

Opinnäytetyö (AMK)

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Ympäristösuunnittelija

2016

Elena Loutchina

# AURAJOEN VALUMA-ALUEEN VESISTÖKUORMITUKSEN KARTOITUS

Elena Loutchina

## AURAJOEN VALUMA-ALUEEN VESISISTÖKUORMITUKSEN KARTOITUS

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Aurajoen valuma-alueella muodostuvaa vesistökuormitusta niin määrällisesti kuin alueellisesti ja pohditaan vaihtoehtoja vesistökuormituksen vähentämiseksi. Ravinnekuormitustiedot pohjautuvat Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kehittämän vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointi-järjestelmän VEMALA:n arvioihin. Haitallisten aineiden kuormitusta koskevien tietojen lähteinä on käytetty Ympäristöhallinnon toteuttamien hankkeiden tuloksia sekä SYKE:n ympäristötietojärjestelmiä VAHTI:a ja HERTTA:a.

Suomen sisä- ja rannikkovesien suurin ongelma on rehevöityminen. Rehevöityminen on suoraa seurausta vesistöjen lisääntyneestä ravinnekuormituksesta ja etenkin leville tärkeiden fosforin ja typen määrän kasvusta vesistöissä. Vaikka Aurajoen mukana Itämereen päätyvien ravinteiden osuus ei ole niin merkittävä, vaikuttaa se näkyvästi Turun saaristomeressä. Rehevöityminen aiheuttaa alueella biodiversiteetin köyhtymistä ja virkistyskäyttömahdollisuuksien vähenemistä.

Aurajoen valuma-alueella ravinteiden päästölähteinä toimivat maa- ja metsätalous, haja- ja loma-asutus, jotka kaikki yhdessä muodostavat hajakuormituksen. Pistekuormituksen määrä on alueella vähäistä, sillä huomattavimmat pistekuormittajat sekä asutuksen ja teollisuuden jätevedet johdetaan nykyään pääasiallisesti Turun seudun puhdistamolle.

Aurajoen valuma-alue on maatalousvaltaista seutua, jonka pellot sijaitsevat eroosioherkällä savimaalla. Maatalous onkin valuma-alueen suurin vesistökuormittaja. Jotta vesistökuormitusta saataisiin valuma-alueella vähennettyä ja rehevöitymistä hillittyä, tulisi ravinnehuuhtoumaa vähentävät toimenpiteet kohdistaa maatalouteen. Toimenpiteet maataloudesta aiheutuvan kuormituksen vähentämiseksi ovat jo pääosin tiedossa, mutta niiden toteuttaminen pelloilla ei ole ollut riittävää kokonaiskuormituksen pienentämiseksi.

### ASIASANAT:

Aurajoki, Aurajoen valuma-alue, vesistökuormitus, ravinnekuormitus, haitta-ainekuormitus, VEMALA, maatalous.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Sustainable development

2016 | 50 + 2

Elena Loutchina

## THE SURVEY ON LOADING IN AURAJOKI RIVER CATCHMENT AREA

The objective of this thesis was to study the loading of nutrients and hazardous substances in the Aurajoki river catchment area. The aim was to study the formation of the nutrient loading in the area, locate the places where most of the loading is formed and how it would be possible to prevent the loading from forming. The data about the nutrient load was collected from the water quality and nutrient load modeling and evaluation system VEMALA, created and managed by the Finnish Environment Institute. The web-based environmental information database HERTTA and environmental compliance database VAHTI were used as sources of information about hazardous substances in Aurajoki river. Additional data was also collected from different surveys made on the Aurajoki river.

Eutrophication is the greatest threat of the Archipelago Sea. It is a direct result of increasing amount of nutrient load in watersheds, especially phosphorus (P) and nitrogen (N), both of which are essential in algae production. Although the biggest volumes of the nutrient loading aren't going to Baltic Sea from Finland, the nutrients have a great influence on the Archipelago Sea. Eutrophication causes impoverishment of biodiversity and decreases the recreational use of the area.

According to studies, the sources of loading in the Aurajoki river catchment area are agriculture, forestry, livestock production, scattered settlements, stormwater, natural leaching and fallout. Because all the domestic and industrial wastewater is conducted to the Wastewater Treatment Plant of Turku, it is hard to demonstrate any of the point sources of pollution in the area.

Almost 40 % of the catchment area is agricultural land, hence most of the load is formed in agricultural areas. The dominant soil type is clay, which is very sensitive to erosion. Due to this the reasons the volume of the loading is so great. To reduce the loading of the Aurajoki river, the reducing measures should be targeted to agriculture. The measures for reducing the load are known and suggested in various studies. But the measures haven't been implemented effectively enough to decrease the nutrient loading from the Aurajoki river catchment area.

### KEYWORDS:

Aurajoki river, catchment area of Aurajoki river, nutrient loading, hazardous substances, VEMALA, agriculture.

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Työn tavoite ja toteutus	7
1.2 Waterchain-hanke	8
<b>2 AURAJOEN VALUMA-ALUE</b>	<b>9</b>
<b>3 RAVINNEKUORMITUS JA KUORMITUSLÄHTEET</b>	<b>13</b>
3.1 Maatalous	19
3.2 Metsätalous	19
3.3 Haja- ja loma-asutus	20
3.4 Jätevedenpuhdistamot	21
3.5 Muut kuormituslähteet	23
<b>4 HAITTA-AINEKUORMITUS</b>	<b>24</b>
4.1 Kasvinsuojeluaineet	26
4.2 Raskasmetallit	28
4.3 Lääkeaineet	29
4.4 Muut haitalliset aineet	29
<b>5 VESISTÖKUORMITUSTA VÄHENTÄVÄT KEINOT</b>	<b>31</b>
5.1 Keinoja vesistökuormituksen vähentämiseksi	31
5.2 Aurajoen valuma-alueella toteutettuja toimenpiteitä	36
5.3 Alueella suoritettujen toimenpiteiden toimivuuden arviointi	38
5.4 Ehdotuksia vesistökuormituksen vähentämiseksi	42
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>44</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>47</b>

## LIITTEET

Liite 1. VEMALA-tiedot Aurajoen valuma-alueella muodostuvasta fosforikuormasta.  
Liite 2. VEMALA-tiedot Aurajoen valuma-alueella muodostuvasta typpikuormasta.

## KUVAT

Kuva 1. Aurajoen valuma-alueajat ja osavaluma-alueet (Paikkatietoikkuna 2016.)	9
Kuva 2. Vesistökuormituksen lähteitä (Nurminen, 2016).	13

## KUVIOT

Kuvio 1. Kokonaisfosforin muodostumisen jakautuminen kuormituslähteiden kesken (SYKE 2016).	15
Kuvio 2. Kokonaisfosforin muodostuminen osavaluma-alueittain (SYKE 2016).	16
Kuvio 3. Kokonaistypen muodostumisen jakautuminen kuormituslähteiden kesken (SYKE 2016).	17
Kuvio 4. Kokonaistypen muodostuminen osavaluma-alueittain (SYKE 2016).	18
Kuvio 5. Kokonaisfosforipitoisuuksia Aurajoesta 1965-2016 (HERTTA).	39
Kuvio 6. Kokonaistyyppipitoisuuksia Aurajoen alaosasta 1965-2016 (HERTTA).	41

## TAULUKOT

Taulukko 1. Aurajoen valuma-alueen osavaluma-aluejako (Syke, VEMALA 2016.) Ksa = Keskisuuret savimaiden joet, Psa = Pienet savimaiden joet (Kipinä-Salokannel, 19.)	10
Taulukko 2. Taulukko 2. Jokien vedenlaatu luokitus. Kokonaisfosforin määrä savimaiden vesistöissä. (Aroviita ym. 2012, 50.) Ksa = Keskisuuret savimaiden joet, Psa = Pienet savimaiden joet (Kipinä-Salokannel, 19.)	11
Taulukko 3. Aurajoen valuma-alueen kasvien viljelyalat (SYKE, 2013.)	12
Taulukko 4. Arviot, haja- ja loma-asutuksesta johtuvan, vesistöön päätyvä ravinnekuormitus sekä fosforin että typen osalta (SYKE, 2016).	21
Taulukko 5. Aurajoen valuma-alueen entisten jätevedenpuhdistamoiden ja Turun seudun puhdistamon päästöjen keskiarvot vuosilta 2010-2015 (EPER 2016).	22
Taulukko 6. Kasvinsuojeluaineiden käyttömäärät Aurajoen valuma-alueella 2011 (SYKE 2013).	26
Taulukko 7. Raskasmetallipitoisuuksien keskiarvoja Aurajoesta ajalta 2007-2016 (Hertta, 2016)	29

# SANASTO

Hajakuormitus	Maa- ja metsätaloudesta, karjataloudesta, haja- ja loma-asutuksesta sekä luonnonhuuhtoumasta muodostuva vesistökuormitus. Kuormituslähdettä ei pystytä tarkkaan osoittamaan.
Haitalliset aineet	Erilaiset kemikaalit, jotka eivät kuulu luontoon tai jotka liian isoina pitoisuuksina voivat aiheuttaa haittaa ympäristölle.
Hulevesi	Hulevesillä tarkoitetaan pinnoitetuilta alueilta kuten teiltä, kaduilta, rakennusten katoilta, pysäköinti- ja varastointialueilta vesistöihin huuhtoutuvaa tai johdettavaa sade- tai sulamisvettä (Elomaa ym. 2015, 41).
Laskeuma	Ilman mukana kulkeutuvat, pölyhiukkasiin sitoutuneet aineet, jotka pölyn tai sateen mukana laskeutuvat vesistöihin (Kirkkala 63, 1998).
Luonnonhuuhtouma	Kuormittavat tekijät, jotka kulkeutuvat maalta vesistöihin ilman, että ihmisen toiminta vaikuttaa siihen (Kirkkala, 1998, 17).
Pistekuormitus	Kuormitus, jonka alkuperä voidaan tarkalleen osoittaa, esimerkiksi tehdas tai jätevedenpuhdistamo.
Prioriteettiaine	Sellainen kemikaali, joka EU:n asettaman vesipuidedirektiivin mukaan aiheuttaa riskin vesiympäristölle tai muulle ympäristölle vesiympäristön välityksellä (Siimes ym. 30, 2016).
Ravinteet	Kasveille välttämättömät aineet kasvun edistämiseksi, jotka kuitenkin liian suurina pitoisuuksina vesistöissä aiheuttavat niiden rehevöitymistä. Pääravinteet typpi (N) ja fosfori (P).
Valuma-alue	Alue, jolta pinta- ja pohjavedet valuvat yhteen tiettyyn vesistöön kuten, jokeen, järveen, puroon tai ojaan. Maaston korkeimmat alueet määrittävät valuma-alueen rajat. (Ymparisto.fi 2015.)
Vesistökuormitus	Ravinteet ja haitalliset aineet, jotka kulkeutuvat valuma-alueelta sateen, valunnan tai pölyn mukana vesistöihin.
Ympäristölaatu normi	Vesiympäristölle vaarallisen tai haitallisen aineen pitoisuus pintavedessä, sedimentissä tai eliöissä, jota ei saa ihmisen terveyden tai ympäristön suojelemiseksi ylittää (Karvonen ym. 15, 2012).
VEMALA	VEMALA on Suomen ympäristökeskuksen vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmä, joka laskee ravinteiden kokonaiskuormaa vesistöihin, niiden pidättymistä sekä Suomen vesistöistä Itämereen lähtevää kuormaa (SYKE 2015).

# 1 JOHDANTO

Suomen rannikko- ja sisävesien keskeisin uhka on tällä hetkellä rehevöityminen. Rehevöityminen on suoraa seurausta vesistöjen lisääntyneestä ravinnekuormituksesta ja etenkin leville tärkeiden fosforin ja typen määrän kasvusta vesistöissä. Vesistöihin päätyvät ravinteet kiihdyttävät perustuotantoa eli kasviplanktonin ja muun kasvillisuuden kasvua. Kasvillisuuden lisääntyminen johtaa, orgaanisen aineksen hajoamisen myötä, pohjan happitilanteen heikentymiseen, mikä puolestaan aiheuttaa pohjaeliöstön ja kalalajiston muuttumisen.

Suomen alueelta Itämereen päätyvä ravinnekuormitus on noin 10 % koko vesistökuormituksesta, mikä ei ehkä ole koko Itämeren mittakaavassa kovin suuri, mutta se vaikuttaa tuntuvasti omalla rannikollamme (Ympäristö.fi 2016a). Saaristomeren alueella sijaitsevien jokien ja ojien kautta kulkevan fosforin ja typen määrät ovat suuret, uomien kuljettaman veden määrään nähden (Kirkkala 1998, 11).

Aurajoen valuma-alue on maatalousvaltaista seutua, jonka pellot sijaitsevat eroosioherkällä savimaalla. Vesistöihin huuhtoutuvat ravinteet päätyvät Aurajoen mukana Saaristomereen aiheuttaen sen rehevöitymistä. Tästä seuraa Saaristomeren biodiversiteetin köyhtymistä ja virkistyskäyttömahdollisuuksien vähenemistä. Maatalouden lisäksi ravinteita kulkeutuu vesistöihin metsätaloudesta, haja-asutuksesta ja pistekuormituksesta sekä luonnonhuuhtoumana ja ilmasta pölyn mukana laskeumana.

## 1.1 Työn tavoite ja toteutus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Aurajoen valuma-alueen ravinne- ja haitta-ainekuormituksen määrä. Lisäksi tarkoituksena on tutkia mikä on Aurajoen valuma-alueen suurin kuormituslähde ja onko kuormitusmäärissä alueellisesti eroja. Saatujen tulosten valossa on tarkoitus pohtia, miten vesistökuormitusta saataisiin alueella vähennettyä. Opinnäytetyön tavoitteena on saada päivitetty tieto Aurajoen valuma-alueesta yksiin kansiin sellaisessa muodossa, että sitä voidaan tulevaisuudessa käyttää sellaisenaan valuma-alueen vesistöihin liittyvissä hankkeissa.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan meta-tutkimus. Suurin osa tutkimuksesta pohjautuu Suomen ympäristöhallinnon tuottamaan aineistoon. Ravinteiden osalta

hajakuormituksen tietolähteenä toimii Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kehittämä, vesistömallijärjestelmä (SYKE-WSFS) VEMALA-malli, joka simuloi valuma-alueella syntyvää kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppikuormaa ottaen huomioon valunnan vaikutuksen kuormituksen. VEMALA-malli on kehitetty pääasiassa ympäristöhallinnon käyttöön. Pistekuormituksen osalta lähteenä toimivat muun muassa Ympäristöhallinnon ylläpitämä ympäristötiedon hallintajärjestelmä HERTTA. Tässä opinnäytetyössä käytetyt ravinnekuormitustulokset on ensisijaisesti hankittu, kappaleessa 1.3 esiteltävän, Waterchain-hanketta varten. Kuormitustiedot on saatu sähköpostitse Suomen ympäristökeskuksen hydrologi Markus Huttuselta 5.2.2016. Taulukot VEMALA-tuloksista löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Haitallisten aineiden osalta tietolähteenä käytetään HERTTA:n lisäksi ympäristösuojelun tietojärjestelmää VAHTI:a. VAHTI-järjestelmästä löytyy pistekuormitustiedot kuormituslähteen tarkkuudella. Sekä HERTTA- että VAHTI-järjestelmässä olevat tiedot ovat kaikille avointa. Edellä mainittujen tietokantojen lisäksi opinnäytetyössä käytetään hyödyksi erilaisia ympäristöhallinnon hankkeita, joissa on tutkittu haitallisten aineiden esiintyvyyttä Aurajoen valuma-alueella.

