

MAATALOUDEN VESISTÖKUORMITUS

Suomen maataloustuotannon aiheuttaman vesistökuormituksen vähentäminen on tiedotusvälineissä monesti esitetty keskeiseksi toimeksi, jolla Suomenlahden ja koko Itämeren tilaa voidaan parantaa. Lisäksi ympäristökitoimenpiteiden ei ole katsottu vähentäneen kuormitusta eikä kohentaneen pintavesien tilaa. Seuraavassa tarkastellaan näitä näkökohtia viimeaikaisten tutkimusten, seuranta-aineistojen ja Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa tehtyjen opinnäytetöiden perusteella.

VESISTÖJEN VEDEN LAATU

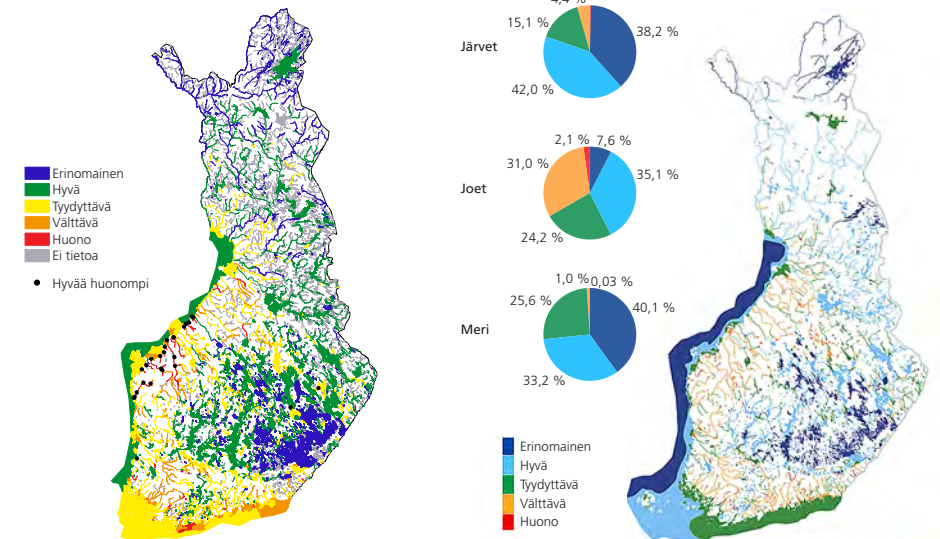
Vesistöihin kohdistuva ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus on Suomessa koettu ongelmaksi jo vuosikymmeniä. Viime vuosina julkisuutta on saanut erityisesti Itämeren kuormitus ja sen tilan parantaminen. Jätevesien ja maa-alueilta purkautuvien valumavesien mukana kulkeutuneet ravinteet, ihmisille ja eläimille vaaralliset aineet ja mikrobit ovat aiheuttaneet vesistöjen rehevöitymistä, muuttaneet vesistöjen ekologista tilaa ja rajoittaneet vesien käyttöä.

Ongelmaan on puututtu valtakunnallisilla vesien suojelemissa. Vuonna 2009 eduskunnassa hyväksyttiin EU:n edellyttämät vesienhoidon toimenpideohjelmat, joiden tavoitteena on saattaa pinta- ja pohjavedet hyvään tilaan vuoteen 2015 mennessä. Valtioneuvosto teki vuonna 2006 periaatepäätöksen ”Vesien suojeleminen vuoteen 2015”, jonka keskeisenä tavoitteena on vähentää maatalouden kuormitusta kolmanneksella vuoteen 2015 mennessä verrattuna vuosien 2001–2005 keskimääräiseen kuormitukseen. Vuonna 2005 hyväksyttiin Itämeren ja sisävesien suojeleminen toimenpideohjelma, johon sisältyy myös maatalouden ravinnekuormituksen vähentäminen. Ny-

kyinen maatalouden ympäristötuki kuuluu yhtenä toimenpidekokonaisuutena Manner-Suomen maaseudun kehittämissuojeluhankkeita.

Suomessa jokien, järvien ja merialueiden veden laatua on seurattu systemaattisesti 1960-luvulta lähtien, jolloin laajat seurantaohjelmat ja pistekuormittajien velvoitetarkkailut käynnistettiin. Kuvassa 1 on esitetty vesiemme keskimääräinen veden laatu ympäristöhallinnon käyttämän käyttökelpoisuusluokituksen mukaan. Luokitus kuvaa pintavesien soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Laatuluokka määräytyy vesistön luontaisen veden laadun ja ihmisen toiminnan vaikutuksen mukaan. Pintavedet luokitellaan viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Luokittelussa on käytetty muun muassa happi-, ravinne- ja bakteeripitoisuuksia.

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä vesien hyvä ekologinen tila on keskeinen vesien luokittelukriteeri veden kemiallisen tilan ohella. Hyvän ekologisen tilan kriteereinä ovat esimerkiksi biologinen monimuotoisuus, vesistön morfologinen eli rakenteellinen monimuotoisuus ja hydro-



Kuva 1. Järvien, jokien ja merialueen veden laatu vuosina 2000–2003 käyttökelpoisuusluokituksen mukaan (Suomen ympäristökeskus 2010).

Kuva 2. Pintavesien ekologinen tila (Suomen ympäristökeskus 2010).

logisen kierron luonnonmukaisuus. Kuvassa 2 on esitetty pintavesien ekologinen tila pääasiassa vuosien 2000–2007 seuranta-tietojen perusteella. Kemiallisen tilan arvioinnissa vesissä olevien vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksia verrataan lainsäädännössä asetettuihin ympäristölaatuunormeihin.

