

Tiina Toivonen

Mistä vesistökuormitus tulee?

Suomen sisävesien kuormitustekijät

Opinnäytetyö

2015

SeAMK Elintarvike- ja maatalous
Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Elintarvike ja maatalous

Koulutusohjelma: Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Tiina Toivonen

Työn nimi: Mistä vesistökuormitus tulee? – Suomen sisävesien kuormitustekijät

Ohjaaja: FT Risto Lauhanen, Seinäjoen ammattikorkeakoulu & FT Teija Hakalahti-Sirén, Clean Waters/Vapo Oy

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 169

Liitteiden lukumäärä: 3

Sisävedet ovat yksi suuri osa suomalaista luontoa. Sisävedet ovat tyypillisesti matalia ja tästä syystä herkkiä pilaantumiselle. Vesistöihin muodostuu kuormitusta sekä sisäisenä että ulkoisena kuormituksena. Vesistökuormituksen aiheuttajat on tunnistettava, jotta ravinteiden, orgaanisen kuormituksen, kiintoaineen ja muiden haitallisten aineiden pääsyä vesistöihin voitaisiin hidastaa ja estää kuormitusta oikeinlaisin menetelmin.

Tutkimuksessa selvitettiin Suomen sisävesien vesistökuormitusta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Työn tarkoitus on tuoda laaja ja monipuolinen näkemys merkittävään aiheeseen. Selvitys pohjautuu vesistökuormitukseen liittyviin julkaisuihin, suomalaisiin ja englanninkielisiin tutkimuksiin sekä selvityksiin. Löydettyyn teoria-aineistoon lisäarvoa on tuomassa eri toimialojen asiantuntijoihin ja alan aktiivisiin vaikuttajiin kohdistuva haastattelu. Teemahaastattelun tuloksena saatiin tietoa siitä, millaisin menetelmin kuormitustekijöitä tutkitaan ja mitkä ovat toimenpiteet kuormituksen ehkäisemiseksi. Lisäksi haastattelussa haettiin tietoa potentiaalisista kehittämiskohteista vesien tilan arvioimiseksi ja parantamiseksi, sekä mittausmenetelmien ja toiminnan organisoimisen kehittämiseksi.

Vesiensuojelun toimenpiteiden soveltuvuus juuri kyseiselle alueelle on tärkeää. Pintavesiensuojelutehtävistä tärkeimpiä ovat vesistöjen tilan seuranta, vesiensuojelun kehittäminen ja valvonta. Ensisijaisesti toimenpiteet tulisi kohdentaa ongelmaluueille, joita ovat ravinteikkaat vesistöt ja muuten herkät alueet. Vesistökuormituksen todentamisessa ja selvittämisessä tärkeää on avoimuus ja tiedonkulku viranomaisien ja eri toiminnanharjoittajien välillä. Kokonaisuuden hallinta ja laaja paletti toimenpiteitä on kaikkein tehokkainta vesiensuojelua.

Avainsanat: sisävedet, vesistökuormitus, ravinteet, kiintoaine, humus, vesiensuojelu.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Master's Degree Programme in Development of Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author/s: Tiina Toivonen

Title of thesis: Where does the water pollution come from? – The water pollution in Finland's inland waters

Supervisor(s): PhD Risto Lauhanen, Seinäjoki University of Applied Sciences & PhD Teija Hakalahti-Sirén, Clean Waters/Vapo Ltd

Year: 2015

Number of pages: 169 Number of appendices: 3

Inland waters are one of the major parts of the Finnish nature. Inland waters are typically low, and therefore sensitive to pollution. Water pollution consists of the external as internal loads. We have to identify the water pollution sources so we could slow down the nutrient, organic matter and suspended solids leaching in the water and prevent the load with the right kind of methods.

The study examined the Finnish inland waters and the pollution factors affecting the water systems. The purpose of the study is to bring a wide and varied view to a significant topic. The study is based on Finnish and English-language publications, research and studies about the pollution factors. Additional value to theory material is brought by interviewing experts in various sectors and the active players in the industry. The interview provided information about the methods available to examine water pollutions and what are the methods to prevent water pollutions. In addition, the interview was seeking information on potential areas to assess and improve the state of waters and also to develop the methods of measurement and the organizing the operation.

It is important to have the right actions in water conservation in the right area. The most important tasks in water conservation are water monitoring, the development of water conservation and control. Primarily, measures should be directed to problem areas such as water bodies that are the most nutritious and other sensitive's areas. In the water pollution verification and investigation it is important to be transparent. Also the information flow between the authorities and various operators is important. Overall management, and a broad palette of measures is the most effective protection of water.

Keywords: Inland waters, water pollution, nutrients, suspended solids, organic matter, water pollution abatement.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkuuettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	12
2 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	15
2.1 Työssä käytettävät aineistot.....	15
2.2 Haastattelujen toteutus.....	16
2.3 Haastattelujen yhteenveto.....	19
2.4 Tulosten analysointi.....	30
3 MITÄ VESISTÖKUORMITUS ON?.....	32
3.1 Ulkoinen ja sisäinen kuormitus.....	33
3.2 Piste- ja hajakuormitus.....	35
3.3 Luonnonhuuhtouma ja taustahuuhtouma.....	35
4 VESIENTILÄ SUOMESSA.....	37
5 VESISTÖJEN KUNNOSTUS, HOITO JA KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN.....	40
6 VESISTÖIHIN KOHDISTUVA KUORMITUS.....	42
6.1 Ravinteet.....	42
6.1.1 Fosfori.....	42
6.1.2 Typpi.....	44
6.2 Kiintoaine.....	47
6.3 Humus.....	48
7 KUORMITUS JA SIIHEN VAIKUTTAMINEN.....	54
7.1 Maatalous.....	54
7.1.1 Maatalouden vesistökuormitus.....	56
7.1.2 Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteet.....	58

7.1.3	Tuet ja avustukset maatalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin	64
7.1.4	Maatalouden vesistökuormituksen arviointi.....	67
7.2	Metsätalous.....	67
7.2.1	Metsätalouden vesistökuormitus.....	68
7.2.2	Metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteet	73
7.2.3	Tuet ja avustukset metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin	78
7.2.4	Metsätalouden vesistökuormituksen arviointi.....	79
7.3	Turvetuotanto.....	80
7.3.1	Turvetuotannon vesistökuormitus	82
7.3.2	Turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteet.....	86
7.3.3	Tuet ja avustukset turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteisiin.....	88
7.3.4	Turvetuotannon vesistökuormituksen arviointi	88
7.4	Kalankasvatus.....	90
7.5	Turkistarhaus	95
7.6	Haja- ja loma-asutus	97
7.7	Yhdyskunnat	99
7.7.1	Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot	102
7.7.2	Hulevedet.....	104
7.8	Teollisuus.....	106
8	TULOSTEN TARKASTELU.....	110
8.1	Mistä vesistökuormitus tulee	110
8.2	Vesistökuormituksen arviointimenetelmät Suomessa	111
8.3	Kuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken.....	112
8.3.1	Kuormitus eri lähteistä kivennäis- ja turvemaidilla	117
8.4	Vesiensuojelun ohjauskeinot, keskeisimmät toimenpiteet ja kehittämiskohteet	121
9	POHDINTA	127
	LÄHTEET	131
	LIITTEET	143

Kuvio- ja taulukkoluetelo

KUVIO 1. Haastatteluun valitut toimijat	17
KUVIO 2. Haastatteluprosessi ja haastattelussa käsitellyt teemat	19
KUVIO 3. Haastattelujen yhteenveto	31
KUVIO 4. Mistä vesistökuormitus tulee? Vesistökuormituksen lähteitä	33
KUVIO 5. Vesistön ulkoinen ja sisäinen kuormitus	34
KUVIO 6. Pintavesien tyyppiluokittelu	39
KUVIO 7. Järvien luokittelu humuspitoisuuden	39
KUVIO 8. Suomen vesienhoitoalueet.....	41
KUVIO 9. Fosforin kiertokulku.....	43
KUVIO 10. Ihmistoiminnasta aiheutuvan vesistöjen fosforikuormituksen toimialakohtaiset prosenttiosuudet Suomessa vuonna 2013–2014	44
KUVIO 11. Typen kiertokulku.....	46
KUVIO 12. Ihmistoiminnasta aiheutuvan vesistöjen typpekuormituksen toimialakohtaiset prosenttiosuudet Suomessa vuonna 2013–2014	47
KUVIO 13. Kiintoaine voi olla maa-ainesta tai elävää ainesta kuten rantakasveja	48
KUVIO 14. Esimerkkijärvien vesianalyysi	52
KUVIO 15. Suomen käytössä olevan maatalousmaan jakautuminen eri maankäyttötapoihin vuonna 2013	54
KUVIO 16. Hovin kosteikko maatalouden vesiensuojelussa	63
KUVIO 17. Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen mallikosteikko Saarijärven Tarvaalassa	64
KUVIO 18. Metsätalouden pintavalutuskenttä	76
KUVIO 19. Metsätalouden laskeutusallas	77
KUVIO 20. Turvetuotannon ympäristölupaprosessi	82
KUVIO 21. Turvetuotantoalueen vesien puhdistusjärjestelmä	87
KUVIO 22. Turvetuotantoalueen vesien näytteenottopaikan poikkileikkauskuva..	90
KUVIO 23. Kalankasvatuksen kokonaiskuormitus Manner-Suomessa vuosina 1980–2010	93
KUVIO 24. Suomen vesistöjen ympäristöhistoria ja nykytila	111

KUVIO 25. Piste- ja hajakuormituksen sekä taustahuuhtouman prosenttiosuudet vesistöjen fosfori- ja typpikuormituksesta Suomessa vuonna 2013–2014	117
KUVIO 26. Vesiensuojelua edistäviä ja kehittäviä toimenpiteitä	125
KUVIO 27 Kehittämiskohteita vesien tilan seurantaan ja valvontaan.....	126
Taulukko 1. Maatalouden vesistökuormitus koko Suomessa.....	58
Taulukko 2. Maatalouden suojavyöhykkeen (15 m) vaikutus kiintoaineen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoumaan (kg/ha/v).....	62
Taulukko 3. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama typen, fosforin ja kiintoaineen netto-ominaiskuormitus (kg/ha/v) ja kokonaiskuormitus (t/v) Suomessa metsätaloustoimenpiteiden piirissä olevilta pinta-aloilta (netto) ja potentiaalinen metsätalousmaan kuormitus (brutto).....	73
Taulukko 4. Luonnontilaisen ja metsäojitetun suon arvioidut ominaiskuormitukset (brutto) koko Suomessa.....	84
Taulukko 5. Turvetuotannon kuormitus (brutto) Suomessa	86
Taulukko 6. Kalankasvatuksen aiheuttama vesistökuormitus Suomessa	92
Taulukko 7. Turkistarhauksen typpi- ja fosforikuormitus koko Suomessa.....	96
Taulukko 8. Haja- ja loma-asutuksen vesistökuormitus koko Suomessa.....	99
Taulukko 9. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden ja taajama-asutuksen jätevesien aiheuttama kuormitus koko Suomessa	103
Taulukko 10. Hulevesien aiheuttama kuormitus Suomessa.....	105
Taulukko 11. Eri teollisuusalojen jätevesipäästöt Suomessa.....	108
Taulukko 12. Teollisuuden kokonaiskuormitus Suomessa.....	108
Taulukko 13. Vesistökuormituksen piste- ja hajakuormitus eri kuormituslähteittäin ja luonnon taustahuuhtouma koko Suomessa	115
Taulukko 14. Maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon typpi-, fosfori, kiintoaine- ja orgaanisen hiilen ominaiskuormitus Suomessa	120

Käytetyt termit ja lyhenteet

COD_{Mn}	Kemiallinen hapenkulutus (Chemical oxygen demand), joka ilmentää kiinteän ja liuenneen eloperäisen aineksen määrää vedessä ja mittaa vedessä olevien kemiallisesti hapettuvien aineiden määrää hapenkulutuksena. Yksikönä milligrammaa happea litrassa (mg/l O ₂).
DOC	Liennut orgaaninen hiili (Dissolved organic carbon), joka ilmentää vedessä olevaa liuenneen orgaanisen aineksen määrää. Liennut orgaaninen hiili määritellään suodattusta vesinäytteestä.
DOM	Liennut orgaaninen aine (Dissolved organic matter), joka sisältää humusta ja muita orgaanisia yhdisteitä ja läpäisee huokoskoon 0,45 µm kiintoainesuodattimen.
Eroosio	Maanpinnan tai kallion kulumista ja aineksen irtautumista veden, tuulen tai muun ulkoisen voiman vaikutuksesta.
Hajakuormitus	On peräisin useista eri lähteistä kuten maa- ja metsätaloudesta ja haja-asutuksen päästöistä. Hajakuormitusta on yleensä vaikea mitata.
Hulevesi	Taajama-alueelta tulevaa maahan imeytymätöntä valumavettä, joka on peräisin lumen sulamisesta ja sateesta.
Humus	Veteen liennutta eliöiden hajoamistuotteista peräisin olevaa orgaanista ainetta, joka antaa vedelle ruskean kellertävän värin. Humuspitoisuutta voidaan mitata epäsuorasti veden väriarvolla ja kemiallisella hapenkulutuksella (COD _{Mn}). Veteen liuenneen orgaanisen hiilen määrä (DOC) antaa käytetyistä menetelmistä tarkimman kuvan humuspitoisuudesta.

Järvien kunnostus	Tarkoitetaan suoraan järveen kohdistuvia toimenpiteitä kuten rehevyyttä vähentäviä menetelmiä (esim. järvien hapeutus ja fosforin kemiallinen saostus) ja monitavoitteisia kunnostusmenetelmiä (esim. ruoppaus ja vesikasvillisuuden poisto) sekä happamoitumisen torjuntaa (esim. kalkitus). Kunnostuksen käsitteeseen eivät sisälly valuma-alueella tehtävät toimenpiteet, kuten kuormituksen vähentäminen, jotka kuitenkin ovat edellytyksiä kunnostuksen onnistumiselle.
Kiintoaine	Hiukasmaista ainesta (kasvi- tai eloperäistä ainesta tai elotonta maa-ainesta kuten hiesua tai savea), jotka voidaan pidättää suodattamalla.
Kokonaisfosfori (Kok.P)	Fosforin eri muotojen kokonaismäärä, joka sisältää kiintoaineen sisältämän fosforin ja liuenneen fosforin kaikissa muodoissaan.
Kokonaiskuormitus	Vesistöön kohdistuva yhteenlaskettu kuormitus, johon sisältyy pistekuormitus, hajakuormitus, laskeuma ja luonnonhuuhtouma eli taustahuuhtoumana.
Kokonaistyyppi (Kok.N)	Typen eri yhdisteiden kokonaismäärä, joka sisältää orgaanisen typen ja epäorgaaniset muodot (esim. nitraattityppi ja nitriittityppi) liuenneena sekä kiintoaineeseen sitoutuneena.
Luonnonhuuhtouma	On peräisin alueilta, joihin ihmisen toiminta ei ole vaikuttanut.
Minimiravinne	Kasvien kasvua hetkellisesti rajoittava tekijä, jonka pitoisuuden lisääntyminen voimistaa perustuotantoa.
Nettokuormitus	Saadaan, kun bruttokuormituksesta eli kokonaiskuormituksesta vähennetään taustahuuhtouman osuus.

Ominaiskuormitus	Maankäyttömuodon aiheuttama keskimääräinen ravinne-, kiintoaine- tai humuskuormitus, joka on suhteutettu valuma-alueen pinta-alaan.
Pintavesimuodostuma	Pintavesien erillinen ja merkittävä osa, kuten järvet, tekoaltaat, purot, joet tai kanavat, puron, joen tai kanavan osa tai rannikkoveden osa.
Rehevöityminen	Perustuotantoa rajoittavan tekijän (yleensä fosfori tai typpi) määrän kasvun aiheuttama perustuotannon lisääntyminen, joka näkyy rantojen ruovikoitumisena, leväkukintoina, vesistön virkistyskäytön heikentymisenä sekä särkikalakantojen määrän lisääntymisenä. Rehevöityminen johtaa lopulta sisäisen kuormituksen syntyyn.
Sisäinen kuormitus	Vesistökuormitusta, joka aiheutuu pohjasedimentistä vapautuvista ravinteista (fosfori).
Syanobakteeri	Eli sinibakteerit (<i>Cyanobacteria</i>) joita kutsutaan myös sini-leviksi. Ne ovat luonnonvesissä yleisiä alkukantaisia fotosynteesiin pystyviä bakteereja. Osa syanobakteereista värjää veden loppukesällä ja niiden tuottamat myrkyt saattavat tehdä veden virkistyskäyttöön kelpaamattomaksi.
Taustahuuhtouma	Kuormitusta, joka kulkeutuu valuma-alueilta vesistöön luontaisesti ja johon ihmisen toiminnalla ei ole ollut suoranaista vaikutusta. Se ylläpitää vesistöjen perustuotantoa omalta osaltaan (ravinne- ja orgaanisen aineksen kuormittaja). Taustakuormituksen luku edustaa vuotuista taustakuormitusta normitettuna pinta-alaa kohden.
TOC	Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (Total organic carbon), joka sisältää liukoisen orgaanisen hiilen lisäksi orgaanisen kiintoaineen. Määritetään suodattamattomasta vesinäytteestä.

Ulkoinen kuormitus	Vesistökuormitusta, joka on peräisin vesistön ulkopuolelta (maa-alueilta tai ilmasta) tulevista ravinteista.
Valuma-alue	Maaston korkeimpien kohtien, eli vedenjakajien rajaama alue, jolta pintavedet kulkeutuvat tarkastelupisteeseen tai valuma-alueen purkupisteeseen.
Vesienkäsittelyrakenne	Vesistön veden laatua heikentävien tekijöiden, kuten ravinteiden tai kiintoaineen, pidättämiseksi valuma-alueelle rakennettavia rakenteita, joita ovat esimerkiksi pintavalutus kentät, laskeutusaltaat ja kosteikot.
Viipymä	Aika jolloin vesi vaihtuu järvioltaassa kertaalleen. Viipymä ilmoitetaan sopivassa aikayksikössä (kuukausia tai vuosia).
Virtaama	Uomassa kulkeva vesimäärä aikayksikköä kohti (m ³ /s).

1 JOHDANTO

”Mistä vesistökuormitus tulee?”, on perustavaa laatua oleva kysymys, kun selvittää vesistöjen tilaa ja pohditaan keinoja vesistöjen tilan ennallistamiseksi tai nykytilan säilyttämiseksi. Vesistökuormitusta muodostuu kaiken ihmistoiminnan aiheuttaman kuormituksen lisäksi taustahuuhtoumasta sekä ilman kautta tulevasta laskeumasta ja ilmastonmuutoksen aiheuttamien olosuhdemuutosten myötä. Kuormitusta voi syntyä myös vesistöstä itsestään, jolloin puhutaan sisäisestä kuormituksesta. Kuormitusta siirtyy maalta ja ilmasta veteen ja se siirtyy paikasta toiseen valunnan, pohjaveden, jokien ja järvien välityksellä. Kuormitus voi olla luonteeltaan hajakuormitusta, jonka tarkkaa päästölähdettä ei voida paikallistaa, tai pistekuormitusta, jonka lähde ja sijainti ovat määriteltävissä. (Walls & Rönkä 2004, 12–16; Pietiläinen ym. 2008, 26; Launiainen ym. 2014, 5.)

Suomen vesistöt ovat tyypillisesti tummia ja humuspitoisia. Niiden luontaiset ominaisuudet suhteessa ravinteisuuteen ja humuspitoisuuteen kuitenkin vaihtelevat vesistökohtaisesti suppeallakin maantieteellisellä alueella. Osa sisävesistä on luontaisesti karuja ja kirkasvetisiä eli vähähumuksisia ja osa järvistä reheviä. Luonnontilaiset pintavedet ovat selvästi taantuneet useiden eri kuormittavien tekijöiden vuoksi eli niiden ekologinen tila on huonontunut. (Pietiläinen ym. 2008, 26; Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 11.) Pintavesiä kuormittavat erityisesti valuma-alueelta tulevat ravinteet, kiintoaine ja viime aikoina tarkasteluun on nostettu liuenneen orgaanisen aineksen eli humuksen mahdolliset vesistövaikutukset.

Ihmistoiminta voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia vesiekosysteemien toiminnassa. Muutokset ovat nähtävissä rehevöitymisinä, vesien samentumisena ja näkösyvyyden pienenemisenä sekä liettymäongelmina. Leväkukintojen runsastuminen, verkkojen limoittuminen ja särkikalakantojen lisääntyminen ovat myös seurausta vesistöjen kuormituksesta. (Pietiläinen ym. 2008, 7.) Pintavesien hyvää ekologista tilaa haittaavat monin paikoin kuormituksen lisäksi myös vesistöjen säännöstely sekä vesistöjen ja rantojen rakentaminen. Rehevöityminen nähdään keskeisimpänä vesistöjen tilaan vaikuttavana tekijänä Suomessa.

Vesienhoidon suunnittelua koskevan lainsäädännön asettamat yleiset tavoitteet vesien tilalle on asetettu EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä ja sen pohjalta annetussa vesienhoidon järjestämistä koskevassa laissa (1299/2004). Vesienhoidon keskeisenä tavoitteena on pintavesien hyvän ekologisen ja kemiallisen tilan saavuttaminen vuoteen 2015 mennessä. Joissain vesistöissä tämä kuitenkin edellyttää yli vuoden 2015 ulottuvia toimia. Keskeiset tavoitteet ovat seuraavat: rannikko- ja sisävesien rehevöityminen pysähtyy ja tila paranee, haitallisista aineista ei aiheudu uhkaa eliöyhteisöille, eikä ihmisen terveydelle, eivätkä ne aiheuta vesien tilan heikkenemistä ja vesien hyvä kemiallinen ja ekologinen tila säilyy. Pyrkimys on säilyttää vesiluonnon biologinen ja ekologinen monimuotoisuus sekä niiden mahdollisimman luonnontilainen tila. Lisäksi pyritään vähentämään säännöstelyn ja vesirakentamisen haittavaikutuksia vesien käytölle ja vesiluonnolle. Vesienhoitoalueittaiset ympäristötavoitteet määritellään suunnitteluprosessin tuloksena vesienhoitosuunnitelmissa, jotka tarkistetaan kuuden vuoden välein. (Ympäristöministeriö 2007, 8–9.)

Ympäristönsuojelulain säädöksissä on asetettu kuormituksen vähentämiseksi velvoitteita eri toiminnanharjoittajille. Vesiensuojelun tehostamiseksi ja vesien hyvän tilan saavuttamiseksi on tehty useita valtakunnallisia sekä alueellisia ohjelmia ja strategioita. Pintavesiensuojelutehtävistä tärkeimpiä ovat muun muassa vesistöjen tilan seuranta, vesiensuojelun kehittäminen ja valvonta. Kuormitus ja sen aiheuttajat on tunnistettava, jotta kuormittavien tekijöiden pääsyä vesistöihin voitaisiin hidastaa ja estää oikeanlaisin menetelmin. Pintavesien tilaa on seurattu Suomessa 1960-luvulta lähtien säännöllisesti perustuen samoilta havaintopaikoilta tietyin väliajoin otettuihin vesinäytteisiin (Siimekselä & Ylimartimo 2014, 23). Lisäksi on tehty ekologisen tilan seuranta, johon kuuluvat muun muassa pohjaeläinnäytteet ja kalaston tutkiminen. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu perustuu biologisiin tekijöihin ja vedenlaatuun. (Pilke 2012, 3–8.)

Vaikka vesistökuormitukseen liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä on tehty paljon, ongelmana on, että vesistökuormitusta ei useinkaan ole tarkasteltu kokonaisuutena. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus vastata tähän ongelmaan. Työssä tuotetaan puolueeton kooste Suomen sisävesien vesistökuormituksesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Työn pääpaino kohdennetaan ravinteisiin, kiintoaineeseen sekä humukseen ja tarkastellaan niiden vaikutuksia vesistöihin. Kuormitustekijöitä käydään läpi

monipuolisesti, mutta tarkempaan tarkasteluun valittiin puhutuimmat vaikuttavat tekijät, kuten maa- ja metsätalous sekä turvetuotanto. Kuormitustarkastelua tarkennettiin valittujen tekijöiden osalta maaperätyypin mukaisesti: turvemaat ja kivennäismaat.

Koottua tietoa syvennetään alan ammattilaisille kohdistetun haastattelun tuloksilla. Teemahaastatteluna toteutettu asiantuntijoiden ja alan aktiivisiin vaikuttajiin kohdistuvan haastattelun tarkoituksena on tuoda lisäarvoa ja syvyyttä löydettyyn teoria-aineistoon. Tavoitteena on löytää tietoa miten kuormitustekijöitä tutkitaan ja mitkä ovat toimenpiteet kuormituksen ehkäisemiseksi. Aineistoon pohjautuen työssä etsitään myös potentiaalisia kehittämiskohteita vesien tilan arvioimiseksi, parantamiseksi, mittausmenetelmien sekä toiminnan organisoinnin kehittämiseksi. Vesistöjen kokonaiskuormitukseen vaikuttavat monet eri tekijät ja tätä näkökantaa pyritään tämän työn kautta nostamaan paremmin tietoisuuteen. Työn tarkoitus on tuoda laaja ja monipuolinen näkemys merkittävään aiheeseen.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kirjallisuustutkimuksen ja haastattelujen avulla kvalitatiivisella eli laadullisella menetelmällä vesistökuormituksen muodostumista eri kuormituslähteistä mahdollisimman puolueettomasti. Metsämuurosen (2003, 3) mukaan tieteellinen tiedonhankinta ei voi olla arvovapaata, vaan tuloksiin vaikuttaa hyvin voimakkaasti tutkijan omaksumat käsitykset luotettavasta tiedosta ja todellisuudesta. Voidaan siis todeta, että täydellinen puolueeton lähestyminen on vaikea saavuttaa. Metsämuuronen (2003, 4) painottaa tutkijan kriittistä arviointia niin kirjallisuuden, menetelmien kuin tutkimustulostenkin suhteen. Tutkijalla on oltava kriittinen suhde omaan työhönsä sekä luettuihin tutkimusraportteihin. Puolueettoman näkökannan saavuttamisen varmistamiseksi työssä käytettävät aineistot hankittiin erilaisin menetelmin ja hyödynnettiin monipuolisen asiantuntijajoukon näkemyksiä ja tietoja.

Kvalitatiivinen tutkimus tarkoittaa Metsämuurosen (2008, 6) mukaan kokonaista joukkoa erilaisia tulkinnallisia, luonnollisissa olosuhteissa toteutettavia tutkimuskäytäntöjä. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (1997, 157) tarkentavat, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyrkimyksenä on pikemminkin löytää tai paljastaa tosiasioita kuin todentaa jo olemassa olevia väittämiä. Kvalitatiivisen tutkimuksen yksi päämenetelmä on haastattelu. Sen etuna muihin tiedonkeruumuotoihin verrattuna on se, että aineiston keruuta voidaan muokata tilanteeseen soveltuvalla tavalla. Tähän opinnäytetyöhön sisältyvän haastatteluosuuden tavoitteena onkin tuoda syvyyttä ja haakea uutta näkökantaa tutkimuksien ja hankkeiden tuloksiin sekä muihin julkaisuihin perustuviin tietoihin. Haastattelun tavoitteet ja toteutus on avattu luvuissa 2.2 ja 2.3. Luvussa 2.4. on käsitelty haastattelun tulokset.

2.1 Työssä käytettävät aineistot

Tiedonhaun osaamisen merkitys on kasvanut informaation määrän lisääntyessä kiihtyvällä vauhdilla (Mäkinen 2005, 62). Kohti asiantuntijuutta kuljetaan ammattitaidon ylläpitämisen ja jatkuvan kehittämisen kautta. Asiantuntijuuden lähtökohtana on

ammattillinen koulutus, joka luo peruspohjan työssä tarvittavalle osaamiselle. Jokainen voi kasvaa vaiheittain oman työnsä ammattiosaajaksi ja kenties asiantuntijaksi (Viitala 2004, 12–19). Keskeisintä asiantuntijuutta kehittävässä tiedonhaussa on määritellä tarkkaan, mikä on tarpeellista tietoa ja keskittyä olennaiseen. Opinnäytetyön aineistojen hankinnassa lähtökohtana on aineistojen monitahoinen ja yksityiskohtainen tarkastelu.

Tässä työssä käytettävät lähdeaineistot ovat pääasiassa Suomen sisävesiin liittyviä suomen- ja englanninkielisiä tutkimuksia ja julkaisuja vesistöjen kuormitustekijöistä. Käytetyt lähdeaineistot ovat pääasiassa julkaistu 2000-luvun puolella. Aineiston hankinnassa hyödynnettiin Internethakukonavia kuten Googlea ja tutkijoille tarkoitettua Google Scholaria. Aineistoa haettiin myös kirjastoista sekä kyselemällä asiantuntijoilta ja eri hankkeiden työntekijöiltä merkittäviä tutkimustuloksia ja teoria-aineistoja. Työssä hyödynnettiin myös vesistökuormitukseen liittyvien hankkeiden tuloksia. Lisäksi lähdeaineistona hyödynnettiin myös lakeja ja säädöksiä sekä Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa, jossa on sovitettu yhteen maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon vesiensuojelun tehostamistarpeet.

2.2 Haastattelujen toteutus

Eri toimialojen asiantuntijoihin ja alan aktiivisiin vaikuttajiin kohdistuvien teemahaastattelujen tarkoituksena oli saada lisäarvoa ja uusia näkökulmia löydettyyn teoria-aineistoon. Tavoitteena oli löytää tietoa siitä, miten kuormitustekijöitä tutkitaan ja mitkä ovat tärkeimpiä alakohtaisia toimenpiteitä kuormituksen minimoimiseksi. Haastateltavilta kysyttiin näkemyksiä kehittämiskohteista vesientilan arvioimiseksi, parantamiseksi, seurantamenetelmien sekä toiminnan organisoimisen kehittämiseksi.

Kuviossa 1 on kuvattu tunnistetut vesistökuormitukseen vaikuttavat tahot sekä haastatteluun valitut toimijat. Haastateltavat tahot valittiin maatalous-, metsätalous- ja turvetoimialoja tuntevista edunvalvojista, tutkijoista ja viranomaisista sekä näiden sidosryhmistä, jotka tuntevat alan ja vaikuttavat omilla tahoillaan vesien tilan parantamiseen. Haastateltavat valittiin kysellen muun muassa hankehenkilökunnalta ja

yritysten edustajilta neuvoja ja näkemyksiä alan vaikuttavimmista henkilöistä. Suomessa tietyn alan erityisasiantuntijoita ei kuitenkaan ole monia, joten haastateltavien henkilöiden valinnassa ei monessakaan tapauksessa ollut vaihtoehtoja. Haastateltavien joukoksi muodostui kahdeksan henkilön ryhmä oman alansa näkyvistä ja tunnetuista henkilöistä.

EDUNVALVOJAT, VIRANOMAISET, ASIAANTUNTIJAT, TUTKIJAT, TOIMIJAT JA MUUT TAHOT

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (Ely), Suomen ympäristökeskus (Syke), ProAgria, Bioenergia ry., UPM, korkeakoulut, yliopistot, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto (MTK), Vapo Oy, Maa- ja metsätalousministeriö (MMM), muut ministeriöt, kunnat, Metsäkeskukset, metsänhoitoyhdistykset, Aluehallintovirasto (Avi), turvetuottajat, Metsän tutkimuslaitos (Metla), Metsäalan asiantuntijat (Meto), Suomen riistakeskus, Ympäristö- ja luonnonsuojelujärjestöt, turkistarhaus, kaatopaikat, Geologian tutkimuskeskus (GTK), Vesienhoitoyhdistykset, kalastusosuuskunnat, massa- ja paperiteollisuus, muu teollisuus, maanviljelijät, ammatti- ja harrastekalastajat, yhdyskunnat, harrastustoiminta, haja- ja loma-asutus, vakituinen asutus, suuri yleisö, muut järjestöt

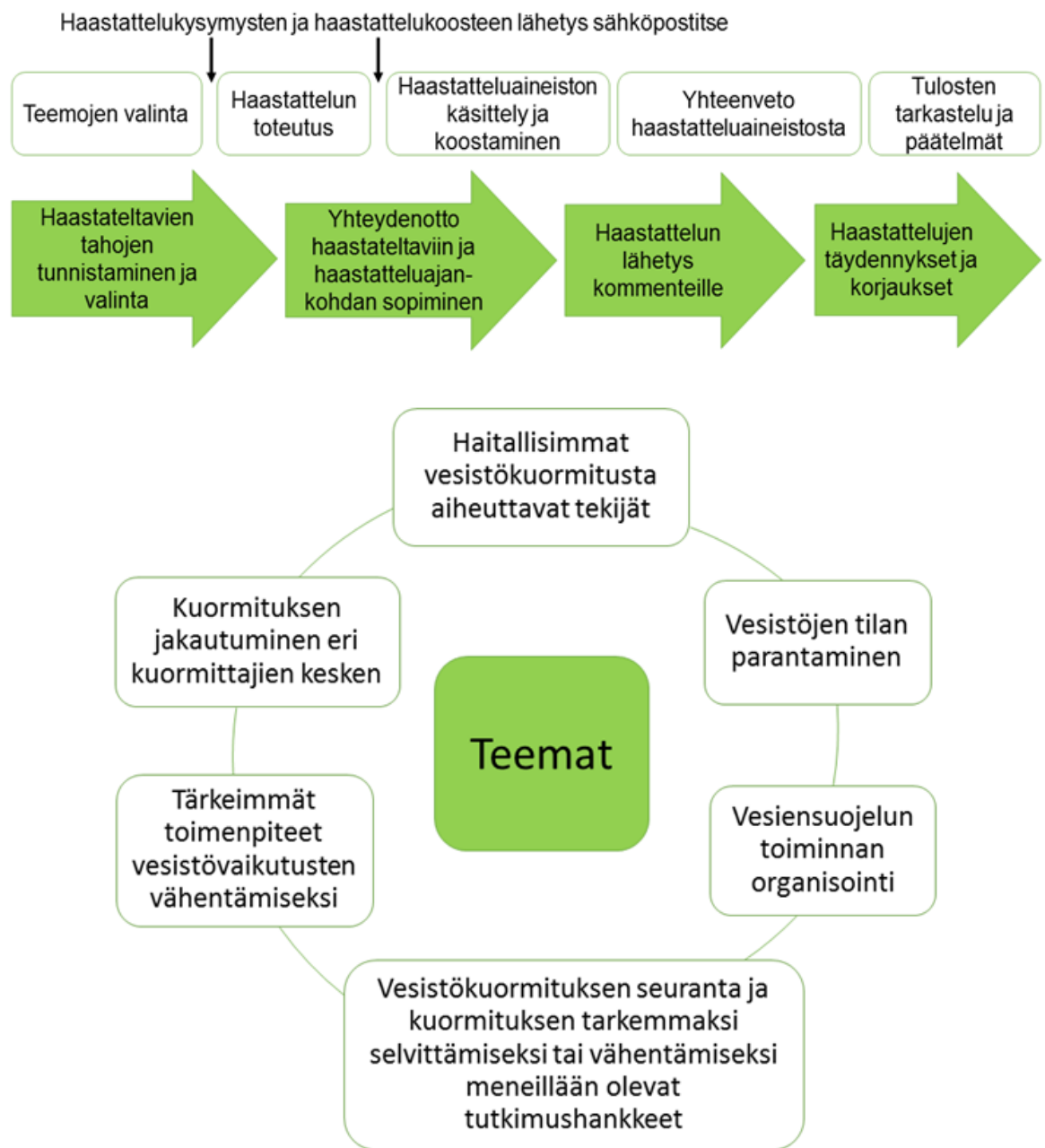
	Turvetuotanto	Maatalous	Metsätalous	Taustahuuhtouma
Tutkijat	Yliopisto	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Metsätutkimuslaitos (Metla)	
Edunvalvojat	Bioenergia ry	MTK / Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto	Metsäteollisuus ry	Luontojärjestö
Viranomais-tahot	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (Ely-keskus)			

KUVIO 1. Haastatteluun valitut toimijat

Haastattelun kysymyspohja muotoiltiin ennalta tunnistettujen ja valittujen teemojen pohjalta sellaiseksi, että kysymykset olivat muokattavissa haastateltavan henkilön edustaman toimialan tai taustan mukaan ja mahdollistivat tarvittaessa joustavat jatkokysymykset. Kysymyspohjaan muodostui kuusi laajaa kysymystä. Kysymykset ovat haastattelun koosteen yhteydessä liitteessä 1.

Varsinainen haastattelu toteutettiin yksilöhaastatteluna joko puhelimitse, Lync-verkkoneuvottelujärjestelmän kautta tai kasvotusten. Toteutustapa sovittiin jokaisen haastateltavan kanssa erikseen ja haastattelukysymykset lähetettiin etukäteen sähköpostitse. Haastattelutilanteessa haastateltavalle kerrottiin, että saatuja tuloksia käsitellään anonyymisti ja luottamuksellisesti. Haastatteluprosessin ja valittujen haastatteluteemojen kuvaus on esitetty kuviossa 2.

Haastattelujen kesto vaihteli suuresti, puolesta tunnista kahteen tuntiin. Keskustelut toteutuivat avoimesti ja monimuotoisesti aihealueen ympärillä. Jokaista haastattelua ei ollut mahdollista äänittää erilaisten teknisten ongelmien vuoksi, joten niiden toteutuksessa seurattiin selkeämmin kysymysasettelun mukaista järjestystä. Äänityksen onnistuessa päästiin toteuttamaan monimuotoisempaa ja rennompaa keskustelua. Haastatteluaineistot käsiteltiin siten, että muistiinpanot ja äänitteet käytiin läpi ja muokattiin kysymysasettelun mukaiseen muotoon kirjalliseksi koosteeksi. Yksilölliset koosteet lähetettiin sähköpostitse kullekin haastateltavalle tarkistettavaksi. Menettely osoittautui toimivaksi, koska tämä mahdollisti sen, että haastatteluun osallistunut henkilö sai tarkistaa vastauksiensa tulkinnan ja lisätä sekä täydentää niitä jälkikäteen. Haastateltavien lähettämät muutokset ja lisäykset huomioitiin tehtäessä lopullista yhteenvetoa ja koostetta. Aineistojen pohjalta tehtiin sisältöanalyysi ja kaikki haastattelukoosteet käytiin uudelleen läpi ja niissä koostettiin tulokset joiden perusteella tehtiin päätelmät.



KUVIO 2. Haastatteluprosessi ja haastattelussa käsitellyt teemat

2.3 Haastattelujen yhteenveto

Haastattelujen yhteenveto sisältää eri toimialojen asiantuntijoiden ja alan aktiivisten vaikuttajien näkemyksiä ja mielipiteitä aiheesta: mistä vesistökuormitus tulee. Yhteenveto ja päätelmät on koostettu kysymysasettelun mukaiseen järjestykseen

haastattelutulosten pohjalta. Haastattelukysymykset ja vastausten tarkat koosteet löytyvät liitteestä 1.

Haitallisimmat vesistökuormitusta aiheuttavat tekijät

Useat haastateltavat pitävät vesistöjen pahimpina kuormittajina maataloutta ja metsien ojitusta. Vesistöihin kohdistuvaa ravinnekuormitusta (kuten fosfori ja typpi) pidetään merkittävimpänä vesistövaikutuksia aiheuttavana tekijänä. Asiantuntijoiden ja alan aktiivisten vaikuttajien mukaan vesistöjen haitallisimmat kuormitusta aiheuttavat tekijät ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja riippuvaisia siitä, mitä kuormittavaa tekijää tarkastellaan ja millainen on tarkkailtavan vesistön tila. Tarkastelut ja johtopäätökset vesistökuormituksen aiheutumisesta tulee tehdä vesistöittäin huomioiden muuttujat (kuten ravinteet, eroosio, valuma-alueen koko) sekä paikalliset olosuhteet ja kuormitustekijöiden vaikutusten erilaisuus. Haastatteluissa nostettiin esille tärkeänä seikkana se, että kuormitusta tarkastellessa tulee ottaa huomioon vesistön luonnontilaisuus, eli se millainen vesistö on luonnostaan ennen kuin siihen on kohdistunut toimenpiteiden aiheuttamaa kuormitusta. Valtaosa vesistöistämme on ruskeavetisiä ja humuspitoisia jo luonnostaan, riippuen niiden ympäristössä olevasta maa-alueesta. Haastattelujen aikaan nousi esille se, että nykyinen tieto vesistökuormituksesta on osittain puutteellista, koska tiedot perustuvat usein arvioihin ja pohjatietoa on ollut niukasti, esimerkiksi tietoa maalajeista ei ole riittävästi.

Seuraavassa on koottu poimintoja haastatteluista:

Metsätalouden kuormitus on marginaalinen verrattuna maatalouteen, koska toimenpiteitä ei tehdä kuin tietyille prosentiosalle metsäpinta-alasta ja vaikutukset ovat suurimmat vain ensimmäisinä vuosina toimenpiteen jälkeen, kun taas maataloudessa vaikutukset näkyvät joka vuosi. Putsareiden/vesienpuhdistuslaitosten lietteen levittäminen pelloille on huolestuttavaa lietteen mahdollisten bioturvallisuusriskien vuoksi. Seuraukset voivat olla vahingolliset, koska ei tiedetä miten lannassa olevat jäämät vaikuttavat ympäristöön sekä vesistöihin. (Tutkija, Suomen ympäristökeskus 2014, liite 1.)

Kuormittavien tekijöiden lähteistä kiistellään tällä hetkellä kovasti. Yleisesti on tietämys ja uskomus, että ravinnekuorma on monissa vesistöissä kuormittavin tekijä ja, että fosfori on rehevöitymisen aiheuttaja. Todellisuudessa vedet ovat tummuneet monin paikoin, ja se on etenkin ihmisten mielissä se ongelma. Ihmiset kokevat kuormitustekijäksi sen

minkä näkevät. (Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto 2014, liite 1.)

Suomen vedet ovat tummuneet, Pohjois-Lappia lukuun ottamatta, koko maassa. Tummat vedetkin voivat olla hyvässä kunnossa. (Viranomais-taho, ELY-keskus 2014, liite 1.)

Osa vesistöistämme on ruskeavetisiä ja humuspitoisia jo luonnostaan, riippuen niiden ympäristössä olevasta maa-alueesta. Kaikkia vesistöjä ei voi eikä pidäkään saada kirkasvetisiksi. (Edunvalvoja, Bioenergia ry 2014, liite 1.)

Vesistökuormituksen seuranta

Vesistökuormituksen seurannasta haastatteluissa nousi esille kuormitusseurannan ja -tarkkailun tärkeys ja omavalvonnan merkitys. Omavalvontaa pidettiin merkittävänä keinona kuormituksen selvittämiseksi ja vähentämiseksi. Haastattelun tulok-sena nousi vahvasti esille se, että vesistökuormituksen seurantaan kaivataan oikein resursoituja laaja-alaisia ja pitkäaikaisia seurantajaksoja. Kuormituksen tarkem-maksi selvittämiseksi valuma-aluekohtaisesti olisi hyvä tehdä viranomaistahojen to-teuttamaa yhteisseurantaa useamman kuormittajan kesken enemmän kuin mitä ny-kyisin on tehty.

Seuraavassa on nostettu esille poimintoja haastatteluista:

Pistekuormitus on selvemmin seurattu ja mitattavissa, muun muassa jätevesiputsareista ja teollisuuslaitoksista. Uskomus onkin, että se on siellä hanskassa, että tiedetään mitä tulee sisään ja mitä ulos lähtee. Hajakuormitus on perustunut pitkälti malleihin ja pohjatietoa on ollut niu-kasti. Sisäistä kuormitusta ei ole arvioissa otettu mitenkään huomioon, on vai todettu, että sitä on vaikea arvioida. Sen osuus on kuitenkin hyvin merkittävä ja se vaihtelee valtavasti vesistöittäin ja alueittain. Pitkäai-kainen seuranta on erittäin tärkeää, koska vesistö reagoi hitaasti. Vuoden tai kahden toimenpiteet eivät näy vielä missään. (Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto 2014, liite 1.)

Vesistökuormituksen pitkäaikaisilla mittaus- ja seurantamenetelmillä voidaan tarkemmin todentaa, mitä on todellisuudessa tapahtunut. Ve-siensuojelutoimenpiteiden vaikutuksista on kuitenkin jouduttu teke-mään arvioita ja tukeutumaan malliarvioihin aika monilta osin, koska mitattua tietoa ei ole ollut saatavilla. Kuormituksen laskentaan sisältyy

niin suuri epävarmuus, että me olemme vielä sen epävarmuuden sisällä, ja siitä syystä tarvitaan juuri pitkäaikaisia seurantasarjoja. (Tutkija, Suomen ympäristökeskus 2014, liite 1.)

Kuormitusta seurataan päästötarkkailulla kaikilla sektoreilla. Kuormitusta seurataan myös vesistötarkkailulla, joista otetaan 3 kertaa vuodessa ja järvistä kaksi kertaa vuodessa vesinäytteet. (Viranomaistaho, ELY-keskus 2014, liite 1.)

Luontojärjestön edunvalvoja (2014, liite 1) kommentoi yleisestä näkökulmasta:

Seurannat, vesistötarkkailu ja omavalvontarakenteet ovat merkittäviä keinoja kuormituksen selvittämiseksi ja vähentämiseksi. Toimijoiden tulisi enemmän valvoa omia päästöjä. Jatkuvat toimiset seurannat ja mittarit ovat vielä täysin alkutekijöissään, mutta toimiessaan tärkeitä. Ongelmana on, että tulva-aikoina vesi virtaa ohi mittareista. Vesistöjen päästöjen putsaamiseen tulisi kehittää uusia menetelmiä.

Kuormituksen selvittämiseksi tai vähentämiseksi meneillään olevat tutkimushankkeet

Haastatteluissa painotettiin niin sanottujen perushankkeiden merkitystä, joissa keskitytään tiettyyn osa-alueeseen. Selkeästi rajatuissa syvemmälle menevissä hankkeissa tutkimustieto ja tulokset voisivat olla paremmin hyödynnettävissä kuin laajempien hankkeiden tulokset, joiden tieto jää usein suppeaksi kokonaisuuden tarkastelun kannalta.

Seuraavassa on nostettu esille poimintoja haastatteluista:

Näkisin erittäin tärkeänä saada rahoitusta perushankkeisiin, joissa voisi panostaa tiettyyn osa-alueeseen eikä pirstaloitua jopa moneen eri tieteenalaan. Tämän tyyppisissä rajatuissa hankkeissa tutkimustieto ja tulokset voisivat jäädä elämään seuraavaksi kahdeksikymmeneksi vuodeksi. (Tutkija, Suomen ympäristökeskus 2014, liite 1.)

Baltic Combass -hankkeessa tarkasteltiin (maatalouden osalta) eri maiden (Puola, Suomi, Ruotsi ja Tanska) typen kuormituslukuja. Hankkeessa selvisi, että Suomessa keskimääräiset (typpi) luvut ovat vähän reilu 10 kg/ha, kun taas Tanskalla ne olivat poikkeuksellisen korkeat, jopa 40 kg/ha. (Tutkija, Suomen ympäristökeskus 2014, liite 1.)

Kuormituksen tarkemmaksi selvittämiseksi olisi hyvä tehdä enemmän yhteisseurantaa, jota viranomaiset toteuttavat, sekä kuormituksen seurantaan liittyviä projekteja. (Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry 2014, liite 1.)

Seuraavassa on listattu haastatteluissa esille nousseita päättyneitä tai loppusuoralla olevia hankkeita:

- Baltic Combass -hanke: tavoitteena oli edistää vesiensuojeluun liittyviä ratkaisuja maatalouden ja ympäristön osalta sekä lisätä maaseudun kestävää taloutta. Hankkeessa tarkasteltiin muun muassa eri maiden (Puola, Suomi, Ruotsi ja Tanska) typen kuormituslukuja.
- Monitor 22 -hanke: koostetaan suuntaviivoja kuormituksen seurantamenetelmiin ja etsitään parhaimpia seurantamenetelmiä.
- Maisa -hanke: tuotiin lisäselvyyttä maatalouden vesistövaikutuksiin.
- TASO -hanke: kehitettiin turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelua ja tuotettiin tietoa vesistökuormituksesta. Lisäksi tuotettiin vesiensuojeluun ja mitoittamiseen liittyviä suosituksia, kehitettiin turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun omavalvontaa sekä lisättiin tietoa toimialojen vesiensuojelusta.
- TEHO ja TEHO+ -hankkeet: ovat useita vuosia jatkuneita hankkeita, joissa tavoitteena on etsiä uusia menettelytapoja maatalouden ympäristötoimenpiteiden toteutukseen maatiloilla ja saada aikaan merkittäviä vesistökuormitusta alentavia vaikutuksia sekä kehittää uusia työkaluja viljelijöille.
- Sulka -hanke: selvitettiin turvetuotannon kuormitusta.
- Suhe -hanke: selvitettiin happamaa kuormitusta ja keinoja vaikutusten minimoimiseksi happamilla sulfiittimailla.
- BioTar -hanke: pyrittiin tunnistamaan ja kehittämään turvetuotannon ja turvemetsätalouden vesibiologiseen tarkkailuun kuormitusta herkimmin kuvaavat kustannustehokkaat seurantamenetelmät.
- Turvetuotannon ominaiskuormitus selvityksen päivitys (Pöyry Oy).
- Turvetuotannon ylivirtaamatilanteiden eli runsasvirtaamaisten aikojen vedenlaatu- ja kuormitus selvitys (Pöyry Oy:n raportti ja Jyväskylän yliopiston Progradu työ).

Lisäksi haastatteluissa nousi esille, että Pohjois-Savon ELY-keskus on aikeissa aloittaa selvitystä vesistöihin kohdistuvista haitallisista aineista. Lisäksi Oulun yliopistolla on tekeillä 5–6 väitöskirjaa, joissa tutkitaan metsätalouden ja turvetuotannon kuormitusta, ojitusten vaikutuksia kuormitukseen sekä vesikemikaalien käyttöä laajasti ja kokonaisvaltaisesti.

Tärkeimmät toimenpiteet vesistövaikutusten vähentämiseksi

Haastateltavilta kysyttiin kolme tärkeintä toimenpidettä vesistökuormituksen vähentämiseksi edustamallaan alalla. Laaja paletti toimenpiteitä, eli eri toimenpiteiden moninainen hyödyntäminen, koettiin parhaaksi tavaksi vesien tilan parantamiseksi, eikä vesiensuojelutoimenpiteitä useinkaan haluttu asettaa paremmuusjärjestykseen. Toimenpiteiden soveltuvuutta juuri kyseiselle alueelle pidettiin merkittävänä tekijänä vaikutusten minimoimisen kannalta.

Haastatteluissa nousivat esille muun muassa seuraavat vesiensuojelukeinot:

- suojavyöhykkeet
- kosteikot
- laskeutusaltaat ja veden viivyttäminen
- viljelykäytännöt
- talviaikainen kasvipeitteisyys
- suorakylvö
- kerääjäkasvit eli kasvit jotka keräävät maasta mineraalityppeä ja estävät sen huuhtoutumista vesistöihin (typensitoja kasveja mm. palkokasvit)
- erityis- ja ongelmatapauksiin kemikalointi.

Toimenpiteet jotka nousivat vahvimmin esille vesistövaikutusten vähentämiseksi:

1. töiden oikea ajoittaminen ja työn laadun varmistaminen sekä aluetason suunnittelu
2. vesiensuojelurakenteiden tehostaminen ja niiden toiminnan ylläpito sekä kehittäminen
3. turhien töiden minimoiminen sekä jatkuva työmenetelmien kehittäminen.