## 1.2 Waterchain-hanke

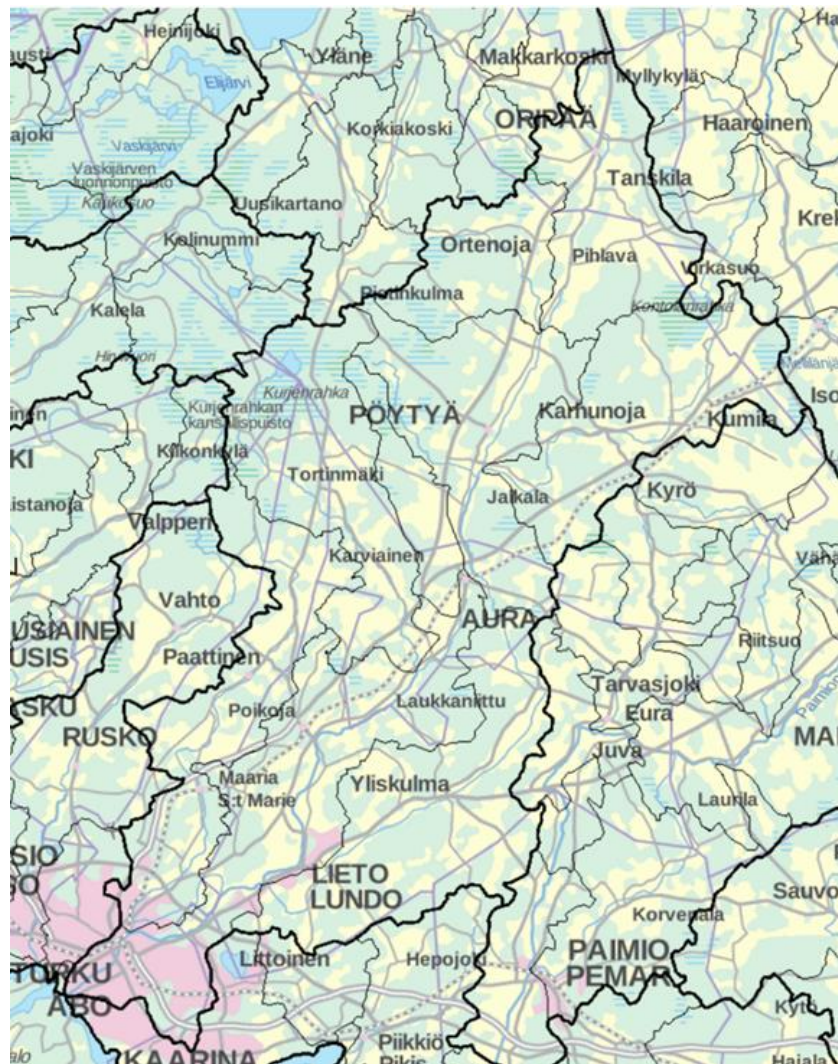
Waterchain-hanke on kansainvälinen Euroopan unionin Central Baltic-ohjelman rahoittama hanke, jonka tavoitteena on vähentää Itämereen päätyvien ravinteiden ja haitallisten aineiden määrää. Hankkeessa on kuusi pilottivaluma-aluetta, joista on tarkoitus kerätä vesistökuormitustiedot. Kerätyn tiedon pohjalta valitaan alueelta kohteet, joissa pilotoidaan erilaisia tekniikoita, joilla kuormituksen määrää vesistöihin voidaan vähentää. Projektin tarkoituksena on lopulta luoda opas kuormituksen vähentämiskeinoista Itämeren läheisyydessä asuville ja erilaista toimintaa harjoittaville toimijoille. Projektissa on mukana yhdeksän partneriorganisaatiota, neljästä eri maasta (Suomi, Ruotsi, Viro, Latvia).

Idea opinnäytetyöhön lähti tarpeesta tehdä kuormituskartoitus Aurajoen valuma-alueella. Työ toteutetaan Turun AMK:n Vesitekniikan tutkimusryhmän tilauksesta, jonka vastuulla on kartoittaa Aurajoen valuma-alueen kuormitusta osana Waterchain-hanketta. Lisäksi Vesitekniikan tutkimusryhmä pilotoi kahdessa kohteessa valuma-alueella liukoisen fosforin saostusta pienessä mittakaavassa.



## 2 AURAJOEN VALUMA-ALUE

Aurajoen valuma-alue sijaitsee Lounais-Suomessa, Varsinais-Suomen alueella. Se on 873,4 km<sup>2</sup> ja se on jaettu yhdeksään pienempään valuma-alueeseen. (Kuva 1.) Tämän hetkinen osavaluma-aluejako on kartoitettu vuonna 1993 Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Ensimmäinen versio uudesta valuma-aluejasta julkaistaan 2017. Siinä Aurajoen valuma-alue on jaettu huomattavasti useampaan pienempää valuma-alueeseen. Valuma-alueen pääuoma on Aurajoki, joka on noin 70 km pitkä. Aurajoki alkaa pienenä purona Oripäänkankaan muodostamasta pohjavedestä, virtaa kuuden kunnan (Oripää, Pöytyä, Aura, Lieto, Kaarina, Turku) läpi ja laskee lopulta Turun Saaristomereen.



Kuva 1. Aurajoen valuma-alueajat ja osavaluma-alueet (Paikkatietoikkuna 2016.)

Aurajoki on jaettu kolmeen pienempään valuma-alueeseen: Aurajoen yläosan, -keskiosan ja -alaosan valuma-alueeseen (VEMALA). Aurajoen keski- ja alaosan lisäksi vesistöalueen kaakkoisosassa sijaitseva Savijoki on luokiteltu keskisuureksi savimaiden joeksi. Loput joet on luokiteltu pieniksi savimaiden joiksi. (Kipinä-Salokannel, 19.) Alueella on 27 koskea, joista putouskorkeudeltaan suurin on Liedossa sijaitseva Nautelankoski (Komulainen ym. 2008, 10).

Aurajoki on suhteellisen loiva joki, laskien vain n. 70m koko matkalta eli noin yhden metrin kilometriltä (Lappalainen ym. 2008, 17). Aurajoki on myös melko vähävetinen joki, jonka keskivirtaama vuonna 2015 oli 8,29 m<sup>3</sup>/s. Sen sivu-uomissa virtaus voi olla paikoitellen olematonta, minkä vuoksi pienikin sademäärä saattaa vaikuttaa virtauksiin näkyvästi. Taulukko 1 havainnollistaa Aurajoen ja sen sivu-uomien kokoa ja niiden keskivirtaamia vuosilta 2015. Aurajoen valuma-alueella on vain yksi järvi, Savojärvi, joka sijaitsee Järvijoen alkulähteellä Pöytyällä, Kurjenrahkan kansallispuistossa. Savojärven lisäksi valuma-alueella on kaksi vedenottoa varten padottua allasta. Järvien vähäinen määrä aiheuttaa kovia virtaamavaihteluita ja lyhytkestoisia virtaamahuippuja pääuomassa. Normaalisti haihdunnan ja sadannan epätasapaino tasoittuu vesien varastoitua järviin, mutta järvien puuttuessa sateiden ja kevättulvien vedet eivät pääse varastoitumaan mihinkään, vaan ne virtaavat nopeasti pääuomaan ja sitä kautta purkautuvat Itämereen. (Lappalainen ym. 2008, 13-14.)

Taulukko 1. Aurajoen valuma-alueen osavaluma-aluejako (Syke, VEMALA 2016.) Ksa = Keskisuuret savimaiden joet, Psa = Pienet savimaiden joet (Kipinä-Salokannel, 19.)

Vesistöalue	Valuma-alueen pinta-ala km <sup>2</sup>	Pääuoman pituus km	Keskivirtaama m <sup>3</sup> /s	Pintavesityyppi
<b>Aurajoki</b>	873	71	8,29	
<b>-alaosa</b>	147		1,39	Ksa
<b>-keskiosa</b>	104		1,01	Ksa
<b>-yläosa</b>	84		0,77	Psa
<b>Savijoki</b>	130	30	1,44	Ksa
<b>Vähäjoki</b>	106	29	0,99	Psa
<b>Kaulajoki</b>	109	20	0,92	Psa
<b>Järvijoki</b>	110	26	1,00	Psa
<b>Pöylijoki</b>	53		0,46	Psa
<b>Lahnaoja</b>	30		0,29	Psa

Aurajoen valuma-alueen hallitseva maalaji on savi. Savipatja voi paikoitellen olla jopa useita kymmeniä metrejä paksu. Kallioperä työntyy esiin paksun savipatjan alta melko harvakseltaan ja silloinkin, kun se näin tekee, on se happamista kivilajeista muodostuvaa kalliopaljastumaa, jonka päällä on moreenikasaukia (Komulainen ym. 2008, 10).

Aurajoen valuma-alueen kaikki joet on luokiteltu ekologisen laatuluokituksen mukaan välttäviksi. Savojärven ekologinen tila on luokituksen mukaan tyydyttävä. (Elomaa ym. 2015, 18.) Erityyppisten jokien luokituksessa on eri tekijät keskiössä. Savimaiden jokien luokituksessa päätekijänä on vesistön kokonaisfosfori. Koska Aurajoen valuma-alueen kaikki vesistöt sijoittuvat savimaille, luokitus tapahtuu taulukko 2. mukaan. Ajanjakso, jolta kokonaisfosforia seurataan, on vuosi ja arviointiyksikkö on  $\mu\text{g/l}$ . (Aroviita ym. 2012, 50.) Savojärvi on luokiteltu matalaksi runsashumukseksi ja Maarian allas runsasravinteiseksi järveksi (Hertta 2016).

Taulukko 2. Taulukko 2. Jokien vedenlaatuluokitus. Kokonaisfosforin määrä savimaiden vesistöissä. (Aroviita ym. 2012, 50.) Ksa = Keskisuuret savimaiden joet, Psa = Pienet savimaiden joet (Kipinä-Salokannel, 19.)

	Erinomainen/Hyvä	Hyvä/Tyydyttävä	Tyydyttävä/Välttävä	Välttävä/Huono
Kks	40 $\mu\text{l/l}$	60 $\mu\text{l/l}$	100 $\mu\text{l/l}$	130 $\mu\text{l/l}$
Pps	40 $\mu\text{l/l}$	60 $\mu\text{l/l}$	100 $\mu\text{l/l}$	130 $\mu\text{l/l}$

Valuma-alueen pinta-alasta noin 40 % on maatalouden käytössä. Happamat kivilajit selittävät osin jokea reunustavien metsäisten selänteiden karuuden. (Komulainen 2002, 21; Lappalainen ym. 2008, 13-14.) Aurajoen valuma-alueella, pääuoman varrella sijaitsevilla pelloilla viljellään viljan lisäksi, heinää ja jonkun verran erikoislajeja, kuten sokerijuurikasta, öljykasveja sekä kuminaa. Paattistenjoen varrelta löytyy myös melko paljon kasvihuoneviljelmiä. (Komulainen ym. 2008, 10.) Aurajoen valuma-alueen viljeltyjen kasvien määrät vuodelta 2011 on esitelty taulukossa 3. Tiedot on kerätty SYKE:n Vesienhoidon suunnittelun tueksi tarkoitettu vesipuitedirektiivin mukaisten vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventariota täydentävästä osasta (2013), jossa on esitetty Tilastokeskuksen (2011) aineistoa.

Taulukko 3. Aurajoen valuma-alueen kasvien viljelyalat (SYKE, 2013.)

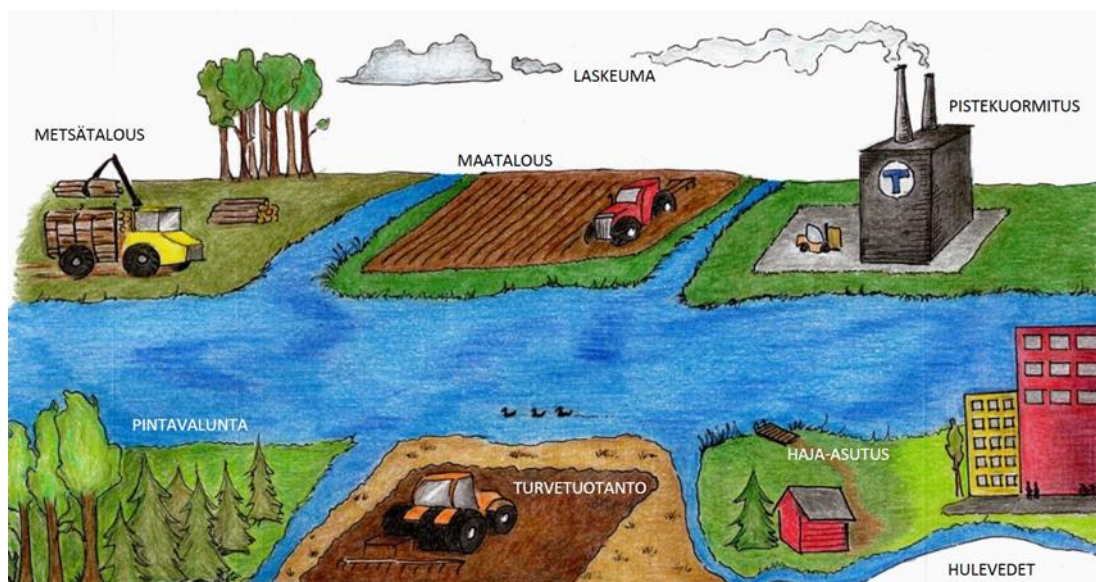
Viljelykasvit	20 785
Heinät, nurmet, laitumet	5063
Öljykasvit	2517
Peruna	6
Sokerijuurikas	88
Muu avomaan juures/vihannes	17
Valkuaiskasvit	733
Mauste (mm. kumina)	254
Puutarha	27
Muu	54
Energia	46
YHTEENSÄ	29 590

Isoin urbaani alue, Turun kaupungin keskusta, sijaitsee Aurajoen alajuoksulla. Sen lisäksi valuma-alueella sijaitsee muutama tiheämmin asuttu taajama Liedossa, Aurassa ja Oripäällä. Haja-asutuksen piiriin kuuluu noin 14 300 henkilöä ja loma-asuntoja valuma-alueella on noin 560. (VEMALA.)

### 3 RAVINNEKUORMITUS JA KUORMITUSLÄHTEET

Suomen sisävedet ovat suhteellisen pieniä ja matalia, mikä tekee niistä haavoittuvia erilaiselle kuormitukselle. Kuormituksella tarkoitetaan niitä ravinteita ja haitallisia aineita, jotka päätyvät pelloilta, metsistä, haja-asutuksesta, läpäisemättömiltä ja katetuilta pinnoilta, teollisuudesta ja jätevedenpuhdistamoilta vesistöihin. Kuormitus voidaan jakaa haja-, ja pistekuormitukseen. Hajakuormituksella tarkoitetaan ravinnehuuhtoumaa, jonka lähteinä toimivat maa- ja metsätalous, sekä päästöjä, joita aiheutuu karjataloudesta ja haja- ja loma-asutuksen jätevesistä (Kirkkala 1998, 17). Pistekuormituksella tarkoitetaan sellaista kuormituslähdeä, jolla on yleensä yksi purkupaikka, joka voidaan tarkasti määrittää. Aurajoen valuma-alueella tällaisia kuormittajia ovat esimerkiksi jätevedenpuhdistamot, teollisuus ja turvetuotanto.

Lisäksi kuormitusta päätyy vesistöihin luonnonhuuhtoumana ja ilmasta laskeumana. Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan niitä ravinteita, jotka huuhtoutuvat maalta vesistöihin, ilman että ihmisten toiminta vaikuttaa siihen (Kirkkala, 1998, 17). Laskeumalla tarkoitetaan päästöjä, jotka kulkeutuvat ilmasta pölyn mukana vesistöihin. Laskeumaa ei lasketa ihmisten aiheuttamaksi kuormitukseksi, sillä sen erottaminen nykyisillä menetelmillä, ihmisen ja luonnollisen kiertokulun kesken on mahdotonta. (Elomaa ym. 2015,28.)