Ympäristöhallinnon vuosien 2000–2003 vedenlaatu-tietojen perusteella 80 prosenttia luokitellusta järvalasta ja 73 % merialueesta oli laadultaan erinomaista tai hyvää. Veden laatu oli yli puolella luokitelluista jokialueista huonompi kuin käyttökelpoisuusluokituksen mukainen hyvä tila edellyttää. Huonoksi tai välttäväksi luokiteltujen järvien ja jokien osuus on pysynyt 1990-luvun puolivälin ja 2000-luvun alkupuolen välisenä aikana lähes ennallaan. Suomenlahdella tyydyttäväksi luokiteltu alue kasvoi 1990-luvun puolivälin tilanteeseen verrattuna, vaikka sa-

manaikaisesti Suomenlahden ulkoinen kuormitus vähentyi.

Tehokkaiden puhdistusmenetelmien ja teollisuuden tuotantoprosessien sekä vähitellen kiristyneiden lupaehtojen ansiosta veden laatu on parantunut selvimmin pistekuormittajien lähivesissä. Sen sijaan monien likaantuneiden vesialueiden tila ei ole kohentunut johtuen liiallisesta hajakuormituksesta. Maatalouden kuormittamilla vesistöalueilla on havaittu kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksien laskua, mutta typpipitoisuudet ovat monissa joissa kasvaneet (Ekholm ym. 2007). Vesien suojeleminen lisää se, että huomattava osa väestöstä asuu alueilla, joissa pintavesien huono laatu haittaa ajoittain uintia ja muuta vesien käyttöä. Kuvista näkyy hyvin, että vesistöjen laatu ja tila ovat keskimäärin huonompi Etelä- ja Länsi-Suomessa ja Suomenlahden rannikolla kuin Keski-, Itä- ja Pohjois-Suomessa.

RAVINNEKUORMITUS SUOMEN PINTAVESIIN

Suurimpana vedenlaatuongelmana Suomessa pidetään pintavesien rehevöitymistä, joka johtuu vesistöihin kulkeutuvista liiallisista ravinteista, erityisesti fosforista ja typestä. Rehevöityminen ilmenee muun muassa siten, että meren ja järvien lahdet kasvavat umpeen, rannat kaislottuvat, vesi sameutuu, arvokalojen määrä vähenee ja levät lisääntyvät. Rehevöitymistä tapahtuu myös luonnostaan, mutta ihmistoiminta nopeuttaa sitä monella alueella huomattavasti.

Suomen pintavesiin vuosittain kulkeutuvan fosforimäärän on arvioitu olevan 5 700 tonnia, josta ihmisen toiminnasta aiheutuva piste- ja hajakuormitus muodostaa 68 %, laskeuma 4 % ja maa-alueilta luonnostaan tuleva huuhtouma 28 %. Typen osalta kokonaisainevirta on 115 400 tonnia, josta piste- ja hajakuormituksen osuus on 53 %, laskeuman 11 % ja luonnonhuuhtouman 36 %. Maatalouden osuus ihmisen toiminnan aiheuttamasta kuormituksesta on selvästi suurin, 67 % fosforikuormituksesta ja 53 % typpikuormituksesta. Taulukossa 1 on eritelty piste- ja hajakuormittajat.

Taulukossa esitetyt yhdyskuntien ja teollisuuden kuormitusarvot perustuvat velvoitetarkkailujen virtaama- ja pitoisuusmittauksiin. Kaiken hajakuormituksen mittaaminen on käytännössä mahdotonta, joten se joudutaan arvioimaan esimerkiksi eri maankäyttömuotojen perusteella ja/tai valuma-alueille käyttäen. Ominaiskuormitusarvot perustuvat pääosin Suomen ympäristökeskuksen pienten valuma-alueiden pitkäaikaisiin seurantoihin ja eri tutkimuslaitosten koekenttätutkimuksiin (taulukko 2).

Erosion irrottamaa maa-ainesta kul-

Taulukko 1. Fosfori- ja typpikuormitus ja niiden suhteelliset osuudet kokonaiskuormituksesta sekä arvio laskeumasta ja luonnon huuhtoumasta Suomen pintavesiin vuonna 2008 (Suomen ympäristökeskus 2010).

Päästölähteet	Fosfori t/v	Typpi t/v	Fosfori %	Typpi %
Pistemäinen kuormitus				
Massa- ja paperiteollisuus	161	2 347	3,9	3,2
Muu teollisuus	30	857	0,7	1,2
Yhdyskunnat	196	11 118	4,8	15,0
Kalankasvatus	84	688	2,0	0,9
Turkistarhaus	45	430	1,1	0,6
Turvetuotanto	28	724	0,7	1,0
Pistemäinen kuormitus yhteensä	544	16 164	13,3	21,9
Hajakuormitus				
Maatalous	2 750	39 500	67,0	53,4
Haja-asutus	355	2 500	8,6	3,4
Metsätalous	231	3 253	5,6	4,4
Hajakuormitus yhteensä	3 336	45 253	81,3	61,2
Laskeuma	225	12 500	5,5	16,9
Kuormitus yhteensä	4 105	73 917	100,0	100,0
Luonnonhuuhtouma	1 600	41 500		

Teollisuus ja kalankasvatus v. 2008, yhdyskunnat v. 2006. Tiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmän tietoihin 23.9.2009. Muut päästölähteet ja luonnon huuhtouma SYKEN laskema arvio.

Taulukko 2. Eri maankäyttömuodoilta keskimäärin huuhtoutuvia ravinnemääriä pinta-alayksikköä kohti eli ominaiskuormituslukuja.

	Fosfori kg/ha vuodessa	Typpi kg/ha vuodessa
Luonnonhuuhtouma	0,02...0,15	0,3...2,3
Metsätalous	0,02...0,5	0,5...3,5
Maatalous	0,5...2	12...20
Turvetuotanto	0,27	10
Taajamat	0,2...0,6	5...9

keutuu valumavesien mukana peltoalueilta keskimäärin 100–700 kg/ha vuodessa. Savipelloilta poikkeuksellisen sateisena vuonna pintavesiin kulkeutuva kiintoainemäärä saattaa olla jopa 6 000 kg/ha vuodessa. Metsäalueilla mitatut vuosittaiset kiintoainemäärät ovat olleet 20–200 kg/ha. Välittömästi metsänuudistamisen ja kunnostusojituksen jälkeen huuhtoumat ovat suurempia, jopa 600–1 200 kg/ha vuodessa.

