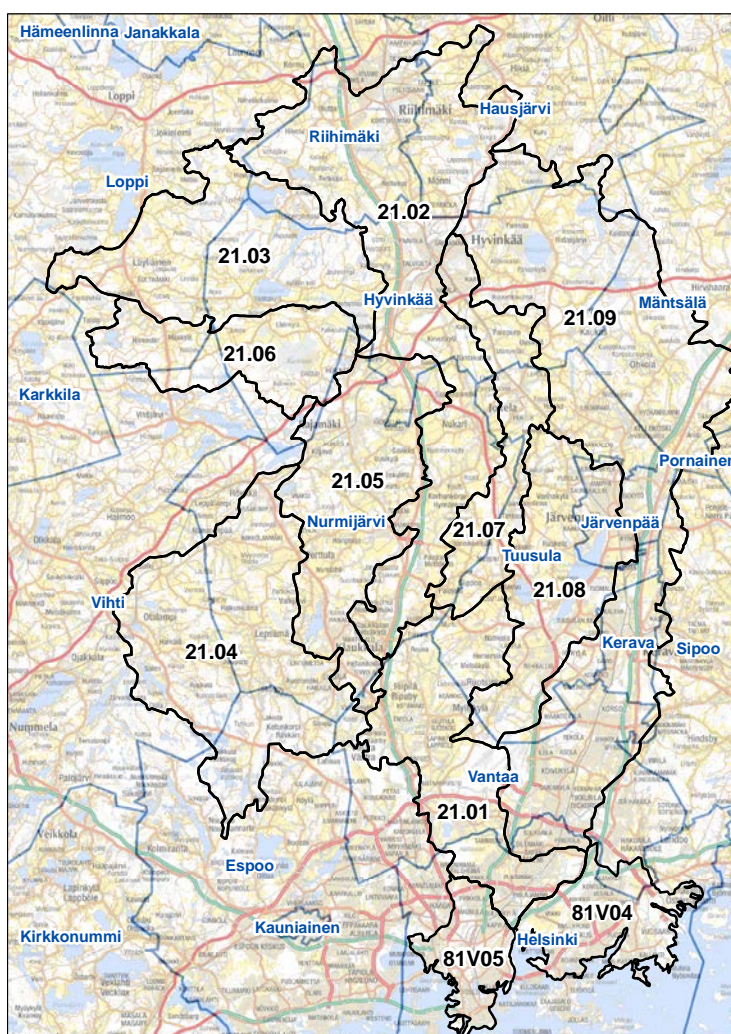
## Vantaanjoki

Sari Väisänen SYKE

Vantaanjoki kulkee yli 100 km matkan aina Riihimäeltä Helsinkiin Vanhankaupungin lahdelle. Valuma-alueen pinta-ala on 1 685 km<sup>2</sup>, se ulottuu neljäntoista kunnan alueelle ja sen vaikutusalueella asuu noin 1,1 miljoonaa ihmistä. Vesistöalueen jokien yhteispituus n. 300 km ja alueen järvisyys 2,3 %. Vantaanjoki on pääosin tyydyttävässä tilassa ekologisen tilan luokittelun mukaan.

Vantaanjoki on yksi Etelä-Suomen tärkeimmistä virkistyskalastuskohteista. Se on lohijoki, johon nousee merilohi ja meritaimen. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry perustettiin keväällä 1963, kun Vantaanjoen varren kunnat ja teollisuuslaitokset päättivät alkaa vapaaehtoisesti torjumaan joen huolestuttavaa saastumista. Vaikka siitä lähtien veden laatu Vantaanjoessa ja sen sivuhaaroissa on selvästi parantunut, tehtävää riittää edelleen. Vuoteen 1982 asti, ennen Päijänne-tunnelia, joen vettä käytettiin pääkaupunkiseudun talousvetenä. Vantaanjoki onkin edelleen tärkeä virkistyskohteen lisäksi myös pääkaupunkiseudun vedenhankinnan varavesijärjestelmänä ja raakavesilähteenä, silloin kun Päijänne-tunneli ei ole käytössä.

Vantaanjoen vesistön vedenlaatua tarkkaillaan yhteistarkkailuna yli 40 havaintopaikalla vähintään 6–12 kertaa vuodessa. Joella on myös jatkuvatoimista seuranta, jonka tuloksiin myös GisBloomissa saatavia mallinnusten tuloksia voidaan vertailla. Haitallisia aineita tarkkaillaan seuraavan kerran vuonna 2014. Myös alueen hulevesien laatua tarkkaillaan ja pyritään selvittämään haitallisten aineidenesiintymistä niissä.



Kuva 3.70. Vantaanjoen pilottila-alue.

Vantaanjoen valuma-alueella on käynnissä tilakohtaista neuvontaa sekä haja-asutuksen jätevesineuvontaa. Lisäksi alueella on käynnissä Ravinnehuuhtoumien hallinta (RaHa) -hanke, jossa kerätään ja jaetaan tietoa ja käytännön kokemuksia vesiensuojelusta ja kestävästä maataloudesta Uudellamaalla. Hankkeessa seurataan muun muassa alus- ja kerääjäkasvien tehoa ravinnehuuhtoumien hillitsijoina, viherlannoitusnurmien vaikutuksia maan rakenteeseen ja lannoitustarpeeseen, uusien maanparannusaineiden tehokkuutta ja viljelyn monipuolistamista maan rakenteenparantamiseksi. Valuma-alueella tutkitaan myös kipsin vaikutuksia vesistökuormitukseen. Lisäksi jätevesiohitusten vähentämiseksi on kartoitettu viemäriverkoston vuotokohtia ja opastettu pumppaamojen hoidossa ja huollossa.

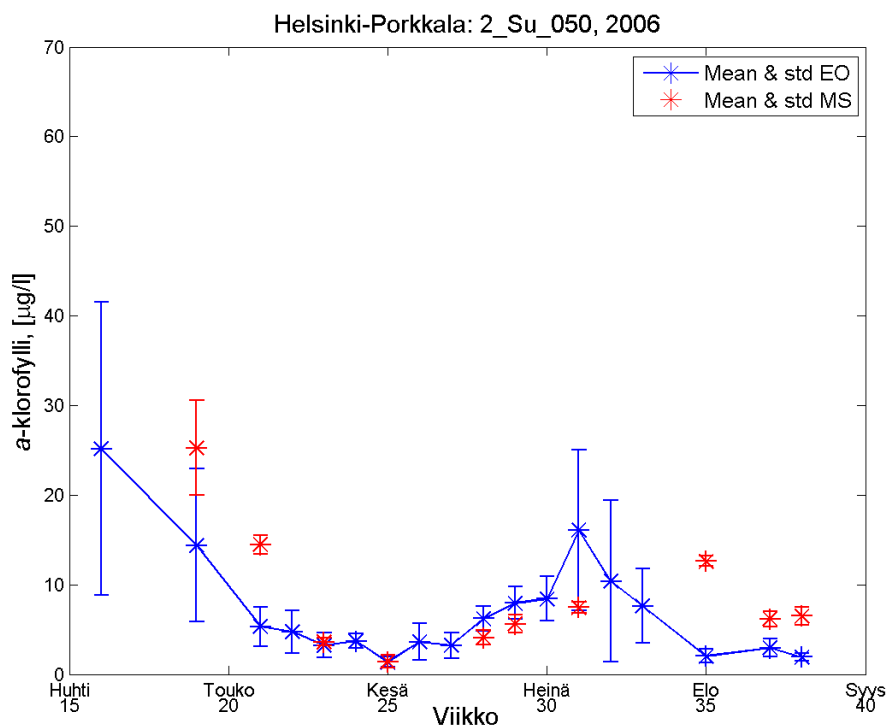
### 3.7.1

## Satelliittikuvat ja automaattimittaukset Helsingin edustalla

*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junntila (SYKE)*

Satelliittikuvatuotteet ovat käytettävissä vain Helsingin edustan merialueelle, koska MERIS satelliitti-instrumentin alueellinen erotuskyky (300 m) ei sovellu Vantaanjoelle. Automaattiasema oli käytössä Helsingin edustalla (Torra Lövä, Rysäkarin länsipuolella) kesällä 2012. Mittarit oli asennettu älyviittaan, joka samalla toimi merenkulun turvamerkinä.

SYKEN operatiivisista tuotteista laskettiin vesimuodostumakohtaisista klorofyllipitoisuuden aikasarjoja (kuva 3.71). Vesimuodostumakohtaisissa tuotteissa on huomattava, että satelliittikuvista lasketut ja asemakohtaisten seurantamittausten

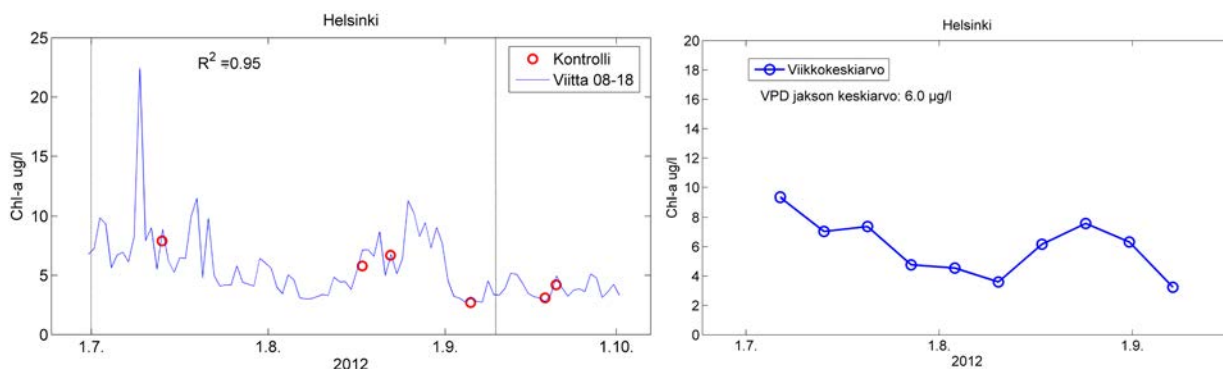


Kuva 3.71. Helsinki-Porkkala vesimuodostuman klorofyllipitoisuuden aikasarja satelliittikuvien (EO) ja asemakohtaisten seurantamittausten (MS) perustella vuonna 2006. Tulokset on esitetty viikkokohtaisina keskiarvoina (mean) ja keskihajontoina /standardipoikkeamina (std).

viikkotulokset eivät välttämättä ole suoraan vertailukelpoisia, koska ne edustavat usein eri ajankohtaa ja eri kokoista aluetta vesimuodostuman sisällä. Yleisesti ottaen vastaavuus havaintoasemilta tehtyjen mittausten ja satelliittitietojen välillä on hyvä rannikon vesimuodostumilla. Poikkeuksena ovat muutamien sisemmän alueen, jotka ovat joko matalia tai bio-optisilta ominaisuuksiltaan poikkeavia. Kaikista luokittelujakson kuvista vuosien 2006–2011 osalta laskettiin myös klorofyllipitoisuuksien jakaumat ja tilastolliset tunnusluvut (keskiarvo, keskihajonta, mediaani, minimi, maksimi, persenttiilit sekä histogrammin huippukohta). Helsingin edustalla tehtiin lisäksi näkösyvyyskarttoja MERIS kuvien perusteella. Vedenlaatukartat ovat myös suoraan käyttökelpoisia erilaisiin seurantarpeisiin ja tiedottamiseen.

Älyviitan päivittäisistä klorofyllituloksista laskettiin jatkotuotteet VPD:n ekologisen luokittelun tarpeisiin (kuva 3.72). Yleensä Helsingin edustalla käydään seuranta-asemilla yksi tai kaksi kertaa kuussa. Älyviitan ajallisesti tiheillä mittauksilla saadaan luotettava klorofyllipitoisuudelle arvio koko luokittelukaudelle. Mittauksista saadaan tehokkaasti selville lyhytaikaisetkin leväkukinnat. Esimerkiksi noin 10.7.2012 havaittiin älyviitan mittauksissa nopea klorofyllipitoisuuden (yli 20 µg/l) nousu.

Taulukossa 3.46 on esitetty yhteenveto menetelmien hyödyntämisestä.



Kuva 3.72. Helsingin edustan älyviitalla mitattu klorofyllipitoisuus (korjattu data) ja kontrollinäytteiden tulokset vuonna 2012 (vasemmalla). VPD luokitteluajanjakso (1.7.–7.9.) on merkitty katkoviivoin. Oikealla on luokittelua varten esitetty klorofyllipitoisuuden viikkokeskiarvo ja laskettu koko luokitteluajanjakson keskiarvo.

Taulukko 3.46. Satelliittikuvien ja automaattimittausten hyödyntäminen Helsingin edustalla. Chl = klorofyllipitoisuus.

Menetelmä	Tuote	Käyttö	Vesinetti
Satelliittikuvat	Chl, pintaleväkukinnat, sameus (SYKEN operatiiviset kaukokartoitustuotteet)	Alueellinen vaihtelu (VPD-luokittelu, levätiedotus, jokivesien leviäminen)	linkki SYKEN internet-sivuille
	Näkösyvyyskartat 2010–2011	Alueellinen vaihtelu	Kyllä
	Vesimuodostuma-kohtaiset klorofylliaikasarjat vuonna 2006–2011	VPD-luokittelu	2006, 2009, 2011
	Vesimuodostumakohtaiset kuvat klorofyllipitoisuuden jakaumasta (histogrammit) 2006–2011	VPD-luokittelu	2006, 2009, 2011
	Vesimuodostumakohtaiset Chl-taulukot tilastollisista tunnusluvuista mm. keskiarvo 2006–2011	VPD-luokittelu	ei
Automaattimittaukset (Chl, sinilevät, sameus, T, suolaisuus)	Chl-keskiarvo luokitteluajanjaksolle	VPD luokittelu	Kyllä
	Aikasarjat	Leväkukintojen esiintyminen	Kyllä
	Aikasarjat	Satelliittikuvien validointi	Raportti
	Tulokset reaaliaikaisesti internet:iin	Kansalaistiedotus, levätiedotus	Linkki tuloksiin

## Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Vantaanjoella

*Elina Jaakkola, Petri Ekholm, Saara Hirvonen, Sirkka Tattari ja Jari Koskiaho (SYKE)*

Ominaiskuormitusmalli muodostettiin koko Suomen kattavan aineiston pohjalta (ns. GisBloom-alueet, 70 kpl). Kun mallia sovelletaan yksittäisille valuma-alueille, on tärkeää tietää, mikäli kyseisen valuma-alueen ominaisuudet poikkeavat merkittävästi mallin muodostamiseen käytettyjen alueiden ominaisuuksista. Vantaanjoella pistekuormitus on huomattavan suurta; niin fosforin kuin typenkin osalta kaksinkertaista GisBloom-alueiden keskiarvoon verrattuna. Samoin peltoprosentti oli noin 7 % suurempi, mutta järvisyys puolestaan 5 % pienempi kuin GisBloom-alueiden keskiarvo. Avosoita ja luonnonkosteikkoja Vantaanjoella oli selvästi vähemmän kuin kaikilla tutkituilla valuma-alueilla keskimäärin (taulukko 3.47).

Taulukko 3.47. Vantaanjoen valuma-alueen ja GisBloom-alueiden ominaisuuksia.

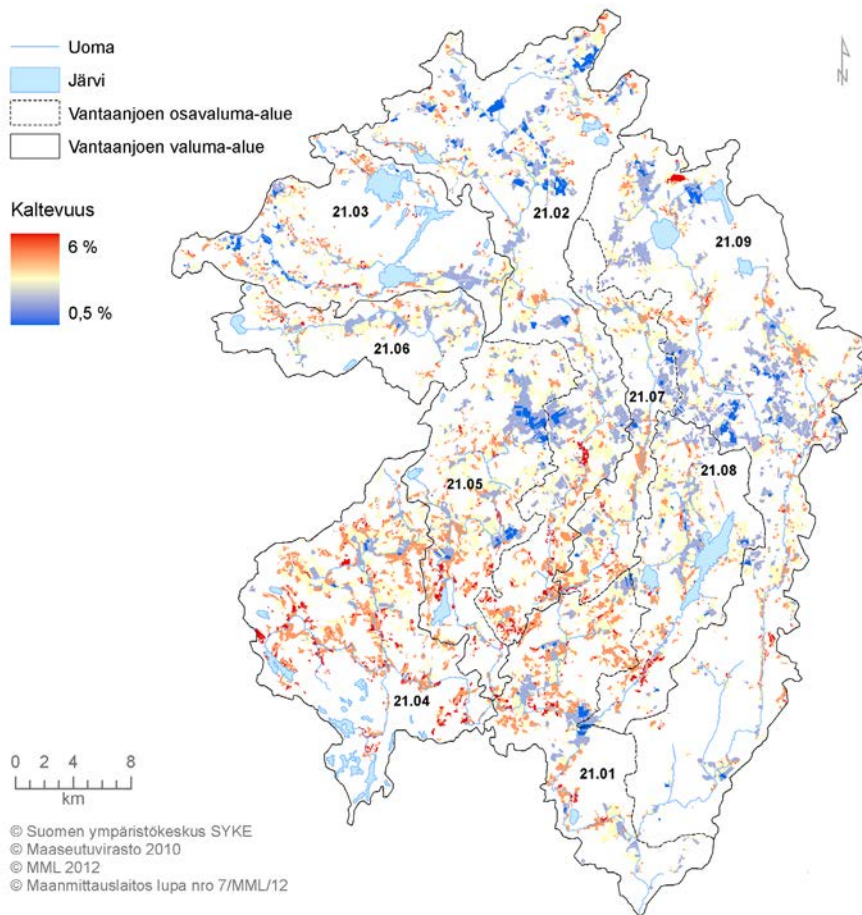
Alue	Piste-kuormitus P/km <sup>2</sup>	Piste-kuormitus N/km <sup>2</sup>	Maatalous-alueet %	Pelto %	Järvi %	Kevätvilja %	Nurmi %	Syysvilja %	Juurikas %	Puutarha %	Kosteikot ja avoimet suot %
Vantaanjoen va.	2,1	101,7	25,2	22,6	2,3	13,9	7,9	0,6	0,0	0,1	0,6
GisBloom-alueet (ka.)	1,1	47,3	17,0	15,4	7,3	9,1	5,3	0,4	0,5	0,1	6,0
GisBloom-alueet (min.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GisBloom-alueet (maks.)	26,8	553,5	63,1	64,0	51,4	43,4	16,0	6,5	17,2	1,1	33,3

Vantaanjoen alueen kaltevimmat pellot sijaitsevat osavaluma-alueilla Lepsämänjoki 21.04, Luhtajoki 21.05, Vantaan ala- ja yläosa 21.01 ja 02, Palojoiki 21.07 ja Tuusulanjoki 21.09. Yli 6 %:n kaltevuuksia oli koko alueen pelloista 5 %. Alimmassa kaltevuusluokassa (eli kaltevuus < 0,5 %) oli peltoja niin ikään vain 5 % koko pelto-alasta (kuva 3.73). Tasaisten peltojen määrää on kuitenkin saatettu aliarvioida, johtuen käytetyn korkeusmallin epätarkkuudesta. Muun muassa KUTI-tutkimuksen (Puustinen ym. 1994) perusteella pienien kaltevuuksien osuus olisi huomattavasti tätä suurempi. Vantaanjoen valuma-alueella savipeltojen osuus kaikista pelloista on mallien neljästä sovellusalueesta suurin, lähes 70 % (kuva 3.74).

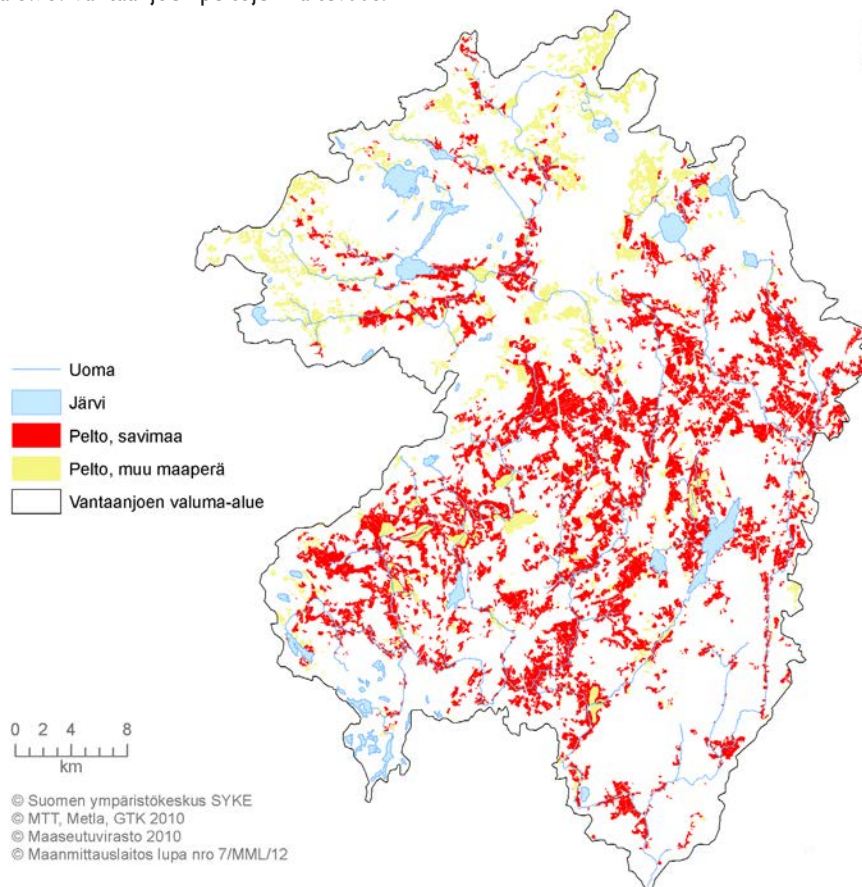
Alueen eläintiheys oli suhteellisen pieni, vain 19 eläinyksikköä neliökilometrillä. Viemäröinnin ulkopuolella olevia asukkaita oli alueella enemmän kuin muilla tarkastelluilla neljällä alueella, noin 10 henkeä per km<sup>2</sup>.

Vantaanjoen alueelle sovellettiin viittä eri ominaiskuormitusmallia. Mallien antamat kuormitusarvot fosforille vaihtelivat välillä 30–42 kg/km<sup>2</sup>/v ja typelle välillä 625–809 kg/km<sup>2</sup>/v (taulukko 3.48). Fosforimallissa 3 järvisyyden kuormitusta vähentävä vaikutus on suurempi kuin Malleissa 2 ja 4. Tuloksia verrattiin myös HELCOM:lle v. 2000–2011 raportoituihin arvoihin, jotka on laskettu ns. kuukausikeskiarvomenetelmällä virtaamamittausten ja jokivedestä otettujen pitoisuusnäytteiden avulla. Mallien antamien kuormien keskiarvo (38 kg/km<sup>2</sup>/v) vastasi fosforin osalta hyvin HELCOM:lle raportoitua tulosta (38 kg/km<sup>2</sup>/v). Vastaavasti typen osalta mallien antamien tulosten keskiarvo oli HELCOM:ille raportoitua tulosta (669 kg/km<sup>2</sup>/v) suurempi, mutta Malli 2, jossa selittäjinä olivat peltoprosentti ja järvisyys, vastasi tätä hyvin (taulukko 3.48).





Kuva 3.73. Vantaanjoen peltojen kaltevuus.



Kuva 3.74. Vantaanjoen savipeltojen osuus koko peltoalasta.

Taulukko 3.48. Ominaiskuormitusmallien kokonaisfosfori- ja typpitulokset Vantaanjoen valuma-alueelle.

Kokonaisfosforikuormitus (kg/km <sup>2</sup> /v)		HELCOM (kg/km <sup>2</sup> /v)
Malli 1	36	38
Malli 2	39	
Malli 3	30	
Malli 4	42	
Malli 5	34	
Kokonaistyyppikuormitus (kg/km <sup>2</sup> /v)		HELCOM (kg/km <sup>2</sup> /v)
Malli 1	625	664
Malli 2	669	
Malli 3	682	
Malli 4	752	
Malli 5	809	

### 3.7.3

## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Vantaanjoella

Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)

### LLR Tuusulanjärvellä

Rehevän, pintavesityypiltään runsasravinteisen Tuusulanjärven tilavuus on 187 milj. m<sup>3</sup> ja keskisyvyys 3,16 m. Tuusulanjärven kuormitus- ja virtaamatiedot saatiin LLR-mallinnusta varten VEMALASTA (viipymääjan keskiarvot vuosilta 1990–2011) ja vedenlaatutiedot Hertta-järjestelmästä. Ensimmäisellä vesienhoidonsuunnittelu-kaudella järven on arvioitu olevan fosforin osalta välttävässä, typen osalta hyvässä ja *a*-klorofyllin osalta tyydyttävässä tilassa.

Taulukko 3.49. Kokonaisfosforin, -typen ja *a*-klorofyllin todennäköisyydet kuulua eri luokkiin Tuusulanjärvellä nykykuormituksella.

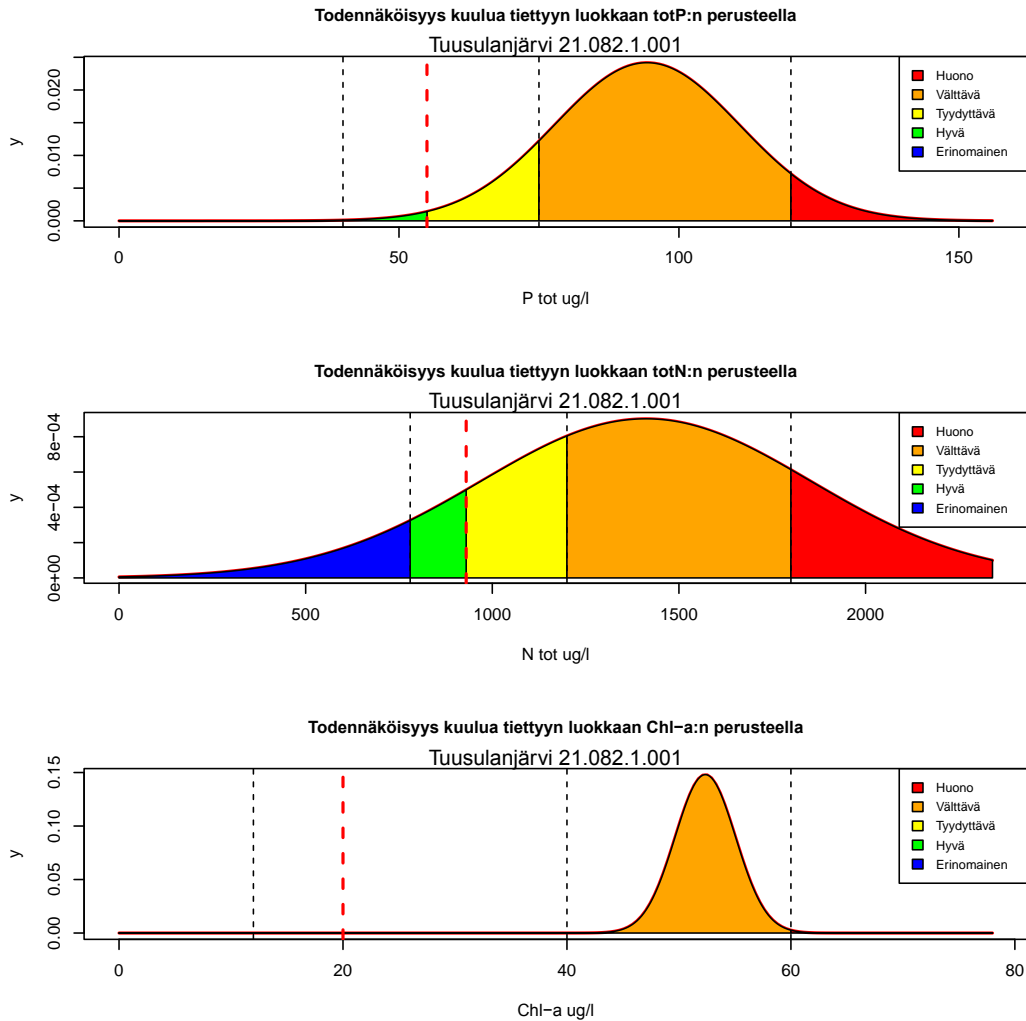
	P tot	N tot	Chla
Huono	6	19	0
Välttävä	82	49	100
Tyydyttävä	11	18	0
Hyvä	1	6	0
Erinomainen	0	8	0

Kuvasta 3.75 ja taulukosta 3.49 nähdään nykykuormituksilla lasketut pitoisuusennusteet ja eri vedenlaatu- luokkiin kuulumisen todennäköisyydet. Myös LLR:n tulosten perusteella järven keskimääräinen avovesi- kauden fosforipitoisuus ylittää sallitun rajan, ja järvi on 82 % todennäköisyydellä välttävässä tilassa (P ennuste 94 ug/l). Typen mallinnuksen epävarmuus näkyy laa- jana jakaumana, jonka vaihtelu on hyvin suurta. LLR:n perusteella järvi saavuttaisi typen osalta hyvän tilan vain 14 % todennäköisyydellä. Keskimääräinen typpiennuste on 1408 ug/l, jonka mukaan tila olisi välttävä. *a*-klorofylli-

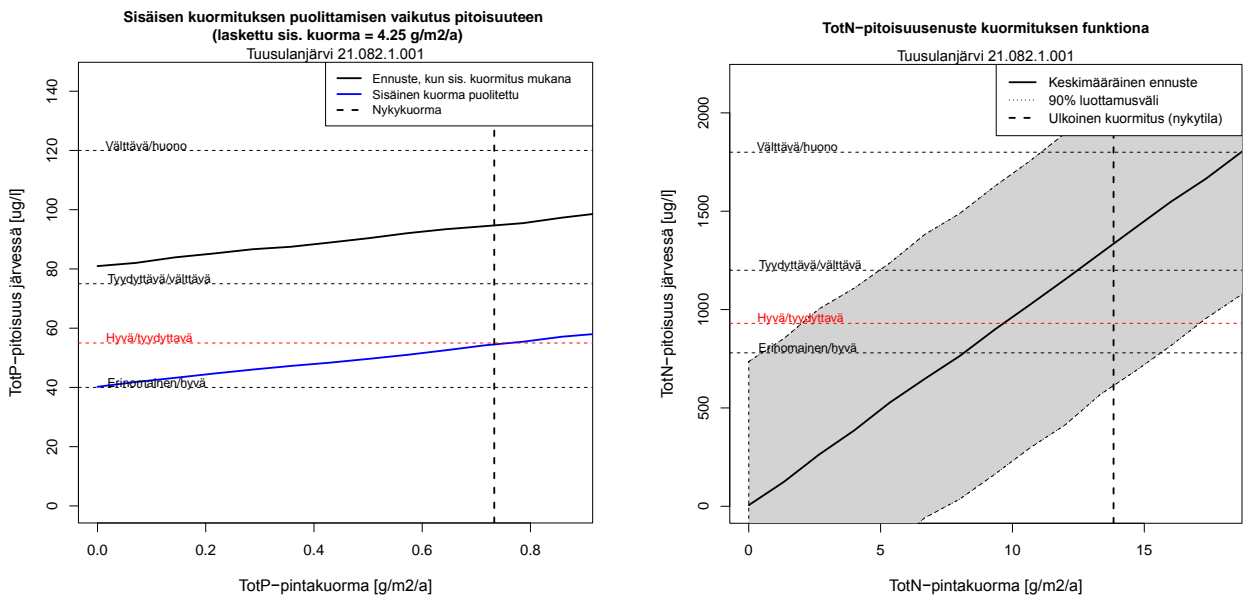
pitoisuuden osalta järvi olisi todennäköisimmin välttävässä luokassa, keskimääräisen ennusteen ollessa 52 ug/l.

Tuusulanjärven sisäinen kuormitus arvioitiin mallinnuksessa melko suureksi, eli 15 t/v (Marttila, 2004). Koska sisäinen kuormitus on näin suurta, fosforin osalta hyvään tilaan on mallin mukaan lähes mahdotonta päästä vain ulkoisen kuormituksen vähen- nyksillä. Mutta sisäisen kuormituksen puolittamisella saavutettaisiin jo hyvä tila fosforin perusteella (kuva 3.76 vasemmalla) ennusteen ollessa hyvän tilan rajalla eli 55 ug/l. Typen osalta kuormitusvähennyksen tulisi olla noin 29 % (kuva 3.76 oikealla). Eli kuor- mitusvähennys nykytilasta (13,8 g/m<sup>2</sup>/v) tavoitettiin (9,8 g/m<sup>2</sup>/v) olisi noin 4 g/m<sup>2</sup>/v.

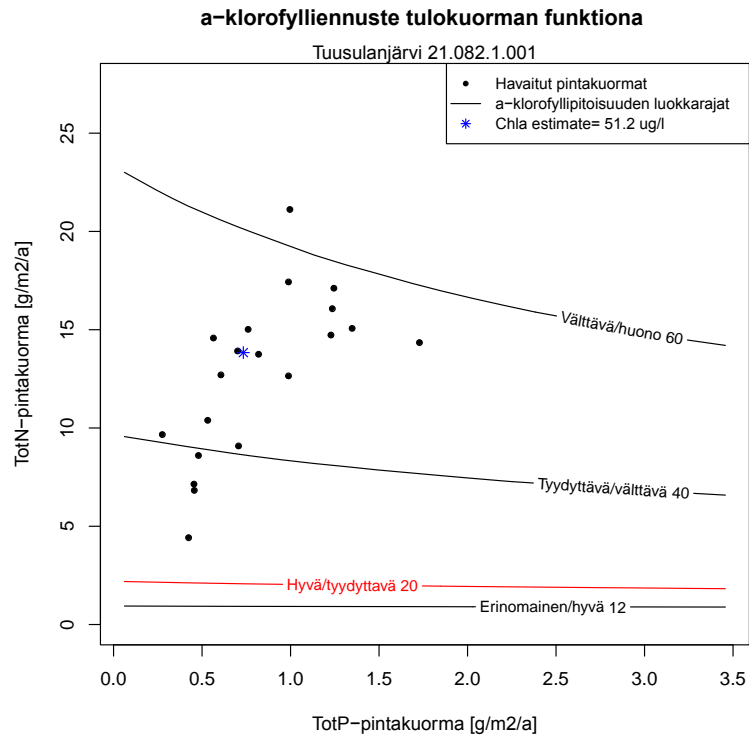
*a*-klorofyllipitoisuuden ennuste ylittää mallin mukaan sallitun rajan. Ulkoisen fos- forikuormituksen vähentämisellä ei näyttäisi olevan suurta merkitystä, koska sisäinen kuormitus on fosforin osalta niin merkittävää. Toimenpiteet tulisikin kohdistaa sekä järveen että valuma-alueelle. Jatkossa LLR-työkalulla voisi arvioida myös, kuinka paljon sisäistä kuormitusta pitäisi vähentää, kun ulkoista kuormitusta on vähennetty niin paljon kuin mahdollista.



Kuva 3.75. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitetty pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.



Kuva 3.76. Tuusulanjärven kokonaisfosforipitoisuuden ennuste ulkoisen kuormituksen funktiona nykytilassa ja kun sisäinen kuormitus on puolitetty (kuva vasemmalla) ja kokonaistyyppipitoisuuden keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona (oikealla).



Kuva 3.77. LLR:n tulokuva *a*-klorofylliennusteelle Tuusulanjärvellä.