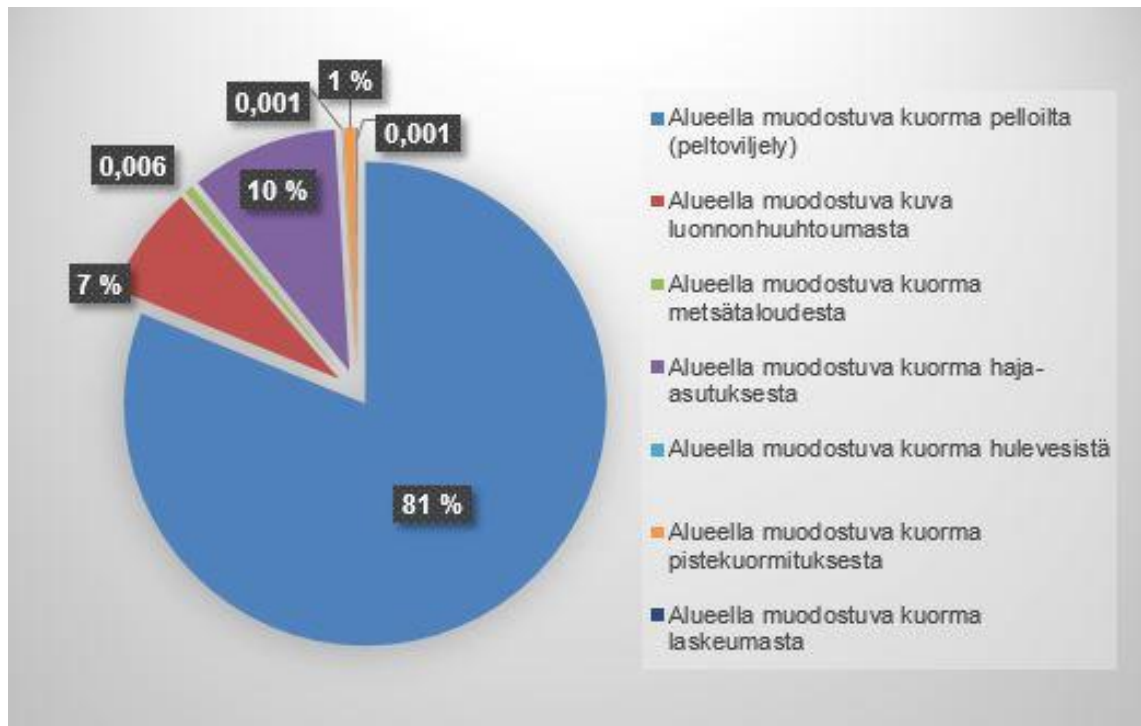
Kuva 2. Vesistökuormituksen lähteitä (Nurminen, 2016).

Suomen ympäristökeskuksen kehittämän vesistömallijärjestelmän (SYKE-WSFS), VEMALA:n avulla pystytään arvioimaan, hajakuormituksen osalta, Aurajoen valuma-alueen vesiin kohdistuvaa ulkoista ravinnekuormitusta. VEMALA-mallin avulla voidaan eritellä maatalouden, metsätalouden ja haja-asutuksen sekä luonnonhuuhtouman ja laskeuman aiheuttamat kokonaiskuormitukset kolmannen jakovaiheen tarkkuudella. (Elomaa ym. 2015, 28.) Tässä opinnäytetyössä käytetään eri kuormituslähteistä tulevien kuormitusten keskiarvoja vuosilta 2008-2014.

Tässä opinnäytteessä keskitytään ravinteista levätuotannolle tärkeimpiin, vesistöjä rehevöittäviin, fosforiin ja typpeen. Kummatkin aineet ovat kasvien kasvun kannalta välttämättömiä, mutta molemmat aiheuttavat suurina pitoisuuksina vesistöissä ongelmia lisäämällä runsaasti leväkukintoja, mikä johtaa sekä Suomen sisävesien, että lopulta Itämeren rehevöitymiseen. Ravinnekuormitusta arvioidessa sekä fosforille että typelle lasketaan erikseen kokonaiskuormitus, joka tarkoittaa fosforin tai typen kokonaismäärää vedessä (Liite 3, 2016). Sekä fosfori että typpi voivat esiintyä luonnossa monessa eri muodossa. Fosforia esiintyy niin eliöihin ja epäorgaanisiin hiukkasiin sitoutuneena kuin myös veteen liuenneena fosfaattifosforina. Typpeä esiintyy niin kaasumaisessa muodossa kuin nitraattityyppinä, joka on yleisin typen ilmenemismuoto vesistöissä. (Vapo, 2016.) Kasviplankton ja mikro-organismit kykenevät hyödyntämään vain liukoisessa muodossa olevaa fosforifosfaattia (Kirkkala 1998, 21). Luonnon omat, rajalliset, ravinnevarannot rajoittavat normaalisti kasvien kasvua, mutta ihmisen toiminnan seurauksena vesistöihin päätyvät ravinteet aiheuttavat runsasta kasvien ja kasviplanktonin lisääntymistä (peda.net).

Alueella syntyvän kokonaisfosforin määrä on yhteensä 58 840 kg vuodessa. VEMALA:n tietojen mukaan maatalous on selkeästi suurin kokonaisfosforin kuormituslähte. Maatalouden käytössä olevilta pelloilta syntyy fosforikuormitusta yhteensä 47 700 kg vuodessa. Peltojen eroosioherkän savipohjan ansiosta maataloudessa käytettyjen, kasvien kasvua nopeuttavien, ravinteiden on helppo kulkeutua mm. sateiden mukana peltojen läheisyydessä sijaitseviin ojiin ja jokiin. VEMALA-mallissa, pelloilta vesistöön päätyvään kuormaan on laskettu pelloilla muodostuvan kuormituksen lisäksi pelloille levitetyn lannan osuus, mutta se ei sisällä esim. jaloittelutarhoista tai karjasuojista tulevaa kuormaa. Edellä mainittujen kuormittajien tietoja ei ole laskettu mukaan, joko sen takia että tarhat ja suojat ovat sen verran pieniä ja sijainniltaan epäsuotuisassa paikassa tai tietojen keräämiseen ei ole ollut tarvetta tai riittävästi resursseja. Suurimmat jaloittelutarhat ja karjasuojat on lisätty pistekuormitustietoihin, jotka on kerätty VAHTI-

ympäristöjärjestelmästä. (VEMALA.) Kuvio 1 havainnollistaa kokonaisfosforin muodostumisen alueella kuormituslähteiden mukaan.

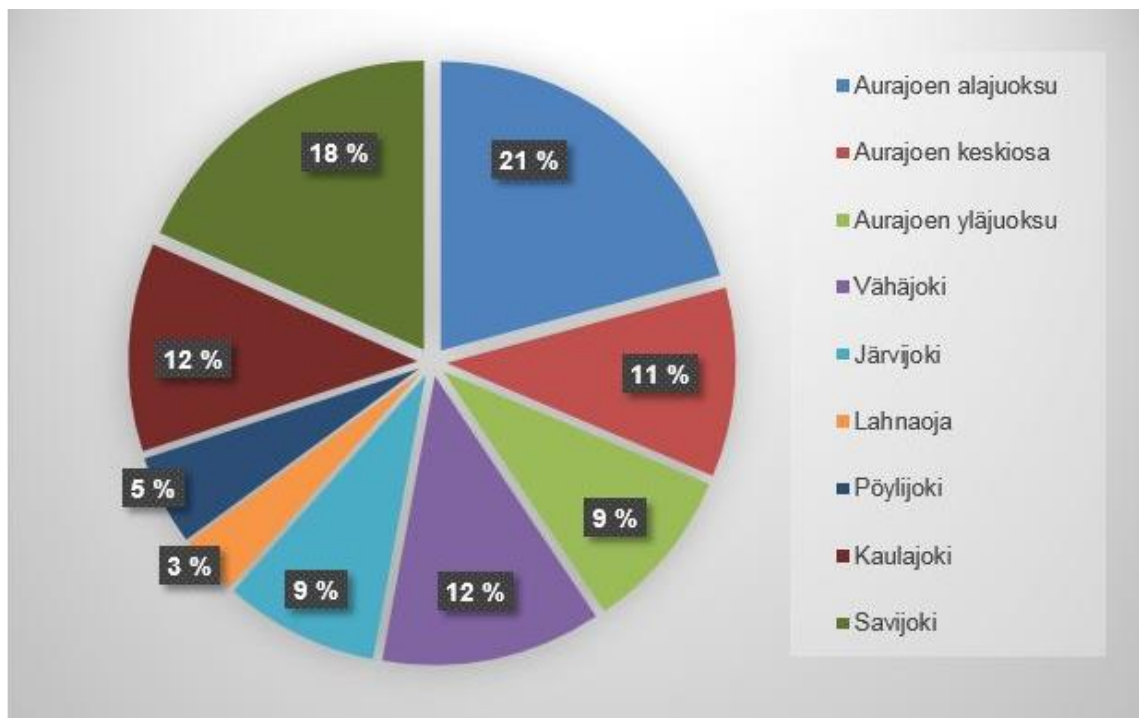


Kuvio 1. Kokonaisfosforin muodostumisen jakautuminen kuormituslähteiden kesken (SYKE 2016).

Seuraavaksi suurin kokonaisfosforikuorma tulee haja-asutuksesta, 5800 kg vuodessa. Määrä on vain kahdeksasosa maataloudesta tulevasta kuormituksesta. Kappaleessa 3.3 on esitetty laskutoimitus, jolla haja-asutuksen kuormituksen määrä on laskettu. Tässä opinnäytetyössä luonnonhuuhtouman osuus on laskettu yhdistämällä VEMALA:n tuloksista sekä pelloilta että metsätaloudesta, tuleva kuormitus. Näin ollen luonnonhuuhtouman mukana syntyvä fosforikuormitus on 4430 kg vuodessa. Loput kuormituslähteet jäävät reippaasti alle tuhannen kilon vuosimäärään. VEMALA-mallissa pistekuormituksesta syntyvään kokonaisfosforiin on laskettu mukaan VAHTI valvonta- ja kuormitusjärjestelmässä ilmoitetut pistekuormittajat sekä turvetuotanto. Niistä syntyvä kokonaisfosforin määrä on 460 kg vuodessa. Metsätalouden synnyttämä fosforikuorma on 350 kg vuodessa, hulevesien 54 kg vuodessa ja laskeuman 47 kg vuodessa. Hulevesien mukana vesistöihin päätyy fosforia Aurajoen alajuoksulta 25 kg vuodessa. Se on yli kaksikertainen määrä muihin valuma-alueisiin verrattuna. Kyseinen ilmiö saattaa johtua Turun kaupungin sijainnista. VEMALA-mallinnuksessa, luonnonhuuhtouman, metsätalouden sekä hulevesien synnyttämän fosforikuormituksen

arvioimiseen on käytetty SYKE:n kehittämää ja ylläpitämää vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmää, VEPS:iä, joka käyttää tietolähteenään ympäristöhallinnon tietokantoja (Hilli, T. 2012).

Aurajoen valuma-alueen osavaluma-alueilla muodostuvan kokonaisfosforin määrä vaihtelee alueiden kesken. Kuvio 2 osoittaa kuormitusvaihtelut osavaluma-alueiden kesken. Aurajoen ala-, keski- ja yläosissa syntyvän fosforikuorman määrä on yhteensä 23 890 kg vuodessa.

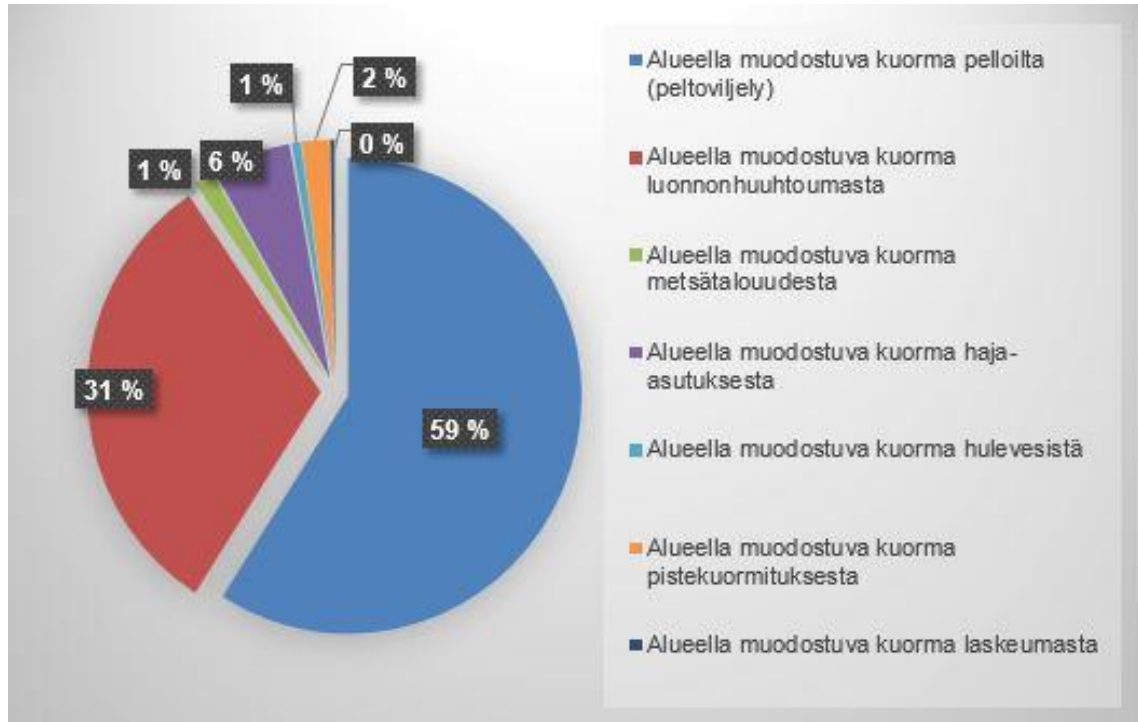


Kuvio 2. Kokonaisfosforin muodostuminen osavaluma-alueittain (SYKE 2016).

Eniten fosforia syntyy, osavaluma-alueista suurimmalla, Aurajoen alajuoksulla, 12 240 kg vuodessa. Sen jälkeen eniten fosforia muodostuu Savijoen valuma-alueella, jossa yli 40% pinta-alasta on maatalouden käytössä. Savijoen valuma-alueella syntyy fosforia 10 810 kg vuodessa. Loppujen osavaluma-alueiden kokonaisfosforikuormituksen määrät suurimmasta pienempään lueteltuna: Vähäjoen va 7250 kg, Kaulajoen va 6870 kg, Järvijoen va 5090 kg, Pöylijoen va 2970 kg ja Lahnaojan va 1960 kg vuodessa. Myös Vähäjoen-, Lahnaojan- sekä Kaulajoen valuma-alueilla noin 40% pinta-alasta on maatalouden käytössä. (VEMALA 2000-2013.)



Koko Aurajoen valuma-alueella muodostuu typpikuormitusta yhteensä noin 682 000 kg vuodessa. Kuvio 3. näyttää miten kokonaistyppikuorma muodostuminen jakautuu kuormituslähteiden mukaan.

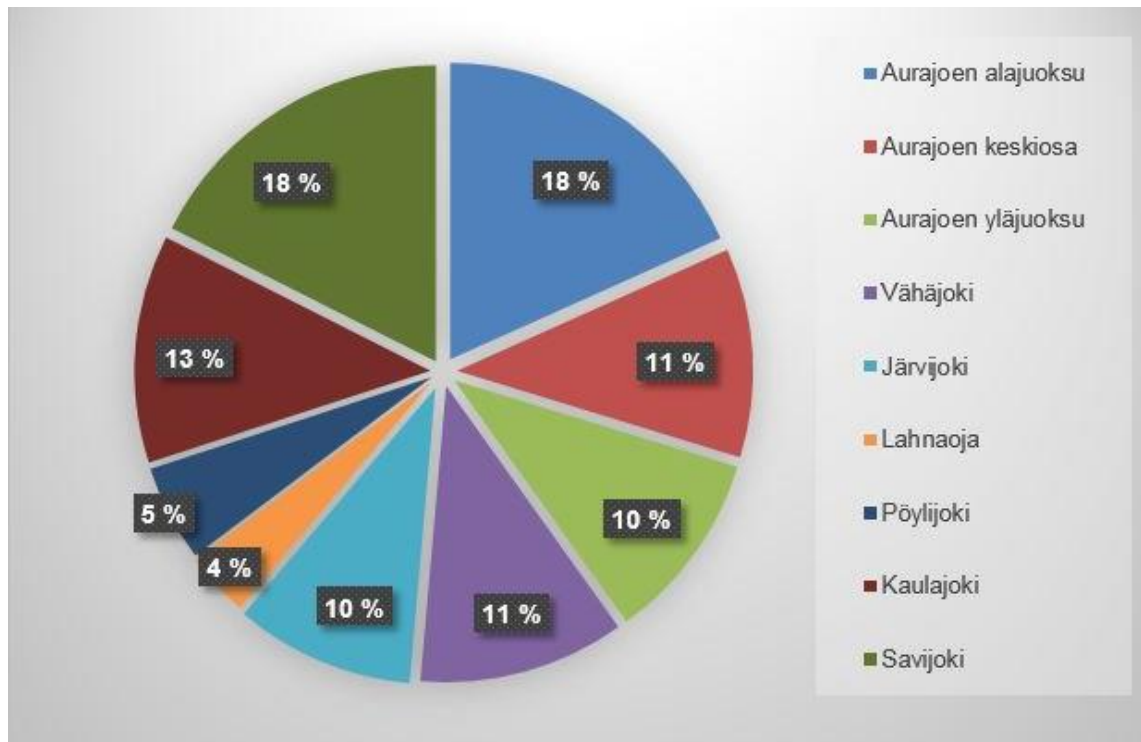


Kuvio 3. Kokonaistypen muodostumisen jakautuminen kuormituslähteiden kesken (SYKE 2016).