Seuraavaksi on avattu haastattelujen pohjalta edellä koottujen toimenpiteiden sisältöjä. Haastatteluissa vahvimmin nousi esille se, että töiden ja toimenpiteiden oikean ajoittamisen ja työnlaadun varmistamisen kautta pystytään varautumaan mahdollisiin häiriötilanteisiin ja kuormituspiikkeihin. Ilman oikeanlaisia toimenpiteitä vesistöihin kohdistuva kuormitus voi nousta äkillisesti ja muuttua normaalista tasosta voimakkaasti korkeammaksi. Aluetason suunnittelussa tärkeää on toimenpidealueiden sijoitus ja vesistöalueiden tilan selvittäminen. Lisäksi tulee huomioida muut vesistöjen tilaan vaikuttavat käyttömuodot. Vesistökäsittelyrakenteita tehostamalla ja ylläpitämällä niiden toimintaa voidaan vähentää toimenpiteiden vesistövaikutuksia. Vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi pintavalutuskientien rakenteiden toimivuuden varmistamisen kautta ja tiedostamalla mikä on kyseisen vesistön kannalta tärkein kuormittava tekijä.

Tutkimuksen teko on merkittävää, jotta saadaan tarkempia ja uudempia tietoja vesistökuormituksesta ja sen aiheuttajista. Näin voidaan myös vastata paremmin muun muassa viranomaisten tiukentuviin vaatimuksiin vesiensuojelun suhteen. Lisäksi ihmisten kouluttaminen on tärkeää, jotta työntekijät osaavat tehdä toimenpiteen siten, että ne eivät turhaan kuormita vesistöjä. Turhat työt tulisi minimoida siten, ettei esimerkiksi suuria kiintoainekuormituksia aiheuttavia kunnostusajituksia tehdä tarpeettomasti. Lisäksi tärkeinä toimenpiteinä nostettiin esille tukien muuttaminen ja tarkentaminen tukemaan vesiensuojelun tavoitteita ja korostettiin toimijoiden motiivoinnin merkitystä asetettujen vesiensuojelullisten tavoitteiden suhteen.

Vesistöjen tilan parantaminen

Vesistöjen tilan parantamiskeinoihin oli tarkoituksena hakea tietoa sekä ideoita mihin kohteisiin toimenpiteet on kustannustehokkainta kohdentaa ja millaisin keinoin kokonaisuuden hallinta saavutettaisiin.

Vesistöjen tilan parantamiskeinoista voimakkaimmin nousi esille se, että toimenpiteet tulee kohdistaa selvästi huonovointisiin vesistöihin ja riskialttiimmille alueille, eli alueille joissa vesistö on jo hyvin rehevöitynyt tai hyvin arvokas luonnonsuojelullisesti. Haastattelujen aikana nousi esille myös kokonaisuuden hallinnan, tiedon ja-

kamisen, koulutuksen ja taloudellisten kannustinten merkitykset sekä se, että kaikkien toimijoiden panostusta toteutukseen ja suunnitteluun tarvitaan. Myös vapaaehtoisten kannusteiden kautta voisi potentiaalisesti saada hyviä tuloksia vesien tilan parantumiseksi. Tärkeänä nähtiin myös se, että päättäjille tulisi saada vahvaa viestiä ja ymmärrystä useita vuosia kestävien tutkimushankkeiden tarpeellisuudesta.

Maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon edustajat eivät usko tiukkojen sääntelyiden ja rajoitteiden tuovan toivottua tulosta vesien tilan parantamisessa. Tehokkaampana keinona nähtiin toimijoiden välinen yhteistyö sekä viranomaisten ja toimijoiden välinen yhteistyö, joiden tuloksena uskotaan saatavan pysyviä muutoksia vesistöjen tilaan. Asennetta vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttamiseksi saataisiin resurssien käytön laajemman suunnittelun, hyvien käytänteiden levittämisen sekä myönteisten esimerkkien kautta. Lisäksi tulisi saada uudet yhteistyömuodot sekä uudet innovatiiviset ideat toteutukseen. Toimenpiteitä tulisi kohdentaa sinne missä ne on helpointa ja kustannustehokkainta toteuttaa ja missä niistä olisi parhaiten hyötyä.

Seuraavassa on nostettu esille poimintoja haastatteluista:

Parhaiten toimivat ojittamattomat pintavalutuskentät, mikäli ne ovat tarpeeksi laajoja, kuitenkin joskus tapauskohtaisesti ojitetuilla alueilla voidaan saada hyviä tuloksia. Humusta ei poista mikään muu kuin kemikalointi, mutta siinä on omat ongelmat. (Viranomaistaho, ELY-keskus 2014, liite 1.)

Tutkija Oulun yliopistosta (2014, liite 1) antoi mielipiteen turvetuotannon näkökulmasta ja painotti, että:

Joissain erityistapauksissa ja ongelmatapauksiin kemikalointi, mutta menetelmä ei ole suositeltavaa, koska menetelmän säätäminen on vaikeaa ja yliannostukset ovat mahdollisia (haitat näkyvissä mm. pH:n laskuna).

Edunvalvoja Maataloustuottajien Keski-Suomen liitosta (2014, liite 1) antoi mielipiteensä maaseudun ja maatalouden näkökulmasta:

Byrokratian lisääntyminen pelottaa maanviljelijöitä. Ympäristöhallitus ajattelee hyvin yksisilmäisesti vesistöjen tilaa, ajattelematta miten se vaikuttaa kustannuksiin. Maanviljelijöillä ei ole mitään syytä pilata ympäristöä ja jokainen haluaisi käyttää mahdollisimman tehokkaasti toimenpiteet, jotta saadaan mahdollisimman hyvä sato. Monesti unohtuu, että ruokaakin pitäisi tuottaa ja sillä on omat vaikutukset ympäristöön. On muistettava pitää suomalainen ruoka ja tuotanto hyvinvoivana, puutteita on ja niihin tulee puuttua.

Vesiensuojelun toiminnan organisointi

Tällä teemalla haluttiin selvittää millainen näkemys eri alan asiantuntijoilla ja alan vaikuttajilla on nykyisestä vesiensuojelun toiminnan organisoinnista. Yleisesti organisointia pidettiin liian virkamiespainotteisena ja toimintaa liian ylhäältäpäin annettulta ja ohjatulta, joka ei tunnista minkälaista toimintaa on käytännön tasolla. Tämän hetkisen järjestelmän toimintaa pidettiin myös kankeana, joka rajaa ja estää kehittävästä toiminnasta. Ongelmana koettiin myös se, että ympäristöministeriön ohjeistus ohjaa kaikkea ELY-keskusten toimintaa. Tärkeänä pidettiin tutkijoiden, viranomaisien ja käytännön toimijoiden välistä kommunikaatiota, jota tulisi vahvistaa nykyisestä. Toimintaan toivottaisiin viranomaistahojen ja käytännön toimijoiden välille paikallisesti toimivaa ja kuntatasoista välitason joukkoa. Esille nousi myös se, että valvonta- ja lupaviranomaisten päätöksenteko perustuu joskus luultavasti liian vähäisiin tietoihin. EU:n tasolta toivottiin toimintaan lisää alueellisia vapauksia.

Seuraavassa on ote haastattelusta:

On tärkeää herättää ihmisiä aktiivisiksi toimijoiksi, koska vesistöjen tila on ihmisten oma ongelma ja jokaisen on tehtävä asian hyväksi jotain. Yhteiskunnan tulisi tulla enemmän vastaan, mutta ei viranomaistenkaan tarvitse joka paikkaan ehtiä. Tarvitaan joitain porkkanoita tai apua, jotta ihmiset saadaan innostumaan ja sitoutumaan vesien hyvän tilan saavuttamistalkoisiin. Syytä ja vastuuta ei voi säilyttää yhdelle toimijalle, vaan tämä asia on meille kaikille yhteinen. (Tutkija, Metsäntutkimuslaitos 2014, liite 1.)

Kiintoaine- ja humuskuormituksen jakautuminen eri kuormittajien kesken

Tällä teemalla haluttiin selvittää millainen näkemys asiantuntijoilla on kiintoaine- ja humuskuormituksen jakautumisesta eri toimialojen kesken. Kuormitusosuuksia kuvataan usein ympyrädiagrammien (eli piirakkakuvioiden) avulla. Tässä haastatteluosiossa tarkoitus oli saada selville, että millaiselta ympyrädiagrammit näyttäisivät kiintoaineen ja humuksen osalta, mikäli niistä tehtäisiin vastaavanlaiset ympyrädiagrammit kuin ravinteista (typpi ja fosfori) on jo tehty koko Suomen mittakaavassa.

Haastateltavien mielestä ympyrädiagrammit eivät ole parhaita havainnollistamaan vesistökuormitusta ja niitä pidettiin helposti harhaanjohtavina, koska kuormitusarvot on otettu eri menetelmillä saaduista tuloksista. Lähes yhtä mieltä oltiin siitä, että vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta tulisi tarkastella vesistökohtaisesti eikä pelkästään valtakunnan tasolla. Metsäpuolen tutkija oli taas sitä mieltä, että vesistökuormitusta tulisi tarkastella mieluummin valtakunnan tasolla, koska tulokset ovat ainakin metsätalouden osalta epävarmempia pienellä alueella kuin valtakunnallisesti.

Haastatteluissa nousi esille, että paras tapa tulkita vesistökuormitusta ympyrädiagrammeihin on ottaa niihin pistekuormitus ja hajakuormitus, eikä jokaista kuormitustekijää erikseen. Lisäksi haastatteluissa painotettiin sitä, että mikäli halutaan saada todenmukainen vertailu eri kuormitustekijöistä, tulisi saada enemmän tarkkuuta kuormitustekijöiden mittausten menetelmiin ja saada ne keskenään vertailukelpoisiksi (kuormituksen eri mittausten menetelmistä kohdassa 8.2). Lisäksi haastatteluissa esitettiin, että ympyrädiagrammeja korvaavia tapoja voisivat olla jonkinlaiset valuma-aluekohtaiset karttakuvat, joiden todellista esittämistapaa tulisi ideoida ja kehittää.

Haastatteluissa nousi esille arvioita siitä millä ympyrädiagrammit näyttäisivät kiintoaineen ja humuksen osalta. Yleisesti arvioitiin, että metsätalouden ja turvetuotannon osuudet ovat suurempia kuin mitä ne ovat typen ja fosforin osalta. Humuksen osalta ympyrädiagrammi perustuisi oletukseen, koska kaikilta maankäyttömuodoilta ei ole tällä hetkellä mahdollista saada vertailukelpoisia tuloksia.

Asiantuntijat ja tutkijat kuitenkin totesivat, ettei kiintoaineesta ja humuksesta pystyttäisi tekemään vastaavanlaisia ympyrädiagrammeja kuin tyypestä ja fosforista on tehty. Toisaalta haastatteluissa nousi esille, että ympyrädiagrammien tekoa on

suunniteltu, mutta se olisi vaikeaa ja aikaa vievää. Viranomaistahon mukaan tarkoituksena on ollut koostaa ympyrädiagrammi kiintoaineesta, mutta vielä tällä hetkellä kaikilta sektoreilta ei voida saada riittävän luotettavia tuloksia. Humuksen osalta viranomaistaho ei näe kannatusta tehdä ympyrädiagrammia. Vielä ei siis voida varmaksi todeta onko kiintoaineen ja humuksen osalta tulossa ympyrädiagrammeja.

Haastattelujen loppukommentit

Turvetuotannon näkökulmasta haastattelun antanut edunvalvoja Bioenergia ry:stä (liite 1) totesi, että:

Vesien tilan parantamiseksi työtä tulee tehdä yhdessä eikä syyllistää muita. Sosiaalista pääomaa tulee nostaa ja panostaa rajallisten voimavarojen järkevään kohdentamiseen sekä tähdätä yhteisten päämäärien saavuttamiseen. Luonnonprosessien ymmärtäminen on vaikeaa tavalliselle ihmiselle (suurelle yleisölle), eikä akuuttia huolta pidä koskaan aliarvioida. Tietoisuutta siitä, että luonnossa tapahtuu väistämättä joi-tain prosesseja, ihmisestä huolimatta, tulisi viedä myös suuren yleisön tietoisuuteen. Keskustellessa tavallisten ihmisten kanssa ja tiedotta-essa asiantuntijoiden ei pitäisi käyttää ammattisanastoa vaan sanoa tärkeä asia pienenä annoksina ja arkikieltä käyttäen. Keskustelua pitäisi siis pystyä käymään eri tasoilla. Alueellisille vesienhoidon yhteis-työryhmille enemmän tulta alle.

Yleisestä näkökulmasta haastattelun antanut edunvalvoja luontojärjestöstä (2014, liite 1) kommentoi, että:

Kaivosteollisuus on tuleva uusi iso vesistöriski. Tällä hetkellä Pohjois-Suomessa on kymmenkunta hanketta, joista suurin osa tulee tekemään haittaa vesistöille.

Metsätalouden ja taustahuuhtouman näkökulmasta haastattelun antanut tutkija Metsäntutkimuslaitokselta (2014, liite 1) kommentoi, että:

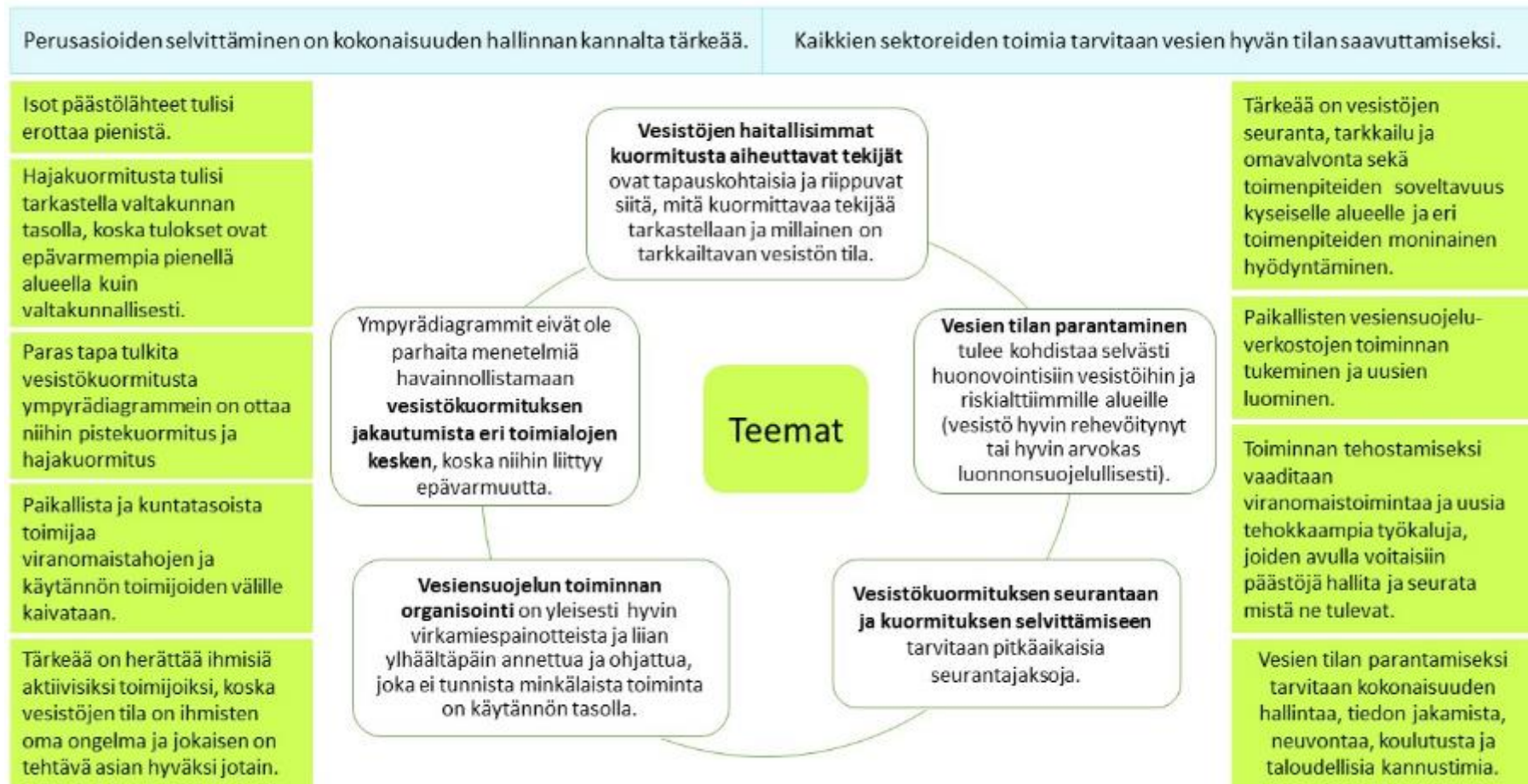
Metsätaloutta on kehitetty vahvasti, mutta maataloudessa tulee tehdä vielä paljon töitä. Maatalouden osalta muutosten teko on paljon vaike-ampaa poliittisesti vaikutteiden vuoksi.

2.4 Tulosten analysointi

Haastattelun tulosten (kuvio 3) perusteella voidaan todeta, ettei haitallisinta vesistöjä kuormittavaa tekijää voida yksiselitteisesti todeta. Tarkastelut ja johtopäätökset vesistökuormituksen aiheutumisesta tulee tehdä vesistöittäin huomioiden paikalliset olosuhteet ja kuormitustekijöiden vaikutusten erilaisuus. Nykyinen tieto vesistökuormituksesta on osittain puutteellista, joten pitkäaikaisia ja laajoja perushankkeita vesistökuormituksen selvittämiseksi ja todentamiseksi tarvitaan.

Tärkeää on avoimuus ja tiedonkulku. Päättäjille tulisi saada vahvaa tietoa perustason toiminnasta eri toimialoilla ja toiminnan kehittämistarpeista. Vahvaa yhteistyötä eri toiminnanharjoittajien kesken ja viranomaisten välille kaivataan. Kuormituksen tarkemmaksi selvittämiseksi olisi hyvä tehdä viranomaistahojen toteuttamaa yhteis-seurantaa samalla vesistöalueella vaikuttavan useamman eri toimijan kanssa. Poliittisia linjauksia ja tukipolitiikkaa tulisi muuttaa kohdentumaan vesiensuojelun tavoitteiden saavuttamiseen ja toimijoiden motivoimiseen. Alueellisesta toimintaa tulisi vahvistaa ja saada EU:n tasolta toiminnan toteutukseen lisää vapauksia.

Vesiensuojelun toimenpiteitä tulisi soveltaa aluekohtaisesti, eli tietyn toimenpiteen soveltuvuuden miettiminen ja prosessien ymmärtäminen on tärkeää. Ensisijaisesti toimenpiteet tulisi kohdentaa ongelma-alueille (kuten ravinnekuormitukselle herkät rehevöityneet vesistöt). Kokonaisuuden hallinta ja laaja paletti toimenpiteitä ja eri toimenpiteiden hajauttaminen on todennäköisimmin tehokkainta vesiensuojelua.



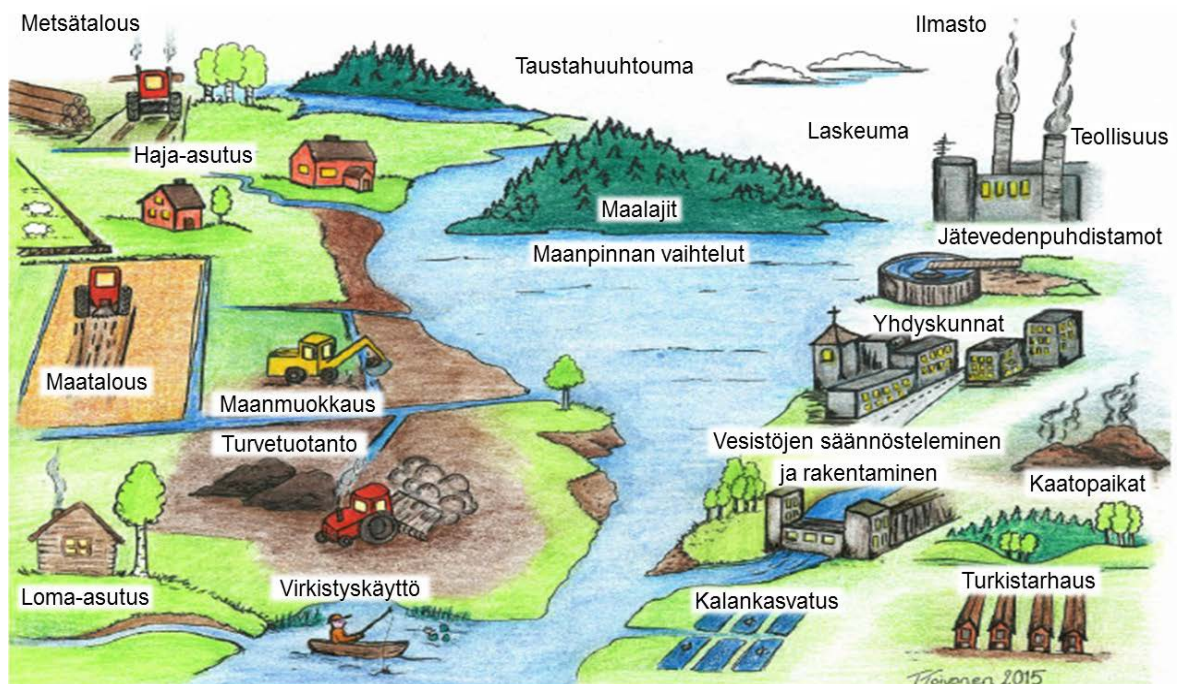
KUVIO 3. Haastattelujen yhteenveto

3 MITÄ VESISTÖKUORMITUS ON?

Vesistökuormitus on aineiden kulkeutumista vesistöihin. Sitä syntyy koko valuma-alueelta ja kaikilta maankäyttömuodoilta, sekä vesistöä itsestään. Vesistöjä kuormittavat haitalliset päästöt voidaan jaotella kiintoainekseen, happea kuluttaviin, rehevöittäviin, happamoittaviin ja myrkyllisiin aineisiin (kuten metallit, kemikaalit ja muut ympäristömyrkyt). Rehevöittäviä päästöjä ovat ravinteiden, lähinnä fosforin ja typen päästöt. Eloperäinen eli orgaaninen aines kuluttaa vesistöihin joutuessaan ja hajotessaan vesistöjen liukoisen hapen varantoja. Tämän seurauksena syntyvä happottomuus voi vapauttaa pohjasta ravinteita. Lisäksi hiukkasmuodossa oleva orgaaninen aines aiheuttaa rantojen liettymistä ja mataloitumista, mikä on haitallista virkistyskäytölle. Orgaaninen aines ei kuitenkaan kiihdytä vesistöjen rehevöitymistä samanlailla kuin leville välittömästi käyttökelpoisessa muodossa olevat ravinteet (kuten esim. epäorgaaninen fosfaattifosfori). Orgaanisen aineksen sisältämät ravinteet vapautuvat hajoamisprosessien myötä pikkuhiljaa. Happamuus ja metallit voivat aiheuttaa kaloille kidusvaurioita ja jopa johtaa kalojen ja muiden vesieliöiden kuolemaan. Happamuus voi lisäksi heikentää kalojen lisääntymistä, mikä näkyy kalapopulaatioiden taantumisena pidemmällä aikavälillä. (Hyötyläinen 2001, 9–48; Saari, Rautio, Pakkala, Nuotio & Korpijärvi 2010, 12–13, 19.) Tässä työssä keskitytään ravinne-, kiintoaine- ja humuskuormitukseen.

Eri maankäyttötavat ja maankäytön intensiivisyys valuma-alueella vaikuttavat eri kuormituslähteiden määrään ja siten kuormituksen vaikutuksiin vastaanottavissa vesistöissä. Keskeisiä **kuormituksen riskitekijöitä** ovat muun muassa herkästi erodoituva maaperä, suuri kaltevuus, turvemaapohja, maanmuokkaus, rehut, lannat ja lannoitteet sekä maankäytön ja kuormittavan tekijän läheinen sijainti suhteessa vesistöön. Esimerkiksi maatalouden ja metsätalouden kuormituseroja selittää se, että valuma-alueen metsätalouden toimenpiteet kohdistuvat samalle alueelle yleensä vain yli kymmenen vuoden välein, kun taas peltoaloilla tehdään toimenpiteitä vuosittain. Näin korkea kuormitus maatalousmailta on jopa vuosittaista ja metsätalousaloilta harvemmin toistuvaa. (Marjamaa, Kauppi & Antikainen 2004, 10; Rautio 2007, 6; Saari ym. 2010, 12–13.)

Merkittävimpiä kuormitusta aiheuttavia tekijöitä ovat maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon kuivatusvedet, yhdyskuntien, teollisuuden ja eläintuotannon jätevedet, kalankasvatuksen ja haja- ja loma-asutusten päästöt, taajamien, kaivosten ja jätteenkäsittelyalueiden sade-, sulamis- ja kuivatusvedet (kuvio 4). Kuormitusta aiheuttaa myös laskeuma, jonka alkuperäiset lähteet ovat liikenteessä ja energiantuotannossa. Taustahuuhtouma aiheuttaa taustakuormituksen vesistöihin ja on osa luontaista aineiden kiertokulkua. (Pietiläinen ym. 2008, 26; Saari ym. 2010, 12–13.)



KUVIO 4. Mistä vesistökuormitus tulee? Vesistökuormituksen lähteitä (Kuvan sisällön idea lähteestä: Länsi-Suomen ympäristökeskuksen Ympäristöystävällisen järvisuuden kalvosarja 2003).

3.1 Ulkoinen ja sisäinen kuormitus

Vesistökuormitusta on sekä ulkoista että sisäistä kuormitusta (kuvio 5). **Ulkoista kuormitusta** on kaikki se vesistöä kuormittava aine, jota tulee järveen ulkoapäin yleensä valuma-alueelta piste- tai hajakuormituksena. Ulkoisen kuormituksen tulisi pysyä sellaisella tasolla, että järvi pystyy kestämään sen ilman merkittävää rehevöitymistä, jonka seurauksena sisäisen kuormituksen kehityskulku voi alkaa. (Penttinen & Niinimäki 2010, 166.)

Sisäistä kuormitusta syntyy järvestä itsestään ja se voi tulla rehevöitymisen myötä, jolloin järven sedimenttiin on kertynyt merkittäviä määriä fosforia. Rehevöitymisen seurauksena lisääntyvä leväbiomassa kuluttaa hajotessaan veden happivarantoja ja pohjan läheiset vesikerrokset muuttuvat hapettomiksi, jolloin sedimenttiin sitoutunut fosfori pääsee vapautumaan. Näin järvi ruokkii itse itseään sedimentistä takaisin veteen vapautuneilla ravinteilla. Se voi vaikuttaa järvissä vielä vuosia senkin jälkeen, kun ulkoinen kuormitus on vähentynyt tai saatu pysäytettyä. Sisäistä kuormitusta aiheuttavat myös sedimentin sekoittuminen veteen esimerkiksi tuulen tai pohjalla ruokailevien eliöiden (kuten särkikalojen) toiminnan seurauksena. (Hyötyläinen 2001, 9–48; Marjamaa, Kauppi & Antikainen 2004, 10; Niinimäki & Niinimäki 2008, 8–11, 20; Penttinen & Niinimäki 2010, 166.)



KUVIO 5. Vesistön ulkoinen ja sisäinen kuormitus
(Kuvion sisällön lähteet: Hyötyläinen 2001; Marjamaa, Kauppi & Antikainen 2004; Niinimäki & Niinimäki 2008; Penttinen & Niinimäki 2010).

3.2 Piste- ja hajakuormitus

Pistekuormituksella tarkoitetaan sellaista mitattavissa olevaa kuormitusta, jonka kuormituslähteet ovat yksittäisiä ja pistemäisiä. Sen lähde ja sijainti ovat määriteltävissä (Launiainen ym. 2014, 5). Ihmisen aiheuttamaa pistemäistä kuormitusta syntyy muun muassa turkistuotannosta, turvetuotannosta, jätevedenpuhdistamoista, teollisuuslaitoksista sekä kalankasvatuksesta. Siihen voidaan laskea mukaan myös yhdyskuntien, karjasuojien ja lantaloiden aiheuttama kuormitus. (Saari ym. 2010, 12.) Pistekuormituksen arviointi on helpompaa kuin hajakuormituksen, koska monet pistekuormittajista ovat ympäristölupavelvollisia ja tästä syystä niiden aiheuttamat päästötiedot ovat kohdekohtaisesti mitattuja.

Hajakuormitus on yleensä peräisin metsätaloudesta, maataloudesta, haja-asutuksesta, yhdyskuntien hulevesistä sekä ilman kautta laskeutuvasta tulevast kuormituksesta. Sen määrään vaikuttavat paljon vuosittaiset sääolosuhteet kuten sateet ja lumien sulaminen, jolloin eri vuosien välillä voi olla suuriakin eroja. (Rautio 2007, 6; Saari ym. 2010, 12.) Hajakuormituksen arviointi on haasteellista ja mittaaminen vaikeaa, koska sitä muodostuu laajalla alueella ja monista kuormituslähteistä (Penttinen & Niinimäki 2010, 166, 181). Tiedot hajakuormituksesta ovat suuremmaksi osaksi laskennallisia perustuen eri toimintojen ominaispäästöarvioihin (Launiainen ym. 2014, 5, 9). Kenttämies (2006, 25) toteaa hajakuormituksen alueellisen määrittämisen yleiseksi ongelmaksi sen, millä ehdoilla intensiivisesti tutkittujen koealueiden tuloksia voidaan yleistää monta kertaluokkaa suuremmille alueille. Raution (2007, 6) mukaan hajakuormituksesta saataisiin paremmin todellista tilannetta kuvaava arvio, kun seurantaa jatketaan useita vuosia ja lasketaan tästä seurantajaksojen keskiarvo.

3.3 Luonnonhuuhtouma ja taustahuuhtouma

Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan kuormitusta, joka kulkeutuu valuma-alueilta vesistöön luontaisesti ja johon ihmisen toiminnalla ei ole ollut suoranaista vaikutusta. Asiantuntijoiden mukaan nykyisin tulisi puhua luonnonhuuhtouman sijasta **tausta-**

huuhtoumasta, koska valuma-alueita joihin ihmisen toiminta ei jollakin lailla ole vaikuttanut ei oikeastaan ole lainkaan. Ihmisen toiminnan vaikutukset valuma-alueelle tulevat vähintään ilmakehän kautta tulevasta laskeumasta. (Launiainen ym. 2014, 9; Tutkija 2014b.) Tässä työssä käytetään termiä taustahuuhtouma.

Taustahuuhtouma aiheuttaa pintavesien luonnollisen perustilan (eli vertailutilan) ja se vaihtelee aluekohtaisesti. Taustahuuhtoumaa voidaan pitää ominaisena vesistöjen erinomaiselle ekologiselle tilalle ja osaksi luontaista aineiden kiertoa. Se ylläpitää vesistöjen perustuotantoa omalta osaltaan toimien muun muassa ravinteiden ja orgaanisen aineksen lähteenä. Orgaanisen aineksen lähteitä ovat esimerkiksi karri (mm. puiden lehdet) ja liukoinen orgaaninen aines (mm. humus). Taustahuuhtouman tarkka määrittäminen on vaikeaa, eikä sen määrään voida tai edes ole syytä suoraan vaikuttaa, toisin kuin ihmisen aiheuttamaan kuormitukseen. (Pietiläinen 2008, 26; Penttinen & Niinimäki 2010, 166, 181; Saari ym. 2010, 12.)

4 VESIENTILA SUOMESSA

Suomi on tuhansien järvien maa. Suomen kaikkien sisävesien yhteenlaskettu pinta-ala on noin 3,4 milj. hehtaaria, joka vastaa 8 % Suomen kokonaispinta-alasta. Suomen vesistöt ovat keskimäärin matalia ja pienialaisia, jonka seurauksena ne ovat herkkiä likaantumaan. Vähäinenkin määrä ravinteita, hapanta laskeumaa tai muita haitallisia aineita riittää vaikuttamaan herkän vesiekosysteemin toimintaan. (Pietiläinen ym. 2008, 26; Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 11; Laitinen, Nieminen, Saarinen & Toivikko 2014, 8–9.)

Maamme vesistöistä noin viidesosaa vaivaa rehevöityminen, vaikka tilanne on parantunut 1970-luvun lopun tilanteesta. Vesistöjen tilan parantumiseen vaikuttivat yhdyskuntien ja teollisuuden vesiensuojelutoimenpiteet, jotka vähensivät merkittävästi pistemäistä ravinnekuormitusta. (Walls & Rönkä 2004, 12–13; Kenttämies 2006, 9, 30; Pietiläinen ym. 2008, 13, 26; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 7; Sisävedet 2014; Laitinen ym. 2014, 8–10.)

Etelä- ja Lounais-Suomen savikkoalueilla järvet ovat tyypillisesti maaperän ravinteisuuden vuoksi luonnostaan reheviä, savisameita ja kooltaan ne ovat tyypillisesti pieniä. Tiheästi asutuilla aluilla järvet kärsivät usein taajamien ja maatalouden kuormituksesta. Keski- ja Itä-Suomen reittivedet ovat pinta-alaltaan laajoja ja paikoin sokkeloisia ja karuja. Reittivesien selkävedet ovat osittain lähes luonnontilaisia, jotka tarjoavat elinympäristön monelle vaativalle ja harvinaistuvalla lajille (esim. lohiet ja kuikat). Reittivesiin laskevat pienet järvet ja suurten selkävesien lahdet ovat osittain kunnostuksen tarpeessa, jonka vuoksi esimerkiksi ravinnekuormituksen ongelmat voivat levitä reitin yläosasta alaspäin. Pohjois-Suomessa on runsaasti tummavetisiä humusjärviä, joista osa on lähes luonnontilaisia. Pohjois-Suomessa osaa järvistä säännöstellään vesivoiman tuotannon tarpeisiin, joka haittaa järven käyttöä ja vaikeuttaa niiden kunnostusta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 9–10.)

Maamme virtavesistä (eli joista ja puroista) suurin osa on padottu tai perattu maan kuivatuksen, tulvasuojelun ja voimatalouden tarpeisiin. Erityisesti Etelä-Suomessa pienvedet, kuten joet, purot ja lähteiköt, ovat uhanalaistuneet. Joet ja rannikkovedet ovat järviä ravinteikkaampia ja rehevämpiä. Suomessa on arvioitu olevan yli 1 500

järveä, jotka vaativat heikon tilansa vuoksi kunnostusta. (Pietiläinen ym. 2008, 7; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 7; Vesistöjen kunnostus ja hoito, 2013; Laitinen ym. 2014, 8–9.)

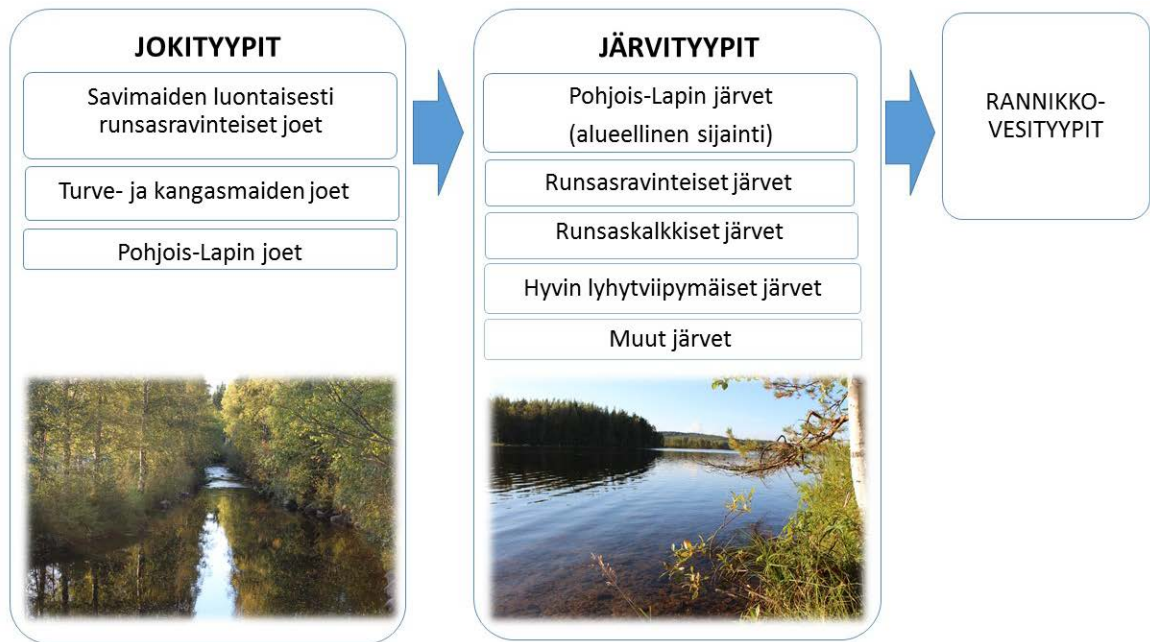
Pintavesien luokittelu

Pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluilla kuvataan vesistöjen tilaa ja siinä tapahtuneita muutoksia. Tilaluokittelussa vesimuodostumat on jaettu erinomaiseen, hyvään, tyydyttävään ja välttävään luokkaan. Tarkasteltaessa vesimuodostumien määrän mukaan, Suomessa oli vuoden 2014 tietojen mukaan ekologiselta tilaltaan hyviä tai erinomaisia järviä 77 % ja jokia 64 %. Tyydyttävässä tilassa järvistä oli 13 % ja joista 24 %, ja huonoimpiin luokkiin (välttävä tai huono) kuului 4 % järvistä ja 10 % joista. (Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila 2014.)

EU:n vesipuitedirektiivin vesienhoidon keskeisiä tavoitteita ovat jokien, järvien, rannikkovesien ja pohjavesien tilan heikkenemisen ehkäiseminen sekä pyrkiä kaikissa vesissä vähintään hyvään tilaan. Pintavesien jaottelu eri tyypeihin antaa käsityksen vertailuolosta, eli kussakin järvityypissä luontaisesti vallitsevista olosuhteista ja eliöyhteisökoostumuksesta. Jaottelun pohjalta voidaan ryhtyä vaadittaviin suojelutoimiin tilan parantamiseksi erityisesti hyvää huonommissa kohteissa. (Pilke 2012, 3; Laitinen ym. 2014, 9.)

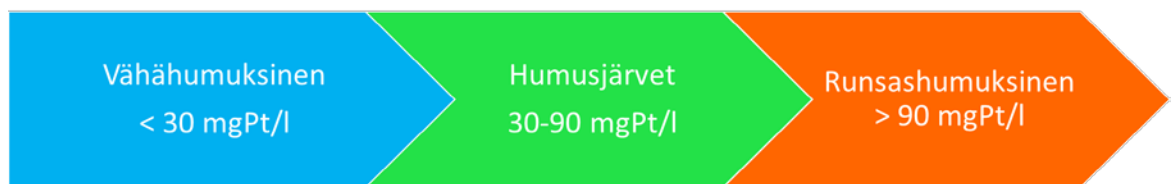
Luontaisesti humuspitoisesta järvestä ei kuitenkaan ole syytä tavoitella kirkasvetistä, koska siellä on luontaisesti täysin erilainen eliölajisto kuin kirkasvetisissä järvissä. Esimerkiksi kirkasvetisissä vesissä lohikalat ovat runsaimpia kuin tummissa humuspitoisissa vesissä, mutta silti luontaisesti humuspitoinen järvi voi olla ekologiselta tilaltaan erinomainen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 12).

Järvityyppien luokittelussa (kuvio 6) yleisperiaatteena on se, että luontaisesti runsasravinteiset, luontaisesti runsaskalkkiset ja Pohjois-Lapin järvet erotellaan joukosta ja jäljelle jäävä järvien enemmistö jaetaan koon, syvyyden, humuspitoisuuden, ja tarvittaessa viipymän perusteella. Pohjois-Lapin järvet tyytitellään sijainnin perusteella. (Pilke 2012, 11.)



KUVIO 6. Pintavesien tyypiluokittelu
(Pintavesien tyypiluokittelun lähde: Pilke 2012).

Järvien luokittelussa järvityypit jaotellaan myös humuspitoisuuden suhteen kolmeen luokkaan; kirkasvetisestä runsaasti humusta sisältävään järvityyppiin (kuvio 7). Humuspitoisuus katsotaan veden väriarvon perusteella. (Kangasluoma, Nikula, Leskelä, Sillanpää & Kainua 2013, 4; Palviainen & Finér 2013, 6–7, 10). Suomen vesistöjen keskimääräinen väriarvo on 51 mg Pt/l eli ne ovat keskimäärin humuspitoisia. Humus saa aikaan veden ruskehtavan värin.



KUVIO 7. Järvien luokittelu humuspitoisuuden
(Kuvion sisällön lähde: Pilke 2012).

5 VESISTÖJEN KUNNOSTUS, HOITO JA KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN

Vesistöjen kunnostamisen ja hoidon tavoitteena on parantaa vesistöjen ekologista tilaa sekä virkistyskäyttömahdollisuuksia tai säilyttää vesistöjen hyvä tila. Kunnostustoimenpiteitä on useita ja niillä pyritään lisäämään lähiympäristöjen viihtyvyyttä, rantakiinteistöjen arvoa ja parantamaa kalataloudellisia edellytyksiä sekä luonnon ja maiseman suojelua. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 7; Vesistöjen kunnostus ja hoito 2013.)

Sopivimmat kunnostusmenetelmät valitaan tapauskohtaisesti ja valintaan vaikuttavat muun muassa biologiset tekijät, järven sijainti, koko ja syvyys. Umpeenkasvua estäviin toimenpiteisiin kuuluu muun muassa vesikasvillisuuden poisto ja vedenpinnan nosto. Rehevöitymisen vähentämistä ovat vesistöjen ravintoketjukunnostus, hapetus, fosforin saostus, pintasedimentin poisto ja alusveden poisjohtaminen. Kunnostustoimenpiteitä pienimuotoisempaa ovat hoitotoimenpiteet, joita voidaan toteuttaa vuosittain. Hoitotoimenpide voi olla esimerkiksi särkikalojen ja vesikasvillisuuden poistoa. Ratkaisevaa kunnostushankkeiden kannalta on asukkaiden oma toiminta ja paikallinen yhteistyö. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10–19.)

Vesistöjen kunnostus ja hoitotoimenpiteiden vaikutukset eivät kuitenkaan ole pysyviä, jos ei vähennetä ennen tai toimenpiteiden yhteydessä järveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta. Vesistökuormituksen vähentämiseksi on laadittu alueelliset vesienhoitosuunnitelmat ja vesienhoidon toteutusohjelma. Vesienhoitosuunnitelmat ja niiden tavoitteet otetaan huomioon lupa- ja lausuntomenettelyissä sekä laadittaessa maakuntakaavoja. Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan valuma-alueen suunnittelua, valuma-aluekohtaista veden laadunseurantaa ja toimintojen vesistövaikutusten arviointia pyritään lisäämään ja kehittämään. Vesistökuormituksen vähentämiseksi ympäristönsuojeluohjeistusta tehostetaan ja otetaan käyttöön uutta kuormituksen seurantateknologiaa sekä ennakoidaan vesistövaikutuksia mallintamisen kautta. (Valtioneuvoston periaatepäätös 2012, 1–19.) Monilla alueilla tarvitaan tehostettuja toimia vesien tilan kohentamiseksi, jotta asetetut tavoitteet saavu-

tettäisiin. Maa- ja metsätaloudelle sekä turvetuotannolle on linjattu tehostetut vesiensuojelun toimenpiteet vuonna 2011 hyväksytyssä vesiensuojelun toteutusohjelmassa.

Manner-Suomessa on viisi vesienhoitoaluetta. Lisäksi on muodostettu kaksi kansainvälistä vesienhoitoaluetta Ruotsin ja Norjan kanssa (kuvio 8). Ahvenanmaa on ainoa vesienhoitoalue, joka vastaa itse EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanosta. Valtaosa vesienhoitoalueiden pinta-alasta on metsää tai avointa kangasta ja yleisimpänä maalajina vallitsee moreeni. (Mäenpää & Tolonen 2011, 19–20.)



KUVIO 8. Suomen vesienhoitoalueet
(Kuvion lähde: Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2013, www.ymparisto.fi)

6 VESISTÖIHIN KOHDISTUVA KUORMITUS

6.1 Ravinteet

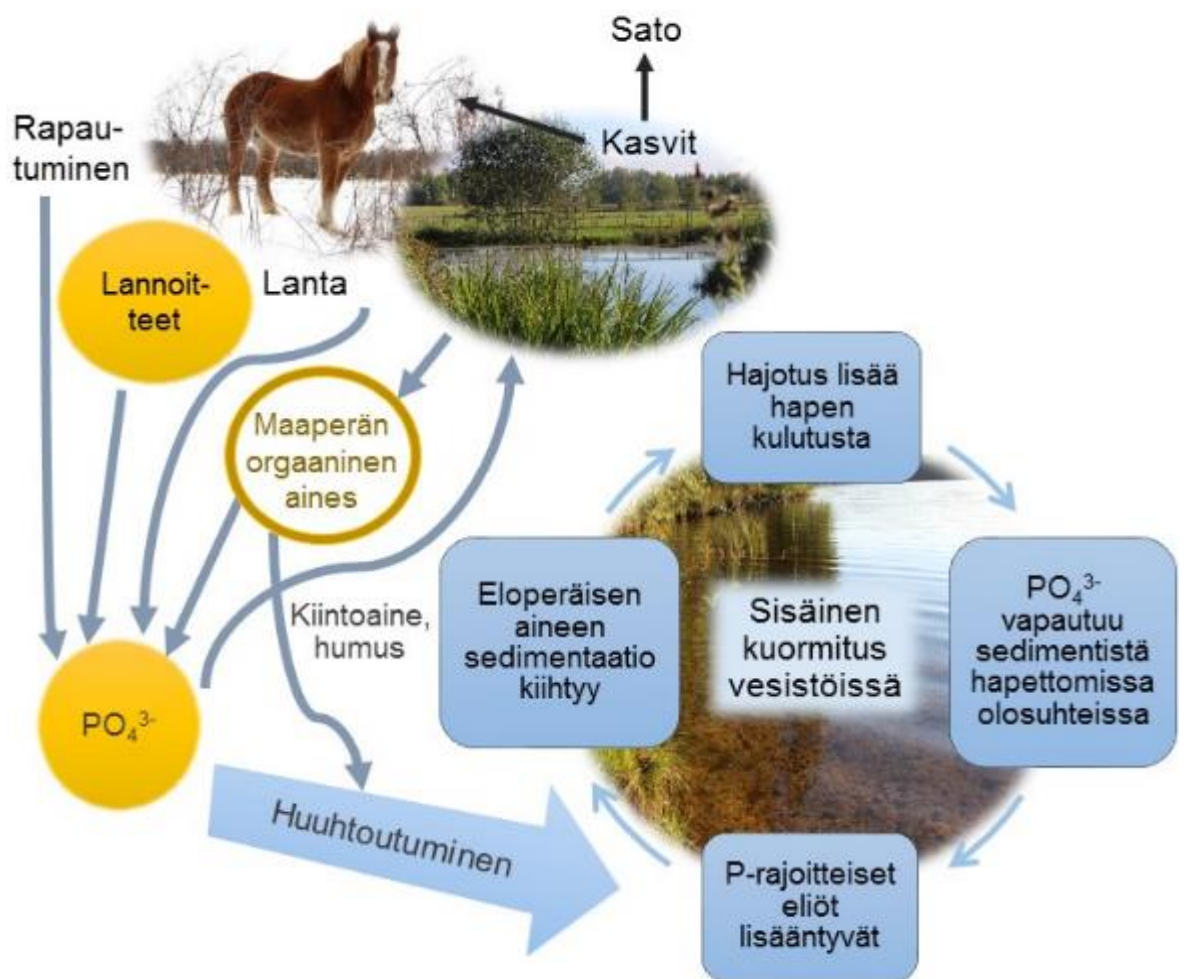
Ravinteet aiheuttavat vesistöjen rehevöitymisen ja sen yhteydessä lajimäärien sekä tiettyjen lajien lukumäärällisen kasvun (mm. järviruoko ja eräät levät). Ravinteiden kasvu on paikallinen ilmiö, vaikka todellisuudessa alueellinen lajimäärä pienenee, jos suuri osa vesistöalueen järvistä rehevöityy. Tällöin seurauksena on karujen ja kirkasvetisten ympäristöjen lajien häviäminen.

Vesistön ravinnekuormituksesta puhuttaessa tarkoitetaan yleisemmin fosfori- ja typikuormitusta. Fosforin ja typen biogeokemiallinen käyttäytyminen on erilaista: maa-alueelta tulevassa kuormituksessa typpi huuhtoutuu vesistöihin enemmän veden mukana siihen liunneena, kun taas fosfori sitoutuu enemmän maa-ainekseen ja huuhtoutuu sen mukana. Typen sisäisen kuormituksen merkitys järven pohjasedimenteistä on vähäisempi kuin fosforin. Suomen sisävesissä fosfori on tyyppiä useammin levien kasvua rajoittava minimiravinne, mutta myös typpi säätelee tuotantoa etenkin hyvin rehevissä vesissä. (Pietiläinen ym. 2008, 7.) Liunneena huuhtoutuneista ravinteista suurin osa on yleensä suoraan käyttökelpoisessa muodossa vesistöjen kasveille, kun taas maa-ainekseen sitoutuneiden ravinteiden on ensin vapauduttava. Jälkimmäinen koskee myös humusaineiden mukana kulkevia liukoissa muodossa olevia ravinteita. (Pietiläinen ym. 2008, 7–10; Niinimäki & Penttinen 2014, 14–19.)

6.1.1 Fosfori

Maaperästä lähtöisin oleva fosfori (P) on yksi kasvien ja levien pääravinteista. Kokonaisfosforipitoisuus on luontaisesti korkea Suomen maaperässä, mutta paikka-kohtaista vaihtelua on. Fosforin kiertokulku (kuvio 9) on luonnossa hidasta eikä sitä esiinny kaasumaisessa muodossa juuri lainkaan. Fosfori sitoutuu tehokkaasti epäorgaaniseen kiintoainekseen, erityisesti raudan ja alumiinin oksidien välityksellä.

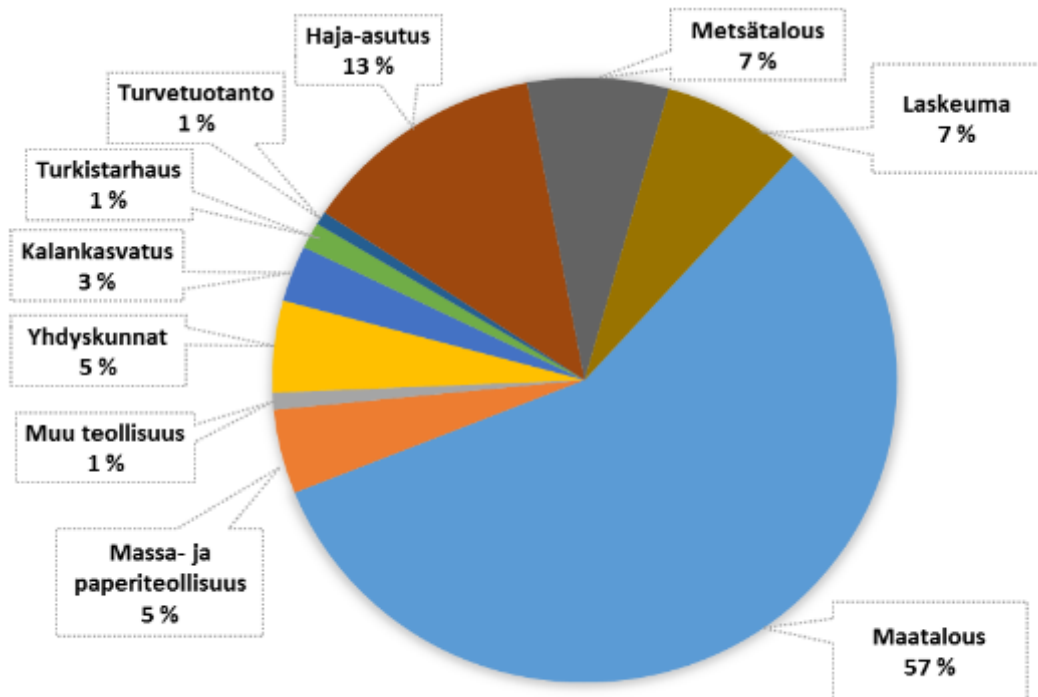
Fosforia on vedessä ja pohjasedimentissä erilaisissa kemiallisissa muodoissa. Vesistöissä fosforia poistuu biologisesta kierrosta sedimentoitumisen myötä, jossa se sitoutuu kemiallisesti sedimentin sisältämiin rautaioneihin. Fosforia vapautuu vesistöihin, kun olosuhteet muuttuvat hapettomiksi. Vesistöissä kasveille suoraan käytökelpoinen fosforin muoto on epäorgaaninen liukoinen fosfaattifosfori (PO_4), jota on erityisen runsaasti keinolannoitteissa. (Pietiläinen ym. 2008, 10; Penttinen & Niinimäki 2010, 18; Niinimäki & Penttinen 2014, 13.)