### 3.7.4

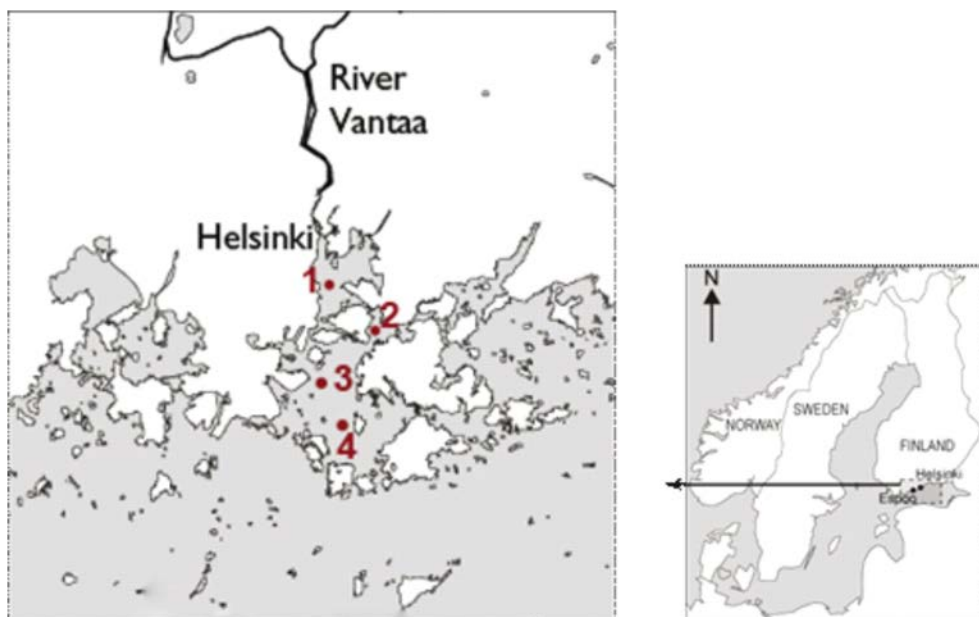
## Rannikko-LLR Vanhankaupunginlahdella

*Pirkko Kauppila, Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)*

Suomen rannikkovesiä luonnehtii vähäsuolaiset, jokivesivaikutteiset merenlahdet eli estuaarit. Suomen rannikolla pienet jokiestuaarit ovat kaikki omanlaisiaan sekä morfologisilta, fyysisiltä että vedenvaihdon ominaisuuksiltaan, mitä vesipuitte-direktiivin tyypittely ei tällä hetkellä ota riittävästi huomioon. Toisaalta Suomen estuaarit käyttäytyvät kuten suolaiset järvet (Meeuwig ym. 2000), mikä mahdollistaa LLR-mallin testauksen murtovesiympäristössä. Rannikkovesissä LLR-mallin haasteena on kuitenkin se, miten otetaan huomioon suolaisuuden ja avomeren vaikutus lahtialueille.

LLR-mallitestauksen kohdealueena oli Vanhankaupunginlahti, joka on matala, puoliksi suljettu ja Vantaanjoen kuormittama merenlahti (kuva 3.78). Lahti on edelleen voimakkaasti rehevöitynyt, vaikka vedenlaatu on huomattavasti parantunut 1960- ja 1970-luvuilla, jolloin lahteen johdettiin kaupungin jätevesiä. Kuormitus laski jätevesien käsittelyn kehittyessä, mikä näkyi rehevyyden laskuna. Paikalliset jätevesipuhdistamot lopettivat toimintansa 1990-luvun alussa.

Rannikon LLR-mallisovelluksen tarkoituksena oli ennustaa ravinnekuormituksen vaikutuksia keski- ja loppukesän aikaisiin kokonaisravinteiden (typpi ja fosfori) ja *a*-klorofyllin pitoisuuksiin sekä sinilevien määrään. Kesäkausi on sama kuin mitä rannikolla käytetään vesipuitte-direktiivin ekologisessa luokituksessa. Tarkoituksena oli ennustaa ravinteiden tavoitekuorma, joka mahdollistaisi Vanhankaupunginlahdella klorofyllin perusteella arvioidun hyvän ekologisen tilan saavuttamisen. Arviot tehtiin käyttämällä Suomenlahden sisäsaaristolle kehitettyjä luokkarajoja (Vuori ym. 2009), jotka integroitiin mallityökaluun. Paikallinen data oli Vanhankaupunginlahdella laskentojen ainoa lähde toisin kuin järvimallissa, jossa voitiin



Kuva 3.78. Vantaanjoki estuaari ja sen vedenlaatuasemat (1–4) Helsingin edustalla.

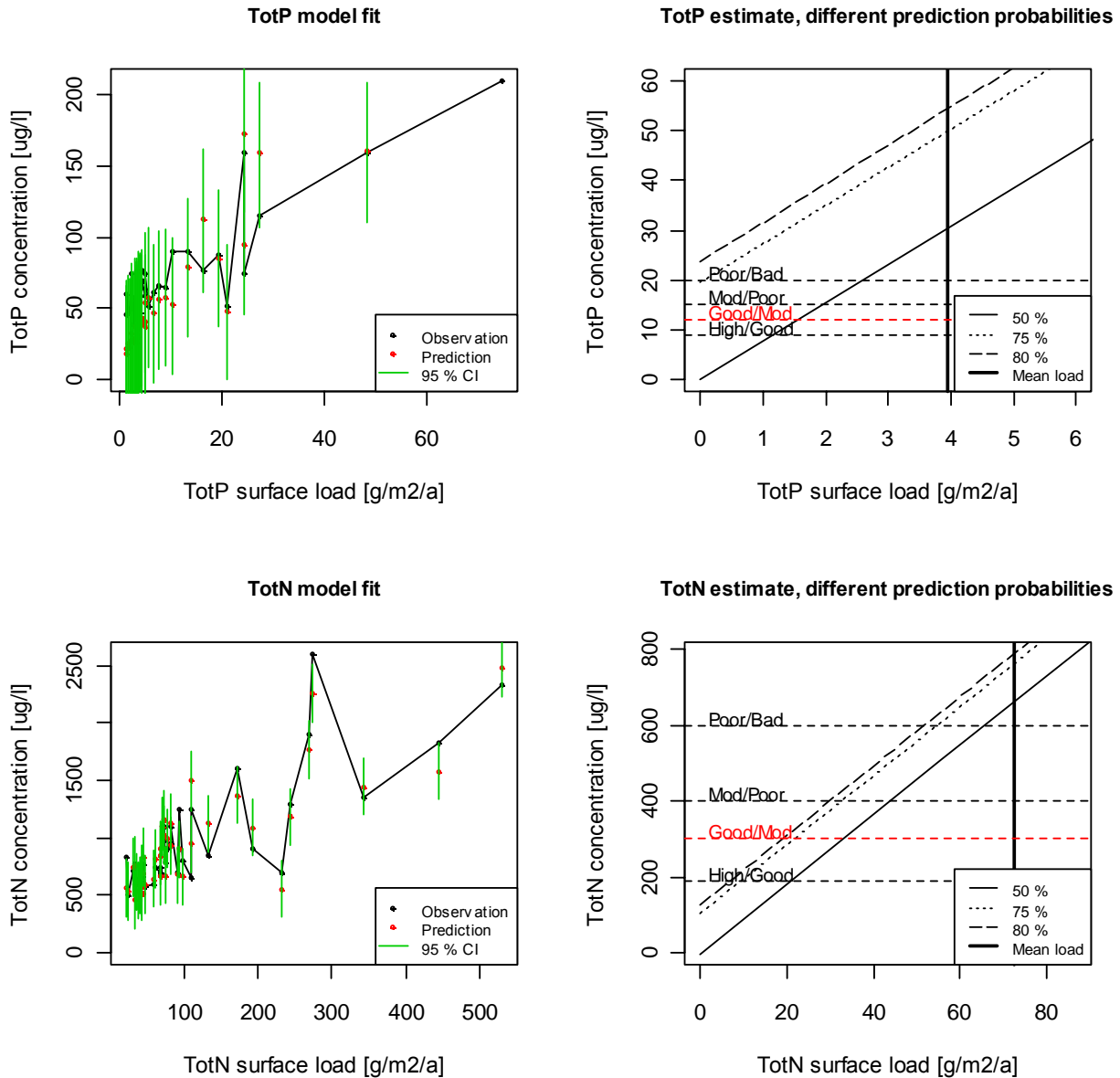
hyödyntää lisäksi Euroopan laajuista tyyppikohtaista järvidataa. Tulevaisuudessa rannikon LLR-mallia on tarkoitus korjata lahtikohtaisilla vedenlaatutiedoilla ja ravinnetasetiedoilla.

Mallilaskentaa varten koottu tiedosto koostui Vanhankaupunginlahden vedenlaatutiedoista ja kasviplanktonin biomassoista, Vantaanjoen virtaamatiedoista sekä paikallispuhdistamojen ravinnekuormitustiedoista vuosijaksolla 1970–2010 sekä veden viipymätiedoista, jotka laskettiin suolaisuustietojen ja lahden tilavuuden avulla (ks. Bowden 1980). Vedenlaatutiedot ja puhdistamojen kuormitustiedot ovat peräisin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen seurannoista (kuva 3.78), kun taas Vantaanjoen vedenlaatu- ja vedenvirtaamatiedot perustuvat Suomen ympäristöhallinnon seurantoihin.

Vedenlaatutiedot sisälsivät tuottavan pintakerroksen *a*-klorofyllipitoisuudet, veden pinnan ja pohjan läheisen vesikerroksen ravinnepitoisuudet, suolaisuuden sekä lämpötilan. Vantaanjoen keskivirtaama sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin virtaamat laskettiin keskiarvomenetelmällä Vantaanjoen pitoisuustietojen ja veden virtaamatietojen avulla (mm. Kauppila ja Koskiaho 2003). Sisä- ja ulkosaariston välinen vedenvaihto sekä ravinnevirtaamat laskettiin Knudsenin kaavan avulla (Bowden 1980) hyödyntämällä sisemmän ja ulomman lahtialueen suolaisuus- ja ravinnepitoisuustietoja sekä lahden tilavuutta ( $147 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ).

Vanhankaupunginlahden tulosten perusteella näyttäisi siltä, että LLR-mallia voitaisiin soveltaa Itämeren vähäsuolaisiin estuaareihin. Vanhankaupunginlahdella mallin avulla voitiin ennustaa tavoitekuorman vähennys, jolla klorofyllin perusteella saavutetaan hyvä ekologinen tila. Malli yliarvioi ravinteiden tavoitearvot ja *a*-klorofyllipitoisuudet, jos käytettiin koko vedenlaadun seurantajaksoa 1970-luvulta lähtien. Malli antoi kuitenkin realistiset ennusteet klorofyllin pitoisuuksille, kun ravinnekatana käytettiin aikajaksoa, jolloin paikalliset jätevesien puhdistuslaitokset oli suljettu. Malli sopi paremmin dataan ja antoi tarkemmat ennusteet, kun arvio tehtiin kokonaistypen perusteella (kuva 3.79).

Kun ennustekäyrä sovitettiin kokonaisfosforipitoisuuksien mediaaniin 50 % luottavuudella, hyvä ekologinen tila voitiin saavuttaa kokonaisfosforin arvolla  $12 \mu\text{g/l}$  ja tavoitekuormalla  $1,6 \text{ g/m}^2$  vuodessa. Keskimääräistä alueellista fosforikuormitusta ( $3,0 \text{ g/m}^2/\text{v}$ ) pitäisi siis vähentää 60 %, jotta saavutettaisiin hyvä ekologinen tila *a*-klo-



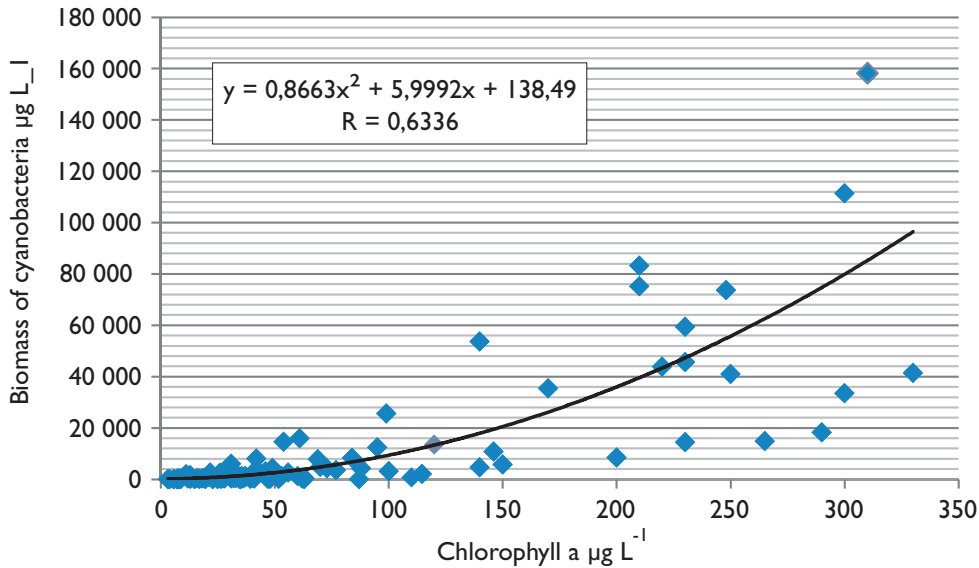
Kuva 3.79. Malli kuvaa kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet alueellisten ravinnekuormien (TP ja TN) perusteella. Oikeanpuoleisissa kuvissa ennustetaan ravinnepitoisuudet alueellisten ravinnekuormien avulla 50, 75 ja 80 % luotettavuuksilla eri luokituksen tila-arvioiden saavuttamiseksi.

rofyllin perusteella. Kokonaistypen tavoitekuorma arvioitiin 50 % luotettavuudella 33 g/m<sup>2</sup> vuodessa, mikä oli noin puolet keskimääräisestä alueellisesta kuormasta (72 g/m<sup>2</sup>/v). Luotettavuustasoa voidaan tiukentaa, mikäli halutaan varmemmat ennusteet. Esimerkiksi 80 % luotettavuustasolla typen tavoitekuorman tulisi olla 18 g/m<sup>2</sup>/v.

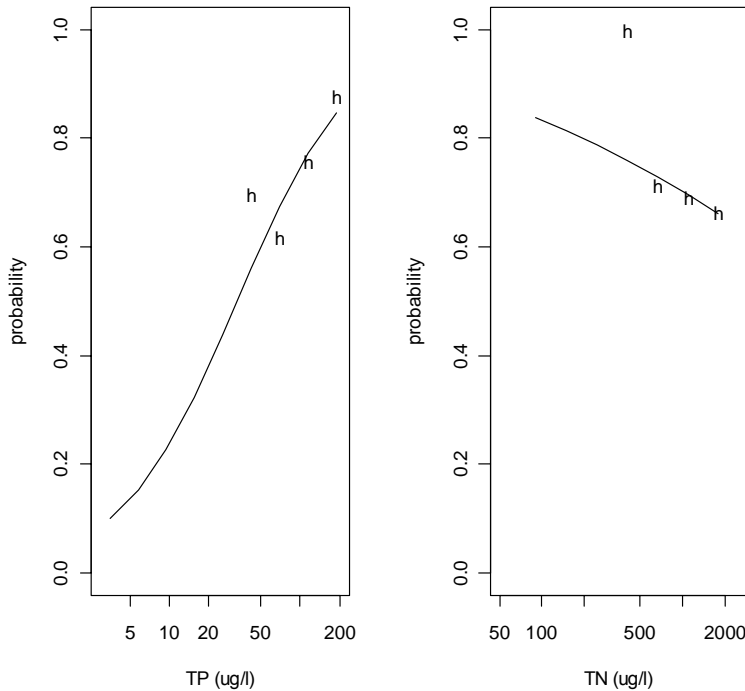
Olemassa olevan seurantadatan perusteella hyvän ekologisen tilan vaatimukset on Vanhankaupunginlahdella saavutettu tähän mennessä vain muutaman kerran, kun arvioidaan klorofyllin pitoisuus typen ja fosforin alueellisten kuormien perusteella 50 % luotettavuudella. Ravinnepitoisuuksien ennusteet vaikuttivat realistisilta, kun niitä verrattiin kesäaikaisen typen ja fosforin hyvän ja tyydyttävän välisiin luokkarajoihin Selkämeren ja Ruotsin Askö saariston vähäsuolaisissa (4–5 psu) murtovesissä.

Klorofyllin ohella vesipuitedirektiivi edellyttää luokittelukriteerit muillekin kasviplanktonin indikaattoreille. Olemme tässä tutkimuksessa määrittäneet *a*-klorofyllin avulla luokkarajat myös sinilevien biomassalle. Vanhankaupunginlahdella *a*-klorofylli selitti 63 % sinilevien vaihtelusta. Hyvän ja tyydyttävän välinen luokkarajan

arvioitiin olevan 185 µg/l. Logistisen regression perusteella sinileväkukintojen todennäköisyys kasvoi fosforipitoisuuksien kasvaessa ja väheni typpipitoisuuksien kasvaessa (kuva 3.81). Sinilevien ja typpipitoisuuksien välisen negatiivinen yhteys selittyy siten, että typpi on pääosin peräisin kiintoaineen samentamista jokivesistä (Korpinen ym. 2004). Fosforia lahtialueelle tulee sen sijaan virtausten mukana ulkosaaristosta sekä vapautuu pohjasedimentistä, johon ravinteita on sedimentoitunut runsaasti voimakkaan kuormituksen aikana.



Kuva 3.80. Sinilevien biomassa  $\alpha$ -klorofyllin funktiona Vanhankaupunginlahdella.



Kuva 3.81. Sinileväkukintojen todennäköisyys kokonaisfosforin ja kokonaistypen funktiona Vanhankaupunginlahdella.

Rannikon LLR-mallia on tähän mennessä testattu Helsingin Vanhankaupunginlahdella, jossa malli antaa järkeviä tuloksia. Jatkossa on tarkoitus tuottaa LLR-mallin tuloksia muillekin rannikon estuaareille.

Vedenlaatu- ja kuormitusaineisto on poimittu ympäristöhallinnon Hertta-rekisteristä ja jatkokäsitelty SAS-ohjelmalla, johon on rakennettu makrot rannikon joki- ja lahtiaineistojen yhdistämistä ja ravinnevirtaamien laskentaa varten. SAS-tiedostot on muokattu siten, että ne voidaan syöttää suoraan LLR-malliin. Valmiit mallitulosteet (graafit ja taulukot) on tarkoitus viedä Vesinettiin. Koska kukin rannikon estuaari on omanlaisensa, Vesinetin käyttäjä ei voi kuitenkaan tehdä laskentaa Vesinetissä rutiininomaisesti muille estuaareille. SYKEssä on tarkoitus kuitenkin tulevaisuudessa tuottaa LLR-malleja rannikon muillekin estuaareille ja viedä tulokset Vesinettiin.

Tuloksia on mahdollista hyödyntää vesipuidedirektiivin mukaisissa vesienhoitosuunnitelmissa ja toimenpideohjelmassa, joissa arvioidaan vesimuodostuma- tai estuaarikohtaisesti kuormitusvähennysten vaikutuksia *a*-klorofyllipitoisuuksiin. Rannikon LLR-mallia voidaan jatkossa hyödyntää myös yhdistämällä tulokset erilaisiin malliverkkoihin, joiden avulla on mahdollista arvioida esimerkiksi ekosysteemissä tapahtuvia muutoksia. Siten LLR-mallin tulokset saattaisivat hyödyntää omalta osaltaan tulevaisuudessa myös meristrategiadirektiivin toimeenpanoa.

### 3.7.5

## **VEMALA Vantaanjoella**

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Vantaanjoen vuosina 2006–2011 kuljettaman fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 70,8 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 62,9 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.50). Tästä 51 % arvioitiin tulleen pelloilta, 14 % muulta maa-alueelta, 28 % haja-asutuksesta ja 7 % pistekuormituslähteistä. Vantaanjoen valuma-alueella muun maa-alueen fosforikuormitusta korjattiin kertoimella 1,4 kummassakin malliversiossa. Vantaanjoen vuosina 2001–2010 kuljettaman typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 1472 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 1288 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.51). Tästä 56 % arvioitiin tulleen pelloilta, 21 % muulta maa-alueelta, 8 % haja-asutuksesta, 13 % pistekuormituslähteistä ja 2 % laskeumana.

VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuva kasvu -skenaariossa fosforikuormaa kasvattaa mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Vantaanjoen mautiloilla fosforitase on nykyisin positiivinen. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja kasvit käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei merkittävästi nosta peltojen fosforitasetta. Fosforitaseen pysyminen positiivisena vuosikymmenien ajan kasvattaa kuitenkin peltojen fosforivarastoja, jolloin myös fosforin huuhtoutuminen lisääntyy. Myös pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia. Maaperän fosforivarastot pienenevät, ja fosforin huuhtoutuminen vähenee. Myös peltoalan pieneminen vähentää fosforikuormituksen määrää. Lannoituksen vähentäminen pienentää myös pelloilta tulevaa typpikuormitusta ja kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia lannoituksen vähentyessä ja kasvien fosforinkäytön lisääntyessä. Samalla peltoalan kasvu kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Samoin typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisää kuormitusta romahdusskenaarioon verrattuna.



Taulukko 3.50. Vantaanjoen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	62900 kg/v	32100 kg/v	8800 kg/v	17800 kg/v	4200 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	51 %	14 %	28 %	7 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	–7	14	8	–51	–14
Romahdus	–28	–28	8	–51	–14
Vihreä aalto	–21	–14	9	–50	–14

Taulukko 3.51. Vantaanjoen kokonaistypikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	1288 t/v	725 t/v	272 t/v	102 t/v	169 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	56 %	21 %	8 %	13 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	19	40	9.7	–37	–23
Romahdus	–28	–43	9.4	–39	–25
Vihreä aalto	–24	–35	9.4	–38	–25

## 3.7.6

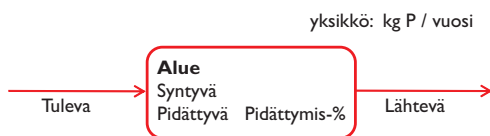
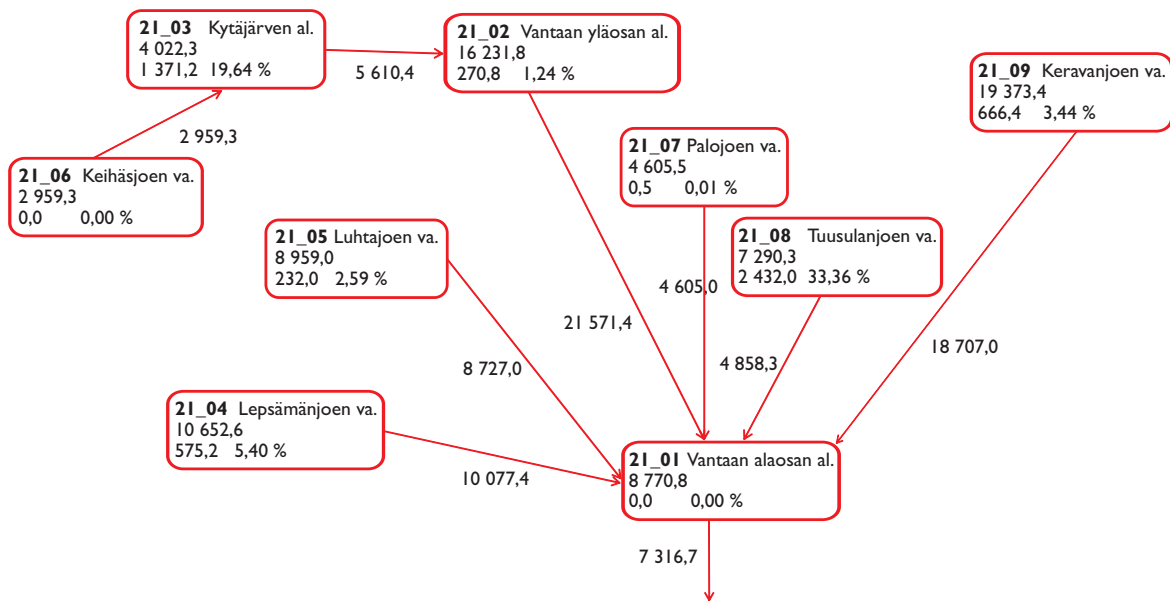
**VEMALAn ravinnetasekaaviot Vantaanjoella**

Antti Taskinen (SYKE)

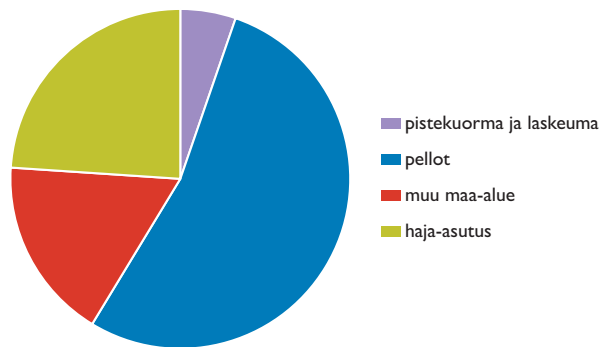
Vantaanjoen valuma-alueella on noin 50 kolmannen jakovaiheen aluetta ja toisen jakovaiheen alueita on yhdeksän (kuvat 3.82 ja 3.83). Alueen monimutkaisen rakenteen takia ainetasekaaviot tehtiin ainoastaan koko valuma-alueen kattavalle jälkimmäiselle tasolle. Kaavioiden ensisijaisena tarkoituksena oli määrittää mereen, Vanhankaupunginlahdelle tuleva kuormitus eikä vesistöön kuuluvia järviä ole huomioitu erikseen. Vesistö sisältää ylipäättään vähän altaita, minkä voi huomata myös osa-alueiden alhaisista pidättymisprosentteista.

Kaiken kaikkiaan valuma-alueella syntyy fosforikuormitusta keskimäärin 82 900 kg vuodessa, josta mereen päätyy noin 77 300 kg. Pidättymisen osuus on 5 600 kg eli 7 %. Suurin fosforikuormituksen lähde on pellot 54 %:n osuudella ennen haja-asutusta (24 %), muuta maa-alueella (17 %) sekä pistekuormitusta ja laskeumaa (5 %). Eniten fosforikuormitusta (19 400 kg/vuosi) syntyy alueella 21.09, mutta eniten (21 600 kg/vuosi) sitä tulee Vanhankaupunginlahden valuma-alueelle alueiden 21.06, 21.03 ja 21.02 kautta.

Vastaavasti typikuormitusta syntyy 1 600 tonnia vuodessa, josta mereen päätyy 1 450 tonnia. Tyyppiä pidättyy valuma-alueelle 27 % (430 tn). Myös suurin typikuormituksen lähde on pellot 42 %:n osuudella ennen metsiä (37 %), pistekuormittajia ja laskeumaa (14 %) sekä haja-asutusta (7 %). Eniten typikuormitusta (430 tn / vuosi) syntyy alueella 21.02. Yhdessä yläpuolisten alueiden 21.06 ja 21.03 kanssa se on ylivoimaisesti suurin Vanhankaupunginlahden valuma-alueella tyypellä kuormittava alue yhteensä 540 tonnin vuosikuormalla.



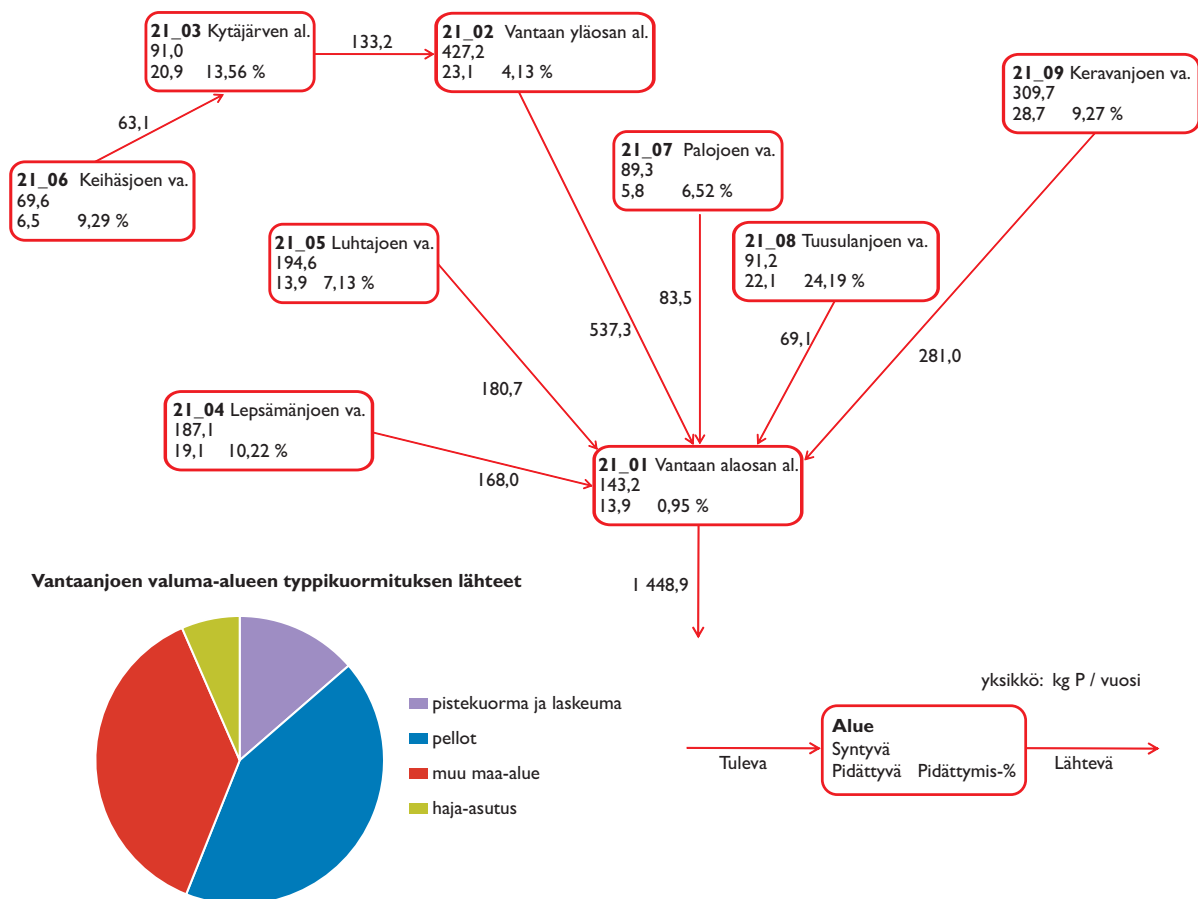
Vantaanjoen valuma-alueen fosforikuormituksen lähteet



Kuva 3.82. Vantaanjoen koko valuma-alueen fosforitasekaavio.

Fosforikuormituksen vähennys kannattaisi kaavion mukaan toteuttaa pelloilla alueilla 21.09 ja 21.02. Jos kummallakin alueella sitä pystyttäisiin pienentämään kolmanneksella, mereen päätyvä kuormitus tippuisi nykyisestä 77 300 kg:stä vuodessa 71 800 kg:n vuosikuormaan. Suhteellisesti tämä vastaisi 7 %:n vähennystä mereen päätyvässä fosforikuormituksessa.

Typpikuormitusta kannattaisi puolestaan vähentää metsätaloudessa alueella 21.02. Siellä kolmanneksen vähennys aikaansaisi 50 tonnin vähennyksen vuodessa mereen tulevassa typpikuormassa, joka vastaisi suhteellisesti 3 %:n vähennystä.



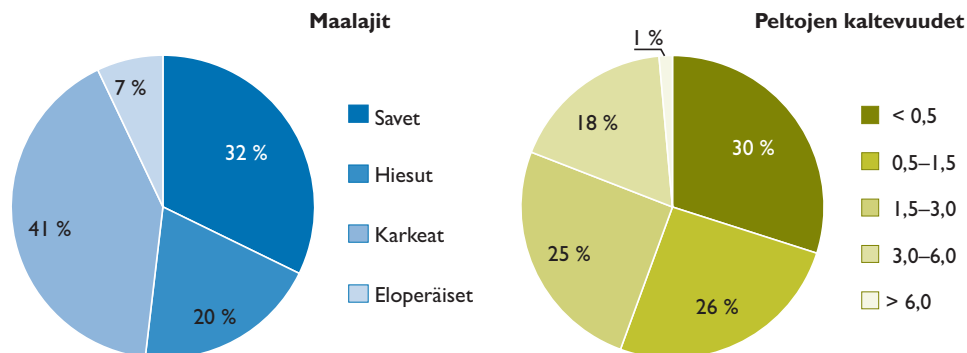
Kuva 3.83. Vantaanjoen koko valuma-alueen typpitasekaavio.

### 3.7.7

## VIHMA Vantaanjoella

Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Vantaanjoen peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALASTa. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.84. P-luvultaan 89 % pelloista on 8–14 mg/l luokassa ja loput 11 % yli 14 mg/l luokassa. Arviot Nykytilanteen mukaisista muokausmenetelmistä saatiin paikallisilta asiantuntijoilta. Arvion mukaan lähes puolet

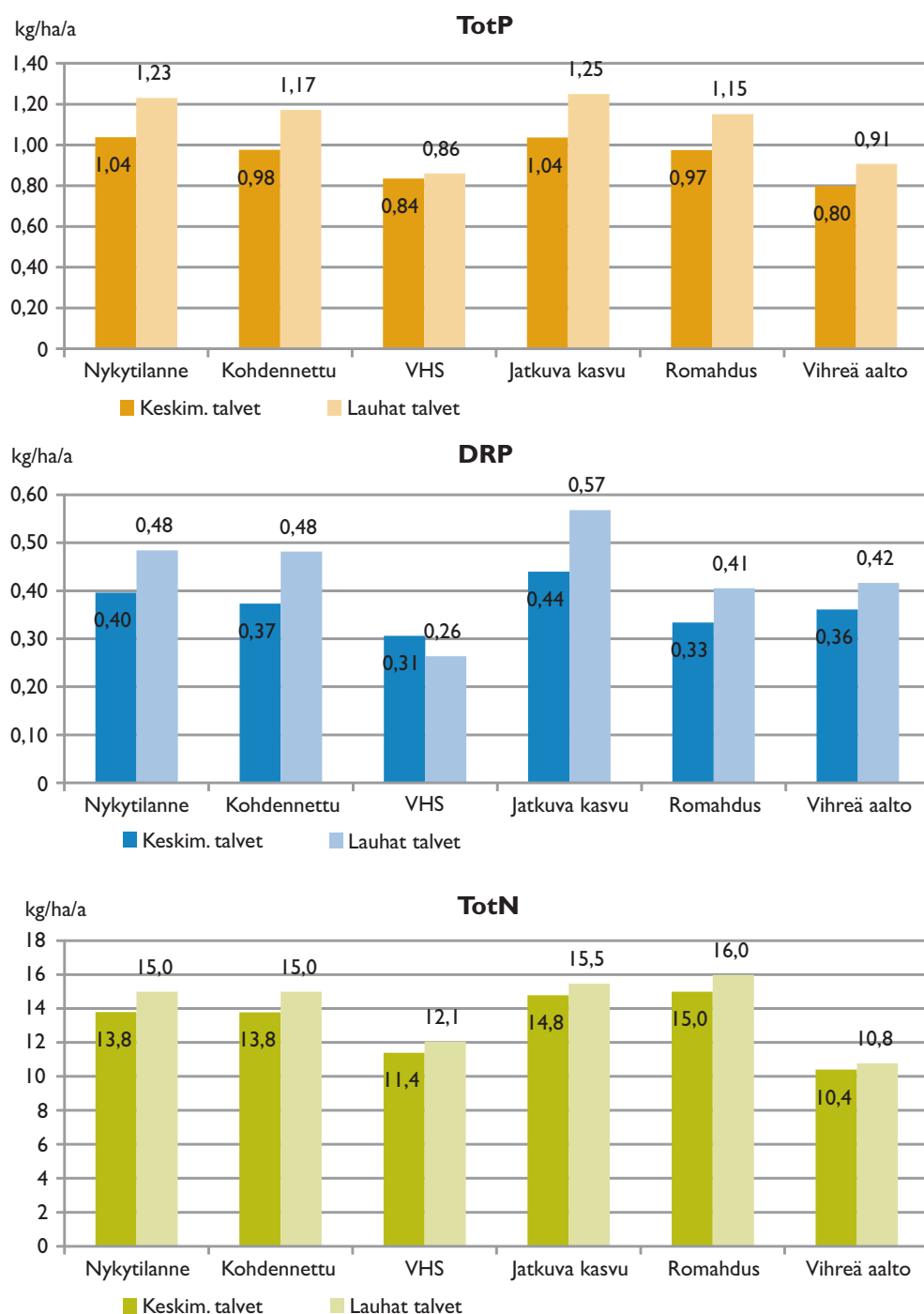


Kuva 3.84. Vantaanjoen peltojen maalajit ja kaltevuudet.

peltoalasta on muokattu kevennetyillä muokkausmenetelmillä tai on talviaikaisesti kasvipeitteistä, vajaa neljäsnes nurmilla ja loput syyskynnöllä. Suojavyöhykkeitä on hieman yli neljällä prosentilla pelloista.