Peltoalueilta suoraan tulevia ravinne- ja kiintoainehuuhtoumia pinta- ja saloja-valunnan mukana on mitattu koekentillä ja tutkimusalueilla, joista valtaosa sijaitsee Etelä- ja Lounais-Suomen savimailla (esim. Turtola ym. 2007, Paasonen-Kivekäs ym. 2008, Puustinen ym. 2010, Vakkilainen ym. 2010). Karkeammilla maila ja turvemaila huuhtoumiskoekenttiä on ollut varsin vähän. Mittaukset ovat osoittaneet, että vuotuiset huuhtoumat vaihtelevat jopa moninkertaisesti sekä yksittäisellä peltoalueella että eri alueiden välillä. Valumavesien määrään ja pitoisuuksiin, jotka määräävät kuormituksen suuruuden, vaikuttavat ennen kaikkea ilmasto- ja sääolot sekä maan lajitekoostumus ja rakenne, topografia, ojitus, lannoitus, viljelykasvi ja muokkaus.

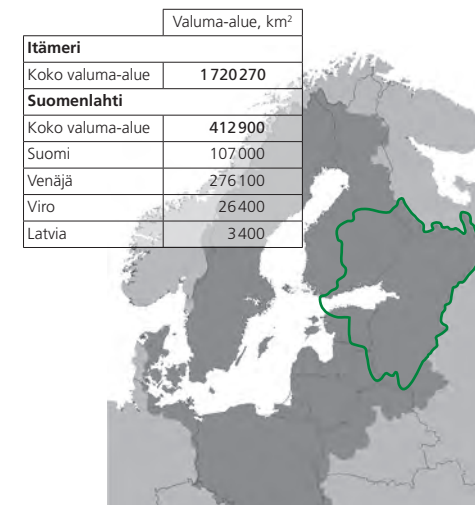
Maatalouden aiheuttamasta kuormituksesta, kuten myös muusta hajakuormituksesta, valtaosa syntyy yleensä kasvukauden (touko–elokuu) ulkopuolella. Kuormitushuiput ajoittuvat keväällä lumen ja roudan sulamiseen sekä syksyn sateisiin. Nykyisten ilmastomuutosten perusteella voidaan olettaa, että talviaikainen ravinnekuormitus vesistöihin Suomessa tulee kasvamaan (Alakuku ym. 2009).

SUOMESTA ITÄMEREEN TULEVA RAVINNEKUORMITUS

Sjöblom (2008) tutki Suomesta Itämereen kulkeutuneita fosfori- ja typpikuormia ajanjaksolla 1961–2006. Erityisenä kiinnostuksen kohteena oli arvioida maatalouden kuormituksessa tapahtuneita muutoksia.

Suomen osuus koko Itämeren valuma-alueen pinta-alasta on 6 % ja Suomenlahden valuma-alueesta 26 %. Kuvassa 3 on esitetty Itämeren valuma-alue.

Työssä tarkasteltiin 22 Suomen rannik-



Kuva 3. Itämeren valuma-alue (tumma varjostus). Suomenlahden valuma-alue on erotettu paksulla vihreällä viivalla.

koalueelta Itämereen laskevaa jokea, joiden valuma-alueilla on suhteellisen paljon maatalousmaata, mutta vertailun vuoksi tarkasteluun otettiin mukaan myös muutama joki, joiden valuma-alueen peltoprosentti on pieni. Suurin osa valuma-alueista on vähäjärvisiä. Kuvassa 4 on esitetty valuma-alueet ja taulukossa 3 niiden pinta-ala, järvisuusprosentti ja peltoala.

Jokaiselle joelle laskettiin kokonaisfosforin ja -typen kuormat neljälle kaudelle: 1. 1961–1970, 2. 1971–1982, 3. 1983–1994 ja 4. 1995–2006. Laskelmat perustuivat ympäristöhallinnon vedenlaatu- ja virtaamamahavaintoihin. Fosforin ja typen kokonaiskuormat kullekin kaudelle laskettiin päivittäisten pitoisuusarvojen ja mitattujen virtaamien tulona. Pitoisuudet jouduttiin arvioimaan mitattujen pitoisuus- ja virtaama-arvojen välisiä riippuvuuksia käyttäen, sillä vesinäytteitä pitoisuusmittauksia varten oli otettu suhteellisen harvoin.

Maatalouden ravinnekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta kullakin



Kuva 4. Tutkittujen jokien valuma-alueet (Sjöblom 2008).

jaksolla laskettiin siten, että kokonaiskuormista vähennettiin tilastoidut yhdyskuntien jätevesikuormat sekä arvioidut haja-asutuksen jätevesien, metsätalouden ravinnekuormat ja metsäalueilta tuleva luonnonhuuhtouma. Jäännöskuormituksen oletettiin edustavan lähinnä maataloudesta tulevaa kuormitusta ja peltoalueilta luonnostaan tulevaa huuhtoumaa, mutta se sisältää todennäköisesti myös pienimuotoista haja- ja pistekuormitusta. Jätevesikuormista ja metsätalouden kuormituksesta ei ollut tietoa saatavilla 1960-luvulta, joten maatalouden kuormitusta voitiin tarkastella vuodesta 1971 alkaen.