Niin kuin kokonaisfosforin osalta, niin myös kokonaistypen osalta, maatalous on valuma-alueen suurin kuormittaja. Maatalous tuottaa yhteensä 402 000 kg typpeä vuodessa. Luonnonhuuhtouman mukana vesistöihin päätyy typpeä, pelloilta sekä muilta maa-alueilta, yhteensä 214 000 kg vuodessa. Haja-asutuksen huonosti järjestetty viemäröinti synnyttää 37 000 kg vuodessa. Yhdeksästä osaosavaluma-alueesta viidessä ei muodostu pistekuormituksesta ollenkaan typpeä. Muiden neljän osavaluma-alueen typpikuormitus on yhteensä 13 000 kg vuodessa, mikä on suhteellisen pieni osuus valuma-alueella muodostuvasta kokonaistyppikuormituksesta. Metsätaloudesta aiheutuva kuormitus on 9000 kg, hulevesien 4000 kg ja laskeuman 2000kg vuodessa. (VEMALA, 2016.)

Kuvio 4 näyttää miten typen muodostuminen jakautuu eri osavaluma-alueiden kesken. Aurajoen alaosassa muodostuu fosforin tavoin myös typpeä eniten, noin 125 000 kg

vuodessa. Savijoen valuma-alueella typpeä muodostuu lähes yhtä paljon, noin 120 000 kg vuodessa. Kolmanneksi eniten typpeä muodostuu Kaulajoen valuma-alueella noin 85 kg vuodessa. Aurajoen keskiosassa ja Vähäjoen valuma-alueella muodostuu saman verran typpeä vuodessa, noin 77 kg. Järvijoen valuma-alueen kokonaistypen kuormitusmäärä on n. 67 000 kg vuodessa, Pöylijoen valuma-alueen noin 36 000 kg ja Lahnaojan valuma-alueen noin 24 kg vuodessa. (VEMALA 2016.)



Kuvio 4. Kokonaistypen muodostuminen osavaluma-alueittain (SYKE 2016).

VEMALA-laskelmat on tehty tämän hetkisen osavalumajaon mukaan, minkä vuoksi tieto Aurajoen valuma-alueen eniten kuormittavista alueista ei ole kovin yksityiskohtainen. Näiden tulosten valossa suurin kuormitus tulee Aurajoen alaosan hajakuormituksesta, mutta kun kuormituksen määrä suhteutetaan osavaluma-alueen kokoon, muodostuu eniten vesistökuormitusta Savijoen valuma-alueella. Uuden osavaluma-aluejaon myötä, merkittävimmät kuormittajat pystytään osoittamaan kartalta helpommin ja tarkemmin, mikäli kuormituksen tarkastelu tullaan tekemään samalla osavaluma-alueen tarkkuudella.

### 3.1 Maatalous

Noin 40 % Aurajoen valuma-alueesta on maatalouden käytössä. Niin koko valuma-alueella kuin osavaluma-alueillakin suurin osa sekä fosfori- että typpikuormituksesta tulee selvästi maataloudesta. Koko alueen fosforikuormituksesta, maatalouden osuus on n. 80 % ja typpikuormituksesta noin 60 %.

Aurajoen valuma-alueella sijaitsevat pellot koostuvat enimmäkseen eroosiolle herkistä savimaalajeista tai hienosta hiedasta (Kirkkala 1998,17). Saviset pellot eivät pelkästään kasvata maan eroosioherkkyyttä, vaan sen lisäksi ne lisäävät ravinteiden rehevöittävää vaikutusta vesistöissä, sillä hitaasti laskeutuviin savihiukkasiin sitoutunut fosfori on levien käytössä pidemmän aikaa (Pakkanen & Jaakkola 2003, 7). Maalajin lisäksi pelloilta vesistöihin päätyvään kuormitukseen vaikuttavat muun muassa peltojen kaltevuus, kasvukunto, kasvipeitteisyys, muokkausmenetelmät sekä lannoituksen määrä. Erikoiskasvien viljely lisää sekä ravinteiden että haitallisten aineiden huuhtoumariskiä, sillä niiden viljelyssä käytettyjen lannoitteiden ja kasviensuojeluaineiden on keskimääräistä suurempi (Pakkanen & Jaakkola 2003, 13).

Maanviljelyn lisäksi alueella on paljon kotieläintuotantoa (Kirkkala 1998,17). 1990-luvun aikana, karjalannan käyttöä peltojen lannoituksessa tehostettiin merkittävästi ja lantaloita kunnostettiin. Näillä toimenpiteillä pyrittiin parantamaan niin karjalannasta saatujen ravinteiden käyttöä sekä varmistamaan että huonokuntoiset lantalat eivät pääse aiheuttamaan pilaantumisvaaraa niin pohja- kuin pintavesille. (Pakkanen & Mikkola, 2003, 10.)

### 3.2 Metsätalous

Maatalouteen verrattuna, metsätaloudesta johtuva vesistökuormitus on melko vähäistä. Vain noin yksi prosentti Aurajoen valuma-alueella syntyvästä vesistökuormituksesta tulee metsätaloudesta. Pahimmat, metsätalouden aiheuttamat, ympäristöhaitat johtuvat ojituksista, hakkuista ja maan muokkauksesta, jotka ovat kaikki kytköksissä toisiinsa. Nykyään kaikki Lounais-Suomessa tehtävät metsäojitukset liittyvät kunnostusojituksiin. Uusia ojituksia ei enää käytännössä kyseessä olevalla alueella tehdä. Ilmastonlämpeneminen saattaa tulevaisuudessa, rankkasateiden ja leutojen talvien myötä, lisätä eroosiota ja sen myötä ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin, varsinkin

avohakkuu- ja muokkausalueilta. Tästä syystä metsätaloudessa on huolellisesti suunniteltava ojitukset niin, että vesi saataisiin pysymään alueella mahdollisimman pitkään ja mahdollisesti jopa varastoitua sitä metsäalueille. Lisäksi on kehitettävä parempia toimenpiteitä liittyen hakkuihin ja maanmuokkaukseen. (Elomaa ym. 2015, 41.) Metsätalouden käytännön toteutuksessa, vastuu on metsänomistajalla, mutta toiminnan ohjauksesta vastaa maa- ja metsätalousministeriö, metsähallinto ja neuvontajärjestöt (Elomaa ym. 2015, 113).

Uudistettu, vuonna 2014 voimaan astunut, metsälaki tekee metsien hakkuutavoista monipuolisempia ja edesauttaa heikkotuottoisten, ojitettujen turvemaiden ennallistamista, mikä saattaa pidemmällä aikavälillä vähentää metsätaloudesta johtuvaa kuormitusta. Lisäksi maanmuokkausten mahdollinen väheneminen, edistää kuormituksen vähenemistä. Energiapuun hakkuun lisääntymisen myötä, hakkuutähteiden korjuu lisääntyy, mikä puolestaan pienentää hakkuun aiheuttamia ravinnehuuhtoutumia. Toisaalta se aiheuttaa kantojen noston määrän lisääntymistä, mikä puolestaan johtaa maan eroosioherkkyyden kohoamiseen ja sitä myötä mahdolliseen, kiintoaineen ja ravinnehuuhtouman enenemiseen. Metsätalouden vesistökuormitusta on mahdollista seurata Luonnonvarakeskuksen (LUKE) hoitamasta, vuonna 2015 perustetusta, seurantaverkosta. (Elomaa ym. 2015, 10-41.)

### 3.3 Haja- ja loma-asutus

Haja-asutus on maatalouden jälkeen seuraavaksi suurin fosforikuormittaja Aurajoen valuma-alueella. Se tuottaa lähes kymmenesosan valuma-alueen kokonaisfosforikuormituksesta. Typpikuormitus on hieman pienempi, noin 6 %. Haja-asutusalueella asuvan henkilön jätevesien mukana vesistöihin päätyy rehevöittäviä fosforipäästöjä moninkertainen määrä taajama-asukkaaseen verrattuna, sillä pienet, yksityiset jätevedenpuhdistamot eivät puhdistaa jätevesiä yhtä tehokkaasti kuin kuntien jätevedenpuhdistamot. Ravinteet ja muut kuormittavat aineet päätyvät vesistöihin talousvesien mukana, jotka sisältävät mm. keittiöstä, kylpyhuoneista, saunoista, pyykinpesusta ja käymälöistä tulevia jätevesiä. Kyseiset jätevedet puolestaan sisältävät ruuantähteiden lisäksi, ulosteita ja puhdistuskemikaaleja, jotka huonosti järjestetyn jätevesihuollon seurauksena päätyvät maaperään, josta ne pääsevät kulkeutumaan maan pintaa pitkin vesistöihin tai maakerrosten kautta pohjavesiin. Pahimmillaan ne saattavat pilata pohjaveden, jonka seurauksena kaivovesi muuttuu käyttökelvottomaksi

tai heikentää vesistöjen vesien laatua, mikä vähentää niiden arvoa ja käyttökelpoisuutta. (SYKE, 2016; Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10)

Suurin osa talousvesien fosforista on peräisin virtsasta ja ulosteista. Niiden lisäksi monet pyykin- ja astianpesuaineet sisältävät fosforia. Typeä erittyy enimmäkseen virtsasta. Käsittlemättömiä käymälävesiä sisältävien jätevesien fosforipitoisuus on noin tuhatkertainen ja typpipitoisuus noin satakertainen verrattuna luonnontilaisiin pintavesiin. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10.) VEMALA-mallissa haja- ja loma-asutuksesta syntyvän kuorman määrä on arvioitu Taulukko 4. näyttämällä tavalla. Tulokset sisältävät arvion pidätyemisestä asuntojen ja vesistön välillä.

Taulukko 4. Arviot, haja- ja loma-asutuksesta johtuvan, vesistöön päätyvä ravinnekuormitus sekä fosforin että typen osalta (SYKE, 2016).

	P / asukas / a	N / asukas / a
Haja-asutus	0,4 kg	2,69 kg
Loma-asutus	0,145 kg	0,49 kg

### 3.4 Jätevedenpuhdistamot

Aurajokea on myös kuormittanut alueella sijainneet jätevedenpuhdistamot. 1980-luvulta lähtien Aurajokeen on johdettu biologis-kemiallisesti puhdistettuja asumajätevesiä. (Komulainen ym. 2008) Sitä ennen talous- ja teollisuusjätevedet laskettiin vesistöihin suoraan. Vuoden 2009 alusta Turun, Kaarinan ja Liedon yhdyskuntajätevedet on ohjattu Turun seudun puhdistamolle (TSP), Turun Kakolaan, josta ne käsittelyn jälkeen ohjataan Aurajoen vierestä menevän purkuputken kautta Itämereen. Muut alueen jätevedenpuhdistamot on yhdistetty TSP:hen vuosien saatossa, joista Oripään puhdistamo viimeisenä, vuoden 2015 joulukuussa (Leino 2016, 9.) Lisäksi TSP:lle ohjataan yhdyskuntajätevesiä monelta muultakin lähikunnalta, sekä teollisuudesta muodostuvia jätevesiä. Koska purkuputki sijaitsee Aurajoen suuaukon vieressä, sitä kautta kulkevat käsitellyt jätevedet eivät varsinaisesti vaikuta Aurajoen kuormitukseen. Ainoa alue johon kyseinen kuormitus voisi vaikuttaa, on Halistenkosken jälkeinen osuus, joka on merenpinnan kanssa samalla tasolla ja on käytännössä merivettä. Koska

melkein kaikki jätevedet ohjataan nykyään Turun seudun puhdistamolle, vähentää se Aurajokeen päätyvää kuormitusta merkittävästä ja siitä syystä TSP:n mainitsemista on pidetty tärkeänä tässä työssä.

Vaikka yksikään jätevedenpuhdistamo ei enää laske vesiään suoraan Aurajokeen, vuosien saatossa jokeen päästetyt, savihiukkasiin kiinnittyneet ravinteet ja haitalliset aineet vaikuttavat vesistöissä vielä pitkään. Alla taulukko 4. jossa näkyy vuosilta 2010-2015 Aurajoen valuma-alueella toimivien jätevedenpuhdistamoiden ravinnepäästöt Aurajokeen.

Taulukko 5. Aurajoen valuma-alueen entisten jätevedenpuhdistamoiden ja Turun seudun puhdistamon päästöjen keskiarvot vuosilta 2010-2015 (EPER 2016).

	Ajanjakso	KA/kokP/kg/a	KA/kokN/kg/a	KA/Virtaama/a
KAKOLA	2010-2015	5213	376828	31403150
AURA	2010-2014	12	654	14395
ORIPÄÄ	2010-2015	54	1802	88490
PÖYTYÄ (Riihikoski)	2010-2014	349	513	175818
YHTEENSÄ		5628	379797	31681853

Johtamalla jätevedet Turun seudun puhdistamolle on fosforikuormitusta saatu vähennettyä noin 400 kg ja typpikuormitusta noin 3000 kg vuodessa. TSP mukaan Turun merialueen kokonaisfosforikuormituksen keskiarvo vuosilta 2010-2015 on 72 % pienempi kuin vuosilta 2006-2008. Sama lukema on kokonaistyppikuormituksen osalta 32 %. (TSP 2016.)

### 3.5 Muut kuormituslähteet

Edellä mainittujen lisäksi, ravinnekuormitusta aiheuttavat turvetuotanto, hulevedet, luonnonhuuhtouma ja laskeuman mukana ilmasta vesistöihin päätyvät aineet. Turvetuotannon aiheuttama kuormitus on Aurajoen valuma-alueella sen verran vähäistä, että sitä ei ole laskettu erikseen vaan se on, VEMALA:ssa, sisällytetty kokonaan pistekuormituksen lukuun. Joillakin osavaluma-alueilla pistekuormituksesta tai laskeumasta ei VEMALA-mallin mukaan synny vesistöihin ollenkaan kuormitusta. Tämä saattaa johtua siitä, että laskeuman määrä lasketaan vesipinnasta ja näillä kyseisillä valuma-alueilla vesipinta-ala on todella vähäistä. Pistekuormituksen osalta selitys voi olla se, että kuormitukseen lasketaan vain isoimmat pistekuormittajat. Hulevesistä ja laskeumasta aiheutuva kuormitus on VEMALA:n mukaan koko valuma-alueella vähäisintä verrattuna muihin kuormituslähteisiin. Kummankin kuormitusmäärä on, fosforin osalta, vain noin tuhannesosa ja typen osalta noin sadasosa, pelloilta tulevaan kuormitukseen nähden. (VEMALA.)