Lähtötietojen perusteella VIHMAlla laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa.

Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.85 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhaille talvityypeille.



Kuva 3.85. Vantaanjoen kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.

Kuten pylväskuvaajista näkyy, kohdentamalla kyntöä tasaisemmille pelloille ja kevennettyjä muokkausmenetelmiä kaltevammille, kuten "kohdennettu" skenaariossa on tehty, on TotP ja DRP kuormituksia saatu hieman alenemaan, mutta kokonaistypen ominaiskuormitus pysyy ennallaan, sillä VIHMAssa kaltevuus ei vaikuta typen kuormitukseen. VHS-skenaario on kaikkien ravinteiden ominaiskuormituksen osalta Nykytilannetta alhaisempi. Mielenkiintoista tässä skenaariossa on myös DRP:n tulos, jonka mukaan lauhojen talvien ominaiskuormitus olisi keskimääräisiä talvia alhaisempaa. Tämä johtuu siitä että sekä savimailla, hiesuilla että karkeilla mailla nurmien ja syyssuorakylvön DRP:n ominaiskuormitus on alhaisempaa lauhoina vuosina kuin keskimääräisinä vuosina.

Jatkuva kasvu-skenaario on kokonaisfosforin osalta Nykytilanteen tasolla, kun taas Romahdus-skenaariossa ominaiskuormitus on hiukan Kohdennettua alhaisempi. DRP:n osalta Jatkuva kasvu on kaikkein kuormittavin skenaario Romahduksen ollessa vain hieman VHS-tilannetta kuormittavampi. Kokonaistypen osalta nämä kummatkin skenaariot ovat ominaiskuormitukseltaan muita suuremmat. Vihreä aalto jää alhaisimmaksi sekä kokonaisfosfori että -typpi kuormituksiltaan, mutta DRP:n osalta vain se on ominaiskuormitukseltaan hieman alhaisempi kuin Kohdennettu.

Tarkemmat tulokset tehdyistä VIHMA -askelmista on löytyvät Vesinetti-karttapalvelusta avaamalla Vantaanjoen pilottialueen oman infoikkunan.

3.7.8

## **KUTOVA Vantaanjoella**

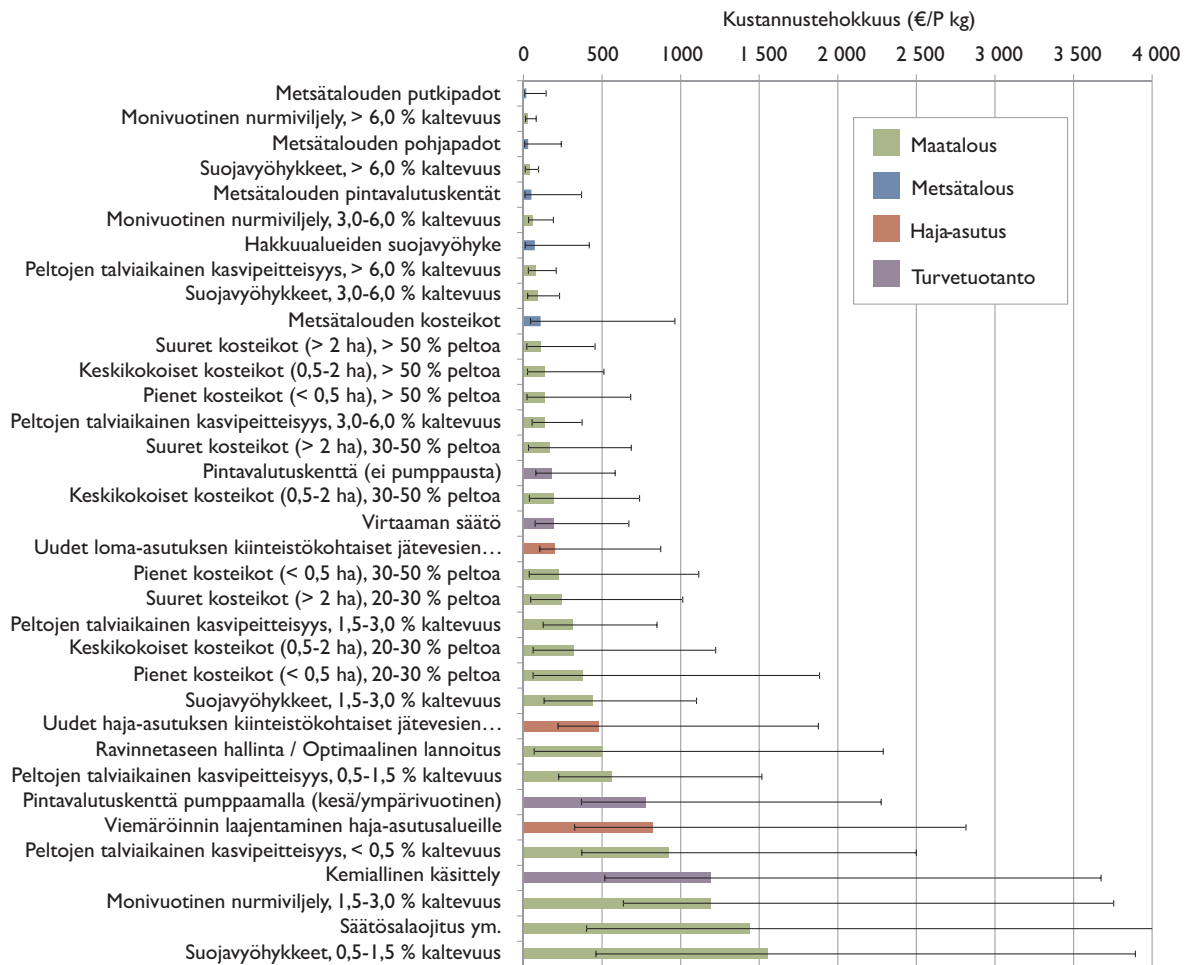
*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

KUTOVA-työkalua sovellettiin koko Vantaanjoen vesistöalueelle. Lisäksi tehtiin osa-alue tarkastelua, jossa vesistöalue jaettiin kuuteen osaan, jotka ovat Pääuoman lähialue, Kytäjoki-Keihäsjoeki, Lepsämänjoki-Luhtajoki, Palojoki, Tuusulanjoki sekä Keravanjoki. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Joensuu ym. 2010) alueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät tulokset. Tarkempi raportti alueen tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

### **Yksittäiset toimenpiteet**

Kustannustehokkaimpia toimenpiteitä Vantaanjoen vesistöalueella ovat metsätalouden toimenpiteet (20–110 €/fosfori kg). Kustannustehokkaita (25–140 €/fosfori kg) ovat myös maatalouden toimenpiteistä monivuotinen nurmiviljely, suojavyöhykkeet ja peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys kaltevimmilla pelloilla (kaltevuus >6 % tai 3–6 %). Maatalouden toimenpiteistä myös kosteikot ovat suhteellisen kustannustehokkaita (110–375 €/fosfori kg). Kosteikoista kustannustehokkaimpia ovat suuret kosteikot (>2 ha), joiden valuma-alueella on paljon peltoa (>50 %). Turvetuotannon toimenpiteistä Vantaanjoen vesistöalueella kustannustehokkaimpia ovat pintavalutus kentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätöpadot (180–195 €/fosfori kg). Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ja viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille ovat toimenpiteistä kalleimpien joukossa (200–830 €/fosfori kg) (kuva 3.86).

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on haja-asutuksen jätevesienkäsittelyratkaisuilla (16 000–18 000 kg/v, 20–22 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat kaltevien peltojen suojavyöhykkeet ja kasvipeitteisyys (1 900–4 600 kg/v, 2–6 %)



Kuva 3.86. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Vantaanjoen vesistöalueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

sekä ravinnetaseen hallinta (3 900 kg/v, 5 %) ja säätösalaajitus (2 700 kg/v, 3 %). Metsätalouden ja turvetuotannon toimenpiteillä ei voida saavuttaa merkittäviä kuormitusvähennyksiä, mikä johtuu siitä, että näiden sektoreiden osuus valuma-alueen kokonaiskuormituksesta on pieni.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma -julkaisussa (Joensuu ym. 2010) on esitetty tarvittavia toimenpidemääriä Uudenmaan maakunnan alueella. Näistä ehdotetuista määristä ositettiin Vantaanjoen vesistöalueelle toimenpiteet vertaamalla alueiden maankäyttöä. Toimenpideohjelmassa esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVA:n avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat noin 11 miljoonaa euroa. KUTOValla arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 27 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.52).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 11 miljoonaa euroa tuli täyteen. Tässä kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana viemäriverkon laajentamista haja-asutusalueille. Lisäksi peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä on 6 500 ha vähemmän kuin toimenpideohjelmassa ja se on kohdennettu vain kaltevimmille pelloille. Sen sijaan suojavyöhykkeitä,

kosteikkoja, ravinnetaseen hallintaa, haja-asutuksen kiinteistökohtaisia jätevesien käsittelyjärjestelmiä ja turvetuotannon toimenpiteitä on kustannustehokkaimmassa vaihtoehdossa toimenpideohjelmaa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 36 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.52).

Taulukko 3.52. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 11 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	400 ha	1150 ha
Kosteikot	400 kpl	566 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	20 400 ha	13 900 ha
Ravinnetaseen hallinta	3 000 ha	9 150 ha
Hakkuualueiden suojavyöhyke		12 ha
Metsätalouden putkipadot	28 kpl	8 kpl
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	3 240 kiinteistöä	
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	7 560 kiinteistöä	11 300 kiinteistöä
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	730 kiinteistöä	730 kiinteistöä
Pintavalutuskenkät pumppaamalla	46 tuotantoha	75 tuotantoha
Virtaaman säätö		75 tuotantoha
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>27 %</b>	<b>36 %</b>

### 3.8

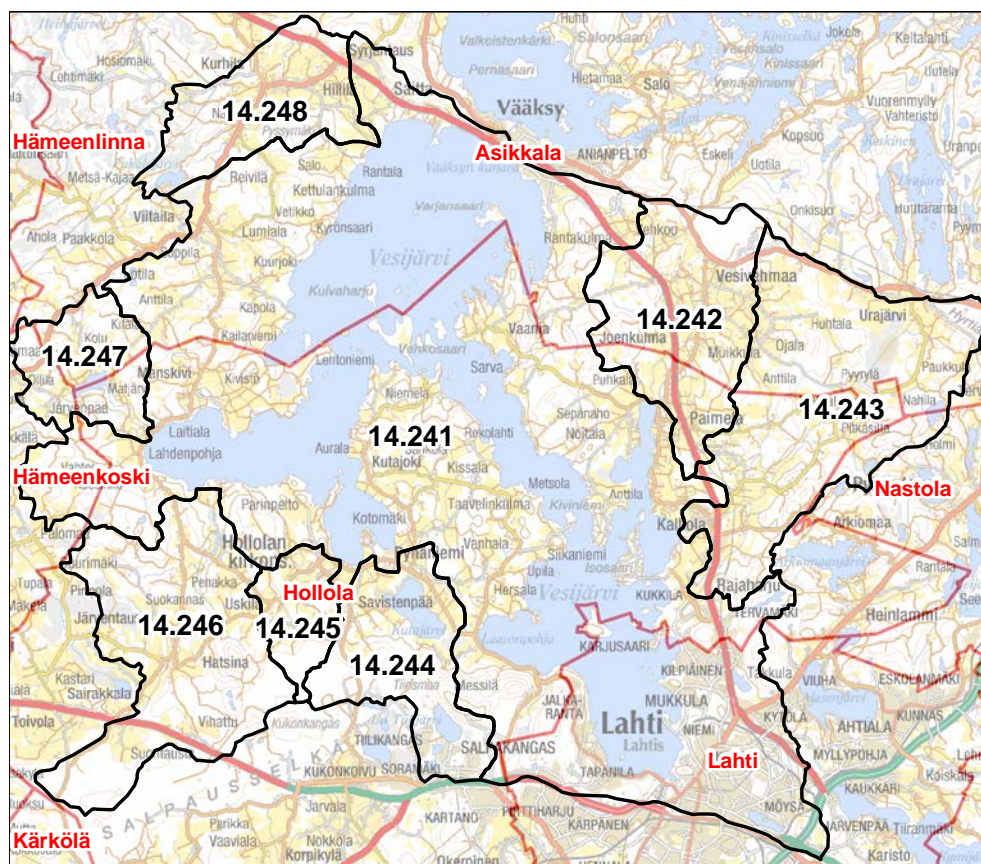
## Lahden Vesijärvi

*Heikki Mäkinen (Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö)*

Lahden Vesijärven GisBloom-hankkeen toimet ovat jatkumoa jo 1970-luvulla alkaneille Vesijärven kunnostustoimenpiteille. GisBloom-hanke on tukenut Vesijärven hoitoa erityisesti mahdollistamalla normaalia laajemman vesienhoidon viestintäaktiivisuuden sekä tarjoamalla välineitä järveen kohdistuvan kuormituksen arvioimiseen.

Vesijärvi kuuluu Kymijoen vesistöön ja laskee Etelä-Päijänteeseen Vääksynjokea ja kanavaa pitkin. Muodoltaan järvi on epäsäännöllinen ja jakautuu useaan salmien ja matalikkojen erottamaan altaaseen, joista suurimmat ovat Enon-, Kajaan-, Komon-, ja Laitialanselkä. Vesijärven pinta-ala on 109 km<sup>2</sup> ja tilavuus 0,66 km<sup>3</sup>. Järvessä on runsaasti saaria ja kareja, joiden yhteisala on noin 4,5 km<sup>2</sup>. Vesijärven valuma-alueen pinta-ala on järven kokoon nähden pieni, vain 515 km<sup>2</sup> ja järvisyys 23,8 %. Vesijärven rantaviivan pituus on 180 km, josta 45 % on metsätalouden, 33 % loma-asutuksen, 12,5 % muun asutuksen ja 9,5 % maatalouden käytössä. Valuma-alueesta on metsää noin 60 %, peltoa 23 %, suota 9 % ja asutettua aluetta 9 %. Vesipuidedirektiivin mukaisen ekologisen tilaluokituksen mukaan Vesijärven eteläisimmät osat, Enonselkä, Komonselkä ja Laitialanselkä, ovat tyydyttävässä ja pohjoinen Kajaanselkä hyvässä tilassa.

Pitkällä jännteellä järven hoitotyö voi tuottaa tulosta vain laajan kansalaisaktiivisuuden ja kiinteän viranomaisten, elinkeinoelämän ja kolmannen sektorin toimijoiden yhteistoiminnan kautta. Viestinnällä on tässä työssä keskeinen merkitys. GisBloom-hankkeessa on kyetty välittämään merkittävästi tietoa sekä massamedioiden kautta yleiseen tietoisuuteen että erilaisten segmentoitujen tiedotustoimien avulla tarkemmin rajatuille kohderyhmille. Keskeisimpiä viestintäkanavia ovat olleet Vesijärvi-uutiskirje sekä parikymmentä tilaisuutta, joissa on kerrottu joko GisBloom-hankkeesta tai sinileväkukintojen synnyn dynamiikkaan liittyvistä asioista. Hankkeen verkkosivut linkitettiin Vesijärvisäätiön sivuille jo heti hankkeen alkuvaiheessa. Vesijärvi reagoi korkeisiin



Kuva 3.87. Vesijärven pilottialue.

ravinnetasoihin sinilevävaltaistumalla ja niinpä onkin luonnollista, että kiinnostus sinileväkukintojen syntyyn vaikuttavista tekijöistä saatavaan tietoon on suuri.

Osana GisBloom-hanketta laadittiin Vesijärven hoitotoimien viestintäsuunnitelma, jossa otetaan kantaa keskeisiin kohderyhmiin, käytettäviin viestintätapoihin sekä viestintämanööverien ajoitukseen. GisBloom-hankkeen viestinnällä on tavoitettu Vesijärven hoitoon vaikuttavia tahoja poliittisesta päätöksentekokoneistosta Vesijärvi-tutkijoihin ja yksittäisiin hoitokalastajiin. Hankkeeseen ja järven dynamiikkaan liittyvää informaatiota on jaettu esimerkiksi Lahden kaupunginhallitukselle sekä Asikkalan ja Hollolan kunnanvaltuustoille. Ruohonjuuritason toimijoille on hankkeesta kerrottu mm. perinteisen Siikaniemen järvikalapäivän yhteydessä järjestetyissä seminaareissa. Hanke on ollut keskeisesti mukana myös sitouttamassa Vesijärven hoitoon kansallisestikin aivan uudenlaista sidosryhmää, Vesijärvi-kummeja; yksityishenkilöitä, jotka ovat halunneet lähteä tukemaan järvenhoitoa omalla rahallisella panoksellaan. Lahden vanhassa vesitornissa kummeille järjestetty GisBloom-hankkeen tilaisuus ”Tuleeko ensi kesästä sinileväkesä?” saavutti suuren suosion.

Viestinnän ja vuorovaikutuksen lisäksi GisBloom-hankkeen keskeisiä aktiviteetteja on ollut Vesijärven kohdistuvan ulkoisen ja sisäisen ravinnekuormituksen arvioinnin tarkentaminen sekä allaskohtaisten ravinnetaseiden laatiminen.

Keskeinen osa GisBloom-hankkeen toteuttamista Vesijärven pilottialueella on ollut myös Vesinettipalvelun kehittäminen. Työn lopputulokseen on ladattu alueella suuret odotukset ja sen etenemistä on tuettu Vesijärvisäätiön ja muiden paikallisten toimijoiden voimin kahdella tavalla: Paikalliset asiantuntijat ovat arvioineet Vesinetin sisältöä ja rakennetta yhteisissä työpajoissa ja kommentit on saatettu useassa eri tilaisuudessa Vesinetin kehittäjien tietoon. Toisaalta paikalliset toimijat ovat kehittäneet Vesijärven hoidon kannalta relevanttia sisältöä Vesinettiin. Keskeistä materiaalia



ovat esimerkiksi järven mittauslauttaverkoston tuottamat tulokset. Omaan erityisenä kehityskohteenaan on ollut Enonsaaren syvänteeseen asennettava ympärivuotinen mittausasema, jonka rungon muodostaa CTD-luotain, jossa on johtokyky-, lämpötila- ja syvyysantureiden lisäksi myös veden happipitoisuutta ja klorofylli a:n fluoresenssia mittaavat anturit. Jatkuvasti rekisteröivän mittausaseman anturit liikkuvat vesipatsaassa pohjasta pintaan kerran tunnissa. Mittausaseman tulosten visualisoinniseksi ja tulkitsemiseksi on kehitetty työnimellä ”Vesijärvi-analysaattori” kulkeva tietokoneohjelma, joka viedään myöhemmin myös Vesinettiin. Analysaattorilla voidaan animoida mittausasemalla saatuja tuloksia niin, että tuloksia ja niiden välisiä riippuvuuksia voidaan havainnollistaa ennennäkemättömällä tasolla tutkijoiden, koulujen sekä yleisön käyttöön.

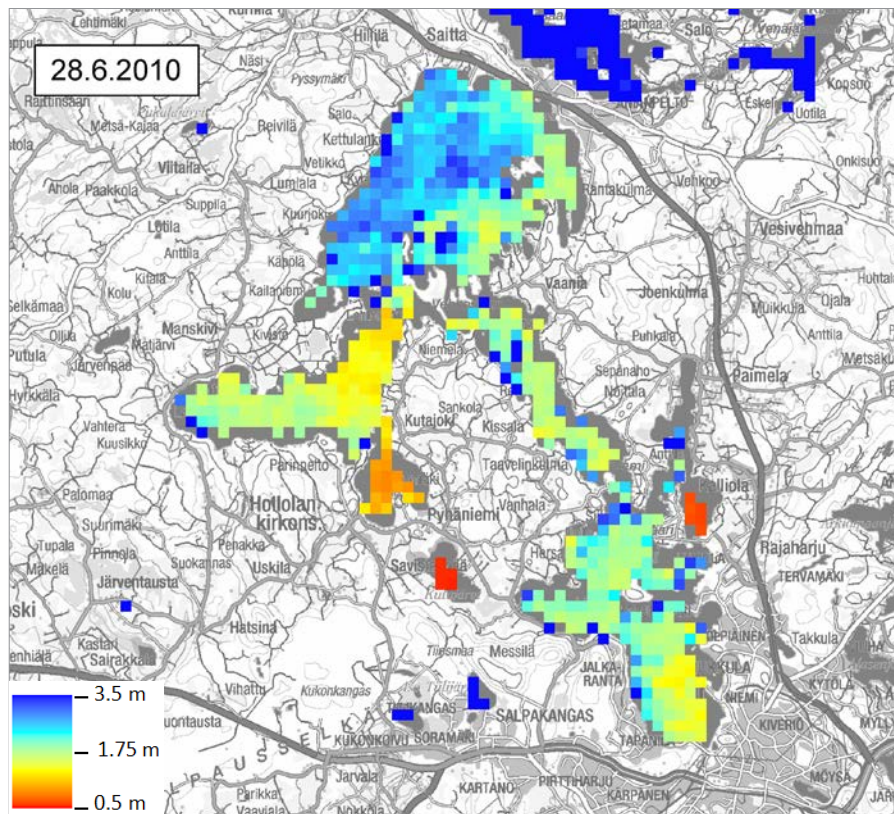
3.8.1

### Satelliittikuvat Lahden Vesijärvellä

*Kari Kallio, Mikko Kervinen, Timo Pyhälähti, Sampsa Koponen, Hanna Alasalmi, Eeva Bruun, Anita Etholen ja Sofia Junttila (SYKE)*

Vesijärvellä keskityttiin satelliittikuvien hyödyntämiseen. Järvellä on viime vuosina ollut toiminnassa myös useita automaattisia mittauslauttoja, mutta nämä aineistot eivät olleet mukana GisBloomissa, koska ne ovat jo mukana paikallisissa erillishankkeissa.

Satelliittikuvista tehtiin Vesijärvellä klorofylli- ja näkösyvyyskarttoja vuosille 2010 ja 2011. Näkösyvyyskartasta erottuu selvästi vedenlaadun alueellinen vaihtelu pääaltaiden ja lahtien välillä (kuva 3.88). Luokittelun tarpeisiin on Vesijärven vesimuodostumille tehty klorofyllin aikasarjoja ja pitoisuusjakaumia. Taulukossa 3.53 on esitetty yhteenveto menetelmien hyödyntämisestä Vesijärvellä.



Kuva 3.88. Vesijärven näkösyvyyskartta 28.6.2010. © Karttakeskus Oy, Lupa L4659.

Taulukko 3.53. Satelliittikuvien hyödyntäminen Vesijärvellä.

Menetelmä	Tuote	Käyttö	Vesinetti
Satelliittikuvat	Chl- ja näkösyvyyskartat (2010–2011)	Alueellinen vaihtelu (VPD-luokittelu, vesiensuojelutoimenpiteiden vaikuttavuus, kansalaistiedotus)	Kyllä
	Vesimuodostumakohtaiset aikasarjat (Chl) vuonna 2006, 2009 ja 2011	VPD-luokittelu	Kyllä
	Vesimuodostumakohtaiset Chl-pitoisuuksijakaumat (histogrammit) 2006, 2009 ja 2011	VPD-luokittelu	Ei

## 3.8.2

**Tilastollinen ominaiskuormitusmalli Lahden Vesijärvellä**

*Elina Jaakkola, Petri Ekholm, Saara Hirvonen, Sirkka Tattari ja Jari Koskiaho (SYKE)*

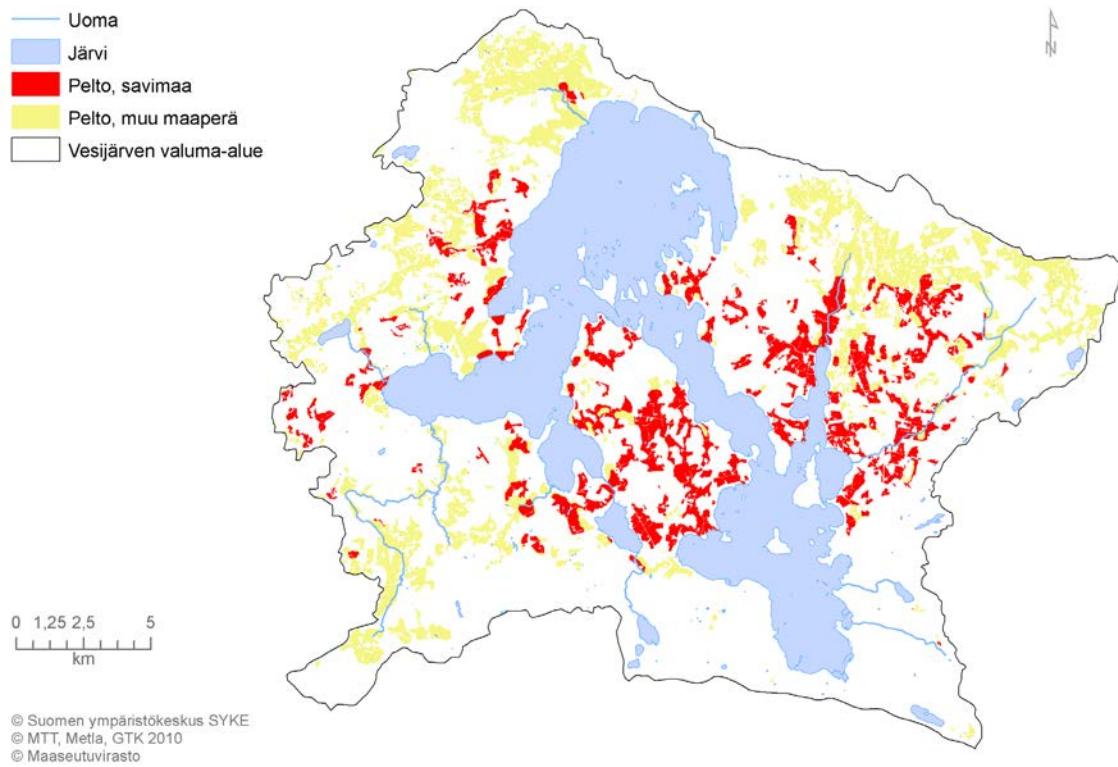
Ominaiskuormitusmalli muodostettiin koko Suomen kattavan aineiston pohjalta (ns. GisBloom-alueet, 70 kpl). On tärkeää tietää poikkeavatko kyseisen valuma-alueen ominaisuudet merkittävästi mallin muodostamiseen käytettyjen alueiden ominaisuuksista, kun mallia sovelletaan yksittäisille valuma-alueille. Vesijärvellä pistekuormitus oli vähäistä; fosforikuormitus oli 1,0 kg/km<sup>2</sup> (maapinta-ala) ja typpekuormitus 46,2 kg/km<sup>2</sup> pienempi kuin GisBloom-alueiden keskiarvo. Peltoprosentti sen sijaan oli 8 prosenttiyksikköä ja järvisyys noin 15 prosenttiyksikköä suurempi kuin GisBloom-alueiden keskiarvo. Avosoita ja luonnonkosteikkoja Vesijärvellä oli vähemmän kuin kaikilla tutkituilla valuma-alueilla keskimäärin (taulukko 3.54).

Vesijärven valuma-alueen kaltevimmat pellot sijaitsevat etenkin alueen pohjois- ja itäosissa (kuva 3.89). Yli 6 %:n kaltevuuksia oli koko alueen pelloista 11,7 %. Alimassa kaltevuusluokassa (kaltevuus < 0,5 %) oli peltoja vain 0,9 % koko pelto-alasta. Tasaisten peltojen määrää on kuitenkin saatettu aliarvioida, johtuen käytetyn korkeusmallin epätarkkuudesta. Muun muassa KUTI-tutkimuksen (Puustinen ym. 1994) perusteella pienien kaltevuuksien osuus olisi huomattavasti tätä suurempi (lähes 40 %). Vesijärven valuma-alueella savipeltojen osuus kaikista pelloista on lähes 35 % (kuva 3.90).

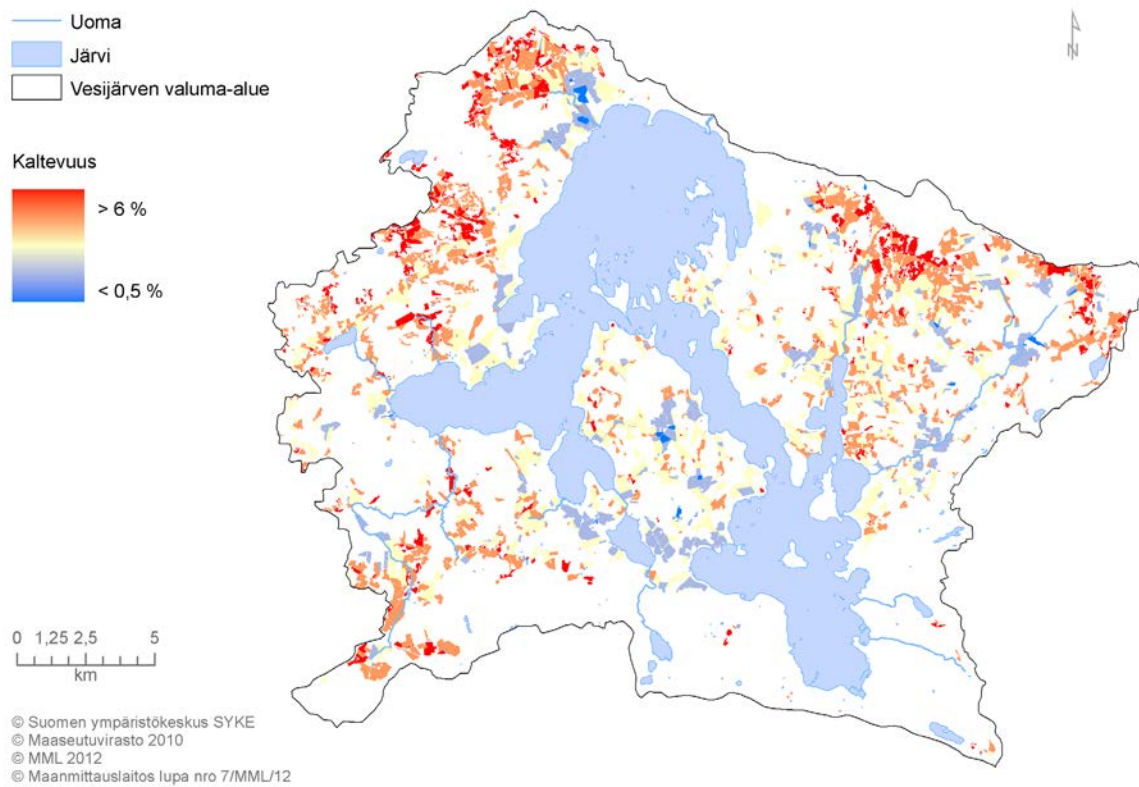
Alueen eläintiheys oli suhteellisen pieni ja pienin tarkastelluista neljästä alueesta, vain 12 eläinyksikköä neliökilometrillä. Viemäröinnin ulkopuolella olevia asukkaita oli alueella 8,5 per km<sup>2</sup>.

Taulukko 3.54. Vesijärven valuma-alueen ja GisBloom-alueiden ominaisuuksia.

Alue	Piste-kuormitus P/km <sup>2</sup>	Piste-kuormitus N/km <sup>2</sup>	Maatalous-alueet %	Pelto %	Järvi %	Kevätvilja %	Nurmi %	Syysvilja %	Juurikas %	Puutarha %	Kosteikot ja avoimet suot %
Vesijärven va.	0,1	1,1	25,0	23,0	21,9	14,6	7,2	0,7	0,4	0,1	2,0
GisBloom-alueet (ka.)	1,1	47,3	17,0	15,4	7,3	9,1	5,3	0,4	0,5	0,1	6,0
GisBloom-alueet (min.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GisBloom-alueet (maks.)	26,8	553,5	63,1	64,0	51,4	43,4	16,0	6,5	17,2	1,1	33,3



Kuva 3.89. Vesijärven savipeltojen osuus koko peltoalasta.



Kuva 3.90. Vesijärven peltojen kaltevuus.

Vesijärven alueelle sovellettiin neljää eri ominaiskuormitusmallia fosforille ja viittä tyypelle. Mallin 5 tuottama arvio fosforille oli negatiivinen, mikä on osoitus askelta- van regression pohjalta luodun mallin heikosta yleistettävyydestä. Mallin 1 antama kuormitusarvio fosforille (taulukko 3.55) poikkesi huomattavasti muista, ollen mui- hin malleihin verrattuna pienimmilläänkin lähes kaksinkertainen. Mallit 2–4 ottavat peltoisuuden lisäksi huomioon myös järvisyyden, ja antavat siksi matalammat tu- lokset. Myös typen osalta erot olivat suuria, esimerkiksi Malli 1 antoi tulokseksi 634 kg/km<sup>2</sup>/v, kun taas Mallit 2 ja 4 antoivat tulokseksi lähes puolet pienempiä tuloksia (taulukko 3.55). Runsasjärvisillä alueilla, kuten Vesijärven valuma-alueella, mallien tuloksia voidaan tulkita niin, että Malli 1 kuvaa vain maa-alueelta (peltoilta) tule- vaa kuormitusta kun taas järvi-%:n sisältävät mallit ovat huomioineet järviin tapah- tuvan pidättymisen ja ikään kuin kuvaavat tilannetta valuma-alueen purkupisteessä. Siten esim. Mallien 1 ja 2 tulosten välinen erotus kuvastaa karkeasti järviretentiota.

Taulukko 3.55. Ominaiskuormitusmallien kokonaisfosfori- ja typpitulokset Vesijärven valuma- alueelle.

<b>Kokonaisfosforikuormitus (kg/km<sup>2</sup>/v)</b>	
Malli 1	36
Malli 2	18
Malli 3	4
Malli 4	20
<b>Kokonaistyyppikuormitus (kg/km<sup>2</sup>/v)</b>	
Malli 1	634
Malli 2	349
Malli 3	
Malli 4	366
Malli 5	517

### 3.8.3

## Järvien kuormitusvaikutusmalli LLR Lahden Vesijärvellä

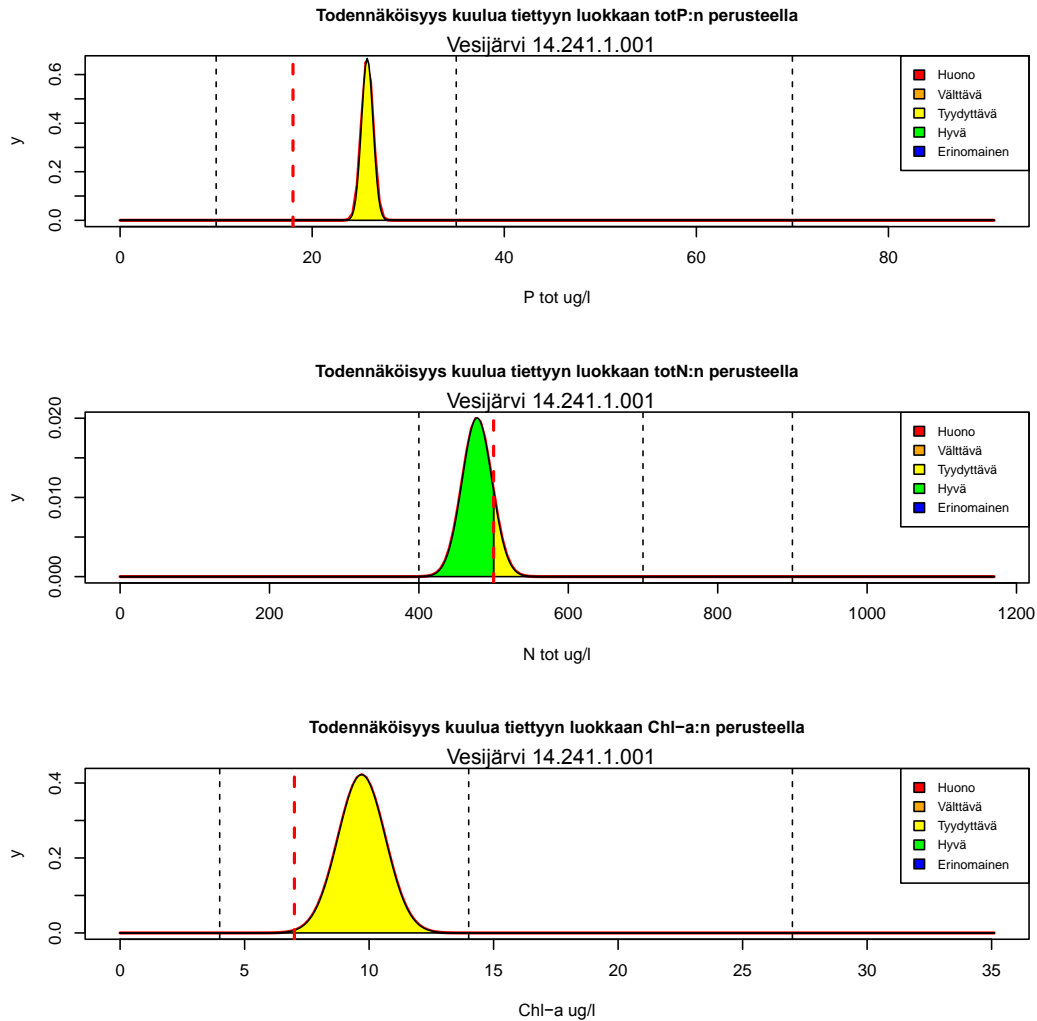
*Niina Kotamäki ja Olli Malve (SYKE)*

Lahden Vesijärven kuormitusvähennyslaskelmat tehtiin koko järvelle. Järveä voidaan tarkastella myös vesimuodostumittain tai osa-altaittain. Vesijärvi on järviyypiltään suuri vähähumuksinen järvi (Svh) ja sen tila fosforin ja *a*-klorofyllin perusteella on tyydyttävä. Typen osalta järvi on hyvässä tilassa.