Tutkittujen jokien ravinnekuormat olivat suurimpia Pohjanmaan isoissa joissa pitkälti suurista virtaamista johtuen. Valuma-alueen pinta-alaan suhteutettuna kuormitus oli kuitenkin erityisesti fosforin kohdalla selvästi suurinta Varsinais-Suomen joissa (Uskelanjoki, Paimionjoki ja Aurajoki), joiden valuma-alueiden peltoprosentit ovat suurimmat. Järvisyyden mereen päätyvää kuormitusta vähentävä vaikutus, erityisesti fosforin kohdalla, tuli esille Sjöblomin (2008) tutkimuksessa.

Jokien osuudet eri merialueiden ul-

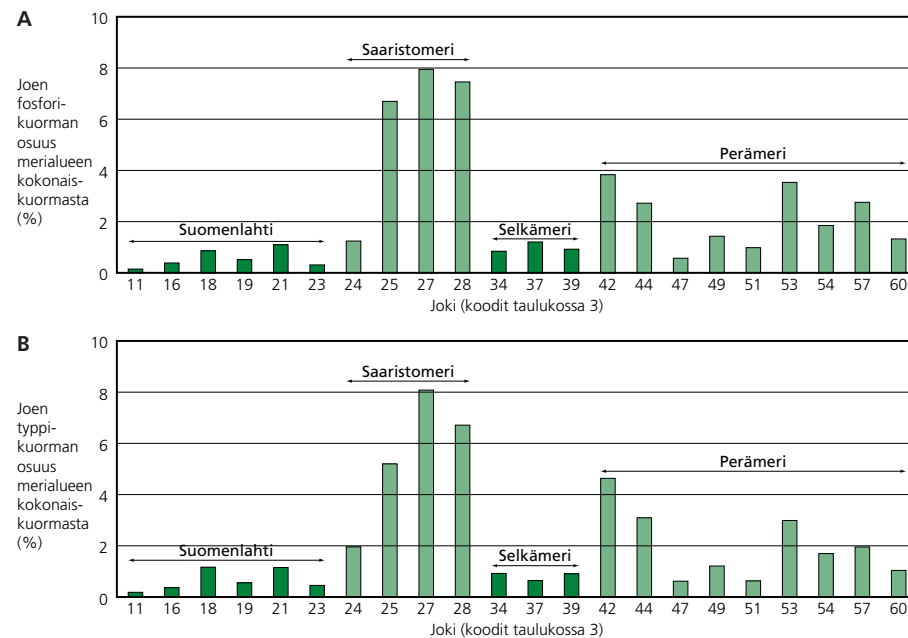
Taulukko 3. Suomesta Itämeren laskevien jokien valuma-alueiden pinta-ala, järvisyysprosentti ja peltoala. Taulukossa on vain tutkimuksessa käytetyt joet. (Sjöblom 2008)

Koodi	Vesistöalue	Pinta-ala km ²	Järvisyys %	Peltoala km ²	%
Suomenlahti					
11	Virojoki	357,4	3,8	48,2	13,5
16	Koskenkylänjoki	895,3	4,4	271,3	30,3
18	Porvoonjoki	1 273,1	1,3	397,5	31,2
19	Mustijoki	783,2	1,5	237,5	30,3
21	Vantaa	1 685,9	2,3	401,1	23,8
23	Karjaanjoki	2 045,8	12,2	362,5	17,7
Saaristomeri					
24	Kiskonjoki	629,4	8,1	107,6	17,1
25	Uskelanjoki	566,5	0,6	238,0	42,0
27	Paimionjoki	1 088,0	1,6	465,6	42,8
28	Aurajoki	874,1	0,3	321,3	36,8
Selkämeri					
34	Eurajoki	1 335,9	12,9	313,7	23,5
37	Lapväärtinjoki	1 098,1	0,2	148,1	13,5
39	Närpiönjoki	991,9	0,4	214,3	21,6
Perämeri					
42	Kyrönjoki	4 923,0	1,2	1 208,7	24,6
44	Lapuanjoki	4 122,1	2,9	870,6	21,1
47	Ähtävänjoki	2 053,7	9,8	280,9	13,7
49	Perhonjoki	2 523,8	3,4	255,2	10,1
51	Lestijoki	1 372,8	6,2	143,6	10,5
53	Kalajoki	3 657,8	1,9	566,8	15,5
54	Pyhäjoki	3 711,9	5,2	334,3	9,0
57	Siikajoki	4 318,0	0,5	343,1	7,95
60	Kiiminginjoki	3 813,6	3,0	50,3	1,32

koisesta kuormituksesta ovat suurimmat Saaristomereen laskevilla joilla. Esimerkiksi Paimionjoesta purkautuva fosforimäärä muodostaa 8 % ja Aurajoesta yli 7 % Saaristomeren ulkoisesta kuormituksesta (kuva 5).

SUOMENLAHDEN RAVINNEKUORMITUS

Suomenlahti on pinta-alaansa suhteutettuna Itämeren kuormitetuimpia osia. Seuraavassa on tarkasteltu Suomesta Suomenlahteen tulevaa kuormitusta. Paatela (2009) täydensi Sjöblomin tutkimusta Kymijoen havaintoja käyttämällä. Tutkittu-



Kuva 5. Jokien keskimääräisten vuotuisten (1995–2006) kokonaisfosforin (kuva a) ja kokonaistypen (kuva b) kuormien osuus merialueiden kuormituksesta. Osuudet on laskettu Itämeren suojelukomission (HELCOM) arvioimista merialueiden ulkoisesta kokonaiskuormituksesta. Kuormituksessa ei ole mukana ilmalaskeumaa. (Sjöblom 2008)

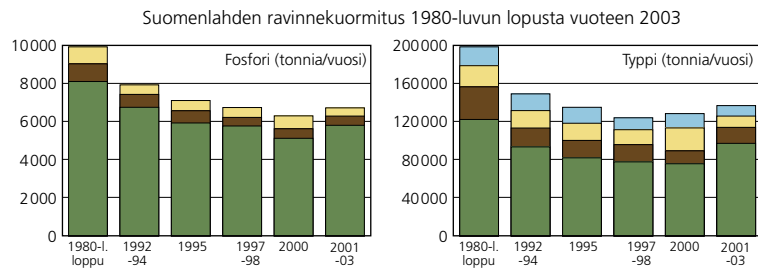
jen Suomenlahteen laskevien jokien valuma-alueiden pinta-ala on yhteensä 44 148 km², josta Kymijoen valuma-alueen pinta-ala on 37 103 km². Joet kattavat lähes 97 % siitä Suomenlahden Suomen alueella olevasta valuma-alueesta, jossa ei ole mukana Vuoksen vesistöä. Suomessa Vuoksen valuma-alueesta on noin 61 000 km² ja Suomenlahden valuma-alueesta kaikkiaan 107 000 km² eli noin neljännes sen koko valuma-alueesta (ks. kuva 3).