## 4 HAITTA-AINEKUORMITUS

Ravinteiden lisäksi Aurajoen valuma-alueen vesistöjä kuormittavat erilaiset kemikaalit, jotka aiheuttavat luonnon pilaantumista ja ekosysteemien heikkenemistä. Pintavesien osalta, vesilaki määrittelee vesistöiksi järvet, lammet, joet, purot sekä muut luonnolliset vesialueet sekä tekoaltaat, kanavat ja muut vastaavanlaiset keinotekoiset vesialueet. Ojia, noroja ja lähteitä ei ole vesilaissa katsottu vesistöiksi (Karvonen ym. 2012, 14). Tietoa haitallisten aineiden kokonaiskuormituksesta Aurajoen valuma-alueella ei ole. Haitallisia aineita on tutkittu ottamalla näytteitä eri puolelta valuma-aluetta ja tarkasteltu niistä eri aineiden pitoisuuksia.

Vesistöihin päätyy erilaisia, sille haitallisia aineita monesta eri lähteestä kuten esimerkiksi maa- ja metsätaloudesta erilaisia kasvinsuojeluaineita. Lisäksi haja-asutuksesta kulkeutuu vesistöihin muun muassa erilaisia siivouksessa käytettyjä kemikaaleja ja lääkeaineita. Teollisuudesta vapautuu ilmaan niin metalleja kuin teollisuuskemikaaleja, jotka laskeuman mukana päätyvät vesiin. Tiettyjä haitallisia kemikaaleja löytyy luonnostaan ympäristöstä, kuten joitakin raskasmetalleja. Suurina pitoisuuksina ne voivat kuitenkin olla haitaksi luonnolle ja eliöille. Tutkimustiedon määrä haitallisten aineiden ympäristövaikutuksista on vähäisempää verrattuna niiden terveysvaikutuksista ihmisiin ja nisäkkäisiin.

EU:n asettaman vesipuitedirektiivin (2000/60/EU) yhtenä tavoitteena on pinta- ja pohjavesien hyvän kemiallisen ja ekologisen tilan saavuttaminen sekä niiden tilan huononemisen ehkäiseminen. Se edellyttää prioriteettiaineiden seuraamista pintavesimuodostumissa ja niistä raportoimista yhteisön komissiolle, mikäli ympäristölaatu normit ylittyvät. Prioriteettiaineella (Priority Substances, PS) tarkoitetaan sellaista kemikaalia, joka vesipuitedirektiivin mukaan aiheuttaa riskin vesiympäristölle tai muulle ympäristölle vesiympäristön välityksellä. Prioriteettinelistalta (1308/2015) löytyy tällä hetkellä 45 ainetta tai aineryhmää. Näiden lisäksi Euroopan komissio on antanut ensimmäisen listan (watchlist) aineista, joiden pitoisuuksista vesistöissä tarvitaan lisää tietoa ennen kuin ne voidaan lisätä prioriteettinelistalle. (Siimes ym. 30, 2016.) Jotkin prioriteettiaineista on määritelty vaarallisiksi prioriteettiaineiksi (Priority Hazardous Substances, PHS), siitä syystä että ne hajoavat hitaasti ympäristössä, ne kertyvät eliöihin tai ovat niille myrkyllisiä tai ne antavat vastaavaa aiheutta huoleen. ”Ympäristölaatu normi (Environmental Quality Standard, EQS) tarkoittaa sellaista



vaarallisen ja haitallisen aineen pitoisuutta pintavedessä, sedimentissä tai eliössä, jota ei saa ihmisen terveyden tai ympäristön suojelemisen vuoksi ylittää.” EU:n listaamien prioriteettiaineiden lisäksi sellaisille kemikaaleille, jotka kansallisella tasolla saattavat hidastaa vesien hyvän ekologisen tilan saavuttamisen, on määriteltävä kansalliset ympäristölaatu-normit. Suomessa tällaisia aineita on 15. Jotta pintavesien kemiallinen tila saavuttaisi hyvän statuksen, on niiden täytettävä prioriteettiaineille asetetut laatu-normit. (Karvonen ym. 2012, 9-15 ; Euroopan parlamentti 2012.)

Aurajoen valuma-alue on ollut yhtenä tutkimuskohteena, Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa, MaaMet-hankkeessa (Maa- ja metsätalouden kuormittamien pintavesien haitta-aineseuranta Suomessa), jossa tutkittiin vuosina 2007-2012 kasvinsuojeluaineiden esiintymistä pinta- ja pohjavesissä. Lisäksi alueella on SYKE:n toimesta, toteutettu Vesienhoidon suunnittelun tueksi tarkoitettu vesipuitedirektiivin mukainen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventario, jossa on tutkittu 41 EU:n prioriteettiainetta/-aineryhmää sekä 15 kansallista haitallista ainetta. Tämän inventaarion tarkoitus oli kartoittaa haitallisten aineiden päästöjä ja huuhtoutumista pintavesiin Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella ja siitä syystä Aurajoki oli mukana tutkimuksessa. Näiden kahden hankkeen lisäksi erilaisten haitallisten aineiden pitoisuuksiin pintavesissä voi tutustua ympäristöhallinnon valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä HERTTA:ssa, jossa pääsee seuraamaan Aurajoen valuma-alueen eri kohdista kerättyjen näytteiden tuloksia. Ensimmäiset näytteet on otettu jo 60-luvun alussa. Tulokset eivät kuitenkaan kerro kokonaiskuormitusta vaan ne kertovat sen hetkisen pitoisuuden vedessä. Lisäksi Ympäristösuojelu tietojärjestelmä VAHTI:sta löytyy tietoa mm. ympäristösuojelulainsäädännön mukaisista luvista ja ilmoituksista sekä päästöistä vesiin ja ilmaan. VAHTI sisältää myös Euroopan päästörekisterin (EPER, European Pollutant Emissions Register) tiedot eri toimijoiden päästöistä vesistöihin ja ilmaan.

Vuosittaisen kokonaiskuormituksen laskeminen tietyille haitallisille aineille on melko hankalaa ja tuloksia tarkastellessa tulee olla kriittinen. Haitallisten aineiden pitoisuudet vesistöissä määritetään yleensä konsentraatioina, mikro- tai nanogrammoina litrasta, jolloin otettujen näytteiden pitoisuuksiin voi vaikuttaa erilaiset tekijät, kuten sääolosuhteet tai virtaamavaihtelut. Lisäksi pitoisuuksiin voi vaikuttaa aineen käytön ajankohta ja kuinka paljon ainetta on yleensäkin alueella käytetty.

#### 4.1 Kasvinsuojeluaineet

Maa- ja metsätalouden osalta kuormitusta aiheuttavat kasviensuojeluaineet, joiden tarkoitus on torjua rikkaruohojen, kasvitautien sekä tuhoeläinten leviämistä pelloilla. Koska kyseiset aineet on kehitetty myrkylliseksi torjuttaville eliöille pelloilla, aiheuttavat ne ongelmia vesistöihin päätyessä, myös vesikasveille ja –eläimille. EU:n kasvinsuojeluasetus (1107/2009/EY) edellyttää kasvisuojeluaineiden ennakkotarkastuksen ja hyväksynnän ennen kuin se saadaan toimittaa maahan. Suomessa tätä maahantuontia kontrolloi Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). (Aallonen ym. 2014, 7.)

Aurajoen valuma-alueen laaja peltopinta-ala tarkoittaa myös kasvinsuojeluaineiden suurta käyttötarvetta. Vaikka vesieliöille haitallisten aineiden käyttöä on pyritty rajaamaan pelloilla eripituisilla suojavyöhykkeillä (3-25m), eroosioherkiltä savimailta haitalliset aineet kulkeutuvat, ravinteiden lailla, helposti vesistöihin. Taulukko 4. osoittaa käytettyjen kasvinsuojeluaineiden käytön määrän Aurajoen valuma-alueella. Levitysmäärät on laskettu koko Suomen pelloille.

Taulukko 6. Kasvinsuojeluaineiden käyttömäärät Aurajoen valuma-alueella 2011 (SYKE 2013).

<b>Kasvinsuojeluaine</b>	<b>Käyttömäärä (kg/alue)</b>
MCPA	5994
Tribenuroni-metyyli	21
Metamitroni	165
Dimetoaatti	102
Prokloratsi	273
Mankotsebi	10

Suomessa käytetään kasvinsuojeluaineista eniten rikkakasveja tuhoavia aineita. Suomen käytetyin kasvinsuojeluaine on rikkakasvien torjuntaan tarkoitettu glyfosaatti. Vuonna 2012 sitä myytiin noin kaksinkertainen määrä toiseksi suosittuun MCPA:han verrattuna. Glyfosaatin analysointi vaatii erillisen analyysin ja sen takia sen seuranta toteutetaan harvemmin. (Siimes 2012.) MaaMet-hankkeen aikana (2007-2012) Aurajoen valuma-alueelta otetuista näytteistä MCPA:ta (2-metyyli-4kloorifenoksietikkahappo)

havaittiin useimmiten, 24/41 näytteestä. Näytteitä otettiin vuosina 2007-2009 sekä 2011. Otettujen näytteiden yhteinen keskiarvo oli 0,098µg/l. (Aallonen ym. 2014, 18.) MCPA ei juurikaan haihdu maanpinnasta, vaan se kulkeutuu sateiden ja eroosion myötä helposti vesistöihin. Kyseinen aine on itsessään haitallinen tietyille vesikasveille, mutta sen lisäksi siitä syntyy hajoamistuotteena 4-kloori-2-metyylifenolia, mikä on erittäin myrkyllistä vesieliöille. (TTL, 2016. )

MCPN: lisäksi MaaMet-hankkeen aikana otetuista näytteistä havaittiin, puolesta tai yli puolesta näytteistä, seuraavia kasvinsuojeluaineita: Diklorproppi + diklorproppi-P:ta, Mekoproppi + mekopropi-P:ta (jotka kummatkin analysoitiin summina), Bentatsonia ja Metamitroni-desaminoa, jotka kaikki ovat tarkoitettu tuhoamaan rikkakasveja. Lisäksi Aurajoesta saatiin yksittäisiä tai useampia havaintoja 22 kasvinsuojeluaineesta. Yhdenkään aineen vuosikeskiarvopitoisuudet eivät ylittäneet alustavia ympäristölaatuunormeja.

SYKE:n koordinoimassa ja ympäristöministeriön rahoittamassa Euroopan Unionin tarkkailulistalla olevien aineiden kartoituksessa, löytyi Aurajoesta syksyllä otetuista näytteistä merkittäviä pitoisuuksia kahdesta kyseisellä listalla olevasta kasvinsuojeluaineesta. Neonikotinoideihin kuuluvien tiametoksaamin pitoisuus (7 ng/l) ylitti toteamisrajan ja klotiadiinin pitoisuus (10 ng/l) ylitti EU:n, haitallisuuteen perustuvan, määritysrajavaatimuksen. (Siimes ym. 2016, 33). Kummankin aineen ja niillä käsiteltyjen siementen käyttö on, EU:n komission (EU485/2013) toimesta kielletty, sillä niiden on epäilty aiheuttavan mehiläiskuolemia. Suomessa aineita saa kuitenkin käyttää Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliiton Tukesilta hakeman poikkeusluvan takia. (Tukes, 2014). Suomessa klotiadiinia joutuu vesistöihin maahantuoduista sokerijuurikkaan siemenistä, jotka on valmiiksi käsitelty kyseessä olevalla aineella ja tiametoksaamia saa käyttää syysvehnän, rukiin, perunan ja kuminan siementen peittaukseen (Siimes ym. 2016, 34).

Näytteistä havaittujen pitoisuuksien luotettavuus voidaan jossakin määrin kyseenalaistaa, sillä jo pelkästään näytteiden oton aikaiset virtaamavaihtelut voivat aiheuttaa vaihtelevia tuloksia näytteissä. Myös eri vuodenajat voivat vaikuttaa pitoisuuksien määrään. Eri kasvinhoitoaineita levitetään pelloille eri vuodenaikoina, jolloin niiden määrä vesistöissä saattaa vaihdella sen mukaan. Lisäksi kyse on niin pienistä pitoisuuksista, kuten mikro- ja nanogrammoista, että niiden tarkka määrittäminen voi olla haastavaa. On otettava myös huomioon kontaminoitumisen mahdollisuus näytteenoton, -kuljetuksen sekä -analysoinnin aikana.

## 4.2 Raskasmetallit

Raskasmetalleiksi luetaan sellaiset metallit, joiden tiheys on yli 5 g/cm<sup>3</sup>. Niitä löytyy luonnosta monessa eri muodossa, niin mineraaleina, veteen liuenneina ioneina, suoloina kuin kaasuina. Ne ovat alkuaineita ja näin ollen jatkuvasti osana luonnon kiertokulkua. Jotkin raskasmetallit ovat eläville organismeille välttämättömiä, kuten kupari (Cu), sinkki (Zn) ja rauta (Fe), kun taas toisten raskasmetallien tietyt muodot voivat aiheuttaa suurta vahinkoa jo pieninä määrinä eläinten terveydelle. Ympäristön kannalta suurimman riskin aiheuttavat elohopea (Hg), lyijy (Pb) ja kadmium (Cd). (Pasvikmonitoring.org, 2016.)

Aurajoen valuma-alueella ei sijaitse raskasta teollisuutta. Alueella sijaitsee yksi, VAHTI-rekisteristäkin löytyvä, kahdessa eri kohteessa toimiva, ympäristöluvanvarainen metalliyritys: Aurassa kuumasinkitykseen ja Turussa pinnoitteisiin ja maalaukseen keskittynyt Aurajoki Oy. (AVI ; Aurajoki Oy.) Kaikki alueella toimivat teollisuuden toimijat siirtävät jätevetensä suoraan tai esikäsiteltynä Turun seudun jätevedenpuhdistamolle käsiteltäväksi, josta ne johdetaan Itämereen.

Metalliteollisuus on suurin raskasmetallien päästölähde. Se vapauttaa ilmaan monia raskasmetalleja, kuten kadmiumia, arseenia, kuparia ja sinkkiä, jotka laskeuman mukana päätyvät vesistöihin ja maaperään. Fossiilisten polttoaineiden poltto vapauttaa ilmaan kadmiumia ja elohopeaa. Laskeuman lisäksi Aurajoen valuma-alueella raskasmetalleja päätyy vesistöihin hulevesien mukana rakennustyömailta, ja asutuskeskusten pinnoitetuilta ja läpäisemättömiltä pinnoilta. Lyijyn päästölähteinä toimivat liikenne ja teollisuus ja vaikka Suomessa on liikenteen aiheuttamat lyijypäästöt saatu loppumaan ja laskeuma vähentymään, maaperän lyijypitoisuudet pysyvät ennallaan vielä pitkään, sillä lyijy sitoutuu tehokkaasti humukseen eikä kulkeudu maaperässä herkästi. (Hakala & Välimäki, 2003, 143-144.) Raskasmetallien pitoisuuksia on mitattu Aurajoen valuma-alueella jo kauan. Taulukossa 6, Hertta ympäristötietojärjestelmästä otettu, raskasmetallipitoisuuksia Aurajoesta.

Taulukko 7. Raskasmetallipitoisuuksien keskiarvoja Aurajoesta ajalta 2007-2016 (Hertta, 2016)

	Aika	Suure	Näytämäärä	Yksikkö	Keskiarvo
Aura54 ohikulku va6401	2007-2015	Hg	114	µg/l	0,0055
	2007-2016	Cd	115	µg/l	0,08
	2007-2016	Cu	112	µg/l	4,99
	2007-2016	Pb	116	µg/l	1,48
	2010-2013	Zn	114	µg/l	15,07
	2007-2016	Fe	35	µg/l	2072,29

#### 4.3 Lääkeaineet

Haja-asutuksesta tulevien jätevesien, ja niiden sisältämien virtsan ja ulosteiden mukana, vesistöihin päätyy ravinteiden lisäksi erilaisia suolistobakteereja, viruksia ja muita mahdollisia taudinaiheuttajia sekä lääkkeitä ja hormoneja. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10) Osa lääkkeitä, kuten ibuprofeeni, hajoaa hyvin jäteveden puhdistusprosessissa, mutta osa lääkkeitä ei hajoa juuri ollenkaan ja osa lääkkeitä muuntuu puhdistusprosessin aikana tai ympäristössä. (Mehtonen, J. 2015.) Maatalouden puolella lääkkeitä, kuten antibiootteja, käytetään rutiininomaisesti karjan, sikojen ja siipikarjan kasvatuksessa. Pelloille levitetyn lietteen mukana, eläinten ulosteisiin kertyneet lääkeaineet päätyvät maaperään ja vesistöihin, vaikuttaen siellä niiden mikrobeihin. (Kaaro, J. 13/2009)

Euroopan Unionin tarkkailulistalla olevien aineiden kartoituksessa, tutkittiin myös lääkkeitä ja naishormonien (EE2, E1, E2) esiintyvyyttä vesistöissä. Tutkittuja hormoneita ei Aurajoesta löytynyt, mutta tulehduskipulääkkeissä käytetyn diklofenaakin pitoisuus ylitti toteamisrajan. (Siimes ym. 2016, 32-33.)