LLR:n mallinnusta varten tarvittavat kuormitus- ja virtaamatiedot saatiin VEMALAsta, josta haettiin koko järveen tuleva tyyppi- ja fosforikuormitus vuosilta 1990–2011 ja laskettiin tälle ajalle viipymääjan keskiarvot. Viipymäaika Vesijärvellä on hyvin pitkä (8 v) ja viipymääjan keskiarvoja tulee näin ollen mallille vain kolmelta jaksolta. Vastaavien jaksojen ravinnepitoisuudet saatiin myös VEMALAsta. Sisäisen kuormi- tuksen arvioitiin olevan keskimäärin noin puolet ulkoisesta kuormituksesta, eli 20 kg/d. Mikäli arvio joskus tarkentuu, LLR-tulokset voidaan laskea uudelleen.

LLR luokittelee järven vastaavasti kuin vesienhoitosuunnittelun ensimmäisellä kierroksella. Typen-, fosforin ja *a*-klorofyllin pitoisuuksien todennäköisyysjakaumista nähdään millaisella varmuudella järvi kuhunkin tilaluokkaan kuuluu.

Kokonaisfosforin perusteella järvi on tyydyttävässä tilassa ja keskimääräinen en- nuste on 26 ug/l. Typen osalta järvi kuuluu sen sijaan hyvään luokkaan 87 % var- muudella ja ennuste on 478 ug/l. *a*-klorofyllipitoisuudet ovat olleet keskimäärin liian korkeita ja LLR:n perusteella järvi olisi 100 % varmuudella tyydyttävässä tilassa *a*-klorofyllin perusteella.



Kuva 3.91. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin (log) todennäköisyysjakaumat. Luokkarajat esitetty pystyviivoin ja (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja eri luokkien todennäköisyydet eri väreillä.

Taulukko 3.56. Kokonaisfosforin, -typen ja  $\alpha$ -klorofyllin todennäköisyydet kuulua eri luokkiin Vesijärvellä.

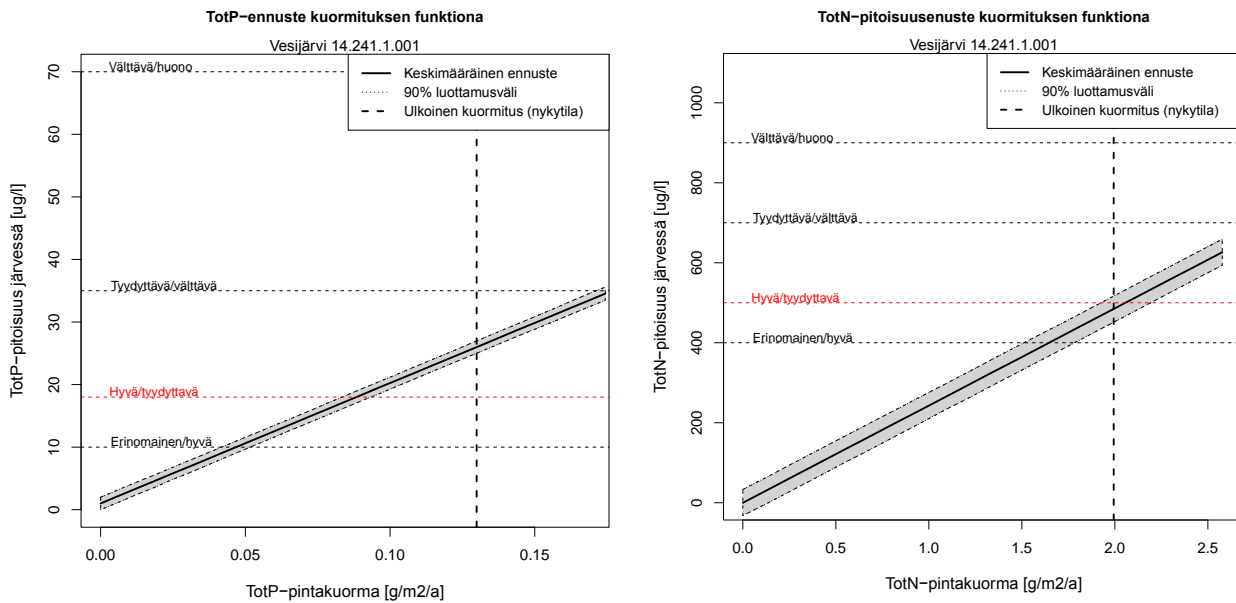
	P tot	N tot	Chla
Huono	0	0	0
Välttävä	0	0	0
Tyydyttävä	100	13	100
Hyvä	0	87	0
Erinomainen	0	0	0

Keskimäärin hyvään tilaan pääsemiseksi fosforikuormituksesta olisi leikattava n. 25 % (kuva 3.90 vasemmalla).

Taulukossa 3.57 on esitetty LLR:n ravinnekuormitus ja -pitoisuudet nykytilassa ja tavoitetilassa sekä kuormitusvähennykset ja pitoisuudet, joilla tavoitteeseen päästään. Fosforin sedimentaationopeudeksi malli arvioi 0,012 m/d ja sisäiseksi kuormaksi tar-

kentuu 2 kg/d, joka on siis vain 5 % ulkoisesta kuormituksesta. Sisäisen kuormituksen puolittamisella ei olisi juurikaan vaikutusta, koska se on jo mallin mukaan hyvin pientä.

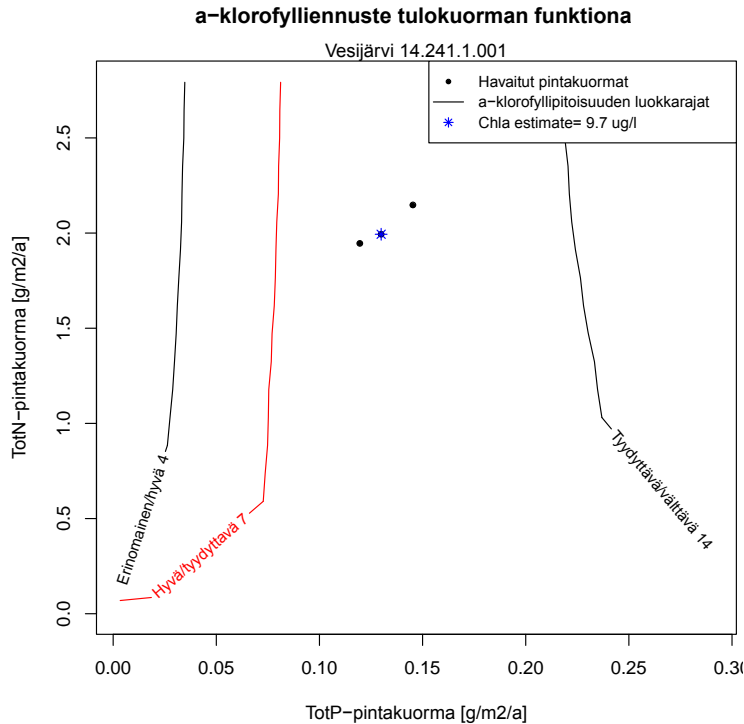
$\alpha$ -klorofyllin pitoisuusennuste LLR-mallilla laskettuna on keskimäärin 9.7 ug/l. Tavoitetilaa (H/T-rajaa 7 ug/l) päästäisiin kuvan mukaisilla typpi- ja fosforikuormitusyhdistelmillä (punainen viiva). Fosforikuormituksen vähennyksen tulisi olla nykykuormasta (0,13 g/m<sup>2</sup>/a) hieman alle 25 % (0,10 g/m<sup>2</sup>/a).



Kuva 3.92. Vesijärven kokonaisfosforipitoisuuden (kuva vasemmalla) ja kokonaistyyppipitoisuuden (oikealla) keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona.

Taulukko 3.57. Vesijärven nykykuormitus, kriittinen kuormitus ja kuormitusvähennys LLR-mallilla laskettuna.

Vesijärvi 14.241.1.001			P	N
<b>Nykytila</b>	Ulkoisen kuormitus	kg/d	38	586
		g/m <sup>2</sup> /v	0,13	1,99
	Pitoisuusennuste	µg/l	26	478
	Sedimentaationopeus (laskettu)	m/d	0,012	0,009
	Sisäinen kuormitus	kg/d	2	
g/m <sup>2</sup> /v		0,01		
<b>Tavoitetila</b>	Ulkoisen kuormitus	kg/d	29	612
		g/m <sup>2</sup> /v	0,1	2,08
	Pitoisuus (H/T-raja)	µg/l	18	500
<b>Vähennystarve</b>	Ulkoisen kuormitus	kg/d	9	
		g/m <sup>2</sup> /v	0,03	
		%	25	
	Pitoisuus	µg/l	8	460
	Ulkoisen kuormituksen vähennystarve, kun sisäinen kuormitus on puolitetu	kg/d	29	
		g/m <sup>2</sup> /v	0,1	
%		23		



Kuva 3.93. LLR:n tulokuva a-klorofylliennusteelle Vesijärvellä.

### 3.8.4

## VEMALA Lahden Vesijärvellä

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Vesijärveen vuosina 2001–2010 tulleen fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 11,6 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 7,4 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.58). Tästä 58 % arvioitiin tulleen pelloilta, 9 % muulta maa-alueelta, 20 % haja-asutuksesta, 1 % pistekuormituslähteistä ja loput 12 % laskeumana. Fosforikuormasta 82 % pidättyi Vesijärveen, joten Vesijärvestä poistuvan fosforikuorman suuruus oli arviolta 1,4 tonnia vuodessa. Vesijärven valuma-alueella sekä versiossa V1 että V2 muun maa-alueen fosforikuormitusta korjattiin kertoimella 0,5. Lisäksi maatalouden kuormitusta korjattiin versiossa V2 kertoimella 0,7. Vesijärveen vuosina 2001–2010 tulleen typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 177 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 169 tonnia vuodessa versioilla V2 (taulukko 3.59). Tästä 42 % arvioitiin tulleen pelloilta, 20 % muulta maa-alueelta, 6 % haja-asutuksesta, 1 % pistekuormituslähteistä ja loput 31 % laskeumana. Typpikuormasta 77 % pidättyi Vesijärveen, joten Vesijärvestä poistuvan typpikuorman suuruus oli arviolta 39 tonnia vuodessa.

VEMALAlla laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4. Jatkuva kasvu -skenaariossa fosforikuormaa kasvattaa mineraalilannoituksen lisääntyminen 20 %:lla. Kymijoen maataloilla fosforitase on nykyisin vain lievästi positiivinen. Ilmaston lämpenemisen myötä kasvukausi pitenee ja kasvit

käyttävät enemmän fosforia, joten lannoituksen lisääntyminen ei merkittävästi nosta peltojen fosforitasetta. Fosforitaseen pysyminen positiivisena vuosikymmenien ajan kuitenkin kasvattaa peltojen fosforivarastoja, jolloin myös fosforin huuhtoutuminen lisääntyy. Pelloilta tuleva typpikuorma lisääntyy lannoituksen, typen mineralisaation ja valunnan kasvun takia.

Romahdusskenaariossa fosforilannoituksen vähentämisen myötä peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia. Maaperän fosforivarastot pienenevät, ja fosforin huuhtoutuminen vähenee. Myös peltoalan pieneneminen vähentää fosforikuormituksen määrää. Typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähenemisen takia, mikä kompensoi mineralisaation ja valunnan kasvun aiheuttamaa lisäystä kuormituksessa.

Myös Vihreä aalto -skenaariossa peltojen fosforitaseista tulee negatiivisia lannoituksen vähentyessä. Peltoalan kasvu kuitenkin lisää fosforikuormitusta. Kuten Romahdusskenaariossa, typpikuormitus pelloilta pienenee lannoituksen vähentyessä, mutta peltoalan samanaikainen kasvu lisää kuormitusta Romahdusskenaarioon verrattuna.

Taulukko 3.58. Vesijärven kokonaisfosfori VEMALAn V2-version mukaan.

	Tuleva kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma piste-kuormituslähteistä	Lähtevä kok. P-kuorma	Kok. P:n pidättyminen
Nykyinen	7400 kg/v	4300 kg/v	650 kg/v	1500 kg/v	74 kg/v	1400 kg/v	82 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	58 %	9 %	20 %	1 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)							
Jatkuva kasvu	12	14	27	–51	–24	23	–2
Romahdus	–10	–24	27	–51	–23	6	–4
Vihreä aalto	–4	–14	27	–51	–23	11	–4

Taulukko 3.59. Vesijärven kokonaistyyppi VEMALAn V2-version mukaan.

	Tuleva kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma piste-kuormituslähteistä	Lähtevä kok. N-kuorma	Kok. N:n pidättyminen
Nykyinen	169 t/v	71 t/v	33 t/v	10 t/v	1 t/v	39 t/v	77 %
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	42 %	20 %	6 %	1 %	–	–
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)							
Jatkuva kasvu	61	61	32	–37	–44	67	7
Romahdus	22	–30	32	–38	–44	55	–8
Vihreä aalto	24	–26	32	–38	–44	55	8



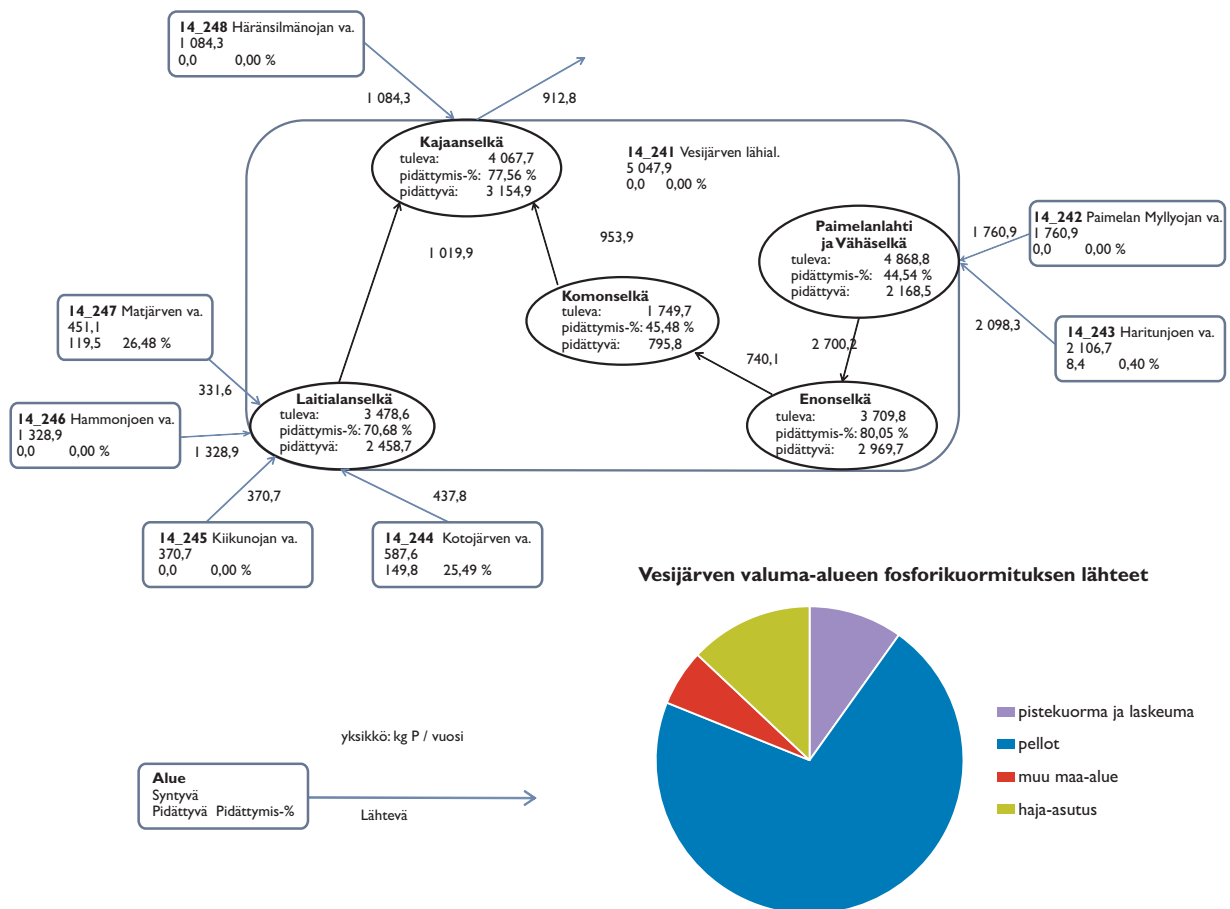
## VEMALAn ravinnetasekaaviot Lahden Vesijärvellä

Antti Taskinen (SYKE)

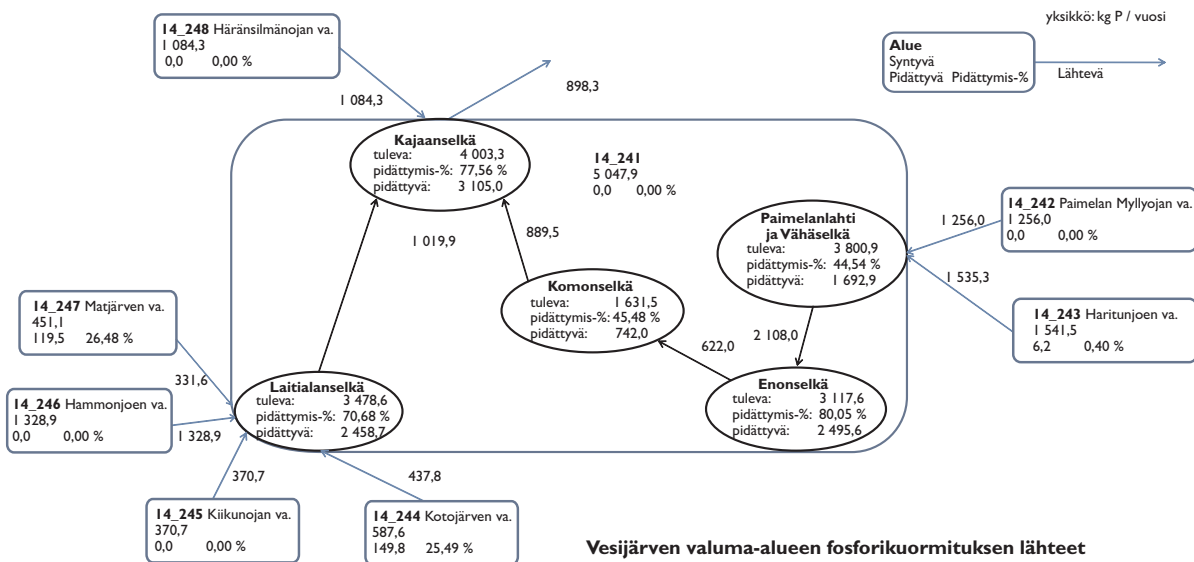
VEMALAssa Vesijärvi on jaettu paikallisten asiantuntijoiden toivomuksesta viiteen altaaseen ja sen valuma-alue koostuu kahdeksasta kolmannen jakovaiheen alueesta. Niiden muodostama toisen jakovaiheen alue 14.2 esitetään kuvassa 3.94.

Vesijärven valuma-alueella syntyy fosforikuormitusta keskimäärin 12 700 kg vuodessa, josta järveen päätyy 7 400 kg. Näin ollen valuma-alueelle pidättyy 5 300 kg, mikä vastaa 42 %:n osuutta kokonaiskuormasta. Selvästi eniten fosforikuormitusta syntyy pelloilla 71 %:n osuudella, haja-asutuksen osuus on 12 %, pistekuorman ja laskeuman 10 % ja muun maa-alueen 7 %. Alueista merkittävimpiä kuormittajia ovat 14.243 ja 14.242, joiden osuudet kokonaiskuormituksesta ovat 28 % ja 20 %. Altaista eniten fosforia pidättyy Enonselällä (80 %) ja Kajaanselällä (78 %).

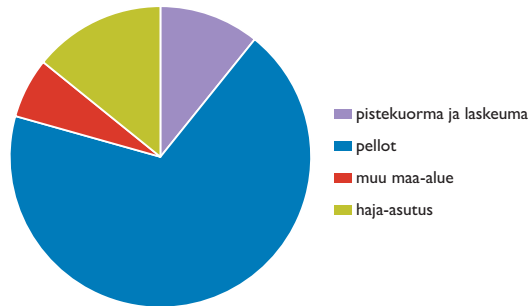
Kuvien 3.94 ja 3.95 avulla esitetään esimerkki siitä, kuinka ainetasekaavioita voidaan soveltaa. Kuvassa 3.94 on nykytilanteen mukainen fosforitase ja kuvassa 3.95 tilanne, jossa Vesijärveä eniten kuormittavilta alueilta 14.242 ja 14.243 on pelloilta tulevaa kuormaa vähennetty kolmanneksella. Kuvia vertailemalla huomataan, että tällöin Paimelanlahteen ja Vähäselkään tuleva kuormitus tippuu 4 900 kg:stä 3 800 kg:aan vuodessa, mikä vastaa 22 %:n vähennystä. Kajaanselkään tuleva kuormitus putoaa 950 kg:stä 890 kg:een vuodessa (6 %) ja sinne pidättyvä fosforimääräkin vähenee 3 200 kg:stä 3 100 kg:aan vuodessa (3 %). Vesijärvestä poistuva kuormitus vähenee 910 kg:stä 900 kg:aan vuodessa (1 %).



Kuva 3.94. Vesijärven valuma-alueen fosforitasekaavio, nykytilanne.



Vesijärven valuma-alueen fosforikuormituksen lähteet



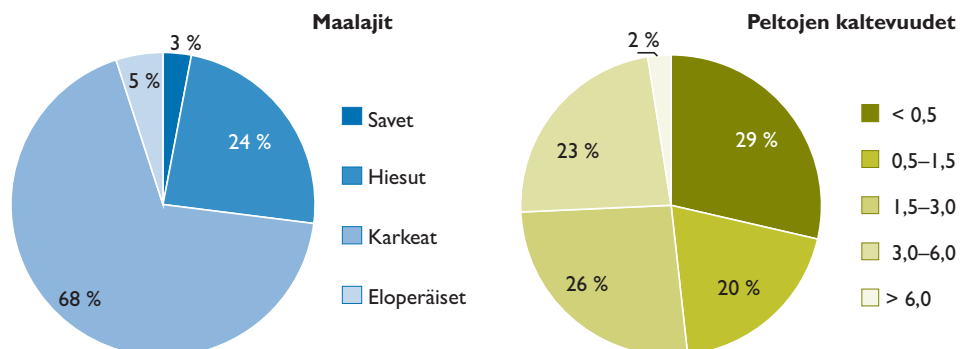
Kuva 3.95. Vesijärven valuma-alueen fosforitasekaavio, alueilta 14.242 ja 14.243 tulevia kuormituksia vähennetty.

### 3.8.6

## VIHMA Lahden Vesijärvellä

Sari Väisänen (SYKE)

VIHMAssa tarvittavat lähtötiedot Vesijärven peltojen maalajeista, kaltevuuksista ja P-luvuista otettiin VEMALASTA. Laskelmissa käytetyt peltojen maalaji- ja kaltevuusjakaumat on esitetty kuvassa 3.96. Kaikki alueen pellot ovat P-luvultaan 8–14 mg/l luokassa. Arviot nykytilanteen mukaisista muokkausmenetelmistä saatiin paikalliselta ProAgrialta. Arvion mukaan kolmannes peltoalasta on syyskynnetty, lähes puolet on talviaikaisesti kasvipeitteistä tai muokattu kevennetyillä muokkausmenetelmillä ja loput on nurmia. Suojavyöhykkeitä on vain noin yhdellä prosentilla pelloista.

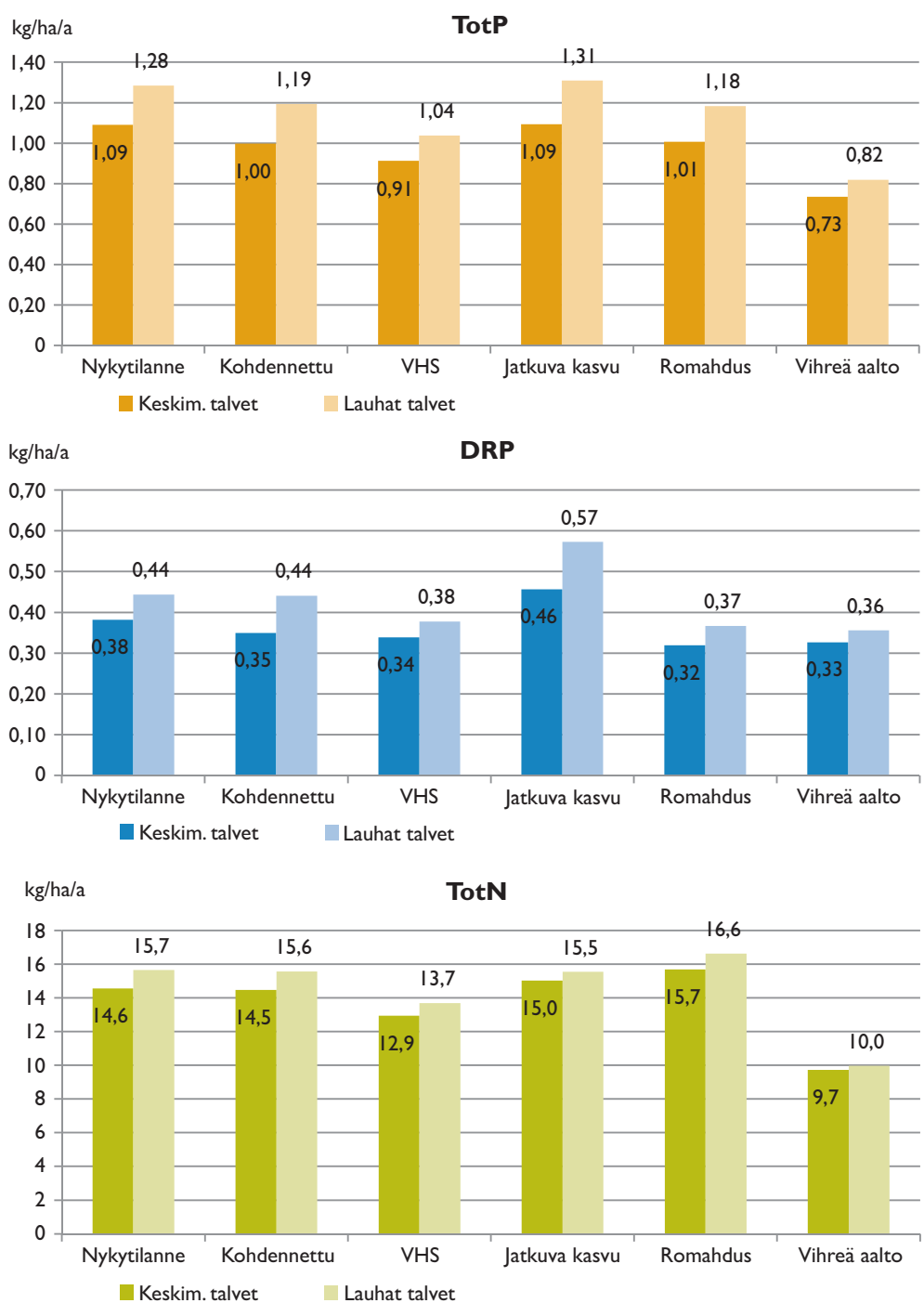


Kuva 3.96. Vesijärven peltojen maalajit ja kaltevuudet.

Lähtötietojen perusteella VIHMAlla laskettiin arviot alueen peltokuormituksesta Nykytilanteessa, Kohdennetussa nykytilanteessa, VHS-tilanteessa, Jatkuvassa kasvussa, Romahduksessa ja Vihreässä aallossa.

Saadut ominaiskuormitusten tulokset on esitetty kuvassa 3.97 kokonaisfosforin ja -typen osalta eri tilanteissa sekä keskimääräisille että lauhaille talvityypeille.

Nykytilanteessa niin kevennettyjen muokkausmenetelmien kuin kyntöjenkin on oletettu jakautuvan tasaisesti kaikille kaltevuuksille samassa suhteessa peltoalojen määrän kanssa. Kuten kuvaajista näkyy, kun "Kohdennetussa" skenaariossa kyntöä on suosittu tasaisemmillä pelloilla ja kevennettyjä muokkausmenetelmiä kaltevammilla,



Kuva 3.97. Vesijärven kokonaisfosforin (TotP) ja -typen (TotN) ominaiskuormitukset VIHMAN mukaan.

sekä DRP- että TotP-kuormitukset ovat tippuneet. Kokonaistyyppi, joka ei ole herkkä kaltevuudelle, on se sijaan laskenut vain hieman. VHS-skenaario kokonaistypen ominaiskuormitus on sen sijaan huomattavasti Nykytilannetta alhaisempi, kun taas varsinkin DRP:llä alenema on paljon maltillisempi. Suojavyöhykkeitä on VHS:n myötä oletettu tulevan vain vähän lisää, joten niiden vaikutuskin jää verraten pieneksi.

Jatkuvassa kasvussa kokonaisfosfori on taas samalla tasolla kuin Nykytilanteessa, mutta DRP:n ominaiskuormitus on tässä skenaariossa kaikkein korkein. Romahduksessa kokonaisfosfori jää Nykytilannetta alhaisemmaksi, mutta DRP:n ominaiskuormitus on tässä skenaariossa pienempi kuin missään muussa. Kokonaistypen kuormitus on se sijaan näissä kummassakin skenaariossa muita skenaarioita korkeampi.

Vihreä aalto on kokonaistypen osalta ylivoimaisesti pienen ominaiskuormituksestaan, samoin kokonaisfosforin osalta. Myös DRP on vain hiukan korkeampi kuin Romahduksessa. Kuormitusta alentaneet erityisesti todella suuret suojavyöhykkeellisten sekä kosteikkojen yläpuolisten peltojen osuudet koko peltoalasta.

### 3.9

## Taloudellisten tarkastelujen pilottialueet

*Turo Hjerppe, Elina Seppälä (SYKE)*

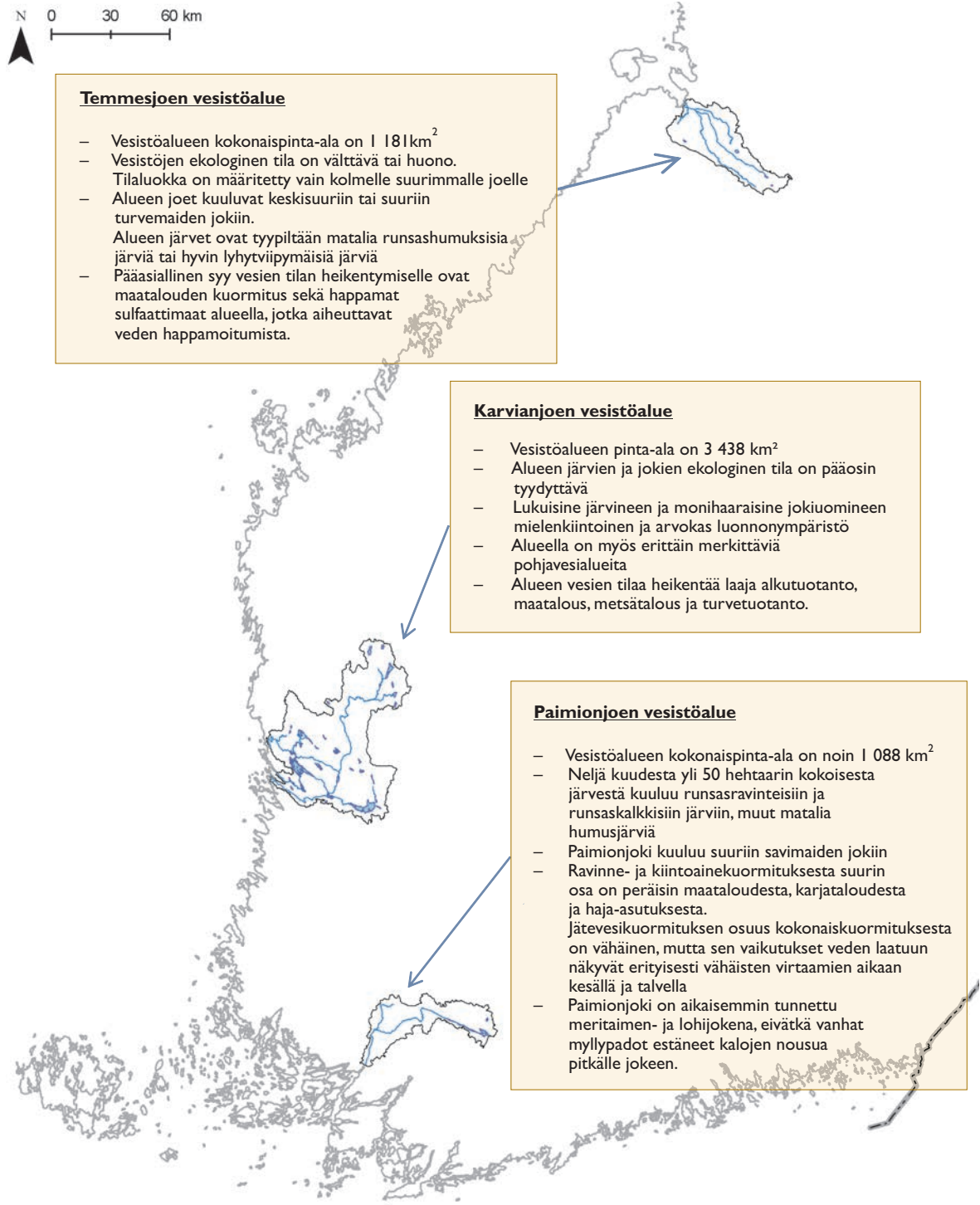
Karvianjoen, Paimionjoen ja Temmesjoen vesistöalueet olivat GisBloom-hankkeen pilottialueina mukana ainoastaan taloudellisten tarkastelujen ja VEMALAn osalta. Temmesjoen vesistöalueelle sovellettiin vain KUTOVA-työkalua, Karvianjoelle ja Paimionjoelle sekä KUTOVA-työkalua että VIRVA-mallia. Kuvassa 3.97 on esitetty Karvianjoen, Paimionjoen ja Temmesjoen vesistöalueiden ominaisuuksia pähkinänkuoressa. Vesistöalueet ovat voimakkaasti hajakuormitteisia ja niiden ekologinen tila on hyvää huonompi.