Sjöblomin ja Paatelan mukaan Suomen jokien vuotuinen fosforikuorma Suomenlahteen oli noin 440 tonnia ja typpi-kuormitus 11 768 tonnia. Näiden lisäksi rannikkokaupunkien jätevedenpuhdistamoilta tuli 55 tonnia fosforia ja 2 350 tonnia typpeä. Saatu kuormitus oli jonkin verran pienempi kuin esimerkiksi Itämeren suojelukomission (HELCOM) ja

ympäristöhallinnon esittämät arvot vuosille 2001–2003. Erot johtuvat todennäköisesti kuormituksen erilaisista laskentatavoista, mutta myös tarkastelujaksot poikkesivat toisistaan. Suomenlahden ulkoinen kokonaisfosforin kuormitus (rannikon joet ja suorat päästöt rannikolta) oli kaikkiaan 6 700 tonnia vuodessa ja kokonaistypen ulkoinen kuormitus (rannikon joet+suorat päästöt+laskeuma) 137 000 tonnia vuodessa.

Suomenlahden veden laatuun vaikuttavat ulkoisen kuormituksen lisäksi sisäinen kuormitus ja merivirtojen kuljettamat ainemäärät ja ekologiset prosessit. Sisäistä kuormitusta syntyy, kun pohjasedimenttiin varastoituneita ravinteita vapautuu taikaisin veteen.

Merivirtojen mukana kulkeutuu ravinteita läntiseltä Itämereltä Suomenlahdel-



Kuva 6. Suomenlahden ulkoinen ravinnekuormitus (Pitkänen ja Tallberg 2007).

le ja ne vaikuttavat ravinnevirtoihin myös Suomenlahden eri osissa. Suomenlahden eteläosassa keskimääräinen virtaus suuntautuu itään ja pohjoisosassa länteen. Helsingin edustalla valitsee keskimäärin noin 1 cm/s eli noin 1 km/vrk idästä länteen kulkeva virtaus. Länneä työntyy maakeahkoa pintavettä Suomenlahdelle. Sen pinta kaltevoituu ja etelärannikolla tapahtuva hydrostaattisen paineen kasvu tasapainottuu pohjalla olevan veden virratessa pohjoiselle, ts. Suomen rannikolle. Tämä usein hapeton ja ravinnepitoinen pohjavirtaus työntyy pohjan kohoumia vastaan ja nousee kohti pintaa. Tätä ilmiötä kutsutaan kumpuamiseksi ja sillä on merkittävä vaikutus rannikkovesien laatuun, koska se liittyy syvänteiden veden vaihtumiseen.

Karkean arvion mukaan koko Suomenlahden sisäinen fosforikuorma vaihtelee välillä 4 000–18 000 tonnia vuodessa, mikä vastaa ulkoista kuormaa 0,7–3 -kertaisesti (Lehtoranta 2003; Pitkänen ja Kiirikki, 2005). Fosforia vapautuu erityisesti silloin, kun meren pohjassa on vähän happea. Typen sisäisen kuormituksen osuus on noin 15–20 % ulkoisesta kokonaiskuormituksesta eli 18 000–24 000 tonnia vuodessa. Mallilaskelmien mukaan merivirtojen kuljettama vuotuinen nettokuormitus Suomenlahteen on 960 tonnia biologisesti käyttökelpoista fosforia ja 5 200 tonnia biologisesti käyttökelpoista typpeä

(Pitkänen ja Tallberg 2007).

Suomen alueelta tulevan kokonaiskuorman (joet + rannikkokaupunkien jätevedet) ja maatalouden osuus Suomenlahden ravinnekuormituksesta on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Kuormituksen osuus laskeutu Suomenlahden ulkoisesta kuormituksesta ja kokonaiskuormituksesta, jossa on mukana myös sisäinen kuormitus ja merivirtojen kuljettamat ainemäärät. Laskelmat perustuvat Sjöblomin ja Paatelan tutkimuksiin sekä ympäristöhallinnon tietokantoihin ja tutkimuksiin. Kymijoen maataloudesta johtuva kuormitus on arvioitu kahdella tavalla pellon pinta-alaa ja ominaiskuormituslukuja (fosfori 1,17 kg/ha ja typpi 16,2 kg/ha vuodessa) käytäen. Ominaiskuormitusarvot sisältävät peltoalueiden luonnon huutoaman kuten Sjöblominkin laskelmissa. Vaihtoehdossa A oletettiin, ettei ravinteiden pidättymistä tapahdu vesistöalueella. Vaihtoehdossa B fosforikuormasta oletettiin pidättävän 70 % ja typpikuormasta 40 %, sillä Kymijoen valuma-alueella on paljon järviä (järvisyys 20 %) ja maataloustuotanto (peltopinta-alan osuus 9 %) on pääosin sen latvaosissa.

Suomen maatalouden osuus Suomenlahden ravinnekuormituksesta on verrattain vähäinen. Maatalouden osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on vajaa kolme prosenttia ja typpikuormituksesta

Taulukko 4. Suomen jokien ja maatalouden osuus Suomenlahden fosforikuormituksesta (Vakkilainen 2010).