KUVIO 9. Fosforin kiertokulku
(Kuvion sisällön lähde: Saari 2012).

Vesistöihin haja- ja pistekuormituksena kulkeutuva fosfori rasittaa sisämaan pintavesiä, eikä kuormitus ole juurikaan vähentynyt viime vuosina (Ekholm ym. 2007, 282–297; Rätty, Virkajärvi, Saarijärvi, Saarijärvi & Hartikainen 2012, 2). Fosforikuor-

mitusta syntyy eniten maataloudesta (57,2 %). Seuraavaksi suurin fosforikuormituksen aiheuttaja on haja-asutus ja erityisesti sen jätevedet (12,7 %), jonka jälkeen kuormittavimmat ovat metsätalous (7,3 %) ja laskeuma (7,3 %). Kuviossa 10 on esitetty fosforikuormitus eri lähteistä Suomessa vuonna 2013–2014. Tiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmän ja Suomen ympäristökeskuksen laskelmiin ja arvioihin. Teollisuuden, kalankasvatuksen ja yhdyskuntien tiedot ovat vuodelta 2013.



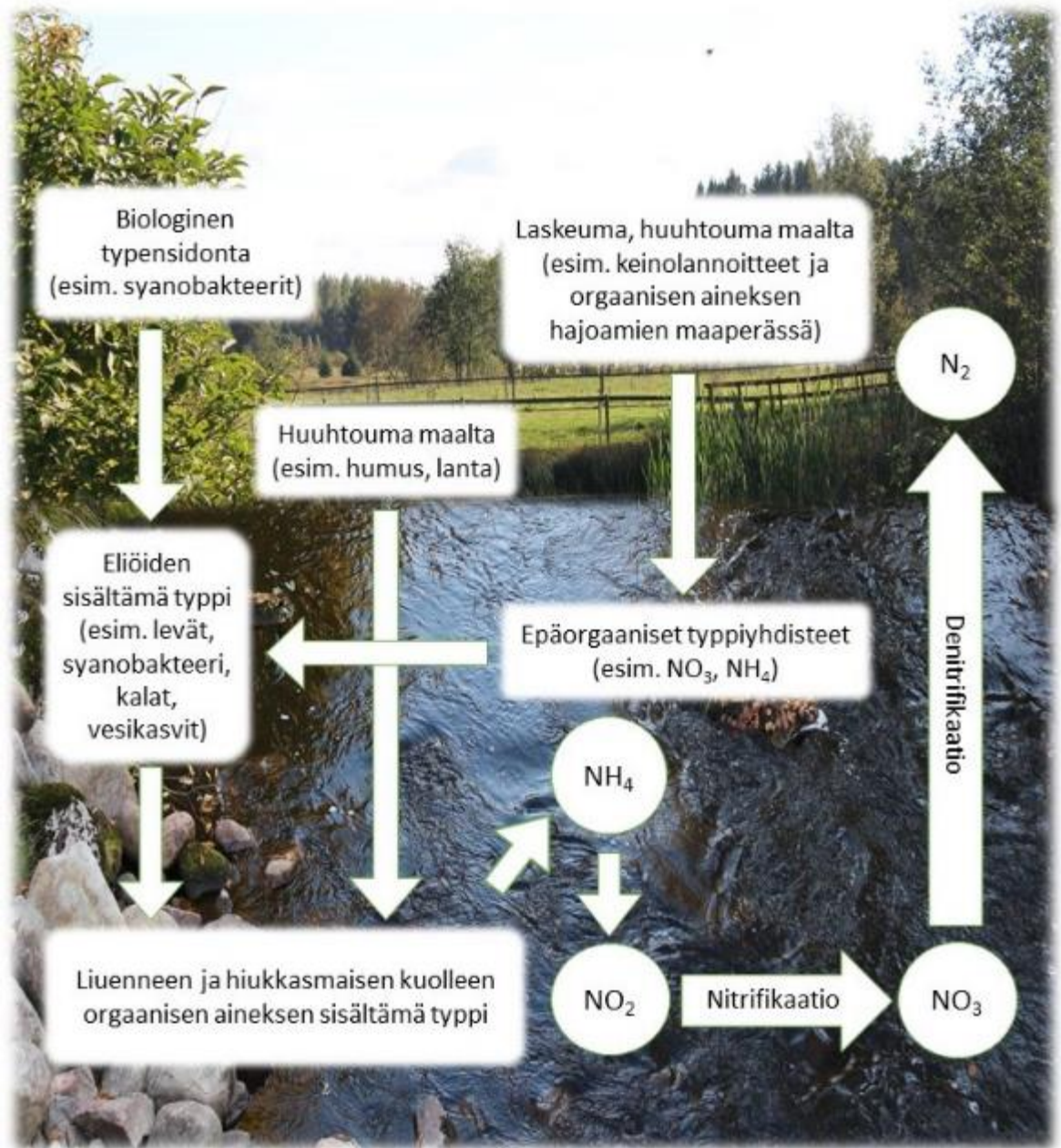
KUVIO 10. Ihmistoiminnasta aiheutuvan vesistöjen fosforikuormituksen toimialakohtaiset prosenttiosuudet Suomessa vuonna 2013–2014 (Kuvion sisällön lähde: Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014).

6.1.2 Typpi

Typpi (N) on yksi kasvien pääravinteista. Se on heti fosforin jälkeen eniten sisävesien perustuotantoa rajoittava tekijä. Typen kiertokulun pääperiaatteet (kuvio 11) ovat samat maa- ja vesiekosysteemeissä. Typpi joutuu maa- ja vesiekosysteemiin joko biologisen typensidonnan (eli luontaisesti typpeä sitovien mikrobien) kautta ja sähkönpurkausten avulla tai keinotekoisesti ihmistoiminnan vaikutusten välityksellä. (Pietiläinen ym. 2008, 7–9.)

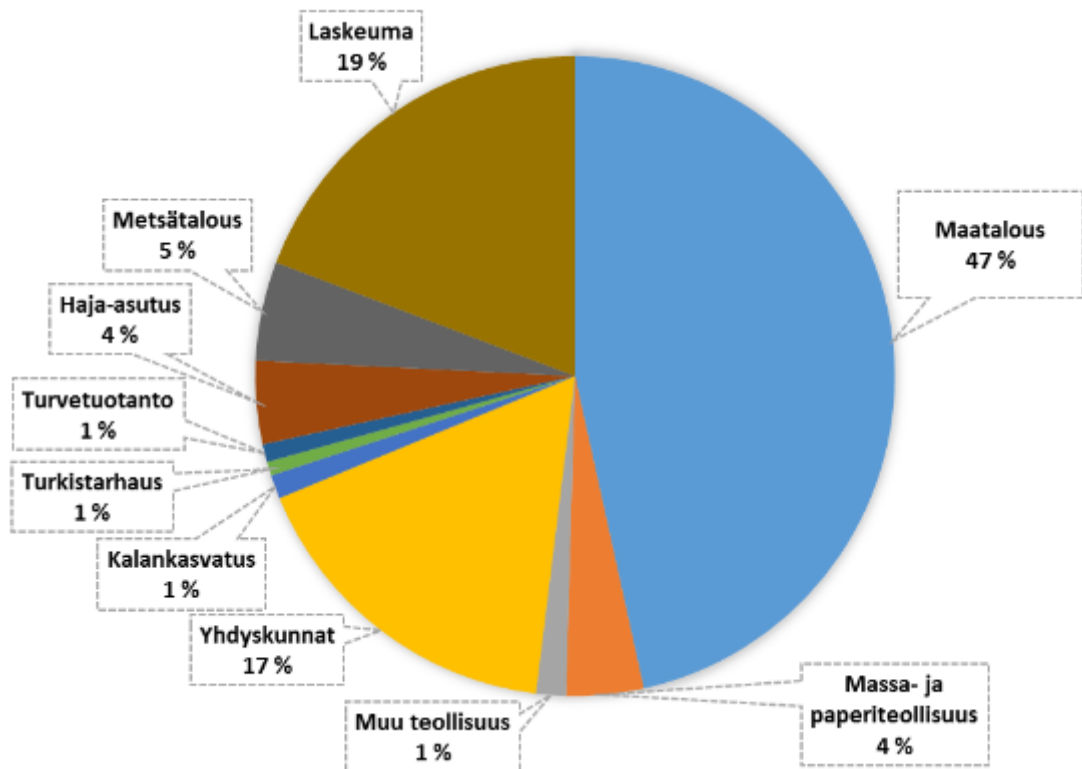
Maaperä on merkittävä typpivarasto, josta typpeä huuhtoutuu eri muodoissa vesistöihin (yleisemmin orgaanista typpeä). Vesissä typpi esiintyy ammoniumina (NH_4), nitriittinä (NO_2), nitraattina (NO_3), molekulaarisena typpenä (N_2), liuenneina orgaanisina typpiyhdisteinä (DON) ja orgaanisina hiukkasmaisina typpiyhdisteinä (PON). Osa vesiekosysteemin tuestä palautuu ilmakehään denitrifikaatiossa, jolloin nitraattityppi pelkistyy typpikaasuksi. Nitrifikaatiossa ammoniumtyppi hapettuu nitriitti- ja lopulta nitraattitypeksi. Nämä molemmat ovat mikrobiologisia prosesseja, joista nitrifikaatiota tapahtuu hapellisissa olosuhteissa ja denitrifikaatio on nopeinta hapetomissa oloissa. Orgaanisen humustypen, eli humuksen sisältämän typen, merkitys on suuri Suomen pohjoisissa oloissa. Usein typpiyhdisteiden määrä summataan yhteen ja ilmoitetaan kokonaistyppenä. (Pietiläinen ym. 2008, 9.)

Hyvin rehevissä vesissä typen on todettu säätelevän levien tuotantoa, mutta sitä on havaittu tapahtuvan myös hyvin karuissakin vesissä. Yleisesti voidaan todeta, että typpi voi rajoittaa järvien perustuotantoa rehevöitymisasteen ääripäässä. Typpi ei välttämättä ole vesistöalueen yläosassa rehevöitymistä aiheuttava tekijä vaan vaikutukset voivat olla näkyvissä vasta vesistöalueen alaosissa tai merialueella. (Pietiläinen ym. 2008, 7–8.)



KUVIO 11. Typen kiertokulku
(Kuvion sisällön lähteet: Ypyä 2013; Nitrogen cycling).

Typpikuormituksesta suurin osa on peräisin maataloudesta (46,5 %). Toiseksi suurin typpikuormitus on peräisin laskeuman kautta (19,2 %). Yhdyskunnat ovat kolmanneksi suurimpia typpikuormituksen aiheuttajia (16,9 %). Kuvissa 12 on esitetty typpikuormitus eri lähteistä Suomessa vuonna 2013–2014. Tiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmän ja Suomen ympäristökeskuksen laskelmiin ja arvioihin. Teollisuuden, kalankasvatuksen ja yhdyskuntien tiedot ovat vuodelta 2013.

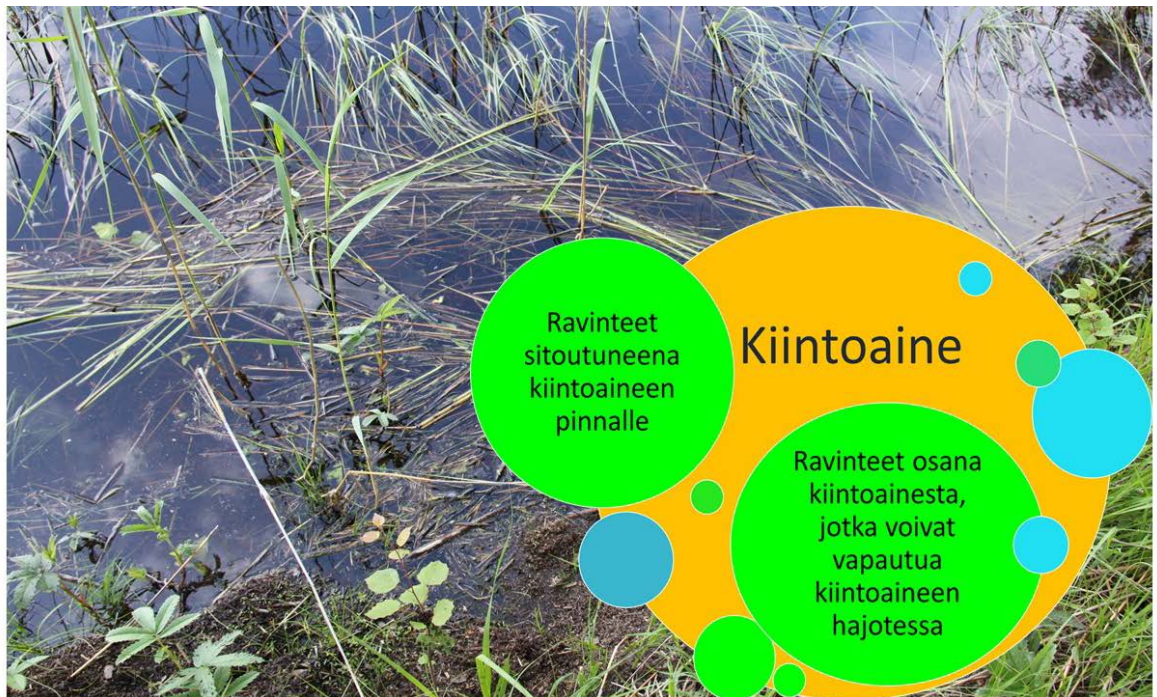


KUVIO 12. Ihmistoiminnasta aiheutuvan vesistöjen tyyppikuormituksen toimialakohtaiset prosenttiosuudet Suomessa vuonna 2013–2014 (Kuvion sisällön lähde: Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014).

6.2 Kiintoaine

Kiintoaineella yleisemmin käsitetään hiukkasmaisessa muodossa olevaa ainesta, joka voidaan pidättää 0,45 µm huokoskoon suodattimelle. Seurannoissa käytetään erityyppisiä ja erilaisella huokoskolla varustettuja suodattimia kiintoaineen määrittämiseksi muusta analyysivalikoimasta ja tavoitteesta riippuen. Kiintoaine voi olla maa-ainesta tai elävää aineista, kuten leviä, rantakasveja tai niiden jäänteitä. Se jaetaan epäorgaaniseen mineraalipitoiseen maahan tai orgaaniseen ainekseen. Kiintoaine aiheuttaa vesistöjen samentumista, liettymistä ja mataloitumista. Sen sisältämän eloperäisen aineksen hajotus kuluttaa happea. Lisäksi orgaaninen kiintoaine voi vaikuttaa veden humuspitoisuuteen humusaineiden liukenemisen myötä. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 10; Palviainen & Finér 2013, 6, 11.)

Kiintoaine kulkeutuu vesistöihin maalta tai vesistöstä itsestään perustuotannon seurauksena, kun esimerkiksi levät, rantakasvit ja kalat lopulta kuolevat ja hajoavat. Lisäksi kiintoainesta muodostuu maaperän eroosion ja virtavesiuomien eroosion seurauksena. Kasvipeitteettömyys, maan muokkaus (mm. uomien perkaus ja suoristus) sekä muu ihmisen toiminta on lisännyt vesistöihin kohdistuvaa kiintoainekuormitusta. Kiintoaineen mukana vesistöihin voi kulkeutua ravinteita rakenteellisenä osana kiintoainetta tai kiintoaineen pintaan pidättyneenä (kuvio 12). Esimerkiksi eliöjäänteet sisältävät ravinteita ja tietyn tyyppinen epäorgaaninen maa-aines sitoo tehokkaasti ravinteita. (Palviainen & Finér 2013, 6, 11.)



KUVIO 13. Kiintoaine voi olla maa-ainesta tai elävää ainesta kuten rantakasveja (Valokuva: Teija Hakalahti-Sirén, Vapo Oy).

6.3 Humus

Humus on eloperäistä ja osittain hajonnutta veteen liennuttua ainesta, joka antaa vedelle ruskeankeltaisen värin. Liennut orgaaninen aines sisältää humusaineiden lisäksi pienempimolekyyllipainoisia yhdisteitä, jotka ovat humusaineisiin verrattuna eliöiden helpoimmin hyödynnettävissä. Liennut orgaaninen aines on pääasiassa

peräisin hajoavasta eläin- ja kasviaineksesta, mutta myös mikro-organismien, kasvien ja eläinten eritteistä. Humus on monien aromaattisten orgaanisten yhdisteiden muodostama ydin, johon on kiinnittynyt muita pieniä molekyylisiä orgaanisia yhdisteitä. Orgaanisen aineksen esiintymismuodot ja koostumus vaihtelevat ajan kuluessa erilaisten tekijöiden vaikutuksesta. Esimerkiksi auringon UV-säteily pilkkoo humusta ja humus voi myös saostua tietyissä olosuhteissa, jolloin se muodostaa kiintoaineetta. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 14–15; Kangasluoma ym. 2013, 9; Palviainen & Finér 2013, 7.)

Humus huuhtoutuu vesistöihin pääasiassa maalta valumavesien mukana, erityisesti suoalueilta. Humusaineiden huuhtoutuminen voi lisääntyä, kun luonnontilainen suo ojitetaan käyttöä varten. Humuksen vaikutukset näkyvät vesistöissä lämpötilan kasvuna, veden värin lisääntymisenä ja sitä myötä valaistusolosuhteiden muutoksena, happamuuden lisääntymisenä, perustuotannon, ravintoketjujen ja ravinteisuuden muutoksina. Humukseen sitoutuneet ravinteet eivät kuitenkaan ole suoraan kasvien käytettävissä, vaan vapautuvat siitä viiveellä humuksen hajottua. Lisäksi humus vaikuttaa metallien ja ympäristölle haitallisten aineiden kulkeutumiseen. Humukseen sitoutuessaan haitalliset aineet ovat kuitenkin eliöille vähemmän myrkyllisessä muodossa. Humus sitoo itseensä vedestä fosforia, raskasmetalleja, rautaa ja mangaania. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 14–15; Kangasluoma ym. 2013, 9; Palviainen & Finér 2013, 7.)

Humuskuormitukseen on viime vuosina kiinnitetty erityistä huomiota ja siihen liittyvät kysymykset kiinnostavat monia eri tahoja. Toisaalta termin humus alle on (etenkin kansan kielessä) usein käsitetty kuuluvaksi hiukkasmaisen orgaaninen kiintoaine, joka on herättänyt sekaannusta. Todellisuudessa humusaineet läpäisevät kiintoainemäärittäyksessä käytetyn suodattimen. Humusyhdisteiden määrittäminen on vaikeaa ja tutkimusta vaikeuttaa hajoamisen seurauksena alati muuttuva molekyyli rakenne ja alkuperän ja hajoamisolosuhteiden suuri kirjo, eikä niiden tarkkaan määrittämiseen ole yhtä tiettyä analyttistä menetelmää. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 14–15; Kangasluoma ym. 2013, 9; Palviainen & Finér 2013, 7.)

Käytännön laboratorioanalytiikassa humuksen tai orgaanisen aineksen määrää kuvaavia analyysimenetelmiä ovat:

- veden väriarvo (mg Pt/l), joka on sitä suurempi mitä enemmän vedessä on humusta
- orgaaninen kokonaishiili (TOC, mg/l), joka on vesinäytteen orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, eli sisältää liukoisen ja kiinteänä olevan orgaanisen hiilen
- liuennut orgaaninen hiili (DOC, mg/l), joka on vesinäytteen liunneen orgaanisen hiilen pitoisuus
- biologinen hapenkulutus (BOD), joka kuvaa vedessä olevan helposti hajoavan orgaanisen aineen määrää
- kemiallinen hapenkulutus (COD_{Cr} tai COD_{Mn} mg O_2/l), joka kuvaa vedessä olevan orgaanisen aineksen kokonaismäärää analyysin reaktiossa kuluneen hapen määrän avulla. Analyysissä voidaan käyttää kahta eri hapehtinta orgaanisen aineksen pitoisuudesta riippuen: kromaatti tai permanganaatti.

Humuksen tai orgaanisen aineksen analyysimenetelmiä käytetään vaihtelevasti eri seurannoissa. Esimerkiksi orgaanisen kokonaishiilen (TOC) ja liunneen orgaanisen hiilen (DOC) määrityksiä käytetään lähinnä tutkimustarkoituksissa. Kyseiset menetelmät ovat yleistymässä, koska niiden avulla saadaan tarkin kuva näytteessä olevan orgaanisen aineksen määrästä.

Kemiallisen hapenkulutuksen määrää voidaan mitata kahdella tavalla, jotka ovat COD_{Mn} ja COD_{Cr} . Kyseiset mittausten menetelmät eivät ole vertailukelpoisia keskenään, sillä COD_{Mn} käytetään luonnonvesien tarkkailussa (esim. turvetuotanto) ja COD_{Cr} käytetään jätevesien tarkkailussa (esim. kunnallinen jätevesi).

Biologisella hapenkulutuksella (BOD) kuvataan vedessä olevan helposti hajoavan orgaanisen aineen määrää ja sitä käytetään muun muassa jätevesien mittauksiin (esim. kunnallinen jätevesi ja metsäteollisuus). Menetelmää ei käytetä turvetuotannon ja metsätalouden tarkkailussa, koska niiden aiheuttama kuormitus ei sisällä helposti hajoavaa orgaanisia ainesta (eivätkä humusaineet juurikaan aiheuta biologista hapenkulutusta).

Veden värin mittauksessa käytössä on yleisesti platina-asteikko (Pt), jossa tutkittavaa vettä verrataan platina-asteikkoon värikiekon avulla. Nyrkkisääntönä esitetään, että veden väriluku 6,6 mg Pt/l vastaa suunnilleen 1 mg/l humusta. (Kangasluoma ym. 2013, 4; Palviainen & Finér 2013, 6–7, 10.)

Humuksen esiintymistä järvissä haluttiin kuvata esimerkin (kuvio 14) avulla, johon pyrittiin valitsemaan kolme tyypiltään erilaista järveä. Tavoitteena on havainnollistaa järvien veden värin vaihtelua. Kohteeksi valittiin Saarijärven vesireitti, jonka tila on herättänyt laajasti keskustelua ja huolta Keski-Suomessa. Kyseisen vesireitin vesistä noin puolet (järvistä 60 % ja joista 50 %) on katsottu olevan tyydyttävässä tai huonossa ekologisessa tilassa (Siimekselä ym. 2014, 8). Vaikka tehtyjen selvitysten ja asiantuntija-arvioiden mukaan kyseisen reitin vesistöjen ekologinen tila vaihtelee huonosta erinomaiseen, on vesien kemiallinen tila kuitenkin pääsääntöisesti hyvä.

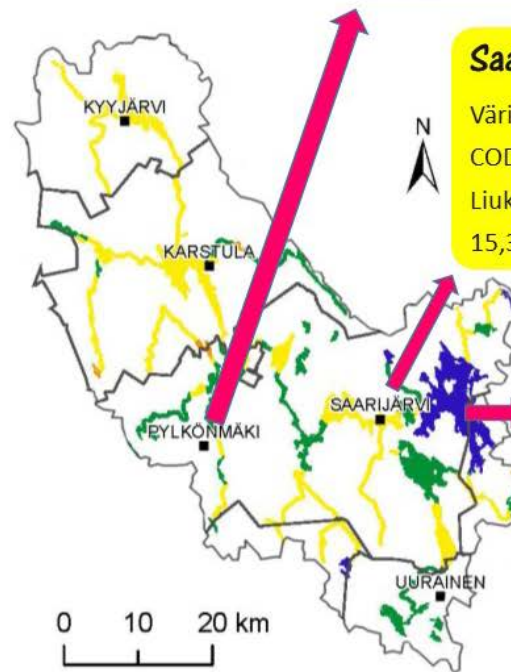
Saarijärven reitti on yksi Järvi-Suomen reittivesistöistä. Se kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen ja alkaa Suomenselän vedenjakajalta, jossa maasto on paikoin 200 metriä vedenpinnan yläpuolella. Saarijärven reittiin kuuluu vaihtelevat joki, koski- ja järviosuudet. (Yhteistyöllä parempaan vesienhoitoon 2007, 22.) Vesireitin merkittävimpiä kuormittajia ovat maatalous, metsätalous, turvetuotanto ja haja-asutus.

Reitin varrelta valittiin tarkastelun kohteeksi reitin alkupäästä Karankajärvi ja keskivaiheelta Saarijärvi. Vertailuun kolmanneksi valittiin Saarijärven vesireittiin laskeva Pyhäjärvi. Vesinäytteet otettiin järvien pintavedestä saman päivän aikana. Näytteet toimitettiin vuorokauden kuluessa analysoitavaksi Nab Labs Oy:n laboratorioon. Analysointitulosten ja tulosten vertailujen pohjalta koostettiin esimerkkikuvio (kuvio 14).

Saarijärven vesireitti

Pintaveden ekologinen tila 2013

- Erinomainen
- Hyvä
- Tyydyttävä
- Välttävä
- Huono
- Ei tietoa



Karankajärvi

Väri 180 mg Pt/l
 COD_{Mn} 20 mg O₂/l
 Liukoinen orgaaninen hiili
 17,1 mg/l

Saarijärvi

Väri 100 mg Pt/l
 COD_{Mn} 17 mg O₂/l
 Liukoinen orgaaninen hiili
 15,3 mg/l

Pyhäjärvi

Väri 25 mg Pt/l
 COD_{Mn} 6,2 mg O₂/l
 Liukoinen orgaaninen hiili
 7 mg/l



Vesimuodostumat: © SYKE, ELY-keskukset (osittain ©MML)
 Hallinnolliset rajat: © Maanmittauslaitos

0 10 20 km

KUVIO 14. Esimerkkijärvien vesianalyysi

(Vesinäytteiden laboratoriokokeet: Paukku 2014. Kartta: Pintaveden ekologinen tila 2013; www.ymparisto.fi).

Kuvion 14 näytteiden veden ruskehtava väri ei kerro kiintoainepitoisuutta, vaan kiintoaine näkyy veden samentumisena ja/tai hiukkasina vedessä. Veden kellertävän ruskehtava väri, eli veden väriarvo, kertoo humuksen määrästä. Myös COD_{Mn} arvot ja liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuudet ovat sitä suurempia, mitä enemmän vedessä on humusta.

Esimerkkijärvien väriarvo, COD_{Mn} ja liukoinen orgaaninen hiili ovat Karankajärvässä suurimmat ja se on tyypiltään runsashumuksinen järvi. Toiseksi suurimmat arvot ovat Saarijärvässä, joka on myös tyypiltään runsashumuksinen järvi. Esimerkkijärvistä pienimmät pitoisuudet ovat Pyhäjärvässä, joka on luontaisesti kaikkein kirkasvetisin ja on tyypiltään vähähumuksinen järvi.

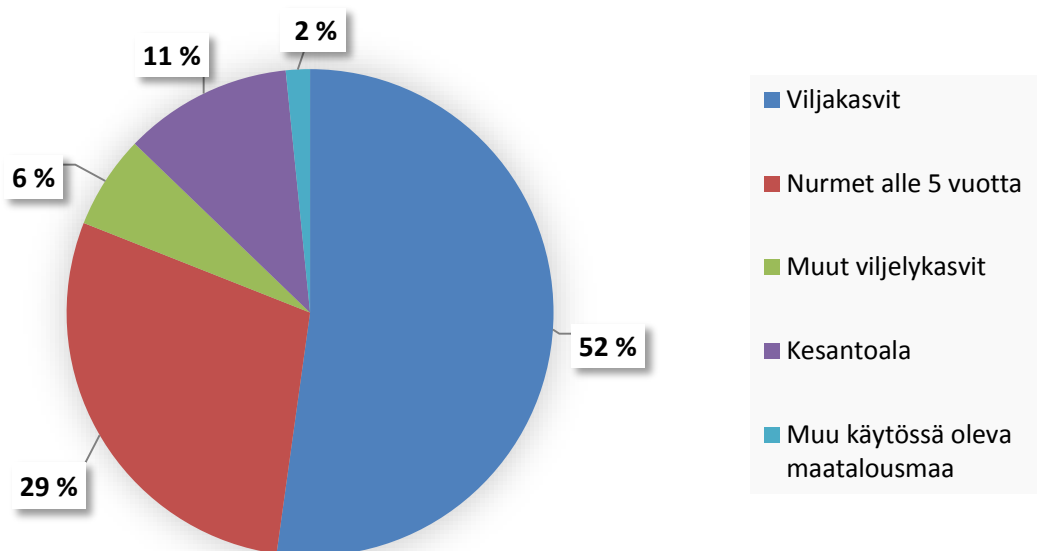
Ekologisen luokituksen mukaan Pyhäjärvi kuuluu erinomaiseen ja Saarijärvi ja Karankajärvi tyydyttävään tilaan. Järvien luokituksen ja ekologisen tilan välillä ei kuitenkaan ole syy-yhteyttä, sillä runsashumuksinenkin järvi voidaan luokitella ekologiselta tilalta luokkaan hyvä–erinomainen. Järvien luokittelusta on kerrottu tarkemmin luvussa 4.

7 KUORMITUS JA SIIHEN VAIKUTTAMINEN

7.1 Maatalous

Maatalous on yksi tärkeimmistä elinkeinoista. Se on merkittävä ruuantuotannon ja monimuotoisuuden ylläpitäjä sekä maaseutumaiseman ja virkistyspalveluiden tarjoaja. Suomessa on käytössä olevaa maatalousmaata noin 2,3 milj. hehtaaria (kuvio 15). Käytössä olevasta maatalousmaasta eniten on viljanviljelyssä ja toiseksi eniten nurmella. Maanviljelystä yli puolet on keskittynyt Etelä-Suomeen ja neljännes Väli-Suomeen. Karjatalous on keskittynyt lähinnä Itä- ja Pohjois-Suomeen. (Alakukku 2006, 103; Käytössä oleva maatalousmaa 2013; Niemi & Ahlstedt 2014, 16–17; Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014.)

Käytössä oleva maatalousmaa vuonna 2013



KUVIO 15. Suomen käytössä olevan maatalousmaan jakautuminen eri maankäyttötapoihin vuonna 2013

(Kuvion sisällön lähde: Käytössä oleva maatalousmaa 2013).

Maatalouden kuormitusta muodostuu tuhansien erikokoisten ja eri tuotantoaloja edustavien sekä eri teknologioita käyttävien tilojen tuotannon seurauksena. Maata-

loudessa hajakuormitusta syntyy peltoviljelyksestä ja pistemäistä kuormitusta karjasuojista sekä lantaloista. Maatalouden tärkeimpiä kuormitusta aiheuttavia tekijöitä ovat muun muassa maanmuokkaus (kuten kyntö) ja lannoitteiden käyttö. (Ylivainio, Esala & Turtola 2002, 7, 22; Penttinen & Niinimäki 2010, 173; Väisänen & Puustinen 2010, 7.)

Maalaji vaikuttaa omalta osaltaan vesistökuormitukseen. Suomessa happamat **sulfaattimaat**, jotka ovat erinomaisia ja tärkeitä viljelysmaita rakeisen koostumuksensa takia, aiheuttavat vesistöihin merkittäviä muutoksia (mm. kalakuolemat). Sulfaattimaita esiintyy runsaasti Suomen rannikkoalueilla aina Itäiseltä Uudeltamaalta Perämeren rannikolle saakka, mutta yleisimpiä ne ovat Pohjanmaalla. Sulfidisedimenttejä löytyy yleisesti peltoalueilta, mutta myös soistuneilta metsäalueilta ja soiden turvekerrosten alta. Sulfaattimaiden esiintymisvyöhyke ulottuu merenpinnasta noin 80 metrin korkeudelle. Rikkipitoiset sulfidisavet syntyivät noin 8 000–4 000 vuotta sitten Suomen rannikkoseutujen ollessa Litorinameren (nykyisen Itämeren suolaisempi ja jonkin verran laajempi varhaisvaihe) peitossa, kun veteen kuolleet ja maatuvat kasvinosat rehevöittivät veden, ja merenpohjan hapettomissa osissa bakteeritoiminta pääsi muodostamaan rikkiyhdisteitä. (Edén 2014; Willner 2014.)

Viimeaikaisten selvitysten mukaan on havaittu, että Suomessa on happamia sulfaattimaita todennäköisesti enemmän kuin aikaisempien arvioiden mukaan (arvioitu 330 000 ha). Geologian tutkimuskeskus (GTK) on toteuttamassa happamien sulfaattimaiden yleiskartoitusta, jonka on tarkoitus valmistua vuoden 2015 loppuun mennessä. (Edén 2014.) Sulfaattimaiden aiheuttama haitalliset metallihuuhtoumat (kuten alumiini, mangaani, kadmium, koboltti, kupari, sinkki ja nikkeli) yhdistettynä hapettomuuteen pilaavat pintaveden. Esimerkiksi jonkin alueen pinta-alasta vain muutaman prosentin kokoinen hapan sulfaattimaa-alue riittää pilaamaan pintaveden. (Hökkä & Nieminen 2014.)

7.1.1 Maatalouden vesistökuormitus

Myönteisten vaikutusten lisäksi maatalous aiheuttaa myös haitallisia ympäristövaikutuksia, jotka kohdistuvat maaperään, vesistöihin ja ilmakehään. Useiden tutkimusten ja selvitysten perusteella maatalouden ravinnekuorman muutoksia on vaikea todeta vesistöhavaintojen perusteella, koska ravinteiden huuhtoutumiseen vaikuttavat monet eri tekijät, kuten säätila, sijainti suhteessa vesistöön, maan ominaisuudet ja maankäyttö. Kuitenkin useissa selvityksissä ja tutkimuksissa on todettu, että maatalous on ylivoimaisesti suurin ravinnekuormittaja. Suomessa maatalouden osuus ihmisen aiheuttamasta fosforikuormituksesta on 57 % ja typpikuormituksesta 47 %. Lisäksi maatalouden kiintoainekuormituksella on oma suuri vaikutuksensa vesistöissä, ja kuormitus on voimakkaimmillaan keväisin ja syksyisin maanmuokkauksen aikana. (Alakukku 2006, 103; Puustinen ym. 2007, 1, 16; Uusitalo ym. 2007, 10–11; Käytössä oleva maatalousmaa 2013; Niemi & Ahlstedt 2014, 16–17; Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014.)

Maatalouden aiheuttama kuormitus kulkeutuu pintavalunnan ja salaojavesien mukana. Maan rakenteen kestävyydellä on suurin merkitys kuormituksen kannalta, koska kiintoainekuormituksen mukana kasvien käyttämättä jättämät ravinteet huuhtoutuvat herkästi vesistöihin. (Puustinen ym. 2007, 1, 16; Uusitalo ym. 2007, 10–11.)

Maatalouden eroosioriski on suuri maatalousmailla, jotka ovat kaltevia ja joilla on voimakkaasti jokiuomaan viettäviä törmiä. Savimailla eroosiokysymys on merkittävä (1–2 t/ha), sillä Suomen pelloista noin kolmannes luokitellaan savimaiksi. Savimaat eivät kuitenkaan ole yhtä eroosioherkkiä kuin karkeat lajittuneet maat. Eroosioaines on Suomessa peräisin lähinnä ruokamultakerroksesta. (Puustinen, Koskiaho & Peltonen 2005, 565–579; Aura, Rätty & Hartikainen 2006, 37; Siimekselä, Stenman & Ylimartimo 2014, 6; Tilastokeskus, 2014, 64–72.)

Turvemailta, tietyiltä alueilta kuten lounaisrannikolta, syntyy happamien sulfaattimaiden haitallista kuormitusta (happamuus ja metallit) sekä ravinne- ja kiintoainehuuhtoutumia. Salon, Turtolan ja Grönroosin (2006, 68–69) mukaan turvemailta

etenkin typen huuhtoutuminen on suurta, koska orgaanisesta typestä vapautuu haajoamisen seurauksena runsaasti vesiliukoista epäorgaanista tyyppiä. Soiden ja turvemaiden kansallisen strategian mukaan turvepeltojen muokkaus kuormittaa vesistöjä kivennäispeltojen muokkausta enemmän. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 56.)

Kotieläintuotantoa harjoittavilta tiloilta syntyy lähinnä lannan käsittelyn, varastoinnin ja lannoitekäyttölevityksen seurauksena suurempia ravinneylijäämiä ja huuhtoutumia kuin kasvintuotantotiloilta. Suuret lantamäärät tuovat oman haasteensa ympäristölle sekä maataloille erityisesti lannanlevitysalan riittävydessä. Kotieläinkestityksissä ja tilojen laajentamisen yhteydessä ongelma nousee esille, sillä useilla kotieläintiloilla lantaa muodostuu enemmän kuin sitä voidaan levittää omille pelloille. Kotieläintilojen ylimääräinen lanta olisikin hyvä hyödyntää kasvinviljelytiloilla lannan sisältämän ravinnepotentiaalin vuoksi. Kotieläinten lannan fosfori ja kalium ovat lannoitusvaikutukseltaan lähes väkilannoitefosforin ja -kaliumin veroista. (Ventelä, Koskimies & Kesti 2014, 9, 17.)

Muita kotieläintuotannon kuormituslähteitä ovat säilörehun valmistuksessa syntyvä puristusneste, maitohuoneen pesuvedet ja ostorehut. (Penttinen & Niinimäki 2010, 175.) Myös laitumet aiheuttavat kuormitusta, jonka riski kasvaa tuotannon tehostamisen ja yksikkökoon kasvamisen myötä. (Uusi-Kämpä ym. 2005, 57.)

Taulukossa 1 on esitetty maatalouden aiheuttama vesistökuormitus koko Suomessa. Lisäksi taulukossa on esitetty maatalouden aiheuttama kuormitus turvemaiden osalta. Turvepeltoja on määrällisesti eniten Pohjois-Pohjanmaa-Kainuun alueella ja Länsi-Suomessa (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 56). Kivennäismaiden osalta ei suoraan vertailukelpoisia lukuja ollut saatavilla. Rankisen, Ekholmin, Bernalin ja Keinäsen (2014, 237) mukaan turvepeltoilta huuhtoutuu etenkin tyyppiä, sillä kokonaistypen ominaiskuormitus oli neljä kertaa suurempi kuin kivennäismailla sijaitsevien peltojen.

Taulukko 1. Maatalouden vesistökuormitus koko Suomessa (Lähde: ¹⁾ Vuorenmaa ym. 2002; ²⁾ Puustinen ym. 2010; ³⁾ Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011; ⁴⁾ Heikkinen ym. 2013; ⁵⁾ Tattari ym. 2015).

	Ominaiskuormitus kg/ha/v		Kokonaiskuormitus t/v	
	Koko Suomi	Turvemaat	Koko Suomi	Turvemaat
Typpi	15,0 ⁽¹⁾	15–30 ⁽³⁾	33 000 ⁽¹⁾	5 813 ⁽³⁾
Fosfori	1,10 ⁽¹⁾	1 ⁽³⁾	2 400 ⁽¹⁾	250 ⁽³⁾
Kiintoaine	610 ⁽²⁾	150 ⁽³⁾	1 340 000 ⁽¹⁾	37 500 ⁽³⁾
Humus ja muu orgaaninen aines (TOC)	220 ⁽⁴⁾		484 000 ⁽⁵⁾	

7.1.2 Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteet

Maatalouden toimintaa säätelevät muun muassa maatalouden ympäristötukiohjelmat, vesipuitedirektiivi, ilmastonuojeluohjelmat, nitraatti- ja lietedirektiivi sekä kasvinsuojeluaineiden hyväksymistä koskevat direktiivit.

Ympäristötukijärjestelmässä vesiensuojelua edistäviä toimenpiteitä ovat muun muassa:

- lannoituksen vähentäminen
- torjunta-aineiden käytön vähentäminen
- talviaikainen kasvipeitteisyys
- kevennetyt muokkausmenetelmät
- säätösalaojitus
- suojakaistat ja -vyöhykkeet
- monivaikutteiset kosteikot.

Turtola ym. (2008, 90) korostavat maatalouden vesistökuormituksen vähentämisessä avainasemassa olevan maan hyvä rakenne, pellon toimiva vesitalous ja riittävä kalkitus. Penttinen ja Niinimäki (2010, 249) esittävät ravinteiden huuhtoutumisen estämiseksi kemiallisia keinoja.

Siimekselän, Stenmanin ja Ylimartimon (2014, 6) mukaan ravinteiden huuhtoutumista voidaan ehkäistä lietteen sijoittamisella pelloilla, joka on suositeltavaa muun muassa nurmiviljelyssä.

Soiden ja turvemaiden kansallinen strategia ohjaa suosimaan turvepeltojen viljelyssä ravinne- ja kiintoainehuuhtoutumien sekä **happamien sulfaattimaiden** haitallisten vesistövaikutusten vähentämiseksi monivuotisia kasveja ja kevennettyä maanmuokkausta. Lisäksi sulfaattimailla viljelykerroksen happamuusongelmaa voidaan hoitaa kalkituksella sekä pohjaveden pintaa säätelevällä säätösalaajituksella ja lisäveden pumppaamisella, joka estää pohjaveden pinnan laskemisen sulfidikerrostuman tasolle. Edellä mainittujen menetelmien lisäksi on kehitetty säätökastelumenetelmää, joissa kasteluveteen lisätään sulfidien hapettumista estäviä erilaisia kalsiumliuoksia. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 6, 16; Nystrand 2014.)

Vesilain mukaan pellon raivaus tai vähäistä suuremmat ojitukset ovat ilmoitusmenettelyn piirissä, jolloin ELY-keskus voi arvioida vesilain mukaista luvantarvetta etukäteen. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 6, 16.)

Lannan ravinteiden kestävä käyttö on yksi keino vähentää maatalouden ravinnekuormitusta. Ravinteiden kestävä käyttö lähtee liikkeelle eläinten ruokinnasta, sillä tarkentamalla eläinten ruokintaa voidaan vähentää lannan sisältämää ravinmäärää. Lisäksi vähentämällä viljelykasvien lannoitusta vähennetään samalla maaperän, vesistöjen ja ilmaston kuormitusta. (Ventelä, Koskimies & Kesti 2014, 9, 17.)

Ravinnetaseen laskeminen ja lannoittaminen vain tarpeen mukaan on yksi maatalouden ympäristötuen lisätoimenpide, jonka tavoitteena on vähentää ylimääräisten ravinteiden käyttöä ja luoda monivuotinen viljelytoimenpiteiden kokonaisuus. (Salo & Lemola 2010, 31.)

Torjunta-aineiden käytön vähentäminen on merkittävä toimenpide vesiensuojelussa, sillä osa vaarallisista torjunta-aineista päätyy muualle kuin torjuttavaan kohteeseen. Aiheutuvia haittoja pyritään vähentämään tarkentamalla aineiden käyttöä

(esim. koulutuksien avulla) ja torjunta-aineruiskujen testauksella. (Grönroos, Karhu, Siimes & Laitinen 2008, 68.)

Peltojen tehostettu tai **talviaikainen kasvipeitteisyys** (esim. nurmet) vaikuttaa suoraan maaperän prosesseihin ja vähentää ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoutumisriskiä ja eroosiota sekä parantaa kasvien ravinteiden hyväksikäyttöä. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen tarkoittaa käytännössä peltojen vähennettyä muokkausintensiteettiä, jonka avulla voidaan säästää myös maaperän hiilivaroja. Kasvipeitteisyyden ja muokkauksen vähentymisen seurauksena voidaan ehkäistä myös typen huuhtoutumista, mutta liukoisen fosforin huuhtoutumaan ei välttämättä pystytä vaikuttamaan. (Uusitalo, Ekholm, Lemola & Turtola 2008, 21–22; Grönroos, Turtola & Lehtonen 2010, 132; Palojärvi & Alakukku 2010, 42).

Kevennettyjen muokkausmenetelmien tavoitteena on parantaa maan pintakerroksen kykyä kestää sade-, sulamis- ja valumavesien aiheuttamaa kulutusta sekä estää eroosiota ja maa-ainekseen sitoutuneita ravinteita huuhtoutumasta vesistöihin. Kevennetty maanmuokkaus voidaan toteuttaa esimerkiksi siirtymällä kynnöstä sänkimuokkaukseen tai jättämällä alue talven ajaksi sängelle. Vähennettyyn muokkaukseen yhdistettynä maanparannusaineiden (esim. kalsiumkarbonaatti, teollisuuden jätekipsi ja puutavarateollisuuden jättekuidut) käyttö auttaa vähentämään maan eroosiota ja samalla ympäristön fosforikuormitusta (Alakukku, Ristolainen, Sarikka & Hurme 2008, 32, 38–42.)

Peltojen toimivalla **salaojituksella** saadaan vähennettyä maatalouden aiheuttamaa ravinnekuormitusta. Salaojilla voidaan saada aikaan kasvien kasvun kannalta optimaalinen kuivatussyvyys helpommin kuin avo-ojilla. Salaojitusten kautta saattaa kuitenkin huuhtoutua maa-ainesta ja ravinteita. (Aura, Rätty & Hartikainen 2006, 38–42.)

Säätösaloitus on salaojitusta, jonka kuivaustehokkuutta voidaan säätää. Säätösaloituksella tehostetaan peltojen vesitaloutta ja vaikutetaan typen kiertoon maaperässä ja vähennetään sen huuhtoutumista vesistöihin. (Peltomaa 2009, 3.)

Suojakaistoilla pyritään vähentämään eroosiota ja ehkäisemään ravinteiden kulkeutumista vesiin. Suojakaistat ovat keskimäärin 3 metriä leveitä monivuotisen

nurmi-, heinä- ja niittykasvillisuuden peittämiä alueita, jolle ei levitetä lannoitteita eikä kasvinsuojeluaineita. Suojakaistoja perustetaan valtaojaa suurempien vesiuomien varsilla oleville peltolohkoille sekä lampien, järvien ja talousvesikaivojen ympärille ja meren rannalla sijaitseville peltolohkoille. Ne ovat tehokkaita eroosioherkillä ja kaltevilla tai toistuvasti tulvan alle jäävillä viljelyksessä olevilla rantapelloilla sekä tärkeillä pohjavesialueilla. (Puustinen ym. 2007, 16–17; Valpasvuo-Jaatinen 2007, 2; Uusitalo, Ekholm, Lemola & Turtola 2008, 21–22.)

Suojavyöhykkeillä parannetaan maan rakennetta, tasapainotetaan vesistöjen hydrologiaa, lisätään luonnon monimuotoisuutta sekä edistetään riista- ja kalataloutta. Ne toimivat myös niiden yläpuolisen alueen vesien suodattajina. Suojavyöhykkeet ovat peltoalueen valtaojaan tai vesistön varteen perustettuja keskimäärin 15 metriä leveitä monivuotisen kasvillisuuden peittämiä alueita, jolle ei levitetä lannoitteita eikä kasvinsuojeluaineita. Suojavyöhykkeiden kokonaisvaikutus kuitenkin riippuu voimakkaasti pellon kaltevuudesta ja maankäyttömuodosta. Suojavyöhykkeiden vaikutus kiintoaineeseen ja siihen sitoutuneeseen fosforiin on suurin jyrkillä pelloilla, mutta tasaisilla peltoaloilla ne eivät juurikaan alenna kuormitusta (taulukko 2). Pysyvällä kasvipeitteisyydellä saadaan tehostettua suojakaistojen vaikutuksia vesistökuormituksen vähentämiseksi. (Puustinen ym. 2007, 16–17; Valpasvuo-Jaatinen 2007, 2; Uusitalo ym. 2008, 21–22.)

Taulukko 2. Maatalouden suojavyöhykkeen (15 m) vaikutus kiintoaineen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoumaan (kg/ha/v)
Tarkastelu on tehty keskimääräisillä peltokuvioilla, joilla on eri muokkauskäytännöt ja kaltevuusluokat

(Lähde: Puustinen ym. 2007).

Pellon muokkauskäytäntö	Kiintoainekuormituksen väheneminen kg/ha/v			Kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin väheneminen kg/ha/v		
	Pellon kaltevuusluokka %			Pellon kaltevuusluokka %		
	1,5–3,0	3,0–6,0	yli 6,0	1,5–3,0	3,0–6,0	yli 6,0
Syyskylvä	180	370	680	0,16	0,55	1,21
Kultivointi syksyllä	145	300	560	0,13	0,48	1,11
Sänkimuokkaus syksyllä	110	240	440	0,10	0,38	0,85
Syysvilja	130	260	490	0,12	0,14	0,91
Sänki	110	160	220	0,11	0,23	0,43
Suorakylvö	50	90	165	0,11	0,18	0,31

Monivaikutteinen kosteikko on maatalousalueelle perustettu kosteikko, jonka tarkoitus on vesiensuojelun lisäksi edistää luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi se voi toimia viljelymaiseman monipuolistajana, tulvien pidättäjänä, kastelueden varastona, metsästysalueena ja virkistysalueena. Kosteikko on suuren osan vuodesta veden peitossa ja muuna aikana säilyy kosteana. Se on tehty patoamalla tai kaivamalla ojan, puron, joen tai muun vesistön osan ja sen ranta-alueen yhteyteen. Kosteikossa kasvaa runsaasti luonnonvaraisia kostean paikan kasveja. Maataloudessa kosteikoilla (kuviokuva 16) saadaan pidätettyä maatalousalueiden ojiin joutuneita ravinteita ja kiintoainesta. Valuma-alueen virtaamahuippuja ja alapuolisten vesistöjen tulvimistaipumusta voidaan vähentää rakentamalla kosteikkoja ja palauttamalla tulva-alueita. Vähäisilläkin kosteikkojen määrällä voidaan vaikuttaa suotuisasti pienten valuma-alueiden hydrologiaan. Maatalousalueiden uomien itsepuhdistuskykyä voi-

daan parantaa purovesistöjen tulva-alueiden ennallistamisella ja kuivatustoiminnassa muutettujen uomien monimuotoisuuden lisäämisellä. (Puustinen ym. 2007, 7–8, 11, 16, 56.)



KUVIO 16. Hovin kosteikko maatalouden vesiensuojelussa (Samuli Lahtela, Jyväskylän ammattikorkeakoulu).

Kuviossa 17 on esimerkki monivaikutteisesta kosteikosta, joka on suunniteltu puhdistamaan peltojen valumavesiä, lisäämään luonnon monimuotoisuutta sekä monipuolistamaan oppilaitoksen ympäristöä ja maalaismaisemaa (Lahtela 2013, 7).



KUVIO 17. Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen mallikosteikko Saarijärven Tarvaalassa (Samuli Lahtela, Jyväskylän ammattikorkeakoulu).

7.1.3 Tuet ja avustukset maatalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin

Maataloudesta aiheutuvan vesistöjen ravinnekuormituksen rajoittamisessa tärkein hallintakeino on maatalouden ympäristötukijärjestelmä, vaikka jotkin tahot pitävät järjestelmän toimenpiteiden vaikutuksia tehottomina. Tällä hetkellä noin 90 % aktiivituloista on sitoutunut ympäristötukijärjestelmään ja sen edellyttämiin vesiensuojelutoimenpiteisiin (kerrottu tarkemmin luvussa 7.1.2). (Ventelä, Koskimies & Kesti 2014, 7.)