Nämä taloudelliset pilottialueet valittiin mukaan hankkeeseen, koska työkaluja kehitettiin ja sovellettiin samanaikaisesti alueilla käynnissä olleissa muissa hankkeissa. Näin saatiin hyödynnettyä näillä alueilla kertynyt materiaali ja kokemukset työkalujen kehitystyössä täysimääräisesti myös GisBloom-hankkeessa ja sen muilla pilottialueilla. Tarkasteluja tehtiin Karvianjoella yhteistyössä Karvianjoen tulevaisuustarkastelut (KarTuTa) -hankkeen (Marttunen ym. 2012), Paimionjoella Vesien- ja luonnonhoidon alueellinen ja paikallinen toteuttaminen Lounais-Suomen vesistöalueilla (VELHO) -hankkeen ([www.ymparisto.fi/velho](http://www.ymparisto.fi/velho)) ja Temmesjoella Waterpraxis-hankkeen ([waterpraxis.net](http://waterpraxis.net)) kanssa.

Karvianjoen vesistöalue sijaitsee pääosin Pohjois-Satakunnassa ja pohjoisilta osiltaan Etelä-Pohjanmaalla. Alueen järvien ja jokien ekologinen tila on pääosin välttävä tai tyydyttävä. Karvianjoen vesistöalueen järvet ovat yleensä pieniä, matalia, humuspitoisia ja ravinteikkaita. Alueen suurista järvistä Karvianjärvi on välttävässä, Karhijärvi tyydyttävässä ja Isojärvi hyvässä ekologisessa tilassa. Vesien tilaa heikentää laaja alkutuotanto – maatalous, metsätalous ja turvetuotanto. Vesistöalue on hydrologialtaan monimutkainen ja siihen kuuluu kaksi bifurkaatiojärveä; Inhottujärvi ja Isojärvi. Vesistöalue on vapaa-ajan asumiselle ja virkistyskäytölle erittäin tärkeä, ja esimerkiksi Merikarvianjoki on yksi eteläisen Suomen laajimmista ja suosituimmista koskikalastuskohteista (Marttunen ym. 2012).

**Paimionjoki** kuuluu Lounais-Suomen savikkoalueisiin ja sen vesistöt ovat luonostaan savisameita ja runsasravinteisia. Ihmistoiminnan vaikutuksesta rehevöityminen on vesistöalueella lisääntynyt viime vuosina. Paimionjoki luokitellaan voimakkaasti muutetuksi vesimuodostumaksi. Paimionjoen alaosa säännöstellään vesivoiman tuotannon tarpeisiin Juvan, Juntolan ja Askalan sähkövoimalaitosten padoilla. Paimionjoen vesistö kuuluu vesienhoidon riskikohteisiin, jolle on annettu lisäaikaa hyvän tilan saavuttamiseen vuoteen 2027 asti (Joki-Heiskala 2011).

**Temmesjoen** vesistöalueen maaperä on tehokkaasti ojitettu. Myös alueen järvet on suurimmaksi osaksi kuivattu tai ne ovat kuivuneet ojitusten jälkeen ja jokiuomia on oiottu ja perattu. Temmesjoen vesistöalueen jokien vesi on väriltään hyvin ruskeaa ja sameaa. Pääsiallinen syy vesien voimakkaalle värille on soilta tuleva humus- ja rautapitoinen valumavesi. Veden sameus puolestaan on suurimmaksi osaksi peräisin alueen pelloilta, joilta huuhtoutuu hienojakoista kiintoainetta. Vedet ovat hyvin



© SYKE © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/13

Kuva 3.98. Temmesjoen, Karvianjoen ja Paimionjoen vesistöalueiden erityispiirteitä.

runsasravinteisia ja etenkin fosforipitoisuudet ovat suuria. Temmesjoen vesistöalueen erityispiirre on happamat sulfaattimaat, joita saattaa esiintyä koko vesistöalueella aivan yläosille saakka. Kevään ja syksyn ylivirtaamatilanteissa jokiveden pH-arvot saattavat laskea hyvinkin alhaiselle tasolle. Temmesjoen ja Tyrnävänjoen ekologinen tila on vesienhoidon ensimmäisellä suunnittelukierroksella luokiteltu välttäväksi ja Ängeslevänjoen huonoksi. Tilan parantuminen edellyttää aktiivista vesiensuojelua kaikessa toiminnassa sekä hajakuormituksen vähentämistä. Temmesjoen vesistö-alueelle asetetun tavoitteen mukaan alueen jokien tulisi saavuttaa hyvä tila vuoteen 2027 mennessä (Ymparisto.fi).

### 3.9.1

## Karvianjoki

### 3.9.1.1 VEMALA Karvianjoella

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Karvianjoen vuosina 2006–2011 kuljettaman fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 61,1 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 49,8 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.60). Tästä 56 % arvioitiin tulleen pelloilta, 30 % muulta maa-alueelta, 8 % haja-asutuksesta ja 6 % pistekuormituslähteistä. Karvianjoen valuma-alueella muun maa-alueen fosforikuormitusta korjattiin V1-versiossa kertoimella 1,5. Karvianjoen vuosina 2001–2010 kuljettaman typpekuorman suuruudeksi taas arvioitiin keskimäärin 1486 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 1325 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.61). Tästä 30 % arvioitiin tulleen pelloilta, 53 % muulta maa-alueelta, 2 % haja-asutuksesta, 9 % pistekuormituslähteistä ja 6 % laskeumana. VEMALALLA laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4.

Taulukko 3.60. Karvianjoen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. P-kuorma</b>	<b>Kok. P-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. P-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä</b>
Nykyinen	49800 kg/v	27700 kg/v	15100 kg/v	3800 kg/v	3100 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	56 %	30 %	8 %	6 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	11	20	13	–49	–16
Romahdus	–12	–22	16	–48	–13
Vihreä aalto	–5	–9	15	–48	–14

Taulukko 3.61. Karvianjoen kokonaistyppekuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. N-kuorma</b>	<b>Kok. N-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. N-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä</b>
Nykyinen	1325 t/v	398 t/v	708 t/v	29 t/v	118 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	30 %	53 %	2 %	9 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	22	62	9.9	–37	–9
Romahdus	0	–13	9.9	–37	–9
Vihreä aalto	0	–14	9.9	–37	–9

### 3.9.1.2 KUTOVA Karvianjoella

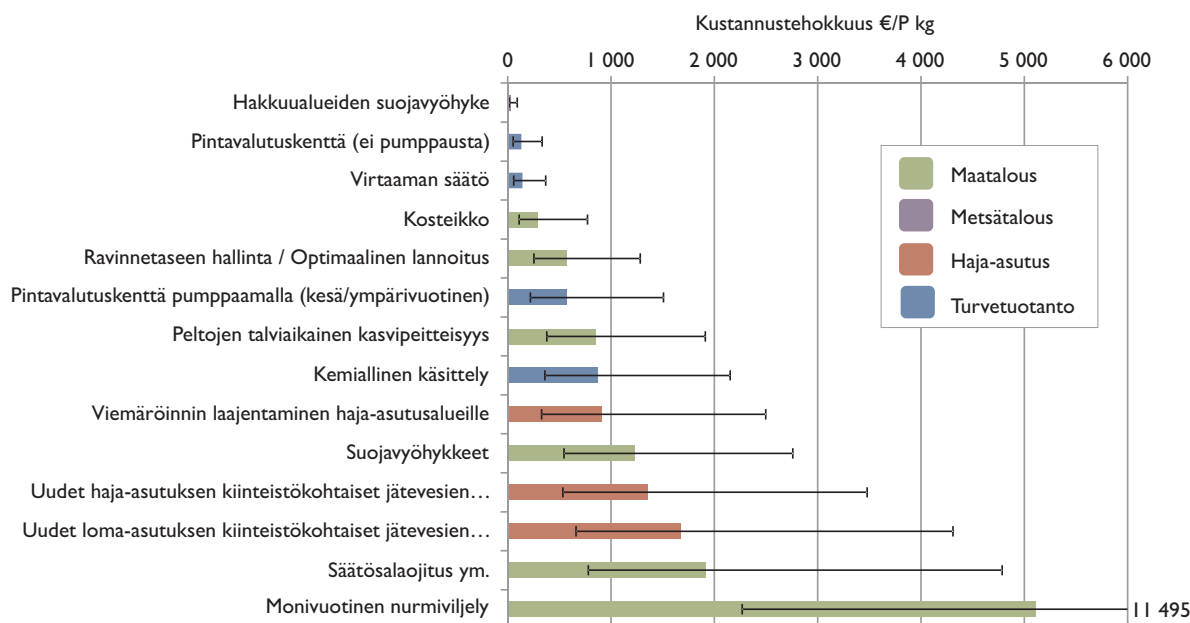
Turo Hjerpppe ja Mika Marttunen (SYKE)

KUTOVA-työkalun vanhempaa kehitysversiota sovellettiin Karvianjoen vesistöalueelle hankkeen alkuvaiheessa. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Satakunnan pintavesien vesienhoidon toimenpideohjelmassa Karvianjoen vesistöalueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään (Salmi & Kipinä-Salokannel 2010). Karvianjoen KUTOVA-tarkastelun tuloksia on raportoitu tarkemmin Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen loppuraportissa (Marttunen ym. 2012).

#### Yksittäiset toimenpiteet

Kustannustehokkain toimenpide Karvianjoen vesistöalueella on hakkuualueiden suojavyyhykkeet (30 €/fosforikilo). Kustannustehokkaimpiin toimenpiteisiin kuuluvat myös turvetuotannon toimenpiteet, joista kustannustehokkaimpia ovat pintavalutuskentät ilman pumppausta ja virtaaman säätö (130–145 €/fosfori kg) (kuva 3.99). Maatalouden toimenpiteistä kosteikat ja ravinnetaseen hallinta ovat Karvianjoen vesistöalueella kustannustehokkaimpia (300–570 €/fosfori kg). Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille on haja-asutuksen toimenpiteistä kustannustehokkain (900 €/fosfori kg). Maatalouden toimenpiteistä erityisesti kalteville pelloille sopiva monivuotinen nurmiviljely ei ole Karvianjoen vesistöalueella kovin kustannustehokas, koska pelлот ovat Karvianjoella enimmäkseen loivia.

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on haja-asutuksen jätevesien käsittelyratkaisuilla (4 300–4 600 kg/v, 6–7 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Myös maatalouden vesienpuhdistuslaitteilla voidaan vähentää kuormitusta tuntuvasti (4 000 kg/v, 6 %). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat ravinnetaseen hallinta (3 700 kg/v, 5 %) sekä säätösalaajitus (2 500 kg/v, 3 %). Turvetuotannon toimenpiteillä saavutettavissa olevat kuormitusvähennykset vaihtelevat 340–840 kg/v välillä (0–1 %). Hakkuualueiden suojavyyhykkeillä ja metsätalouden putkipadoilla voitaisiin vähentää kuormitusta yhteensä noin 800 kg/v (1 %).



Kuva 3.99. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Karvianjoen vesistöalueella. Mustalla janalla on esitetty toimenpiteiden kustannustehokkuuden vaihteluväli.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Karvianjoelle Satakunnan pintavesien vesienhoidon toimenpideohjelmissa (Salmi ja Kipinä-Salokannel 2010) esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAan avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat noin 4 miljoonaa euroa. KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 11 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.62).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin myös kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 4 miljoonaa euroa tuli täyteen. Tässä kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana varsinaisia peltotoimenpiteitä, kuten suojavyöhykkeitä ja talviaikaista kasvipeitteisyyttä, lainkaan. Lisäksi haja-asutuksen toimenpiteistä mukana on ainoastaan viemäriverkon laajentaminen haja-asutusalueille. Kosteikkoja, säätösalaajitusta, ravinnetaseen hallintaa ja turvetuotannon toimenpiteitä kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä sen sijaan on toimenpideohjelmavaihtoehtoa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettiin 14 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.62).

Taulukko 3.62. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 4 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	195 ha	
Kosteikot	45 kpl	657 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	2 800 ha	
Säätösalaajitus	150 ha	2 150 ha
Ravinnetaseen hallinta	26 600 ha	42 400 ha
Hakkuualueiden suojavyöhyke	36 ha	56 ha
Viemäroinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	1 480 kiinteistöä	2 200 kiinteistöä
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	2 600 kiinteistöä	
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	1 330 kiinteistöä	
Pintavalutus kentät pumppaamalla	1 740 tuotantoha	
Pintavalutus kentät ilman pumppausta	280 tuotantoha	2 020 tuotantoha
Virtaaman säätö	2 200 tuotantoha	4 270 tuotantoha
Kemiallinen käsittely		
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>11 %</b>	<b>14 %</b>

#### 3.9.1.3 VIRVA Karvianjoella

*Elina Seppälä, Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

Karvianjoen vesistöalue oli ensimmäinen VIRVA-mallin sovelluskohde. Sovellukseen otettiin mukaan koko vesistöalue, mutta tarkempi sovellus tehtiin sen kolmelle suurimmalle järvelle, jotka ovat Isojärvi, Karhijärvi ja Karvianjärvi. VIRVA-sovellusta varten alueella toteutettiin vuonna 2010 kyselytutkimus, jonka avulla selvitettiin mm. vedenlaadusta virkistykseen aiheutunutta haittaa. Kyselytutkimusaineiston tuloksia käytettiin määrittämään uinnin, kalastuksen ja veneilyn käyttökelpoisuuskertoimet nykytilassa. Sauna- ja pesuvedenoton sekä vesimaiseman ihailun ja rannalla oleilun arvofunktiot, eli vedenlaadun soveltuvuutta kuvaavat funktiot, muodostettiin tarkastelussa asiantuntija-arvioina.



Taulukko 3.63. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet.

Osa-alue	kok P	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily
Karvianjärvi	92 µg/l	Välttävä	0,36	0,56	0,84
Karhijärvi	69 µg/l	Tyydyttävä	0,67	0,76	0,89
Isojärvi	50 µg/l	Hyvä	0,65	0,85	0,97

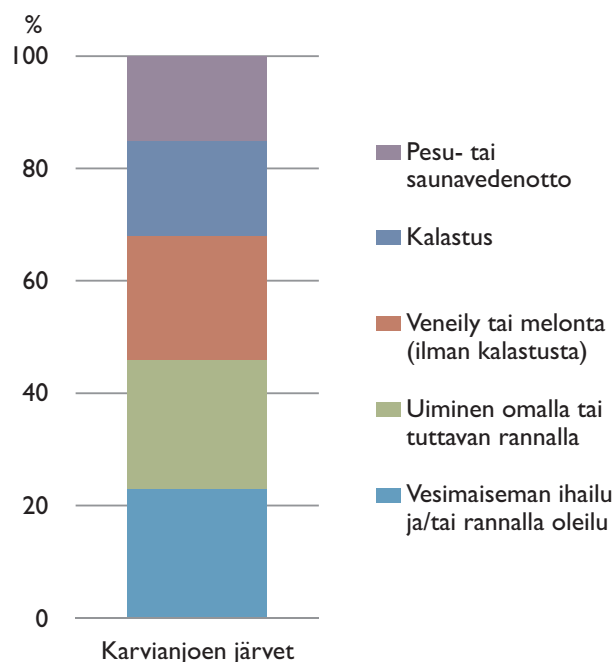
Lisäksi kyselytutkimusaineistoa hyödynnettiin vedenlaadun soveltuvuutta virkistyskäyttöön kuvaavan mittarin valitsemisessa. Valinta tehtiin vertaamalla vastaajien kokemuksia vedenlaadusta havaittuihin klorofylli- ja kokonaisfosforin pitoisuuksiin. Tarkastelussa huomattiin fosforipitoisuuden kohdalla riippuvuuden vedenlaatumuutosten ja käyttäjien kokeman tilan välillä olevan selvempi.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostetaan käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Karvianjoen vesistöalueen järvillä vesistövirkeistyminen jakautui käyttömuotojen kesken siten, että kaikkia käyttömuotoja harrastettiin lähes yhtä paljon, noin viidenneksen kaikista virkistyspäivistä. Tosin kyselytutkimuksessa ei ollut mukana kaikkia virkistyskäyttömuotoja, joten harrastuspäivien jakautumisen arvioinnissa jouduttiin kyselytutkimuksen lisäksi turvautumaan vanhempiin tutkimuksiin (kuva 3.100).

Lähtötietojen, sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostetun summa-arvofunktion avulla lasketun VIRVA-mallin perusteella rahamääräinen vesistöä aiheutuva virkistysarvo syntyy suurelta osin ranta-asutuksesta. Isojärven vesistöä aiheutuva virkistysarvo rantakiinteistöjen käyttäjille on nykytilassa lähes 4 milj. euroa vuodessa. Koska järvi on jo nykytilassa hyvässä ekologisessa tilassa, tarkasteltiin virkistysarvon muutosta vain yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan. Mikäli tila saavutettaisiin, olisi virkistysarvo noin 1 milj. euroa vuodessa suurempi.

Karhijärven kaikkien rantaan rajoittuvien kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo nykytilassa on lähes 1,7 milj. euroa vuodessa. Mikäli järven kokonaisfosforipitoisuus laskisi hyvää ekologista tilaa osoittavalle tasolle, kasvaisi kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo yhteensä noin 127 000 euroa vuodessa. Karvianjärvellä vesistöä johtuva virkistysarvo nykytilassa on rantakiinteistöjen käyttäjille lähes 0,55 milj. euroa vuodessa. Mikäli järvi olisi hyvässä ekologisessa tilassa, kasvaisi virkistysarvo VIRVA-mallilla laskettuna noin 0,18 milj. euroa vuodessa.

Taulukossa 3.64 on lisäksi esitetty, kuinka muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäytön vesistöä johtuva rahamääräinen arvo muuttuu käyttömuodoittain siirryttäessä parempaan tilaan. Karhijärvi ja Isojärvi ovat ekologisesti ja käyttökelpoisuusluokituksen kannalta paremmassa tilassa kuin Karvianjärvi, mutta asiantuntija-



Kuva 3.100. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Karvianjoen vesistöalueen järvillä.

arvioiden mukaan muiden kuin ranta-asukkaiden virkistyskäyttö on näillä järvilla vielä vähäisempää kuin Karvianjärvellä.

Karvianjoen vesistöalueen VIRVA-tarkastelut löytyvät osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=137268&lan=fi>. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan sekä Monte Carlo -simuloinnilla on muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

Taulukko 3.64. Rahamääräinen vesistöä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila. Karvianjärvi, Karhijärvi ja Isojärvi ovat tyypiltään matalia runsashumuksisia (MRh) järviä. MRh tyyppin järvissä hyvä ekologinen tila saavutetaan veden kokonaisfosforipitoisuuden ollessa 40 µg/l. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan erinomainen tila taas saavutetaan vasta kun kokonaisfosforipitoisuus on 12 µg/l

Osa-alue		Yhteensä	Hyvä ekologinen tila	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila
Karvianjärvi	Kiinteistöt	554 000 €/v	181 000 €/v	391 000 €/v
	Muut	14 000 €/v	8 000 €/v	14 000 €/v
	Yhteensä	568 000 €/v	189 000 €/v	405 000 €/v
Karhijärvi	Kiinteistöt	1 686 000 €/v	127 000 €/v	645 000 €/v
	Muut	6 000 €/v	1 000 €/v	3 000 €/v
	Yhteensä	1 692 000 €/v	128 000 €/v	648 000 €/v
Isojärvi	Kiinteistöt	3 968 000 €/v		1 009 000 €/v
	Muut	7 000 €/v		2 000 €/v
	Yhteensä	3 975 000 €/v		1 011 000 €/v

### 3.9.2

## Paimionjoki

### 3.9.2.1 VEMALA Paimionjoella

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Paimionjoen vuosina 2006–2011 kuljettaman fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 64,9 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 55,6 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.65). Tästä 77 % arvioitiin tulleen pelloilta, 17 % muulta maa-alueelta, 4 % haja-asutuksesta, 1 % pistekuormituslähteistä ja 1 % laskeuman mukana. Paimionjoen valuma-alueella maatalouden fosforikuormitusta korjattiin V1-versiossa kertoimella 1,35 ja V2-versiossa kertoimella 1,8. Lisäksi muun maa-alueen fosforikuormitusta korjattiin kummassakin versiossa kertoimella 3,5. Paimionjoen vuosina 2001–2010 kuljettaman typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 988 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 873 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.66). Tästä 76 % arvioitiin tulleen pelloilta, 16 % muulta maa-alueelta, 2 % haja-asutuksesta, 4 % pistekuormituslähteistä ja 2 % laskeumana. VEMALAlla laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4.

Taulukko 3.65. Paimionjoen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. P-kuorma</b>	<b>Kok. P-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. P-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä</b>
Nykyinen	55600 kg/v	42900 kg/v	9700 kg/v	2300 kg/v	640 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	77 %	17 %	4 %	1 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	22	28	10	–51	62
Romahdus	–6	–9	11	–52	63
Vihreä aalto	–1	–2	10	–50	63

Taulukko 3.66. Paimionjoen kokonaistyyppikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	<b>Kok. N-kuorma</b>	<b>Kok. N-kuorma pelloilta</b>	<b>Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta</b>	<b>Kok. N-kuorma haja-asutuksesta</b>	<b>Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä</b>
Nykyinen	873 t/v	664 t/v	143 t/v	20 t/v	37 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	76 %	16 %	2 %	4 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	39	50	8.1	–37	22
Romahdus	–24	–33	7.9	–38	22
Vihreä aalto	–21	–29	7.9	–38	22

### 3.9.2.2 KUTOVA Paimionjoella

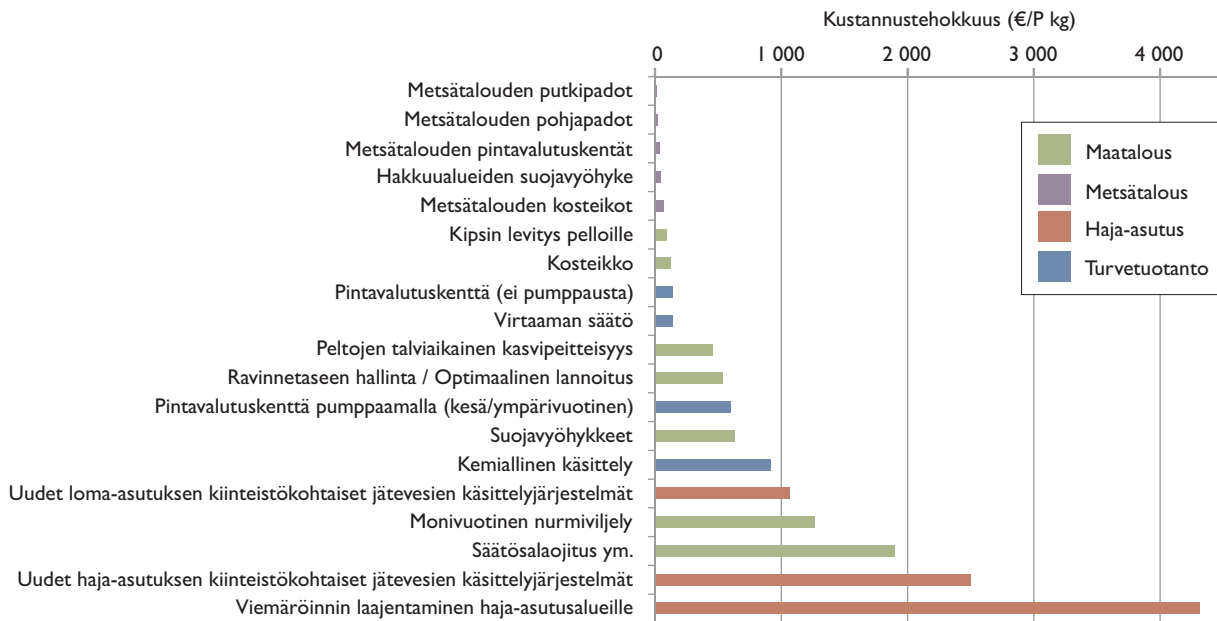
*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

KUTOVA-työkalun vanhempaa kehitysversiota sovellettiin Paimionjoen vesistöalueelle hankkeen alkuvaiheessa. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Paimionjoki paremmaksi – Toimenpideohjelma 2011–2015 -julkaisussa (Joki-Heiskala 2011) vesistöalueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät tulokset. Tarkempi raportti alueen tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

#### Yksittäiset toimenpiteet

Kustannustehokkaimpia toimenpiteitä Paimionjoen vesistöalueella ovat metsätalouden toimenpiteet (10–70 €/fosfori kg). Kustannustehokkaimpiin toimenpiteisiin kuuluvat myös maatalouden toimenpiteistä kipsin levitys pellolle sekä kosteikot (95–125 €/fosfori kg) (kuva 3.101). Maatalouden toimenpiteistä myös peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys, ravinnetaseen hallinta ja suojavyöhykkeet ovat melko kustannustehokkaita (450–630 €/fosfori kg). Turvetuotannon toimenpiteistä kustannustehokkaimpia ovat pintavalutus kentät ilman pumppausta sekä virtaaman säätö (140 €/fosfori kg). Haja-asutuksen toimenpiteistä kustannustehokkain on uudet loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät (1 100 €/fosfori kg).

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentialiaali on kipsin levittämisellä pelloille (10 700 kg/v, 15 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Myös maatalouden vesiensuojelukosteikoilla voidaan vähentää kuormitusta



Kuva 3.101. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Paimionjoen vesistöalueella.

tuntuvasti (5 800 kg/v, 8 %). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat ravinnetaseen hallinta (4 000 kg/v, 6 %) sekä peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys (3 750 kg/v, 5 %). Myös haja-asutuksen jätevesien käsittelyratkaisulla voidaan vähentää kuormitusta merkittävästi (2 200–2 400 kg/v, 3 %). Turvetuotannon ja metsätalouden toimenpiteillä saavutettavissa olevat kuormitusvähennykset eivät ole merkittäviä, koska näiden sektoreiden osuus kokonaiskuormituksesta on pieni.

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Paimionjoen toimenpideohjelmassa esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAN avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat 3,85 miljoonaa euroa. KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 7 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.67).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjetiksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 3,85 miljoonaa euroa tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana haja-asutuksen jätevesien käsittelyä eikä suojavyöhykkeitä. Lisäksi ravinnetaseen hallintaa on mukana selvästi toimenpideohjelman suunnitelmaa vähemmän. Kosteikkoja, talviaikaista kasvipeitteisyyttä ja turvetuotannon toimenpiteitä kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä sen sijaan on toimenpideohjelmavaihtoehtoa enemmän. Lisäksi kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä on mukana kipsin levitys pelloille, joka ei ole lainkaan vesienhoidon suunnittelun toimenpiteissä mukana. Tällä kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 30 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.67). Mikäli kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä toteutettaisiin ilman kipsin levitystä, korvattaisiin kipsin vaikutusta lisäämällä ravinnetaseen hallintaa. Tällöin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän kuormitusvähennys olisi 3,85 miljoonan euron vuotuisella budjetilla 18 prosenttia alueella syntyvästä kuormituksesta.

Taulukko 3.67. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 3,85 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	300 ha	
Kosteikot	35 kpl	459 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	8 760 ha	34 000 ha
Kipsin levitys pelloille		14 400 ha
Ravinnetaseen hallinta	26 300 ha	8 600 ha
Hakkuualueiden suojavyöhyke	15 ha	19 ha
Metsätalouden putkipadot		2 kpl
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	1 922 kiinteistöä	
Pintavalutuskentät pumppaamalla	50 tuotantoha	
Pintavalutuskentät ilman pumppausta	25 tuotantoha	170 tuotantoha
Virtaaman säätö	100 tuotantoha	160 tuotantoha
Kemiallinen käsittely		
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>7 %</b>	<b>30 %</b>

### 3.9.2.3 VIRVA Paimionjoella

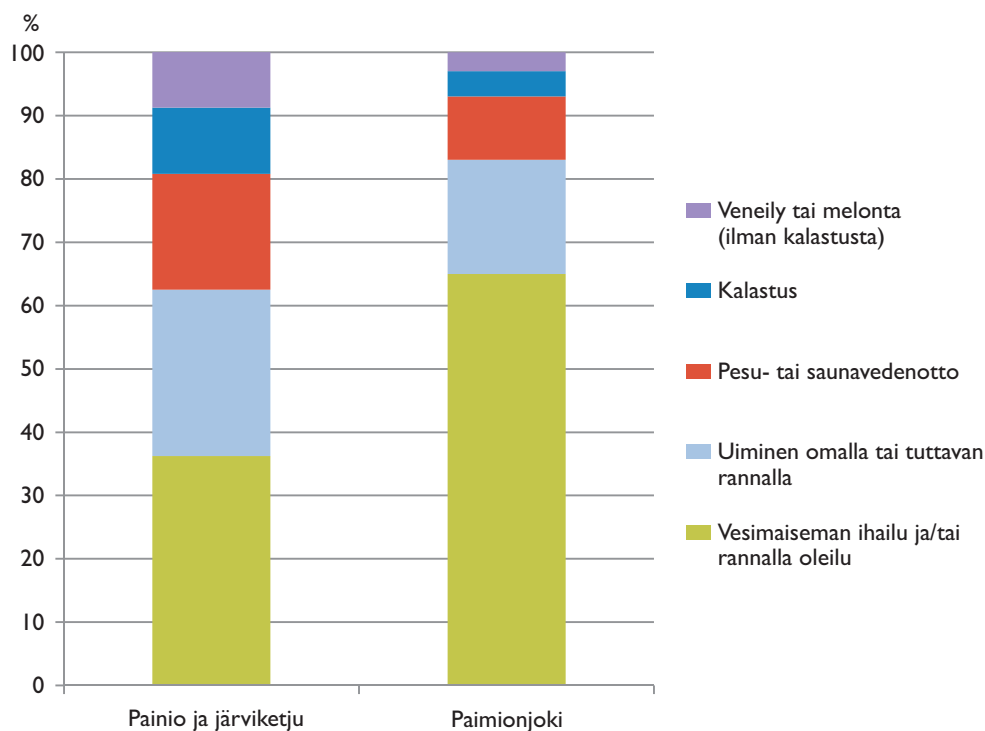
*Elina Seppälä, Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

Paimionjoen vesistöalueella VIRVA-sovellus tehtiin erikseen alueella sijaitsevalla järviketjulla ja Painiolla sekä Paimionjoen jokiosuudella. Alueella toteutettiin syksyllä 2011 kyselytutkimus virkistyskäytöstä (Joki-Heiskala ym. 2012). Tutkimuksessa selvitettiin, miten Paimionjoen vesistön alueella asuvat ja mökkeilevät henkilöt käyttävät vesistöä ja mitä mieltä he ovat sen tilasta. Kysely lähetettiin tuhannelle Paimionjoen vesistön rantakiinteistön omistajalle. Tutkimuksen kohdejoukkoon kuuluivat kaikki Paimionjoen vesistöön rajoittuvat kiinteistöt, joissa asuinrakennus tai pelto sijaitsi taajama-alueella enintään 500 metrin päässä vesistöä. Kyselyn vastauksia palautettiin 335 kappaletta, eli vastausprosentti oli 34.

Vastaajien kokemuksia vedenlaadusta verrattiin havaittuihin pitkän ajan klorofylli-a ja kokonaisfosforipitoisuuksiin ja analyysin perusteella vedenlaatua kuvaavaksi mittariksi valittiin pilottialueen kaikille vesimuodostumille kokonaisfosforipitoisuus. Koska Paimionjoen VIRVA-tarkasteluun otettiin mukaan järviketju ja Painio sekä jokiosuus, tuli käyttökelpoisuuskertoimet ja arvofunktiot muodostaa sekä jokiettä järvesistöille sopiviksi. Taulukossa 3.68 on esitetty käyttökelpoisuuskertoimet tarkasteltaville virkistyskäyttömuodoille. Alhaisimmat käyttökelpoisuuskertoimet saatiin kyselytutkimuksen perusteella Paimionjoen järviketjulle. Ennakko-oletusten mukaan käyttömuodot, joissa ollaan veden kanssa kosketuksissa, eli uiminen ja pesu- ja saunavedenotto saavat alhaisimmat käyttökelpoisuuskertoimet. Näiden käyttömuotojen virkistyskäyttöarvo on alle puolet ihanneltilasta.

Taulukko 3.68. Tarkastelualueiden veden kokonaisfosforipitoisuudet ja ekologinen tila nykytilassa sekä VIRVA-mallilla lasketut käyttökelpoisuuskertoimet

Osa-alue	kok P	Ekologinen tila (nykytila)	Uinti	Kalastus	Veneily	Pesu- ja saunavedenotto	Vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu
Paimionjoen alaosa	162 µg/l	Välttävä	0,72	0,72	0,82	0,40	0,70
Painio	70 µg/l	Tyydyttävä	0,69	0,80	0,85	0,60	0,80
Paimionjoen vesistön järviketju	97 µg/l	Tyydyttävä	0,46	0,67	0,72	0,38	0,63



Kuva 3.102. Harrastuspäivien jakautuminen käyttömuotojen kesken Painiolla ja järviketjulla sekä Paimionjoella.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin, kuinka monena päivänä vastaajat ovat harrastaneet eri käyttömuotoja. Vastausten perusteella muodostetaan käyttömuotojen tärkeyttä kuvaavat painoarvot. Paimionjoen järvillä sekä jokiosuuksilla vesimaiseman ihailu ja rannalla oleilu olivat tärkeimmät käyttömuodot. Noin kolmannes järven rannalla vietetyistä virkistyspäivistä alueella muodostuu näistä ja reilusti yli puolet joella (kuva 3.102).

Lähtötietojen sekä painoarvoilla ja käyttökelpoisuuskertoimilla muodostettujen summa-arvofunktioiden avulla lasketun VIRVA-mallin perusteella Paimionjoen vesistöalueen järviketjun vesistöstä aiheutuva virkistyskäyttöarvo rantakiinteistöjen käyttäjille on nykytilassa noin 1,3 miljoonaa euroa vuodessa. Kun tulos jaetaan rantakiinteistöjen määrällä, saadaan virkistyskäyttöarvoksi yhtä rantakiinteistöä kohti noin 3 600 euroa vuodessa. Muiden käyttäjien virkistyskäyttöarvo on yhteensä 87 000 euroa vuodessa.

Painion vesistöstä aiheutuva virkistyskäyttöarvo rantakiinteistöjen käyttäjille on nykytilassa noin kolmannes (362 000 euroa vuodessa) järviketjun arvosta. Virkistyskäyttöarvo yhtä rantakiinteistöä kohti on noin 4800 euroa vuodessa. Muiden käyttäjien virkistyskäyttöarvo on vuodessa noin 30 000 euroa vuodessa. Paimionjoen alaosalla ranta-asumisen virkistyskäyttöarvo nykytilassa on noin 2,6 miljoonaa euroa vuodessa.

Taulukossa 3.69 on esitetty ranta-asumisen virkistyskäytön arvo hyvässä ekologisessa tilassa. Vesistöstä johtuvan virkistyskäytön arvo on Painiolla noin 47 000 euroa vuodessa eli noin 13 % suurempi nykytilaan verrattuna. Kiinteistöä kohden muutos on noin 600 euroa vuodessa. Muille käyttäjille virkistyskäyttöarvo hyvässä ekologisessa tilassa on noin 33 000 euroa vuodessa, eli noin 10 % suurempi kuin nykytilassa. Vastaavasti Paimionjoen vesistöalueen järviketjulla vesistöstä johtuvan virkistyskäytön arvo on vuosittain noin 690 000 euroa (52 %) suurempi nykytilaan

Taulukko 3.69. Rahamääräinen vesistöistä johtuva virkistysarvo vuodessa nykytilassa ja sen muutos, mikäli saavutetaan hyvä ekologinen tila (järvillä kok P=55 µg/l ja joilla kok P=60 µg/l) tai erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen (kok P=12 µg/l) mukainen tila.