Kuormituslähde	Osuus Suomenlahden kuormituksesta, %		
	Fosfori, t/vuosi	Ulkoisesta kuormasta	Kokonaiskuormasta
Suomenlahden kuorma joista ja rannikon päästöistä ¹⁾	6 500		
Laskeuma			
Merivirtojen kuljettama nettokuorma ²⁾	960		
Ulkoinen kuorma yhteensä	7 460		
Sisäinen kuorma ³⁾	11 000		
Kokonaiskuorma yhteensä	18 460		
Suomen jokien kokonaiskuorma ⁴⁾	439	5,9	2,4
Jätevesikuorma suoraan rannikolle ⁵⁾	55		
Suomen kuormitus yhteensä	494	6,6	2,7
Maatalouden kuorma A⁶⁾	201	2,7	1,1
Maatalouden kuorma B⁷⁾	143	1,9	0,8

¹⁾ Keskiarvo 1995-2003 (Pitkänen ja Tallberg 2007).
²⁾ Biologisesti käyttökelpoinen fosfori, EIA-SYKE 3D mallilla laskettu keskimääräinen arvo (Pitkänen ja Tallberg 2007)
³⁾ Mittauksiin perustuva keskimääräinen arvo (Lehtoranta 2003, Pitkänen ja Kiirikki 2005)
⁴⁾ Keskimääräinen kuorma vuosina 1995-2006 (Sjöblom 2008, Paatela 2009)
⁵⁾ Suurimpien kaupunkien jätevedenpuhdistamojen keskimääräinen kuorma 1995-2006 (SYKE; Vahti-tietokanta)
⁶⁾ Maatalouden kuorma A: Kymijoen kuormassa ei ole otettu huomioon ravinteiden pidättymistä sisävesiin
⁷⁾ Maatalouden kuorma B: oletettu, että Kymijoen alueella fosforista pidättyä sisävesiin 70 % (Pitkänen ja Tallberg 2007)

ta noin viisi prosenttia. Vesimassan kokonaiskuormituksesta maatalouden kuormitusosuudet ovat fosforin osalta noin prosentti ja typen osalta noin neljä prosenttia.

Suomenlahden kuormituksesta ylivoimaisesti suurin osa tulee Venäjältä (ks. kuva 6). Yhdessä Pietari ja Neva tuottavat noin 60 % biologisesti käyttökelpoisesta fosforin ja noin 40 % käyttökelpoisen typen kuormasta. Biologisesti helpokäyttöistä tyyppiä tulee merkittävästi myös laskeuman (noin 20 % kuormituksesta) ja rannikkojokien mukana (noin 30 % kuormituksesta). (Pitkänen ja Kiirikki 2005)

Taulukko 5. Suomen jokien ja maatalouden osuus Suomenlahden typpikuormituksesta (Vakkilainen 2010).

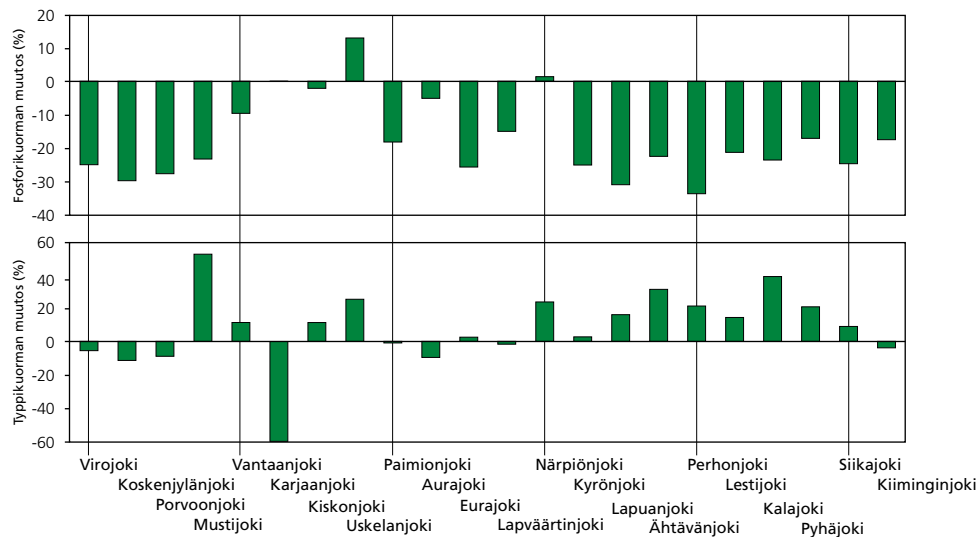
Kuormituslähde	Osuus Suomenlahden kuormituksesta, %		
	Typpi, t/vuosi	Ulkoisesta kuormasta	Kokonaiskuormasta
Suomenlahden kuormajoista ja rannikon päästöistä ¹⁾	120 000		
Laskeuma ¹⁾	17 000		
Merivirtojen kuljettama nettokuorma ²⁾	5 200		
Ulkoinen kuorma yhteensä	142 200		
Sisäinen kuorma ³⁾	21 000		
Kokonaiskuorma yhteensä	163 200		
Suomen jokien kokonaiskuorma ⁴⁾	11 763	8,3	7,2
Jätevesikuorma suoraan rannikolle ⁵⁾	2 349		
Suomen kuormitus yhteensä	14 112	9,9	8,6
Maatalouden kuorma A⁶⁾	6 835	4,8	4,2
Maatalouden kuorma B⁷⁾	5 232	3,7	3,2

¹⁾ Keskiarvo 1995-2003 (Pitkänen ja Tallberg 2007).
²⁾ Biologisesti käyttökelpoinen typpi, EIA-SYKE 3D mallilla laskettu keskimääräinen arvo (Pitkänen ja Tallberg 2007)
³⁾ Mittauksiin perustuva keskimääräinen arvo (Lehtoranta 2003, Pitkänen ja Kiirikki 2005)
⁴⁾ Keskimääräinen kuorma vuosina 1995-2006 (Sjöblom 2008, Paatela 2009)
⁵⁾ Suurimpien kaupunkien jätevedenpuhdistamojen keskimääräinen kuorma 1995-2006 (SYKE; Vahti-tietokanta)
⁶⁾ Maatalouden kuorma A: Kymijoen kuormassa ei ole otettu huomioon ravinteiden pidättymistä sisävesiin
⁷⁾ Maatalouden kuorma B: oletettu, että Kymijoen alueella typestä pidättyä sisävesiin 40 % (Pitkänen ja Tallberg 2007).