#### 4.4 Muut haitalliset aineet

Edellä mainittujen haitta-aineiden lisäksi vesistöihin päätyy esimerkiksi haja-asutusten yksityisiltä jätevedenpuhdistamoilta kotitalouksissa käytettyjä erilaisia pesuaineita, jotka ovat haitaksi ympäristölle. Myös kosmetiikka ja arjen hygieniatuotteet sisältävät

kemikaaleja, joiden päätymistä vesistöihin tulisi välttää. Euroopan unionin ulkopuolella, tekstiilien valmistuksessa käytettyjen kemikaalien valvonta ei ole yhtä tiukkaa, mistä johtuu, että joidenkin tuontitekstiilien pesuvesien mukana saattaa päätyä vaarallisia kemikaaleja vesistöihin. Näiden aineiden esiintyvyyttä ei Aurajoen valuma-alueella ole tutkittu.

Erilaisissa tekstiileissä, kuten vettä hylkivissä teknisissä vaatteissa, elektroniikassa ja palonestoaineena käytettyjä perfluorattuja yhdisteitä on tutkittu ja niitä on myös havaittu Aurajoen valuma-alueella vuonna 2014. Perfluoratut yhdisteet ovat erilaisia, osittain tai kokonaan, fluorattuja orgaanisia yhdisteitä. Niitä on löydetty vesieläimistä, maaperästä, linnuista, kaloista ja nisäkkäistä. Lisäksi niitä on löydetty jätevesilietteestä ja kaatopaikkojen suotovesistä. Ne voivat päätyä ympäristöön kyseessä olevien yhdisteitä sisältävien tuotteiden valmistuksen, varastoinnin, käytön tai hävittämisen kautta. Ihmiset altistuvat eniten kyseisille aineille ruokavalion kautta. Eniten perfluorattuja aineita on löytynyt kaloista. (Mehtonen 2016; THL 2016)

Kemikaalien lisäksi erilaisista käyttötavaroista päätyy vesistöihin mikromuoveja. Mikromuovit ovat yleensä halkaisijaltaan 1-5 millimetrin kokoisia muovinpaloja. Jotkin kuorintavoiteet ja suihkugeelit sisältävät polyetyleenä tai polypropeenä, jotka ovat kansankielellä muovia. Suosituista fleece-vaatteista irtoaa pesun aikana mikrokuituhitusia. Mikromuovit läpäisevät jätevedenpuhdistamoiden seulan ja päätyvät vesistöön. Pahimmillaan ne voivat joutua merenelävien ruuansulatuskanavaan. (Suomen YK-liitto 2015.)

## 5 VESISTÖKUORMITUSTA VÄHENTÄVÄT KEINOT

Ympäristön suojelemiseksi on säädetty monia lakeja niin kansallisella kuin EU-tasolla. EU-tasolla vesiensuojelua ohjaa Vesipuitedirektiivi (2000/60/EY), joka toimii ohjenuorana jäsenvaltioiden ympäristönsuojelun lainsäädännölle. Suomessa ympäristönsuojelulaki määrää mm. ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä, päästöjen vähentämisestä sekä ympäristövahinkojen torjumisesta. Kyseistä lakia sovelletaan teolliseen toimintaan tai muuhun toimintaan joka aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Päästöillä kyseisessä laissa viitataan sellaiseen päästöön mikä yksin tai yhdessä muun päästön kanssa aiheuttaa haittaa luonnolle tai sen toiminnoille. Ympäristönsuojelulaki velvoittaa toiminnanharjoittajaa olemaan selvillä niin toimintansa ympäristövaikutuksista ja –riskeistä, sekä niiden hallinnasta ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.) Vesilaki määrittelee vesitaloushankkeiden toteuttamisesta sekä muusta vesivarojen käytöstä. Lain tavoitteena on ”parantaa vesivaroja ja vesiympäristön tilaa.” (Vesilaki, 587/2011). Valtioneuvoston asetuksen, vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista, tarkoituksena on ”suojella pinta- ja pohjavesiä sekä merivesiä ja parantaa niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista ja sen vaaraa asettamalla päästökieltoja, päästöraja-arvoja sekä ympäristölaatunormeja.” (Asetus 1022/2006.) Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä pyrkii suojelemaan pinta- ja pohjavesiä sekä Itämeren. ELY-keskukset ovat vastuussa lainsäädännön käytännöllisestä puolesta. (Elomaa 2013, 9-10.) Haja-asutuksen jätevesien puhdistukselle on omat vaatimukset, jotka on määritelty Valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (Asetus 209/2011).

### 5.1 Keinoja vesistökuormituksen vähentämiseksi

Aurajoen valuma-alueen pellot sijaitsevat suurimmaksi osaksi savimailla. Siitä syystä tässä kappaleessa esitellään nimenomaan savimaiden pelloille sopivia keinoja vesistökuormituksen vähentämiseksi ja ehkäisemiseksi. Alueen jätevesien johtaminen Turun seudun puhdistamolle on aiheuttanut sen, ettei asutuskeskusten jätevesiä enää lasketa Aurajoen valuma-alueen vesistöihin, joten jätevedenpuhdistamoiden fosforin- ja typenpoistotekniikoita ei tässä kappaleessa sen enempää käsitellä.

Alueen maanviljelijöillä on suuri vastuu sekä ravinne- että haitta-ainekuormituksen vähentämisessä, sillä VEMALA:n mukaan lähes 90 % alueen ravinnekuormasta syntyy pelloilla. Suomen liittyttyä EU:hun, vuonna 1995, maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta on pyritty hillitsemään erilaisten ympäristöohjelmien avulla (Turtola 2008, 9). Maatalouden ympäristötuet ovat maanviljelijöille osoitettuja taloudellisia tukia, joiden tavoitteena on kannustaa viljelijöitä toteuttamaan pelloillaan luonnonsuojelutoimenpiteitä. Vuonna 2014 lähtien tuista on puhuttu maatalouden ympäristökorvauksina. Korvauksia viljelijöille maksaa niin Suomen valtio kuin Euroopan unionikin. Ympäristökorvausten saanti edellyttää maanviljelijän sitoutumista toimenpiteisiin, jotka tähtäävät ravinteiden tasapainoiseen käyttöön koko tilalla. Kyseiset toimenpiteet sisältyvät kerran ohjelmakaudessa tehtävään ympäristösitoumukseen. Enemmän ympäristökorvauksia viljelijät voivat saada, toteuttamalla erilaisia lohkoikohtaisia toimenpiteitä kuten, lietalannan sijoittamisen, valumavesien hallinnan, ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättämisen, ympäristöhoitonurmet, peltojen talviaikaisen kasvipeitteisyyden, peltoluonnon monimuotoisuuden sekä puutarhakasveilla orgaanisen katteen ja vaihtoehtoisten kasvinsuojelumenetelmien käytön. (ELY 2015.)

Savimailla sijaitsevien peltojen mururakenteen kunto on tärkeässä roolissa, kun halutaan vähentää ravinnehuuhtouman määrää. Kun savimaan mururakenne on oikeanlainen, pystyy se pidättämään vettä paremmin ja samalla sen kuivuudensietokyky paranee, pienentäen näin eroosion riskiä. Eliötoiminnasta, kasveista ja niiden juurista peräisin oleva orgaaninen aines sekä maaperän eliöstö ja niiden jäännökset ovat avainasemassa mururakenteen muodostumisessa. Orgaanisen aineksen lisäksi mikrobit ja bakteerit sekä lierot auttavat muokkaamaan maaperää oikeanlaiseksi. Kasvien juuret ovat muutenkin tärkeässä roolissa halutun mururakenteen muodostamisessa. (ELY 2011.) Suurin osa peltojen ravinnehuuhtoumasta tapahtuu kasvukauden ulkopuolella, minkä takia ympärivuotisella kasvipeitteisyydellä on iso merkitys ravinnehuuhtouman vähentämisessä eroosion osalta. Pitkään vihreänä pysyvä kasvillisuus sitoo ravinteita ja vähentää maa-aineksen huuhtoutumista (ELY 2013).

Maaperän kalkitus on yksi keino nostaa peltojen pH-arvoa kasvustolle ja juuristolle suotuisaksi. Säännöllinen kalkitus luo paremmat kasvuolosuhteet niin kasveille kuin niiden juurillekin sekä eliöstölle ja mikrobeille. (ELY 2011.) Maaperän kalkitus parantaa savimaan muokkautuvuutta ja edistää sen kuivumista, ehkäisten maan tiivistymistä ja eroosiota vähentäen täten fosforin huuhtoutumista. Pelloilla, joissa on korkea pH-arvo,



kipsi toimii kalsium- ja rikkilannoitteena. Sen avulla voidaan parantaa fosforin pidättymistä. (Joona 2013.) Kalkituksen lisäksi maaperän rakennetta voi parantaa eloperäisillä maanparannusaineilla, kuten hyvin kompostoituneella lehmän tai hevosen lannalla. Niiden avulla pystytään vähentämään maan tiivistymisriskiä ja lisäämään vedenläpäisyvyyttä. Ne lisäävät maaperän veden- ja ravinteidenpidätyskykyä, ehkäisten pintavaluntaa ja ravinteiden huuhtoutumista. Eloperäinen aines toimii myös lannoitteena. Se vilkastuttaa pieneliötoimintaa, minkä ansiosta maasta vapautuu paljon ravinteita kasvien käyttöön ja mururakenne parantuu. Lisäksi vilkas pieneliötoiminta hajottaa kasvinjätteitä ja ehkäisee kasvitauteja. Edellä mainittujen lisäksi maanparannusaineena voidaan käyttää myös sellu- ja paperiteollisuudesta sivutuotteena syntyvää maanparannuskuituja, jotka lisäävät pelloille hitaasti hajoavaa eloperäistä ainesta, sekä kompostoitua järvien tai merenrannalta leikattua järviruokoa, joiden avulla vesistöistä poistuu ravinteita ja pelloille saadaan lisää orgaanista ainesta. (Joona 2013.)

Peltojen ojituksen tärkein tehtävä on laittaa kasvualustan vedet liikkeelle ja estää seisovan veden muodostumista. Ojien toimintaa edistää hyvinvoiva, kuohkea ja hyvin vettä läpäisevä maaperä. Kun maaperän mururakenne on oikeanlainen, pääsee vesi suotautumaan maan läpi nopeammin ojiin, eikä se näin ollen kasaudu pintakerrokseen tai pahimmillaan lätäköidy maan pinnalle. (ELY 2011.)

Suojavyöhykkeet ovat todennäköisesti tunnetuin ja yleisin vesiensuojelutoimenpide. Suojavyöhyke on kaistale maata, joka jätetään peltoviljelyn ulkopuolelle. Suojavyöhykkeiden leveys vaihtelee pellon sijainnista riippuen. Suojavyöhykkeiden tarkoituksena on pidättää ravinteita ja estää eroosiota kaltevilta, eroosioherkiltä tai tulvariskialueella sijaitsevilta pelloilta. Suojavyöhykkeet ovat helppo ja yksinkertainen tapa parantaa maan rakennetta ja lisätä luonnon monimuotoisuutta sekä parantaa vesistöjen hydrologiaa. (ProAgria 2014.) Ympäristökorvausten saanti edellyttää suojakaistaleen jättämistä vesistöihin rajoittuvilla peruslohkoille (Mavi 2016).

Maanmuokkaus lisää maaperän huokoisuutta, mutta vain lyhytkestoisesti. Pidemmällä aikavälillä voimakas muokkaus vain heikentää maaperän rakennetta. Muokkauksen yhteydessä tulisi ottaa huomioon maanparannusaineiden käyttö. Heikoilla mailla, on edullisempaa parantaa ensin pintakerroksen laatua, minkä jälkeen siirtyä vasta muokkauksessa syvemmälle. Hyvänä vaihtoehtona maanparannusaineiden sekoituksessa toimii siis kevytmuokkaus. Kevennetty muokkaus sekä nurmikasvuston lisääminen viljelykiertoon sen sijaan lisää maan multavuutta. Peltomaiden laatua voi

myös kohentaa pidentämällä alus- ja kerääjäkasvien avulla kasvipeitteisyyden aikaa syksyisin. (ELY 2011; Joonas 2013.)

Yleistynyt luonnonmukainen viljely perustuu karjalannan käyttöön lannoitteena ja torjunta-aineettomaan viljelytapaan. Luomuviljelystä huolimatta peltojen ravinnekuorma ei välttämättä heti pienene vaan päinvastoin se voi ensin jopa kasvaa, sillä rikkakasvien minimoimiseksi luomutuotannossa maanmuokkaus on tärkeä osa viljelykiertoa. Ajan kanssa ravinnekuormaa vähentää lannan hyötykäyttö pelloilla, jolloin ravinteet kierrätetään eikä lisäravinteita tarvitse tuoda muualta. Ravinteiden kierrätys ei aina tarkoita varmaa huuhtouman vähenemistä. Raskas valvontajärjestelmä on hidastanut maanviljelijöiden siirtymistä luomutuotantoon, mutta samaan aikaan lannoitteiden hinnan nousu on kannustanut luomuviljelyyn ja määrä onkin nousussa. (Järki 2009-2014). Luonnonmukaisessa viljelyssä synteettisten kasvinsuojeluaineiden käyttö on kiellettyä, mikä vähentää luonnollisesti kasvinsuojeluaineista johtuvaa haitta-ainekuormitusta.

Maaperän hyvinvointi on tärkeimmässä roolissa myös metsätaloudessa. Metsätalouden ravinnekuormituksen vähentämiseksi on esitetty erilaisia toimenpiteitä Lounais-Suomen alueellisessa metsäohjelmassa 2012-2015. Siinä vesiensuojelutoimenpiteiksi ehdotetaan uudishakkuualan ja vesistön väliin muokkaamattoman suojakaistan jättämistä. Kyseistä suojakaistaa ei saa rikkoa eikä aluskasvillisuuteen tai pensaskerrokseen saa koskea. Suojakaistaa ei myöskään lannoiteta eikä sillä saa käyttää kasvinsuojeluaineita. Toinen alue mihin suojakaista tulee jättää, on lannoitettavan alueen ja vesistön väliin. Muita toimenpiteitä on eroosiohaittojen torjumiseksi ja yksittäisten kunnostusojitushankkeiden vesiensuojelun lisäämiseksi tarkoitettut pintavalutuskentät, pohja- ja putkipadot sekä kosteikot, joiden tehtävänä on vähentää jo toteutettujen ojitusten haittavaikutuksia. Näiden lisäksi tulee ottaa huomioon toimenpiteiden oikea ajoittaminen ja alueelle sopiva maanmuokkaus. (Elomaa ym. 2015, 12, 107-108.)

Kosteikkoja voidaan käyttää sekä maa- että metsätaloudessa. Kosteikko on alue vesistöissä, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa ja muun osan ajasta kosteaa. Siinä kasvaa vesi- ja kosteikkolajistoa. Kosteikkojen tärkein tehtävä on valumavesien puhdistus, pidättämällä ravinteita ja kiintoaineita. Kosteikon kasvillisuus käyttää kasvukaudella hyväkseen valunnan mukana veteen liuenneita ravinteita, fosforia ja typpeä. Vedessä elävät mikrobit muuttavat veden ja pohja-aineksen typpeä typpikaasuksi. Suurin osa fosforista laskeutuu kiintoaineksen mukana pohjaan. Kosteikot eivät toimi vain ravinteiden pidättäjänä vaan ne myös lisäävät luonnon monimuotoisuutta

tarjoamalla sopivan elinympäristön erilaisille kasveille ja eläimille. Lisäksi ne vähentävät vesistöjen eroosiota, huippuvirtaamia ja tulvahaittoja, pienentäen näin niiden aiheuttamaa ravinnekuormitusta. (Karhunen 2014, 1.)