Osa-alue		Nykytila	Hyvä ekologinen tila (muutos nykytilaan)	Erinomainen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila (muutos nykytilaan)
Paimionjoen alaosa	Kiinteistöt	2 602 000 €/v	852 000 €/v	1 253 000 €/v
	Muut	93 000 €/v	23 000 €/v	34 000 €/v
	Yhteensä	2 695 000 €/v	875 000 €/v	1 287 000 €/v
Järviketju	Kiinteistöt	1 335 000 €/v	689 000 €/v	1 090 000 €/v
	Muut	87 000 €/v	52 000 €/v	86 000 €/v
	Yhteensä	1 422 000 €/v	741 000 €/v	1 176 000 €/v
Painio	Kiinteistöt	360 000 €/v	47 000 €/v	126 000 €/v
	Muut	30 000 €/v	3 000 €/v	8 000 €/v
	Yhteensä	390 000 €/v	50 000 €/v	134 000 €/v

verrattuna, eli kiinteistöä kohden muutos on noin 1 800 euroa vuodessa. Muiden käyttäjien virkistyskäyttöarvo on hyvässä ekologisessa tilassa 52 000 euroa vuodessa, eli noin 60 % suurempi kuin nykytilassa.

Paimionjoen alaosalla vesistöistä johtuvan virkistyskäytön arvo olisi hyvässä ekologisessa tilassa noin 0,85 milj. euroa vuodessa (33 %) suurempi nykytilaan verrattuna. Kiinteistöä kohden muutos on noin 1 400 euroa vuodessa. Muilla käyttäjillä vuosittainen virkistyskäyttöarvo kasvaa 23 000 euroa vuodessa eli noin neljännes. Taulukossa 3.69 on esitetty vesistöistä aiheutuvan virkistysarvon muutos myös yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa kaikille pilottialueen tarkasteltaville osa-alueille.

Paimionjoen vesistöalueen VIRVA-tarkastelut löytyvät alueen osaraportista Vesinetistä. Raportissa on tarkasteltu rahamääräistä muutosta myös erinomaiseen ekologiseen tilaan sekä Monte Carlo -simuloinnilla on muodostettu rahamääräisille arvioille vaihteluvälit.

### 3.9.3

## Temmesjoki

### 3.9.3.1 VEMALA Temmesjoella

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

Temmesjoen vuosina 2006–2011 kuljettaman fosforikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 35,4 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 33,0 tonnia vuodessa mallin versiolla V2 (taulukko 3.70). Tästä 66 % arvioitiin tulleen pelloilta, 29 % muulta maa-alueelta, 4 % haja-asutuksesta ja 1 % pistekuormituslähteistä. Temmesjoen valuma-alueella maatalouden fosforikuormitusta korjattiin versiossa V2 kertoimella 3,0. Lisäksi muun maa-alueen fosforikuormitusta korjattiin kummassakin malliversiossa kertoimella 2,0. Temmesjoen vuosina 2001–2010 kuljettaman typpikuorman suuruudeksi arvioitiin keskimäärin 605 tonnia vuodessa mallin versiolla V1 ja 422 tonnia vuodessa versiolla V2 (taulukko 3.71). Tästä 45 % arvioitiin tulleen pelloilta, 50 % muulta maa-alueelta, 2 % haja-asutuksesta, 2 % pistekuormituslähteistä ja 1 % laskeumana. VEMALAlla laskettiin nykytilan lisäksi erilaisia skenaarioita, joiden kuvaukset löytyvät liitteistä 3 ja 4.

Taulukko 3.70. Temmesjoen kokonaisfosforikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. P-kuorma	Kok. P-kuorma pelloilta	Kok. P-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. P-kuorma haja-asutuksesta	Kok. P-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	33000 kg/v	21800 kg/v	9500 kg/v	1300 kg/v	300 kg/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	66 %	29 %	4 %	1 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	22	34	3	–53	30
Romahdus	–26	–39	3	–55	30
Vihreä aalto	–17	–24	3	–52	30

Taulukko 3.71. Temmesjoen kokonaistypikuorma VEMALAn V2-version mukaan.

	Kok. N-kuorma	Kok. N-kuorma pelloilta	Kok. N-kuorma muulta maa-alueelta	Kok. N-kuorma haja-asutuksesta	Kok. N-kuorma pistekuormituslähteistä
Nykyinen	422 t/v	191 t/v	211 t/v	10 t/v	8 t/v
Kuormituslähteen osuus kokonaiskuormasta	–	45 %	50 %	2 %	2 %
Skenaariot: muutos kuormituksessa nykytilanteeseen verrattuna (%)					
Jatkuva kasvu	35	75	3.7	–37	5
Romahdus	–8	–20	3.7	–37	6
Vihreä aalto	–5	–14	3.7	–37	6

### 3.9.3.2 KUTOVA Temmesjoella

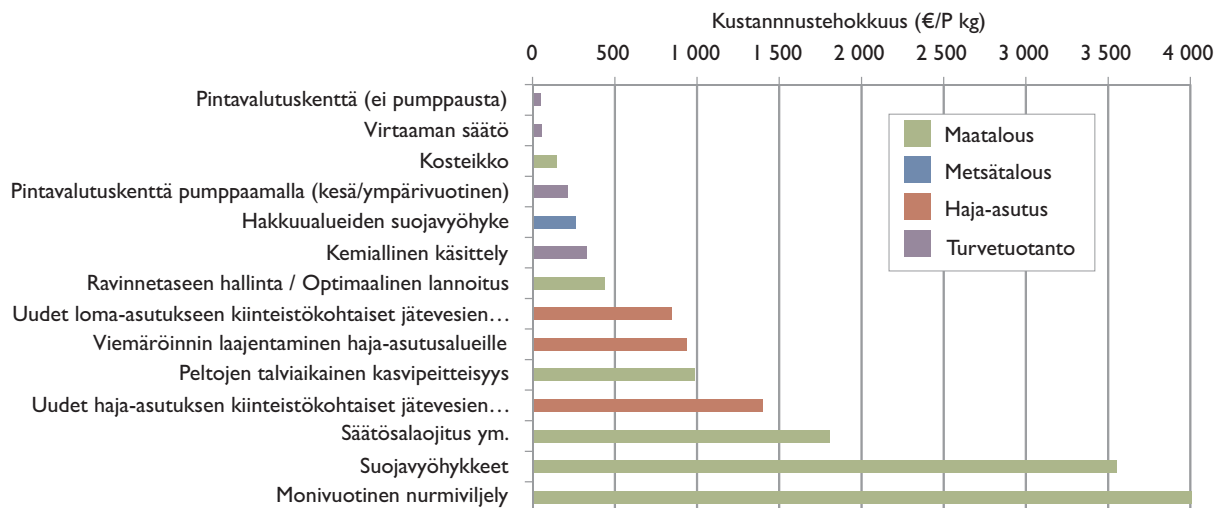
*Turo Hjerppe ja Mika Marttunen (SYKE)*

KUTOVA-työkalun vanhempaa kehitysversiona sovellettiin Temmesjoen vesistöalueelle jo aivan hankkeen alkuvaiheessa, joten tulokset eivät ole täysin verrannollisia hankkeen muiden pilottialueiden tuloksiin. Toimenpiteitä verrattiin keskenään niiden kustannustehokkuuden ja saavutettavissa olevan kuormitusvähennyksen suhteen. Lisäksi muodostettiin kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä ja verrattiin sitä Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelmassa (Laine ym. 2009) Temmesjoen vesistöalueelle suunniteltuun toimenpideyhdistelmään. Tässä raportissa esitetään vain alueen keskeisimmät tulokset. Tarkempi raportti alueen tuloksista löytyy vesinetti.fi:stä.

#### Yksittäiset toimenpiteet

Kustannustehokkaimpia toimenpiteitä Temmesjoen vesistöalueella ovat turvetuotannon toimenpiteet, joista kustannustehokkaimpia ovat virtaaman säätö ja pinta-valutus kentät ilman pumppausta (50–55 €/ fosforikilo) (kuva 3.103). Maatalouden toimenpiteistä kosteikot on Temmesjoen vesistöalueella kustannustehokkain (150 €/ fosfori kg). Myös ravinnetaseen hallinta kuuluu maatalouden toimenpiteistä kustannustehokkaimpiin toimenpiteisiin (442 €/fosforikilo). Metsätalouden toimenpiteistä hakkuualueiden suojavyöhyke on toimenpiteistä kustannustehokkaimpien joukossa (265 €/fosforikilo). Viemäroinnin laajentaminen haja-asutusalueille ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät ovat haja-asutuksen toimenpiteistä kustannustehokkaimpia (850–940 €/fosfori kg). Maatalouden toimenpiteistä erityisesti kalteville pelloille sopivat suojavyöhykkeet ja peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys sekä monivuotinen nurmiviljely eivät ole Temmesjoen vesistöalueella kovin kustannustehokkaita, koska pellot ovat Temmesjoella enimmäkseen loivia.





Kuva 3.103. Toimenpiteiden kustannustehokkuus Temmesjoen vesistöalueella.

Yksittäisistä toimenpiteistä suurin kuormitusvähennyspotentiaali on ravinnetaseen hallinnalla ja kosteikoilla (2 300–2 400 kg/v, 6 % koko valuma-alueella syntyvästä fosforikuormituksesta). Seuraavaksi tehokkaimpia toimenpiteitä ovat säätösalaajitus (1 300 kg/v, 3 %) sekä viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille (1 300 kg/v, 3 %) ja haja-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät (1 200 kg/v, 3 %). Metsätalouden ja turvetuotannon toimenpiteillä saavutettavissa olevat kuormitusvähennykset vaihtelevat 40–350 kg/v välillä (0–1 %).

### Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Temmesjoelle Oulunjoen- Iijoen vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Laine ym. 2009) esitetyistä toimenpiteistä poimittiin ne, jotka on mahdollista syöttää KUTOVAan ja laskettiin KUTOVAan avulla toimenpideohjelman kustannukset ja toimenpiteillä saavutettava kuormitusvähennys. Toimenpideohjelman toimenpiteiden vuosittaiset kustannukset ovat noin 2,2 miljoonaa euroa ja KUTOVALLA arvioituna toimenpiteillä voidaan saavuttaa 9 prosentin vähennys alueella syntyvästä kuormituksesta (taulukko 3.72).

Toimenpideohjelman toimenpiteiden kustannukset asetettiin kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän budjettirajoitteeksi ja valittiin toimenpiteitä, kunnes 2,2 miljoonaa euroa tuli täyteen. Kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä ei ole mukana haja-asutuksen jätevesiratkaisuja lainkaan. Myöskään pelto-toimenpiteet, kuten suojavöhykkeet, talviaikainen kasvipeitteisyys ja monivuotinen nurmiviljely eivät kuulu kustannustehokkaimpaan toimenpideyhdistelmään. Kosteikkoja, säätösalaajitusta ja turvetuotannon toimenpiteitä kustannustehokkaimmassa toimenpideyhdistelmässä sen sijaan on toimenpideohjelmavaihtoehtoa enemmän. Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä saavutettaisiin 16 prosentin kuormitusvähennys (taulukko 3.72).

Taulukko 3.72. Kustannustehokkaimman toimenpideyhdistelmän vertaaminen toimenpideohjelmaan. Toimenpideyhdistelmien kustannukset ovat 2,2 miljoonaa euroa vuodessa.

Toimenpide	Toimenpideohjelma	KUTOVA
Suojavyöhyke	30 ha	
Kosteikot	15 kpl	193 kpl
Talviaikainen kasvipeitteisyys	2 600 ha	
Monivuotinen nurmiviljely	250 ha	
Säätösaloitus	660 ha	2150 ha
Ravinnetaseen hallinta	21 276 ha	21 276 ha
Hakkuualueiden suojavyöhyke		45 ha
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueelle	391 kiinteistöä	
Uudet kiinteistökohtaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät	1 011 kiinteistöä	
Uudet loma-asuntojen kiinteistökohtaiset järjestelmät	108 kiinteistöä	
Pintavalutuskentät pumpaamalla	83 tuotantoha	83 tuotantoha
Virtaaman säätö		455 tuotantoha
Kemiallinen käsittely		455 tuotantoha
<b>Kuormitusvähennys</b>	<b>9 %</b>	<b>16 %</b>

## 4 Yhteenveto/johtopäätökset

Vesipuidedirektiiviin liittyvää vesienhoidonsuunnittelutyötä on tässä vaiheessa tehty yhden kokonaisen suunnittelukauden verran ja seuraava kausi on alkamassa. Ensimmäisellä kaudella on kuitenkin tunnistettu monia tekijöitä, joihin tulisi kiinnittää tulevaisuudessa huomiota vesienhoidonsuunnittelutyön helpottamiseksi. GisBloom-hankeella pyrittiin tarjoamaan uusia apuvälineitä tähän työhön. Tavoitteena oli myös hankkeen työkalujen ja mallien saatavuuden parantaminen ja keskittäminen luomalla niille uusi verkkopalvelu Vesinetti.

Hanke keskittyi hyvin vahvasti pilottialueiden loppukäyttäjien palautteen keräämiseen työkalujen toimivuudesta sekä käyttökelpoisuudesta alueen ongelmien ratkaisemisessa ja vesienhoitotyössä. Tätä varten järjestettiin kaikilla pilottialueilla työpajoja, joissa oli osallistujia niin kaupungeilta, kunnilta ja ELY-keskuksista kuin suojeluyhdistyksistä ja järjestöistäkin. Siinä missä toimijoiden kirjo oli laaja, samoin sitä olivat myös alueiden vesienhoitoon tai -tilaan liittyvät ongelmat. Suurimmiksi ongelmiksi nousivat kuitenkin rehevöityminen ja leväkukinnat sekä haja-kuormitus ja sen vähentämistoimenpiteiden arviointi, valinta ja kohdentaminen.

Saadun palautteen mukaan Vesinettipalvelu ja siihen liittyvät mallit soveltuivat enemmän asiantuntijatyöhön, kun taas Järviwiki koettiin hyödylliseksi tavallisten kansalaisten tarpeisiin. Paikalliset viranomaiset näkivät myös että tämän kaltaiset palvelut voivat helpottaa heidän työtään, kun yhä useammat pystyvät löytämään



Kuva 4.1. GisBloom-työpaja Vanajaveden pilottialueella. Kuva Sari Väisänen, SYKE

vastauksia useimpiin vesientilaan liittyviin kysymyksiinsä niistä henkilökohtaisen yhteydenoton sijaan. VEMALA ja KUTOVA koettiin saadun palautteen perusteella esitellyistä malleista käyttökelpoisimmiksi. Vaikka kaikille esitellyille malleille ja työkaluille todettiin olevan paljon käyttömahdollisuuksia, olivat pilottialueiden toimijat samalla huolissaan mallien tarkkuudesta ja niillä nähtiin monia kehityskohteita ja -tarpeita. Mallien perustana oleville luonnontieteellisille prosesseille toivottiin tarkempaa mallintamista ja sitä ettei mallien luotettavuus kärsisi niin paljon pieniä alueita mallinnettaessa, koska yleensä käytännön suunnittelu ja työ tapahtuu nimenomaan pienillä alueilla.

Mallien kehittämisen kannalta palaute ja uudet ajatukset ja näkökulmat ovat olennaisen tärkeitä. Hankkeen keskiössä olivat mallien ja työkalujen kehittäminen ja soveltaminen, mutta niiden rinnalla on edelleen tarvetta perustutkimukselle, mittauksille ja kattavalle seurannalle. Käytetyissä malleissa onkin edelleen puutteita prosessien ja ilmiöiden kuvaamisessa, koska käytettävissä ei ole ollut joko määrältään tai laadultaan riittävää tietoa ilmiön saattamiseksi toimivaksi osaksi mallia. Vain mallien kalibrointi, kehittäminen mitattujen tulosten avulla sekä saatujen tulosten vertaaminen luotettaviin mittaustuloksiin voi auttaa kehittämään mallia luotettavammaksi ilmiön kuvaajaksi. Tarkentuva paikkatietoaineisto (esim. tarkempi korkeusmalli, maan fosforiluku ja pintamaan maalaji) mahdollistaa kuitenkin yhä luotettavampien mallien kehittämisen tulevaisuudessa. Tilastollisen mallin rakentaminen kuitenkin osoitti, että luotettavia malleja kehitettäessä on oltava ymmärrys myös keskeisistä kuormitusta säätelevistä tekijöistä. Sokea luottaminen tilastollisten ohjelmistopakettien antamiin tuloksiin voi tuottaa epärealistisia malleja. Mallit kuitenkin ovat ja tulevat aina olemaan enemmän tai vähemmän yksinkertaistettuja kuvauksia todellisuudesta, eikä mitään ilmiötä pystytä niillä ainakaan jatkuvasti kuvaamaan täysin realistisesti. Siihen pystytään vain mittauksilla, mutta ennusteiden tekeminen ei puolestaan onnistu yksin niillä.

Taulukkoon 4.1 on vielä koottu tilastollisen kuormitusmallin, VEMALAn, VIHMAN ja ympäristöhallinnossa käytössä olevan VEPS- kuormituksen arviointijärjestelmän (mm. Väisänen ja Puustinen 2010, s.52) antamat ominaiskuormitukset neljällä GisBloomin pilottialueella. VEPS ei kuitenkaan sisällä esimerkiksi ollenkaan hydrologista vuosivaihtelua, joten sen käytöstä on ympäristöhallinnossa suurimmaksi osaksi jo siirretty VEMALAn käyttöön.

Taulukosta 4.1 näkyy että tulosten vaihteluväli on suurta, eikä mikään malli anna systemaattisesti pienempää tai suurempaa tulosta. Typen osalta maatalouden kuormitus on arvioitu kaksinkertaiseksi Lapuanjoella (VEPS versus VIHMA) ja Vesijärvellä (VEMALA versus VIHMA). Taulukon tulokset kuvaavat hyvin malleihin sisältyvää epävarmuutta. Vertailtaessa eri mallien tuloksia toisiinsa on kuitenkin aina syytä muistaa, että eri malleissa samaa ilmiötä pyritään kuvaamaan ja selittämään usein erilaisilla muuttujajoukoilla. Joskus sama muuttuja voi myös vaikuttaa toisessa mallissa tuloksiin enemmän kuin toisessa mallissa. Esimerkiksi huomattava ero Vesijärven VEMALA ja VIHMA tuloksien välillä saattaa selittyä ainakin osittain sillä, että Vesijärven alueella on paljon karkeita maalajeja ja melko kaltevia peltoja, joiden osalta VIHMA saattaa yliarvioida niiltä tulevaa kuormitusta.

Mallintaessa ja tuloksia tulkitessa onkin tärkeää tietää eri mallien heikkoudet ja vahvuudet ja mihin ne on erityisesti suunniteltu. Siihen tarvitaan yleensä mallin syvällisempää tuntemusta. Tässä raportissakin esiteltujen taloudellisten KUTOVA- ja VIRVA-mallien osalta on mm. muistettava että niillä arvioitavat kustannukset ja hyödyt eivät ole yhteismitallisia. Niiden avulla voidaan tehdä suuntaa-antavaa vertailua, mutta ei esim. varsinaista kustannushyötyanalyysiä. Samoin maatalouden kuormitusta arvioiva VIHMA-malli on hyvä apuväline vertailtaessa erilaisten toimenpide yhdistelmien keskinäisiä eroja ja vaikutuksia kuormitukseen, mutta ei välttämättä tarkkaan kuormituksen määrän kuvaamiseen.

Taulukko 4.1. Mallinnustulosten vertailua neljällä hankkeen pilottialueella.

<b>Kokonaisfosfori kg/km<sup>2</sup></b>	<b>Vanajavesi</b>	<b>Lapuanjoki</b>	<b>Vantaanjoki</b>	<b>Vesijärvi</b>
VEPS koko alalta	45	20	46	33
VEMALA koko alalta	43	19	36	19
Tilastollinen ominaiskuormitusmalli koko alalta	31–65	24–37	30–42	4–36
VEPS maatalousmaalta	76	61	111	67
VEMALA maatalousmaalta	95	64	78	44
VIHMA maatalousmaalta	100	82	104	109
<b>Kokonaistyyppi kg/km<sup>2</sup></b>	<b>Vanajavesi</b>	<b>Lapuanjoki</b>	<b>Vantaanjoki</b>	<b>Vesijärvi</b>
VEPS koko alalta	1 009	401	636	695
VEMALA koko alalta	1 360	506	734	424
Tilastollinen ominaiskuormitusmalli koko alalta	553–740	611–656	625–809	349–634
VEPS maatalousmaalta	1 306	927	1 194	1 275
VEMALA maatalousmaalta	2 029	1 302	1 768	725
VIHMA maatalousmaalta	1 440	1 900	1 400	1 500

Suuri apu olisi käyttäjäkoulutuksen tarjoaminen varsinkin niiden mallien osalta, joita esimerkiksi vesienhoidonsuunnitteluun osallistujien ELY-keskusten asiantuntijoiden olisi tarkoitus käyttää itsenäisesti. Myös mallien käyttäjäystävällisyyteen ja selkeyteen tulisi panostaa, jotta kynnys aloittaa mallien käyttö madaltuisi ja ajankäyttö olisi tehokasta. Mitä useampia muuttujia malleihin lisätään, sitä monimutkaisempia niistä tulee ainakin mallirakenteen tasolla. Onkin suuri haaste pyrkiä samanaikaisesti yksinkertaistamaan niiden käyttöä laajemmalle käyttäjäkunnalle sopivaksi. Kaikki tässä raportissa esitetyt mallit eivät todennäköisesti tule olemaan (hajautetusti) yhtä käyttökelpoisia VHS-työssä, vaan asiaan enemmän perehtyneiden käyttäjien joukko tulee pysymään verraten pienenä. Hankkeessa saatiin kerättyä kuitenkin paljon arvokasta tietoa ja kokemuksia menetelmien kehittämiseksi ja soveltamiseksi.

Hankkeen pilottialueilla oli myös paljon automaattimittaus tuloksia, joiden käsitteilyyn ei kuitenkaan ollut riittävästi aikaa. Automaattimittauksien osalta voisikin olla kannattavaa, mikäli SYKE voisi tarjota paikallisille toimijoille mittaustekniikkaan, laadunvarmennukseen ja tulosten korjaamiseen liittyviä tukipalveluita. Vastavuoroisesti SYKE saisi käyttöönsä mittaustulokset ja laittaisi ne valtakunnallisiin rekistereihin vapaasti saataville. Näin automaattimittaukset saataisiin nykyistä tehokkaampanaan käyttöön alueellisen ja valtakunnallisen seurannan tarpeisiin.

Malleihin liittyvistä epäkohdista huolimatta niillä tehtävä keskiarvoistaminen on vesienhoidonsuunnittelutyössä usein kuitenkin välttämätöntä, jotta saatavilla olevista, joskus hyvinkin vähistä tiedoista voidaan vetää johtopäätöksiä ja laatia suunnitelmia toimenpiteiden toteuttamiseksi. Kaikkea ei pystytä mittaamaan eikä kaikkia päätöksiä voida perustaa ainoastaan mitattuihin tuloksiin. GisBloom-hanke pyrki omalta osaltaan tarjoamaan uusia työvälineitä sekä jo valmiiksi laskettuja tuloksia tehtyjen suunnitelmien pohjalta näiden haasteiden parissa painiville tahoille. Verkkopalvelut Vesinetti ja Järviwiki jatkavat puolestaan varsinaisen hankkeen loputtuakin apuvälineinä verkossa osaltaan helpottamassa asiantuntijoiden työtä. Toivottavasti ne myös herättävät yhä useampia kansalaisia tarttumaan tuumasta toimeen kaikkien vesiemme saattamiseksi takaisin vähintään hyvään tilaan.

## LÄHTEET

- Aaltonen, E.-K. & Storberg, K.-E. 2006. Kuortaneenjärven vedenlaatu ja kuormitus. Teoksessa: Kuortaneenjärvi – Lapuanjoen helmi. Toim. Liisa-Maria Rautio ja Eeva-Kaarina Aaltonen 2006
- Ahtiainen, H. 2007. The willingness to pay for reducing the harm from future oil spills in the Gulf of Finland - an application of the contingent valuation method. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Discussion Papers No. 18, Ympäristöekonomia, Helsinki, 1-29.
- Ahtiainen, H. 2008. Järven tilan parantamisen hyödyt – Esimerkkinä Hiidenvesi. Suomen ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 47/2008. ISBN 978-952-11-3284-1 (PDF).
- Aksnes, D.L., Ulvestad, K.B., Balino, B.M., Berntsen, J., Egge, J.K. & Svendsen, E. 1995. Ecological modelling in coastal waters: towards predictive Physical-Chemical-Biological simulation models. *Ophelia* 41: 5–36.
- Alaja, H., Sundell, P., Palomäki, A. & Hynynen, J. 2012. Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Osa II ravintoketjukurkunnostus. Jyväskylän yliopisto, Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 194/2012. 71 s. + liitteet.
- Bezold, C. 2009. Jim Dator's Alternative Futures and the Path to IAF's Aspirational Futures. Essay.123. *Journal of Futures Studies*, November 2009, 14(2): 123 – 134. <http://www.jfs.tku.edu.tw/14-2/E01.pdf>
- Bonde, A., Mäensivu, M., Mäkinen, M. & Westberg, V.(toim.) 2012. Vesien tila hyväksi yhdessä – Vaikuta vesienhoidon työohjelmaan ja keskeisiin kysymyksiin Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella 2016–2021. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 57/2012
- Bowden, K.F. 1980. Physical factors: salinity temperature circulation and mixing processes. Kirjassa: E. Olausson and I. Cato (toim.). *Chemistry and biogeochemistry of estuaries*. John Wiley & Sons, Chichester, U.K., ss. 37–70.
- Chapra, S. 1975. Comment on "An empirical method of estimating the retention of phosphorus in lakes" by W. B. Kirchner and P. J. Dillon. *Water Resour. Res.* 11: 1033–1034.
- Doerffer, R. & Schiller, H. 2008. MERIS Lake Water Project – Lake Water Algorithm for BEAM, ATBD (Algorithm Theoretical Basis Document) 1.0, 17 p. [http://www.brockmann-consult.de/beam-wiki/download/attachments/1900548/ATBD\\_lake\\_water\\_RD20080610.pdf](http://www.brockmann-consult.de/beam-wiki/download/attachments/1900548/ATBD_lake_water_RD20080610.pdf)
- Evans, G.T. & Parslow J.S. 1985. A model of annual plankton cycles. *Biological Oceanography* 3:327–347.
- Fasham, M.J.R. 1995. Variations in the seasonal cycle of biological production in subarctic oceans: a model sensitivity analysis. *Deep-Sea Res.* 42, 1111–1149.
- Hagman, A.-M. 2012. Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Ramboll Oy. 92 s.
- Haukilehto, K., Latvala, E., Rautio, L. M., & Saarniaho, S. 2011: Tulvariskien alustava arviointi Lapuanjoen vesistöalueella. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 30.3.2011
- Helttunen, S. 2012. Hiidenveden kunnostus 2008–2011 – Loppuraportti Sanna Helttunen (toim.). Julkaisu 228/2012. ISBN 978-952-250-080-9 (nid.) 978-952-250-081-6 (pdf)
- Hertha. 2013. Ympäristöhallinnon Hertha-tietojärjestelmä, versio 5.5.
- Huttunen, I., Huttunen, M., Seppänen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S. & Vehviläinen, B. (submitted) 2013. A national scale nutrient loading model for Finnish watersheds – VEMALA. Environmental Modeling and Assessment.
- Huttunen I., Huttunen, M., Tattari, S. & Vehviläinen, B. (2008). Large scale phosphorus load modelling in Finland, XXV Nordic Hydrological Conference 2008, NHP Report 50: 548–556.
- Huttunen, I., Huttunen, M., Vehviläinen, B. & Tattari, S. (2007). Large scale phosphorus transport model", The 5th International Phosphorus Workshop (IPW5) 3-7 September 2007, Silkeborg, Denmark. *DJF Plant Science* 130: 215–217.
- Huttunen, I., Huttunen, M., Vehviläinen, B., Taskinen, A., Tattari S. & Koskiaho J. (2006). Development of phosphorus transport model component to a large scale hydrological model system, XXIV Nordic Hydrological Conference 2006, NHP Report 49: 297–304.
- Hämeen ELY-keskus. 2010. Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. Raportti. 174 s. Hämeen ELY-keskus. 22.3.2013 <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=118410&lan=fi>
- Joensuu, I., Karonen, M., Kinnunen, T., Mäntykoski, A., Nylander, E. & Teräsvuori, E. 2010. Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisu 1/2010. 163 s. ISBN 978-952-257-010-9. 192 s.
- Joki-Heiskala, P. 2011. Paimionjoki paremmaksi – toimenpideohjelma 2011–2015. Raportti. Paimionjoki yhdistys ry. 35 s. 22.3.2013 [http://www.paimionjoki.fi/Paimionjoki\\_paremmaksi\\_toimenpideohjelma\\_2011-2015.pdf](http://www.paimionjoki.fi/Paimionjoki_paremmaksi_toimenpideohjelma_2011-2015.pdf)
- Joki-Heiskala, P., Ahopelto, L., Hjerpe, T., Ignatius, S.-M., Lehtoranta, V. & Marttunen, M. 2012. Raportti Paimionjoen vesistön alueen asukkaille ja loma-asukkaille tehdystä kyselystä. Paimionjokiyhdistys ry, Suomen ympäristökeskus ja Varsinais-Suomen ELY-keskus.
- Kallio, K. 2012. Water quality estimation by optical remote sensing in boreal lakes. Monographs of the Boreal Environment Research no. 39: 1-54. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=403122&lan=en>
- Kallio, K., Koskiaho, J., Lepistö, A., Kiirikki, M. & Tattari, S. 2010. Mitä uutta nykytieteillä saadaan selville valuma-alue-järvi kokonaisuudesta. In: Lepistö, A., Huttula, T., Granlund, K., Kallio, K., Kiirikki, M., Kirkkala, T., Koponen, S., Koskiaho, J., Liukko, N., Malve, O., Pyhälähti, T., Rasmus, K. & Tattari, T. Uudet menetelmät ympäristöntutkimuksessa ja seurannassa – pilottina Säkyän Pyhäjärvi. Suomen ympäristö 9/2010. pp. 10-18. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=117542&lan=fi>
- Kauppila, P., Koskiaho, J. 2003. Evaluation of annual loads of nutrients and suspended solids in Baltic rivers. *Nordic Hydrology* 34(3): 203-220. ISSN 0029-1277.

- Koponen, S., Kallio, K. & Pyhälähti, T. 2010. Kaukokartoitus. Julkaisussa: Lepistö, A., Huttula, T., Grönlund, K., Kallio, K., Kiirikki, M., Kirkkala, T., Koponen, S., Koskiahho, J., Liukko, N., Malve, O., Pyhälähti, T., Rasmus, K. & Tattari, T. Uudet menetelmät ympäristöntutkimuksessa ja seurannassa – pilotina Säköylän Pyhäjärvi. Suomen ympäristö 9/2010. pp. 18–24. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=117542&lan=fi>
- Koponen, S., Ruiz-Verdu, A., Heege, T., Heblinski, J., Sørensen, K., Kallio, K., Pyhälähti, T., Doerffer, D., Brockmann, C. & Peters, M. 2008. Development of MERIS Lake Water Algorithms. Validation Report. ESA ESRIN Contract No. 20436/06/I-LG. 65 p. <http://www.brockmann-consult.de/beam-wiki/display/LAKES/Validation+report>.
- Korpinen, P., Kiirikki, M., Koponen, J., Peltoniemi, H. & Sarkkula, J. 2004. Evaluation and control of eutrophication in Helsinki sea area with the help of a nested 3D-ecohydrodynamic model. *J. Marine Syst.* 45: 255–265.
- Kunnari, E. 2008. Vesipuidedirektiivin mukainen kustannustehokkuusanalyysi maatalouden vesienhoitotoimenpiteille Excel-sovelluksena. Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, Taloustieteenlaitos, Ympäristöekonomia. 69 s.
- Laine, A., Kouvalainen, S., Aronsuu, K., Eerola, M., Heikkinen, M., Hynninen, P., Isid, D., Isotalus, A., Jaako, M., Rintala, J., Viirtanen, K. & Vähänen, K. 2009. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen vesienhoito-suunnitelma vuoteen 2015. Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskukset. 210 s.
- Laukkanen, E., Vesikko, L., Hjerpe, T., Ahopelto, L., Marttunen, M., Kostamo, K., Pitkänen, H., Kuikka S. & Vesikko, K., 2012. Ruovikoituminen ja vedenlaatu Suomenlahdella: kyselytutkimuksen tulokset. Suomen ympäristö 25/2012, Ympäristönsuojelu, 79 s. Saatavilla Internetistä <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=414229&lan=fi>
- Länsi-Suomen ympäristökeskus. 2009. Lapuanjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. Raportti. 115 s. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 22.3.2013 <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=86887>
- Nuotio, E. 2008. Etelä-Pohjanmaan vedet nyt ja tulevaisuudessa. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008
- Nuotio, E. & Rautio, M. 2009. Lapuanjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
- Malve, O. 2007. Water quality prediction for river basin management. PhD. thesis, Helsinki University on Technology. 126 s.
- Malve, O., Virtanen, M., Villa, L., Karonen, M., Åkerla, H., Heiskanen, A-S., Lappalainen, K-M. & Holmberg, R. 2000. Pohjanpitäjänlahden syvänteessä vuosina 1995 ja 1996 toteutettu hapetuskoikeilu – veden vaihdunta sekä happi- ja suolataseet. Suomen ympäristö 377: 1–163.
- Marttila, J. 2004. Tuusulanjärven vesi-, fosfori- ja typpitaseet 1991–2002. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 141. 74 s.
- Marttunen, M., Dufva, M., Martinmäki, K., Sammalkorpi, I., Hjerpe, T., Huttunen, I., Lehtoranta, V., Joensuu, E., Seppälä, E. & Partanen-Hertell, M. 2012. Vesienhoidon vuorovaikutteinen suunnittelu. Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut-hankkeen tuloksista. Suomen ympäristö 15/2012.
- Meeuwig, J.J., Kauppila, P. & Pitkänen, H. 2000. Predicting coastal eutrophication in the Baltic: a limnological approach. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 57: 844–855.
- Puustinen M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiahho, J., Linjama, J., Niinioja, R. & Tattari, S. 2010. VIHMA – A tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138: 306–317.
- Puustinen, M., Merilä, E., Palko, J. & Seuna, P. 1994. Kuivatustila, viljelykäytäntö ja vesistökuormituksen vaikuttavat ominaisuudet Suomen pelloilla.
- Puustinen, M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiahho, J., Linjama, J., Niinioja, R & Tattari, S. 2010. VIHMA - a tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments, *Journal of Agriculture, ecosystems and environment* 138 (3) 306–317.
- Pyhäjärvi-instituutti. Pyhäjärven suojeluohjelma. Viitattu 16.8.2013. [http://www.pyhajarvensuojelu.net/default3.asp?active\\_page\\_id=141](http://www.pyhajarvensuojelu.net/default3.asp?active_page_id=141)
- Pyykkönen, S. & Grönroos, J. 2004. MYTVAS-haastattelut 2003 – Yläneenjoen, Savijoen ja Löytäneenjoen tutkimusalueiden tuloksia. SYKE. 26.s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=30113>
- Salmi, P. & Kipinä-Salokannel, S. 2010. Satakunnan pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisu 7/2010. 144 s.
- Schroeder, Th., Schaale, M. & Fischer, J. 2007. Retrieval of atmospheric and oceanic properties from MERIS measurements: A new Case-2 water processor for BEAM. *Int. J. Remote Sens.* 28: 5627–5632.
- Sjöblom, H. 2008. Suomesta Itämereen laskevien jokien fosfori- ja typpikuormat 1961–2006 – arvio maatalouden kuormitusmuutoksista. Master's Thesis, Teknillinen korkeakoulu, 129 p.
- Stenmark, M. 1982. Ravinteiden kierto Lapuanjoen Kuortaneenjärvessä. Diplomityö. Vesitekniikan laitos. Teknillinen korkeakoulu. 74 s.
- Suominen, T., 2003. Saaristomeren veden laatu Vartiolaiva Telkällä tehdyt mittaukset 2001–2002. Alueelliset ympäristöjulkaisut, Lounais-Suomen ympäristökeskus. 14 s.
- Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. *Vesitalous* 3/2004, s. 26–30.
- Wartiovaara, J. 1975. Jokien ainevirtaamista Suomen rannikolla. English summary: Amounts of substances discharged by rivers off the coast of Finland. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisu* 13.