MAATALOUDEN KUORMITUKSEN MUUTOS

Sjöblom (2008) arvio maatalouden kuormituksen keskimääräisestä muutosta kaudelta 1983-1994 kaudelle 1995-2006 on esitetty kuvassa 7. Jälkimmäisellä kaudella maatalouden kuormitusta pyrittiin voimakkaasti vähentämään ympäristötukiohjelmilla.

Kuormituksen muutos on arvioitu absoluuttisia kuormitusmääriä käyttäen, eikä niissä ole otettu huomioon virtaaman vaihteluista johtuvaa kuormituksen vaihtelua. Kuormitusarvoissa on mukana myös



Kuva 7. Arvio maatalouden fosforikuormituksen (kuva a) ja typpikuormituksen (kuva b) muutokselle kaudelta 1983-1994 kaudelle 1995-2006 (Sjöblom 2008).

peltoalueilta luonnostaan tuleva huuhtouma. Laskentatavasta johtuen kuormitusarvoihin voi sisältyä myös muuta hajakuormitusta ja pienistä pistemäisistä lähteistä tulevia päästöjä.

Fosforikuormien todettiin pienentyneen kaudelta 1983-1994 kaudelle 1995-2006 kaikilla joilla Uskelanjokea ja Närpiönjokea lukuun ottamatta. Typpikuormitus kuitenkin kasvoi monilla joilla erityisesti Pohjanmaalla.

Ympäristötukitoimenpiteet ovat kohdistuneet ennen kaikkea vähemmän kuormittaviin viljelymenetelmiin, kuten lannoituksen tarkentamiseen, kevennettyyn muokkaukseen ja talviaikaiseen kasvi- peitteisyyteen. Osalle peltoalueita on perustettu suojakaistoja ja -vyöhykkeitä, laskeutusaltaita, kosteikkoja ja säätö- alaojituksia. Lisäksi on otettu käyttöön lannan varastointia ja levitystä koskevia säädöksiä. Yksi selvimmistä muutoksista edellä tarkastelluilla ajanjaksoilla on ollut typpi- ja fosforilannoituksen vähe-

neminen. Peltojen fosforitase on ajanjaksoilla 1985-2006 keskimäärin pienentynyt 28 kg:sta/ha 7 kg:aan/ha ja tyypitase 90 kg:sta/ha 45 kg:aan/ha.

Näyttäisi siltä, että ympäristötukitoimet ovat pureet fosforikuormitukseen. Typpikuormituksen kasvu on yllättävää. Sen syynä varsinkin Pohjanmaalla on todennäköisesti ollut karjatalouden keskittyminen ja peltopinta-alan kasvu, mutta myös sääolot (Rankinen ym. 2010). Poikkeuksellisen leudot talvet ovat saattaneet lisätä huuhtoumisaltiin typen vapautumista (mineralisaatiota) maaperästä.

Eri ympäristötukitoimenpiteiden vaikutuksia on hankala erottaa muista kuormitukseen vaikuttavista tekijöistä valuma-alueetasolla. Samanaikaisesti maataloustuotannossa on tapahtunut monia rakenteellisia muutoksia, kuten tilakoon kasvu ja tuotantosuuntien alueellinen keskittyminen, jotka ovat myös muuttaneet maatalousalueilta vesistöihin päätyvää kuormitusta. Lisäksi säätötilan vaihtelut

peittävät helposti alleen toimenpiteiden mahdolliset vaikutukset. Jos peltopinta-alan osuus valuma-alueesta on pieni, niin kuormituksen väheneminen ei näy joen alajuoksun pitoisuuksissa vaikka pelto- lohkoilta tuleva kuormitus vähenee.

Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimuksen (MYTVAS 3) väliraportissa (Aakkula ym. 2010) on tarkemmin pyritty selvittämään mistä maatalouden kuormituksen muutos edellä esitetyissä joissa johtuu (Rankinen ym. 2010).

LOPPUPÄÄTELMÄT

Suomen maatalouden osuus Suomenlahden kokonaiskuormituksesta on varsin pieni, arvioiden mukaan 1-5 prosenttia laskentatavasta ja ravinteesta riippuen. Sama pätee koko Itämeren kuormitukseen. Maataloudemme kuormituksen vähentäminen ei siten todennäköisesti näy Itämeren tilassa. Tästä huolimatta kuormituksen vähentämistoimet ovat perusteltuja, sillä maatalouden osuus Suomen sisä- ja rannikkovesien kuormituksesta on paikoitellen huomattava. Vaikka pahoin rehevöityneissä vesistöissä sisäinen kuormitus saattaa olla merkittävä ravinteiden lähde, niin pitkällä tähtäyksellä ulkoisen kuormituksen leikkaaminen on ainoa keino vesialueen tilan parantamiseksi tai säilyttämiseksi hyvänä.

Maatalouden kuormitus näyttää sekä pienentyneen että kasvaneen ympäristötukikausien aikana, kun virtaaman aiheuttamia muutoksia kuormitukseen ei oteta huomioon. Vuosina 1995-2006 maatalouden keskimääräinen fosforikuorma väheni lähes kaikissa tarkastelluissa Itämereen laskevissa joissa verrattuna edeltävään kymmenvuotisjaksoon (1985-1994). Sitä vastoin typpikuormat kasvoivat varsinkin Pohjanmaalla.