Nitraattiasetuksessa ohjataan lannan ja virtsan varastointia ja levitystä sekä levi-tettävän lannan ja virtsan enimmäismäärää. Ympäristöministeriön valmisteleva nitraattiasetus koskee kaikkia maatiloja. Asetuksen päämääränä on vähentää nitraattitypen, joka on typen helpoiten huuhtoutuva muoto, huuhtoutumista vesistöön. Valtioneuvosto hyväksyi uuden nitraattiasetuksen vuonna 2014, joka selkiyttää vuoden

2000 asetusta. Uudella asetuksella pyritään tehokkaammin vähentämään lannoitteiden käytöstä ja varastoinnista aiheutuvia ravinnepäästöjä vesiin ja maaperään. Ravinteiden käyttöä ohjataan tehokkaammin kasvien kasvukaudelle. Lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden levitysaika syksyllä lyhentyy kahdella viikolla nykyisestä. Kaltevilla pelloilla (kaltevuus 15 % tai sen yli) tapahtuvan lannoituksen edellytyksiä on muutettu siten, että lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden levitys on nykyisen lannan pintalevityskiellon sijaan kokonaan kielletty. Lisäksi asetuksessa säädetään lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointia ja kompostointia sekä niihin liittyvien rakenteiden vaatimuksia ja sijoittamista sekä suojaetäisyyksistä vesistöihin ja talouskaivoihin. Lantaloiden kokovaatimukset nousevat ja uusien lantaloiden kattaminen joko kiinteällä tai kelluvalla katteella tulee pakolliseksi. Lisäksi lannan varastointiaikaa pellolla rajoitetaan ja talven yli tapahtuva aumaaminen kielletään. (Ventelä, Koskimies & Kesti 2014, 7; Valtioneuvosto hyväksyi nitraattiasetuksen 2014.)

Maatalouden vesiensuojelutoimia rahoitetaan muun muassa Manner-Suomen maaseudun kehittämisrahaston varoilla ja vesiensuojelua kehittävien tukijärjestelmien kautta (esim. ei-tuotannollisten investointien tuet), yritys-, kehittämis- ja koulutus-hankkeiden sekä Leader-toimintatavan kautta. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin on mahdollista hakea tukea paikallisten ELY-keskusten kautta. Maaseudun kehittämiseen myönnettävää EU-rahoitusta on mahdollista saada paikallisten Leader-toimintaryhmien kautta. (Hagelberg, Karhunen, Kulmala, Roine & Lundström 2012, 9, 27).

Vesiensuojelutoimenpiteisiin liittyviä tuki- ja avustusmuotoja ovat muun muassa:

- ei tuotannollisten investointien tuki
- erityisympäristötuki
- maaseudun kehittämisen tuki
- peruskuivatustuki.

Ei tuotannollisten investointien -tuki on monivaikutteisen kosteikon perustamiseen haettava kertaluontoinen korvaus kosteikon perustamiskustannuksien kattamiseksi. Tuen saamiseksi kosteikon koko on oltava vähintään 0,3 % koko valuma-alueen pinta-alasta, ja peltoa tästä on oltava yli 20 %. Kosteikkoja voidaan perustaa

myös hankekokonaisuutena, jolloin pelto- % lasketaan kokonaisuudelle. (Hagelberg ym. 2012, 8, 10, 27; Ei-tuotannolliset investoinnit täydentävät ympäristökorvausta 2014.)

Eri-tyisympäristötukea voidaan myöntää kosteikkojen hoidolle. Ympäristönhoitonurmien (eli ympäristösitoumuksen toimenpide, joka pitää sisällään luonnonhoitopeltonurmen, suojavyöhykkeet ja monivuotiset ympäristönurmet) suojavyöhykkeille on mahdollista saada korvausta aiheutuneista kuluista. (Korhonen 2014; Asiantuntija ELY-keskus, 27.10.2014.) Lisäksi suojavyöhykkeen perustaminen ja hoito -erityisympäristötukea voi hakea kosteikkojen reunoilla oleville pelloille (Hagelberg ym. 2012, 9).

Peruskuivatustukea myönnetään avustuksena vesilaisissa tarkoitetuille yhtiöille tai kiinteistönomistajille yhteistä peruskuivatushanketta varten. Hankkeella tulee olla useampi kuin yksi hyödynsaaja. Kosteikon rakentamiselle voi saada tukea, jos se toteutetaan peruskuivatuksen, perkauksen tai muun vastaavan toiminnan yhteydessä. (Hagelberg ym. 2012, 27.)

Ympäristötuki muuttuu vuonna 2015 ympäristökorvaukseksi. Aikaisempi kolmiportainen malli korvataan kaksiportaisella mallilla 2015–2020, jossa on eritelty tilakohtaiset toimenpiteet ja lohko-kohtaiset toimenpiteet. Luonnosvaiheessa oleva uusi ympäristötukikorvaus huomioi tarkemmin alueelliset ja lohko-kohtaiset toimenpiteet. Toimenpiteet sisällytetään enemmän ympäristösitoumukseen lohko-kohtaisina toimenpiteinä. Vesiensuojeluun liittyviä toimenpiteitä kohdistetaan alueille missä maatalouden kuormitus osuus on suuri. Tukea hakevalta vaaditaan tietty minimipeltoala. (Korhonen, 2014; ELY-keskuksen asiantuntija 27.10.2014.)

Mäenpään ja Tolosen (2011, 79–80) mukaan tukitoimenpiteitä tulisi kohdentaa ensisijaisesti alueille, joilla vesien ekologinen tila ei saavuta asetettua tavoitetilaa. Heidän mukaansa EU:n neuvoston maaseudun kehittämisasetuksessa (1698/2005 EY) artiklan 38 mukaista niin sanottua vesipuitedirektiivitukea voisi jatkossa käyttää tavoitteiden saavuttamiseen. Vastuu tukijärjestelmän kehittämisestä olisi maa- ja metsätalousministeriöllä ja ympäristöministeriöllä. Maatalouden neuvontajärjestöillä on

merkittävä rooli neuvonnassa ja koulutuksessa, mutta lopullinen toteutusvastuu vesiensuojelutoimenpiteistä on viljelijöillä.

7.1.4 Maatalouden vesistökuormituksen arviointi

Maatalouden kiintoaine- ja ravinnekuormituksen arviointi on perustunut pääosin melko pienten valuma-alueiden purkupisteiltä otettujen yksittäisten vesinäytteiden perusteella tehtyihin laskelmiin. Viime vuosina laskelmia on pyritty tarkentamaan jatkuvatoimisen mittauksen avulla. Siimekselän ja Ylimartimon (2014, 40–41) tutkimus osoittaa, että Keski-Suomen tyypillisten hiesu-, moreeni- ja turvepitoisten maa-lajien alueella nurmenviljelyn kokonaisfosfori- ja kiintoainekuormituksen seuraaminen on vaikeaa, jatkuvatoimisesti anturimittaustekniikalla. Syynä tähän ovat veden humuksisuus ja nurmiviljelyalueen valumavesille tyypillinen korkea liukoisen fosforin osuus.

Varsinaisten kuormituslukujen ohella on hyödyllistä tarkastella myös peltojen kuormituspotentiaalin muutosta, eli millaisia muutoksia peltomaassa tapahtuu ja mikä on niiden ravinteiden pidätyskyky. (Uusitalon ym. 2007, 10.) Tilastokeskuksen (2014, 71) mukaan Suomessa käytetään nykyisin lannoitteita vähemmän peltopinta-alaa kohden kuin Keski- ja Etelä-Euroopan maissa. Tämä johtuu siitä, että pohjoisessa kasvukausi on lyhyempi ja kasvien ottama ravinteiden kokonaismäärä on pienempi. Lisäksi lannoituksen tarve ei ole nykyisin yhtä suuri kuin ennen, koska maaperä on kyllästetty ravinteilla aikaisemman liiallisen lannoituksen vuoksi.

7.2 Metsätalous

Metsät ovat arvokas uusiutuva luonnonvara, monimuotoisen lajiston omaava elinympäristö ja suomalaisille tärkeitä ulkoilu- ja virkistyskäyttöalueita. Suomessa metsien osuus maa-alasta on suurin koko Euroopan unionin alueella. Metsätalous on muuttunut vuosikymmenien aikana laaja-alaisen ja tehokkaan metsänhoidon yleistyttyä 1970-luvulla ja puuntuotannon kasvun myötä. Metsämaan pinta-ala on

kasvanut 1950-luvulta 17 %, mikä johtuu pääasiassa soiden ojittamisesta ja metsänhoidosta. (Tilastokeskus 2014, 48–50, 57.)

Suomen maapinta-alasta 86 % eli noin 26,2 milj. hehtaaria on metsätalousmaata. Ala jakaantuu puuntuotoskykynsä perusteella metsämaahan (20,3 milj. ha), kitumaahan (2,5 milj. ha) ja lähes tai täysin puuttomaan joutomaahan (3,2 milj. ha). Metsätalousmaahan kuuluu lisäksi 0,2 milj. hehtaaria muuta metsätalousmaata (esim. metsäteitä ja puun varastointipaikkoja). (Ylitalo 2013, 35; Kaila & Ihalainen 2014, 33.) Suojeltuja ja rajoitetussa metsätalouksikäytössä olevia metsiä on noin 0,9 milj. hehtaaria Suomen metsäalasta (Tilastokeskus 2014, 58). Etelä-Suomessa metsätalousmaata on maapinta-alasta 78 % (12 milj. ha) ja Pohjois-Suomessa 95 % (14,2 milj. ha). (Kaila & Ihalainen 2014, 33.)

Metsätalousmaasta noin kolmannes luokitellaan suoksi. Etelä-Suomessa suot kattavat 23 % ja Pohjois-Suomessa 35 % metsä- ja kitumaista. Metsänkasvatuksen vuoksi koko Suomen suoalasta on ojitettu yli puolet (noin 4,95 milj. ha). Etelä-Suomen soista on ojitettu metsätaloukskäyttöä varten 77 % ja Pohjois-Suomen 41 %. Nykyisin soiden uudistusojitusta ei enää tehdä, vaan ojitusalueita hoidetaan kunnostusojituksin (eli ojaverkostoja tihennetään, oja perataan ja syvennetään). (Kaila & Ihalainen 2014, 35; Suometsien hakkuiden vaikutukset vesiin 2014.) Kansallisen metsäohjelman 2015 mukaan keskimääräinen vuosittainen kunnostusojituksen tarve on noin 80 000 hehtaaria suometsien ja puustojen kasvun ja elinvoimaisuuden turvaamiseksi (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 8).

7.2.1 Metsätalouden vesistökuormitus

Metsätalouden vesistökuormitus on luonteeltaan hajakuormitusta, jota muodostuu lähinnä kiintoaineesta sekä ravinne- (pääasiassa typpi ja fosfori), metalli- ja happamuuskuormituksesta. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota myös humuskuormitukseen eli liukoisen orgaanisen aineksen kuormitukseen. Metsätalouden osuus Suomen ravinnekuormituksesta (fosfori 7 % ja typpi 5 %) on suhteellisen pieni, mutta sen merkittävyyttä lisäävät metsätalouden harjoittaminen laajoilla alueilla koko

maassa. Toimenpiteet myös aiheuttavat melko pitkäaikaisia vaikutuksia ja ne kohdistuvat herkimpiin latvavesiin, joissa muu kuormitus on yleensä vähäistä. Metsätalouden pinta-alasta käsitellään vuosittain 1–2 % koko maan ja suurempien vesistöalueiden tasolla. (Vuollekoski & Joensuu 2006, 113–120; Joensuu ym. 2012, 5–7, 40–41; Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014.)

Luonnontilaisista metsistä ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutuminen on huomattavasti vähäisempää verrattuna metsätalousmetsien kuormitukseen, koska luonnontilaisilla alueilla ei tehdä metsätaloustoimenpiteitä. Sateisuus ja lumien sulanta vaikuttavat olennaisesti ravinteiden huuhtoutumiseen ja kulkeutumiseen. Kevään ja syksyn aikana syntyy jopa 60–80 % koko vuoden ravinnehuuhtoutumasta. (Kenttämies 2006, 22, 113; Vuollekoski & Joensuu 2006, 113; Joensuu ym. 2012, 6; Finér ym. 2010, 14.)

Metsätaloustoimenpiteiden kuten kunnostusojitusten, hakkuiden, maanmuokkausten, lannoitusten ja kulotusten, vaikutuksesta aiheutuu voimakasta kiintoainekuormitusta ja ravinnekuormitusta. Lisäksi rauta- ja alumiinipitoisuudet saattavat kohota hetkellisesti samoin kuin ammoniumtyppi-, natrium-, kalium-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet. Metsäautoteiden rakentaminen ja kantojen nosto saattavat myös aiheuttaa vastaavaa kuormitusta. (Kenttämies 2006, 15, 17; Joensuu ym. 2012, 14, 17, 30–31.) Metsätalousmaiden happamat sulfaattimaat aiheuttavat oman riskin vesistöille, koska happamat sulfaattimaat ovat herkkiä eroosiolle ja niiltä huuhtoutuu maaperää ja vesistöä happamoittavaa rikkihappoa, jota syntyy sulfaattimaan joutuessa tekemisiin ilman kanssa (Hökkä & Nieminen 2014). Tarkemmin sulfaattimaista luvuissa 7.1.

Hienojakoisilla viljavilla kasvupaikoilla suuri riskitekijä kivennäismaan pinnan eroosiolle on kantojen nosto. Kantojen noston yhteydessä tulee kiinnittää huomiota etenkin maaperään ja valita kantojen noston ajankohta kevät- ja syystulvien ulkopuolelle. Hienojakoinen ja viljava maaperä vaatii tehokkaita vesien-suojelumenetelmiä sekä leveitä suojakaistoja. (Kantojen noston ohjekortti.)

Metsien hakkuut lisäävät kuormitusta sulan maan aikaan, kun kasvipeitteisyyden vähentämisen ja maanpinnan muokkauksen seurauksena maa-ainesta ja ravinteita

kulkeutuu vesistöihin. Kuormitus lisääntyy valunnan kasvun kautta, kun kasvien kautta tapahtuvaa haihduntaa ei enää tapahdu ja kasvien ravinteiden otto vähenee. Turvemailla tapahtuvat hakkuut aiheuttavat valumaveden happamuuden sekä humuksen ja kaliumin huuhtoutumisen lisääntymistä. Hakkuutähteetkin voivat aiheuttaa kuormitusta, sillä puustoon sitoutuneista ravinteista pääosa on lehdissä ja neulasissa. (Finér ym. 2010, 7; Joensuu ym. 2012, 5–7, 30–31.)

Maanmuokkaus aiheuttaa merkittävää kiintoaine- ja ravinnekuormitusta, jos sitä tehdään vesistöjen lähellä. Metsätaloudessa uudistusalan valmisteluissa käytetään karuilla ja kuivilla kivennäismaiden kasvupaikoilla pääasiassa kevyitä muokkausmenetelmiä (esim. laikutus). (Kenttämies 2006, 15, 17; Joensuu ym. 2012, 30–31.)

Suurin yksittäinen vesistöjen kuormittaja on kuitenkin **kunnostusojitus**, joka usein aiheuttaa huomattavaa kuormitusta etenkin kiintoaineen suhteen. Kunnostusojitus yleensä kuitenkin alentaa valumavesien veden väriä ja kemiallisen hapenkulutuksen arvoa eli valumaveden humuksen määrää pitkän aikaa. (Joensuu ym. 2012, 7.) Palviaisen ja Finérin (2013, 34) mukaan tämä todennäköisesti johtuu ojituksen aiheuttamasta veden virtausreitin muutoksesta.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että metsäojitusten aiheuttamat kuormitusvaikutukset ovat suurimmillaan ensimmäisten vuosien ajan toimenpiteen jälkeen. Vaikka vaikutukset vähenevät ajan kuluessa, ne kestävät 10–20 vuotta. Ojitusten aiheuttamat vaikutukset voivat kuitenkin olla pysyviä hydrologisista syistä, koska tulvavedet purkautuvat nopeammin ojitetuilta alueilta kuin ojittamattomilta alueilta. Kokooja- ja laskuojissa suuret virtaamat lisäävät ojien syöpymistä. Ojien syöpyminen vähenee kaivuun jälkeen nopeammin maatumattomaan turpeeseen kaivetuissa ojissa, kuin ojissa jotka ulottuvat hienojakoiseen ja paljon savea sisältävään kivennäismaakerrokseen. (Kenttämies 2006, 24; Joensuu ym. 2012, 14; Palviainen & Finér 2013, 23.)

Metsien lannoitusten aiheuttamat vaikutukset vaihtelevat muun muassa toimenpiteestä ja maaperästä riippuen. Lannoitukset tuottavat suuremman ravinnekuormitusriskin turvemailla kuin kivennäismailla. Vaikutukset voivat näkyä parista vuodesta kymmeneen vuosiin. Suometsien lannoituksista suurin huuhtoutumisriski on fosforilla

ja kivennäismailla typpellä. (Vuollekoski & Joensuu 2006, 113; Finér ym. 2010, 14, 19; Joensuu ym. 2012, 30–31, 38.) Finér ym. (2010, 14, 19) tutkimuksen mukaan kivennäismaiden fosforilannoitus ei lisää valumavesien fosforipitoisuutta merkittävästi, koska pintavalunta on vähäistä ja fosfaatti imeytyy kemiallisesti maaperään. Turvemaiden fosforilannoituksen on arvioitu vaikuttavan huuhtoumaan noin 5 vuotta ja kivennäismaiden typpilannoituksen 2 vuotta (Finér ym. 2010, 14, 19; Joensuu ym. 2012, 30–31, 38).

Taulukossa 3 on vertailtu eri metsätaloustoimenpiteiden ominaiskuormituksia (kg/ha/v) ensimmäisenä vuotena ja kymmenentenä vuotena toimenpiteen jälkeen. Laskentamenetelmässä oletetaan, että kuormitus on luonnontautahuuhtouman tasolla, kun toimenpiteestä on kulunut vähintään kymmenen vuotta. Esimerkiksi metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama fosforikuormitus suhteessa metsätalousalueiden taustahuuhtoumaan on 10 % ja kiintoaineelle 54 %. Ominaiskuormitusluvut on tuotettu olettaen, että vesiensuojelusta on huolehdittu kivennäismaiden metsänuudistamisessa jättämällä suojakaistoja vesistöjen varsille ja kunnostusojituksessa rakentamalla laskeutusaltaita. (Finér ym. 2010, 12–15, 23.) Metsätaloudessa TOC huuhtouman on todettu kasvavan lähinnä avohakkuiden yhteydessä (Lepistö, Futter & Kortelainen 2014, 1225–1237.)

Metsätalouden aiheuttamassa kokonaiskuormituksessa (t/v) on merkittäviä eroja, riippuen tarkastellaanko kokonaisuutta bruttoina (joka sisältää taustahuuhtouman) vai nettoina (joka ei sisällä taustahuuhtoumaa). Potentiaalisen metsätalouden bruttokuormitus on ravinteiden (typpi 37 000 t/v ja fosfori 2 000 t/v) osalta huomattavasti suurempi kuin metsätaloustoimenpiteiden piirissä olevilta pinta-aloilta tulevan nettokuormitus (typpi 1 600 t/v ja fosfori 130 t/v). Kiintoaineen osalta erot eivät ole yhtä merkittäviä (brutto 74 000 t/v ja netto 71 000 t/v). Orgaanisen hiilen osalta bruttokuormitus (1 100 000 t/v) on huomattavasti nettokuormitusta (21 600 t/v) suurempaa.

Humuksen suhteen vanhan metsäojitusalueen COD_{Mn} kuormitus on Jaakolan ym. (2014, 70–74) selvityksen mukaan keskimäärin 139 kg/ha/v, kun luonnontilaisen suon huuhtoumaksi on arvioitu 110 kg/ha/v (katso taulukko 4). Näin ollen tämän selvityksen perusteella soiden ojitus metsätalouskäyttöä varten on hieman lisännyt

vesistöihin kohdistuvaa humuskuormitusta. Toisaalta Palviainen ja Finér (2013, 6–23) tekemän yhteenvedon mukaan vanhojen ojitusalueiden valumaveden laatu DOC pitoisuuden suhteen olisi samaa suuruusluokkaa kuin luonnontilaisilla soilla. Lisäksi on havaittu, että kohdekohtainen vaihtelu on suurta luonnontilaisillakin soilla.

Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttamat vesistövaikutukset ovat voimakkaimmillaan ensimmäisinä vuosina toimenpiteen jälkeen. Kuormitus vähenee ja lähes lakkaa kokonaan 10 vuotta toimenpiteen jälkeen, mutta lisäkuormitusta voi kuitenkin näkyä vielä 10 vuotta myöhemminkin.

Taulukko 3. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama typen, fosforin ja kiintoaineen netto-ominaiskuormitus (kg/ha/v) ja kokonaiskuormitus (t/v) Suomessa metsätaloustoimenpiteiden piirissä olevilta pinta-aloilta (netto) ja potentiaalinen metsätaloukmaan kuormitus (brutto)

(Lähde: Finér ym. 2010; ¹⁾ Lepistö, Futter & Kortelainen 2014; ²⁾ Saukkonen & Kortelainen 1995).

	Metsänuudistaminen		Kunnos- tusoitus	Lannoitus	
	Kivennäis- maat	Turvemaat		Kivennäis- maat	Turvemaat
1 vuotta toimenpiteestä (kg/ha/v)					
Typpi	0,95	4,30	0	12,0	0
Fosfori	0,056	0,10	0,42	0	0,27
Kiintoaine			420		
10 vuotta toimenpiteestä (kg/ha/v)					
Typpi	0,007	0,007	0	0	0
Fosfori	0,006	0,010	0,007	0	0
Kiintoaine			7		
Koko Suomessa (t/v)					
	Brutto (metsämaan potentiaali- nen kuormitus)		Netto (metsätaloustoimenpiteiden aiheut- tama kuormitus)		
Typpi	37 000 ⁽²⁾		1 600		
Fosfori	2 000 ⁽²⁾		130		
Kiintoaine	74 000 ⁽²⁾		71 000		
TOC	1 100 000 ⁽²⁾		21 600 ⁽¹⁾		

7.2.2 Metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteet

Kansallinen metsäohjelma (KMO) 2015 tukee tavoitteita vähentää metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta ja EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin asettamia ta-

voitteita saavuttaa vesistöjen hyvän tila. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä vesiensuojelun suuntaviivoiksi 2021 korostetaan metsätaloustoimien hyvää ennakkosuunnittelua virtaamansäädön keinojen tehostamiseksi ja kiintoaineksen huuhtoutumisen torjumiseksi. (Joensuu ym. 2012, 5.)

Metsätaloudessa vesiensuojelun onnistumisessa on merkittävää metsätaloustoimenpiteiden oikea valinta ja mitoitus sekä vesiensuojelutoimenpiteiden laadukas toteutus.

Keskeisimmät metsätalouden vesiensuojelua tehostavia toimenpiteitä ovat:

- kunnostusojitustarve ja kunnostusojituskelpoisuus
- kunnostusojituksen vesiensuojelun perusrakenteet (esim. lietekuopat, kaivu- ja perkauskatkot, laskeutusaltaat ja pienimuotoiset pintavalutus-kentät)
- lannoituksen suojakaistat (lannoittamattomat alueet, jotka jäävät lannoitettavan alueen ja vesistön väliin)
- hakkuiden suojavyöhykkeet (muokkaamattomat alueet, jotka on jätetty hakkualan ja vesistön välille)
- metsätalouden eroosiohaittojen torjunta vesiensuojelurakenteella (eli esimerkiksi pintavalutus kentät, pohja- ja putkipadot tai kosteikot).

Suometsien hoidossa ja käytössä toimenpiteiden aiheuttamat haitalliset ympäristövaikutukset tulee pitää mahdollisimman vähäisinä kuitenkin siten, että metsätalous on kannattavaa. Hoitoa ja käyttöä voidaan edistää muun muassa kestävän metsälain rahoituslain mukaisen rahoituksen (Kemera) avulla sekä kehittämällä suometsien hoitoon ja käyttöön soveltuvaa teknologiaa ja toimintatapoja. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 7–8.)

Puunkorjuun oikeanlaisella ajoittamisella vähennetään haitallista maanpinnan rikkoutumista ja syöpymiselle alttiiden ajourapainautumien muodostumista. Kannattavaan aikaan ja kohteelle soveltuvalla korjuukalustolla tehty korjuu on osa vesiensuojelutoimenpiteitä, jotka korostuvat etenkin turvemaidella. Eroosioherkillä ja jyrkillä rinteillä tulisi jättää nostokatkoja poikittain pääkaltevuussuuntaan nähden, jotta saadaan estettyä uomien syntyminen, jotka johdattavat vettä ja sen mukana kulkeutuvia

ravinteita, kiintoainesta ja muita vesistöille haitallisia aineita. **Kantojen noston** yhteydessä tulee kiinnittää huomiota etenkin maaperään, sillä hienojakoinen ja viljava maaperä vaatii tehokkaampia vesiensuojelumenetelmiä ja leveämpiä suojakaistoja. Myös ajankohdan oikean valinta (kevät- ja syystulvien ulkopuolelle) on merkitystä kuormituksen vähentämiseksi. Kantojen nostoa ei tule myöskään tehdä pohjavesialueilla, sillä ensimmäisen luokan pohjavesialueilla ei saa korjata kantoja, eikä sitä suositella toisen luokan pohjavesialueilla, suuren vesistökuormitusriskin vuoksi. (Kantojen noston ohjekortti.)

Kunnostusojituksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan kannattavuuden ohella luontoarvot ja vesiensuojelu (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 8). Kunnostusojitus suunnitelmissa tulee arvioida turvekerroksen paksuus ja sen vaihtelut, sekä ohutturpeisilla alueilla myös turvekerroksen alla oleva kivennäismaalaji (Joensuu ym. 2012, 11). **Kaivu- ja perkauskatkoilla** voidaan vähentää kiintoainekuormaa. Toiminnallisesti kaivukatkot (eli ojaan jätettävät kaivamattomat osuudet) ovat pienoiskokoisia pintavalutuskenttiä. Perkauskatkot ovat muutamien metrien pituisia perkaamattomia osuuksia, jotka hidastavat virtausnopeutta ja suodattavat vedestä epäpuhtauksia. **Lietekuoppien** tarkoituksena on pidättää pohjakulkeumana liikkuvaa karkeaa kiintoainetta. Ne ovat vähintään 100 metrin välein sarkaojiin kaivettuja syvänteitä. Ne voivat olla myös pitkiä ojan sivulle laajenevia syvennyksiä eli lietetaskuja. Lietekuopat perustetaan sellaisiin kohtiin, missä veden virtausnopeus luontaisesti hidastuu, jotta niiden kiintoaineen pidätysominaisuudet olisivat mahdollisimman tehokkaita. (Joensuu ym. 2012, 13–14.)

Metsätähteiden korjuu uudisaloilta vähentää niistä vapautuvan ravinnehuuhtouman määrää, koska lehtiin ja neulasiin on sitoutunut suurin osa ravinteita. Etenkin nitraattityypen huuhtoutumista saadaan vähennettyä biomassan keruun myötä. (Joensuu ym. 2012, 30–31.) Hakkuutähteitä ei suositella jätettäväksi vesistöjen suojakaistoille. Kiintoainehuuhtoumarisktiin voidaan vaikuttaa hakkuussa käytettävällä kevyemmällä konekalustolla. Sulan maan aikaan ja turvemaille suositaan käytettäväksi vähän maastovaurioita aiheuttavaa kalustoa. Hakkuiden aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää pintavalutuksen avulla jättämällä riittävät suojakaistat vesistöihin. (Joensuu ym. 2012, 17, 30–31.)

Vesistöjen ja pienvesien varsille suositellaan jätettäväksi **suojakaista** vesistökuormituksen ehkäisemiseksi. Suojakaistan tulisi olla yhtenäinen vähintään 5 metriä leveä kaistale, joka muotoilee maaston ja muun kasvillisuuden luonnollisia vaihtumiskohtia. Toimivien metsäojien varsille suositellaan jätettäväksi noin metrin levyinen suojakaista. Kuormitusta voidaan rajoittaa säilyttämällä suojakaistojen maanpinta rikkomattomana. Leveämmät suojakaistat ovat tarpeen etenkin hienojakoisilla ja viettävillä alueilla ja kun korjuualaan liittyvä valuma-alue on laaja (esim. 10–20 ha ylittävä valuma-alue). (Joensuu ym. 2012, 30–33.) Vesistöjen reunoille jätettävillä suojakaistoilla on tärkeä merkitys kuormituksen vähentämisen lisäksi niin monimuotoisuuden kuin maisemankin kannalta.

Pintavalutuskentillä (kuvio 18) pidätetään valumavesistä kiintoainesta ja ravinteita. Pintavalutuskentille soveltuu tasainen maa-alue, jossa vedet suodattuvat maaperän tai kasvillisuuden läpi, veden liike hidastuu ja vesi leviää tasaisesti laajalle alueelle. Pinnan muodoistaan vaihtelevilla alueilla syntyy helposti oiko- ja ohivirtauksia, jotka heikentävät puhdistustulosta. (Joensuu ym. 2012, 14–19.)



KUVIO 18. Metsätalouden pintavalutuskenttä (Teija Hakalahti-Sirén).

Laskeutusaltaat (kuvio 19) ovat laskuojien yhteyteen kaivettuja altaita, joiden tarkoituksena on poistaa valumavesistä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Laskeutusaltaat perustetaan uoman hitaasti virtaaville osuuksille, jolloin kiintoaine laskeutuu veden virtausnopeuden pienentyessä. Laskeutusaltaat ovat kunnostus- ojitushankkeissa tavallisesti käytettyjä vesiensuojeluratkaisuja. Laskeutusaltaat toimivat parhaiten täydentäessään muita vesiensuojelukeinoja. (Joensuu ym. 2012, 14–19.)



KUVIO 19. Metsätalouden laskeutusallas (Teija Hakalahti-Sirén).

Metsätalouden **kosteikoilla** pyritään poistamaan valumavesistä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Kosteikot perustetaan tyypillisesti patoamalla vesiä alavaan paikkaan. Perustaminen voi edellyttää myös pengertämistä. Kosteikoissa on tyypillisesti syvän ja matalan veden alueita. Niiden pinta-alan tulee olla sellainen, että saavutetaan riittävä veden viipymä (1–2 vuorokauden viipymä myös keskiylivirtaaman aikana keväällä), jota voidaan edesauttaa muun muassa jakopadoilla ja ojitustajärjestelyillä. Ravinteiden poistoon parhaita ovat suhteellisen matalat altaat,

mutta kuitenkin keskisyvyydeltään noin 0,5 metriä, jotta allas ei kasva umpeen liian äkkiä. Kosteikko tulee olla suunniteltu niin, että se voidaan tyhjentää kasvillisuuden hallitsemiseksi. (Joensuu ym. 2012, 25–28, 52.)

Taso-hankkeessa tehdyn selvityksen mukaan (Joensuu, Kauppila, Tenhola, Lindén & Vuollekoski, 8) kosteikkojen käyttö on vielä hajanaista ja kosteikon määritelmä metsätalouden vesiensuojelumenetelmänä on vielä jossakin määrin selkiintymätön. Kyseisen selvityksen mukaan metsätalouden kosteikkoja on toteutettu pääasiassa luonnonhoitohankkeina ja suuria valuma-alue pinta-aloja koskevin hankkeina.

Useiden tutkimusten ja selvitysten pohjalta voidaan todeta, että parasta vesiensuojelua on useamman eri vesiensuojelutoimenpiteen yhdistäminen kullekin alueelle sopivin menetelmin.

7.2.3 Tuet ja avustukset metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin

Metsätalouden vesiensuojelutoimiin saatavat Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera-lain) asettamien ehtojen mukaiset tuet muodostavat vesiensuojelua tukevan rahoitusjärjestelmän. Vesiensuojelusuositukset ohjaavat suometsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä. ELY-keskukset seuraavat metsäojitustoimintaa ilmoitusten perusteella ja esittävät tarvittaessa säädösten edellyttämiä toimenpiteitä.

Metsäkeskuksen asiantuntijan (4.11.2014) mukaan Metsäkeskuksen kautta kannavoidsaan Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) 20 § luonnonhoitovaroja. Metsäkeskuksen julkisen palvelun tehtäviin kuuluu alueellinen luonnonhoidon suunnittelu. Suunnittelun avulla pyritään löytämään merkittävimmät alueet, joissa on tarvetta, ja voidaan tehokkaimmin edistää metsätalouden vesiensuojelua. Priorisointiin vaikuttaa muun muassa vesipolitiikan puitedirektiivin mukainen vesienhoidon toteuttaminen. Toteutettavien hankkeiden kosteikot tehdään lähinnä vesiensuojelun tehostamismielessä ja yleensä hankkeissa suunnitellaan vesiensuojelutoimenpiteet laajemmalle, esimerkiksi kolmannen jakovaiheen valuma-alueelle. Hankkeissa voi-

daan toteuttaa periaatteessa kaiken tyyppisiä kosteikkoja ja näiden hankkeita kustannuksia tuetaan Kemerasta (40–65 %). Luonnonhoitohankkeet valikoituvat alueellisen suunnittelun perusteella:

Kosteikkojen käyttö on harvinaista ja todennäköisin kosteikkotyyppi on laskeutusaltaan ja pintavaluntakentän yhdistelmä, koska hankkeet ovat yleensä pieniä ja soveltuvia kohteita on vähän tarjolla (Metsäkeskuksen asiantuntija 4.11.2014).

Metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteistä vastuu on metsänomistajalla, mutta keskeinen rooli on myös maa- ja metsätalousministeriöllä, metsäkeskuksilla ja neuvontajärjestöillä (Mäenpää & Tolonen 2011, 81).

7.2.4 Metsätalouden vesistökuormituksen arviointi

Metsätalousmaiden taustahuhtouman vaihteluun vaikuttavia tekijöitä on selvitetty Suomessa 42 pienellä luonnontilaisella valuma-alueella ja kunnostusojitusten vaikutusta vesistökuormitukseen 56 valuma-alueella. Ojituksen vesiensuojelumenetelmiä ja -ohjeistuksia on kehitetty monia vuosikymmeniä. Tutkimukset ovat tuottaneet vaihtelevia tuloksia kunnostusojitusten vaikutuksesta valuntaan. (Finér ym. 2010, 12; Palviainen & Finér 2013, 6, 15–17.)

Metsätalouden vesistökuormitus on vähentynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana vesiensuojelutoimenpiteiden tehostumisen ja vesiensuojelulle myönteisen ilmapiirin vuoksi. Ilman jatkuvaa seuranta ei kuitenkaan voida tarkkaan tietää paljonko tietyltä alueelta tulee kuormaa vastaanottavaan vesistöön. Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttamaa vesistökuormitusta voidaan tarkastella koko valuma-alueen tasolla ennen toimenpidettä ja sen jälkeen (ns. parittaisten valuma-alueiden menetelmä) tai tarkastella kuormituksen muutosta suhteessa toimenpidealueen kokoon eli ominaiskuormituslukuja. Vesistökuormituksen määrittäminen edellyttää virtaaman ja vedenlaadun seuranta ja usein virtaaman seuranta järjestetään jatkuva-toimisilla mittausmenetelmillä. Alueellisilla taustakuormitusarvoilla voidaan saada parempi käsitys metsätaloustoimenpiteiden merkityksestä vesistökuormittajana. (Joensuu ym. 2012, 12–14; Palviainen & Finér 2013, 15–16.)

Metsätalouden toimenpiteistä johtuvan ravinnekuormituksen suuruuden määrittelyyn liittyy aina epävarmuustekijöitä, koska kuormitusarvioiden teko on monimutkaista erilaisten maaperä-, maasto- ja metsätyyppien sekä erilaisten toimenpiteiden ja niiden kertaluontoisuuden vuoksi. Valuma-alueen toimenpidehistoria olisi hyvä tuntea vaikutusten pitkäkestoisuuden vuoksi jopa useiden vuosikymmenten ajalta. Tietoja on kuitenkin vaikea saada, koska metsätalouden viralliset tilastot kerätään hallinnollisiin aluejakoihin perustuvina ilman tarkkoja paikannustietoja. Tilastoinnin piiriin ei myöskään kuulu kaikki huuhtoumiin merkittävästi vaikuttavat toimenpiteet. (Kenttämies 2006, 9–11.)

7.3 Turvetuotanto

Turpeella on tärkeä rooli kotimaisena energianlähteenä. Sillä on aluetaloudellista merkitystä ja tärkeä rooli huoltovarmuuden turvaamisessa. Turve on tärkeä tukipolttoaineena niin teollisuuden kuin taajamienkin sähkön ja lämmön tuotannossa puutai muuta biomassaa käyttävissä laitoksissa. Ilmasto- ja energiastrategiassa linjataan hallitusohjelman mukaisesti, että turpeen energiakäyttöä vähennetään suunnitelmallisesti sen aiheuttamien ilmastovaikutusten vuoksi, kuitenkin siten ettei sitä tarvitse korvata kivihieillä. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 9.)

Suomen soiden ja turvemaiden pinta-ala on noin 9 milj. hehtaaria, eli noin 29 % Suomen maapinta-alasta. Tästä alasta turvetuotannossa on noin 0,06 milj. hehtaaria, eli alle 1 %. Suomessa suot ja turvemaat eivät ole jakautuneet maantieteellisesti tasaisesti. Niitä on eniten Pohjois-Suomessa ja Etelä-Suomen alueella vähiten. Turvetuotanto keskittyy runsassoisille alueille. (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 14.)

Turvetuotantoalueista valtaosa (75 %) on perustettu ojitetuille ja osa luonnontilaisille soille. Turvetuotannon sijoittamista jo ojitetuille soille ohjataan valtioneuvoston periaatepäätöksillä vesiensuojelun tavoitteista vuoteen 2005 (19.3.1998), vesiensuojelun suuntaviivoista vuoteen 2015 (23.11.2006), valtioneuvoston päätöksellä vesien-

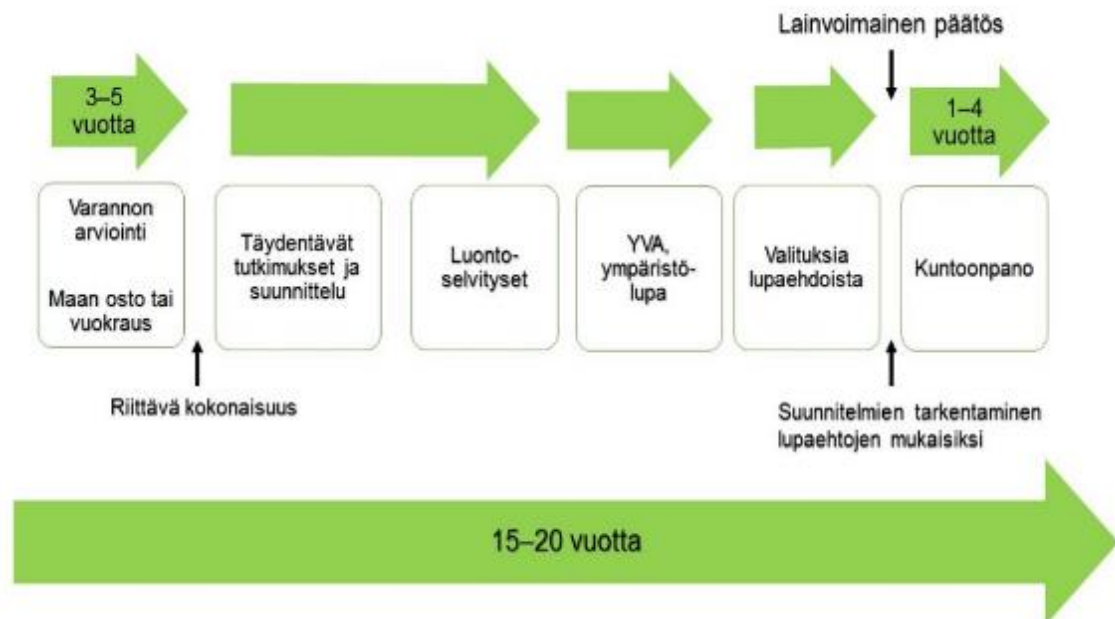
hoitosuunnitelmista (10.12.2009) ja valtioneuvoston periaatepäätöksellä vesienhoidon toteutusohjelmasta 2010–2015 (17.12.2011). (Kirkinen, Hillebrand & Savolainen 2007, 22; Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011, 1–19.) Nykyisin turvetuotantoa ei enää perusteta luonnontilaisille soille.

Monet turvetuotantoalueet ovat vanhoja ja turve on jo hyödynnetty loppuun. Turvetuotannosta poistuukin alueita jopa 44 000 hehtaaria vuoteen 2020 mennessä. Vapautuneita suopohjia hyödynnetään yleisimmin metsätalousmaana, viljelysmaana, lintuvesinä tai muina kosteikkoina. Turvetuotantoalueella käytettyjä vesienkäsittelymenetelmiä suositellaan hyödynnettäväksi mahdollisuuksien mukaan jälkikäyttövaiheessa. (Valtioneuvoston periaatepäätös 2012, 10.)

Turvetta nostetaan vuosittain noin 25 milj. kuutiometriä, josta 90 % hyödynnetään energiaturpeena (Klöve, Saukkoriipi, Tuukkanen, Heiderscheidt, Heikkinen, Marttila, Ihme, Depre & Karppinen 2012, 5). Lisäksi tuotetaan ympäristöturpeita esimerkiksi kasvualustoiksi ja kuivikkeiksi. Ympäristöturpeiden käytöllä voidaan välillisesti pienentää vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta. Turpeella parannetaan yhdyskuntien jätehuollossa lietteen käsittelyä sekä hyötykäyttöä ja karjataloudessa lannankäsittelyä sitomalla ammoniakkaa turpeeseen. (Valtioneuvoston periaatepäätös 2012, 10.)

Turvetuotanto on ympäristöluvan varaista toimintaa

Ympäristölupapäätöksissä turvetuotantoalueille määritetään muun muassa käytettävät vesienkäsittelymenetelmät ja vesistö päästöihin liittyvät velvoitetarkkailut. Kuviossa 20 on kuvattu turvetuotantoalueen lupaprosessi ennen kuntoonpanovaihetta. Kuntoonpanovaiheessa tuotantoalueelle tehdään muun muassa vesiensuojelurakenteet. Tämän vaiheen jälkeen alkaa varsinainen tuotantovaihe, joka yhdellä alueella kestää noin 20–30 vuotta.



KUVIO 20. Turvetuotannon ympäristölupaprosessi (Kuvion sisällön lähde: turveinfo.fi).

7.3.1 Turvetuotannon vesistökuormitus

Turvetuotannon vesistökuormitus on peräisin ravinteista, raudasta, kiintoaineesta ja humuksesta. Kuormituksen määrässä on paikallisia ja ajallisia eroja, joihin vaikuttavat suon ominaisuudet, ilmasto ja hydrologiset tekijät (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 5).

Turvetuotannon osuus ihmistoiminnan aiheuttamasta vesistökuormituksesta on arvioitu olevan sekä fosforin että typen osalta noin 1 %. Ravinnekuormitusta merkittävämmäksi vesistöihin vaikuttavaksi tekijäksi on arvioitu kiintoainekuormitus. Kiintoainetta vähentämällä voidaan vähentää myös ravinne- ja humuskuormitusta (Joensuu ym. 2012, 6; Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014.)

Kiintoainemäärät vaihtelevat suuresti tuotantoaluekohtaisesti riippuen vesienkäsittelyn tasosta, alueella tehtävistä toimenpiteistä ja tuotantokentän ominaisuuksista. Lisäksi kuormituksessa on vuotuista vaihtelua sääolosuhteiden ja valuntatapahtumien mukaan. Kiintoainekuormitus on seurausta turpeen eroosiosta ja kulkeutumi-

sesta valumaveden mukana vesistöön. Turvetuotantoalueen paljailta tuotantopinnoilta kiintoainetta kulkeutuu työkoneiden ja tuotannon takia ojiin. Lisäksi sade ja pintavalunta voivat irrottaa turvetta. Turvekerroksen alapuolinen mineraalimaa voi myös erodoitua, mikäli kuivatusojat ulottuvat mineraalimaahan. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 10–11.) Käytettävillä vesiensuojelumenetelmillä vähennetään vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta.

Fosfori huuhtoutuu turvetuotantoalueelta joko liukoisena orgaanisena humukseen sitoutuneena fosforina, fosfaattifosforina tai kiintoaineeseen sitoutuneena. Valumavesien fosforipitoisuuksien on havaittu olevan korkeimmillaan pienten valumien aikaan kesällä ja talvella, jolloin valumavettä virtaa mittauspisteelle pääasiassa syvemmistä turvekerroksista. Tällöin myös suurempi osa huuhtoutuvasta fosforista on liukoisessa muodossa. Hapettomissa olosuhteissa vapautuu myös esimerkiksi oja-sedimentteihin sitoutunutta fosforia. Valunnan kasvaessa veden fosforipitoisuus yleensä alenee johtuen siitä, että pääosa valunnasta tapahtuu turpeen pintakerroksissa. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 12–14.)

Typpi huuhtoutuu turvetuotantoalueelta epäorgaanisena ammonium- tai nitraattityppinä, liukoisena humukseen sitoutuneena typpinä tai kiintoaineeseen sitoutuneena. Turvetuotantosoiden valumavesien typpi on pääosin epäorgaanista ja sitä muodostuu turpeen hajoamisen myötä. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 12–14.)

Kiintoaineen ja ravinteiden lisäksi turvetuotannon valumavedet sisältävät muiden suovesien tapaan liuenneita orgaanisia aineita, pääasiassa humusaineita. Keväällä lumen sulannan aikaan veden humuskuormitus (COD_{Mn} arvot) on alhaisimmillaan ja korkeimmillaan syksyllä kasvukauden jälkeisten suurten valumien aikaan. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 14–15.)

Rautaa voi huuhtoutua kaikenlaisen ojituksen seurauksena. Turvemaan rautapitoisuus on yleensä suurempi syvemmissä maakerroksissa kuin maan pintakerroksissa, jonka vuoksi maan kuivatus voi lisätä raudan huuhtoutumista. Rautaa voi olla huomattavia määriä sitoutuneena turvemaan eri kerroksiin. Se kulkeutuu suolle pohjaveden mukana liukoisessa (Fe^{2+}) muodossa. Turvetuotantoalueelta rautaa voi

huuhtoutua kiintoaineeseen ja humukseen sitoutuneena sekä ionimuodossa. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 14–15; Marttila 2014, 48–49.)

Turvetuotantoon ojitetulta suolta fosfori- ja etenkin typpikuormitus ovat keskimäärin suurempia kuin luonnontilaiselta suolta tai vanhalta metsäojitusalueelta (taulukko 4). Ravinnekuormitusta aiheuttaa ojituksen seurauksena kiihtyvä turpeen hajoaminen sekä lisääntynyt valunta ojiin syvempien, pidemmälle maatumien turvekerrosten läpi. (Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen 2012, 12–13.)

Taulukko 4. Luonnontilaisen ja metsäojitetun suon arvioidut ominaiskuormitukset (brutto) koko Suomessa (Jaakola ym. 2014).

	Luonnontilainen suo (ojittamaton), kg/ha/v	Metsäojitettu suoalue (vanha ojitus, >10 v.), kg/ha/v
Typpi	1,7	2,5
Fosfori	0,06	0,15
Kiintoaine	6,6	15
COD _{Mn}	110	139

Turvetuotannon kuormitus on usein hieman suurempi tuotantoon tulevan suon kuntoonpanovaiheen kuin itse tuotantovaiheen aikana (Jaakola ym. 2014, 72–74). Viimeaikaisissa tutkimuksissa on pyritty selvittämään kuormituksen muodostumisen prosesseja turvetuotannossa. Niissä on esimerkiksi havaittu turpeen maatumisuusasteen vaikuttavan kiintoainekuormitusriskiin turvetuotantoalueilla. Maatuneempi turve erodoituu herkemmin kuin vähemmän maatumut turve. Toinen merkittävä kiintoainekuormitusriskiä lisäävä tekijä on ojien ulottuminen mineraalimaahan. Rikkoutunut mineraalimaa kuten siltti- ja hiekkamaa ovat herkempiä eroosiolle kuin rikkoutumaton turvemaa. Tutkimus tehtiin kuitenkin ennen tehostettuja vesienkäsittelyrakenteita (pintavalutus kentät, kosteikot tms.) ja turvekentän maatumisuusasteenkaan potentiaalisesta vaikutuksesta vesistökuormitukseen ei vielä ole tutkittua tietoa. (Tuukkanen, Marttila & Klöve 2014, 3523–3535.)

BioTar-hankkeen (Marttila 2014, 48–49) tutkimustulosten perusteella turvetuotannon vaikutuspiirissä olevien alueiden puroissa keskimääräinen kiintoainepitoisuus (mitattuna 0,4 µm huokoskoon suodattimella) oli hieman suurempi (18,3 mg l⁻¹) kuin turvemetsätalousvaltaisilla (15,0 mg l⁻¹) ja luonnontilaisilla alueilla (10,8 mg l⁻¹), mutta kiintoaine koostui enemmän epäorgaanisesta aineksesta. Turvetuotannon tutkimuspisteissä oli vaikutuksia myös metsätaloudesta sekä maataloudesta, mikä vaikeutti syy-seuraussuhteiden tulkintaa. (Marttila 2014, 48–49.) Kiintoaine- ja ravinnekuormituksen lisääntyminen alapuolissa vesistöissä on nähtävissä erityisesti pohjien paikallisina liettymisinä (Klöve, Saukkoriipi, Tuukkanen, Heiderscheidt, Heikkinen, Marttila, Ihme, Depre & Karppinen 2012, 5), joita on kuitenkin valuma-alueetasolla hankala erottaa metsäojitusten aiheuttamista vaikutuksista.

Taulukossa 5 on koottuna turvetuotannon typen, fosforin, kiintoaineen ja orgaanisen aineksen (COD_{Mn}) ominaiskuormitukset (brutto) koko Suomen osalta ja ympärivuotiselta pintavalutuskentältä sekä perustason vesienkäsittelyn varassa olevilta kohteilta. Kuormitusluvuista ei ole vähennetty taustahuhtoumaa, toisin kuin maa- ja metsätalouden kuormitusluvuista.