- Vollenweider, R. 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors of eutrophication. Technical Report DAS/CSI/62.27, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. 159 s.
- Vuori, K.-M., Bäck, S., Hellsten, S., Holopainen, A.-L., Järvinen, M., Kauppila, P., Kuoppala, M., Lax, H.-G., Lepistö, L., Marttunen, M., Mitikka, S., Mykrä, H., Niemi, J., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Ruuskanen, A., Vehanen, T., Westberg, V. 2009. Vertailuolot ja luokan määrittäminen. Raportissa: K.-M. Vuori, S. Mitikka & Vuoristo, H. (toim.) Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3 / 2009. ss. 9–80.
- Väisänen, S. & Puustinen, M. (toim.) 2010. Maatalouden vesistökuormituksen hallinta. Seuranta, mallit ja kustannustehokkaat toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmissa. Suomen ympäristö 23/2010. Suomen ympäristökeskus. 134 s.
- Ymparisto.fi. 2013. Temmesjoen vesistön hoito ja kunnostusohjelma. Luonnos. Suomen ympäristökeskus. 78 s. 19.4.2013 <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=139026&lan=fi>
- Weckström, J., Väiliranta, M., Kaukolehto, M. & Weckström, K. 2011. Kurkistus Hiidenveden menneisyyteen – paleolimnologinen selvitys Kirkkojärveltä ja Mustionselältä. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö. Julkaisu 226/2011 s. 20.. ISBN 978-952-250-070-0 (nid.) 978-952-250-071-7 (pdf)



## Liite I. Vesinetin käyttöopas

*Matti Silvennoinen ja Jorma Haikonen, Arbonaut Oy*

### Yleistä Vesinetistä

Vesinetti on suunniteltu ja suunnattu vesistöjen huollon, -kunnostuksen ja vesistöjen tilan seurannan ja mallinnuksen ammattilaisille ja alan tutkijoille. Vesinetti ja sen si-sartyökalu, Järviwiki, muodostavat yhdessä kattavan vesistöjen tilan havainnoinnin ja rekisteröinnin ympäristön. Siinä missä Järviwiki on suunnattu lähinnä kansalaisten yleisvesistöportaalkiksi, Vesinetti on enemmän asiantuntijatyökalu, joka mahdollistaa sekä vesistöjen kuormitusmallinnuksien kuin myös tuloksien ja raporttien siirron myös moniin muihin järjestelmiin sekä käyttäjän omaan tietokoneeseen. Vesinetistä on myös suorat yhteydet muihin vesistön skenaariotyökaluihin ja portaaleihin kuten OIVA- ja HERTTA-järjestelmiin sekä SYKEN kaukokartoitustietojen WAF-palveluun.

Vesinetti mahdollistaa vesistöjen huollon ja -suunnittelun ammattilaisten saumatoman yhteistoiminnan ja tietojen jakamisen. Systemaattinen suunnittelu, seuranta ja raportointitietojen käyttö yhdessä mallinnuksien laskentatulosten kanssa mahdollistaa sekä mallinnuksien kehityksen kuin myös mallinnuksien ja havaintoperäisten raporttien vertailun keskenään.

Tiedon jakamisen lisäksi Vesinetin tavoitteena on myös tulla osaksi vesienhuollon ja -suunnittelun työkaluvalikoimaan ja näin tehostaa vallitsevaa toimintamallia sekä yhdenmukaistaa toimintoja.

### Yleistä kartta-alustan käytöstä

Kartta-alustan avulla voit tutkia valmiita paikkatietoaineistoja sekä tallentaa ja jakaa omia kohteita. Tallennetut kohteet tallentuvat palvelun tietokantaan.

Aineistot ja kohteet jakautuvat seuraavasti:

- Aineisto: Palveluun tallennettu valmis paikkatietoaineisto. Aineistojen maantieteellinen kattavuus vaihtelee valtakunnallisista aineistoista paikallisiin.
- Kohde: Käyttäjän palveluun tallentama pistemäinen kohdetieto. Kohteeseen voidaan tallentaa erilaisia ominaisuustietoja.

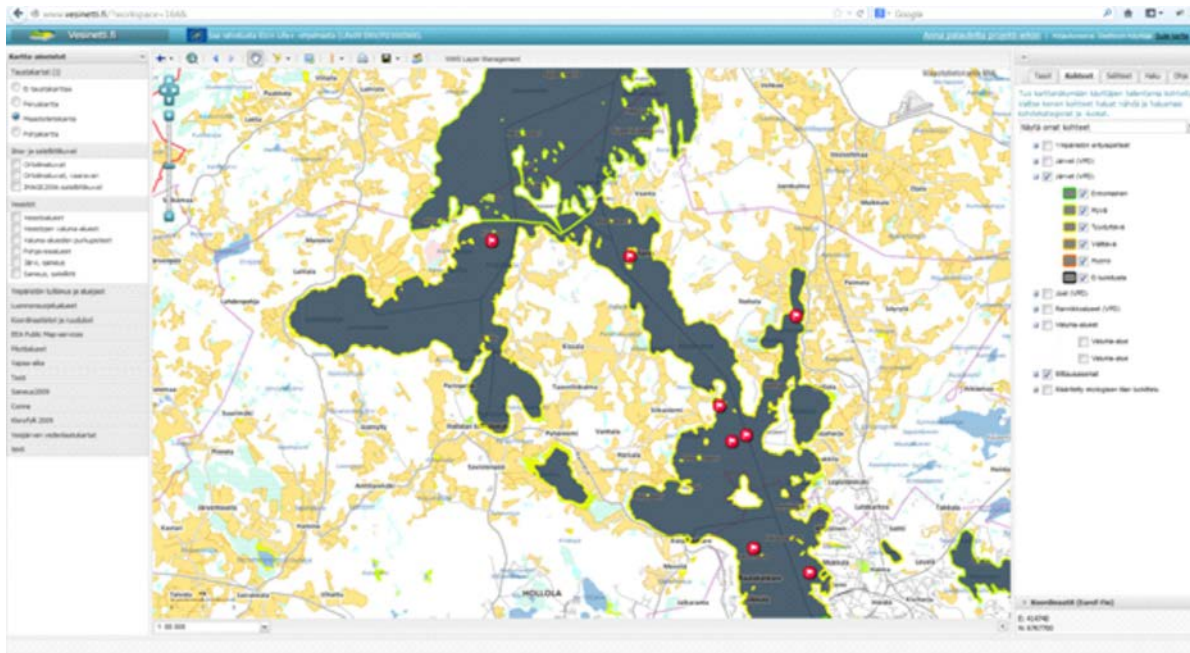
Kartta-alustan aineistot ja kohteet latautuvat käyttäjälle verkkoyhteyden yli kuvamuodossa aineistotuottajien palvelimilta. Aineistojen latausnopeus on riippuvainen verkkoyhteyden nopeudesta sekä koko palvelun käyttöasteesta.

Mikäli käytössäsi on vanha tietokone tai hidas nettiyhteys, kannattaa välttää usean aineiston samanaikaista näyttämistä kartta-alustalla, sillä tämä voi heikentää palvelun suorituskykyä.

### Karttanäkymässä liikkuminen ja mittakaavan muuttaminen

Voit liikuttaa, lähentää ja loitontaa karttaa.

- Raahaa karttaa hiiren vasemmalla painikkeella.
- Lähennä karttanäkymää kaksoisklikkaamalla. Kartta keskittyy klikkaamaasi alueeseen ja siirtyy seuraavaan mittakaavatasoon.
- Mittakaava näkyy kartan vasemmassa alakulmassa. Voit valita itse mittakaavan valikosta.
- Voit lähentää ja loitontaa myös vasemman reunan mittakaava-asteikolla tai hiiren rullalla.



Kuva I1. Vesinetti karttanäkymä.

## Taustakartan valinta

Voit valita sopivan taustakartan karttanäkymään vasemman laidan aineistoteemasta "Taustakartat".

- Klikkaa aineistoteeman "Taustakartat" nimeä.
- Valitse jokin taustakarttavaihtoehdoista klikkaamalla kartan nimen edessä olevaan valintaympyrää.

Huomaa, että valittuna tulee aina olla jokin valikossa annetuista vaihtoehdoista. Mikäli et halua taustakarttaa, valitse vaihtoehto "Ei taustakarttaa".

## Aineiston lisääminen ja poistaminen karttanäkymästä

Kartta-aineistot on jaettu eri teemoihin (mm. "Ilma- ja satelliittikuvat", "Vesistöt"), jotka on listattu kartta-alustan vasemmassa laidassa. Teeman sisältämät yksittäiset aineistot saat näkyviin klikkaamalla aineistoteeman nimeä.

- Avaa haluttu aineisto kartta-näkymään klikkaamalla aineiston nimen edessä olevaa valintaruutua. Näkyvän tason valintaruudussa on ruksi. Kunkin aineistoteeman nimen perässä ilmoitetaan suluisa, kuinka monta kyseisen teeman aineistoa on auki.
- Voit poistaa aineiston karttanäkymästä klikkaamalla aineiston valintaruutua, jolloin ruksi häviää.

## Aineistojen järjestyksen ja läpinäkyvyyden säätö

Kartalle lisätyt aineistot ovat karttanäkymässä päällekkäin omina tasoinaan. Aineistojen järjestystä ja läpinäkyvyyttä voidaan muuttaa oikean laidan "Tasot"-välilehden avulla.

"Tasot"-välilehdellä näet kaikki ne aineistot, jotka ovat karttanäkymässä avoimina. Välilehdellä ylimpänä olevan aineisto on karttanäkymässä päällimmäisenä.

Voit muuttaa aineistojen järjestystä raahaamalla niitä hiiren avulla.

Voit säätää aineistojen läpinäkyvyyttä "Tasot"-välilehdellä kunkin aineiston nimen alapuolella olevan säätimen avulla.

## Aineiston ominaisuustietojen tarkastelu

Voit tarkastella kartta-aineistojen kohteiden ominaisuustietoja, mikäli aineisto sisältää selailtavia tietoja. Huomaa, että kaikki aineistot eivät ole kyseltävissä.

- Avaa tarkasteltava aineisto karttanäkymää.
- "Tasot"-välilehdellä valitse tarkasteltava kartta-aineisto ja klikkaa aineiston nimen oikealla puolella olevaan "i"-kuvaketta.
- Klikkaa tämän jälkeen haluttua kohdetta karttanäkymässä. Aineistokohteen ominaisuustiedot avautuvat omaan ikkunaan.

## Käyttäjien tallentamien kohteiden näyttäminen karttanäkymässä ja tietojen katselu

Käyttäjä voi tallentaa pistemuotoisia kohteita kuten mittausasemia ja ekologisen tilan luokitteluja. Käyttäjien tallentamien kohteiden avaaminen tapahtuu "Kohteet"-välilehdeltä.

- Voit valita näkyväksi vain omat tai kaikki palveluun lisätyt kohteet, jotka on jaettu muille käyttäjille. Valitse suodatus välilehden pudotusvalikosta.
- Kohteet on jaettu kategorioihin ja edelleen luokkiin. Saat kokonaisen kategorian näkyviin kartalla klikkaamalla valintaruutua. Kategoriaan kuuluvat luokat tulevat esiin klikkaamalla kategorian nimeä. Voit valita kartalle haluamasi luokat.
- Voit tarkastella kohteen ominaisuustietoja klikkaamalla kohdetta karttanäkymässä. Avautuvan ikkunan kautta voit myös tarkastella kohteeseen liitettyjä tiedostoja, kuten kuvia tai tekstitiedostoja sekä kommentoida kohdetta.

## Uuden kohteen tallentaminen ja jakaminen muille käyttäjille

Tallenna uusi kohde valitsemalla työkalupalkista "Luo kohteita". Valitse "Lisää pistekohde" ja klikkaa karttanäkymää halutussa sijainnissa. Kohteen lisäämisen jälkeen täytyä tarvittavat ominaisuustiedot ja määritä jakaminen avautuvaan lomakkeeseen.

- Valitse kohteelle soveltuva kategoria.
- Valitse luokka. Luokka määräytyy valitun kategorian mukaisesti.
- Anna kohteelle otsikko ja kuvaus. Huom. jos annat kuvaukseksi pelkän www-osoitteen hakasuluissa esim. [<http://www.syke.fi/mittausasema1.html>], näyttään kyseinen www-sivu infoikkunassa kohteen kuvauksena.
- Valitse, kenelle jaat kohteen: Yksityinen / kaikille käyttäjille.
- Tallenna kohde valitsemalla "Tallenna".

Kun kohde on tallennettu, näet sen karttanäkymässä. Voit lisätä kohteeseen myös liitetiedostoja, kuten kuvia, videoklippejä tai tekstitiedostoja.

- Klikkaa kohdetta karttanäkymässä.
- Valitse ominaisuustietoikkunan välilehti "Liitetiedostot". Lisää tiedosto ja kirjoita halutessasi siihen liittyvä kuvaus.
- Valitse lopuksi "Lisää".

## Kohteen tietojen muokkaaminen ja poistaminen

Voit muokata omien kohteitasi ominaisuustietoja ja sijaintia.

- Avaa kohde klikkaamalla ja valitse ominaisuustietoikkunan alalaidasta "Muokkaa".
- Voit muokata kohteen ominaisuuksia lomakkeella tai sen muotoa ja sijaintia kartalla.
- Tallenna tekemäsi muutokset valitsemalla ominaisuustietoikkunan alalaidasta "Päivitä".

Muokkaustilassa olevan kohteen voit myös poistaa valitsemalla ominaisuustietoikkunan alalaidasta "Poista". Palvelun tietokannasta poistetaan kaikki kohteeseen liitetyt tiedostot, kommentit ja ominaisuustiedot. Poistoa ei voi kumota.

Kohteen geometrian muokkaaminen:

- Pistekohteen sijainti: voit raahata pisteen uuteen sijaintiin.

Tallenna tekemäsi muutokset valitsemalla ominaisuustietoikkunan alalaidasta "Päivitä".

Muokkaustilassa olevan kohteen voit myös poistaa valitsemalla ominaisuustietoikkunan alalaidasta "Poista". Kohde poistetaan tällöin palvelun tietokannasta ja kaikki kohteeseen liitetyt tiedostot, kommentit ja ominaisuustiedot hävitetään. Poistoa ei voi kumota.

## Etäisyyksien ja pinta-alojen mittaaminen

Voit mitata karttanäkymässä eri kohteiden etäisyyksiä ja pinta-aloja.

- Valitse työkalupalkista "Mittaa etäisyyksiä" ja edelleen haluamasi mittaus työkalu.
- Piirrä mitattava viiva tai alue hiirellä. Lopeta mittaus kaksoisklikkaamalla.
- Mittaustuloksen näet kartta-alustan vasemmalla alakulmassa.

## Nimistöhaaku

Voit hakea suomalaisten kuntien tai kaupunkien sijainteja nimistöhaun avulla. Hakukenttä sijaitsee Haku-välilehdellä oikeassa laidassa.

Kirjoita kunnan tai kaupungin nimi hakukenttää ja valitse Hae. Hakutulos tulostuu hakukentän alapuolelle. Siirtyäkseni kohteeseen klikkaa hakutulosta.

## Työtilan tallentaminen, avaaminen ja jakaminen

Voit tallentaa karttanäkymän työtilaksi, jonka voit avata myöhemmin uudelleen. Työtilaan tallentuu karttanäkymän sijainti, mittakaava sekä näkyvissä olevat aineistot ja kohteet.

Tallentamasi työtilan voit myös jakaa oman koulusi ja kurssiesi jäsenille.

Työtilan tallentaminen:

- Valitse työkalupalkista "Työtilat" ja edelleen "Tallenna".
- Anna avautuvassa ikkunassa työtilalle nimi.
- Tallenna työtila valitsemalla "Tallenna".

Työtilan avaaminen:

- Valitse työkalupalkista ”Työtilat” ja edelleen ”Avaa”.
- Välilehdellä ”Omat työtilat” näet itse tallentamasi työtilat
- Valitse haluamasi työtila ja valitse tämän jälkeen ”Avaa”.

Voit avata ja jakaa työtilan myös suoran linkin avulla. Kun työtila tallennetaan palveluun, sille muodostetaan oma verkko-osoite. Työtilan suoran linkin näet tallennuksen yhteydessä sekä työtilaa avatessa kohdassa ”Linkki työtilaan”.

Linkin työtilaan voit liittää esimerkiksi sähköpostiin tai omille verkkosivuille. Linkin kautta käyttäjä pääsee suoraan kartta-alustalle tallentamaasi näkymään.

Voit poistaa itse tallentamasi työtilan valitsemalla poistettavan työtilan omien työtilojen valikosta ja valitsemalla tämän jälkeen ”Poista”.

## Karttanäkymän tulostus kuvaksi

Voit tallentaa ja tulostaa karttanäkymän kuvaksi tai PDF-tiedostoksi. Valitse työkalupalkista ”Tulosta”.

Tulostettava alue korostuu vihreällä. Avautuvassa ikkunassa voit valita tallennus ja tulostusasetukset.

- Asettelu: valitse kuvan koko ja suunta.
- Mittakaava: valitse tulostettavan karttanäkymän mittakaava.
- Tiedostomuoto: valitse joko kuvamuotoinen (png) tai PDF-tiedosto.
- Voit lisätä PDF-tulosteeseen myös karttaselitteen.
- Valitse lopuksi ”Tulosta”.

## Vesialueet (VPD)

Kohteet-välilehdeltä löydät kolme erilaista vesipuitedirektiivin (VPD) mukaista vesialuetyyppiä: Järvet, joet ja rannikkoalueet.

### Järvet

Saat järvet näkyviin kytkemällä kohteet-välilehdeltä ”Järvet (VPD)” -tason päälle. Tasolta löytyvät kaikki vesipuitedirektiivin (VPD) mukaiset järvet luokiteltuna ekologisen tilan mukaan.

### Joet

Saat joet näkyviin kytkemällä kohteet-välilehdeltä ”Joet (VPD)” -tason päälle. Tasolta löytyvät kaikki vesipuitedirektiivin (VPD) mukaiset joet luokiteltuna ekologisen tilan mukaan.

### Rannikkoalueet

Saat rannikkoalueet näkyviin kytkemällä kohteet-välilehdeltä ”Rannikkoalueet (VPD)” -tason päälle. Tasolta löytyvät kaikki vesipuitedirektiivin (VPD) mukaiset rannikkoalueet luokiteltuna ekologisen tilan mukaan.

## Vesialueen infoikkuna

Klikkaamalla tasoa kartalta haluamastasi kohdasta, saat avattua kyseisen vesialueen info-ikkunan. Infoikkunasta löydät sekä paljon tietoa vesialueeseen liittyen kuin myös pystyt suorittamaan erilaisia malleja (esim Lake Load Response) sekä tallentamaan mallin tulokset. Tämän lisäksi sinulla on myös mahdollista tallettaa omia tiedostoja ja raportteja. Tiedot on jaettu välilehtiin joista seuraavassa lyhyt selostus.

### **Info**

Infoikkuna aukeaa ensimmäiseksi ikkunaksi kun olet valinnut kohteen, kuten järven, joen tai muun vesialueen. Infoikkunassa on lyhyt yhteenveto vesialueen nimestä, rekisteritunnuksesta sekä ominaispiirteistä kuten tilavuus, keskisyvyys ja järven tyyppi (esimerkki kun olet valinnut järven).

### **Vesien tila**

Vesien tila ikkunalla on 2 välilehteä, tilatiedot ja täydentävää tietoa. Tilatiedot välilehdellä löytyy linkki joko Hertta-järjestelmän tai vaihtoehtoisesti linkki SYKE kaukokartoitustietojen WAF palveluun. Täydentävää tietoa välilehti on taas oikea paikka johon voit liittää yleistä tietoa vesien tilasta, kuten esimerkiksi havaintodataa liitetiedostomuodossa. Aikaa myöten, kunhan tilatietoja on kertynyt tarpeeksi, muodostaa tämän välilehden sisältö yleisen kuvan kyseisen vesialueen tilasta siten kun se on havainnoitu.

### **Vesistökuormitukset**

Vesistökuormitukset ikkunalla on kaksitasoiset välilehtirakenteet sekä sisäiselle että ulkoiselle kuormitukselle. Molemmilla rakenteilla on alirakenteina samat osiot eli sekä kuormituksen mallinnukset että kuormituksen yhteenvetotiedot. Mallinnukset käyttävät skenaariona joko HERTTA-järjestelmää tai Sykkeen kaukokartoitusjärjestelmän WAF palvelua. Näin sekä ulkoiselle että sisäiselle kuormitukselle. Vastaavasti yhteenvetotiedot alirakenteet on suunniteltu käyttäjän itsensä tallettamille kuormituksen yhteenvetoraportteille.

### **Toimenpiteet**

Toimenpiteet ikkunalla on 2 eri välilehteä, suunnitelmat ja tulokset. Molemmat välilehdet on tarkoitettu käyttäjän itsensä tallettamien vesistöhoitosuunnitelmien ja -tuloksien tallennuspaikaksi.

### **Ekologiset vaikutukset**

Ekologiset vaikutukset ikkuna on yksi Vesinetin erikoisominaisuuksista, eli paikka jossa on oma välilehtirakenteensa laskentamalleille, valmiille laskentatuloksille sekä valmiille selvityksille. Laskenta malleilla välilehti koostuu seuraavista välilehdistä; mallit, asetukset, tulokset ja graafit.

Jotta voisit suorittaa mallin, tulee sinne toimia seuraavasti: Mallit välilehdeltä valitset suoritettavan skenaarion – esim. LLR mallin – sitten avaat asetukset-välilehden ja valitse mallille halutut parametrit jonka jälkeen valitset toiminnon suorita malli. Toiminto suorittaa sitten LLR mallin mukaisen laskennan ja tallentaa tulokset "tulokset"-välilehdelle numeerisena raporttina ja "graafit"-välilehdelle graafisena esityksenä. Halutessasi tallentaa tulokset omalle tietokoneellesi, valitse "tallenna" toiminto mikä tallentaa tulokset zip-tiedostona kuvamuotoisesti haluamaasi tiedostoon. (PC:n tai verkkopalvelimen levyille). Tallennettuja kuvatiedostoja voi editoida, kopioida ja muokata yleisimmillä kuvankäsittelyohjelmilla.

Valmiit laskentatulokset välilehtirakenteesta löytyvät seuraavat välilehdet: vemala skenaariot, leväkukinnat, ravinnepitoisuus ja leväennusteet. Vemala skenaariot toimivat kuten "vesien tila" ikkunassakin kun taas leväkukinnat on tarkoitettu käyttäjien itsensä tallettamien tiedostojen paikaksi. Ravinnepitoisuus- ja leväkukinnat välilehdet hakevat järjestelmästä valmiit ennusteet sikäli kun on ovat käytettävissä ao. vesistökohteelle.

Valmiit selvitykset rakenteeseen käyttäjä voi tallentaa rakenteelliset selvitykset sekä muut selvitykset omille välilehdilleen.

### **Taloudelliset tarkastelut**

Taloudelliset tarkastelut ikkuna on tarkoitettu virkistyskäyttöarvon ja toimenpide-laskelmien tallentamiseen.

### Lisätietoa

Lisätietoikkuna mahdollistaa muiden lisätietojen kuten tarjottujen palveluiden, käyttäjän itsensä lisäämien linkkien sekä muiden raporttien ja julkaisujen tallennuksen ja kokoamisen muun aineiston täydennykseksi.

### Järviwiki info

Järviwiki info ikkuna linkkaa käyttäjän järviwiki portaaliin ja sen ”info-” ja ”keskustelu” -teemasivuille.

## Karttatasojen lisääminen

Karttakäyttöliittymään voidaan lisätä uusia karttatasoja käyttäen ”WMS-tasojen hallinta” -työkalua. Voit lisätä karttatasoksi rasterikartan, vektorimuotoisen kartan (ESRI shape) tai tuoda valmiin WMS-rajapinnan.

### Rasteritason lisääminen

1. Pakkaa haluttu rasterimuotoinen tiedosto zip-pakettiin. Tuettuja tiedostomuotoja ovat tiff ja img. Lataa tiedosto sisään.
2. Määritä aineiston koordinaattijärjestelmä syöttämällä se tekstikenttään. Kun aloitat kirjoittamisen, Järjestelmä ehdottaa löydettyjä järjestelmiä.
3. Anna tasolle nimi.
4. Klikkaa: ”luo”.
5. Anna tasolle näkyvä otsikko sekä valitse (tai luo uusi) karttakategoria.
6. Jos haluat, voi ladata tasolle myös selitteen (jpg- tai png-muotoinen kuvatie-dosto).
7. Tallenna.

### ESRI shape -tiedoston lisääminen

1. Pakkaa haluttu shape tiedosto ja siihen liittyvät muut tiedostot zip-pakettiin.
2. Määritä aineiston koordinaattijärjestelmä syöttämällä se tekstikenttään. Kun aloitat kirjoittamisen, Järjestelmä ehdottaa löydettyjä järjestelmiä.
3. Määritä geometrian tyyppi: Piste / viiva / alue.
4. Anna tasolle nimi
5. Määritä mahdollinen läpinäkyvyys.
6. Voit määrittää luokituksen ja esitystyylin valitsemasi ominaisuustiedon mukaan ruksaamalla ”Useita luokkia” kohdan. Anna luokalle nimi, määritä vertailuehdot ja klikkaa ”lisää uusi luokka”. Toista vaihe tarvittaessa useita kertoja.
7. Voit mahdollistaa ominaisuustietojen kyselyn valitsemalla ”Mahdollista ominaisuustietojen kysely”.
8. Jos haluat näyttää tekstimuotoista tietoa kartan päällä, ruksaa kohta ”Näytä ominaisuustietonäkymä” ja valitse käytettävä tekstikenttä sekä mittakaavara-joitteet.
9. Jos käytät vain yhtä luokkaa, anna luokan nimi, täyttöväri ja (ääriviivan väri).
10. Klikkaa: ”luo”.
11. Anna tasolle näkyvä otsikko sekä valitse (tai luo uusi) karttakategoria.
12. Tallenna.

### Valmiin WMS-rajapinnan tuonti

1. Valitse välilehti: ”Yhdistä ulkoisten karttapalveluiden WMS-rajapintoja
2. Liitä tason linkki (WMS getcapabilities url)
3. Klikkaa ”Hae tasot” -painiketta.
4. Valitse taso, jonka haluat tuoda.
5. Valitse (tai luo uusi) karttakategoria.

## Liite 2. Järviwikin pikaopas

Matti Lindholm (SYKE), Järviwikin ylläpitäjä

The screenshot shows the Järviwiki website interface. At the top, there are navigation links for 'Mobiiliversio (beta)', 'Yläpään linkit', 'Asetukset', 'Tarkkailusta', 'Uudet vieritit', and 'Kirjautu ulos'. The main header area contains the Järviwiki logo and a search bar with the text 'Katso mitä kaikkea täältä löytyy sinun järvestäsi'. Below the header, there is a navigation menu with options like 'Sivu', 'Keskustelu', 'Muokkaa', 'Historia', 'Poista', 'Siirä', 'Muuta suojausta', 'Tarkkaile', and 'Päivitys'. On the left side, there is a vertical menu with buttons for 'Etusivu', 'Mikä Järviwiki?', 'Järvet', 'Merialueet', 'Kasvit ja eläimet', 'Havainnot', 'Osallistuminen', and 'Tykalut'. The main content area starts with a 'Tervetuloa Järviwikiin' message, followed by a 'Jäättilanne' section with a map of Finland showing lake markers. Below the map are sections for 'Uusimmat keskustelut', 'Käyttäjän kuva', and 'Tiesitkö?'. The footer contains logos for SYKE, MAA- JA VEISTEKNIIKAN TUTKI, BISTAN- JA KALANTUTKIMUS, Elävä arkisto, and SINA, along with social media icons and a timestamp: 'Sivu on viimeksi muuttettu 25. tammikuuta 2013 kello 10:35'.

Kuva L2. Järviwikin etusivu 25.3.2013.



## Mikä Järviwiki on?

Järviwiki on yhteisöllinen verkkopalvelu Suomen järvistä, johon kuka tahansa voi tuottaa sisältöä. Järviwikissä on valmiina sivu ja perustiedot jokaisesta Suomen yli hehtaarin kokoisesta järvestä. Kunkin järven osalta käyttäjät voivat muokata sen esittelytekstiä, keskustella järvestä **keskustelusivulla** ja lisätä sille **paikkasivuja**. Paikkasivuille voi tallentaa tapahtumia, havaintoja, valokuvia ja linkkejä.

Järviwikiä julkaistaan samalla julkaisujärjestelmällä kuin Wikipediaa, ja muun muassa tekstin muokkausmerkinnät ja monet muut toiminnot ovat samoja kuin Wikipediassakin.

Järviwikin on perustanut ja sitä ylläpitää Suomen ympäristökeskus (SYKE). SYKE on saanut rahoitusta Järviwikiä varten Maa- ja vesitekniiikan tuki ry:ltä sekä EU:n Life+-rahastosta osana SYKEN vetämää Gisbloom-hanketta.

## Järviwikin selaaminen

Järviwikin selaaminen on täysin avointa eikä vaadi rekisteröitymistä.

## Järven löytäminen

Helpoin tapa löytää haluttu järvi on kirjoittaa sen nimi palvelun hakukenttään. Jos haettu nimi löytyy, päädyt **nimisivulle**, jossa voit valita tarkoittamasi järven samannimisten joukosta. Joskus samannimisiä on vain yksi, kuten Saimaan osalta, joskus satojakin, kuten *Saarijärviä* (198).

Varsinaiset **järvisivut** on nimetty muotoon: *Järven nimi (jär.vinu.m.ero)*. Järvinumero on neliosainen numerosarja, joka luokittelee järvet vesialueittain ja yksilöi ne. Muutama järvi on sellainen, joka hydrologisesti koostuu useasta eri järvaltaasta, joilla kullakin on oma järvinumero. Tällaiset järvet on nimetty: *Järven nimi (yhd.)*.



Kuva L3. Järviwikin haku listaa hakukentän alle sivuja, jotka alkavan haetulla sanalla. Kuvassa ylimpänä ehdotuksissa on nimisivu (**Oulujärvi**), toisena järvisivu pienelle Oulujärvelle Pellon kunnassa (**Oulujärvi (67.253.1.006)**) ja kolmantena sen ison Oulujärven järvisivu (**Oulujärvi (yhd.)**). Listan loput sivut ovat Oulujärvi (yhd.) -järvelle perustettuja paikkasivuja.

Jos tiettyä järveä ei löydy nimellä hakemalla, sitä voi yrittää etsiä esimerkiksi vesistön tai kunnan mukaan. Järviwikin päävalikon *Järvet*-valinnan alta löytyy eri lähestymistapoja järvien jaotteluun.

Järviwikissä on myös **Koordinaattihaku**, jolla järviä voi hakea valitsemalla pisteen kartalta. Tämä toiminto löytyy päävalikon *Työkalut*-valinnasta.

## Järvisivun rakenne

Järvisivulla on ylimpänä otsikon alla perustieto-laatikko. Siinä näkyy oletuksena muutaman lauseen kuvaus järvestä ja kaikki perustiedot saa näkyviin ”+ Näytä kaikki tiedot” -napilla.

Perustieto-laatikon alla on keskipalstalla järven kartta ja oikealla palstalla omissa laatikoissaan uusimmat järveen liittyvät keskustelut, tulevat tapahtumat, havaintotilanne, linkkejä vesistöennusteisiin jne.

Järven kartalla näkyvät symboleina järvelle luodut paikkasivut. Paikkasivulle pääsee klikkaamalla symbolia, ja paikan valitsemalla linkin aukeavasta ponnahdusikkunasta.

Paikkasivut ovat järvisivujen alasivuja, ja niiden otsikot ovat muotoa *Järvisivun nimi/Paikan nimi*. Paikkasivulta pääsee takaisin järvisivulle otsikon alle tulostuvalla linkillä.

Kartan jälkeen tulee järven **esittelyteksti**. Jokaiselle järvisivulle on alun perin tehty perusotsikot jäsentämään tekstiä. Nämä otsikot ovat:

- Järven erityispiirteet
- Nykytila ja suojele

**Pyhäjärvi (34.031.1.001)**

Pyhäjärvi on melko iso järvi Eurajoki (34) -päävesistössä. Se sijaitsee Satakunnan ja Varsinais-Suomen maakunnissa ja kuuluu Varsinais-Suomen ELYn ympäristövastuualueeseen. Pyhäjärvi on Satakunnan ja Varsinais-Suomen maakuntajärvi. [+ Näytä kaikki tiedot](#)

**Keskustelut**  
Tälle järvelle ei ole tuoreita keskusteluja

**Tulevat tapahtumat**  
Tälle järvelle ei ole voimassa olevia tapahtumia

**Havaintotilanne**  
**Pysyvä jääpeite**  
Lukemat ovat keskiarvoja kaikista korkeintaan viikon ikäisistä havainnoista

**Vesistöennusteet**  
■ Pyhäjärvi

**Uusimmat kohteet**  
■ Ympäristöhallinnon havaintopaikka (Säkylä)  
■ Ympäristöhallinnon havaintopaikka (Kauttua)  
■ Valtakunnallisen leväseurannan havaintopaikka (Kauttua)

**Järven erityispiirteet**  
Säkylän Pyhäjärvi sijaitsee Satakunnan ja Varsinais-Suomen maakunnissa, Säkylän, Euran ja Pöytyän kunnissa. Se kuuluu Eurajoen päävesistöön. Eurajoki alkaa Pyhäjärven pohjoispäästä, josta se laskee runsaan 50 kilometrin matkan päätyen Euranjoensalmeen Selkämereen.  
Järven pinta-ala on 155,2 km<sup>2</sup>, mikä riittää sijalle 29 maamme järvien pinta-alatilastossa.

Kuva L4. Kuvakaappaus Säkylän Pyhäjärven järvisivulta. Kuvakaappaus on otettu Järviwikistä 2.4.2013.

- Kalat, linnut ja muu vesiluonto
- Asutus ja vesistön käyttötavat
- Tarut ja tositarinat
- Aiheesta muualla

Nämä otsikot ovat vain viitteellisiä, ja käyttäjät voivat halutessaan muuttaa niitä.

## Tietojen lisääminen Järviwikiin

### Käyttäjätunnuksen rekisteröiminen

Järviwikissä sisältöä voivat julkaista vain kirjautuneet käyttäjät. Käyttäjätunnuksen voi kuka tahansa luoda palvelun oikean yläkulman ”Kirjaudu sisään tai luo käyttäjätunnus” -valinnalla. Käyttäjätunnuksen luomiseen tarvitaan toimiva sähköpostiosoite. Tarkemmat ohjeet löytyvät Järviwikiin ohjeesta:

- *Mikä Järviwiki? » Ohje » Käyttäjätunnuksen rekisteröiminen ja sisäänkirjautuminen*

Kun olet luonut käyttäjätunnuksen ja varmentanut sen sähköpostiisi tullee linkillä, voit aloittaa sisällön tuottamisen Järviwikiin. Tekstin muokkaamista ja havaintojen lisäämistä voi ensin kokeilla Järviwikiin Hiekkalaatikossa:

- *Osallistuminen » Hiekkalaatikko*

### Järvisivun tekstin muokkaaminen

Kun olet löytänyt haluamasi järven sekä luonut käyttäjätunnuksen ja kirjautunut sisään, voit aloittaa järvestä kirjoittamisen.

Järven kartan alle tulevaa esittelytekstiä voi muokata joko otsikkokohtaisesti tai koko sivulle kerralla. Otsikkokohtainen muokkaus avautuu, kun valitsee [muokkaa]-linkin jonkin otsikon perästä ja koko sivun muokkaus puolestaan kun valitsee sivun otsikon yläpuolelta Muokkaa-välilehden.