Pohjapatojen avulla voidaan hidastaa uomien virtaamaa ja näin muodostaa kosteikkoja, nostaa uoman vedenkorkeutta, pidättää kiintoainetta ja ehkäistä sortumia. Mikäli pohjapatoja laittaa monta peräkkäin, muodostavat ne putousportaot, joiden avulla voidaan laskea veden virtaama riittävän alhaiseksi, jolloin ne ehkäisevät uomaeroosiota. Kalat voivat käyttää karkeasta sorasta tehtyjä pohjapatoja kutupaikkoina. Pieneliöstölle se tarjoaa oivan elinympäristön. (Ympäristö.fi 2014.)

Yllä mainitut keinot eivät ehkäise vain ravinteiden, vaan oikein toteutettuna ne voisivat myös ehkäistä haitallisten aineiden kuten kasvisuojeluaineiden, huuhtoutumista vesistöihin. Pelloilta huuhtoutuneet kemikaalit voisivat imeytyä maahan suojavyöhykealueella tai ne voisivat maapartikkeleihin sitoutuneina vaipua kosteikoiden pohjalle. Useille kasvinsuojeluaineille on erikseen määritelty rajoituksia perustuen niiden ympäristövaikutuksiin. Vesieliöille myrkyllisille aineille on määritelty varoetäisyys, jolloin kyseisiä aineita ei saa käyttää määriteltyä etäisyyttä lähempänä vesistöjä. Samalla pellolla ei saa toistuvasti käyttää maaperäeliöille haitallisia aineita eikä pohjavesialueella saa käyttää helposti kulkeutuvia aineita. (Tukes 2015.)

Ympäristönsuojelulaki vaatii toiminnoille, joista voi aiheutua ympäristön pilaantumisen vaaraa ympäristöluvan. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi metsä-, metalli-, ja kemianteollisuus, energiantuotanto, jätehuoltotoiminnot, turvetuotanto, eläinsuojat ja kalankasvatus. Ympäristöluvissa yleensä annetaan määräykset toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Ympäristöluvista päättää alueellinen Aluehallintovirasto, joita on Suomessa viisi (5) kappaletta (AVI). (Aluehallintovirasto 2016; Ympäristö.fi 2016a.)

Ympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista asetuksessa määritellään, kansainvälisiä ja kansallisia, vesistöihin päästettäville haitta-aineille raja-arvoja. Ympäristöluvissa määritellään tietyille toiminnolle tietyt raja-arvot. Kaupunkien omat vesiliikelaitokset voivat vielä erikseen määritellä raja-arvoja viemäriverkkoon johdetuille metalleille sekä ainekohtaisia raja-arvoja. Turun vesiliikelaitos on määritellyt raja-arvot edellä mainituille aineille ja kirjoittanut ohjeet koskien tiettyjä liuotainaineita. Vesiliikelaitoksen ohjeet koskevat niin teollisuutta kuin yksittäisiä viemäriin johdettuja vesiä. Ohjeet ovat vuodelta 2003. (Nordman & Öström 2003, 1-2.)

Hulevesien paremmalla hallinnalla voidaan, pinnoitetuilta ja läpäisemättömiltä pinnoilta tulevaa, haitta-ainekuormitusta vähentää. Ensisijaisesti pyritään ehkäisemään hulevesien syntyä jo kaupunkeja suunniteltaessa. Sade- ja sulamisvesiä tulisi, poisjohtamisen sijaan, viivyttää, imeyttää maaperään, tai hyödyntää jo syntypaikalla. Näin hulevesien sisältämät ympäristölle haitalliset aineet pidättäytyy suodattamalla, laskeutumalla ja sitoutumalla kasvillisuuteen. Käyttämällä läpäiseviä päällysteitä ja viherkattoja, hulevesien syntyä voidaan ehkäistä. Kosteikon rakentaminen hulevesille voi pienentää tulvariskiä. Osa haitallisista aineista voi laskeutua kosteikon pohjalle ja kosteikkokasvillisuus voi sitoa osan epäpuhtauksista ja ravinteista. Biosuodatus on Suomessa vielä varsin uusi ilmiö. Sen tarkoituksena on suodattaa hulevedet maakerroksen läpi, jolloin osa vedestä puhdistuu ja osa imeytyy maaperään. Puhdistunut vesi sitten kerätään salaojiin ja johdetaan eteenpäin. (Ympäristö.fi 2016b) SYKE:n HULE-hankkeessa (2012-2015) toteutettujen tutkimusten tuloksena todettiin biosuodatuksen pidättävän tehokkaasti kiintoainetta, fosforia ja metalleja. Kosteikot sen sijaan pidättävät hyvin typpeä. Kummatkin menetelmät ovat siis toimivia, riippuen haitta-aineesta, jonka kuormitusta halutaan vastaanottavissa vesissä vähentää. (Jormola ym. 2016.)

Maatalouden jälkeen seuraavaksi suurin vesistökuormittaja on haja-asutus. Haja-asutuksen jätevesien hoidolle on annettu oma asetus, joka velvoittaa kaikkia asukkaita järjestämään jätevetensä käsittelyn siten, etteivät ne vahingoita vesistöjä. Laki esittää kuitenkin vain minimivaatimukset. Mikäli kunnat haluavat asettaa tiukempia sääntöjä, voivat ne näin myös tehdä. (Pantsu 2016) Haja-asutuksen jätevesien oikeanlainen käsittely on tärkeää, sillä oikein käsiteltyinä ne vähentävät niin ravinne- kuin haitta-ainekuormitustakin.

## 5.2 Aurajoen valuma-alueella toteutettuja toimenpiteitä

Lainsäädäntö edellyttää tiettyjä toimenpiteitä Itämeren suojelemiseksi, kuten vesienhoitosuunnitelman laatimisen tietyin väliajoin ja vesistöjen tilan seuraamista. Lisäksi ympäristötukien saanti edellyttää tiettyjä toimenpiteitä maatalouden harjoittajilta. Itämeren huono tilanne on lisännyt myös paikallista vesistöjen suojelutoimintaa. Itämeren hyvinvoinnin lisäämiseksi on käynnissä paljon hankkeita. Niiden tarkoituksena on löytää toimivia ja kustannustehokkaita tapoja vähentää alueen ravinne- ja haitta-

ainekuormitusta. Monet eri tahot työskentelevät Aurajoen valuma-alueen hyväksi ja sen vesistökuormituksen vähentämiseksi.

Aurajoen valuma-alueella toimii jokivarren kuntien ja kaupunkien, MTK-Varsinais-Suomen sekä Lounais-Suomen Kalastusalueen perustama Aurajokisäätiö, jonka tavoitteena on edistää Aurajoen tilaa niin että se voi ekologisesti hyvin ja on samalla virkistymielessä arvokas. Säätiö toteuttaa Aurajoen tilaa koskevia hankkeita yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Ajankohtaisin vuoden 2016 lopussa loppuva hanke on VEERA-hanke, jonka tavoitteena on jakaa tietoa alan toimijoille ja muille asiasta kiinnostuneille Aurajoen valuma-alueen vesien tilasta, niiden hoidosta ja suojelusta sekä ravinteiden kierrättämisen hyödyistä vesistöihin. Hankkeen puitteissa on alueella järjestetty erilaisia raivaus- ja maisemahoidon talkoita. (Aurajokisäätiö 2016.) Aurajokisäätiö on jo vuodesta 2001 tehnyt tilakohtaista neuvontatyötä liittyen ympäristötuen eritystukiin. (Komulainen ym. 2008)

Turun ammattikorkeakoulun Vesitekniikan tutkimusryhmä on ollut jo vuosia aktiivinen hanketoimija vesiensuojelussa. Hankkeita on toteutettu yhteistyössä eri tahojen kanssa. Hankkeiden aiheet vaihtelevat sade- ja valuntavesien hallinnasta ja seurannasta, haitallisten aineiden kartoittamiseen ja niiden aiheuttamien haittojen vähentämiseen kaupunkiympäristössä. Yhden hankkeen tarkoituksena on testata maataloudesta peräisin olevan fosforin saostamista virtavedestä jokimittakaavassa. Fosforin saostamista pilotoidaan myös pienessä mittakaavassa Waterchain- hankkeen puitteissa. Alimitoitettujen kosteikkojen toimivuuden kehittäminen- hankkeen tarkoituksena on tutkia nimensä mukaan alimitoitettujen kosteikkojen toimivuutta ja tarvittaessa kehittää niitä. Edellä mainittujen lisäksi Turun ammattikorkeakoululla on vireillä monta hanketta, joiden tarkoituksena on tutkia ja suojella vesistöjä.

Osavaluma-alueista toiseksi suurimmat fosfori- ja typpipäästöarvot omaavalla, Savijoen valuma-alueella toteutetaan kolmevuotinen SAVE-hanke, jonka tarkoituksena on kerätä tietoa peltojen kipsikäsittelystä ja sen vaikutuksista vesistöihin. Hankkeen toteuttaa Helsingin yliopisto yhdessä Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Kolmen vuoden aikana Savijokea ympäröiville pelloille (1550ha) levitetään yhteensä 6 200 000 kg kipsiä. Hanke on laajuudeltaan niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin merkittävä. Mikäli hankkeen tulokset ovat positiivisia voi kipsi olla tulevaisuudessa yksi merkittävä keino vähentää fosforihuuhtoumaa pelloilta. Aiemmat, pienemmässä mittakaavassa toteutetut testit ovat osoittaneet, että kipsikäsittely voi vähentää fosforikuormituksen noin puoleen. (SAVE 2016.)

1980-luvun puolessa välissä viimeistenkin alueen kuntien jätevedenpuhdistamot aloittivat toimintansa. Sitä ennen Aurajoki ja sen jokihaarat olivat toimineet viemärinä talouksien ja teollisuuden jätevesille. Jätevedenpuhdistamojen ansiota asumajätevesien ja karjatalouden aiheuttama vesistökuormitus saatiin laskemaan. Jätevedenpuhdistamoiden toiminta paransi myös saaristomeren tilaa 1970-1980 luvulla. (Komulainen ym. 2008.) Nykyään alueen kaikki asumajätevedet ja teollisuusjätevedet johdetaan Turun seudun puhdistamolle. Vaikka pistekuormittajien määrä on saatu laskuun, aluetta silti kuormittaa vielä hajakuormituslähteet.

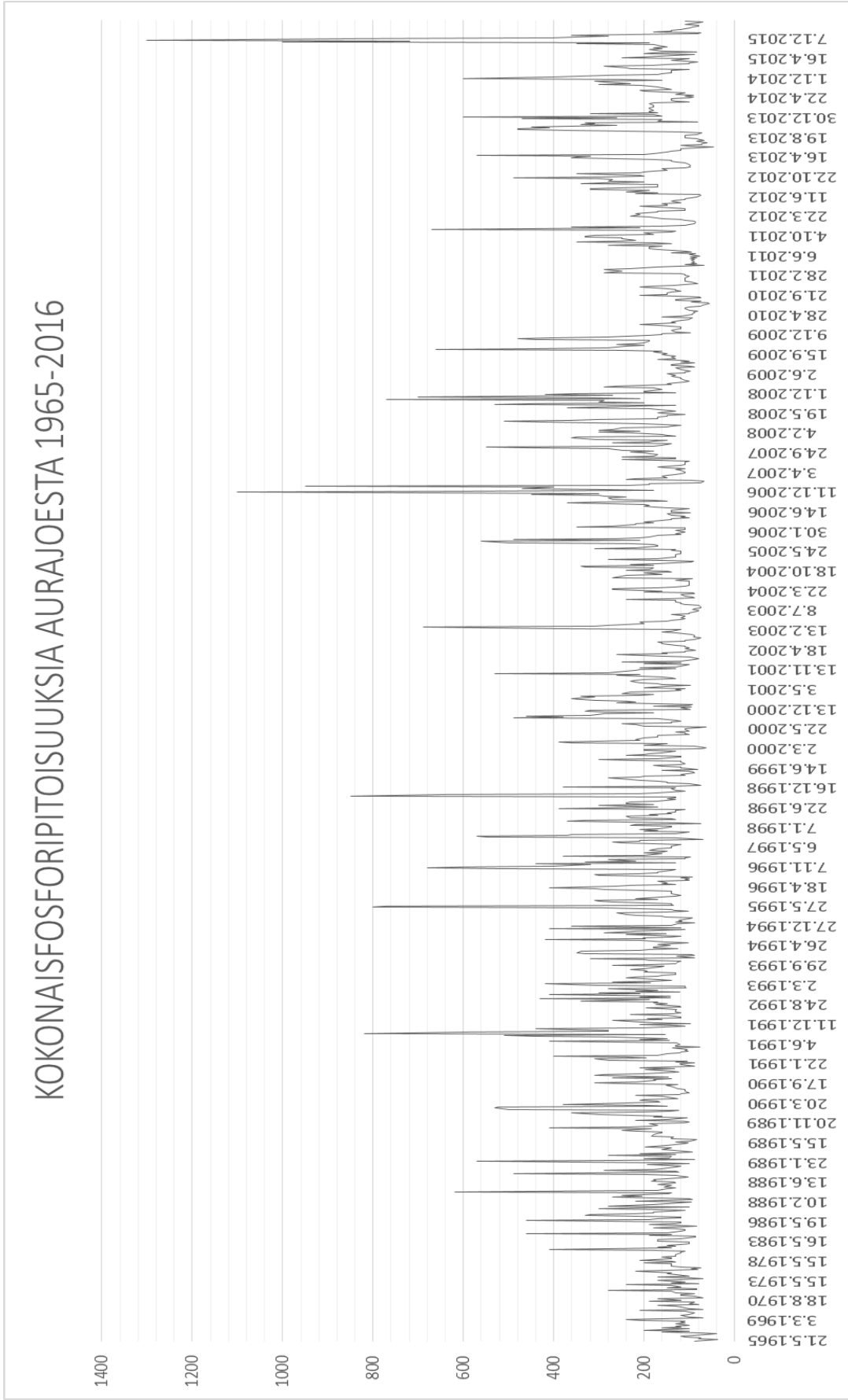
Tehoa maansuojeluun hankkeen aikana (2008-2011) kokeiltiin Varsinais-Suomen ja Satakunnan pelloilla erilaisia ravinnekuormitusta vähentäviä keinoja kuten, lannan separointia, lietteen levitystä eri menetelmillä, jaloittelutarhojen rakentamista luonnonsuojelunäkökulmasta ja kipsin käyttöä pelloilla fosforin pidättäjänä. Uusien vesiensuojelumenetelmien keksimistä pidettiin hankkeen aikana haastavana. (Lillunen ym. 2011.)

### 5.3 Alueella suoritettujen toimenpiteiden toimivuuden arviointi

Aurajoen valuma-alueen vesistökuormituksen vähenemisestä ei ole selkeitä merkkejä, vaikka alueella on erilaisia vesiensuojelutoimenpiteitä toteutettu. Aurajoen valuma-alueella suoritettujen toimenpiteiden ei ole olleet tarpeeksi tehokkaita suhteessa valuma-alueen kuormituksen määrään. TEHO-hankkeen aikana havaittiin, ettei Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueiden pelloilla hyödynnetty tarpeeksi toimivia vesiensuojelumenetelmiä silloisten ympäristötukien tarjoamasta mahdollisuudesta huolimatta. Kosteikkojen, kerääjäkasvien, suojavyöhykkeiden ja ajetun typpilannoituksen käyttö oli alueella suhteellisen vähäistä. (Lillunen ym. 2011.)

HERTTA-järjestelmästä saatujen tietojen pohjalta kuvio 5 havainnollistaa kokonaisfosforipitoisuuksien määrän Aurajoen alaosassa vuodesta 1965 vuoteen 2016. Näytteet on otettu samasta kohdasta Aurajoesta (Aura45 ohikulku va6041).