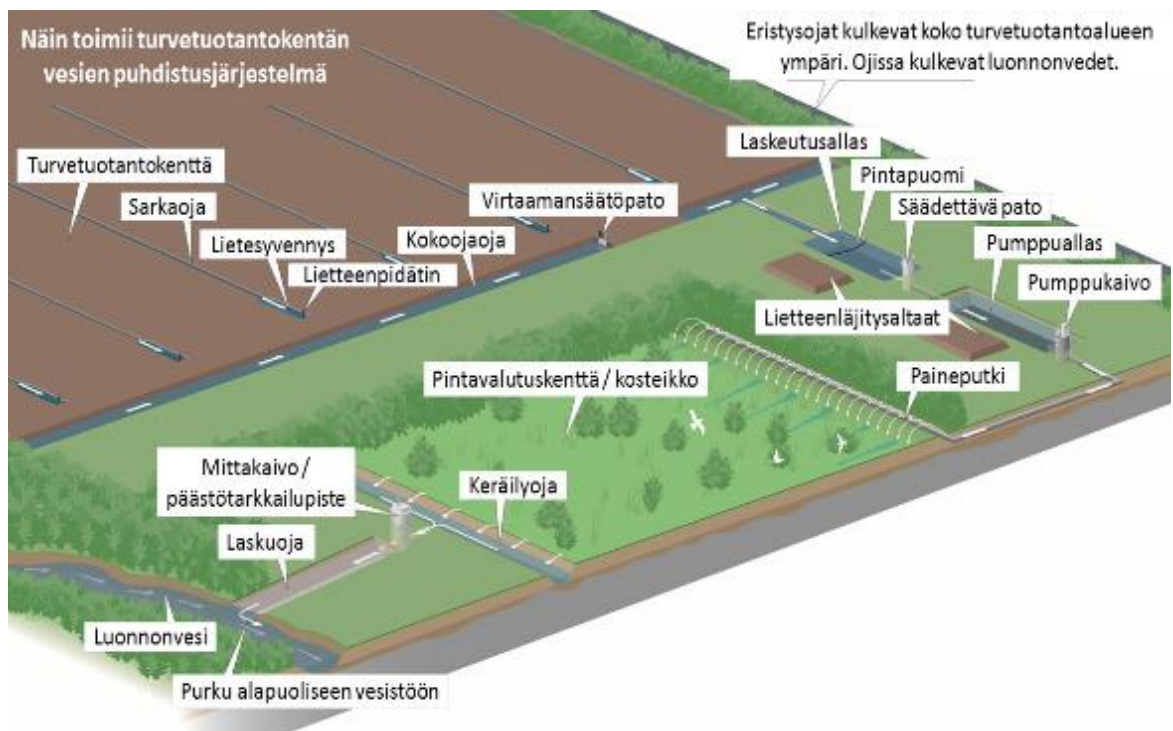
Taulukko 5. Turvetuotannon kuormitus (brutto) Suomessa
(Lähde: ¹⁾ Jaakola ym. 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Perustaso, laskeutusallas ja virtaa- mansäätö kg/ha/v	Ympärivuotinen pintavalutus- kenttä kg/ha/v	Kokonais- kuormitus t/v
Typpi	13 ⁽¹⁾	7,8 ⁽¹⁾	524 ⁽²⁾
Fosfori	0,35 ⁽¹⁾	0,26 ⁽¹⁾	20 ⁽²⁾
Kiintoaine	85 ⁽¹⁾	29 ⁽¹⁾	3 400 ⁽²⁾
COD _{Mn}	207 ⁽¹⁾	183 ⁽¹⁾	
TOC			9 500 ^(1; 2)

7.3.2 Turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteet

Turvetuotannon aiheuttama vesistökuormitus voidaan minimoida ottamalla käyttöön perustason puhdistusmenetelmien lisäksi nykyaikaisia, luonnonmukaisia puhdistusmenetelmiä, kuten pintavalutuskenttiä ja kosteikkoja (kuvio 21), jotka auttavat vähentämään kuormitusta (taulukko 5). Eri- ja ongelmatapauksissa voidaan käyttää kemiallista puhdistusta. Vesienkäsittelyllä vedestä poistetaan kiintoainetta, ravinteita sekä rautaa fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien avulla. Peräkkäiset, toisiaan täydentävät puhdistusmenetelmät vähentävät kuormitusta tehokkaimmin. (Turvetuotanto ja vesistövaikutukset; Tutkija 2014a; Tutkija 2014b.)

Turvetuotannon niin kutsuttuja perustason vesiensuojelurakenteita ovat sarkojien lietesyvennykset, lietepidättimet, laskeutusaltaat pintapuomeineen ja patorakenteineen sekä kokoojajojen mahdolliset virtaamansäätöpadot. Perustasoa täydentäviä menetelmiä ovat pintavalutus-, kasvillisuuskentät ja kosteikot. Turvetuotannon vesienpuhdistus alkaa sarkojissa (lietesyvennyksessä ja lietteenpidätinissä) ja jatkuu kokoojajojissa sekä laskeutusaltaissa. Pintavalutuskentät ovat yleisimpiä perustasoa tehostavia vesienkäsittelymenetelmiä. Pintavalutuksessa valumavesi puhdistuu suoutuessaan ylimpien turvekerrosten läpi ja vedestä pidättyy kiintoainetta, typpeä, fosforia ja rautaa. (Turvetuotanto ja vesistövaikutukset.)



KUVIO 21. Turvetuotantoalueen vesien puhdistusjärjestelmä (Lähde: Vapo Oy).

Turvetuotantoalueen **sarkaojien** päässä olevat rakenteet estävät ojaan joutuneen kiintoaineen kulkeutumista eteenpäin. Vesi johdetaan kokoojaojien kautta laskeutusaltaaseen. **Laskeutusaltaissa** veden virtausnopeutta hidastetaan ja laskeutetaan vettä painavampi kiintoaine altaan pohjalle. (Tattari, Koskiaho & Kosunen 2014, 16.) **Virtaamansäädöllä** saadaan tasattua virtaamaa suurten valumien aikana ja vähennettyä kiintoainekuormitusta ja sen mukana kulkeutuvaa ravinnekuormitusta. Sijoittamalla ne muiden vesiensuojelurakenteiden yläpuolelle saadaan tasattua valumahuippuja. (Tattari, Koskiaho & Kosunen 2014, 16.)

Laskeutusaltaiden jälkeen puhdistus jatkuu pintavalutus-, kasvillisuuskentillä tai kosteikolla kohteesta riippuen. **Pintavalutuksessa** turvetuotantoalueen valumavedet ohjataan ojilla rajatulle luonnontilaiselle tai ojitetulle suoalueelle. (Turvetuotanto ja vesistövaikutukset.) Vesiensuojelurakenteet mitoitetaan yleensä suurille virtamille.

Kosteikot ovat vesienkäsittelymenetelmiä, joissa on pysyvää avovesipintaa. Kosteikko tai kasvillisuuskenttä perustetaan yleensä vanhalle tuotantoalueelle turvekerroksen hyödyntämisen jälkeen. **Kasvillisuuskenttä** on tasaisempi alue ja se voi

kuivua välillä. Alue voidaan jättää kasvittumaan luontaisesti tai se voidaan kylvää muun muassa ruokohelvelle. Ruokohelpikentät ovat osoittautuneet lupaaviksi menetelmiksi turvetuotannon vesienkäsittelyssä. (Turvetuotanto ja vesistövaikutukset; Klöve, Saukkoriipi, Tuukkanen, Heiderscheidt, Heikkinen, Marttila, Ihme, Depre & Karppinen 2012, 11–16.) .

Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) uusille tuotantoalueille on ympärivuotinen pintavalutus tai kemikalointi. Ympäristölupien tarkastuksen yhteydessä vesiensuojelua voidaan tehostaa vanhoilla tuotantoalueilla myös kasvillisuuskentillä tai kosteikoilla, mikäli pintavalutus ei ole mahdollinen ja kemikalointia ei katsota tarpeelliseksi. (Ympäristöministeriö 2013b, 32, 39, 47.) Kaikilla turvetuotantoalueilla on aina lisäksi käytössä perustason vesienkäsittelymenetelmä.

7.3.3 Tuet ja avustukset turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteisiin

Turvetuotannon vesiensuojeluun liittyviin tutkimus- ja kehittämistoimintaan, kuten uusien innovaatioiden kehittämiseen sekä vesiensuojelua edistäviin hankkeisiin, on mahdollista hakea yhteiskunnan tukea. (Mäenpää & Tolonen 2011, 87.) ELY-keskuksen asiantuntijan (4.11.2014) mukaan turvetuottajat vastaavat itse turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteiden suunnittelusta ja toteutuksesta aiheutuneista kustannuksista sekä vaikutusten seurannasta. Lopullinen vastuu vesiensuojelutoimenpiteiden toteutuksesta on alan yrityksillä.

7.3.4 Turvetuotannon vesistökuormituksen arviointi

Turvetuotannon aiheuttamasta vesistökuormituksesta on tehty paljon tutkimuksia ja selvityksiä, mutta silti kaikkia kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä ei vielä tunneta riittävän hyvin. Klöven, Tuukkasen, Marttilan, Postilan ja Heikkisen (2012, 5) mukaan tällaisia kysymyksiä ovat erilaisten ilmasto-olojen vaikutukset turvetuotannon hydrologiaan ja kuormitukseen, kuormituksen muodostumiseen vaikuttavat tuotantoalueen ja maaperän ominaisuudet, turvetuotantotapojen vaikutukset kuormitukseen sekä vesiensuojelumenetelmien vaikutukset sulolta lähtevään kuormitukseen.

Turvetuotannon aiheuttamien päästöjen vähentämiseksi tuotanto sekä vesiensuojelutoimet suunnitellaan huolellisesti ja asiantuntemuksella. Turvetuotannon ympäristöluvan saaminen edellyttää, että alapuolisen vesistön tilan heikkeneminen estetään eikä vaaranneta vesistön hyvän tilan saavuttamista. Suunnittelussa otetaan huomioon myös suon ominaisuudet, hydrologiset muutokset sekä suon merkitys valuma-alueen kokonaisuuteen. Turvetuotannon ympäristönsuojelusuunnitelmaa tehdessä paikalliset olosuhteet on tunnettava ja suunnittelun tulee perustua riittäviin maastotutkimuksiin. (Ympäristöministeriö 2013b, 31.)

Turvetuotannon vesistötarkkailuun kuuluu veden fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu, joka tehdään 3–6 vuoden välein sekä muita vesistöjen tilaan liittyviä selvityksiä. Lisäksi tarkkailussa huomioidaan päästötulokset. (Ympäristöministeriö 2013b, 57–58.)

Kuormituksen laskennassa mittausasemalta otettujen vesinäytteiden määrä ja näytteenoton ajoitus vaikuttavat siihen, miten hyvin saadaan selville kuormituksen määrä tai käytetyn vesiensuojelumenetelmän tehokkuus. Vähäinen näytemäärä (5–10 näytettä/vuosi) antaa todennäköisesti epäluotettavan kuvan tuloksesta. Jos näytteitä on yli 20 vuosittain, voidaan tulosta pitää suhteellisen luotettavana pitkällä aikavälillä, mutta silloinkin seuranta-aineistoa pitäisi olla usean vuoden ajalta (3–5 vuoden havainnot). (Tattari, Koskiaho & Kosunen 2014, 16–18.)

Tarkkailu yksittäisiltä soilta tehdään ympäristöluvan mukaisesti. Laajimmillaan ympärivuotisesti vesinäytteitä otetaan 24–25 kappaletta. Näytteenotto on tiheintä suurivirtaamaisina aikoina keväällä. Ympärivuotisesti tarkkailussa olevilla kohteilla tyyppillisesti käytetään jatkuvatoimista virtaamamittausta. Lisäksi voidaan tehdä tehon tarkkailua, jolloin vesienkäsittelymenetelmän ylä- ja alapuolelta otetaan vesinäytteitä. Ympäristöluvissa voidaan lupaehdoissa asettaa muun muassa puhdistustehovaatimuksia tai lähtevän veden pitoisuusvaatimuksia.

Kuviossa 22 on kuvattu turvetuotannon päästötarkkailussa yleisesti käytössä oleva mittakaivo poikkileikkauksena. Mittakaivosta otetaan vesinäytteet ja siinä olevan V-padon ja paineanturin avulla seurataan virtaamaa. Mittakaivo sijaitsee kaikkien vesiensuojelurakenteiden jälkeen.



KUVIO 22. Turvetuotantoalueen vesien näytteenottoaivan poikkileikkauskuva (Lähde: Vapo Oy).

7.4 Kalankasvatus

Suomessa on erinomaiset edellytykset omavaraiseen kalantuotantoon pitkän rannikon ja runsaiden järvien ja jokien ansiosta. Kalanviljely on tärkeä osa Suomen luonnonvarataloutta ja se turvaa erityisesti syrjäisillä seuduilla työllisyyttä ja palveluita. Suomessa kalankasvatusta harjoitetaan koko maan alueella, mutta yleistettynä voidaan rajata, että kalanpoikaset kasvatetaan pääasiassa sisävesissä ja ruokakala meressä. Sisämaassa tuotantolaitoksia löytyy Kainuun vesistöistä, Rautalammen vesireitin varrelta sekä Etelä-Lapin ja Keski-Suomen vesistöistä. (Suomen Kalankasvattajaliitto 2015; Ympäristöministeriö 2013a, 11–13.)

Kalankasvatuksessa tapahtui rakennemuutos vuonna 2000 valmistuneen kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohjeen jälkeen. Muutos näkyi 23 %:n pienentymisenä tuotantomäärässä. Muutoksen aikana kasvavat yritykset ostivat lopettavien yrittäjien laitoksia ja samalla osa tuotantoa siirtyi muun muassa Ruotsiin. Tällä hetkellä yli puolet ihmisen kuluttamasta kalasta on peräisin viljelystä ja maailmanlaajuisesti vesiviljely kasvaa nopeasti. Suomessa vesiviljelyn kehittämisen lähtökohtana on kuitenkin ollut elinkeino- ja ympäristöpolitiikan yhteensovittaminen. (Suomen Kalankasvattajaliitto 2015; Ympäristöministeriö 2013a, 11–13.)

Suomessa viljellään kirjolohta (noin 95 %), siikaa, kuhaa, taimenta, nieriää ja sampea. Luonnonravintolammikoissa kasvatetaan istukkaiksi muun muassa lohta, siikaa, kuhaa, taimenta, nieriää ja harjusta. Kalaa viljellään laitoksissa, verkkoaltaissa,

maalla sijaitsevilla uomissa, luonnonravintolammikoissa ja kiertovesilaitoksissa. Kalanviljelylaitoksia on monen tyyppisiä, joiden kokoonpanoon vaikuttavat vesialue ja viljeltävä kalalaji. Sisävesien kalanviljelylaitokset ovat tyypillisesti yhdistelmä useammasta laitostyypistä. (Suomen Kalankasvattajaliitto 2015.)

Suomessa kalanviljely, perkaamon tai muun kalastustuotteita käsittelevän laitoksen toiminta on luvanvaraista toimintaa. Kalankasvattamoilla tulee olla ympäristönsuojelulain mukainen lupa kalanviljelyyn. Lisäksi vesilaki edellyttää lupia ja velvoitteita toimintaan (mm. luvat vesialueille rakentamiseen). (Suomen Kalankasvattajaliitto 2015.)

Merkittävin kalankasvatuksen ympäristövaikutus on vesistöihin kohdistuvat ravinnepäästöt. Lisäksi kalankasvatus aiheuttaa orgaanisen aineksen kuormitusta. Kalankasvatuksen vesistövaikutus on valtakunnallisesti pientä, mutta paikallisesti vaikutukset voivat olla merkittäviä. Kalankasvatuksen kuormituksen osuus on kaikesta ihmisen toiminnan aiheuttamasta fosforikuormituksesta 3 % ja typpikuormituksesta 1 % (Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014).

Kalankasvatuksen ravinnepäästöt ovat pääasiassa peräisin kalojen ruokinnasta ja aineenvaihdunnasta. Pääosa ravinnekuormituksesta syntyy kuitenkin ruokakalan jatkokasvatusvaiheessa, josta suurin osa on merikasvatusta (verkkoallastuotanto). Sisämaan laitoksilla ja verkkoallaslaitoksilla ravinnekuormitus keskittyy ajallisesti kalojen kasvukautteen heinä-syyskuuhun. Tällöin kalojen ruokinta on suurinta ja olosuhteet ovat otolliset lisääntyneelle levätuotannolle. Kiertovesilaitoksilla kuormitus taas jakautuu ajallisesti tasaisemmin. (Ympäristöministeriö 2013a, 11, 13–16, 27, 34, 40.)

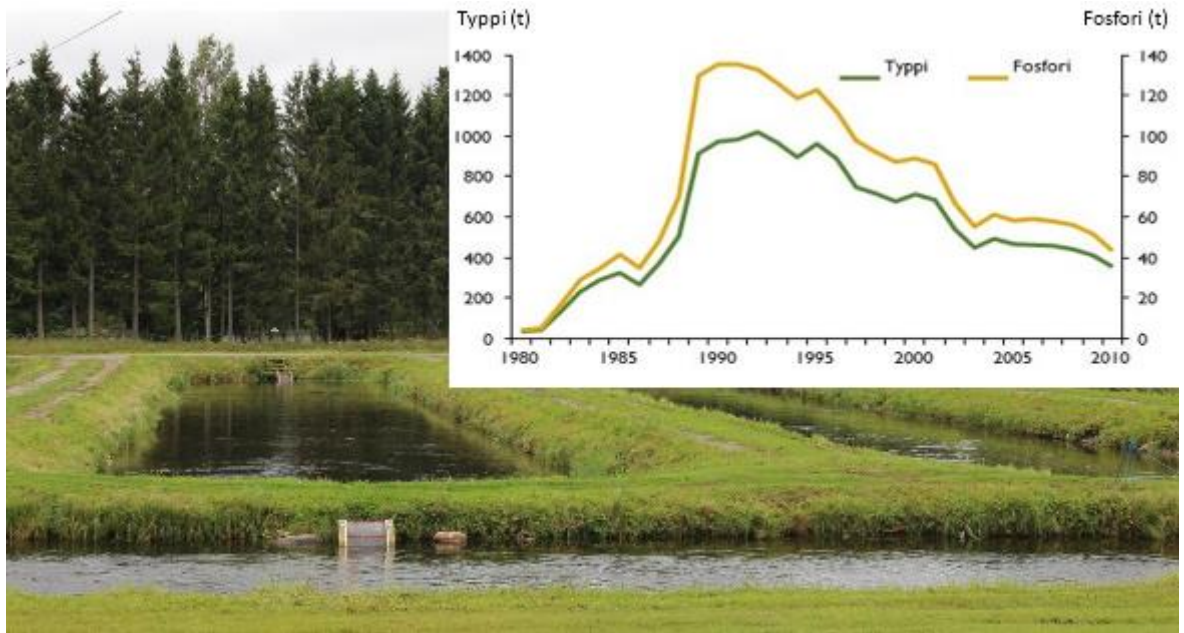
Kalankasvatuksesta aiheutuu vesistökuormitusta myös kalaperkaamoiden jätevesistä. Luonnonravintolammikkokasvatukseenkin aiheuttaa kuormitusta silloin, kun lammit tyhjennetään tai jos niitä lannoitetaan. Tuotannon eri vaiheissa kaloja voidaan joutua lääkitsemään tai kylvettämään erilaisilla kemikaaleilla loisten ja tautien torjunnan tarpeen vuoksi, joiden jäämiä voi kulkeutua vesistöihin. Joidenkin sisä-

maassa sijaitsevien laitosten vedenottoa varten järven vedenpintaa joudutaan säännöstelemään. Kalanviljelyn vaikutukset voivat näkyä haitallisina muutoksina järvi- luonnolle ja virkistyskäytölle. (Ympäristöministeriö 2013a, 11, 13–16, 27, 34)

Taulukossa 6 on esitetty vesiviljelyn ja maalla sijaitsevien kalanviljelylaitosten aiheuttama kuormitus (tuotettua kalakilogrammaa kohden) sekä kalankasvatuksen kokonaiskuormitus Suomessa fosforin ja typen osalta. Kalankasvatuksen aiheuttamasta kiintoainekuormituksesta ja orgaanisen aineksen kuormituksesta ei ole löytynyt tietoja. Kuviossa 23 on esitetty kalankasvatuksen kokonaiskuormituksen muutos Manner-Suomessa vuosina 1980–2010. Suurin muutos näkyy vuosien 1970–1990 välillä, mutta kuormitus on laskenut merkittävästi vuoden 1990 tasosta vuoteen 2010.

Taulukko 6. Kalankasvatuksen aiheuttama vesistökuormitus Suomessa (Lähde:¹⁾ Launiainen ym. 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Kalanviljelylaitokset (maalla) kg/tuotettu/v	Kalanviljelylaitokset (vesiviljely) kg/tuotettu/v	Kokonaiskuormitus koko Suomessa (t/v)
Typpi	39,0 ⁽¹⁾	44,0 ⁽¹⁾	780 ⁽²⁾
Fosfori	7,2 ⁽¹⁾	7,0 ⁽¹⁾	90 ⁽²⁾



KUVIO 23. Kalankasvatuksen kokonaiskuormitus Manner-Suomessa vuosina 1980–2010
(Kuvion sisällön lähde: Ympäristöministeriö 2013a).

Vesistökuormituksen vähentämisen keinoja ovat muun muassa:

- toiminnan sijainninhjaus
- poistoveden puhdistaminen ja tehokas lietteenpoisto
- kiertovesitekniikan käyttö
- jätevedenpuhdistamot
- asianmukaiset kalankasvatusaltaiden rakenteet ja altain huolto
- huoltotoimien oikea ajoittaminen
- ravinteiden kierrätys
- nauhasuodattimet ja kemikaalit.

Kalankasvatuksen paikallisten ympäristövaikutusten keskeisin vähentämiskeino on ohjata kasvatuslaitos mahdollisimman suotuisaan paikkaan. Kalankasvatuslammikoiden asianmukaisella rakenteilla ja lammikon hyvällä hoidolla pystytään vähentämään paikallisesti aiheutuvia haittoja. Vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta voidaan vähentää lammikoiden hallitulla tyhjennyksellä välttämällä pohjalietteen huuhtoutumista ja kunnostustoimien ajoittamisella kuivan kauden aikaan. (Ympäristöministeriö 2013a, 35.)

Ympäristöministeriön (2013a, 22, 28, 31–34) ohjeistuksen mukaan kalankasvatuksen vesistökuormituksen ehkäisemiseksi sisävesialueiden uusilla laitoksilla tulee olla poistoveden puhdistustekniikka ja tehokkaat lietteenpoistojärjestelmät. Kyseen tulee lähinnä **kiertovesikasvatus**, jossa vettä kierrätetään takaisin kala-altaiisiin. Kiertovesikasvatuksessa poistoveden käsittely on mahdollista ja lisäksi sen avulla voidaan kasvattaa kalalajeja, jotka vaativat veden lämpötilan säätöä. Kiertovesiviljelyssä voidaan hyödyntää taajamien ja teollisuuden hukkalämpöä, mutta ne eivät ole sijoittumisen edellytyksiä. Kiertovesikasvatus on yleistymässä Suomessa sekä ulkomailla. (Ympäristöministeriö 2013a, 22, 28, 31–34.)

Kiertovesialtaissa erillisiä lietevesien käsittelyjärjestelmiä ei tarvita, mikäli ne voidaan johtaa kunnalliseen tai teolliseen jätevesipuhdistamoon (joissa käytetään samaa tekniikkaa), jolloin poistoveden fosforikuormitusta voidaan vähentää. Biologinen typenpoisto tapahtuu bioreaktorissa, jossa vesi johdetaan kantoaineeseen (esim. hiekkaan), jonka pinnalle muodostunut bakteeristo poistaa typpeä. Kiertovesikasvatukseen voidaan yhdistää myös kasvihuoneviljelyä, jossa kalankasvatuksesta poistuva ravinteikas vesi, ja mahdollisesti myös lämpö voidaan hyödyntää. (Ympäristöministeriö 2013a, 22, 28, 31–34.)

Perkaamoiden jätevesille vaaditaan yleensä omat jätevedenpuhdistamot, koska kalanviljelylaitokset usein sijaitsevat yleisten viemäriverkostojen ulkopuolella. Johdettaessa vedet yleiseen viemäriverkkoon, ne käsitellään siten, että ne vastaavat talousjätevesille asetettua vaatimustasoa. (Ympäristöministeriö 2013a, 34–35.)

Läpivirtauslaitoksilla, jossa vettä ei kierrätetä, ravinteiden poisto on haastavaa, koska kalankasvatuksen ravinnepäästöt esiintyvät erittäin laimeina pitoisuuksina suurissa vesimäärissä. (Ympäristöministeriö 2013a, 31–32.)

Vesiensuojelun toimenpiteitä voidaan täydentää ravinteiden kierrätyksellä ja tehostetulla talteenotolla sekä puhdistaa jätevesiä muun muassa **nauhasuodattimilla kemikaalien** (mm. polymeerit) avulla. Ravinteiden ominaispäästörajoja ei ole tarvetta asettaa määräyksin, koska kalankasvattajat itse pyrkivät tuotannollistaloudel-

lisistä syistä ravinteiden ominaiskuormituksen minimointiin tehostamalla toimintaansa, muun muassa rehunkäyttöä. (Ympäristöministeriö 2013a, 22, 28, 31–34, 38.)

Kalankasvatuksessa omavalvonnalla on tärkeä merkitys ympäristövaikutusten arvioinnissa. Jatkuvan tarkkailun ja dokumentoinnin avulla kalanviljelijät ja ympäristöviranomaiset saavat jatkuvaa ajantasaista tietoa kalankasvatuksen vesistövaikutuksista. Kalanviljelyn toiminta on ympäristönsuojelutavoitteiden näkökulmasta hyvässä tilassa. Kalankasvattajaliiton (2015) mukaan Suomessa kalankasvatus on täyttänyt kaikki sille asetetut vaatimukset jo etuajassa, esimerkiksi kalanviljelyssä saavutettiin kansalliset vesiensuojeluun liittyvät ympäristökuormituksen vähentämistavoitteet vuoteen 2005 mennessä.

7.5 Turkistarhaus

Suomessa toimii tällä hetkellä noin 1 100 turkistilaa ja elinkeino on painottunut Pohjanmaalle. Maan kokonaistuotannosta vanhan Vaasan läänin alueella tuotetaan noin 90 %, Oulun- ja Itä-Suomen läänien alueella 9 % ja Etelä-Suomen läänin alueella alle 1 %. (Rekilä, Vertanen & Rekilä, 2010a, 1.)

Koko Suomen osalta turkistarhauksen aiheuttama vesistökuormitus ei ole kovinkaan suurta, sillä ihmisen aiheuttaman typpi- ja fosforikuormituksen osalta turkistarhauksen osuus on vain noin 1 %. Paikallisesti vaikutukset voivat olla merkittävimpiä, sillä paikallisesti vesistökuormituksen osuus voi olla jopa 10 % kokonaiskuormituksesta. (Rekilä, Vertanen & Rekilä 2010b, 3.)

Turkistarhauksen aiheuttamasta vesistökuormituksesta on varsin vähän julkaistua kirjallisuutta ja tutkimustietoa. Taulukkoon 7 on koottu turkistarhauksen aiheuttama ominais- ja kokonaiskuormitus typen ja fosforin osalta. Turkistarhauksen kiintoaine- ja orgaanisen aineksen kuormituksen osalta ei löytynyt vesistökuormitustietoja.

Taulukko 7. Turkistarhauksen typpi- ja fosforikuormitus koko Suomessa (Lähde: ¹⁾ Launiainen ym. 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Ominaiskuormitus kg/tuotettu/v	Kokonaiskuormitus koko Suomessa t/v
Typpi	253 ⁽¹⁾	430 ⁽²⁾
Fosfori	27 ⁽¹⁾	45 ⁽²⁾

Turkistarhaus on luvanvaraista toimintaa ja ympäristöluvut määrittävät rakenteet virtsan ja lannan keräämiselle, sekä tarha-alueen hulevesien salaojitukseen. Jokaisella toimivalla turkistilalla tulee olla joko ympäristö- tai sijoituspaikkalupa. Turkiseläintiloille myönnetään lupa ympäristölupaprosessin kautta, ja siinä määritellään tilakohtaiset erityispiirteet. Lopullinen vastuu vesiensuojelutoimenpiteistä on tuotannon harjoittajalla.

Vanhoilla tarhoilla yleinen vesienkäsittelyratkaisu on **hiekkasuodatus** tai **kemiallinen puhdistus**. Nykyisin uusille tarhoille vaaditaan **vesitiiviitä lanta-alustoja** sekä **jätevesien ja hulevesien tehokkaampaa käsittelyä**. Nykyisten eläinsuojelumääräysten mukaan turkiseläinten kasvatushäkin pohja tulee olla sellainen, että se läpäisee ulosteet. Turkistarhoilla nestemäiset jätökset kerätään umpisäiliöihin. Lanta voidaan käyttää tapauskohtaisesti raakalantana suoraan omaan tai lähialueen peltoon. Se voidaan myös välivarastoida tai kompostoida ja ajaa keväällä lannoitteeksi. Salaojavedet johdetaan käsittelemättöminä tilan ulkopuolelle. (Rekilä, Vertanen & Rekilä 2010a, 3, 10.)

Maapohja-aitauksissa eläinten ulosteet ovat sadevesien vapaasti huuhdeltavina, eivätkä ne tästä syystä ole suositeltavia. Katettu matala varjotalo ravinnetiiviillä alustalla on toimiva ratkaisu ympäristön kannalta. Rekilän, Vertasen ja Rekilän (2010a, 3) mukaan viime vuosien aikana on kokeiltu myös hallikasvatusta, jossa vesistökuormitusta ei tule, ja jossa hajukuormitusta voidaan vähentää käyttämällä kuivikkeita. Heidän mukaansa tutkimukset osoittavat hallikasvatuksen olevan eläinten hyvinvoinnin ja ympäristön kannalta toimiva ratkaisu.

7.6 Haja- ja loma-asutus

Hallanaron ja Kujala-Rädyn (2011, 10–12) mukaan viemäriverkostoon liittymättömiä kiinteistöjä on Suomessa noin 300 000. Valtakunnan mitassa kyseessä ei ole vähäpätöinen asia, sillä näissä kiinteistöissä asuu vajaa miljoona ihmistä. Haja-asutusalueiden jätevesikuormituksen pienentäminen onkin oleellinen osa vesienhoitoa valtakunnallisella tasolla.

Haja- ja loma-asutus sijaitsevat usein alueilla, joilla jätevesien vaikutukset näkyvät helposti pinta- tai pohjavesissä. Huonosti käsitelty tai käsittelemättömät jätevedet kuluttavat pintavesien happea ja lisäävät vesistöjen ravinnekuormitusta. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10–13.)

Haja- ja loma-asutuksen jätevedet ovat enimmäkseen kotitalousvesiä, jotka ovat keittiöstä, kylpyhuoneista, saunoista, pyykinpesusta, käymälöistä ja muista niiden kaltaisista tiloista ja laitteista tulevaa jätevettä. Kotitalouksien jätevesi sisältää muun muassa ruuantähteitä, rasvoja, virtsaa, ulosteita, erilaisia saippuota ja pesuaineita sekä muita kotitalouksissa käytettäviä puhdistuskemikaaleja. Ulosteiden ja virtsan mukana veteen päätyy suolistobakteereita, viruksia ja muita taudinaiheuttajia sekä lääkeaineita ja hormoneja. Saostuskaivokäsittely ei yksinään riitä vähentämään riittävästi ulosteperäisten bakteerien määriä. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10–13.)

Kotitalouksien jätevesien aiheuttama rehevöityminen näkyy levätuotannon haitallisena lisääntymisenä ja usein myös vesistöjen käyttöä rajoittavina sinileväkukintoina. Jätevesien sisältämä ammoniumtyyppi yhdessä orgaanisen aineen kanssa kuluttaa veden happivarjoja. Pienissä puroissa ja ojissa (joihin jätevesi johdetaan) jäteveden laimentuminen ei ole kovinkaan tehokasta, ja vesi voi muuttua hapettomaksi ja alkaa haista. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10–13.)

Haja- ja loma-asutusten jätevedet ovat suurin fosforikuormituslähde maatalouden ja teollisuuden jälkeen. Haja-asutusalueen asukkaan jätevesistä päätyy vesistöihin keskimäärin noin kuusinkertainen määrä rehevöittäviä fosforipäästöjä verrattuna taajama-asukkaaseen. Fosforipitoisuus on noin tuhat kertainen käymäläjätevettä sisältävässä käsittelemättömässä jätevedessä verrattuna luonnontilaisiin pintavesiin. Ihmisen aiheuttamaa kuormitusta voidaan kuvata kuormitusluvuilla, jotka osoittavat

paljonko tavanomaisesta asumisesta syntyy jäteveteen joutuvia haitta-aineita henkilöä kohden vuorokaudessa ennen jäteveden käsittelyä: fosfori 2,2 g/asukas, typpi 14 g/asukas ja orgaaninen aines 50 g/asukas. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10, 15.)

Vuodesta 1990 tasosta jätevesikuormitukset ovat hieman pienentyneet jätevesien käsittelyrakenteiden tehostamisen ansiota. Aikaisemmin riittäväksi katsottuja saostuskaivopuhdistusmenetelmiä on pikkuhiljaa tehostettu muun muassa lisäämällä saostuskaivoihin T-haaraputket, jotka estävät paksumman lietteen suoraa kulkeutumista eteenpäin, ja jätevesien johtamisella asianmukaiseen purkupaikkaan (esim. imeytyskenttä tai muu vastaava vesienpuhdistusrakenne). (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10–12.)

Haja-asutuksen keskimääräinen osuus ihmistoiminnan aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta vesistöihin on arvioitu olevan fosforin osalta 13 % sekä typen osalta 4 % (Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014). Taulukossa 8 on esitetty haja- ja loma-asutuksen aiheuttama kuormitus Suomessa. Lisäksi taulukoon on nostettu esille jätevesiasetuksen asettama kuormituksen maksimitaso ja puhdistettujen jätevesien ja rannalla sijaitsevien kesämökkien aiheuttava kuormitus.

Taulukko 8. Haja- ja loma-asutuksen vesistökuormitus koko Suomessa (Lähde: ¹⁾ Launiainen ym. 2014; ²⁾ Pietiläinen ym. 2008; ³⁾ Tattari ym. 2015).

	Puhdistetut jätevedet kg/hlö/v	Jätevesiase- tuksen maksimitaso kg/hlö/v	Kesämökki (rannalla) kg/hlö/v	Kuormitus koko Suomessa tonnia/vuosi (t/v)
Typpi	39 ⁽¹⁾	44 ⁽¹⁾	0,4 ⁽¹⁾	2 500 ⁽²⁾
Fosfori	7,2 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾	0,07 ⁽¹⁾	415 ⁽²⁾
Kiintoaine	3,7 ⁽¹⁾	3,7 ⁽¹⁾	3,7 ⁽¹⁾	5 600 ⁽³⁾
Biologinen hapenkulutus BOD ₇				9 500 ⁽²⁾

Haja-asutuksen aiheuttaman vesistökuormituksen vähentämisen keinoja ovat muun muassa kiinteistökohtaiset **jätevesien käsittelyjärjestelmät** ja niiden oikeanlainen **käyttö** ja **ylläpito** sekä **viemäriverkostoon** liittyminen. Lisäksi viemäriverkostojen laajentaminen haja-asutusalueille on merkittävä vesienhuollon ohjauskeino sekä kuivakäymälöiden ja muiden vedettömien jätehuoltoratkaisujen kehittäminen. Haja-asutusalueilla tulisi myös kiinnittää huomiota hulevesien hallintaan ja käsittelyyn (hulevesistä tarkemmin luvussa 7.7.2). Haja-asutusalueen jätevesien käsittelyyn liittyvällä tiedottamisella, neuvonnalla, ohjauksella ja koulutuksella on oma merkityksensä vesienhoidon edistämisessä.

7.7 Yhdyskunnat

Yhdyskuntien vesistökuormituksesta puhuttaessa on yleistä käsitellä jätevesien vaikutuksia ja kuormitustekijöitä. Yhdyskunnissa on myös muita vesistökuormitusta aiheuttavia tekijöitä, joista voisi käyttää yleistä termiä ”kaikki ihmisen toiminta” (Pietiläinen ym. 2008, 12).

Eriteltyinä voidaan esille nostaa muun muassa seuraavat vesistökuormitusta aiheuttavat tekijät:

- maankäyttö ja rakentaminen (tiet, sillat, rakennukset jne.)
- energiatuotanto, liikenne ja polttoaine
- hulevedet ja laskeuma
- jätevedet
- jätteiden käsittely ja varastointi.

Yhdyskuntien osuus ihmistoiminnan aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta vesistöihin on fosforin osalta arvioitu olevan 5 % ja typen osalta 17 % (Pietiläinen ym. 2008, 12; Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014). Merkittävimpiä vesistökuormitusta aiheuttavia tekijäitä ovat yhdyskuntien jätevedet sekä hulevedet, joista kerrotaan tarkemmin luvuissa 7.7.1 ja 7.7.2.

Yhdyskuntien vesiensuojelun keskeisimpiä ohjauskeinoja ovat muun muassa:

- puhdistamojen ja vesienhuoltoverkostojen saneeraukset ja uusiminen
- hulevesien hallinnan ja käsittelyn parantaminen
- maankäytön, vesienhuollon suunnittelun ja rakentamisen yhteensovittaminen
- kuntien vesienhuollon kehittämissuunnitelmat
- vesienhuollon häiriötilanteiden ja poikkeuksellisiin luonnonoloihin varautuminen
- jätevesilietteen, käytön ja loppusijoituksen kehittäminen
- tutkimus- ja kehitystoimien tehostaminen.

Yhdyskuntien aiheuttamien päästöjen vähentämistoimenpiteiden ja jätteen käsittelyyn liittyvällä tiedottamisella, neuvonnalla ja koulutuksella on oma merkityksensä vesienhoidon edistämiseksi.

Yhdyskuntajäte ja kaatopaikkojen suotovedet

Yhdyskuntajätettä syntyy paljon, esimerkiksi vuonna 2012 jätettä syntyi 89,7 milj. tonnia. Jättemäärästä suurin osa oli peräisin mineraalien kaivusta, rakentamisesta

ja teollisuudesta. Yhdyskuntajätteen osuus kokonaismäärästä oli 2,7 milj. tonnia. (Pietiläinen ym. 2008, 12; Tilastokeskus 2014, 130.)

Tyypillistä suomalaisille kaatopaikoille on ollut se, että ne ovat olleet pieniä ja niitä on ollut runsaasti ympäri Suomea. EU:n määräykset ovat johtaneet käytössä olevien kaatopaikkojen uudistamisiin ja vanhojen kaatopaikkojen sulkemisiin. Nykyisin jätteen sijoitus pyritään keskittämään suuremmiksi kaatopaikoiksi ja kierrättämään sekä hyödyntämään jätettä mahdollisimman tehokkaasti uusiokäyttöön tai energiaksi. Vaihtoehtona jätteen loppusijoittamiselle kaatopaikalle on lähinnä poltto energiantuotannossa, mutta tällöinkin tuhka loppusijoitetaan kaatopaikalle.

Kaatopaikkojen toiminta on luvanvaraista ja niiden toimintaa, sijaintipaikkaa ja sen ympäristöä valvotaan ja tarkkaillaan, myös kaatopaikan sulkemisen jälkeen. Kaatopaikkojen toimintaa koko elinkaaren ajalta, sekä sen jälkeen, ja jätteen sijoittamista ohjataan valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksissä. Kaatopaikoilta syntyvien vesien hallintaa, käsittelyä ja seurantaa säädetään EU-lainsäädännössä erityisesti kaatopaikkadirektiivissä. (Eskola ym. 2009, 11, 13, 35–39.)

Kaatopaikkojen vesipäästöt ovat erilaisia riippuen muun muassa kaatopaikan iästä sekä jätteen ominaisuuksista, esimerkiksi teollisuusjäte käyttäytyy jätetäytössä erilailla kuin perinteinen kotitalousjäte. Kaatopaikkojen vedet sisältävät lukuisia erilaisia orgaanisia yhdisteitä, jotka voidaan jakaa helposti biohajoaviin (esim. hiilihydraatit ja rasvat) ja vaikeasti biohajoaviin yhdisteisiin (esim. humusyhdisteet ja synteettiset kemikaalit). (Marttinen, Jokela, Rintala & Kettunen 2000, 4; Eskola, Kaartinen, Merta, Mroueh & Vestola 2009, 11–15.)

Yhdyskuntien kaatopaikoilla typpi on merkittävin kaatopaikkavesien sisältämä kuormittaja. Kokonaistypen pitoisuudet ovat suuria sekä nuorten (130 mg/l) että vanhojen (87 mg/l) kaatopaikkojen vesissä ja typpeä vapautuu veteen kymmenien vuosien ajan. Lisäksi kaatopaikkavesissä on fosforia noin 2,4 mg/l nuorilla ja 0,7 mg/l vanhemmilla kaatopaikoilla. Kiintoaineen määrä vähenee kaatopaikan iän myötä ja sen keskimääräinen pitoisuus on nuorilla kaatopaikoilla noin 127 mg/l ja vanhoilla kaatopaikoilla 83 mg/l. Hapenkulutuksen tunnuslukujen suhde (BOD/COD) kertoo millaisessa hajoamistilassa kaatopaikan jätteet ovat. Mitä pienempi suhdeluku on, sitä

pidemmälle jäte on hajonnut. Keskimääräinen BOD-pitoisuus on nuorilla kaatopaikoilla 2 800 mg/l ja COD-pitoisuus 4 600 mg/l. Vanhemmilla kaatopaikoilla vastaavat pitoisuudet ovat olleet 270 mg/l (BOD) ja 550 mg/l (COD). (Eskola ym. 2009, 14–15.)

Vesistöpäästöjen vaikutukset ovat pitkäaikaisia ja ne muuttuvat kaatopaikan elinkaaren aikana useaan kertaan. Suotovedet ovat jätteiden läpi suodattunutta sadetta ja lumen sulamisvettä, joita valvotaan niin käytössä olevilla ja suljetuilla kaatopaikoilla. Kaatopaikkojen aiheuttamaan vesistökuormitukseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi suotoveden kierrättämisellä. Suotovesi voidaan myös puhdistaa (esim. tasausaltailla ja hiekkasuodattimilla). (Marttinen ym. 2000, 4; Eskola ym. 2009, 11–15.)

7.7.1 Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot

Yhdyskuntien jätevesipuhdistamoille tuleva vesi voi sisältää kotitalouksien jätevesien lisäksi teollisuuslaitosten jätevesiä ja hule- sekä vuotovesiä. Prosessia kuormittavat myös sisäisesti lietteenkäsittelyn rejektivedet ja prosessiyksiköiden kunnonapidosta aiheutuvat pesuedet. Yhdyskuntien jäteveden aiheuttama kuormitus on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden ja taajama-asutuksen jätevesien aiheuttama kuormitus koko Suomessa (Lähde: ¹⁾ Launiainen ym. 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Yhdyskuntien jäteveden- puhdistamot koko Suomessa t/v	Taajama-asutus, käsittelemättö- mät jätevedet kg/hlö/v	Taajama-asutus, puhdistetut jätevedet kg/hlö/v
Typpi	10 900 ⁽²⁾	5,3 ⁽¹⁾	2,4 ⁽¹⁾
Fosfori	160 ⁽²⁾	0,90 ⁽¹⁾	0,03 ⁽¹⁾
Orgaaninen aines (TOC)	9 800 ⁽²⁾	27,8 ⁽¹⁾	0,4 ⁽¹⁾

Hulevedet, eli sade- tai sulamisvedet, sekä vuotovedet, eli ympäröivästä maaperästä tai kaivannon täytteestä viemäriverkoston heikkokuntoisten putkien tai putki-liitosten kautta tulevat vedet, ovat ongelmallisia jätevedenpuhdistuksessa. Hule- ja vuotovedet ovat kylmempinä kuin talousjätevedet ja vaikuttavat veden lämpötilaan ja sitä kautta biologisten prosessien toiminnan hidastumiseen ja etenkin typen poiston tehokkuuteen. Ne ovat myös laimeita ainepitoisuuksiltaan. Ylimääräiset vedet aiheuttavat virtaamapiikkejä sateisina aikoina, mikä johtaa ohijuoksutukseen. Tällöin vettä juoksetetaan puhdistamattomana suoraan vesistöön. Vuosittaisiakaan huip-puvirtaamia ei pystytä hallitsemaan tasausaltaiden avulla, sillä veden määrä on niin suuri, että tasausaltaat täyttyvät tunneissa. Ainoa ratkaisu on biologisen prosessin ohittaminen, jottei aktiiviliete pääse karkaamaan selkeytsaltaista. Verkosto-ohitukset tapahtuvat pumppaamojen ylivuotoina tai putkirikkojen yhteydessä. Jätevedenpuhdistamoissa suurimmat ohijuoksutukset tapahtuvat keväisin sulamisvesien aikana, jolloin viemäriverkoston pääsee paljon hule- ja vuotovesiä. (Laitinen ym. 2014, 26, 29–30.)

Aiemmin yhdyskuntien puhdistetut jätevedet laskettiin pieniin järviin. Nykyisin käytäntönä on johtaa ne suurempiin järviin, joissa on parempi puskurikyky kuormituksen vaikutuksille. Pietiläisen ym. (2008, 8) mukaan tämä on pienissä järvissä johtanut fosforin kertymiseen pohjasedimenttiin ja siten järven sisäiseen kuormitukseen.

Näissä esiintyy sinileväkukintoja, vaikka jäteveden johtaminen niihin on jo loppunut. Puhdistetun jäteveden vesistövaikutuksia voidaan jonkin verran vähentää johtamalla vedet kosteikon läpi ennen vastaanottavaan vesistöön pääsemistä. Kylmäkausi heikentää kosteikon toimintaa, joka rajoittaa menetelmän ympärivuotista käytettävyyttä. (Laitinen ym. 2014, 50.)

Laitisen ym. (2014, 16) tarkentavat teoksessaan, että jätevedenpuhdistamoiden puhdistettujen jätevesien ja mahdollisten ohitusvesien purkupisteiden paikan valinta on tehtävä huolella. Sillä purkupisteillä vallitsevat sekoittumis- ja laimentumisolosuhteet vaikuttavat merkittävästi vesistöjen hygieeniseen tilaan. Heidän mukaansa vesistöjen hygieeniseen laatuun ja hygienisoinnin tarpeeseen kohdistuu entistä enemmän kiinnostusta, sillä käsitellyssä jätevedessä on kuitenkin edelleen jäljellä runsaasti tauteja aiheuttavia mikrobeja. Useimmat mikrobit eivät säily vesistöissä pitkään, koska luonnonvesien kasvuolosuhteet ovat niille epäedulliset ja ajan myötä ne kuolevat. Virukset, kuten noro- ja rotavirus, kulkeutuvat osittain puhdistusprosessin läpi ja ovat hyvin kestäviä vesistöissä. (Laitinen ym. 2014, 16, 25.)

Yhdyskuntajätevesiä koskeva direktiivi ja asetus säätelevät jätevesipuhdistamoiden toimintaa. Direktiivissä edellytetään, että yhdyskuntajätevesistä on poistettava joko fosforia tai typpeä tai kumpaakin paikallisista olosuhteista riippuen. Yhdyskuntajätevesien asetus ohjaa typpeä poistettavan silloin, kun typpikuormituksen vähentämisellä voidaan parantaa vesien tilaa. (Pietiläinen ym. 2008, 5–6.)

Vesihuoltolaki muuttui syksyllä 2014 ja tästä eteenpäin huleveden johtamista jätevesien puhdistukseen pyritään vähentämään. Lisäksi sekaviemäreiden rakentaminen on kiellettyä lakiuudistuksen myötä. (Ympäristöministeriö 2014, 25, 49–53.)

7.7.2 Hulevedet

Hulevedet ovat maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta vastaavilta huonosti vettä läpäiseviltä ja -läpäisemättömiltä pinnoilta pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä (Hulevesiopas 2012, 18). Hulevesien mukana kulkeutuu vesistöihin maastosta

ja kaduilta huuhtoutunutta materiaalia kuten orgaanista ainesta, kiintoainetta ja myrkyllisiä aineita (öljyt, raskasmetallit), joita on ihmisen toiminnan vuoksi joutunut kadulle. Hulevesien määrä on suuri tiiviisti rakennetuilla alueilla, kuten suurten kaupunkien keskustoissa. Tiiviisti rakennetuilla alueilla on tyypillisesti vähemmän kasvillisuutta ja haihdunta on vähäisempää, joka lisää syntyvien hulevesien määriä. Lisäksi veden ainepitoisuudet kasvavat. (Laitinen ym. 2014, 30.)

Taulukossa 10 on esitetty hulevesien aiheuttamat kokonaistyyppi-, kokonaisfosfori- ja kiintoainekuormitus kilogrammaa henkilöä kohden vuodessa koko Suomen osalta sekä ominaiskuormitus (kg/ha/v) ja kokonaiskuormitus (t/v). Orgaanisen aineksen osalta vertailtavia tietoja ei ollut saatavilla.

Taulukko 10. Hulevesien aiheuttama kuormitus Suomessa (Lähde: ¹⁾ Launiainen ym. 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Ominaiskuormitus kg/ha/v		Kokonaiskuormitus t/v
	Teollisuusalue	Taajama	
Typpi	2,9 ⁽¹⁾	6,82 ⁽¹⁾	3 200 ⁽²⁾
Fosfori	0,86 ⁽¹⁾	0,41 ⁽¹⁾	270 ⁽²⁾
Kiintoaine	790 ⁽¹⁾	314 ⁽¹⁾	205 000 ⁽²⁾

Hulevesien hallintaan liittyvillä toimenpiteillä voidaan ennallistaa hydrologista kiertoa rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi. Tyypillisesti hulevedet johdetaan vesistöihin käsittelemättömänä, jossa ne aiheuttavat vaikutuksia vesistön tilaan. Nykyisin niiden laatuun ja määrin on alettu kiinnittämään huomiota. Hulevesiä voidaan käsitellä erilaisilla menetelmillä, jotka poistavat siitä kiintoainetta, ravinteita, öljyjä ja raskasmetalleja. (Hulevesiopas 2012, 20.) Kuntaliiton laatimassa hulevesioppaassa (2012, 20–21) painotetaan hulevesien syntypaikkakohtaista käsittelyä ja kokonaisvaltaista hallintaa.

Hulevesien hallinnan suunnittelussa vakiintumassa olevia yleisiä periaatteita ovat:

- hulevesien muodostumisen estäminen ja rajoittaminen
- hulevesien määrän vähentäminen eli niiden käsittely hyödyntäminen syntypaikalla
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- johtamalla yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivästysalueille (esim. kosteikoille, lammikoihin, painanteisiin, rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin)
- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

Hulevesien muodostumista voidaan rajoittaa rakennettujen pintojen määrän pienentämällä (esim. rakentamalla parkkipaikat useampaan kerrokseen) sekä imeyttämisen (esim. sorasaarrot ja kivipesät) tai haihduttamisen avulla. Tämä tarkoittaa luontaisen kasvillisuuden säilyttämistä ja vettä läpäisevien pinnoitteiden tai imeyttävien rakenteiden käyttöä. Syntypaikalla hulevesien muodostumista voidaan ehkäistä esimerkiksi viherkattojen tai kattopuutarhojen avulla ja hyödyntämällä paikallisesti kattovesiä sekä jättämällä piha-alueita päällystämättä. Ensisijaisen tärkeää hyvien ratkaisujen saavuttamiseksi on kuitenkin riittävän laaja-alainen ja valuma-aluelähtöinen tarkastelu sekä toimenpiteiden ulottuminen hulevesien syntypaikoilta lopullisiin purkupisteisiin. (Hulevesiopas 2012, 18, 20.)

Hulevesiä koskevat useat eri säännökset eri laeissa ja asetuksissa. Keskeisimpiä lakeja ovat maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL), vesihuoltolaki (VHL), vesilaki (VL), sekä ympäristönsuojelulaki (YSL).

7.8 Teollisuus

Teollisuuden aiheuttama vesistökuormitus on luonteeltaan pistekuormitusta. Teollisuuden kuormitusmäärät vaihtelevat teollisuuslaitoksittain. Eniten kuormitusta syntyy prosessiteollisuudesta, jossa ei ole suljettua vedenkiertoa. Suomessa merkittävintä vesistökuormitusta aiheuttava teollisuuden ala on massa- ja paperiteollisuus. Muista teollisuudenaloista merkittävää kuormitusta aiheuttavat muun muassa kaivosteollisuus ja lannoitevalmistus. (Launiainen ym. 2014, 22–23.)

Vesien kannalta myös maa-ainesten otto saattaa olla riskitoiminto varsinkin silloin, kun sitä tehdään pohjavesialueilla. Riskitekijöitä ovat itse maa-ainesten ottotoiminta ja sen oheistoiminnot (kuten koneiden- ja varastojen polttoaine- ja öljypäästöt sekä pölyhaitat). Valumaveden laatu voi heikentyä, koska maan luontainen kerros poistetaan ottoalueilta. (Mäenpää & Tolonen 2011, 35–36.)

Teollisuuden vedenkäyttö vaikuttaa omalta osaltaan vesistöjen tilaan. Teollisuuden vedenkäyttö on noin puolet koko Suomen vedenkulutuksesta. Teollisuudesta sähkön ja lämmön tuotanto on suurin veden käyttäjä. Suuret teollisuuslaitokset ja lämpövoimalat hankkivat veden itse ja johtavat sen takaisin vesistöön käytön ja puhdistuksen jälkeen. Tämä voi muuttaa vesiekosysteemin rakennetta. (Mäenpää & Tolonen 2011, 35–36; Tilastokeskus 2014, 33.)

Teollisuudesta peräisin oleva kuormitus muodostuu kiintoaineesta, metalleista, aox-päästöistä (aktiivihilleen absorboituvat orgaaniset halogeenit), orgaanisesta aineksestä sekä ravinteista kuten typestä ja fosforista.