Muokkaustilassa tekstiä kirjoitetaan suoraan, ja erilaiset muotoilut, kuten otsikot tai luettelot, saadaan lisäämällä tekstin sekaan muotoilukoodeja. Esimerkiksi otsikko merkitään lisäämällä ennen ja jälkeen otsikkotekstin yhtäläisyysmerkkejä sen mukaan, monennestako otsikkotasosta on kyse. Kun sivun otsikko on ykköstason otsikko, esittelytekstin perusotsikot ovat kakkostason otsikoita, jolloin ne merkitään näin: ==Järven erityispiirteet==. Enemmän muotoilukoodeja löytyy Järviwikiin ohjeesta:

- *Mikä Järviwiki? » Ohje » Kuinka sivuja muokataan*

### Mitä järven esittelytekstiin voi kirjoittaa

Järviwiki on yhteisöllinen verkkopalvelu, jossa toiset jatkavat siitä, mihin aiemmat ovat päässeet. Niinpä esittelytekstiä kannattaa kirjoittaa, vaikka ei tuntisi järveä läpikotaisin. Yksi lause voi jo auttaa seuraavaa jatkamaan.

Muista kunnioittaa aiempien kirjoittajien työtä, jos esittelytekstiin on jo kirjoitettu jotain. Kieltä voi tietenkin aina parantaa ja selkeyttää. Sisältöjä voi myös aika huoletta siirtää toisen otsikon alle, jos ne sopivat paremmin sinne. Sisällön, jonka joku muu on kokenut tärkeäksi, poistamista pitää kuitenkin välttää, ellei se asiatonta tai selvästi väärässä paikassa.

Kun kirjoitat Järviwikiin, muista että se julkaistaan **Creative Commons Nimeä 3.0 Muokkaamaton**-lisenssillä. Lisenssin ehtojen mukaan tekstiä saa kopioida, muokata ja levittää myös kaupallisesti kunhan tiedon alkuperäinen julkaisija mainitaan. Tämä lisenssi on valittu, jotta tiedot saataisiin mahdollisimman laajaan käyttöön - vesistöjen parhaaksi. Varaudu siis siihen, että tekstiäsi voidaan muokata ankarasti ja käyttää muussa yhteydessä.

Varaudu myös siihen, että nimesi mainitaan lähdetiedoissa, kun sisältöä käytetään muualla. Jos et halua nimeäsi julki, esiinny Järviwikissä pelkällä käyttäjätunnuksella.

Julkaise Järviwikissä vain joko itse tuottamaasi tekstiä tai tekstiä, jonka tiedät soveltuvan julkaistavaksi edellä mainitulla lisenssillä. Muista, että olet aina itse vastuussa tallentamasi tekstin laillisuudesta.

Tarkempaa tietoa Järviwikin tekijänoikeuskäytännöistä löytyy Tekijänoikeudet-sivulta:

- [Mikä Järviwiki? » Tekijänoikeudet](#)

### Paikkasivujen lisääminen järvelle

Esittelytekstin muokkaamisen lisäksi järvelle kannattaa lisätä paikkakuvauksia. Paikka voi olla esimerkiksi oma kesämökkiranta, jolta tekee havaintoja, mielenkiintoinen retkikohde, kunnan uimaranta, lintulahti, jonkin tapahtuman paikka tai kauppa tai jokin muu palvelu.

Paikkasivu lisätään valitsemalla + *Lisää uusi* -nappi, joka löytyy järvisivun kartan yhteydestä. Toiminto avaa lomakkeen, jolla syötetään paikan tiedot. Paikalle annetaan nimi, tekstimuotoinen kuvaus, paikan sijaintikunta sekä tarkka paikka joko syöttämällä koordinaatit tai klikkaamalla paikkaa kartalla. Karttaa voi suurentaa ja siirtää,



Kuva L5. Kuvakaappaus paikkasivulta, johon tallennetaan ympäristöhallinnon virallisia havaintoja pintaveden lämpötilasta ja jäätilanteesta.

jotta haluttu paikka löytyy tarpeeksi tarkasti. Paikalle voi myös valita luokan tai luokkia, jos se on jokin vaihtoehdoista. Lopuksi paikka tallennetaan sivun alalaidan *Tallenna sivu* -napilla.

Kun paikkasivu on tallennettu se ilmestyy järven kartalle. Paikkasivulle voi alkaa myös lisäämään muuta sisältöä, kuten havaintoja, tapahtumia, valokuvia tai linkkejä.

Tarkempaa tietoa paikkasivujen luomisesta ja havaintojen ja valokuvien lisäämisestä niille löytyy Järviwikin ohjeista:

- *Mikä Järviwiki? » Ohje » Näin perustat havaintopaikan*
- *Mikä Järviwiki? » Ohje » Valokuvien lisääminen*

## Tietojen etsiminen Järvistä

Jos haluat tuottaa sisältöä järvelle jota et itse tunne, käyttökelpoista tietoa voi löytyä monesta eri paikasta. Alla on lueteltu helposti, verkosta löytyviä tietolähteitä. Muista huomioida eri lähteiden käyttöoikeudet ja viittauskäytännöt, kun lainaat niistä tietoja.

### Ymparisto.fi-verkkopalvelu

Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu, ymparisto.fi, on ympäristöministeriön, Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ja eri alueiden ELY-keskusten yhteinen ympäristöaiheinen verkkopalvelu. Sieltä löytyy muun muassa esittelysivuja, julkaisuja ja tutkimusraportteja lukuisista järvistä ja muista vesistöistä.

Tiedot löytyvät helpoiten käyttämällä ymparisto.fi-palvelun hakua tai internetin hakukoneita. Esimerkiksi Googlessa voit kohdistaa haun ymparisto.fi:hin käyttämällä hakuehtoa: "site:ymparisto.fi".

- *www.ymparisto.fi*

### OIVA-verkkopalvelu

Oiva on ympäristöhallinnon ympäristö- ja paikkatietopalvelu, joka on tarkoitettu ensisijaisesti asiantuntijoille. Palvelusta on saatavilla eri tietojärjestelmiin tallennettua tietoa vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistö, eliölajeista, ympäristön kuormituksesta ja alueiden käytöstä sekä ympäristöön liittyviä paikkatietoaineistoja. Palvelun käyttö on maksutonta mutta vaatii rekisteröitymisen.

- *www.ymparisto.fi/oiva*

Kun olet kirjautunut Oivaan, voit valita haluamasi alipalvelun, Vahdin tai Hertan. Suurin osa järviin liittyvistä tiedoista löytyvät Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertasta. Sieltä löytyy muun muassa pitkiä havaintosarjoja hydrologisista suureista, kuten vedenkorkeuksista, pintaveden lämpötiloista ja jäätilanteista. Näihin pääsee käsiksi valitsemalla Hertan vasemmasta valikosta:

- *Vesivarat » Hydrologiset havainnot » Tietojen haku*

Tietoja voi hakea monella eri hakuehdolla. Jos valitset Alue-valikosta Järvi-valinnan ja syötät hakuehdoksi järvinumeron, saat kaikki juuri haluamasi järven havaintopaikat, joilta on hydrologisia havaintoja ympäristöhallinnon tietojärjestelmissä.

Palvelun käyttöliittymä on hiukan vaikeasti avautuva. Esimerkiksi yllä mainitussa järviarvinnassa, järvinumero syötetään kenttään ja painetaan etsi-nappia. Löydetty järvi tulee Järvet-luetteloon, josta se vielä pitää muistaa siirtää nuoli-napilla Valitut-ryhmään.

Vastaavalla tavalla voit etsiä muita tietoja haluamastasi järvestä. Esimerkiksi järven järviyypin ja ekologinen ja kemiallinen tila löytyy täältä:

- *Pintavesien tila » Vesimuodostumat » Tietojen haku*

Ja vedenlaatumittausten tuloksia löytyy täältä:

- *Pintavesien tila » Vedenlaatu » Tietojen haku*

## Kunnat

Myös monet kunnat tuottavat verkkosivuilleen tietoa alueensa järvistä. Kuntien sivuilta löytyy tietoa varsinkin uimarannoista, joiden ylläpito on kuntien tehtävä. Jos tiedät missä uimarantoja on tai löydät niistä tietoa kuntien sivuilta, lisää ne paikka-sivuiksi Järviwikiin.

## Wikipedia

Monella järvellä on sivu myös Wikipediassa. Omaa järveä kannattaa siis etsiä myös Wikipediasta, ja jos se löytyy, varmistaa että Järviwikistä on linkki Wikipedian sivuun ja vastaavasti että Wikipediasta on linkki Järviwikiin.

## Suojeluyhdistykset

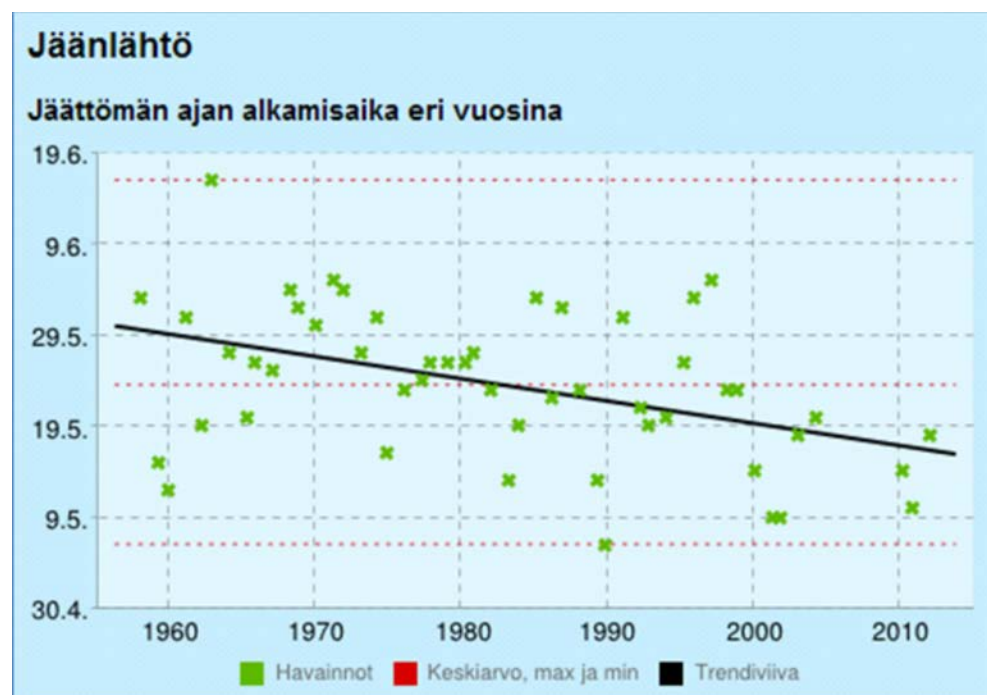
Suomessa on useita satoja vesiensuojeluyhdistyksiä, jotka on perustettu jonkun tietyn järven, joen tai muun vesistön tilan parantamiseksi. Suojeluyhdistyksiä on olemassa niin pienille kuin isoillekin järville, ja ne tuottavat paljon tietoa vesistöstä ja sen tilasta sekä järjestävät kunnostustalkoita ja muita tapahtumia.

Jos et tiedä, onko järvelläsi suojeluyhdistystä voit yrittää etsiä sitä verkon hakukoneilla. Hakulause "XXXjärven suojeluyhdistys" tuottaa jo yleensä tuloksen. Jos järvellä on suojeluyhdistys, linkki suojeluyhdistyksen verkkosivuille kannattaa lisätä järvisivun Lisää aiheesta -linkkeihin.

## Ihmiset

Vaikka sinulla itselläsi ei olisi omakohtaista tietoa tietyistä järvistä, voit silti tuntea tai tietää jonkun ihmisen jolla on. Haastattelemalla sukulaista, naapuria tai tuttua kalastajaa, voi saada arvokasta tietoa, jota ei viranomaisilla ole. Isovanhemman pöytälaatikkohavaintojen tallentaminen Järviwikiin voi olla sekä vesiensuojelu- että kulttuuriteko.

Tässä esimerkki Järviwikiin lisäämästäni jäänlähätsarjasta vuodesta 1958 alkaen. Sain havainnot järven rannalla koko ikänsä asuneelta kalastajalta. Aikasarjassa



Kuva L6. Yksityisen kansalaisen jäänlähätsarja Kuusamon Torankijärvestä vuodesta 1958 alkaen. Kuva on otettu Järviwikistä 2.4.2013.

jäänlähtö on aikaistunut noin 10 päivällä 50 vuoden aikana. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmissä ei ole jäänlähtöjä samalta järveltä, mikä tekee aikasarjasta arvokkaan. SYKEN hydrologien mukaan aikaistuminen on linjassa virallisten aikasarjojen kanssa samoilta leveysasteilta.

- [www.jarviwiki.fi/wiki/Torankijärvi\\_\(74.031.1.023\)/Haapanantien\\_ranta](http://www.jarviwiki.fi/wiki/Torankijärvi_(74.031.1.023)/Haapanantien_ranta)

## Lisää tietoa

Tämä ohje on vain suppea pikaopas, jonka tarkoitus on olla avuksi Järviwikin käytön aloittamisessa. Lisää apua saa Järviwikin ohjeista, jotka löytyvät Järviwikin valikosta:

- [Mikä Järviwiki? » Ohje](#)

Järviwikissä on myös niin kutsuttu Kahvihuone, jossa on omat keskustelupalstat erityyppisille ongelmille ja aiheille. Järvikohtaiset keskustelut kannattaa käydä järvien keskustelusivuilla. Keskustelupalstoilla esitettyihin kysymyksiin voivat vastata sekä Järviwikin ylläpito että muut käyttäjät. Kahvihuone löytyy niinkään päävalikosta:

- [Osallistuminen » Kahvihuone](#)

Järviwikillä on myös Facebook-sivu, jossa viestitään Järviwikin uusista ominaisuuksista ja ajankohtaisista asioista sekä vesistöaiheista yleisesti. Facebook-sivu on myös auki kaikkien keskustelulle ja sen kautta voi esimerkiksi lähettää viestin Järviwikin ylläpidolle.

- [www.facebook.com/jarviwiki](http://www.facebook.com/jarviwiki)

Jos sinulla on tarpeita tai ideoita esim. Järviwikistä haettavista havainnoista, niiden ympärille rakennettavista elementeistä, tai muusta Järviwikiin liittyvästä, ole yhteydessä SYKEN Matti Lindholmiin (etunimi.sukunimi@ymparisto.fi).

### Liite 3. Skenaariotarinat

*Turo Hjerpppe ja Sari Väisänen (SYKE)*

#### Jatkuva kasvu: kuormitus kasvaa (Raha ratkaisee)

Vuonna 2030 talouskasvu jatkuu epävarmojen aikojen jälkeen. Teknologinen kehitys on voimakasta ja ulkomaankauppa kasvussa. Poliittinen ilmasto ympäristönsuojelun suhteen ei kärsi suuria taka-iskuja, mutta uusien laajamittaisten suojelupyrkimysten ei myöskään anneta vaarantaa taloudellista kasvua.

- Maatalousmaan pinta-ala pysyy ennallaan, mutta viljasatojen maksimointi tehostuu ja ilmastonmuutos kannustaa lisäämään syysviljojen aloja.
- Tilakoot kasvavat mutta tilojen määrä vähenee.
- Eläinmäärät kasvavat tyydyttämään lisääntyneitä eläinproteiinin kysyntää, mikä lisää myös lannan määrää ja levitystä. Rehutuotanto ja nurmialat kasvavat.
- Nuoret ja työikäiset muuttavat enenevässä määrin kasvukeskuksiin, haja-asutus hieman vähenee.
- Mökkeily lisääntyy taloudellisen kasvun myötä.
- Kulutuksen ja tuotannon kasvaessa energiantarve lisääntyy, jolloin myös turvetuotantoalat kasvavat, mutta samalla pakolliset turvetuotannon vesiensuojelujärjestelmät ovat laajemmassa käytössä.
- Suomalaiselle puulle on kysyntää niin kotimaassa kuin ulkomaillaakin, mikä näkyy hakkuiden ja kunnostusojitusten määrän lisääntymisenä.

#### Romahdus: kuormitus polarisoituu, alueelliset vaikutukset voivat olla merkittäviä

Vuonna 2030 Eurooppa vajoaa syvään lamaan, maatalouden ympäristötukijärjestelmä lakkautetaan ja taloutta elvyttäviä toimia suositaan ympäristön kustannuksella, muun muassa ilmaston- ja vesiensuojeluelvoitteet jäädytetään.

- Tukijärjestelmän kaaduttua vain suurimmat tuottajat pärjäävät, joten peltopinta-ala laskee ja pienimmät peltolohkot jäävät metsittymään.
- Eläintilat keskittyvät entisestään ja niiden koko kasvaa. Eläinten kokonaismäärä ei muutu.
- Fosforin maailmanmarkkinahinnan kohotessa mineraalilannoitteiden käyttö vähenee.
- Kotimaisen ruoan kysyntä laskee halvemman tuontiruoan vallatessa alaa markkinoilla.
- Polttoaineiden hinnan noustessa maatalouden tuotanto siirtyy kohti energia-kasvien viljelyä.
- Ruoka- ja rehuviljoista vehnän ja ohran tuotanto kasvaa. Lauhojen talvien yleisyydessä tuotanto siirtyy kohti syysviljojen viljelyä.
- Suomalainen paperi- ja selluteollisuus supistuu radikaalisti. Puutavaran kysyntää on enää lähinnä energiapuuksi. Raakapuun vähentyneen kysynnän vuoksi uudistushakkuiden määrä vähenee, mutta kunnostusojitusten määrä säilyy ennallaan raakapuun markkinahinnan nousua enteiltäessä.
- Ihmiset muuttavat töiden ja palveluiden perässä aluekeskuksiin, haja-asutuksen määrä vähenee.
- Kesämökkien määrä ei muutu, mutta niiden käyttöaste vähenee.
- Turvetuotannon ala vähenee jonkin verran pienempien tuottajien joutuessa lopettamaan toimintansa



## Vihreä aalto: kuormitus vähenee

Vuonna 2030 taantumasta uuteen hyvinvoinnin aikakauteen ponnistanut Eurooppa on herännyt luonnon, pehmeiden arvojen ja omavaraisuuden arvostamiseen.

- Suomessa luomutuotannon alat kasvavat entisestään, jolloin lannoitus vähenee, mutta satotasot pienenevät jonkin verran ja rikkakasvien torjumisessa yhtenä keinona ovat avokesannot.
- Tehotuotannon osalta ympäristötukijärjestelmä alkaa selkeämmin ohjata tuotantoa kohti vesiensuojelun paremmin huomioivia toimintatapoja, jolloin mm. toimenpiteiden optimaalinen kohdentaminen lisääntyy yhdessä kevennettyjen muokkausmenetelmien kanssa.
- Kasvilajien kirjo monipuolistuu ihmisten suosiessa entistä enemmän lähiruokaa. Luonnon monimuotoisuuden arvostus on selkeässä nousussa, mikä lisää myös mm. monitavoitteisten kosteikkojen määrää.
- Biokaasun tuotanto yleistyy mm. lannan jatkokäsittelyn toimenpiteenä.
- Turvetuotantoalueet muutetaan energiakasvien viljelyaloiksi, mikä kasvattaa kokonaismaatalousalaa.
- Haja-asutus lisääntyy jonkin verran etätyön yleistymisen ja takaisin luontoon hakeutumisen myötä.
- Mökkien määrä ei juuri muutu, mutta niiden käyttöaste kasvaa. Kehittyneempien puhdistusjärjestelmien ansiosta kuormitus ei kuitenkaan lisäänty.
- Suojeltujen metsien määrä kasvaa, mikä vähentää hakkuita ja kunnostusojitusten tarvetta.

## Liite 4. Ilmastonmuutos VEMALAssa

*Vanamo Seppänen, Markus Huttunen, Inese Huttunen, Marie Korppoo ja Bertel Vehviläinen (SYKE)*

### Ilmastonmuutoksen vaikutus fosforin huuhtoutumiseen pelloilta

Lannoituksen mukana maahan tuleva fosfori, jota kasvit eivät käytä, sitoutuu tehokkaasti muokkauskerroksen maapartikkeleihin. Maaperän fosforivarastot kasvavat aina, kun maahan tulee lannoituksen mukana enemmän fosforia kuin sieltä sadon mukana poistuu. Suurin osa pelloilta huuhtoutuvasta fosforista onkin sitoutuneena maapartikkeleihin, joten paljon fosforia sisältävästä muokkauskerroksesta erodoitava maa-aines on suurin vesistöihin tulevan fosforikuormituksen aiheuttaja. Fosfori huuhtoutuu pelloilta pääasiassa kahta eri valuntareittiä: pellon muokkauskerroksesta pintavalunnan mukana sekä savipelloilta lieronreikiä ja muita makrohuokosia pitkin valuvan veden mukana salaojien kautta. Maaperän läpi tasaisesti salaojiin valuva vesi suodattuu tehokkaasti maahiukkasista ja liukoisesta fosforista.

Karkeilla kivennäismailla maaperän läpi salaojiin valuvan veden fosforipitoisuus on alhainen. Eroosioaines ja fosfori kulkeutuvat vesistöihin lähinnä pintavalunnan mukana. Savimailla jopa yli 80 % vuotuisesta fosforikuormasta voi tulla makrohuokosten kautta kiintoaineeseen sitoutuneena. Turvemaissa on vain vähän fosforia pidättävää ainesta. Turvemaan läpi valuva vesi ei puhdistu fosforista, vaan valunnan kasvu lisää suoraan fosforin huuhtoutumista vesistöihin.

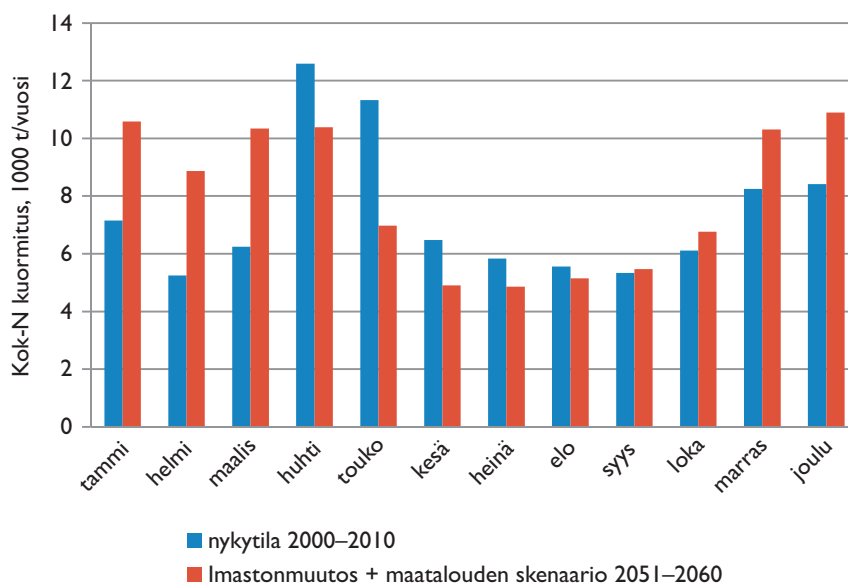
Ilmastonmuutoksen vaikutus fosforikuormituksen kokonaismäärään on mallitarkastelun perusteella pieni. Vaikka kokonaisvalunta lisääntyy, saattaa pintavalunta jopa pienentyä hieman. Tämä johtuu siitä, että keväällä lunta on huomattavasti vähemmän, jolloin lumen sulaminen ei aiheuta suurta pintavaluntapiikkiä. Toisaalta talviaikaan yleistyvät sateet ja lumen sulaminen kasvattavat pintavaluntaa. Ilmaston lämmitessä routaa on kuitenkin talvella vähemmän, minkä takia maa läpäisee paremmin vettä eikä pintavaluntaa synny yhtä paljon kuin kylmää talvea seuraavana keväänä. Savimailla makrohuokosten kautta tapahtuva eroosio saattaa lisääntyä ja kasvattaa fosforikuormitusta. Viljeltyjen turvepeltojen fosforikuormitusta on tutkittu Suomessa vain vähän. Niiltä tuleva fosforikuormitus todennäköisesti lisääntyy ilmastonmuutoksen myötä, mutta määriä on toistaiseksi vaikea arvioida riittävän tarkan mallin puuttuessa.

Vaikka ilmastonmuutos ei mallitarkastelun mukaan juuri vaikuta fosforikuormituksen määrään, siirtyy kuormituksen synnyn ajankohta kevästä enemmän talveen ja syksyyn. Malli ei kuitenkaan huomioi ilmaston muuttuessa yleistyviä rankkasateita, joiden intensiteetti on itsessään riittävän suuri pintavalunnan synnyttämiseen ilman, että maan huokosto on veden täyttämä. Lisäksi rankkasateiden aikana sadepisaroiden liike-energia saattaa olla niin suuri, että se hajottaa maa-aggregaatteja ja kiihdyttää näin eroosiota.

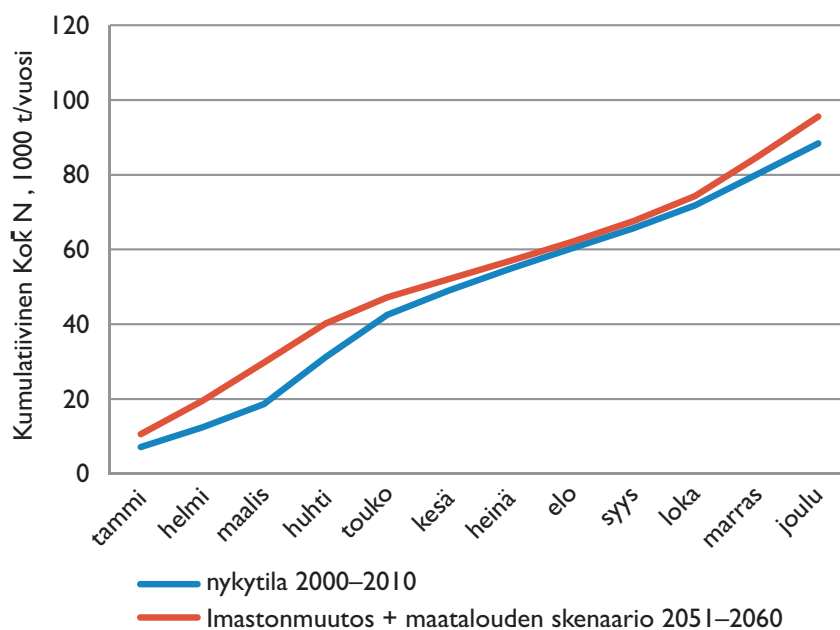
### Ilmastonmuutoksen vaikutus typen huuhtoutumiseen

Kokonaistyyppikuormitus Suomen vesistöalueilta Itämereen kasvaa vuoteen 2060 mennessä 8 % mallisimulaatiossa, jossa käytetään ilmaston- ja maatalouden muutosta ennustavia skenaarioita (kuva L8). Kuormitus kasvaa malliennusteen mukaan eniten syys- ja talvikuukausina (kuva L7). Typen huuhtoutuminen lisääntyy kahdesta syystä: (1) orgaanisen typen mineralisaatio ja nitrifikaatio lisääntyvät maaperän lämpötilan kohoamisen vuoksi ja (2) valunta kasvaa kasvukauden ulkopuolella syys- ja talvikuukausina, jolloin kasvien typenotto on heikkoa.

Ilmastonmuutoksen vaikutus typpikuormitukseen riippuu kuitenkin paljon vesistön ominaispiirteistä, kuten peltoalasta, maaperän koostumuksesta, rinteiden jyrkkyydestä ja järvien pinta-alasta. Maatalousvaltaisilla valuma-alueilla typpi huuhtoutuu pääasiassa nitraattina. Peltojen nitraattihuuhtoumien ennustetaan kasvavan ilmaston lämmitessä. Metsäisillä valuma-alueilla typpi taas huuhtoutuu lähinnä orgaanisessa muodossa. Orgaanisen typen huuhtoutuminen ei kuitenkaan lisääny yhtä selkeästi kuin nitraatin huuhtoutuminen. Siksi metsäisillä valuma-alueilla typen huuhtoutuminen ei välttämättä lisääny yhtä paljon kuin maatalousvaltaisilla valuma-alueilla.



Kuva L7. Kuukausittaiset muutokset Suomen vesistöjen kokonaistypikuormituksessa Itämereen.



Kuva L8. Keskiarvo Suomen vesistöistä Itämereen tulevasta kumulatiivisesta kokonaistypen vuosikuormituksesta.

## KUVAILULEHTI

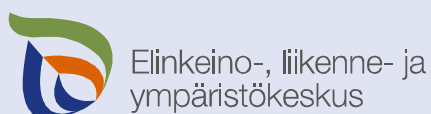
Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisu-aika	Syyskuu 2013	
Tekijä(t)	Sari Väisänen (toim.)			
Julkaisun nimi	<b>Mallit avuksi vesienhoidonsuunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla</b> (Guidance document of applying the demonstrated methods in river basin management planning)			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29/2013			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä: <a href="http://www.syke.fi/julkaisut">www.syke.fi/julkaisut</a>   <a href="http://helda.helsinki.fi/syke">helda.helsinki.fi/syke</a>			
Tiivistelmä	<p>EU:n vesipuitedirektiivi on luonut uudenlaisia tarpeita yhteneville toimenpiteiden ja kustannusten arvioinnille vesienhoidossa. Tässä raportissa on kuvattu GisBloom-hankkeessa käytettyjä malleja ja työkaluja, sekä niiden testaamista yhdellätoista pilottialueella eri puolilla Suomea.</p> <p>Raportissa on esitelty lyhyesti hankkeessa käytettyjä satelliittikuvien ja automaattimittaustulosten tulkintaa sekä ekologisten ja taloudellisten vaikutusten mallinnukseen perustuvia arviointimenetelmiä. Malleja ja niiden tuloksia esiteltiin myös pilottialueilla järjestetyissä työpajoissa, joissa kerättiin palautetta myös hankkeessa kehitetystä asiantuntijakäyttöön suunnitellusta Vesinetti internetkarttapalvelusta sekä kansalaisille suunnatusta Järviwiki karttapalvelusta.</p> <p>Tulokset ja työkalut saivat työpajoissa hyvän vastaanoton, mutta palautteenkin perusteella on ilmeistä, että erityisesti lähtötietojen tarkentamiselle olisi suuri tarve tulosten tarkkuuden ja luotettavuuden parantamiseksi. Osittain helpotusta toisi nykyistenkin tietojen saatavuuden ja käytettävyyden parantaminen, mutta joiltain osin mallien jatkokehittämiseen tarvittaisiin myös perustutkimusta.</p> <p>Vaikka mallit ovatkin aina vain yksinkertaistettu kuvaus todellisuudesta, tarve niiden jatkuvalle kehittämiselle on luonnollinen osa mallien kanssa työskentelyä. On myös huomioitava että monet mallit ovat usein luotettavampia isojen alueiden mallintamisessa, mutta tällä hetkellä on tarvetta myös malleille, joiden tulokset olisivat luotettavia myös pienillä valuma-alueilla, koska käytännön suunnittelu ja työ tapahtuu yleensä sillä tasolla.</p>			
Asiasanat	Vesistökuormitus, vesienhoidonsuunnittelu, vesipuitedirektiivi, valuma-alue, mallit, kustannustehokkuus, vedenlaatu, hyöty, pilottialue, skenaariot, vesinetti, järviwiki			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11-4226-0 (PDF)	ISSN (pain.)	ISSN 1796-1726 (verkkoj.)
	Sivuja 188	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja				
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki Sähköposti: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.ymparisto.fi/syke">www.ymparisto.fi/syke</a>			
Painopaikka ja -aika				

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum	September 2013	
Författare	Sari Väisänen (red.)			
Publikations titel	<b>Mallit avuksi vesienhoidonsuunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla</b> (Modeller till hjälp vid planeringen av vattenvården på pilotområdena i GisBloom-projektet; Guidance document of applying the demonstrated methods in river basin management planning)			
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentrals rapporter 29/2013			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig bara på internet: <a href="http://www.syke.fi/publikationer">www.syke.fi/publikationer</a>   <a href="http://helda.helsinki.fi/">helda.helsinki.fi/</a>			
Sammandrag	<p>I och med EU:s ramdirektiv för vatten har det uppstått nya behov av att utvärdera samordnade åtgärder och kostnader för vattenvården. I den här rapporten beskrivs de modeller och verktyg som har använts i GisBloom-projektet och hur de har testats på elva pilotområden runt om i Finland.</p> <p>I rapporten presenteras kort hur man tolkar de satellitbilder och de resultat från automatmätningar som har använts i projektet samt de utvärderingsmetoder som bygger på modellering av de ekologiska och ekonomiska effekterna. Modellerna och deras resultat presenterades även i verkstäder som ordnades på pilotområdena. Där samlade man även in feedback om internetkarttjänsten Vesinetti som utvecklades inom projektet för expertbruk och karttjänsten Järviwiki som är riktad till allmänheten.</p> <p>Resultaten och verktygen fick ett gott mottagande i verkstäderna, men utgående från feedbacken stod det klart att det finns ett stort behov av att specificera ursprungsdata för att förbättra resultatens exakthet och tillförlitlighet. Det skulle underlätta något om den nuvarande informationen skulle bli mer tillgänglig och mer användbar, men till vissa delar skulle det också behövas grundforskning för att vidareutveckla modellerna.</p> <p>Fast modeller alltid bara är en förenklad beskrivning av verkligheten är behovet av att ständigt utveckla dem en naturlig del av arbetet med modeller. Man måste också observera att många modeller ofta är mer tillförlitliga när man modellerar stora områden, men just nu finns det även ett behov av modeller som skulle ge tillförlitliga resultat även på små avrinningsområden, eftersom det i allmänhet är på den nivån som den praktiska planeringen och arbetet sker.</p>			
Nyckelord	Vattendragsbelastning, vattenvårdsplanering, ramdirektivet för vatten, avrinningsområde, modeller, kostnadseffektivitet, vattenkvalitet, nytta, pilotområde, scenarier, vesinetti, järviwiki			
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			
	ISBN (hft.)	ISBN 978-952-11-4226-0 (PDF)	ISSN (print)	ISSN 1796-1726 (online)
	Sidantal 188	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Epost: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.miljo.fi/syke">www.miljo.fi/syke</a>			
Tryckeri/tryckningsort och -år				

## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date	September 2013
<i>Author(s)</i>	Sari Väisänen (red.)		
<i>Title of publication</i>	<b>Mallit avuksi vesienhoidonsuunnitteluun GisBloom -hankkeen pilottialueilla</b> (Models in support of river basin management planning in GisBloom pilot areas, Guidance document of applying the demonstrated methods in river basin management planning)		
<i>Publication series and number</i>	Reports of the Finnish Environment Institute 29/2013		
<i>Theme of publication</i>			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available only on the internet: <a href="http://www.syke.fi/publications">www.syke.fi/publications</a>   <a href="http://helda.helsinki.fi/syke">helda.helsinki.fi/syke</a>		
<i>Abstract</i>	<p>The EU Water Framework Directive has created new needs for consistent action and cost assessment as part of river basin management. This report describes the models and tools used in the GisBloom project, and their testing in eleven pilot areas across Finland.</p> <p>The report briefly describes the interpretation of the satellite images and automatic measurement results used in the project, as well as assessment methods based on the modelling of ecological and economic impacts. Models and the results obtained were presented in workshops arranged in the pilot areas. Feedback was also collected on the Vesinetti online map service for experts, which was developed during the project, and on the Järviwiki online map service designed for citizens.</p> <p>Although the results and tools were warmly welcomed in the workshops, the feedback clearly revealed a need for more precisely defined initial data, in order to improve the accuracy and reliability of results. Improving the availability and accessibility of the current data could provide some improvement, but basic research is also required in order to further develop some aspects of the models.</p> <p>Although models always represent a simplified description of the reality, they are also subject to an inherent need for continuous improvement. It should also be noted that, while a number of models are more reliable when applied to large regions, models that produce reliable results in small catchment areas are also required, since this is usually the level at which practical planning and implementation work are done.</p>		
<i>Keywords</i>	Loading on water systems, river basin management planning, Water Framework Directive, catchment area, models, cost-efficiency, water quality, benefit, pilot area, scenario, vesinetti, järviwiki		
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)		
	ISBN (pbk.)	ISBN 978-952-11-4226-0 (PDF)	ISSN (print)
			ISSN 1796-1726 (online)
	No. of pages 188	Language Finnish	Restrictions Public
<i>For sale at/ distributor</i>			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, 00251 Helsinki, Finland Email: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.environment.fi/syke">www.environment.fi/syke</a>		
<i>Printing place and year</i>			



ISBN 978-952-11-4226-0 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkköj.)