Kuormitusmuutoksille on osoitettavissa monia syitä maataloutta koskevien tilastotietojen perusteella. Eri ympäristötukitoimenpiteiden vaikutuksia maatalouden vesistökuormitukseen on kuitenkin vaikea erottaa valuma-alueetasolla johtuen toimenpiteiden yhteisvaikutuksista, maataloustuotannossa tapahtuneista muutoksista ja sääolojen vuosi- ja vuodenaikaisvaihteluista.

Sekä absoluuttisiin että suhteellisiin kuormituslukuihin eri vesistöjen, Suomen ja Itämeren muiden rantavaltioiden ja eri ajanjaksojen osalta sisältyy väistämättä epävarmuutta. Hajakuormitus, sisäinen kuormitus ja merivirtojen kuljettamat ainemäärät joudutaan aina arvioimaan erilaisia kokeellisia tutkimuksia ja laskentamenetelmiä käyttäen, joiden antamat kuormitusmäärät saattavat poiketa hyvinkin paljon toisistaan. Käytössä olevien mittausaineistojen ja tilastojen edustavuus ja tarkkuus vaihtelevat myös paljon sekä ajallisesti että alueellisesti.

Yksittäisissä vesistöissä tai vesialueilla eri kuormituslähteiden osuudet saattavat poiketa paljonkin valtakunnallisista arvoista. Kuormituslähteiden selvittäminen vesistöalueittain on välttämätöntä, jotta vesiensuojelutoimenpiteet pystytään suunnittelemaan tarkoituksenmukaisesti. Myös vesistöjen kyvyssä sietää kuormitusta on eroja, mikä tulisi ottaa huomioon toimenpiteitä suunniteltaessa.

Tutkimukset ja käytännön kokemukset ovat osoittaneet ettei ole yhtä yksittäistä keinoa, jolla voidaan vähentää maatalouden aiheuttamia ravinnepäästöjä, vaan joudutaan käyttämään useampia menetelmiä samanaikaisesti. Peltoviljelyssä tärkeintä on kehittää edelleen vähemmän kuormittavia tuotantotapoja, sillä valumavesien puhdistaminen esimerkiksi kosteikoilla ja erilaisilla kemikaaleil-

la on perusteltua vain erikoiskohteissa. Suojavyöhykkeet soveltuvat pintavalunnan kuljettamien huuhtoumien vähentämiseen, mutta ne eivät estä salaojien kautta tulevaa kuormitusta.

Pellon tuottokykyyn ja vesistökuormitukseen keskeisesti vaikuttava tekijä on sen vesitalous. Sekä salaojituksen että peruskuivatuksen suunnitteluun ja toteutukseen tulee panostaa entistä enemmän lannoituksen tarkentamisen, vähemmän kuormittavien muokkausmenetelmien ja muiden ympäristötukitoimien ohella.

KIRJALLISUUS

- Aakkula, J., Manninen, T., Nurro M. (toim). 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus (MYTVAS 3) – Väliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2010. 145 s.
- Alakukku, L., Hartikainen, H., Puustinen M. Luonnonprosessien hallinta keskeistä maatalouden vesiensuojelussa. *Vesitalouslehti* 5/2009: 40-43.
- 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 Science* 16: 282-300.
- Lehtoranta, J. 2003. Dynamics of sediment phosphorus in the brackish Gulf of Finland. *Monographs of the Boreal Environment Research* 24. 58 s.
- Paasonen-Kivekäs, M., Vakkilainen, P., Karvonen, T. 2008. Salaojitus ja savipeltojen ravinnekuormitus. *Vesitalous* 4/2008: 20-24.
- Paatela, H. 2009. Kymijoen Suomenlahteen tuoman kuormituksen muutokset 1961–2006. Kandidaatintyö. Teknillinen korkeakoulu, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. 43 s.
- Pitkänen, H., Kiirikki, M. 2005. Miten Suomenlahti voi tulevaisuudessa? *Vesitalous* 2/2005: 14-17.
- Pitkänen, H., Tallberg, P. 2007. Searching efficient protection strategies for the eutrophied Gulf of Finland: the integrated use of experimental and modelling tools (SEGUE). *Finnish Environment* 15/2007. Suomen ympäristökeskus. 90 s.
- Puustinen, M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiaho, J., Linjama, J., Niinioja, R., Tattari, S. 2010. VIHMA – A tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138 (2010): 306-317.
- Rankinen, K., Ekholm, P., Sjöblom, H., Rita, H., Vesikko, L. 2010. Ainevirtaamat valuma-alueilla ja niihin vaikuttavat tekijät. Julkaisussa: Aakkula, J., Manninen, T., Nurro, M. (toim). 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus (MYTVAS 3) – Väliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2010: 122-131.
- Suomen ympäristökeskus 2010. Suomen ympäristökeskuksen www-sivut, 27.10.2010.
- Sjöblom, H. 2008. Suomesta Itämereen laskevien jokien fosfori- ja typpikuormat 1961–2006 — arvio maatalouden kuormitusmuutoksista. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. 86 s. + liitteet.
- Turtola, E., Alakukku, L., Uusitalo, R., Kaseva, A. 2007. Surface runoff, subsurface drainflow and soil erosion as affected by tillage in a clayey Finnish soil. *Agricultural and Food Science* 16: 332-351.
- Vakkilainen, P. 2010. Näkökulmia vesitalouteen. *Vesitalous* 1/2010: 17-22.
- Vakkilainen, P., Alakukku, L., Koskiaho, J., Myllys, M., Nurminen, J., Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Puustinen, M., Äijö, H. 2010. Pellon vesitalouden optimointi. Loppuraportti. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 30. 114 s. + liitteet.