Vesistöjen metallikuormituksen kasvun osalta erityisesti kaivostoiminta on ollut vaikuttavimpia tekijöitä. Massa- ja paperiteollisuuden jätevesien purkupaikoilla ei ole enää havaittavissa välittömiä myrkyllisiä vaikutuksia. Kemiallisen sellun valkaisun kehittyminen on vähentänyt valkaisujätevesien orgaanisten klooriyhdisteiden määrää (aox-kuormitus). Aox-kuormitus on vähentynyt 1990-luvun alusta noin 88 %. (Mäenpää & Tolonen 2011, 35–36; Teollisuuden ja yritystoiminnan vesiensuojelu 2013.)

Teollisuuden aiheuttaman kuormituksen osuus on kaikesta ihmisen toiminnan aiheuttamasta fosforikuormituksesta noin 4 % ja typpikuormituksesta noin 5 %. (Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014.) Taulukossa 11 ja 12 on esitetty eri teollisuusalojen jätevesistönpäästöt fosforin, typen, kiintoaineen ja orgaanisen aineksen osalta.

Taulukko 11. Eri teollisuusalojen jätevesipäästöt Suomessa
(Lähde: Kuormitustiedot vuodelta 2012. Tilastokeskus 2014).

	Teollisuuden jätevesipäästöjen kokonaiskuormitus (t/v)									
	Mekaaninen metsäteollisuus	Kemianteollisuus	Kaivosteollisuus	Metallien valmistus	Metallituoteteollisuus	Tekstiili- ja nahkateollisuus	Eiintarviketeollisuus	Erilliset voimalaitokset	Massa- ja paperiteollisuus	Muu teollisuus
Typpi	2	383	100	208	18	5	100	16	2 396	52
Fosfori	0	11	1	1	0	0	2	0	144	2
Kiintoaine	37	886	110	643	12	3	85	99	13 914	66
BOD ₇	22	42	1	0	0	3	3	1	8 343	0

Taulukko 12. Teollisuuden kokonaiskuormitus Suomessa
(Lähde: ¹⁾ Kuormitustiedot vuodelta 2012. Tilastokeskus 2014; ²⁾ Tattari ym. 2015).

	Kokonaiskuormitus t/v
Typpi	3 280 ⁽¹⁾
Fosfori	161 ⁽¹⁾
Kiintoaine	15 855 ⁽¹⁾
BOD ₇	8 415 ⁽¹⁾
TOC	26 000 ⁽²⁾

Teollisuuden vesiensuojelua ohjataan muun muassa seuraavin keinoin:

- ympäristönsuojelulaki- ja asetus
- EU-säädökset
- asiakkaiden vaatimukset
- jätevedenpuhdistuksen hyvällä hallinnalla.

Teollisuus on luvanvaraista toimintaa, jota ohjaa ympäristönsuojelulaki ja -asetus. Lisäksi toimintaa ohjaavat EU-säädökset. EU:n teollisuuspäästödirektiivin nojalla laadituissa parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) päätelmissä asetetaan rajoituksia teollisuuden aiheuttamalle vesistöihin kohdistuvalle ravinnekuormitukselle. Lisäksi vesiympäristölle vaarallisille ja haitallisille aineille on annettu enimmäispitoisuudet, joita jätevesiä vastaanottavassa vesistössä ei saa ylittää. (Mäenpää & Tolonen 2011, 35–36; Teollisuuden ja yritystoiminnan vesiensuojelu 2013.)

8 TULOSTEN TARKASTELU

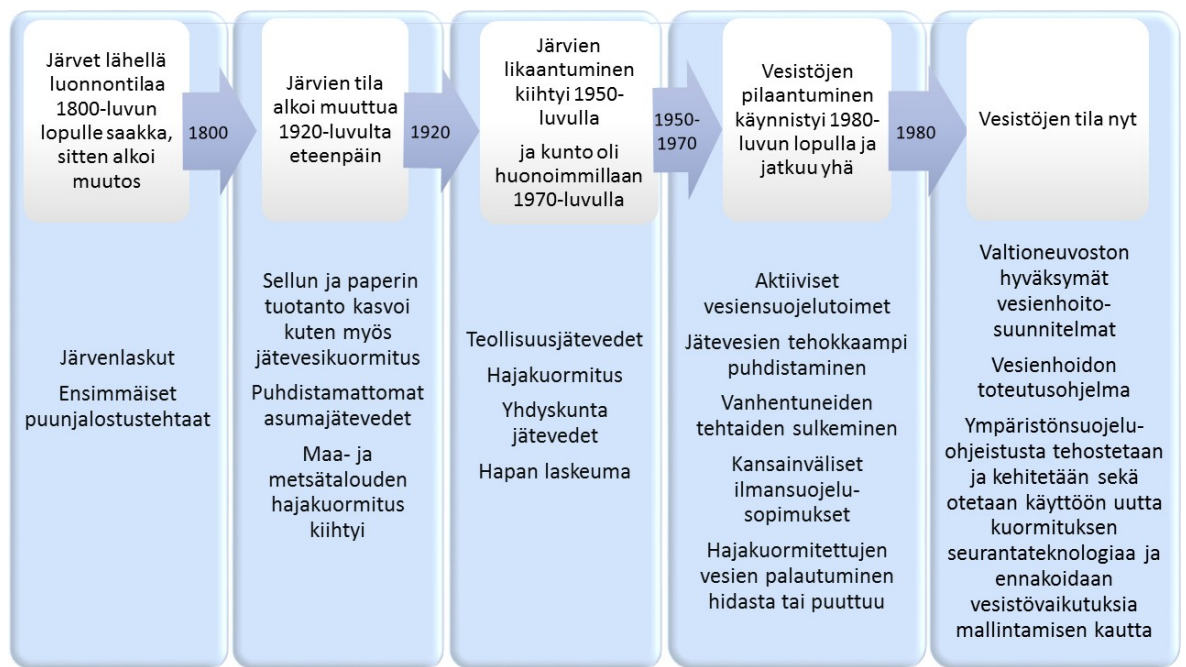
Tässä luvussa on koottuna teoria-aineistoon ja haastattelujen tuloksiin pohjautuen tietoa siitä, miten vesistöihin kohdistuvien kuormitusta aiheuttavien tekijöiden vaikutuksia tutkitaan, mitä vaikutuksia ne aiheuttavat ja mitkä ovat toimenpiteet kuormituksen minimoimiseksi. Lisäksi tarkastelussa on vesistökuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken ja potentiaaliset kehittämiskohteet vesien tilan arvioimiseksi, parantamiseksi, mittausmenetelmien sekä toiminnan organisoinnin kehittämiseksi.

8.1 Mistä vesistökuormitus tulee

Olemassa olevan tiedon (tutkimusten ja selvitysten) pohjalta ja haastattelujen perusteella voidaan todeta, että vesistökuormituksen toteaminen lyhyesti on haasteellista. Vesistön koko ympäristö, kuormitukseen vaikuttavat tekijät ja kuormitusmäärät ovat niin monimuotoisia, että niiden täydellinen kuvaaminen on vaikeaa. Lisäksi vesistöjen luontainen tila vaikuttaa siihen, mikä katsotaan kuormittavaksi tekijäksi. Vesistökuormitusta tulee siis kaikkialta ja kaikesta toiminnasta.

Tietoisuus vesistökuormituksesta

Viimeisten 30 vuoden aikana ihmisten tietoisuus ympäristön kuormituksesta on kasvanut voimakkaasti. Tietoisuuden kasvamisen myötä on alettu tarkempaan alueelliseen suunnitteluun yhteiskunnallisten tarpeiden turvaamiseksi. Tietämys eri aineiden vaikutuksista ympäristöön ja vesistöihin on johtanut tarkemmin säädelyihin ympäristönsuojeluvaatimukseen (liitteissä 2–3 on esitetty keskeisimmät lait ja säädökset). Kuviossa 24 on esitetty lyhyesti Suomen vesistöjen ympäristöhistorian toiminnan kehittymistä.



KUVIO 24. Suomen vesistöjen ympäristöhistoria ja nykytila (Kuvion sisältö pohjautuu Ambotica-lehden julkaisuun: Monilla vesillä likainen menneisyys mutta valoisampi tulevaisuus 1/2013, 6).

8.2 Vesistökuormituksen arviointimenetelmät Suomessa

Suomessa maankäytön aiheuttamaa vesistökuormitusta arvioidaan suorilla mittauksilla, prosessimalleilla ja ominaiskuormitukseen perustuvilla menetelmillä. Vesistökuormituksen arviointiin mallintamalla tuo hankaluutta se, että kuormituksen syntyyn liittyviä prosesseja ei tunneta vielä riittävän hyvin eikä niitä voida kuvata riittävällä tarkkuudella. Lisäksi ongelmana usein on tarvittavien lähtötietojen vähäinen määrä sekä niihin liittyvät epävarmuudet. (Launiainen ym. 2014, 6.)

Prosessimalleissa maaperän ja kasvillisuuden ainevirtoja kuvataan:

- valuma-alueella (kuten VEMALA-, INCA-, SWAT-, FEMMA-mallit)
- paikallisesti yksittäisissä maaprofiileissa (esim. ICECREAM-malli).

Suomessa ominaiskuormituslukuja tarkastellaan suuruusluokkatasolla. Ominaiskuormitusmenetelmät perustuvat kokeellisiin tutkimuksiin ja ne edustavat tietyn kuormituslähteen (esim. metsätalouden tai peltoviljelyn toimenpide) aiheuttamaa li-

säystä luonnon vuotuisen taustakuormaan. Hajakuormitus lasketaan ominaiskuormitusluvun ja kyseessä olevan kuormituslähteen vuotuisen pinta-alan tulona. Pistekuormituksen laskenta perustuu valuma-alueella olevien pistekuormituslähteiden määrään ja näitä kuvaaviin ominaiskuormituslukuihin. Ominaiskuormitusmenetelmä on helppokäyttöinen ja siihen tarvitaan huomattavasti prosessimalleja vähemmän lähtötietoja (mm. pistekuormittajien määrät ja maankäytön pinta-alat). Ominaiskuormitusmenetelmällä voidaan tuottaa suuruusluokka-arvio eri lähteistä aiheutuvan kuormituksen potentiaalisesta määrästä ja kuormituslähteiden suhteellisesta merkityksestä valuma- tai vesistöalueella. Ominaiskuormitusmenetelmiin liittyy kuitenkin suurta epävarmuutta lähtötietojen suhteen sekä siinä, ettei se huomioi suoraan valuma-alueen sisäisiä pidättymisprosesseja (esim. ravinteiden ja kiintoaineksen sedimentaatiota vesistöreitillä). (Launiainen ym. 2014, 6.)

Käytettäviä ominaiskuormitusmenetelmiä ovat muun muassa:

- ympäristönhallinnon vesistökuormituksen arviointi- ja hallintatyökalu (VEPS)
- typpikuormituksen arviointi- ja pidättymismalli (N_EXRET)
- maatalouden valumavesien hallintamalli (VIHMA)
- metsätalouden fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormituksen laskentamenetelmä (KALLE).

Lisäksi on ominaiskuormituslukuihin perustava KUSTAA-työkalu, jolla voidaan laskea valuma-alueen tai vesistöalueen potentiaalinen kokonaiskuormitus ja sen jakautuminen eri kuormituslähteisiin. Työkalu mahdollistaa potentiaalisen vesistökuormituksen arvioinnin valuma-alueella vuoden tai pitemmän ajan kuluessa kokonaistypen, kokonaisfosforin ja kiintoaineen osalta. (Launiainen ym. 2014, 6, 29–31.)

8.3 Kuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken

Tässä luvussa on vertailtu vesistökuormituksen jakautumista eri kuormituslähteiden kesken. Vertailussa käytettävien tulosten alkuperäiset lähteet ovat usean eri mene-

telmän ja tutkimuksen tuloksia. Lisäksi osa tuloksista on esitetty nettona ja osa bruttona. Kuormituksen keskinäisessä vertailussa tulee aina tarkkaan tietää ja tunnistaa alkuperäiset lähteet sekä seuranta- ja tutkimusmenetelmät. Asiantuntijoiden mukaan alkuperäisten kuormituslukujen lähteiden löytäminen on työlästä ja vertailukelpoisten aineistojen löytäminen vaikeaa. Vertailukelpoisia aineistoja on vaikea löytää, koska käytetyt menetelmät ovat erilaisia ja tutkimuksissa sekä seurannoissa on suuria eroja muun muassa ajan, paikan, sääolosuhteiden ja tarkasteltavan kuormittajan suhteen. Lisäksi satunnaisiin seurantoihin ja arvioihin perustuviin tuloksiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä (esim. puutteelliset lähtötiedot).

Taulukkoon 13 on koostettu vesistökuormitusta aiheuttavia tekijöitä koko Suomen osalta piste- ja hajakuormituslähteittäin. Taulukossa harmaalla värillä on merkattu kuormitusarvot, joista ei ole vähennetty taustahuuhtoumaa. Vihreällä värillä on merkattu kuormitusarvot, joista on vähennetty taustahuuhtoumaa.

Vesistökuormitusta koko Suomen osalta tarkasteltaessa voidaan havaita, että maatalouden aiheuttama kiintoaine- ja ravinnekuormitus sekä orgaanisen hiilen (TOC) kuormitus (brutto: kiintoaine 1 340 000 t/v, typpi 33 000 t/v, fosfori 2 400 t/v ja TOC 484 000 t/v) ovat lähes kaikkia muita maankäyttömuotoja suurempaa. Ainoastaan luonnon taustahuuhtouma ja metsätalouden bruttokuormitus (josta ei ole vähennetty taustahuuhtoumaa) ovat typen ja orgaanisen hiilen osalta maatalouden aiheuttamaa kuormitusta suurempaa.

Maatalouden aiheuttama kuormitus johtuu osittain siitä, että maatalous on levinnyt Suomessa suurelle alalle ja toimenpiteet toteutetaan viljelyalalla vuosittain keväisin ja syksyisin, jolloin muodostuvat suurimmat valumahuiput syyssateiden ja lumen sulamisvesien aiheuttamana. Lisäksi suuri osa maatalouden pelloista sijaitsee vesistöjen läheisyydessä tai niistä on yhteys ojien kautta vesistöihin.

Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttaman ravinnekuormituksen (netto: typpi 1 600 t/v ja fosfori 130 t/v) osuus on kokonaiskuormituksesta pieni, mutta paikallisesti vaikutukset voivat olla merkittäviä. Kiintoaineen ja orgaanisen hiilen (71 000 t/v ja 21 600 t/v) osalta osuudet kokonaiskuormituksesta ovat muita maankäyttömuotoja merkittävämpiä, mutta kuitenkin pienempiä kuin luonnon taustahuuhtouman,

maatalouden ja hulevesien aiheuttama kuormitus. Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttamat vesistövaikutukset ovat voimakkaimpia ensimmäisinä vuosina toimenpiteen jälkeen. Lisäkuormitusta voi näkyä vielä 10 vuotta myöhemminkin ja pienikin lisä taustahuuhtoumiin suurilta pinta-aloilta aiheuttaa suuren vaikutuksen kokonaisuuteen.

Metsätalouden bruttokuormitus on typen (37 000 t/v) ja orgaanisen hiilen (1 100 000 t/v) osalta vähäisempää kuin luonnon taustahuuhtouman aiheuttama kuormitus (typpi 39 500 t/v ja 1 730 000 t/v), mutta muita maankäyttömuotoja suurempaa. Metsätalouden bruttokuormitus fosforin (2 000 t/v) osalta on vähäisempää kuin maatalouden (2 400 t/v), mutta muita suurempaa. Kiintoaineen (74 000 t/v) osalta kuormitus on vähäisempää kuin luonnon taustahuuhtouman (155 000 t/v), hulevesien (205 000 t/v) ja maatalouden aiheuttama kiintoainekuormitus (1 340 000 t/v). Orgaanisen hiilen osalta (1 100 000 t/v) metsätalouden bruttokuormitus on toiseksi suurin, ainoastaan luonnon taustahuuhtouma (1 730 000 t/v) on suurempi.

Turvetuotannon aiheuttama kiintoaine- ja ravinnekuormitus on pistemäistä ja huomattavasti vähäisempää kuin maa-, metsätalouden ja haja-asutuksen, joiden kuormitus on luonteeltaan hajakuormitusta. Muihin pistemäisiin kuormittajiin verrattuna turvetuotannon aiheuttama kuormitus (TOC 9 500 t/v, kiintoaine 3 400 t/v, typpi 524 t/v ja fosfori 20 t/v) on vähäisintä, lukuun ottamatta turkistarhausta, jonka typpikuormitus on vähäisempää kuin turvetuotannon. Pistekuormittajista ravinne- ja kiintoainepäästöjen osalta suurimpia ovat teollisuus, massa- ja paperiteollisuus sekä yhdyskunnat.

Taulukko 13. Vesistökuormituksen piste- ja hajakuormitus eri kuormituslähteittäin ja luonnon taustahuuhtouma koko Suomessa

Lähde: ¹⁾ Vuorenmaa ym. 2002; ²⁾ Finér ym. 2010; ³⁾ Kuormitustiedot vuodelta 2012. Tilastokeskus 2014; ⁴⁾ Pietiläinen ym. 2008; ⁵⁾ Heikkinen ym. 2013; ⁶⁾ Tattari ym. 2015; ⁷⁾ Launiainen ym. 2014; ⁸⁾ Lepistö, Futter & Kortelainen 2014; ⁹⁾ Jaakola ym. 2014; ¹⁰⁾ Saukkonen & Kortelainen 1995).

Kuormituslähteet		Typpi t/v	Fosfori t/v	Kiintoaine t/v	TOC t/v
Luonnon taustahuuhtouma		39 500 ⁽⁷⁾	1 500 ⁽⁷⁾	155 000 ⁽⁷⁾	1 730 000 ⁽⁷⁾
Hajakuormitus	Maatalous	33 000 ⁽¹⁾	2 400 ⁽¹⁾	1 340 000 ⁽¹⁾	484 000 ⁽⁶⁾
	Metsätaloustoimenpiteet *	1 600 ⁽²⁾	130 ⁽²⁾	71 000 ⁽²⁾	21 600 ⁽⁸⁾
	Metsämaa	37 000 ⁽¹⁰⁾	2 000 ⁽¹⁰⁾	74 000 ⁽¹⁰⁾	1 100 000 ⁽¹⁰⁾
	Haja-asutus	2 500 ⁽⁴⁾	415 ⁽⁴⁾	5 600 ⁽⁶⁾	
	Hulevedet	3 200 ⁽⁶⁾	270 ⁽⁶⁾	205 000 ⁽⁶⁾	
Pistekuormitus	Turvetuotanto	524 ⁽⁶⁾	20 ⁽⁶⁾	3 400 ⁽⁶⁾	9 500 ^(6; 9)
	Kalankasvatus	780 ⁽⁶⁾	90 ⁽⁶⁾		
	Turkistarhaus	430 ⁽⁶⁾	45 ⁽⁶⁾		
	Yhdyskuntien jätevedet	10 900 ⁽⁶⁾	160 ⁽⁶⁾		9 800 ⁽⁶⁾
	Teollisuus	3 280 ⁽³⁾	161 ⁽³⁾	15 855 ⁽³⁾	26 000 ⁽⁶⁾

* Kuormitus metsätaloustoimenpiteiden piirissä olevalta alalta. Kuormitus oletetaan tautahuuhtouman suuruiseksi sen jälkeen, kun toimenpiteestä on kulunut 10 vuotta (metsän uudistaminen ja kunnostusojitus) tai 2–5 vuotta (lannoitus).

Valuma-alueen typpi- ja fosforikuormitukseen vaikuttavat myös ilmasta tuleva kuiva- ja märkälaskema. Lisäksi taustahuuhtoumalla on oma vaikutuksensa vesistökuormitukseen. Metsäisten valuma-alueiden taustahuuhtoumaa on selvitetty Suomessa 42 pienellä luonnontilaisella valuma-alueella. Tutkimusten perusteella keskimääräinen kiintoainekuorma luonnontilaisilta metsäalueilta on vuodessa 5,1 kg/ha ja typen osalta 1,3 kg/ha ja fosforin 0,05 kg/ha. Orgaanisen hiilen (TOC) osalta vaihteluväli on 30–100 kg/ha. (Mattsson ym. 2003, 275–297.) Luonnontilaisilta soilta tuleva hu-

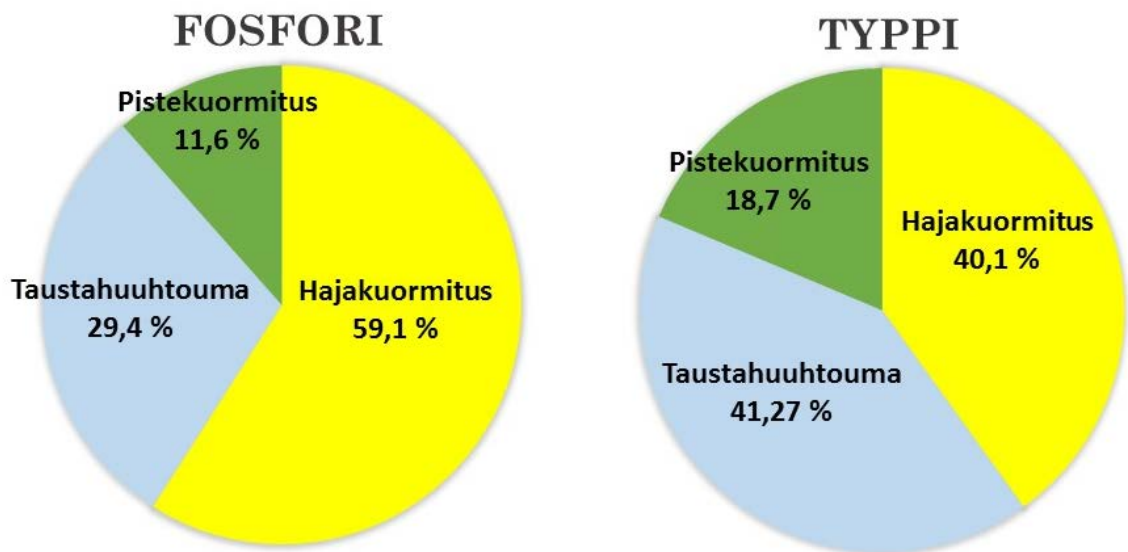
muskuormitus on eri suuruusluokkaa kuin kivennäismailta. Luonnontilaisilta suoalueilta kemiallisen hapenkulutuksen (COD) arvioitu huuhtouma on keskimäärin 110 kg/ha/v. (Jaakola ym. 2014, 71.)

Vertailtaessa vesistökuormitusta (taulukon 13 lukujen perusteella) **haja- ja piste-kuormituksen sekä taustahuuhtouman** kesken voidaan todeta, että hajakuormituksen osuus on pistekuormitusta ja taustahuuhtoumaa suurempaa fosforin osalta. Typen osalta taustahuuhtouman osuus on taas suurempaa kuin hajakuormituksen ja pistekuormituksen (kuvio 25). Vesienhoidon ja kuormituksen ehkäisemisen kannalta hajakuormituksen ja taustahuuhtouman määrän vähentäminen tai sen muodostumisen ehkäiseminen on vaikeaa.

Taustahuuhtouman määrään ei voida puuttua tai siihen ei ole edes syytä suoraan vaikuttaa, toisin kuin ihmisen aiheuttamaan kuormitukseen. Taustahuuhtouma vaihtelee aluekohtaisesti ja on osa luontaista aineiden kiertoa. Lisäksi se ylläpitää vesistöjen perustuotantoa. Taustahuuhtouma aiheuttaa pintavesien luonnollisen perustilan.

Hajakuormitukseen puuttuminen on taas vaikeaa, koska sitä muodostuu laajalta alueelta ja monista kuormituslähteistä. Sen seurantaan tulisikin saada useita vuosia kestäviä tutkimus- ja seurantajaksoja.

Pistekuormittajien osalta on taas jo tehty lähes kaikki toimenpiteet, mitkä ovat kustannustehokkaimpia toteuttaa. Sen vähentäminen nykyisestä tasosta on vaikeaa ja prosessit ovat kalliita.



KUVIO 25. Piste- ja hajakuormituksen sekä taustahuuhtouman prosenttiosuudet vesistöjen fosfori- ja typpikuormituksesta Suomessa vuonna 2013–2014 (Kuormitustietojen lähde: Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2014).

8.3.1 Kuormitus eri lähteistä kivennäis- ja turvemaille

Rehevöityminen nähdään Suomen vesistöjen pahimpana ongelmana. Leville välittömästi käyttökelpoisessa muodossa olevat ravinteet (fosfori ja typpi) kiihdyttävät rehevöitymistä suoraviivaisemmin kuin orgaaninen aines. Orgaaninen aines voi olla hiukasmaista tai veteen liuennutta, helposti hajotettavassa tai vaikeammin hajotettavassa muodossa. Humusta on veteen liuennut orgaaninen aines, joka aiheuttaa veden ruskehtavankellertävän värin. Asiantuntijat rajaavat useinmiten humuksen määritelmän koskemaan veteen liuenneita orgaanisia humusaineita. Julkisessa keskustelussa humuksella on voitu tarkoittaa myös hiukasmaista orgaanista ainesta, kuten turvetta.

Työn perusteella voidaan todeta, että turve- ja kivennäisvaltaisilla valuma-alueilla erot näkyvät siinä, että kivennäismailla humuksen huuhtoutuminen on vähäisempää maaperän imeytymis- ja suotautumisominaisuuksien vuoksi. Suo- ja turvemaavaltaisilla valuma-alueilta huuhtoutuu humusta paljon luonnollisten prosessien kautta,

maaperässä tapahtuvan maatumisprosessin seurauksena. Humuskuormitus katsotaan yleisesti suureksi syylliseksi vesistöjen kuormittumiseen, mutta todellisuudessa se ei ole näin, sillä humus on vain yksi pieni osatekijä koko vesistökuormituksessa.

Kiintoaine aiheuttaa rantojen liettymistä ja mataloitumista, mikä on haitallista muun muassa vesien virkistyskäytölle. Hiukkasmaista kiinteää aineista voi syntyä vesistöissä itsessään perustuotannon (levät ja vesikasvit) seurauksena tai sitä voi kulkeutua sinne kuormituksena maa-alueilta. Vesistöjen rehevöityminen aiheuttaa perustuotantoa.

Tässä työssä lähemmässä tarkastelussa ovat turvetuotanto sekä maa- ja metsätalous, joiden aiheuttamaa vesistökuormitusta vertaillaan taulukossa 14. Esimerkkiin otettiin esille eri lähteistä kerättyjä tietoja ominaiskuormituksesta typen, fosforin, kiintoaineen ja orgaanisen hiilen osalta. Taulukossa harmaalla värillä on merkattu kuormitusarvot, joista ei ole vähennetty taustahuuhtoumaa. Vihreällä värillä on merkattu kuormitusarvot, joista on vähennetty taustahuuhtoumaa.

Kuormitustietojen vertailu on hankalaa, koska maa- ja metsätalouden kuormitusta ei ole seurattu yhtä kattavasti ja tarkasti kuin turvetuotannon. Lisäksi vertailuun vaikuttaa se, onko taustakuormitusta vähennetty kuormitusluvuista. Kerättyjen tietojen pohjalta voidaan kuitenkin havaita, että maatalouden kuormitus on metsätalouden ja turvetuotannon aiheuttamaa kuormitusta suurempaa lähes kaikkien kuormituslähteiden kesken. Vertailussa on huomioitava, että maatalouden kuormitusseurantaa on tehty melko pienillä maatalousvaltaisilla valuma-alueilla.

Kuormituslähteistä syyskyntö (typpi 19,7 kg/ha/v, fosfori 1,5 kg/ha/v ja kiintoaine 900 ka/ha/v) on vertailussa olevista lähteistä kuormittavin. Maatalouden turvemailta saattaa kuitenkin syntyä suurempaa typpikuormitusta (15–30 kg/ha/v) kuin syyskynnöstä.

Metsätaloudessa kuormitusta syntyy fosforin sekä kiintoaineen osalta eniten kunnostusojituksesta ensimmäisenä vuotena toimenpiteen jälkeen (fosfori 0,42 ka/ha/v ja kiintoaine 420 kg/ha/v). Metsätalouden aiheuttama typpikuormitus on vähäisintä (vanhat metsäojat 2,5 kg/ha/v), lukuunottamatta luonnontilaisten valuma-alueiden

turvemaavaltaisia alueita (1,7 kg/ha/v). Metsätalouden kunnostuojituksen ja turvemaiden lannoituksen osalta (1. vuosi) ei synny typpikuormitusta. Kiintoainekuormitusta syntyy metsätalouden kunnostusojituksesta (420 kg/ha/v) enemmän kuin maatalouden pysyvän nurmen (395 kg/ha/v) ja maatalouden turvemaiden (150 kg/ha/v) osalta.

Turvetuotannossa ympärivuotisen pintavalutuskentän aiheuttama kuormitus on ravinteiden ja kiintoaineen sekä orgaanisen hiilen osalta vähäisempää kuin perustason (laskeutusallas/virtaamansäätö) vesiensuojeluratkaisuilla. Voidaan havaita, että typpikuormitusta aiheutuu turvetuotannosta enemmän kuin metsätalouden kuormituslähteistä ja maatalouden pysyvän nurmen osalta. Fosforin osalta turvetuotannon vesiensuojelun perustaso aiheuttaa suurempaa kuormitusta kuin metsätalouden turvemaiden lannoitus ja kunnostusojitus, mutta vähemmän kuin kunnostusojitus ja maatalouden kuormituslähteet.

Orgaanisen hiilen osalta kuormitustietoja löytyi hajanaisesti, joten niiden vertaileminen on vaikeaa. Löydettyjen tietojen perusteella voidaan kuitenkin havaita, että suurimmat kuormitusluvut ovat turvetuotannon perustasolta (CODMn 207 kg/ha/v) ja pienimmät luonnontilaisten valuma-alueiden turvemaalta valuaisilta valuma-alueilta (CODMn 110 kg/ha/v). Turvetuotannon ympärivuotisilta pintavalutuskentiltä (CODMn 183 kg/ha/v) syntyy kuormitusta huomattavasti vähemmän kuin perustason alueilta. Metsätalouden vanhoilta metsäojilta (CODMn 139 kg/ha/v) kuormitus on suurempaa kuin luonnontilaisten valuma-alueiden turvemaalta valuaisilta valuma-alueilta. Koko Suomen osalta maatalouden orgaanisen hiilen (TOC 220 kg/ha/v) kuormitus on suurempaa kuin koko Suomen luonnontilaisilta valuma-alueilta (30–100 kg/ha/v) tuleva kuormitus.

Taulukko 14. Maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon typpi-, fosfori, kiintoaine- ja orgaanisen hiilen ominaiskuormitus Suomessa (Lähde:¹⁾ Tattari ym. 2015; ²⁾ Vuorenmaa 2002; ³⁾ Puustinen ym. 2010; ⁴⁾ Heikkinen ym. 2013; ⁵⁾ Finér 2010; ⁶⁾ Mattsson 2003; ⁷⁾ Jaakola ym. 2014; ⁸⁾ Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011).

	Kuormitus- lähteet	Typpi kg/ha/v	Fosfori kg/ha/v	Kiintoaine kg/ha/v	TOC kg/ha/v	COD_{Mn} kg/ha/v
Luonnontilaiset valuma-alueet	Koko Suomi	1,3 ⁽⁶⁾	0,05 ⁽⁶⁾	5,1 ⁽⁶⁾	30–100 ⁽⁶⁾	
	Turvemaa valtainen valuma-alue	1,7 ⁽⁷⁾	0,06 ⁽⁷⁾	6,6 ⁽⁷⁾		110 ⁽⁷⁾
Maatalous	Koko Suomi	15,0 ⁽²⁾	1,10 ⁽²⁾	610 ⁽³⁾	220 ⁽⁴⁾	
	Turvemaat	15–30 ⁽⁸⁾	1 ⁽⁸⁾	150 ⁽⁸⁾		
	Syyskyntö	19,7 ⁽³⁾	1,5 ⁽³⁾	900 ⁽³⁾		
	Pysyvä nurmi	8,9 ⁽³⁾	1,2 ⁽³⁾	395 ⁽³⁾		
Metsätalous	Kunnostus- ojitus (1. vuosi)	0	0,42 ⁽⁵⁾	420 ⁽⁵⁾		
	Turvemaiden lannoitus (1. vuosi)	0 ⁽⁵⁾	0,27 ⁽⁵⁾			
	Vanhat metsäojat (>10 vuotta)	2,5 ⁽⁷⁾	0,15 ⁽⁷⁾	15 ⁽⁷⁾		139 ⁽⁷⁾
Turvetuotanto	Ympärivuoti- nen pintava- lutus	7,8 ⁽⁷⁾	0,26 ⁽⁷⁾	29 ⁽⁷⁾		183 ⁽⁷⁾
	Perustaso (laskeutus- allas/ virtaa- mansäätö)	13 ⁽⁷⁾	0,35 ⁽⁷⁾	85 ⁽⁷⁾		207 ⁽⁷⁾

8.4 Vesiensuojelun ohjaukseen, keskeisimmät toimenpiteet ja kehittämiskohteet

Vesienhoitoalueittaiset ympäristötavoitteet määritellään suunnitteluprosessin tuloksena vesienhoitosuunnitelmissa, jotka tarkistetaan kuuden vuoden välein. Ympäristönsuojelulaissa on asetettu kuormituksen vähentämiseksi velvoitteita eri toiminnanharjoittajille, jotka ohjaavat ja säätelevät toteutettuja toimenpiteitä. Lisäksi kansainvälisellä yhteistyöllä on suuri merkitys ilmaperäisen kuormituksen vähentämiseksi, koska merkittävä osa kuormituksesta (mm. typen osalta) tulee kaukokulkeutena Suomen rajojen ulkopuolelta. EU-yhteistyössä ja muussa kansainvälisessä yhteistyössä tärkeää on tehostaa päästövähennystavoitteiden asettamista sekä niiden toteuttamista.

EU:n tasolta tarvittaisiin tukea alueellisen toiminnan vahvistamiseksi ja lisää vapauksia paikallisella tasolla toiminnan toteutukseen. Poliittisten linjausten ja tukipolitiikan muuttamisella kohdentumaan alueelliseen ja valuma-aluekohtaiseen vesiensuojeluun saataisiin positiivisia vaikutuksia vesistöjen paremman tilan saavuttamiseen asetettujen tavoitteiden toteutumiseen. Lisäksi kohdennetut tuet auttaisivat toimijoiden motivoitumiseen. Tuet tulisi kohdistaa ensisijaisesti yhteishankkeisiin, joissa eri toiminnan harjoittajat saisivat yhteiselle vesienhoitotoimenpiteille ja vesienhoitorakenteille avustusta. Yhteistukien ansiosta monet ristiriidat ja väärinymmärrykset vesistöjen pilaajasta voisivat näin ollen myös vähentyä, koska mahdollisesti kuormitusta ei katsottaisi enää niin tapauskohtaiseksi vaan enemmänkin kokonaisuuden kannalta.

Kerätyn aineiston pohjalta voidaan todeta, että vesiensuojelutoimenpiteet tulisi tunnistaa, suunnitella ja mitoittaa yksityiskohtaisesti alueelliset olosuhteet huomioiden. Kokonaisuuden hallinnan kannalta niin viranomaisten kuin eri toiminnanharjoittajien välinen avoin yhteistyö on tärkeää. Eri tahojen välisellä yhteistyöllä saavutettaisiin tehokkaasti vesientilan parantamiseksi asetetut tavoitteet, kun toimintoja vesienhoidon suhteen nivottaisiin yhteen mahdollisimman paljon eri tahoilla.

Ensisijaisesti toimenpiteet tulisi kohdentaa ongelma-alueille kuten ravinteikkaisiin vesistöihin ja herkille alueille. Oleellista on myös toimenpiteiden oikea ajoittaminen

ja ennakointi. Suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida kuormituksen alkuperä ja alueellinen jakautuminen. Vesiensuojelutoimenpiteiden ja -rakenteiden mitoituksessa tulee varautua muun muassa huipputulvaan ja huomioitava yläpuolisen valuma-alueen koko, jolla on ratkaiseva merkitys ainepoistumiin.

Vesiensuojelutoimenpiteiden yhdistämisen kautta saataisiin toimenpiteitä tehostettua ja saavutettaisiin pitkäkestoisia tuloksia. Sillä kustannustehokkaimmat keinot voivat usein olla hitaita ja käytännössä näkyvät muutokset voivat tapahtua parin vuosikymmenen kuluessa. Peräkkäiset, toisiaan täydentävät vesiensuojelurakenteet vähentävät parhaiten kiintoaineen, ravinteiden ja orgaanisen hiilen huuhtoutumista vesistöihin. Tällä hetkellä käytössä on jo lähes samanlaisia vesiensuojelumenetelmiä eri toiminnan harjoittajilla (kuten laskeutusaltaat, pintavalutuskentät ja suojavaöhykkeet). Käytössä olevista vesiensuojelumenetelmistä parhaimpina pidetään eri menetelmien yhdistämistä ja menetelmien tapauskohtaista valintaa (eli kyseiselle kohteelle soveltuvien menetelmien).

Hankalaksi koetun liuenneen orgaanisen aineksen huuhtoutumista ei pystytä nykyisin kunnolla torjumaan. Orgaaninen aine voidaan poistaa valumavesistä vain kemiallisella puhdistuksella, mutta sen käyttöä ei suositella kuin ongelmatapauksiin ja erikoistilanteisiin. Orgaanisen aineen torjuminen ja vesien tummumisen vähentäminen ei ole helppoa, sillä Suomen vesistä suuri osa on jo luontaisesti tummia ja humuspitoisia turvevaltaisen maaperän vuoksi. Lisäksi vesien tummumiseen vaikuttavat rautahuuhtoumat ja ilmastonmuutos sekä happaman laskeuman vähentyminen.

Vesistökuormitusta voidaan hallita myös muun muassa maanviljelyn ravinnetseiden tarkentamisen ja lannoitteiden käytön sekä lannoitus- ja muokkaustekniikoiden tehostamisen myötä. Niillä ei ole kuitenkaan mahdollista saada aikaan ravinteiden täydellistä sisäistä kiertoa. Etukäteen lannoitteiden tarpeen säätäminen voi olla vaikeaa, koska muun muassa sääolot tekevät sadon tarkan ennustamisen mahdottomaksi. Jotta tehostettujen toimenpiteiden kautta saataisiin annettua tehokkaasti ravinteita takaisin kiertoon, on maan rakenteeseen ja kasvukunnon ylläpitoon kiinnitettävä huomiota. Lisäksi kasvien ravinteiden ottoon ja sitä kautta ylimääräisten ravinteiden huuhtoutumiseen vaikuttavat maan pH ja kuivatuksen toimivuus.

Vesistöjä voidaan hoitaa ravinteita poistamalla esimerkiksi tehokalastuksen, kasvilisuuden poiston avulla. Vesienkunnostustoimien kautta syntyvä järvikasvillisuus ja vähempiarvoiset kalat (eli roskakalat) voitaisiin hyödyntää biokaasulaitosten raaka-aineena tai eläinten rehuna (esim. minkit).

Ravinteiden kierrätys ja biokaasutuotanto tulevat tulevaisuudessa kasvamaan. Monet sivuvirrat on perinteisesti mielletty jätevirroiksi, mutta niiden sisältämien suurien ravinnemäärien vuoksi jätevirtoja tulisi hyödyntää edelleen. Nykyisellä biokaasutekniikalla voidaan tuottaa energiaa paikallisesti sekä hyödyntää ravinnekiertoja kestäväällä tavalla. Maailmanlaajuisesti kilpailu ravinteista ja raaka-aineista kiristyy jatkuvasti.

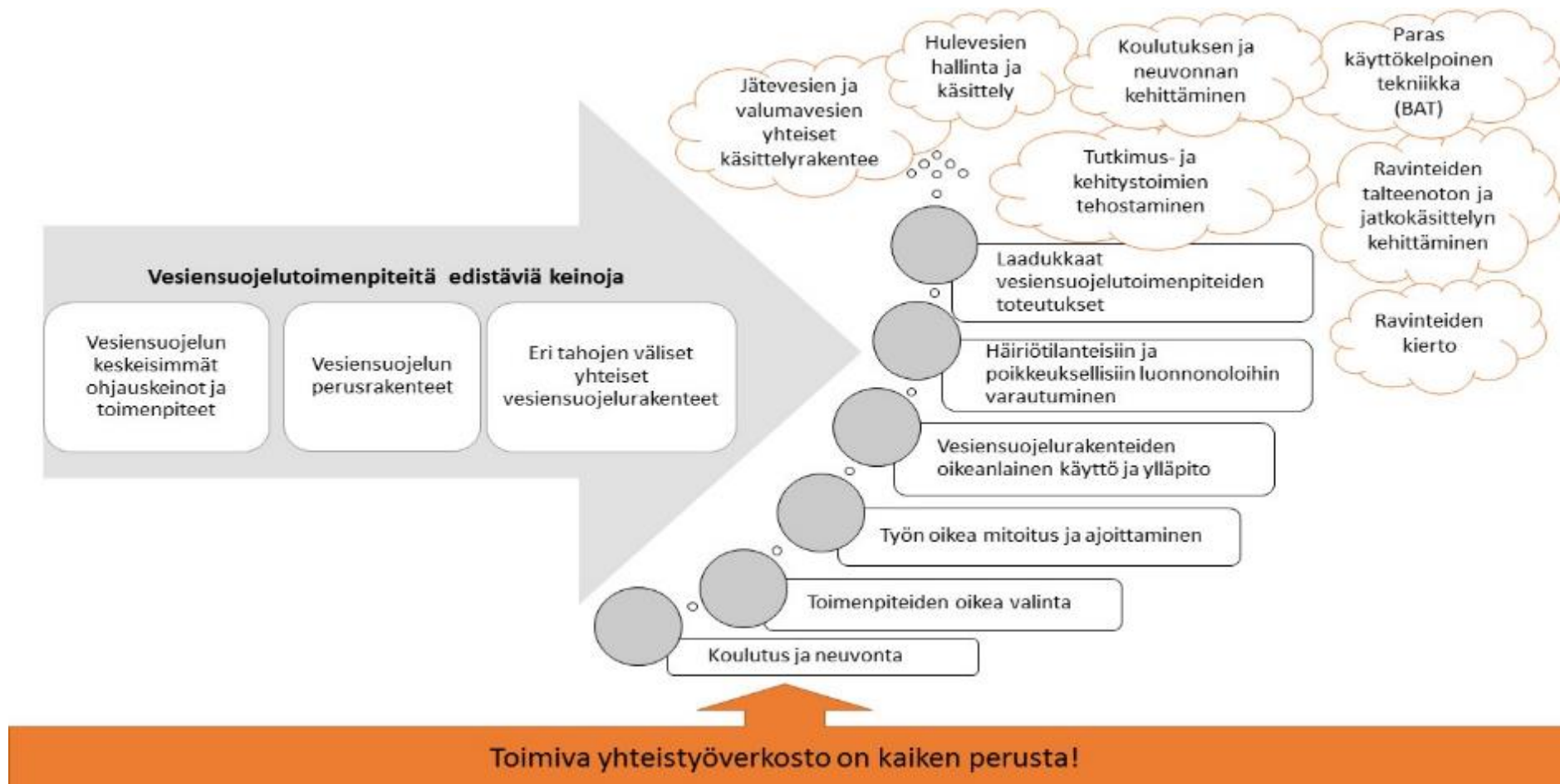
Biokaasun raaka-aineeksi sopivat niin energiakasvit kuten jätteetkin. Biokaasutuotannossa voidaan hyödyntää kaatopaikoille joutuvia kotitalouksien, kaupanalan ja teollisuuden jätteitä sekä sakokaivolietteitä. Lisäksi eläinten lantaa voidaan hyödyntää biokaasulaitoksien raaka-aineena. Biokaasulaitoksessa hyödynnettäessä lanan, jätteiden ja vesien kunnostustoimenpiteistä syntyvien raaka-aineiden sisältämät ravinteet saataisiin takaisin ravinnekiertoon levittämällä biokaasuprosessista syntyvä lopputuote esimerkiksi maanparannusaineena pelloille. Käytettäessä raaka-aineena muun muassa jätevirtoja, tulee biokaasuprosessissa käyttää hygienisointia, ennen kuin tuotetta voidaan jatkohyödyntää maanparannusaineena. Ravinteiden laajamittaiseen talteenottoon ja uudelleen käyttöön tarviin uusia liiketoiminnan, politiikan ja arjen käyttäytymisen toimintamalleja.

Jätevesien osalta suositaan liittämistä viemäriverkostoon. Mikäli se ei ole mahdollista on tällöin oltava asianmukaiset jäteveden käsittelyjärjestelmät. Merkittävä vesienhuollon ohjauskeino on laajentaa viemäriverkostoja muun muassa haja-asutusalueille. Lisäksi vedettömiä jätehuoltoratkaisuja tulisi kehittää.

Hulevesien hallinta ja käsittely on tärkeä osa vesiensuojelutoimenpiteitä. Hulevesien muodostumista voidaan rajoittaa muun muassa rakennettujen pintojen määrän pienentämällä, imeyttämällä tai haihduttamalla kokonaisuutena kasvillisuuden avulla. Imeytysrakenteet voivat vaihdella yksinkertaisista sorasaarroista ja kivipeleistä imeytyskenttiin ja tehdasvalmisteisiin järjestelmiin. Syntypaikalla hulevesien

muodostumista voidaan ehkäistä hyödyntämällä paikallisesti kattovesiä (esim. kas-
teluun) sekä jättämällä piha-alueita päällystämättä. Mahdollisimman luonnonmukai-
sia menetelmiä tulisi suosia, esimerkiksi haihdutusta voidaan tehostaa tiheän ja voi-
makaskasvuisen pajukasvuston avulla sekä viherkatoilla.

Vesiensuojelussa lähtökohtana tulee olla elinkeinojen yleisten toimintaedellytys-
ten turvaaminen ja virkistyskäyttö sekä näiden kahden kokonaisuuden yhteensoviti-
taminen. Vesienhoidon edistämisessä keskeisin merkitys on tiedottamisella, neu-
vonnalla, ohjauksella ja koulutuksella. Vesiensuojeluun liittyvää koulutusta ja neu-
vontaa eri tahoille niin käytännön toimijatasosta virkamiestasolle tulisi kehittää, jotta
asetettuihin vesiensuojelun ja kunnostuksen tavoitteisiin päästäisiin tehokkaasti.
Perustason toiminta ja toiminnan harjoittajien kehittämistarpeet tulisi saada päättä-
jien tietoisuuteen, sillä nykyisin päättäjätasolla ei välttämättä tiedetä riittävän hyvin
millaista käytännöntason toiminta on. Tutkimus- ja kehitystoimien tehostamisen
myötä voitaisiin vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta hallita nykyistä tilannetta pa-
remmin. Kuvioissa 26 ja 27 on koottu vesiensuojelua edistäviä ja kehittäviä toimen-
piteitä ja kehittämiskohteita vesien tilan seurantaan ja valvontaan.



KUVIO 26. Vesiensuojelua edistäviä ja kehittäviä toimenpiteitä



KUVIO 27 Kehittämiskohteita vesien tilan seurantaan ja valvontaan

9 POHDINTA

Usealla ihmisellä on oma käsityksensä siitä, minkälainen järven ja vesistön tulisi olla. Ihmiset kokevat yleensä kuormittavaksi tekijäksi sen minkä näkevät, kuten vesien tummumisen, näköisyyden heikkenemisen, rantojen liettymisen ja rehevöitymisen. Todellisuudessa Suomen vesistä suurin osa on tummia, mutta ne ovat sitä jo luonnostaan. Vesien tummuus ja humuspitoisuus johtuvat Suomen turvevaltaisesta maaperästä. Suomen sisävesiin kohdistuvan ravinne-, kiintoaine ja humuskuormituksen takana on useampi eri tekijä, kuten maankäyttö, sääolosuhteet, ilmaston lämpeneminen ja sadanta sekä jääpeitteisen ajan pituus. Ihmisen toiminta on omalta osaltaan vaikuttanut vesistöjen tilaan ja siinä tapahtuviin muutoksiin.

Ravinnekuormitus aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä (lähinnä fosfori ja typpi). Eloperäinen eli orgaaninen aineksen joutuessa vesistöihin ja hajotessa, kuluttaa se liukoisen hapen varantoja. Tämän seurauksena syntyy hapettomuutta, joka voi vapauttaa pohjasta ravinteita. Lisäksi rantojen liettymistä ja mataloitumista aiheuttaa hiukkasmuodossa oleva orgaaninen aines. Orgaaninen aines ei kuitenkaan kiihdytä vesistöjen rehevöitymistä saman lailla kuin levillä välittömästi käyttökelpoisessa muodossa olevat ravinteet. Lisäksi metallit ja happamuus taas voivat aiheuttaa kaloille kidusvaurioita ja kalojen ja muiden vesieliöiden kuolemia. Vesien happamuus voi myös heikentää kalojen lisääntymistä, joka voi johtaa kalapopulaatioiden taantumiseen.

Vesistöjen kunnostamisen ja hoidon tavoitteena onkin parantaa vesistöjen ekologista tilaa sekä virkistyskäyttömahdollisuuksia tai säilyttää vesistöjen tila hyvänä. Kunnostustoimenpiteitä on useita ja niillä pyritään lisäämään lähiympäristöjen viihtyvyyttä ja rantakiinteistöjen arvoa. Lisäksi tavoitteena on lisätä kalataloudellisia edellytyksiä sekä luonnon ja maiseman suojelua. Sopivimmat kunnostusmenetelmät tulee valita tapauskohtaisesti. Valintaan vaikuttavat muun muassa biologiset tekijät, järven sijainti, koko ja sen syvyys. Vesistöjen kunnostus ja hoitotoimenpiteiden vaikutukset eivät kuitenkaan ole pysyviä, jos ei vähennetä ennen tai toimenpiteiden yhteydessä järveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta. Vesistökuormituksen

vähentämiseksi on laadittu alueelliset vesienhoitosuunnitelmat ja vesienhoidon toteutusohjelma. Vesienhoitosuunnitelmat ja niiden tavoitteet otetaan huomioon lupa- ja lausuntomenettelyissä sekä laadittaessa maakuntakaavoja.

Vesistöjen kuormittavinta tekijää etsiessä tulee muistaa aluksi selvittää se, millaisia eri valuma-alueiden vesistöt ovat luonnostaan maamme eri osissa, sillä jokainen vesistö on ainutlaatuinen. Järven tilan parantamisen tärkein toimenpide on valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen vähentäminen järven sietokyvyn tasolle.

Vesistöjen ekologisen ja kemiallisen tilan säilyttämiseen nykyisellä tasolla tai tilan parantamiseen tulee panostaa aluekohtaisesti ja vähentää kuormitusta ottamalla käyttöön parhaita vesiensuojelutekniikoita jäte- ja valumavesien käsittelyyn. Ulkoisen kuormituksen vähentämiselle ei kuitenkaan välttämättä ole tarvetta jotta vesistön ekologinen ja kemiallinen tila säilyvät hyvänä, jos vesistöalueen ulkoinen ravinne- ja kiintoainekuormitus ei lisäännä. Tällöin ulkoisen kuormituksen seuranta on tärkeää, jotta kuormitus ei tulisi kasvamaan. Jos vesistöihin kohdistuva kuormitus kasvaa, tulisi siihen puuttua ajoissa. Vesiensuojelumenetelmien tehokkuuden arviointiin saataisiin varmuutta jatkuvatoimisen vedenlaadunmittauksen kautta ja uskonkin sen olevan tulevaisuudessa vahvasti käytössä manuaalisen (kalibrointi) vesinäytteenoton rinnalla. Tekniikka vaatii kuitenkin kehittämistä, sillä ongelmana on jatkuvatoimisen vedenlaadunmittausmenetelmän häiriöherkkyys, kalleus ja mitattavien vedenlaatumuuttujien määrien rajallisuus.

Järvien kunnostus ja vesiensuojelurakenteet yhdessä toisivat hyviä tuloksia vesien tilaan. Toimenpiteiden kohdalla tulee kuitenkin muistaa se, miten toimenpiteet vaikuttavat vesistön tilaan, sillä liian äkilliset ja mittavat muutokset saattavat haitata järven tai joen sen hetkistä ekosysteemiä. Poistamalla rehevöityneistä vesistöistä biomassaa, kuten särkikaloja ja vesikasveja, voidaan rehevöityneen vesistöön tilaa jonkin verran parantaa. Toisaalta ruoppaus ja muu vesirakentaminen saavat ravinteet liikkeelle. Tulee siis huomioida kuinka nopeasti eliöt sopeutuvat muuttuneeseen tilaan ja voiko joitain lajeja hävitä, jos muutamme vesistöjen tilaa äkillisesti ja merkittävästi. Mataliin ja luontaisesti reheviin järvien lahtiin kuuluu runsas ja monimuotoinen kasvillisuus, joka suojaa selkävesiä ulkoisen kuormituksen vaikutuksilta.

Jos kuormitus on liian suurta, kunnostuksella on mahdollista vain tilapäisesti parantaa vesistöjen tilaa tai ehkäistä sen heikkeneminen edelleen. Kunnostus on perusteltua silloin, kun vesistön tila ja eliöyhteisöt ovat muuttuneet selvästi. Muutokset ovat nähtävissä siinä, ettei vesistöjä voida enää käyttää totutulla tavalla tai sen tila on muuttunut suhteellisen lyhyessä ajassa. Esimerkiksi silloin, kun sinilevien massaesiintymät ovat niin voimakkaita, että ne haittaavat uimista ja veden käyttöä, tai rantojen vesikasvillisuus runsastuu häiritsevästi.

Sisäistä kuormitusta aiheuttava sedimentti puhuttaa monia. Uusia menetelmiä vesistöjen kunnostamiseen ja sedimentin poistoon olisi syytä kehittää ja tutkia toimenpiteiden vaikutuksia ensin sellaisella kohteella (esim. lampi tai pieni järvi), jonka muokkauksista ei aiheudu haittaa alapuolisiin vesistöihin. Mikäli menetelmä osoittautuu toimivaksi, voisi sen soveltuvuutta uudelle kohteelle testata. Lisäksi tulisi selvittää mihin nostettu sedimentti sijoitettaisiin ja voisiko sitä hyödyntää. Sedimentti voi eräissä vesistöissä sisältää jo hyvinkin vanhoja myrkköjä.

Vesiensuojelua saataisiin tehostettua myös tukemalla uusia yrittäjiä niin taloudellisesti (tuet vesiensuojelutoimenpiteisiin ja -rakenteisiin) kuin koulutuksen ja neuvonnan kautta. Vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttamisessa olisi mielestäni tärkeää, jotta oikea tieto menetelmistä ja eri vesiensuojelutoimenpiteiden mahdollisuuksista saataisiin mahdollisimman varhain uuden yrittäjän käyttöön.

Tulevaisuudessa vesistöihin kohdistuvan ravinne-, kiintoaine- ja humuskuormituksen ennustetaan kasvavan ilmaston muutoksen aiheuttamana muun muassa taustahuhtouman lisääntymisen myötä. Vesimäärän kasvaessa kuormitus kasvaa, etenkin kiintoaineen osalta. Ilmastonmuutos tulee asettamaan haasteita esimerkiksi hajakuormituksen vähentämiselle. Hajakuormituksen vähentämiseksi tehokkaimpia keinoja olisivat koulutuksen ja neuvonnan lisääminen sekä eri tahojen yhteistyön vahvistaminen ja yhteisten vesiensuojeluhankkeiden ja -toimenpiteiden toteuttaminen. Ongelmana on kuitenkin toimenpiteiden rahoitus, sillä monet hyvät hankkeet jäävät toteuttamatta, mikäli niihin ei ole mahdollista saada rahoitusta. Pistekuormituksen vähentäminen on nykyisestä tasosta vaikeaa, sillä mitä enemmän päästöjä

on vähennetty sitä kalliimpaa ja vaikeampaa loppupäästöjen vähentäminen on. Toiminta tulisikin kohdentaa sinne, missä päästövähennys on helpointa ja kustannustehokkainta tehdä.

Tietoisuutta vesistökuormituksesta ja luonnossa tapahtuvista väistämättömistä luonnollisista prosesseista tulisi viedä myös suuren yleisön (tavallisten ihmisten) tietoisuuteen. Keskustellessa tavallisten ihmisten kanssa ja tiedottaessa asiantuntijoiden tulisikin kertoa tärkeä asia pienenä annoksina ja arkikieltä käyttäen, eikä ammattisanastoa. Keskustelua pitäisi siis käydä eri tasoilla.

Olisi mielenkiintoista selvittää millaisia mahdollisuuksia on vaikuttaa hulevesien syntymiseen ja miten hulevesien vaikutuksia vesistöjen tilaan voitaisiin tehokkaimmin ehkäistä. Voisimmeko omien arkipäivän valintojemme kautta vaikuttaa ympäristön kuormitukseen, esimerkiksi pesuaineiden valinnassa, jätteidenkin käsittelyssä ja autoilussa ja matkustamistavoissa. Ja miten vesistöjen virkistyskäytön vaikutukset näkyvät vesistöjen tilassa (esim. loma-asutusten veden ja pesuaineiden käyttötottumukset sekä mattojen pesupaikkojen ja uimarantojen vaikutukset vesistöjen tilaan).

Opinnäytetyön toteutuksessa tulosten työstäminen ja tarkastelu oli laajojen aineistojen pohjalta haasteellista, sillä toisiinsa vertailukelpoisia tutkimustuloksia ja kuormituslukuja ei ollut helppoa löytää. Tutkimuksissa ja selvityksissä tehdyt aineistot eivät olleet välttämättä vertailukelpoisia keskenään. Tähän vaikuttavat erilaiset tutkimusmenetelmät, kuormitustekijöiden tarkastelujen erilaisuus ja seurantajaksojen pituudet. Lisäksi tarkastelua vaikeutti se, että osasta kuormitustiedoista oli tautahuhtouma vähennetty pois ja osassa se oli mukana.

Opinnäytetyön aikana toteutetut monipuoliset haastattelut alan asiantuntijoiden ja alan tärkeimpien vaikuttajien kanssa olivat mielenkiintoisia ja avartavia. Kaikki suunnitellut haastattelut toteutuivat, vaikka haastateltavia oli osittain vaikea tavoittaa ja löytää sopivaa haastatteluajankohtaa. Haastatteluista saatiin erinomaista sisältöä työn tulosten kannalta ja vahvistusta vesistökuormituksen aiheuttaviin tekijöihin.

Työn lopputulemana voidaan todeta, että Suomen vesistöt ovat ainutlaatuisia ja vesistöjen hyvän tilan saavuttaminen ja säilyttäminen on meidän jokaisen asia.

LÄHTEET

- Alakukku, L. (toimit.) 2006. Maaperän prosessit. Pellon kunnan ja ympäristönhoi-
don perusta. MMM:n maaperätutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja elintarvi-
ketalous 82. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen: MTT, 8–12,
103–110.
- Alakukku, L., Ristolainen, A., Sarikka, I & Hurme, T. 2008. Maan vesirakenne ja
vesitalous vesistökuormituksen taustatekijöinä. Teoksessa: Turtola, E. & Le-
mola, R. (toim.) 2008. Maatalouden ympäristötuen vaikutukset vesistökuormi-
tukseen, satoon ja viljelyn talouteen v. 2000–2006 (MYTVAS 2). Maa- ja elin-
tarviketalous 120. Jokioinen: MTT, 24–30.
- Aura, E., Räty, M. & Hartikainen, H. 2006. Savimaiden eroosio: prosessit ja tor-
junta. Teoksessa: Alakukku, L. (toimit.) 2006. Maaperän prosessit. Pellon kun-
non ja ympäristönhoi-
don perusta. MMM:n maaperätutkimusohjelman loppura-
portti. Maa- ja elintarviketalous 82. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.
Jokioinen: MTT, 37–44.
- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nie-
minen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Ne-
valainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010.
Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö-
keskus. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Edén, P. 9.12.2014. Happamien sulfaattimaiden kartoituksesta. Metsänhoidon uu-
tiskirje 4/2014. Metsät ja vesi -teema. Saatavana: [http://www.metla.fi/uutis-
kirje/mkl/2014-4](http://www.metla.fi/uutis-
kirje/mkl/2014-4)
- Ei-tuotannolliset investoinnit täydentävät ympäristökorvausta. 11.12.2014. [Verk-
kosivu]. Maaseutuvirasto. Tuet ja palvelut. Viljelijä. [Viitattu 3.2.2015]. Saata-
vana: www.mavi.fi
- Ekholm, P., Granlund, K., Kauppila, P., Mitikka, S., Niemi, J., Rankinen, K., Räike,
A. & Räsänen, J. 2007. Influence of EU policy on agricultural nutrient losses
and the state of receiving surface waters in Finland. Agricultural and Food Sci-
ence 16/2007, 282–300.
- ELY-keskuksen asiantuntija. <xxx.xxx@ely-keskus.fi> 27.10.2014. ELY-keskus.
Kosteikkotuet. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Tiina Toivo-
nen opinnäytetyöntekijä. [Viitattu: 28.10.2014].
- ELY-keskuksen asiantuntija. <xxx.xxx@ely-keskus.fi> 4.11.2014. ELY-keskus.
Kosteikkotuet. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Tiina Toivo-
nen opinnäytetyöntekijä. [Viitattu: 5.11.2014].

- Eskola, P., Kaartinen, T., Merta, E., Mroueh U.-M. & Vestola, E. 2009. Uudet jäteenkäsittelykeskusten vesienhallintatekniikat. [verkkojulkaisu]. VTT tiedotteita 2502. Helsinki: Edita Prima Oy. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2502.pdf>
- Grönroos, J., Karhu, E., Siimes, K. & Laitinen, P. 2008. Torjunta-aineiden käyttö ympäristöohjelmakausien aikana. Teoksessa: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) 2008. Maatalouden ympäristötuen vaikutukset vesistökuormitukseen, satoon ja viljelyn talouteen v. 2000–2006 (MYTVAS 2). Maa- ja elintarviketalous 120. Jokioinen: MTT, 68–72.
- Grönroos, J., Turtola, E. & Lehtonen, H. 2010. Ympäristötukijärjestelmän ominaisvaikuttavuus ja kokonaisvaikutuspotentialiaali. Teoksessa: Aakkula, J., Manninen, T. & Nurro, M. (toim.) 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus (MYTVAS 3). Väliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 1/2010. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy, 32–138.
- Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A. Roine, L. & Lundström, E. 2012. Käytännön kosteikkosuunnittelu. Maatalouden vesiensuojelun tehostaminen. TEHO-hankkeen julkaisuja 1/2012. 4. painos. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Hallanaro, E-L. & Kujala-Räty, K. 2011. Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Edita Prima Oy. Ympäristöopas 2011. [Viitattu 12.1.2015]. Saatavana: www.ymparistoministerio.fi/julkaisut
- Heikkinen J., Ketoja E., Nuutinen V. & Regina K. 2013. Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974–2009. *Global Change Biology* 19, 1456–1469.
- Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Hulevesiopas. 2012. Kuntaliitto. Helsinki: Suomen kuntaliitto.
- Hyötyläinen, T. 2001. Assessment of Ecotoxicological Effects of Creosote-Contaminated Lake Sediment and its Remediation. University of Jyväskylä. Jyväskylä studies in biological and environmental science 99. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House.
- Hökkä, H. & Nieminen, T. 19.12.2014. Metsätalouden toimenpiteille suosituksia happamalla sulfaattimailla toimittaessa. [Verkkojulkaisu]. Metsänhoidon uutiskirje 4/2014. Metsät ja vesi -teema. [Viitattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/uutiskirje/mkl/2014-4>

- Jaakola, P., Kangasluoma, M., Nikula, A. & Sillanpää, J. 2014. Turvetuotantoalueiden ominaiskuormitus selvitys. Vedenlaatu- ja kuormitustarkastelu vuosien 2008–2012 tarkkailuaineistojen perusteella. [Verkkajulkaisu]. Bioenergia ry. Pöyry Finland Oy. [Viitattu 3.3.2015]. Saatavana: <http://www.turveinfo.fi/ominaiskuormitus selvitys>
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset. Vesiensuojelu. [Verkkajulkaisu]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavana: <http://www.tapio.fi/files/tapio/verkkajulkaisut/Vesiensuojeluopas%20nettiin.pdf>
- Joensuu, S., Kauppila, M., Tenhola, T., Lindén, M. & Vuollekoski, T. Ei päivystä. Kosteikot metsätaloudessa. Selvitys. [Verkkajulkaisu]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio & Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi>
- Kaila, A. & Ihalainen, A. 2014. Metsävarat. Teoksessa: Peltola, A. 2014. Metsätalostollinen vuosikirja 2014. [Verkkajulkaisu]. Metsäntutkimuslaitos. Tampere: Tammerprint Oy. [Viitattu 2.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen vsk/>, 33–78.
- Kangasluoma M., Nikula, A., Leskelä, A., Sillanpää, J. & Kainua, K. 2013. Turvetuotantoalueiden vesistökuormituksen arviointi. Vedenlaatu- ja kuormitustarkastelu vuosien 2003–2011 tarkkailuaineistojen perusteella. Pöyry Finland Oy.
- Kangasluoma, M., Nikula, A., Leskelä, A., Sillanpää, J. & Kainua, K. 2013. Turvetuotannon ominaiskuormitus selvitys 2003–2011. Vapo Oy, Turvetuotantoalueiden vesistökuormituksen arviointi. Vedenlaatu- ja kuormitustarkastelu vuosien 2003–2011 tarkkailuaineistojen perusteella. Oulu: Pöyry Finland Oy.
- Kantojen noston ohjekortti. Ei päivystä. [Verkkajulkaisu]. Taso-hanke. Metsätalouden työ- ja toimintaohjekortit. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/TASOhanke/Julkaisut>
- Kenttämies, K. 2006. Metsätalouden fosfori- ja typpikuormituksen määrittäminen. Teoksessa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) Metsätalouden vesistökuormitus: MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Vantaa: Dark Oy. [Viitattu 26.8.2014] Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut, 93–100.
- Kirkinen, J., Hillebrand, K. & Savolainen, I. 2007. Turvemaan energiakäytön ilmastovaikutus. Maankäytöskenaario. VTT tiedotteita 2365. Helsinki: Edita Prima Oy.

- Klöve, B., Saukkoriipi, J., Tuukkanen, T., Heiderscheidt, E., Heikkinen, K., Marttila, H., Ihme, R. Depre, L. & Karppinen, A. 2012a. Turvetuotannon vesistökuormituksen ennakointi ja uudet hallintamenetelmät. Suomen ympäristö 35/2012. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut
- Klöve, B., Tuukkanen, T., Marttila, H., Postila, H. & Heikkinen, K. 2012b. Turvetuotannon kuormitus. Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä. Jyväskylä: Kopijyvä.
- Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia: valunnan ja ainehuuhtoumien muodostuminen rakennetuilla alueilla. Osa 2: koealatutkimus. Espoo: Otamedia Oy.
- Korhonen, P. 14.10.2014. Ympäristökorvaukset, kosteikot ja suojavyöhykkeet. Pohjana esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmaksi 2014–2020 (luonnos 4/15.4.2014). [Ppt-esitys]. Kainuun ELY-keskus. [Viitattu 15.1.2014].
- Käytössä oleva maatalousmaa 2013. 29.4.2014. [Verkkajulkaisu]. Tike. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. [Viitattu 12.10.2014]. Saatavana: <http://www.maataloustilastot.fi/>
- Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. & Toivikko, S. 2014. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Edita Prima Oy. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 3/2014. [Viitattu 12.1.2015]. Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut
- Lahtela, S. 2013. Mallikosteikko. Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus. Makkonen, T. (toim.) Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylä: Suomen Yliopistopaino Oy. Juvenes Print.
- Launiainen, S., Sarkkola, S., Laurén, A., Puustinen, M., Tattari, S., Mattsson, T., Piirainen, S., Heinonen, J., Alakukku, L. & Finér, L. 2014. Kustaa-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Vesikeskus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014. [Viitattu 19.11.2014]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/>
- Lepistö, A., Futter, M. N. & Kortelainen, P. 2014. Almost 50 years of monitoring shows that climate, not forestry, controls long-term organic carbon fluxes in a large boreal watershed. *Global Change Biology* 20: 1225–1237.
- Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution*. 7/2003, 275–297.

- Marjamaa, J., Kauppi, P. & Antikainen, R. 2004. Vesien tilaan myönteisesti ja kielteisesti vaikuttavat valtiovallan toimet. Tutkimuksen tausta-aineisto.
- Marttila, H. 2014. Kiintoaine ja sedimenttitutkimukset. Teoksessa: Karjalainen, S. M., Marttila, H & Hellsten, S. 2014. Uusia menetelmiä turvemaiden käytön vesistövaikutusten arviointiin latvavesistöissä. BioTar-projektin loppuraportti. [Verkkajulkaisu]. Suomen ympäristökeskus. Oulun Yliopisto. [Viitattu 30.1.2015]. Saatavana: <http://www.syke.fi/hankkeet/biotar>, 45–62.
- Marttinen, S., Jokela, J., Rintala, J. & Kettunen, R. 2000. Jätteiden hajoaminen kaatopaikalla sekä kaatopaikkavesien muodostuminen, ominaisuudet ja käsittely. Kirjallisuuskatsaus 20.6.2000. [Verkkajulkaisu]. KAATO 2001 -hanke. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana: <http://www.jly.fi/katsaus2.pdf>
- Metsäkeskuksen asiantuntija. <xxx.xxx@metsakeskus.fi> 4.11.2014. Metsäkeskus. Metsätalouden kosteikkotuet. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaaantottaja: Tiina Toivonen opinnäytetyöntekijä. [Viitattu 5.11.2014].
- Metsämuuronen, J. 2003. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteessä. 2. uudistettupainos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. 2008. Laadullisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. Metodologia-sarja 4. 3. uudistettu painos.
- Metsätalouden tuet. 2014. [Verkkosivu]. Metsäkeskus. [Viitattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.metsakeskus.fi/metsatalouden-tuet>
- Monilla vesillä likainen menneisyys mutta valoisampi tulevaisuus. 2013. Lehtiartikkeli. Ambotica. 1/2013, 6.
- Mäenpää, M. & Tolonen, S. (toim.) 2011. Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015. Suomen ympäristökeskuksen julkaisusarja 23/2011. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Mäkinen, O. 2005. Tieteellisen kirjoittamisen ABC. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim.) 2014. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2014. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT Taloustutkimus. Julkaisuja 115. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Nieminen, M. 2014. Suomen vesistöt tummuvat. Tiede-lehti 7/2014, 48–51.

- Niinimäki, J. & Niinimäki, J. 10.3.2008. Rehevöityneiden järvien ravintoketjukur-
nostus ja hoito. [Verkkójulkaisu]. Enajärven suojeluyhdistys ry. Tutkimuksia ja
raportteja. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavana: <http://www.enajarvi.fi/>
- Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa. Ravintoverkkokunnos-
tus. Helsinki: Books on Demand GmbH.
- Nitrogen cycling. Ei julkaisuaikaa. [Verkkosivu]. Limnology Lecture & K.L.
Schulz's. [Viitattu 10.1.2015]. Saatavana: [http://www.esf.edu/efb/schulz/Limno-
logy/Nitrogen.html](http://www.esf.edu/efb/schulz/Limno-
logy/Nitrogen.html)
- Nystrand, M. 19.2.2014. Sulfaattimaat ovat Suomen suurin metallipäästöjen lähde.
[Verkkójulkaisu]. Metsänhoidon uutiskirje 4/2014. Metsät ja vesi -teema. [Vii-
tattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/uutiskirje/mkl/2014-4>
- Paukku, R. 2014. Tutkimustodistus 18.9.2014. Nab Labs Oy.
- Palojärvi, A. & Alakukku, L. 2010. Maan rakenne ja viljavuus. Teoksessa: Aakkula,
J., Manninen, T. & Nurro, M. (toim.) 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikutta-
vuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3). Väliraportti. Maa- ja metsätalousminis-
teriön julkaisuja 1/2010. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy, 42–44.
- Palviainen, M. & Finér, L. 2013. Kunnostusojituksen vaikutus vesistöjen humus-
kuormitukseen. Jyväskylä: Kopijyvä.
- Peltomaa, R. 2009. Säättösalaojituksen, säättökastelun tai kuivatusvesien kierrätyk-
sen hoitotoimenpiteet. Maaseutuvirasto. Maatalouden ympäristötuen erityistuet.
Edita Prima Oy.
- Penttinen, K. & Niinimäki, J. 2010. Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnos-
tus. Opetushallitus. Tampere: Juvenes Print. Tampereen Yliopistopaino Oy.
- Pietiläinen, O-P. (toim.), Antikainen, R., Holmberg, M., Kauppila, J., Kauppila, P.,
Ketola, T., Korpinen, P., Lepistö, A., Lepistö, L., Pitkänen, H., Rantanen, P.,
Rekolainen, S., Räike, A., Santala, E., Similä, J., Tamminen, T. & Vuorenmaa,
J. 2008. Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila. Suomen ympäristö-
keskuksen julkaisusarja 46/2008. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Pilke, A. (toim.) 2012. Ohje pintaveden tyypin määrittämiseksi. [Verkkójulkaisu].
Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 12.1.2015.] Saatavana: www.ymparisto.fi
- Pintaveden ekologinen tila. 1.10.2013. [Verkkosivu]. Vesimuodostumat: SYKE,
ELY-keskukset. Hallinnolliset rajat: Maanmittauslaitos. [Viitattu 13.1.2015].
Saatavana: <http://www.ymparisto.fi>

- Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. 10.11.2014. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus. Vesi. [Viitattu 20.1.2015]. Saatavana: www.ymparisto.fi
- Puustinen, M., Koskiaho, J. & Peltonen, K. 2005. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 565–579.
- Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Ross, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vigberg, P. 2007. [Verkkojulkaisu]. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007. Suomen ympäristökeskus. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. [Viitattu 4.11.2014]. Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut
- Rankinen, K., Ekholm, P., Bernal, J. E. C., & Keinänen, H. 2014. Ainevirtaamat valuma-alueilla ja niihin vaikuttavat tekijät. Teoksessa: Aakkula, J. & Leppänen, J. (toim.) 2014. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus. MYTVAS 3. Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö 3/2014. Juvenes Print: Suomen Yliopistopaino Oy, 231–240.
- Rautio, M. 2007. Ihmisen toiminnasta ympäristöön kohdistuva kuormitus Etelä-Savossa 2005. [Verkkojulkaisu]. Etelä-Savon ympäristökeskuksen raportteja 1/2007. Etelä-Savon ympäristökeskus. Helsinki: Yliopistopaino. [Viitattu 10.10.2014]. Saatavana: www.ymparisto.fi/esa/julkaisut
- Rekilä, R., Vertanen, P. & Rekilä, T. 2010a. Turkistilan ympäristökäsikirja. Osio 1. Turkiselonkeino. [Verkkojulkaisu]. MTT. Arctosmedia. [Viitattu 11.10.2014]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/turkistilanymparistokasikirja>
- Rekilä, R., Vertanen, P. & Rekilä, T. 2010b. Turkistilan ympäristökäsikirja. Osio 3. Ravinnekuormitus. [Verkkojulkaisu]. MTT. Arctosmedia. [Viitattu 11.10.2014]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/turkistilanymparistokasikirja>
- Rekilä, R., Vertanen, P. & Rekilä, T. 2010c. Turkistilan ympäristökäsikirja. Osio 6. Ympäristönsuojelu käytännössä. [Verkkojulkaisu]. MTT. Arctosmedia. [Viitattu 11.10.2014]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/turkistilanymparistokasikirja>
- Räty, M., Virkajärvi, P., Saarijärvi, K., Saarijärvi, E. & Hartikainen, H. 2012. Sisävesien fosforikuormitus Kirmanjärven valuma-alueella Pohjois-Savossa. [Verkkojulkaisu]. Maataloustieteen päivät 2012. [Viitattu 10.9.2014]. Saatavana: www.smts.fi

- Saari, P. 2012. Fosforin kiertokulku. [Verkkosisto]. Nuts. Pähkinä purtavaksi. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Elinvoimainen Lestijoki-hankkeen oppimateriaaleja, 2009–2011. [Viitattu 13.1.2015]. Saatavana: <http://nutrient.fi/en/node/59>
- Saari, P., Raitio, L. M., Pakkala, J., Nuotio, E. & Korpijärvi, M. 2010. Meidän joki. Lestijoen vesienhoidon käsikirja. [Verkkojulkaisu]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: www.doria.fi/.
- Salo, T., Turtola, E. & Grönroos, J. 2006. Typpitaseen käyttö huuhtoutumisen arvioinnissa. Teoksessa: Alakukku, L. (toimit.) 2006. Maaperän prosessit. Pellon kunnan ja ympäristönhoidon perusta. MMM:n maaperätutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja elintarviketalous 82. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen: MTT, 68–73.
- Salo, T. & Lemola, R. 2010. Typpi- ja fosforitaseet. Teoksessa: Aakkula, J., Manninen, T. & Nurro, M. (toim.) 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3). Väliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2010. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy, 30–41.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas/2010. Suomen ympäristökeskus. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- Saukkonen, S. & Kortelainen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutus ravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutumiseen. Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Sisälehdet Suomen ympäristökeskuksen monistamo. Kannot Oy Edita AB.
- Siimekselä, T. & Ylimartimo, A. 2014. Tuloksia automaattisesta vedenlaadun seurannasta. Teoksessa: Siimekselä, T., Stenman, T & Ylimartimo, A. (toim.) 2014. Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä. Tutkimusta ja tekoja. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylä: Suomen yliopistopaino Oy: Juvenes Print, 23–42.
- Siimekselä, T., Stenman, T & Ylimartimo, A. (toim.) 2014. Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä. Tutkimusta ja tekoja. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylä: Suomen yliopistopaino Oy. Juvenes Print.
- Sisävedet. 24.9.2014. [Verkkosivu]. Luonnontila. [Viitattu 12.1.2015]. Saatavana: <http://www.luonnontila.fi/>

- Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä. 2011. Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio. MMM 2011:1.
- Suomen Kalankasvattajaliitto. 2015. [Verkkosivu]. Suomen kalankasvattajaliitto ry. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana: <http://www.kalankasvatus.fi/>
- Suomen vesienhoitoalueet. 2013. [Verkkosivu]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana: www.ymparisto.fi
- Suometsien vaikutukset vesiin. 28.2.2014. [Verkkosivu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/ohjelma/h2o/teema-1-suometsien-hakkuiden-vaikutus.htm>
- Tattari, S., Koskiaho, J. & Kosunen, M. 2014. Turvetuotannon kuormituslaskenta-suositus ja perustelut sen käyttöönnotolle. Suomen ympäristökeskus. Jyväskylä: Kopijyvä.
- Tattari, S., Puustinen, M., Koskiaho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015. Valuma-alueen eri lähteistä tulevan vesistökuormituksen arviointi ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon.
- Teollisuuden ja yritystoiminnan vesiensuojelu. 20.8.2013. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 17.6.2014]. Saatavana: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Teollisuus_ja_yritystoiminta
- Tilastokeskus. 2014. Ympäristötilasto. Vuosikirja 2014. Ympäristö ja luonnonvarat 2014. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Turtola, E., Grönroos, J., Ekholm, P., Uusitalo, R., Alakukku, L., Salo, T., Lehtonen, H., Koikkalainen, K., Granlund, K., Lemola, R. Rankinen, K. & Esala, M. 2008. MYTVAS 2 -tutkimuksen arviointi. Teoksessa: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) 2008. Maatalouden ympäristötuen vaikutukset vesistökuormitukseen, satoon ja viljelyn talouteen v. 2000–2006 (MYTVAS 2). Maa- ja elintarviketalous 120. Jokioinen: MTT, 89–93.
- Tuukkanen, T., Marttila, H. & Klöve, B. 2014. Effect of soil properties on peat erosion and suspended sediment delivery in drained peatlands. Water Resources Research, published on-line. Oulun yliopisto. Vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmä, 3523–3535.
- Turvetuotanto ja vesistövaikutukset. Ei päiväystä. [Esite]. Vapo Oy. [Viitattu 15.1.2015].

Tutkija. 2014a. Oulun yliopisto. Haastattelu 12.12.2014.

Tutkija. 2014b. Suomen ympäristökeskus. Haastattelu 19.3.2014.

Uusi-Kämppeä, J., Saarijärvi, K., Palojarvi, A., Rankinen, K., Regina, K., Maljanen, M. & Virkajärvi, P. 2005. Laitumen ja suojakaistan typpitalous. Teoksessa: Alakukku, L. (toimit.) 2006. Maaperän prosessit. Pellon kunnan ja ympäristönhoiton perusta. MMM:n maaperätutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja elintarviketalous 82. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen: MTT, 57–68.

Uusitalo, R., Ekholm, P., Turtola, E., Pitkänen, H., Lehtonen, H., Granlund, K., Bäck, S., Puustinen, M., Räike, A., Lehtoranta, J., Rekolainen, S., Walls, M. & Kauppila, P. 2007. Maatalous Itämeren rehevöittäjänä. MTT. Tampereen yliopistopaino: Juvenes Print.

Uusitalo, R., Ekholm, P., Lemola, R. & Turtola, E. 2008. Fosforikuormitukseen vaikuttavien tekijöiden muutokset ympäristöohjelmakausien aikana. Teoksessa: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) 2008. Maatalouden ympäristötuen vaikutukset vesistökuormitukseen, satoon ja viljelyn talouteen v. 2000–2006 (MYTVAS 2). Maa- ja elintarviketalous 120. Jokioinen: MTT, 11–23.

Valpasvuo-Jaatinen, P. 2007. Suojavyöhykkeen perustaminen ja hoito. Maa- ja metsätalousministeriö. Maatalouden ympäristötuen erityiset. Edita Prima Oy.

Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta. 30.8.2012. [Verkkajulkaisu]. Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 2.2.2015]. Saatavana: <http://www.mmm.fi/>

Valtioneuvosto hyväksyi nitraattiasetuksen korvaavan uuden asetuksen. 2014. [Verkkosivu]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 3.3.2015]. Saatavana: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Valtioneuvosto_hyvaksyi_nitraattiasetuks\(32301\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Valtioneuvosto_hyvaksyi_nitraattiasetuks(32301))

Ventelä, S., Koskimies, H. & Kesti, J. 2014. Lannan vastaanottohalukkuus kasvinviljelytiloilla Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja. B. Raportteja ja selvityksiä 82. Seinäjoki 2014. [Viitattu 2.2.2015]. Saatavana: <http://www.theseus.fi>

Vesienhoitoalueet. 2013. [Verkkosivu]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue. [Viitattu 20.1.2015]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/vesienhoitoalue/lantinen>

Vesistöjen kunnostus ja hoito. 2013. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus SYKE. [Viitattu 17.6.2013]. Saatavana: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesistojen_kunnostus

- Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. 22.8.2014. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 16.11.2014]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi>
- Viitala, R. 2004. Esimiehet osaamisen johtajina. Tilastollinen tarkastelu esimiesten käyttäytymisestä osaamisen johtajina esimiesten itsensä ja heidän alaistensa arvioimana. Tutkimuksia -sarjan julkaisu nro 255. Vaasan yliopisto.
- Vuollekoski, M. & Joensuu, S. 2006. MESUVE-hankkeessa perustettujen erityisalueiden tuloksia. Teoksessa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus: MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Vantaa: Dark Oy, 93–100.
- Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of Nitrogen and Phosphorus from Agricultural and Forest Areas in Finland during the 1980's and 1990's. Environmental Monitoring and Assessment. 76, 213–248.
- Väisänen, S. & Puustinen, M. (toim.) 2010. Maatalouden vesistökuormituksen hallinta. Seuranta, mallit ja kustannustehokkaat toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmassa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Edita Prima Oy. Suomen ympäristö 23/2010. Vesikeskus. [Viitattu 15.1.2015]. Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut
- Walls, M. & Rönkä, M. (toim.) 2004. Veden varassa. Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita Prima Oy, 12–19.
- Willner, M. 19.12.2014. Rannikkoseudun happamat sulfaattimaat ovat yksi Suomen suurimmista ympäristöongelmista. [Verkkajulkaisu]. Metsänhoidon uutiskirje 4/2014. Metsät ja vesi -teema. [Viitattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/uutiskirje/mkl/2014-4>
- Yhteistyöllä parempaan vesienhoitoon. 2007. Yhteenveto vesienhoitoa koskevista keskeisistä kysymyksistä Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella. [Verkkajulkaisu]. Uudenmaan ympäristökeskus. Yliopistopaino. [Viitattu 15.1.2015]. Saatavana: http://www.hel.fi/static/helsinki/paatosasiakirjat/Kh2007/Esityslista37/Liitteet/Yhteistyolla_parempaan_vesienhoitoon.pdf?Action=sd&id=072620509
- Ylitalo, E. (Pääkirjoittaja) 2013. Metsätalastollinen vuosikirja 2013. [Verkkajulkaisu]. Metsäntutkimuslaitos. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy. [Viitattu 9.10.2014]. Saatavana: http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13_nimio.pdf

- Ylivainio, K., Esala, M. & Turtola, E. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn typpi- ja fosforihuuhtoumat. Kirjallisuuskatsaus. Maa- ja elintarviketalous 12. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Jokioinen: MTT.
- Ympäristöystävällisen järwiseudun kalvosarja. 2003. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
- Ympäristöministeriö. 2007. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös. Suomen ympäristö 10/2007. Ympäristöministeriö. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- Ympäristöministeriö. 2013a. Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje. [Verkkójulkaisu]. Ympäristöministeriö. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2013. Helsinki: Edita Prima Oy. [Viitattu 10.9.2014]. Saatavana: www.ym.fi/julkaisut
- Ympäristöministeriö. 2013b. Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. [Verkkójulkaisu]. Ympäristöministeriö. Luontoympäristöosasto. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2013. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 10.2.2015]. Saatavana: www.ym.fi/julkaisut
- Ympäristöministeriö. 2012. [Verkkójulkaisu]. Ympäristöministeriön raportteja 1/2012. Helsinki. [Viitattu 16.2.2015]. Saatavana: www.ymparisto.fi/julkaisut
- Ypyä, J. 2013. Typen kiertokulku maataloudessa. [Verkkosivu]. Nuts pähkinä purtavaksi. [Viitattu 10.1.2015]. Saatavana: <http://nutrient.fi>

LIITTEET

Liite 1. Kooste haastattelusta

1) Mitkä ovat haitallisimpia kuormitusta aiheuttavia tekijöitä edustamallasi alalla vesistöjen tilan kannalta?**Maatalous**

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

Maatalous ja metsien kunnostusojitus ovat suurimpia kuormittajia. Kuormitustekijöiden suhteen tulee aina ajatella muuttujia ja huomioitava se, että eri tekijöiden vaikutukset ovat erilaisia. Vesistöjen haitallisimmat kuormitusta aiheuttavat tekijät ovat kuitenkin tapauskohtaisia. Tässä on juuri kysymys siitä mitä tarkastelee ja mikä on muuttuja. Onko tarkastelun kohde typpi, fosfori vai eroosio? Tarkastelunäkökulma riippuu siitä, mistä ollaan kiinnostuneita. Haitallisimmat kuormittavat tekijät vesistöjen tilan kannalta riippuvat siitä, mitä vesistöä katsoo. Ei voida siis yksiselitteisesti todeta, että jotkin tietyt tekijät ovat niitä pääsyyllisiä.

Metsätalouden kuormitus on marginaalinen verrattuna maatalouteen, koska toimenpiteitä ei tehdä kuin tietylle prosentiosalle metsäpinta-alasta ja vaikutukset ovat suurimmat vain ensimmäisinä vuosina toimenpiteen jälkeen, kun taas maataloudessa vaikutukset näkyvät joka vuosi.

Turvepellot ovat selkeä riskitekijä maataloudessa. Jos todella halutaan vähentää kuormitusta, tulisi peltopinta-alaa pikemminkin vähentää eikä enää uusia raivata. Maatalouden lannoituksen osalla ollaan jo niin pienellä lannoitustasolla, ettei se todennäköisesti enää kasvata huuhtoumaa.

Eläinyksiköt ja niiden keskittymät ovat Suomessa aika pieniä, hehtaaria kohden. Jos pelloille levitetään tietty määrä esim. karjanlantaa siten, ettei se ylitä kokonaissuositusmäärää, se ei aiheuta yhtään enemmän huuhtoumaa. Lantaloiden suhteen Suomessa ollaan kohtalaisen hyvällä tasolla, toisin kuin Itämeren valuma-alueen maissa. Tyypillistä on, ettei Itämeren alueen maissa ole lantaloita, vaan lanta kasotetaan pellon pientareille. Tämä on huolestuttavaa vesien tilan kannalta, mutta onneksi tuota ongelmaa meillä Suomessa ei enää ole.

Erikoiskasveilla kuten kaalilla, sokerijuurikkaalla ja osittain perunalla on todettu olevan korkeat P-luvut. Keskittyneitä alueita, joilla kyseisiä kasveja viljellään, on jo olemassa, mutta mittausaineistoa alueilta ei ole niin paljon, että voitaisiin suoralta kädeltä niitä tuomita. Voidaan kuitenkin todeta, että ne ovat pieniä riskitekijöitä

Putsareiden/vesienpuhdistuslaitosten lietteen levittäminen pelloille on huolestuttavaa lietteen mahdollisten bioturvallisuusriskien vuoksi. Seuraukset voivat olla vahingolliset, koska ei tiedetä miten lannassa olevat jäämät vaikuttavat ympäristöön sekä vesistöihin. Lannassa voi esiintyä mm. jäämiä eläimille annetuista antibiooteista, jotka tulevat olemaan tulevaisuuden uhka antibioottien käytön lisääntyessä, sekä jäämiä hormonilääkkeistä.

Eduvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

Riippuu hyvin paljon vesistöistä, mikä katsotaan haitallisemmaksi kuormitusta aiheuttavaksi tekijäksi vesistön tilan kannalta. Yleisesti on tietämys ja uskomus, että ravinnekuorma on monissa vesistöissä kuormittavin tekijä ja, että fosfori on rehevöitymisen aiheuttaja. Etenkin Keski-Suomen alueella kuormituskeskustelussa on ollut esillä myös vesistöjen samentuminen, kiintoaine- ja humuskuorma. Kuormittavien tekijöiden lähteistä kiistellään tällä hetkellä kovasti. Todellisuudessa vedet ovat tummuneet monin paikoin ja se on etenkin ihmisten mielissä se ongelma. Ihmiset kokevat kuormitustekijäksi sen minkä näkevät. Joissain paikoin leväkuormakin on ongelma. On kuitenkin huomioitava se, että täällä sisämaassa ongelmat ovat erialaiset kuin Itämeren rannikolla, joissa muun muassa leväongelma on selvemmin yhteydessä ravinnekuormaan.

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

Haitallisimpia kuormituksen aiheuttavia tekijöitä (turvetuotannossa) koko Suomen osalta ovat kiintoaine ja ojitus. Luonnontilaisilta soilta ei juurikaan huuhtoudu kiintoainetta. Ojan-kaivu on yksi suurimmista kiintoainekuormituksen aiheuttajista. Sekä turvetuotantoalue, ojitus että alapuolisen vesistön purojen perkuut ovat riskialueita kiintoainekuormituksen suhteen. Paikoitellen sulfaattimaiden alueilla kuormitusta aiheuttavat matala pH sekä korkea metallipitoisuus. Toiseksi suurin haitallinen tekijä on pH:n lasku sulfaattimaiden ojituksen jälkeen (vesistöjen sietoraja 5,2), jonka alapuolelle mentäessä mm. kaloja saattaa kuolla. Näitä alueita ei tulisi ojittaa lainkaan. Turvetta ei tulisi kaivaa sulfaattimaahan saakka. Muutaman senttimetrin paksuinen turvekerros riittänee haitallisten vaikutusten synnyn ehkäisemiseen, mutta tämä vaatii vielä tarkempaa tutkimusta (mm. pH:n laskeminen alle 5,2).

Ennakointi on tärkeää! Vesistöjä voidaan neutraloida esim. kalkilla tai veden viivyttämis- ja tasaustoimenpiteillä. Kolmanneksi suurin tekijä on ravinnekuormitus. Kuormitustekijöistä fosfori on pieni, mutta paikallisesti se voi olla merkittävä tekijä. Typpikuormitus on

koko Suomen osalta korkea, ja yleisempi ongelma kuin fosfori (turvemaidilla), turpeen eloperäisen aineksien hajoamisen vuoksi. Yleisesti ravinnepitoisuudet ovat kuitenkin turvetuotannon osalta pieniä, vaikka paikallisesti vaikutukset voivat olla merkittäviä. Neljäntenä tekijänä on humuskuormitus. Humuskuormitus on vaikea todentaa, eikä sitä ole osattu tuoda oikealla lailla esille. Humuksen kulkeutumisen estäminen on haasteellista, eikä sitä ole juuri ollenkaan tutkittu. Humuksen todentamisesta tekee vaikean se, että humus voi vaihtaa muotoaan ja saostua kiintoaineeksi. Luonnontilaisesti vesistöissä on aina ennestään humusta.

Kiintoaine ja humus sekoitetaan usein toisiinsa, vaikka humus on paljon helpompi mitata kuin kiintoaine. Kiintoainepitoisuus vaihtelee voimakkaasti vesistöissä. Se voi olla myös hiekkaa ja savea, joka aiheuttaa myös veden samentumista. Kaikki ravinteet ovat vesistöjen kannalta tärkeitä, tiettyyn sietorajaan saakka. Ainoa myrky vesistöille on pH ja metallit.

Turvetuotannon aiheuttamaa kuormitusta ei ole riittävästi tutkittu. Tutkimuksia on tehty huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi maatalouden osalta. Ympäristöasiat ovat myös aikalailla uusia, jos niitä on tutkittu, on tutkittu vain yhtä osa-aluetta, eikä ole tutkittu kaikkia osa-alueita valuma-alueen tasolla, mikä olisi kokonaisuuden kannalta tärkeää.

Edunvalvoja, Bioenergia ry

Turvetuotantoalan haitallisimpia kuormitusta aiheuttavia tekijöitä on se kuormitus, mikä ei kuulu vesistön luontaiseen kokonaisuuteen. Haitallisuus pitää nähdä purkuvesistön tilan kannalta. Turvetuotannossa on kyse luonnonvesistä, jonka mukana kulkeutuu eloperäistä aineista. Kuormitusta tarkastellessa tulee aina muistaa vesistön luonnontilaisuus, eli millainen vesistö on luonnostaan. Osa vesistöistämme on ruskeavetisiä ja humuspiitoisia jo luonnostaan, riippuen niiden ympäristössä olevasta maa-alueesta. Kaikkia vesistöjä ei voi eikä pidäkään saada kirkasvetisiksi. Vesistön luontaisen tilan lisäksi sen koko vaikuttaa siihen mitä katsotaan kuormitustekijäksi. Kun katsotaan luonnonvesiä, tulee tietää mikä on sille haitaksi ja se on sitä, mikä ei vesistöön kuulu luonnostaan. Humus ja kiintoaine, etenkin sellaisilla alueilla jonne se ei luontaisesti kuulu, ovat kuormitusta aiheuttavia tekijöitä. Latvavesissä (puroja, lampia ja pieniä järviä), joissa on haitan kärsiöitä haitat korostuvat. Humus ja kiintoaine ovat haitallisimmiksi koettuja ja kiintoaine tulee seuraavaksi. Happamuus on joissain tietyillä alueilla ongelma (ei koske Keski-Suomen vesistöjä). Ravinteet eivät kuitenkaan ole se suurin syyllinen kuormitustekijöissä, vaan tarkastelu tulee pitää siinä, mikä ei ole luontaista vesistölle.

Taustahuuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Perinteisesti ravinteiden puolelta keskeisimmät (yleisesti kuormitusta aiheuttavat tekijät) ovat typpi ja fosfori. Kiintoaine on hyvin merkittävä kuormitusta aiheuttava tekijä, joka olisi syytä havaita. Sen merkitykseen ei ole riittävästi kiinnitetty huomiota. Pienempänä, mutta merkittävänä tekijänä, ovat erilaiset myrkyt, joita pääsee vesistöihin kaikkien ihmistoimintojen kautta. Humuksella on oma merkityksensä vesistöjen kuormittajana. Se on Suomen luonnossa luontaisesti ja sitä tulee joka paikasta ja kaikista maanpintaa rikkovista toimista. Humuksen määrä on lisääntynyt.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

Metsätalouden haitallisin kuormitusta aiheuttava tekijä on kiintoainekuorman hallinta. Kiintoainekuormitus on seurausta kunnostusojitustoimenpiteistä ja sitä syntyy myös metsän uudistamisen sekä maamuokkauksen kautta. Rehevöittävän kuormituksen, eli typpi- ja fosforikuormituksen, tärkeimpiä aiheuttajia ovat metsätaloudessa hakkuut, etenkin päätehakkuut, niin kivennäis- että turvemaidilla. Metsän lannoitus, kangasmailla typpilannoitus ja turvemaidilla fosforilannoitus, aiheuttaa myös kuormitusta vesistöihin. Vielä lannoituksesta ei ole muodostunut isoa ongelmaa, koska pinta-alat ovat pieniä ja määrät vähäisiä sekä lannoitelajit ovat kehittyneet. Riskit nousevat etenkin silloin esille, jos metsän lannoitus toteutetaan väärin tai huonosti.

Taustahuuhtouma ja laskeuma ovat merkittäviä vesistöjen kuormitusta aiheuttavia tekijöitä. Kaikesta kuormituksesta noin kolmasosa on peräisin taustahuuhtoumasta. Lisääntynyt ilmaston lämpiäminen on yksi merkittävä tekijä taustahuuhtouman lisääntymisen kannalta.

Metsätalous/-teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Haitallisimpia kuormitusta aiheuttavia tekijöitä ovat maatalous ja yhdyskunnat. Vesistökuormitusta tarkastellessa keskusteluissa on mukana kaikkia 1970 luvulta, jolloin vesistökuormitus aiheutti vesistöissä happikatoa ja kalakuolemia, kuormitustekijöistä yksi oli metsäteollisuus. Metsäteollisuuden ravinnepestöt ovat vähentyneet viimevuosien aikana voimakkaasti ja sen osuus on pudonnut murto-osaa siitä, mitä se on ollut aikaisemmin.

Metsäteollisuudesta aiheutuvaa kuormitusta ovat AOX-päästö (joita tulee sellun keitosta syntyvistä klooriyhdisteistä), BOD eli biologista hapenkulutusta ja COD eli kemiallista hapen kulutusta. Kiintoainekuormitusta syntyy, mutta vähemmän. Kiintoainekuormitusta syntyy enimmäkseen paperiteollisuuden prosesseista, puun osista ja puun käsittelystä. Ravinteita tulee vähän. Typpeä ja fosforia syntyy sellun valmistuksesta ja puun kuorinnasta. Raskasmetalleja tulee jonkin verran raaka-aineesta eli puusta. Puussa olevat raskasmetallit ovat peräisin maaperästä. Kun puu tulee tehtaalle ja sitä käsitellään, irtoaa raskasmetalleja.

Eri kuormitustekijöiden vaikutukset ovat niin erilaisia, että on vaikea sanoa mikä on haitallisin.

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

Riippuu vesistöstä ja sektoreista sekä siitä ajatellaanko vesistöjen tilaa vai virkistyskäyttöä. Ravinne, kiintoaine, humus sekä muut haitalliset aineet kuten metallit ja rauta kuormittavat vesistöjä. Kuormitus vaihtelee paljon sektoreittain ja joiltakin sektoreilta tulee enemmän ravinteita ja toisilta enemmän humusta. Suomen vedet ovat tummuneet Pohjois-Lappia lukuun ottamatta koko maassa. Tummat vedetkin voivat olla hyvässä kunnossa.

2) Miten kuormitusta on seurattu ja millaisia tutkimushankkeita kuormituksen tarkemmaksi selvittämiseksi tai vähentämiseksi on meneillään?

Maatalous

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

- Baltic Combass -hankkeessa tarkasteltiin eri maiden (Puola, Suomi, Ruotsi ja Tanska) typen kuormituslukuja. Meillä Suomessa keskimääräiset luvut ovat vähän reilu 10 kg/ha, kun taas Tanskalla ne olivat poikkeuksellisen korkeat jopa 40kg/ha.
- Monitor 22 -hankkeessa tehtiin suuntaviivoja seurantamenetelmiin. Hankkeessa etsitään parhaimpia seurantamenetelmiä.

Vesistökuormituksen pitkäaikaisilla mittaus- ja seurantamenetelmillä voidaan tarkemmin todentaa, mitä on todellisuudessa tapahtunut. Vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksista on kuitenkin jouduttu tekemään arvioita ja tukeutumaan malliarvioihin aika monilta osin, koska mitattua tietoa ei ole ollut saatavilla. Kuormituksen laskentaan sisältyy niin suuri epävarmuus, että me olemme vielä sen epävarmuuden sisällä, ja siitä syystä tarvitaan

juuri pitkäaikaisia seurantasarjoja. Tällöin ollaan jo lähtökohtaisesti väärillä raiteilla ja epävarmuus voi kasvaa suureksi. Laboratorio ja lysimetrikokeiden kautta voidaan kuitenkin säädelyissä olosuhteissa tarkastella mitä seuranta-alueella on mahdollisesti tapahtunut. Näkisin erittäin tärkeänä saada rahoitusta perushankkeisiin, joissa voisi panostaa tiettyyn osa-alueeseen eikä pirstaloitua jopa moneen eri tieteenalaan. Tämän tyyppisissä rajatuissa hankkeissa tutkimustieto ja tulokset voisivat jäädä elämää seuraavaksi kahdeksikymmeneksi vuodeksi. Kokonaistarkasteluissa on käytettävä taustahuuhtouman sijasta taustahuuhtoumaa. Yleisissä vertailuissa ei pidä käyttää luonnonhuuhtoumaa, koska ajatellaan, että siinä ei ole ihmisen vaikutusta huomioitu ja sitä on vaikea myös todentaa, tulee mieluummin käyttää taustahuuhtoumaa, koska siinä on huomioitu myös ihmisen vaikutus.

Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

- Maisa -hanke on pyrkinyt tuomaan lisäselvyyttä maatalouden vesistövaikutuksiin.
- Taso -hankkeessa on tuonut hyvää tietoa ja etenkin turvepuolella tehnyt hyvää työtä Vapon kanssa.
- TEHO ja TEHO+ ovat useita vuosia jatkuneita hankkeita. Hankkeissa mietitään viljelijöiden toimintaa ja niissä on tuotettu hyviä työkaluja viljelijöille.

Maisa- ja Taso-hanke ovat olleet tärkeitä pohjatietojen tuottajia. TEHO hankkeen tyyppisillä hankkeilla saadaan hedelmällisiä tuloksia. Reaaliaikaisen mittauksen on huomattu toimivan joillain alueilla, mutta kaikilta osin se ei välttämä toimi, joka on tullut hyvin esille Maisa -hankkeessa. Eri organisaatioiden koulutus ja kehityshankkeita on ollut paljon. Hajakuormituksen syitä ja seurauksia koitettu selvittää, mutta se vaatii yhä edelleen lisätietoa ja tarkempaa mitattavampaa ja pidempiaikaisempaa seurantaa. Vanhan VEPS-mallin puutteet on yksi jos toinenkin tunnustanut, ettei se reagoi sen hetkiseen tilanteeseen riittävän nopeasti. Pidempiaikaisempaa seurantaa kaivataan. Pistekuormitus on selvemmin seurattu ja mitattavissa, mm. jätevesiputsareista ja teollisuuslaitoksista. Uskomus onkin, että se on siellä hanskassa, että tiedetään mitä tulee sisään ja mitä ulos lähtee.

Hajakuormitus on perustunut pitkälti malleihin, ja ehkä kaikin osin tietoa tärkeitä maa-lajeista (Keski-Suomessa) ei ole riittävästi ja pohjatietoa on ollut niukasti. Sisäistä kuormitusta ei ole arvioissa otettu mitenkään huomioon, on vai todettu, että sitä on vaikea arvioida. Sen osuus on kuitenkin hyvin merkittävä ja se vaihtelee valtavasti vesistöittäin ja alueittain.

Arviointimenetelmiä tulisi kehittää enemmän. Kaikkien pinta-alojen suhteen kuormituksen seuranta on todella haasteellista. Pitkäaikainen seuranta on erittäin tärkeää, koska vesistö reagoi hitaasti. Vuoden tai kahden toimenpiteet eivät näy vielä missään.

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

Kuormitusta seurataan seurannan, velvoitetarkkailun sekä tehostetun seurannan kautta. Seuranta ja tutkimusta on tehty Oulun yliopistossa jo useiden vuosien ajan. Hiljattain on päättynyt iso tutkimushanke, jossa tutkitaan soiden ominaisuuksia ja tutkitaan mikä aiheuttaa kuormitusta. Turvetuotannon osalta tehtyjä tutkimus- ja seurantahankkeita ovat mm. Sulka -hanke ja Keski-Suomessa tehty TASSO -hanke. Lisäksi Oulun yliopistossa on meneillään 5–6 väitöskirjaa, joissa tutkitaan metsätalouden ja turvetuotannon kuormitusta, tutkitaan laajemmin ojitusten vaikutuksia kuormitukseen sekä vesikemikaalien käyttöä laajasti ja kokonaisvaltaisesti.

Olisi tarpeellista tehdä laaja-alaisempaa ja jatkuvatoimisempaa tutkimusta, joka olisi oikein resursoitu. Tiedon tulisi jalostua ja kehittyä. Ensinnäkin on tärkeää tietää miten kuormitus syntyy ja miten se eroaa toisistaan. Saadut tulokset eivät ole sattumaa, sillä kaikkien vaikuttaa fysikaaliset ja kemikaaliset ominaisuudet.

Edunvalvoja, Bioenergia ry

Hankkeita:

- Tasso-hanke: loppuraportin julkaisupäivä 10.4.2014.
- Sulka -projekti: kuormituksen selvittäminen ja vähentäminen (Oulun yliopisto ja SYKE)
- Suhe: happaman kuormituksen selvitys (sulfiittisavimailla)
- BioTar: toukokuussa 2014 loppuraportti (Oulussa toukokuulla tiedotusraportin julkistamistilaisuus)

Alkavia hankkeita:

- Selvitys haitallista aineista (Pohjois-Savon ELY-keskus)
- Turvetuotannon ominaiskuormituksen päivitys
- Ylivirtaamatilanteen selvitys (tähän tulossa opinnäytetyö/gradu)

Kuormitusta seurataan:

- kuormitustarkkailulla (viranomaisten tarkkailusuunnitelmillä)

Kuormituksen seuranta:

- Jokaiselle turvetuotantoalueelle määrätään ympäristöluvassa tarkkailuvelvoite, ja valvova viranomainen vahvistaa tarkkailuohjelman. Tämä käytäntö on ollut ympäristölupien myöntämisestä, 2000 -luvun alusta saakka koskien kaikkia turvetuotannon lupavelvollisia noin 150 yritystä. Aiemmin kuormituksen seuranta on perustunut lupiin ja niissä harkinnan mukaan esitettyihin vesiensuojelumääräyksiin.
- Turvetuotantoseurannassa velvoitetarkkailuaineisto syntyy viranomaiselle lupavelvollisten (heidän konsulttiensa) raportoidessa vuosittain kuormituksensa lupapäätöksen ja tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuodesta 2000 saakka täydentynyt aineisto käsittää yksittäisinä havaintoina ja analyysituloksina jo miljoonissa laskettavan havaintoaineiston (jota ei ole lainkaan systemaattisesti, viranomaisen resurssien vähyyden vuoksi kyetty hyödyntämään).

Taustahuuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Projektiluonteisia hankkeita on ollut ja on edelleen menossa, joista tulee uutta erilaista tietoa asioihin. Tarkkailu ja tutkimustietoa on olemassa paljon, mutta vielä niistä ei ole ollut merkitystä käytäntöön. Seurannat ovat perustuneet aina vesistötarkkailuun ja usein omanvalvontarakenteisiin, joissa toiminnan harjoittajan on itse valvottava päästöjään ja lisäksi on tietynlaisia ilmoitusvelvoitteita. Seurannat, vesistötarkkailu ja omaoimontarakenne ovat merkittäviä keinoja kuormituksen selvittämiseksi ja vähentämiseksi. Toimijoiden tulisi enemmän valvoa omia päästöjä. Metsä- ja maatalous tulisi vesistöjä kuormittavien toimien osalta (esim. uuden pellon raivaus, kunnostusojitus) olla myös luvan varasta, kuten turvetuotanto jo on. Uusien turvemaiden käyttö pellon raivuuseen tulisi kieltää.

Vesistöaluekohtaisia selvityksiä on tehty, mutta ei kauhean suurella menestyksellä, mutta joitakin yrityksiä on. Jatkuvatoimiset seurannat ja mittarit ovat vielä täysin alkutekijöissä, mutta toimiessaan tärkeitä. Muutamia perusongelmia on, joita on tullut esille jo ensimmäisissä kokeiluissa. Ongelmana on, että tulva-aikoina vesi virtaa ohi mittareista ja ohivirtaukset ovat olleet järjestelmällinen rakenne. Pääosa päästöistä menee silloin, kuin vesimäärä on suuri. Kun vesimäärä kaksinkertaistuu, veden kuljettava voima seitsenkertaistuu. Tämä fyysikaalinen fakta tulisi huomioida. Ohitusuomia ei saisi olla ja veden tulisi virrata mittauksen tai pintavalutuksen kautta. Vesiä pilaavasta toiminnasta pääosa on

metsä- ja maatalousalueelta, jotka eivät ole luvanvaraista, mutta niiden tulisi osittain olla. Vesistöjen päästöjen putsaamiseen tulisi kehittää uusia menetelmiä.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

Kuormitusta on seurattu metsäalueilla valuma-alueetasolla. Käytössä on ollut ”valuma-alue pari” -menetelmä, jossa seurataan kahta valuma-aluetta rinnatusten. Seurantajakson alussa valuma-alueilla ei tehdä minkäänlaisia toimenpiteitä, vaan annetaan alueiden olla luonnollisessa tilassa muutaman vuoden ajan, jonka aikana toteutetaan tutkimusta ja seurantaa. Tämän ensimmäisen jakson jälkeen vain toisella valuma-alueella tehdään toimenpiteitä ja toinen alue jätetään vaille toimenpiteitä. Seurantaa jatketaan ja verrataan alueilta saatuja tuloksia toisiinsa, näin saadaan selville mikä on kyseisen kuormittavan tekijän aiheuttama kuormituksen todellinen määrä ja vaikutus. Tällä hetkellä Suomessa tehtyjä kunnostusojitustutkimuksia on toteutettu yli neljäkymmenellä valuma-alue parilla, yhdellä typpilannoituskohteella, kymmenellä metsänuudistamiskohteella sekä taustahuuhtouma kohdetta on noin 40. 2013-vuoden lopussa aloitettiin uusi metsätalouden vesistökuormituksen seurantaverkko, jonka tarkoituksena on seurata veden virtaamaa, vedenlaatua, ja pyritään vertamaan luonnontilaisiin alueisiin.

Mielenkiintoisina kysymyksenä on noussut esille mm.:

1. Kunnostusojitustarpeet ovat nousseet esille mielenkiintoisena kysymyksenä. Viimeaikoina on selvinnyt, että kunnostusojituksia ei ehkä tarvitsekaan tehdä niin paljon kuin nyt luullaan. On selvinnyt, että riittävä määrä puustoa pitää kosteuden aisoissa. Metsäojituksesta ja kunnostusojituksesta toimenpiteiden vähentyminen tai kokonaan eroon pääseminen olisi erittäin suuri teko vesistönsuojelun kannalta.
2. Ojien syvyys tulisi olla pienempi.
3. Kunnostusojitusta tulisi tehdä vain istutusvaiheessa.
4. Turvemaiden käyttö: joudutaan tekemään vahvoja toimenpiteitä, valtavia määriä tyyppiä voi karata. Miten saadaan tyyppi kuriin, jotta kuormitus saataisiin mahdollisimman pieneksi. (Rehevöittäväkuormitus: fosfori ja tyyppi.) Päätehakkuiden aikaan, jos fosforia on runsaasti turpeessa, se muuttuu liukoiseksi ja siirtyy veden mukana alapuolisiin vesistöihin.
5. Kivennäismailla tyyppi ja fosforikuormitus on pienempi kuin turvemaidella, mutta pinta-alaltaan laajempia, joten kuormituksen yhteenlaskettu osuus on tällöin suurempi kuin turvemaidella.

Metsätalous/ -teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Kuormitusta seurataan tehtailta oma valvontana ja ympäristöluvissa veloitettarkkailuna. Seuranta koskee AOX, BOD ja COD päästöjä sekä kiintoainekuormitusta ja ravinteita. Metsäteollisuudessa seurataan myös jonkin verran raskasmetalleja. Kuormituksen tarkemmaksi selvittämiseksi olisi hyvä tehdä enemmän yhteisseurantaa, jota viranomaiset toteuttavat, sekä kuormituksen seurantaan liittyviä projekteja. Yrityksillä on omia projekteja ja paikallisia vesien suojeluun liittyviä raportteja.

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

Kuormitusta seurataan päästötarkkailulla kaikilla sektoreilla. Kuormitusta seurataan myös vesistötarkkailulla, joista otetaan 3 kertaa vuodessa ja järvistä kaksi kertaa vuodessa vesinäytteet.

3) Luettele 3 tärkeintä toimenpidettä perusteluineen, joilla vesistövaikutuksia edustamallasi alalla tai yleensä voidaan vähentää.

Maatalous

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

En kannata sitä, että jotkut tietyt vesisensuojelutoimenpiteet laitettaisiin niin sanotuksi paremmiksi. Mielestäni toimenpiteet edellyttävät aina, että ne soveltuvat juuri kyseiselle alueelle. Välttämättä ei ole tarvetta suojavyöhykkeille, eikä tietyillä alueilla tarvita tietyn tyyppistä viljelykäytäntöä, eikä kosteikkoja voida välttämättä perustaa. Laajapaletti toimenpiteitä on mielestäni paras. Esim. typen osalta kerääjäkasvit ovat tehokkaita sitomaan kuormitusta. Tämä menetelmä ei ole vielä ollut Suomessa käytössä, mutta mm. Ruotsissa niitä on käytetty paljon. Vaikka ristiriitaisuuksia on tullut, on kuitenkin mittaus-ten kautta todettu, että typelle on saatu aika hyvät vasteet. Suomessa on käytetty aika paljon toimenpiteitä eroosion ehkäisyyn, mm. suojavyöhykkeillä, talviaikaisella kasvipeitteisyydellä ja suorakylvöllä.

Suomessa tulisi olla esim. 40 000 kosteikkoa (nyt on 400–600), jotta vaikutukset alkaisivat näkymään. Tarvitaan lisää perusteluita ja selvityksiä siitä miten käy, jos ravinteikas pintamaa huuhtoutuu ja orgaaninen aines häviää pinnalta ja sen seurauksena maanrakenne heikkenee.

Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

1. Ympärivuotisen kasvipeitteisyyden lisääminen, jotta maa-ainekseen kiinnittyneet ravinteet eivät kulkeudu vesistöön.
2. Tehdään tarpeenmukainen lannoitus ja tunnetaan lohkot. Lannoitus tulee tehdä sen mukaan, että ravinteet saadaan pois kasviaineksen mukana.
3. Karjavaltaisilla alueilla lannan käsittelyyn tulee tarvetta hakea lannanlevittämiin lisää maa-aluetta. Lannan ravinne tulee saada talteen, huomioitava vesistöjen läheiset pellot.

Kohdentamisella on merkitystä. On otettava huomioon lohkoittainen vaihtelu, jotta ymmärrettäisiin, missä on kriittisimmät kohteet ovat. Ympäristötuella on kannustettu toimenpiteiden kohdentamiseen ja tarkkuuteen. Perustuki on kannustanut kaikkia tehostamaan toimintaa: mm. viljelysuunnitelmien tekoon. Aika näyttää tuleeko takapakkia. Uusi nitraatidirektiivi antaa omat suuntaviivat. Säädösten uudistamishankkeet eivät mene välttämättä hyvään suuntaan viljelijän näkökulmasta, moni voi pudota pois näiden tarkennusten myötä. Kustannuksia on nyt vaikea arvioida, onko ympäristön ja vesistöjen suojeleminen kuinka kallista. Miten kaikki vaikuttaa kansalliseen ruokatuotantoon?

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

1. Aluetason suunnittelu: tärkeää on turvetuotantoalueiden sijoitus ja vesistöalueiden tilan ja muuta vesistön käyttöä huomioiden.
2. Vesiensuojelurakenteet: luonnonmukaiset menetelmät kuten pintavalutuskentät, kosteikot, laskeutusaltaat ja veden viivyttäminen. Joissain erityistapauksissa ja ongelmatapauksiin kemikalointi, mutta menetelmä ei ole suositeltavaa, koska menetelmän säätäminen on vaikeaa ja yliannostukset ovat mahdollisia (haitat näkyvissä mm. pH:n laskuna). Kemikaloinnin tavoitteena on tuottaa juomavedeksi kelpaavaa vettä, joka ei ole vesistöjen luonnontilaisuuden kannalta aina hyvä. Kemikalointi ei ole koko vuoden mittainen prosessi, vaan sillä voidaan saada vain 30 % koko kuormituksesta pois. Kemikaloinnin kehittämisessä on parantamisen mahdollisuuksia.
3. Huolto ja seuranta: toimenpiteiden toimivuuden varmistaminen ja korjaavien toimenpiteiden ennakoitavuus sekä jatkuva menetelmien kehittäminen. Tutkimuksen teko on merkittävää, jotta saadaan tarkempia ja uudempia tietoja, näin voidaan vastata paremmin viranomaisten tiukentuviin vaatimuksiin. Tulisi siis pystyä

todentamaan oikeat kuormitustekijät ja määrät. Tämän vuoksi ihmisten kouluttaminen on tärkeää, jotta työntekijät osaavat syöttää mm. oikeat kemikaalit. Koulutus tulisi aloittaa jo ruohonjuuritasosta (eli koneurakoitsijat jne.).

4. Kustannustehokkuus: suurimmat kuormitukset valuma-alueella. Vesistöjen tilan kannalta katsottuna on tärkeää huomioida vastaanottavan vesistön tila ja ominaisuudet. Kiitoainepäästöjen hallinta on tärkeä toimenpide. Päästöjen hallinnan kannalta parhaimpia toimenpiteitä ovat kosteikot ja riittävät allastilavuudet sekä ennen kaikkea hyvin toimivat rakenteet. Ohijuoksutus on ollut ongelma, koska ei ole mahdollista mitoittaa vesien suojelurakenteita sellaisiksi, että ne riittäisivät kaikille vesille, jolloin voi tulla tilanteita, että vesi virtaa rakenteiden ohi. Allastilavuudelle ei ole suuntaa antavaa kokoa, koska olosuhteet ja aikaisemmat toimenpiteet sekä valuma-alueelta tulevat vedet vaikuttavat tilavuuden kokoon ja soveltuviin toimenpiteisiin. Jos turvetuotantoalue on hiljattain ojitettu, on allastilavuus suurempi kuin alueilla, joille ei ole ojitustoimenpiteitä tehty. Vanhat turvetuotantoalueet ovat usein ongelmallisia kohteita. Vastaanottavan vesistön virkistyskäyttö on yksi mittari ja vaikuttava tekijä vesistöjen kannalta.

Edunvalvoja, Bioenergia ry

Vesistövaikutusten vähentäminen turvetuotantoalalla:

1. Töiden oikealla ajoittamisella
2. Tulee tehdä hyvä alueen suunnittelu koko tuotannon elinkaaren ajalle. Vältetään mittavia maansiirtotoimenpiteitä. Hyvällä suunnitelmallisuudella voidaan edistää vesiensuojelua.
3. Tulee tehostaa vesistökäsittelyrakenteita (vesienkäsittelyrakenteita) ja ylläpitää niiden toimintaa. Toimivuus etenkin pintavalutus kentillä on tärkeää ja huolehtia niiden rakenteiden toimivuudesta. Tulee tiedostaa mikä on kyseisen vesistön kannalta tärkein tekijä ja mikä vaikuttaa hyvään vesienhoidon tilaan.

Lisäksi: Suhteelliseen kuormitukseen liittyen vesistöaluekohtainen päästökauppa eli:

- Pahimpien päästöjen aiheuttajiin tulee panostaa rahalla, jotta saadaan päästöt pieneneväksi. Siellä missä ravinteet ovat ongelmana, tulee asettaa vesienhoidon tavoite, jolloin voidaan ajatella tehostettuja toimenpiteitä esim. kemikaalointi investointien panostukseen. Päästökauppa olisi sellainen, jossa kaikilla on sama tavoite: vesien hyvän tilan saavuttaminen. Luvan saamisen edellytyksenä

olisi vesistöalueen kokonaispäästöjen pieneneminen. Myös ei-luvanvaraisia toimintoja tulisi seurata, mutta niille ei voida nykyisellään asettaa sitovia päästövähennystavoitteita.

Taustahuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Maatalouden osalta turvemaiden raivaus pelloiksi pitäisi olla ehdottomasti luvanvaraista ja tiukasti säädeltyä. Turvemaita ei pitäisi raivata pelloiksi yhtään, koska suurin osa maatalouden päästöistä tulee turvemaapohjaisilta pelloilta ja kuitenkin niitä on aika pieni osa kaikesta peltopinta-alasta. Uusia turvemaille raivattavia peltoja ei saisi tehdä ollenkaan.

Metsätaloudessa kunnostusojituksesta tulisi luopua kokonaan ja turvemaidella tulisi panostaa eri rakenteiskasvatukseen (puuta tulisi olla vähintään 100 m³/ha), jolloin vesitaloustilanne voitaisiin pitää hallinnassa. Tällöin haihduttavaa puustoa on riittävästi, eli ei tarvitse ojittaa ollenkaan. Käytännössä tätä menetelmää ei ole käytössä vielä ollenkaan. Helppointa olisi kieltää avohakkuut ja kunnostusojitukset turvemaidella kokonaan.

Tukipolitiikkaa tulisi muuttaa siten, ettei annettaisi kunnostusojitukseen enää tukea. Neuvontaa maksettaisiin ja tuettaisiin vain silloin, kun neuvotaan menetelmiä, joiden käyttö mahdollistaa sen, ettei kunnostusojitusta tehdä ollenkaan.

Turpeen polttamisen verotuet tulisi poistaa kokonaan. Verotuen poistamisen jälkeen turvetta ei kannattaisi enää polttaa, eikä enää tarvitsisi tehdä turpeen nostoa. Sammalmen kasvatus olisi ainoa vaihtoehto, kun karkeasta kasvuturpeesta on tarvetta, mutta sekin tulisi ohjata vain vanhoille pohjille. Kuiva sammalmassa on käytettävyydeltään ja ympäristövaikutuksiltaan turvetta parempaa, joten rahkasammaleen kasvattamista vanhoilla turvesoilla voisi kehittää. Oletettavaa on, ettei kyseisiltä kasvatus-alueilta lähde päästöjä kuin ensimmäisten vuosien aikana. Kasvillisuuden kasvaessa kiintoainepäästöjen pitäisi loppua.

Tällä hetkellä kuormitusta vähentäviä keinoja tulisi tehostaa ja panostaa vedenvarastointiin ja padotuksiin. Uusia alueita ei pitäisi enää ottaa käyttöön, jos vesistökuormitusta halutaan vähentää. Kemiallisen puhdistuksen keinot ovat kyseenalaisia, koska kokemusten perusteella tämä on alapuoliselle vesistölle täystuho rautasulfaatin vesistöön kulkeutumisen vuoksi. Se saostaa humusta alapuolisessa vesistössä. Järven pinta voi olla kristallin kirkasta, kuollutta ja elotonta ja pohjassa on vellovaa ruosteen väristä moskaa. Mieluummin katsottaisiin luonnostaan tummia humusvesiä, kuin kuollutta järveä.

Vielä ei ole nähty sellaista vesienpuhdistusmenetelmää, joka oikeasti turvetuotantoalueen vesien puhdistuksessa vaihtelevissa luonnonolosuhteissa toimisi.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

1. Työn laatu ja sen varmistaminen. On olemassa hyvät ohjeet vesistönsuojeluun ja niitä tulisi noudattaa tarkemmin.
2. Valuma-alue ajattelu pitäisi pitää entistä enemmän mielessä ja ottaa huomioon mitä toimenpiteitä alueella tehdään. Jos yhdellä valuma-alueella tehdään paljon toimenpiteitä lyhyellä ajalla, voi se tehdä suuren kuormituspiikin vesistöön. Kannattaisi miettiä ajankohtia toimenpiteille, milloin mitäkin tehdään ja millaiset vaikutukset ovat.
3. Ei tehdä turhia töitä (ei kunnostusohjituksia turhaan). Kunnostusohjitus aiheuttaa suuren kiintoainekuorman.

Metsätalous/ -teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Metsäteollisuudessa vesistövaikutusten vähentämisen keinoja:

1. Häiriötilanteiden hallinta ja satunnaispäästöjen vähentäminen, koska kuormitus voi nousta äkillisesti ja muuttua normaalista voimakkaasti.
 - Pyritään jatkuvasti kehittämään ja parantamaan ja vaaditaan suunnitelmallisuutta ja varautumista prosessin tasaiseen virtaan. Tehtaat käyttävät erilaisia ympäristöhallintajärjestelmiä kuten ISO14001 ja EMAS (eurooppalainen hallintajärjestelmä).
2. Puhdistusprosessien tehostaminen
 - Puhdistuksessa mikrobit hajottavat happea kuluttavia päästöjä ja ravinteita.
3. Prosessien parantaminen
 - Massa- ja paperin tapahtuva toiminta olisi mahdollisimman tehokasta
 - Selluprosessin kehittäminen.

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

1. Vesistöjentilaa voidaan parantaa kuormituksen vähentämisellä valuma-alueella.
2. Kuormituksen aiheuttamien haittojen vähentäminen ja poistaminen.

4) Miten vesistöjemme tilaa voitaisiin järkevimmin parantaa eli mihin kohteisiin toimenpiteet on kustannustehokkainta kohdentaa? Millaisin keinoin kokonaisuuden hallinta saavutettaisiin?

Maatalous

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

Käyttöön laaja paletti toimenpiteitä. Kuormitusta tarkasteltaessa tulee aina selvittää seurantamenetelmät ja kiinnitettävä huomio mm. siihen onko tarkastelu tehty pienillä vai suurilla valuma-alueilla.

Mittaukset ovat tärkeässä osassa, ja niitä tulisi edelleen kehittää. Savi- ja kivennäismaiden pitkäaikaisia koekenttiä on lakkautettu, mikä on todella sääli. Hankkeiden kautta saadut mittausjaksot ovat liian lyhytaikaisia (2–3 vuotta). Hankaluutena on se, että hankkeissa aloitettuja mittauksia ei saada toimimaan kunnolla vasta kuin seuraavana vuonna ja tällöin aikasarja on liian lyhyt. Mielestäni tulisi keskittyä enemmän pitkäjänteisempään ja vuosia kestäviin tutkimuksiin.

On lisäksi muistettava ettei mallinnus korvaa mittauksia, sillä niitä tarvitaan mallien kalibrointiin ja testaukseen. Kannatan uutta, veden laadun jatkuvatoimista mittausta, koska se on menetelmänä hyvin käyttökelpoinen monessa seikassa ja sen avulla saadaan tietoa pitoisuusvaihteluista.

Peltoja, joilla on pitkä lannoitushistoria, ja ovat todella ravinnerikkaita fosforin osalta, lannoitusta pitää vähentää. Tämän tyyppisiin alueisiin kannattaisi panostaa, mutta ensisijaisesti tulisi selvittää riskialueet, jotta kyseisten alueiden kuormituksiin voitaisiin tehokkaammin puuttua.

Koko valuma-alueen kuormitusta tarkastelussa tulee huomioida kuormituksen laskentaan vaikuttavat monet epävarmuustekijät. Vesistöjen suojelutoimenpiteiden vaikutusta ei vielä nähdä ison vesistön purkupisteessä, koska toimenpiteiden pinta-ala osuus on yleensä pieni ja aikaa toimenpiteistä on kulunut vielä liian vähän jotta vaikutukset olisivat näkyviä.

Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

Toimenpiteet tulisi kohdentaa sellaisiin vesistöihin, jotka ovat reheviä ja hapettomiksi käyneitä. Selvästi huonosti voiviin vesistöihin tulisi toiminta vahvimmin suunnattua. Ulkopuolinen kuormitus tulee tunnistaa ja hakea niihin vähennyskeinoja sekä sisäisen kuormituksen poistamismahdollisuudet, esim. särkikalojen poisto on ensiapu vesistöille. Mistään ei

saisi juosta vesistä suoraan vesistöihin (valumavedet tulee käsitellä ennen vesiin pääsyä).

Tiedon jakaminen, koulutus, taloudelliset kannusteet, vapaaehtoiset kannusteiden kautta mennään pitkään eteenpäin. Tiukka sääntely ja rajoitteet eivät välttämättä tuota toivottua tulosta. Byrokratian lisääntyminen on pelottanut maanviljelijöitä. Kokonaisuuden hallintaa soisi olevan lisää, että eri toimijat näkisivät toiminnan toisin ja laajemmin. Ympäristöhallitus ajattelee hyvin yksisilmäisesti vesistöjen tilaa, ajattelematta miten se vaikuttaa kustannuksiin. Maanviljelijöillä ei ole mitään syytä pilata ympäristöä ja jokainen haluaisi käyttää mahdollisimman tehokkaasti toimenpiteet, jotta saadaan mahdollisimman hyvä sato. Toimijoiden välistä yhteistyötä (myös viljelijöiden kesken) sekä viranomaisten ja toimijoiden yhteistyötä tulisi lisätä. Resurssien käytön laajempi suunnittelu ja hyvienkäytänteiden levittäminen sekä myönteisten esimerkkien kautta muutetaan asennetta positiivisemmaksi. Uudet yhteistyömuodot sekä uudet innovatiiviset ideat tulisi saada toteutukseen. Ne voisivat toimia mahdollisesti hankkeiden kannustamina. Monesti unohtuu, että ruokaakin pitäisi tuottaa ja sillä on omat vaikutukset ympäristöön. On muistettava pitää suomalaisen ruoka ja tuotanto hyvinvoivana, puutteita on ja niihin tulee puuttua.

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

Kartoitus tulisi tehdä vesistöittäin. Kokonaisvaltainen tieto siitä, mitä voitaisiin tehdä, mitä tiedon saaminen tulisi maksamaan ja mikä on keskeisintä ja mikä ei-keskeisintä.

Eduvalvoja, Bioenergia ry

Pahimpien päästöjen aiheuttajiin tulee panostaa rahalla, jotta saadaan päästöt pienemmään. Siellä missä ravinteet ovat ongelmana, tulee asettaa vesienhoidon tilan tavoite, jolloin voidaan ajatella tehostettuja toimenpiteitä esim. kemikalointi investointien panostukseen. Päästökauppa olisi sellainen, jossa kaikilla on sama tavoite: vesien hyvän tilan saavuttaminen. Luvan saamisen edellytyksenä olisi vesistöalueen kokonaispäästöjen pieneneminen. Myös ei-luvanvaraisia toimintoja tulisi seurata, mutta niille ei voida nykyisellään asettaa sitovia päästövähennystavoitteita. Vesistöjemme tilaa voitaisiin järkevimmin parantaa siten, että toimenpiteitä parannetaan ja kohdennetaan kustannustehokkaammin sinne missä siitä on parhaiten hyötyä.

Nyt on toiminut jo 5 vuotta alueelliset vesienhoidon työryhmät ja näenkin tärkeänä kehittää niiden toimintaa enemmän vapaaehtoisempaan suuntaan ja sitouttaa niiden kautta siellä edustettuja tahoja enemmän. Toiminnan onnistumiseksi tarvitaan avoimuutta.

Tietoa on mitä vesienhoito maksaa ja tämän perusteella voitaisiin kohdentaa resurssit mm. maatalouteen, jossa tulisi panostaa esim. fosforipäästöjen vähentämiseen. Ravinnekuormituksen vähentämiseen on kustannustehokkainta puuttua. Meillä ei ole yhteiskunnan rahoja jollekin vesistöalueelle, jolloin päästökauppatyyppinen toimintamalli olisi hyvä keino saada tehostettua vesiensuojelullisten toimenpiteiden kohdentamista.

Taustahuuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Kustannustehokkuutta on haitallisten tukien poistaminen: metsätalouden kunnostusojitustuki pois, verotuki pois turvetuotannosta, maatalouden puolella ympäristötuki tulisi kohdentaa siten, että tukea annetaan, kun oikeasti tehdään ratkaisuja ravinteiden vähentämiseksi ja tukea voisi saada siitä, että selvitetään ravinnetasot eikä lannoiteta tarpeettomasti lisää. Karjataloudessa lanta tulisi käyttää biokaasulaitosten raaka-aineeksi. Mä-dätejäte tulisi jatkojalostaa siten, että se voitaisiin järkevästi kuljettaa sinne missä lannoitusta oikeasti tarvitaan. Biokaasulaitosten yleistymiselle on ollut suurin este maatilakokoluokan laitosten jääminen tukien ulkopuolelle. Paras apu biokaasun yleistymiselle olisi valtion toimin tehdä jakelujärjestelmän rakentaminen kannattavaksi, jotta ihmisten kannattaisi hankkia biokaasuautoja. Turvemaat eivät sido olleenkaan fosforia, joten näille maille ei pitäisi levittää lantaa. Muutosvastarinta ja muutosten pelko on aivan hirvittävä Suomessa.

Hajakuormitus maa- ja metsätalous sekä turvetuotanto ovat tehneet hiljaista hallaa vesistöön. Teollisuuden suuret muutokset parempaan vääristivät todellisuutta, eli ihmiset alkoivat kuvitella, että kaikki on vesissä hyvin. Teollisuudessa ja yhdyskuntien päästöpaikoissa vesistöjen tilan parantamisen isoin yksittäinen ongelma on huolimattomuus, eli ei panosteta siihen, että varmistettaisiin, ettei ympäristöön päästetä haitallisia aineita. Jätevesilaitoksilla ja turvetuotantoalueilla ongelmana on, että lähes jokaisella on ylivuotoputki jonka kautta vedet lasketaan suoraan alapuolisiin vesistöihin.

Teollisuuden vesistö päästöt ovat olleet valtavia 70-luvulta lähtien, mutta ne on saatu puhdistumaan ihan silmissä. Silti teollisuusliuos päästöjen poistoputkien olemassaoloa ei välttämättä tiedetä. On varmistettava mihin vedet menevät. (Joissain vanhoissa teollisuuden rakennuksissa voi olla vielä poistoputkia, joiden olemassaoloa tai sijaintia ei varmasti tiedetä ja tällaisissa tapauksissa niiden kautta voi vesistöihin häiriötilanteiden aikana päästä vesistöihin käsittelemätöntä jätevettä.)

Kaatopaikkojen vesiensuojelussa tulisi olla mittakaivot ja vettä läpäisemättömät pohjamuovit. Pienet ja vanhat kaatopaikat on ongelma vielä vuosia.

Turvetuotannossa turpeen laatu vaikuttaa vesistöpäästöihin. Mitä syvemmälle turvekeroksessa mennään, sitä suuremmat ovat vesistökuormituspäästöt. Turpeen pysytelylouhinta märkänä olisi ainoa hyväksyttävä tapa korjata turvetta. Märkäkorjuusta tulee vähemmän vesistöpäästöjä, koska siinä ei ole laajaa avointa ja pölisevää kenttää, josta rankkasade voi huuhtoa kuivuneen turveaineen vesistöihin. Uusia alueita ei enää pitäisi ottaa käyttöön, vaan tulisi pysyä olemassa olevilla alueilla.

Ominaiskuormitustarkkailuja kutsutaan huijaukseksi, koska ominaiskuormituslaskentatavassa voi olla virheitä ja sen perusteella tehdään lupapäätökset. Ainoat oikeat tavat olisivat jatkuvatoimiset mittarit, jos vesi oikeasti menee mittarin kautta ja sen pitäisi vielä saada myös pinnalla kulkeutuvat turvekokkareet kiinni. Turve kulkee luonnonvesissä pinnan ja pohjanmyötäisenä virtauksena. Mittaukset tehdään vain pinta- ja pohjavesien välillä, jolloin ei voida saada oikeaa tulosta. Ainakin pohjanmyötäisen virran näyte pitäisi ottaa erikseen, mutta pinnalta otettava näyte on myös tärkeä, mikäli halutaan saada totuuden mukainen tulos, mutta tämä on ainakin nykyään mahdoton toteuttaa.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

Toimenpiteet tulee kohdentaa sinne missä riskit ovat suurimmat. Riskit syntyvät siitä, että vesistö on jo hyvin rehevöitynyt tai hyvin arvokas suojelullisesti. Toisaalta riski voi syntyä valuma-alueella, joka voi aiheuttaa ison kuorman (huomioitava happamat sulfaattimaat). Hapan vesi voi tappaa vaikka kaloja ja muita eläimiä. Kustannustehokkainta olisi se, että riskit eivät realisoidu. Kokonaisuuden hallinta on tärkeää ja kaikkien toimijoiden tulisi olla mukana suunnittelussa. Olemassa olevia mallinnustyökaluja tulisi ottaa enemmän käyttöön riskien hallinnan arviointiin ja valuma-alueiden suunnitteluun.

Metsätalous/teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Kaikkein eniten esille tulisi nostaa ravinne- ja kiintoainepäästöjen vähentäminen. Olennaista on kiinnittää huomio päästölähteisiin etenkin maa- ja metsätaloudessa sekä yhdyskuntien kohdalla. Metsäteollisuudessa on tehty isoja investointeja vesistökuormituksen vähentämiseksi ja saatu aikaan parannusta. Maatalouden puolella kuormitukseen vaikuttaminen on vaikeampaa. Maatalouspuolella rajavyöhykkeet ja ravinteita sitovien kasvibiomassojen kasvattaminen voisi olla keinoina päästöjen hallintaan. Hajapäästöjen hallinta voisi olla yhdyskunnilla yksi keino vaikuttaa päästöihin. Voisiko keinona olla mahdollisesti kohdennetumpi viemäröinti tai jokin muu vastaava?

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

Toimenpiteitä tulee kohdistaa alueille, joissa kuormitusta on ja toimenpiteitä kohdennetaan sinne missä on helpoin ja kustannustehokkainta toteuttaa. Parhaiten toimivat ojittamattomat pintavalutuskentät, mikäli ne ovat tarpeeksi laajoja, kuitenkin joskus tapauskohtaisesti ojitetuilla alueilla voidaan saada hyviä tuloksia.

Humusta ei poista mikään muu kuin kemikalointi, mutta siinä on omat ongelmat. Pienois-kemikaloinnit ovat vielä kehittymättömiä. Tavanomaisia nestemäisillä laajoilla kemikalointi tavoilla saadaan fosforia ja DOC:tä pois, mutta ei typpeä juuri ollenkaan ja kiintoainetta ehkä vähän.

5) Miten kehittäisit vesiensuojelun toiminnan organisointia?

Maatalous

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

Tarvitaan enemmän virkamiesten ja toimijoiden välistä yhteistyötä.

Päättäjille tulisi saada vahvaa tietoa siitä, että tarvitaan pitkiä useita vuosia kestäviä tutkimushankkeita, joilla tavoitetaan tietoa siitä, että millaisia vaikutuksia vesiensuojelutoimenpiteillä on saatu aikaan.

Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

Ongelma on ollut, että se on ollut ylhäältäpäin annettua ja ohjattua, ei siis nähdä millaista toiminta on käytännön tasolla. Alhaalta ylöspäin tulevan työn tulisi lisääntyä. Tutkijoiden, viranomaisten ja käytännön toimijoiden välistä kommunikaatiota tulisi vahvistaa. Nykyään tulee suotta vastarintaa toimijoiden puolelta.

Käytännön ihmisten kokemukset tulee ottaa paremmin huomioon. Ei saisi heti suoralta kädeltä tuomita ideoita vaan antaa kokeilla jollain tietyllä alueella.

EU:n tasolta tulisi antaa enemmän vapauksia alueellisesti. Tällä hetkellä järjestelmä on kankea, joka rajaa ja estää kehittävää toimintaa. Ympäristöministeriön ohjeistus ohjaa kaikkea (ELY:n toimintaa), jossa ollaan käytännön toiminnasta jo aika kaukana. Tulisi saada välitason joukko viranomaistahojen ja käytännötoimijoiden välille, tämä olisi konkavisuuden hallinnassa tärkeää.

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

Hallinnoinnin ja organisoinnin pää rakenne taitaa olla aika hyvä. AVI ja ELY -keskukset joutuvat luultavasti joskus tekemään päätökset liian vähäisiin tietoihin perustuen. Tähän tulisi saada avuksi jokin mekanismi, jonka avulla saadaan tarkempaa tietoa pidemmältä aikajaksolta. Tutkimus ja seuranta tulisi aloittaa jo ennen maankäytön aloittamista, jolloin saataisiin tietoa siitä millainen vesistö on luonnontilaisuudeltaan ja millainen sen tila oli ennen toimenpiteen aloittamista, jolloin voidaan saada jatkuvan seurannan kautta totuudenmukaista tietoa maankäytön vesistövaikutuksista. Päätöstenteeon yhteyteen olisi tällöin mahdollista liittää pitkäaikaistutkimus, joka tulisi lopulta olemaan myös halvempi kuin nykyinen tapa tehdä tutkimusta (eli vasta toiminnan aloitettua). Perusasioiden selvittäminen on kokonaisuuden hallinnan kannalta tärkeää.

Edunvalvoja, Bioenergia ry

Enempää organisointia ei kaivata. Tälläkin hetkellä vesiensuojelu on liian virkamiesmäistä. Toiminta tulisi pudottaa kuntatasolle ja organisoida paikallisemmaksi ja palastella alatyöryhmiä, jotka toimivat väliaikaisesti ainakin 2 tai 3 jakovaiheen vesistöissä.

Taustahuuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Isot linjat. Tällä hetkellä konsulttivetoinen toiminta on osoittautunut epätoimivaksi, koska toiminnan harjoittaja voi kilpailuttaa konsultit ja ottaa halvimman konsultin ja jos tulokset eivät miellytä, vaihtaa toiseen konsulttiin, joka saa sellaisia tuloksia, joita firma tarvitsee. Systeemi johtaa väärinkäytöksiin. Valvovan tai luvittavan viranomaisen (ELY tai AVI) tulisi olla se, joka tilaa luontoselvityksen ja vesienhoitosuunnittelut ja kilpailuttaa ja valitsee parhaimman suunnitelman, eikä halvinta. Silloin konsultti vastaisi viranomaiselle tulosten oikeellisuudesta, eikä toiminnanharjoittajalle siitä, että lupa saadaan. Toiminnan harjoittaja kuitenkin maksaisi syntyvät kulut. Ketjun vastuusuhteiden muuttuminen toiseen suuntaan mitä se nykyisin on, parantaisi toimintatapaa välittömästi.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

Vesiensuojelun suunnittelu on ollut ELY-keskuksilla suuri askel. Toimiva yhteistyöverkosto on kaiken perusta. Paikallisten vesiensuojeluverkostojen toimintaa tulisi tukea ja luoda uusia. On tärkeää herättää ihmisiä aktiivisiksi toimijoiksi, koska vesistöjen tila on

ihmisten oma ongelma ja jokaisen on tehtävä asian hyväksi jotain. Yhteiskunnan tulisi tulla enemmän vastaan, mutta ei viranomaistenkaan tarvitse joka paikkaan ehtiä. Tarvi-
taan joitain porkkanoita tai apua, jotta ihmiset saadaan innostuman ja sitoutumaan vesien
hyvän tilan saavuttamistalkoissa. Syytä ja vastuuta ei voi säilyttää yhdelle toimijalle, vaan
tämä asia on meille kaikille yhteinen.

Metsätalous/teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Isot päästölähteet tulisi erottaa pienistä. Toiminnan tehostamiseksi vaaditaan viranomais-
toimintaa ja uusia tehokkaampia työkaluja, joiden avulla voitaisiin päästöjä hallita ja seu-
rata mistä ne tulevat.

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

En osaa sanoa miten pitäisi muuttaa vesiensuojelun toiminnan organisointia. Tällä het-
kellä lupakäsittelyssä vesiensuojelutoimet otetaan hyvin huomioon ja omavalvonnalla on
keskeinen merkitys. Omavalvonnalla seurataan ja varmistetaan, että kaikki on kunnossa
ja toimii oikein. Viranomaisten määräaikaistarkastukset tehdään säännöllisesti sekä tar-
vittaessa esim. häiriötapauksissa. Kaikkien sektoreiden toimia tarvitaan vesien hyvän ti-
lan saavuttamiseksi.

6) Jos kiintoaineesta ja humuksesta tehtäisiin vastaavanlaiset piirakkakuviot kuin ravinteista, niin miltä se mielestäsi näyttäisi?

Maatalous

Tutkija, Suomen ympäristökeskus (Syke)

Piirakkakuviot eivät ole hyviä, koska kuormitusarvot on otettu eri menetelmillä tehdyistä
tuloksista. Piirakkakuvioissa tulisi olla pistekuormitus ja hajakuormitus, eikä joka ikistä
kuormitustekijää erikseen. Mikäli halutaan saada todenmukainen vertailu eri kuormitus-
tekijöistä, tulisi saada enemmän tarkkuuta kuormitustekijöiden mittausmenetelmiin ja
saada ne keskenään vertailukelpoisiksi. Ongelmaksi muodostuukin se, jos mittausmene-
telmä muuttuu kesken seurantajakson. Syke on päivittämässä uusia piirakkakuvioita ja
kiintoaineen sekä humuksen osalta piirakkakuvioiden tekemistä on suunniteltu.

Edunvalvoja, Maataloustuottajien Keski-Suomen liitto (MTK Keski-Suomi)

Sektorijakauma olisi erilainen. Metsän ja turvetuotannon osuus tulisi huomattavasti kasvamaan, ravinnepiirakkaan verrattaessa. Jokaiselta alueelta tulee huuhtoumaa, vaikka toimintaa ei olisi. Kiintoainekuorman selvitys vaatii enemmän tutkintaa. Turvepuolella humus on paljon hienojakoisempaa.

Turvetuotanto

Tutkija, Oulun yliopisto

Kysymys on vähän outo, mutta näkisin, että piirakkakuviota on vaikea tehdä. Ne eivät ole parhaita havainnollistamaan kuormitusta. Mutta, jos kiintoaineen ja humuksen osalta tehtäisiin piirakkakuviot, nousisivat metsätalouden ja turvetuotannon osuudet suuremmiksi. Maatalouden osalta rannikkoalueilla ei juurikaan muutoksia olisi, mutta savimaille sisämaahan mentäessä kiintoaineen osalta kuormitus olisi suurempi kuin tämänhetkiset ravinnepiirakkakuviot ovat. Humus on vaikeampi kuin kiintoaine, koska humus voi olla suolta lähtevää, ojituksen aiheuttamaa tai humus voi olla saostunutta. Piirakkakuviota korvaamaan voisi tehdä valuma-aluekohtaiset karttakuvat joiden lisäksi voisi olla tarkennusta tuomassa tieto tehdyistä uomatoimenpiteistä.

Edunvalvoja, Bioenergia ry

Kiintoaineesta, ainakin turvetuotannon osalta, saadaan hyvin tarkkailudataa. Ongelma on kuitenkin se, miten saadaan muiden (kuten metsä- ja maatalous sekä haja-asutus) kiintoaineesta riittävästi tietoa. Tällä hetkellä ei ole riittävästi seuranta millaiset on muiden maankäyttömuotojen kiintoainepitoisuudet. Turvetuotannon sektorilla (koko valtakunnan tasolla) kiintoaine olisi arviolta noin 2 %.

Humuskuormitusta, ei seurata muun kuin turvetuotannon osalta ja siinäkin vain yleensä COD:n osalta. Pitäisi ottaa kiistanalaisimmilla paikoilla mukaan myös väriluku (COD:n lisäksi). Humuspitoisuudet vaihtelevat vesistöalueittain. Ongelmana on, että piirakkakuviot perustuvat humuksen osalta oletukseen. Jos muun maankäytön kuormitustiedot olisivat vertailukelpoisia, ja aineisto vain antaisi myöten, tarkastelu tulisi tehdä vesistökohtaisesti eikä pelkästään valtakunnallisella tasolla.

Taustahuuhtouma

Edunvalvoja, luontojärjestö

Ravinnepiirakoissakin on virhe, niistä puuttuvat huippukuormien virtaamat. Koko maan piirakat tekevät hallaa koko toiminnalle, mutta alueellisesti ne voisi toimia. Piirakkakuvioiden luotettavuuteen vaikuttaa epämääräinen hajakuormitus, jota ei edes tiedetä mistä se tulee. Niihin liittyy paljon epävarmuustekijöitä.

Piirakkakuviot ovat paljon kiinni pinta-alasta ja millaista toimintaa alueella tehdään ja mikä on alueen vallitseva toiminta. Turvetuotannossa kuormitukset tulisivat olemaan noin 10 kertaa suurempia kuin ravinnekuormituksen nykyiset piirakat, näiden kaikkien (humus ja kiintoaine) osalta.

Metsätalous ja taustahuuhtouma

Tutkija, Metsäntutkimuslaitos (Metla)

Asiantuntijat ja tutkijat ovat todenneet, ettei kiintoaineesta ja humuksesta pystytä tekemään vastaavanlaista piirakkakuviota kuin typestä ja fosforista on tehty. Jos kuvitellaan, että piirakkakuvion voisi tehdä, niin luultavasti metsätalouden osuus kiintoaineen osalta kasvaisi suhteessa maatalouteen. Turvetuotannon osuus humuksen osalta nousisi sekä maa- että metsätalouteen nähden.

Piirakkakuvioihin sisältyy paljon eri epävarmuustekijöitä. Ainakin hajakuormituksen osalta epävarmuutta on paljon. Piirakkakuviot ovat valtakunnan tasolla ehkä luotettavampia kuin pienellä alueella, varsinkin metsätalouden osalta tulokset ovat epävarmempia pienellä alueella kuin valtakunnallisesti. Piirakkakuviot ovat kuitenkin paras apuväline kuvaamaan koko Suomen kuormituksen aiheuttajien määrää. Piirakkakuvioiden tarkentaminen on kallista ja vie pitkän ajan, joten niihin tehtävät muutokset tulevat kestämään.

Metsätalous/-teollisuus

Edunvalvoja, Metsäteollisuus ry

Kiintoaineen osalta piirakkakuvio olisi aika samanlainen kuin ravinteiden osalta. Humusta on paljon, etenkin metsä- ja maatalouden sekä turvetuotannon kohdalla, mutta muuten en osaa ottaa tähän kantaa. Olisi kuitenkin hyvä olla erikseen fosfori, typpi, kiintoaine ja humus piirakat. Piirakkakuvat kertovat hyvin mikä on tilanne, mutta on vaikea sanoa kuinka luotettavia tilastot ovat, koska niissä voi esiintyä harhaa.

Maatalous, turvetuotanto, metsätalous ja taustahuuhtouma

Viranomaistaho, ELY-keskus

Tarkoituksena oli, että kiintoaineesta tehtäisiin piirakkakuviot, mutta kaikilta sektoreilta ei voida vielä tällä hetkellä saada riittävän luotettavia tuloksia. Esimerkiksi maatalouden kiintoainepäästöistä ei voida tehdä piirakkakuviota, koska maatalouden kuormitusta ei varsinaisesti mitata. Humuksesta en lähtisi tekemään piirakkakuviota.

Lopuksi

Vesien tilan parantamiseksi työtä tulee tehdä yhdessä eikä syyllistää muita. Sosiaalista pääomaa tulee nostaa ja panostaa rajallisten voimavarojen järkevään kohdentamiseen sekä tähdätä yhteisten päämäärien saavuttamiseen. Luonnonprosessien ymmärtäminen on vaikeaa tavalliselle ihmiselle (suurelle yleisölle), eikä akuuttia huolta pidä koskaan aliarvioida.

Tietoisuutta siitä, että luonnossa tapahtuu väistämättä joitain prosesseja ihmisestä huolimatta, tulisi viedä myös suuren yleisön tietoisuuteen. Keskustellessa tavallisten ihmisten kanssa ja tiedottaessa asiantuntijoiden ei pitäisi käyttää ammattisanastoa vaan sanoa tärkeä asia pienenä annoksina ja arkikieltä käyttäen. Keskustelua pitäisi siis pystyä käymään eri tasoilla. Alueellisille vesienhoidon yhteistyöryhmille enemmän tulta alle. (Edunvalvoja, Bioenergia ry.)

Kaivosteollisuus on tuleva uusi iso vesistöriski. Tällä hetkellä Pohjois-Suomessa on kymmenkunta hanketta, joista suurin osa tulee tekemään haittaa vesistöille. (Edunvalvoja, luontojärjestö.)

Metsätaloutta on kehitetty vahvasti, mutta maataloudessa tulee tehdä vielä paljon töitä. Maatalouden osalta muutosten teko on paljon vaikeampaa poliittisten vaikutteiden vuoksi. (Tutkija, Metsäntutkimuslaitos, Metla.)

Liite 2. Vesienhoitoa koskeva keskeinen lainsäädäntö

Vesienhoitoa koskeva keskeinen lainsäädäntö
Vesienhoidon järjestäminen
Laki vesien- ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)
Asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006)
Asetus vesienhoitoalueista (1303/2004)
Pilaantumisen ehkäiseminen ja vesirakentaminen
Ympäristönsuojelulaki (527/2014)
Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014)
Asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006)
Vesilaki (587/2011) ja lakia täydentävä asetus vesitalousasioista (1560/2011)
Jätevesien käsittely
Asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)
Asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011)
Tulvariskien hallinta
Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010)
Luonnonsuojelu
Luonnonsuojelulaki (1096/1996)
Luonnonsuojeluasetus (160/1997)
Ympäristövaikutusten arviointi
Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994)
Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista (200/2005)
Merenhoito
Laki vesien- ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)
Asetus merenhoidon järjestämisestä (980/2011)
Merensuojelulaki (1415/1994)

Liite 3. Vesienhoidon kannalta keskeiset valtakunnalliset strategiat ja ohjelmat

Vesienhoidon kannalta keskeiset valtakunnalliset strategiat ja ohjelmat:
Vesitalousstrategia 2011–2020
Kunnostusstrategia
Kalatiestrategia
Kansallinen lohistrategia
Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta
Metsien monimuotoisuutta turvaava toimintaohjelma METSO www.metsonpolku.fi
Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma 2004–2015 VELMU http://www.ymparisto.fi/velmu
Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävän käytön strategia 2012
Kansallinen vieraslajistrategia 2012
EU:n Itämeren alueen strategia
EU:n Itämeristrategian toimintaohjelma
Maaseudun kehittämisohjelma
Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelma
Suomen Itämeren suojeluohjelma (2002)
Suomen Itämeren ja sisävesien suojelun toimintaohjelma (2005)
Suositus rannikkoalueiden yhdennetyn käytön ja hoidon toteuttamisesta Euroopassa ICZM (2002/413/EY)
Suomen kansallinen rannikkostrategia (2006)
Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015
Valtioneuvoston Itämeri-selonteko
Suomen hallituksen Itämeri-sitoumus
Itämerihaaste vuoteen 2018
Ravinteiden kierrätyksen edistämistä ja Saaristomeren tilan parantamista koskeva ohjelma vuoteen 2015
Suositus sopimus yhdyskuntajätevesien pintavesiä rehevöittävä ravinnekuormituksen vähentämiseksi vuoteen 2015
Toimintasuunnitelma uhanalaisten luontotyyppien tilan parantamiseksi