# KOKONAISSFOSFORIPITOISUUKSIA AURAJOESTA 1965-2016



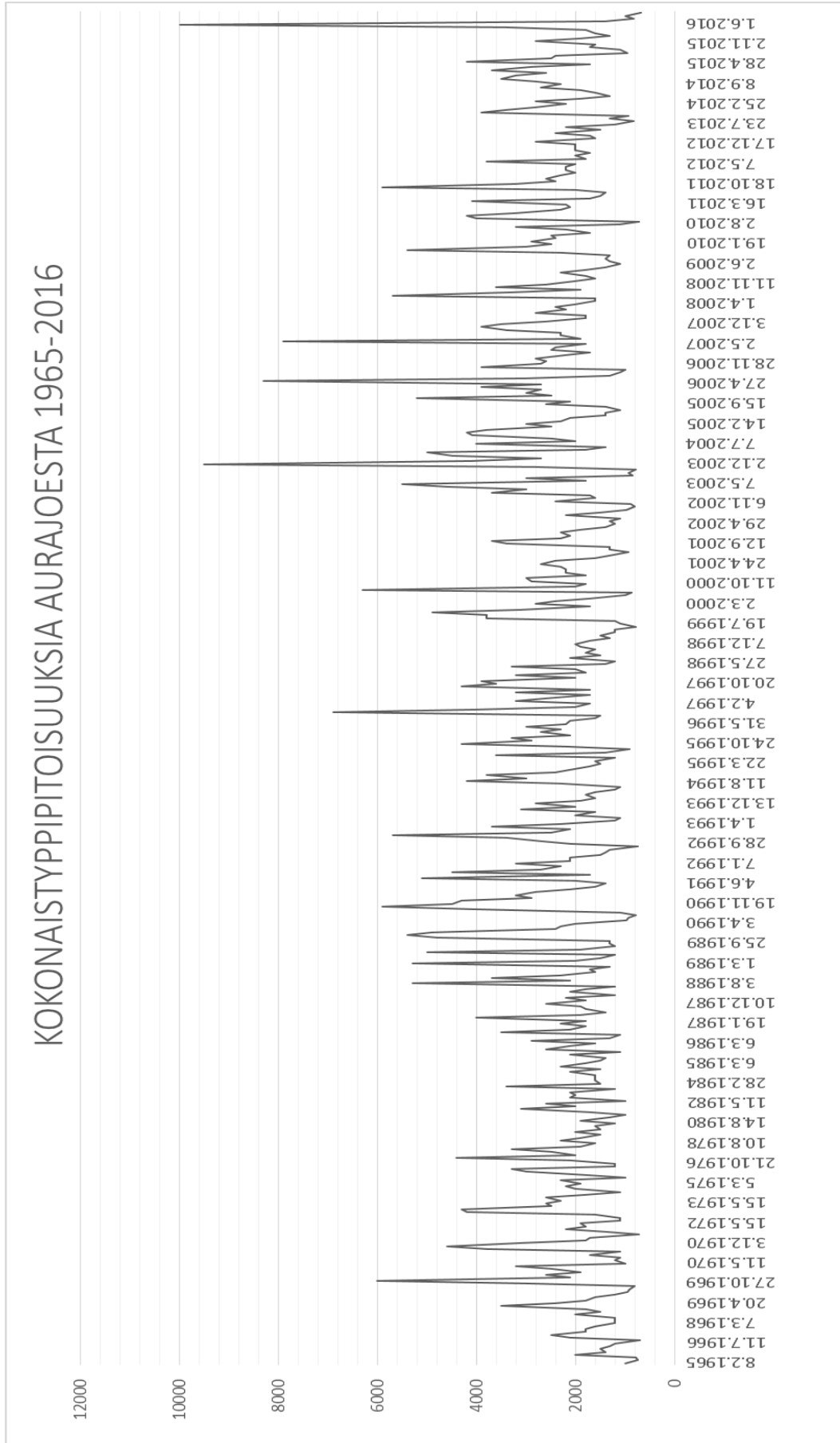
Kuvio 5. Kokonaisfosforipitoisuuksia Aurajoenesta 1965-2016 (HERTTA).

Ensimmäisinä näytteenottovuosina näytteitä otettiin vain muutamia vuodessa. Vasta vuodesta 1988 näytteitä on otettu kuukausittain tai useamman kerran kuukauden aikana. Kuten kuviosta voi nähdä, selkeätä kehitystä kumpaakaan suuntaan ei ole tapahtunut. Näytteiden vaihteluväli on 38-1300 µl/l. Alhaisimmat pitoisuudet on mitattu 1960-luvulla ja suurimmat pitoisuudet joulukuussa 2015. Vuoteen 1988 saakka näytteitä on otettu vain 4-10 kertaa vuodessa. Näytteiden oton harvinaisuus on voinut osaltaan vaikuttaa 60-80-lukujen pienempiin pitoisuuksiin, varsinkin jos näytteet on otettu päivinä jolloin virtaamat ovat olleet pieniä. 1960-luvulta 1980-luvun alkupuolelle saakka kokonaisfosforipitoisuuksissa ei suuria huippulukemia juuri ole havaittavissa. 1980-luvulta eteenpäin huippulukemat ovat kuitenkin kohonneet yli puolella, jonka jälkeen piikit lukemissa toistuvat melko säännöllisin väliajoin. Koska näytteidenoton aikaisia virtaamatietoja ei ole, ei pitoisuuksia voi verrata virtaamaan määrään. Kyseisten tietojen puuttuessa voi pitoisuuksien syitä vain arvailla.

1980-luvun aikana lannoitteiden kokonaismyyntimäärät kasvoivat Suomessa, mikä näkyy fosforipitoisuuksien kasvuna. Vasta 1990-luvun alussa saavutetun myyntihuipun myötä myyntimäärät kääntyivät laskuun. Lannoitteiden käytön tehostamisen myötä fosfori- ja typpitaseet ovat pelloilla vähentyneet, mutta se ei silti jostain syystä näy vesistöjen kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuuksissa. (Luonnontila.fi 2014.)

Aurajoen alaosan kokonaistyppipitoisuuksia kuvaa kuvio 6. Kyseiset tiedot on otettu myös HERTTA-järjestelmästä ja se kuvaa tilannetta vuosilta 1965-2016. Kokonaistyypin kehityskaari on aika lailla linjassa kokonaisfosforin kanssa. Kummankaan trendilinja ei näytä muutosta kumpaakaan suuntaan.





Kuvio 6. Kokonaistyyppipitoisuuksia Aurajoen alaosasta 1965-2016 (HERTTA).

Yksi syy näihin huippulukemiin voi olla ilmastonmuutos, jonka seurauksena Suomen vuosikeskilämpö on viimeisen 40-vuoden aikana kohonnut 0,2...0,4 astetta vuosikymmenessä (Ilmatieteenlaitos). Leudommat ja sateisemmat talvet aiheuttavat ravinteiden huuhtoutumista ja maaperän eroosiota yhä enemmän. Sateiden runsastuminen saattaa nostaa myös tulvariskiä, jolloin ravinteiden huuhtoutumista tapahtuu myös enemmän. Peltojen ympärivuotinen kasvipeitteisyys suojaisi maata eroosiolta pitäen ravinteet samalla pelloilla. Muuttuvasta ilmastosta voi olla myös hyötyä Suomen maataloudelle, sillä lämmin ilmasto pidentää kasvu- ja laidunkautta.

#### 5.4 Ehdotuksia vesistökuormituksen vähentämiseksi

VEMALA:n tarjoamien kuormitustietojen valossa, kuormitusta vähentävät toimenpiteet ja rahoitukset tulisi kohdistaa maatalouteen. Peltoja hallitsevaan maalajiin eli saveen ja sen käyttäytymiseen ja eroosioherkkyyteen tulisi kiinnittää huomiota maanviljelyssä. Pintavalunta tulisi minimoida pitämällä huolta maaperän mururakenteesta ja peltojen ympärivuotisella kasvipeitteisyydellä varsinkin kaltevilla pelloilla. Järvien vähyyden vuoksi sateiden ja kevättulvien aiheuttamat pintavalunnat päätyvät nopeasti Aurajokeen ja Itämereen. Lisäämällä alueelle kosteikkoja ja laskutusaltaita, saataisiin osa kuormituksesta pidättäytymään niissä, ehkäisten niitä valumasta suoraan Aurajokeen.

Alueella on paljon kaltevia peltoja, joilta huuhtoutuu vesistöihin ravinteita ja haitta-aineita suojakaistoista huolimatta. Aurajoen valuma-alueen pelloista yli 12 %:n kaltevuus on yli 3 % tarkoittaen sitä, että pelto kohoaa kolme (3) metriä sadan (100) metrin matkalla. Pelloista 2,5 %:n kaltevuus on yli 6 % (Lillunen ym 2011). Kaltevilla pelloilla suojavyöhykkeiden tulisi olla huomattavasti leveämmät kuin tasaisilla pelloilla, jotta ravinteet ja haitta-aineet ehtisivät sitoutua sen maaperään ja kasveihin. Peltojen tulisi olla myös ympärivuotisessa kasvipeitteessä, jotta ravinteiden käyttö olisi tehokkaampaa. Vuonna 2008 maatalouden ravinnekuormituksen vähentämistä pohtinut työryhmä ehdotti, että kaltevia peltoja voitaisiin ostaa pois viljelykäytöstä tai siirtää ne kokonaan nurmiviljelyyn (MTV3 2008).

Vaikka luonnonmukaisen viljelyn ympäristöystävällisyydestä tulee toistaiseksi ristiriitaista tietoa, voisi sen yhdistäminen normaaliin viljelyyn tuottaa haluttuja tuloksia. Vaikka maanmuokkaus alkuun aiheuttaisikin enemmän ravinnekuormitusta, ajan saatossa kuormitus kuitenkin vähenisi. Siirtyminen, osittain tai kokonaan, luomuviljelyyn vähentäisi ainakin haitta-ainekuormitusta, sillä kyseisillä pelloilla ei ole sallittua käyttää

synteettisiä kasvinuojeluaineita ja pelloille levitetty lantakin on peräisin kotieläimistä, jotka on kasvatettu luonnonmukaisesti.

Maanviljelijöitä tulisi kannustaa luonnonsuojelutoimiin ryhtymistä. Maatalouden ympäristökorvaukset tulisi kohdistaa oikein. Päättäjien vastuulla on tehdä ympäristökorvauksista sellaisia, että maanviljelijöiden on helppo ja kannattavaa sitoutua niihin. Toimenpiteiden, joista ympäristökorvausta saadaan tulisi olla maanviljelijälle helppoja toteuttaa niin maastossa kuin hallinnollisestikin ja niiden tulisi olla tehokkaita ympäristön kannalta.

Aurajoen valuma-alueella yksikään tehdas ei laske vesiään suoraan Aurajokeen tai mihinkään sen sivuhaaraan, joten haitallisten aineiden osalta katse kääntyy haja-asutusalueella asuviin kuluttajiin. Heidän pienjätevedenpuhdistamot puhdistavat talousvedet, jotka sisältävät erilaisia kemikaaleja erilaisista talouden ylläpitoon vaativista tuotteista, kuten esimerkiksi pesuaineista. Koska pienjätevedenpuhdistamot eivät puhdistaa kaikkia kemikaaleja jätevesistä, olisi ensisijaisen tärkeää, että käytetyt aineet olisivat ympäristöystävällisiä ja biohajoavia. Näin varmistettaisiin, että kyseiset aineet eivät aiheuttaisi haittaa ympäristölle. Sama koskee kaikkia kuluttajia, mikäli Itämeren haitta-ainekuormitusta halutaan vähentää, sillä Turun jätevedenpuhdistamon kautta kulkevat jätevedet päätyvät suoraan Saaristomereen.

Kuluttajien opastaminen oikeiden tuotteiden jäljille olisi erittäin tärkeää. Vaikka jossain kaupoissa on yritetty nostaa ympäristöystävällisiä tuotteita paremmin esille, on kuluttajan usein itse otettava etukäteen selvää tuotteista ja niiden sisältämistä kemikaaleista. Tämä johtaa usein siihen, että vain asiasta kiinnostuneet ihmiset tekevät ostopäätöksen ympäristön hyvinvoinnin näkökulmasta. Tuotetietouden lisääminen antaisi kuluttajalle mahdollisuuden valita ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Aurajoen valuma-alueelta huuhtoutuu Saaristomereen huomattava määrä ravinteita. Suurin yksittäinen kuormittaja on maatalous, josta huuhtoutuu vesistöihin ravinteita muihin kuormituslähteisiin verrattuna moninkertainen määrä. Jotta Aurajoen valuma-alueen vesistökuormituksen määrää saataisiin vähennettyä, tulisi suurin osa, ellei kaikki resurssit kohdistaa maataloudessa muodostuvan ravinnekuormituksen minimoimiseen. Ensisijaisen tärkeää olisi saada ravinteet pysymään pelloilla kasvien hyödynnettävänä, sillä niiden poistaminen jälkikäteen suoraan vesistöistä on huomattavasti hankalampaa, ellei nykyisillä tekniikoilla jopa mahdotonta. Aurajoen valuma-alueella sijaitsevien vesistöjen ekologisen tilan nostaminen välttävistä hyväksi, vaatii kokonaisfosforin määrän laskemista vähintäänkin puoleen nykyisestä.

Tähän opinnäytetyöhön kerättyjen tietojen valossa voidaan todeta että, vesiensuojelutoimenpiteiden kohdistaminen pahimmille kuormitusalueille on erittäin hankalaa. VEMALA-mallin avulla pystytään näyttämään kuormituksen määrät vain osavaluma-alue mittakaavassa, mikä on tällä hetkellä liian iso, jotta toimenpiteitä voitaisiin kohdistaa pienemmille alueille tai yksittäisille pelloille. Kuormituksen muodostumiseen johtavat syyt ja sen määrät voivat vaihdella peltöjen, ellei jopa peltolohkojen kesken. Siitä johtuen tietyt toimenpiteet pitäisi kohdistaa juuri niille pelloille tai peltolohkoille, joilla niistä on eniten hyötyä. Toimenpiteiden oikein kohdistaminen vaatii huomattavasti tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa, kuormituksen näkökulmasta tehtävää alueellista tarkastelua. Uuden osavaluma-aluejaon myötä pahimpien kuormitusta aiheuttavien alueiden paikantaminen ja oikeiden toimenpiteiden kohdistaminen niille alueille on varmasti helpompaa. Parhaillaan olevan SAVE-hankkeen tulokset saadaan vasta vuoden 2018 lopussa, mutta mikäli tulokset ovat yhtä positiivisia kuin pienemmässä mittakaavassa suoritettujen testien tulokset, voisi peltöjen kipsaus olla yksi keino vähentää ravinnekuormituksen muodostumista suuremmilta alueilta.

Erosioherkillä savimailla peltöjen maaperästä huolehtiminen on erittäin tärkeää. Sen lisäksi viljelijöiden on tunnistettava peltöjensä kunto ja mahdolliset ongelmakohtat ja osattava toteuttaa tarvittavat toimenpiteet kyseisillä alueille. Viljelijöillä ei välttämättä ole tietoa vesiensuojelutoimenpiteiden soveltuvuudesta ongelma-alueelle. Esimerkiksi kosteikot, laskeutusaltaat ja pohjapadot sopivat erinomaisesti Aurajoen valuma-alueen pienempiin sivu-uomiin. Maaperän koostumusta ja mururakennetta taas voidaan

parantaa esimerkiksi lisäämällä orgaanisen aineen määrää tai kevyemmällä maanmuokkauksella. Eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista voidaan vähentää ympärivuotisella kasvipeitteellä. Jotta viljelijät osaisivat toteuttaa oikeita toimenpiteitä, tulisi heidän koulutukseen panostaa. Väärät toimenpiteet voivat johtaa turhautumiseen ja pahimmillaan toimenpiteistä luopumiseen. Oikein kohdistettujen ja toteutettujen toimenpiteiden avulla voidaan saada konkreettisia tuloksia aikaan ja näin kannustaa viljelijöitä panostamaan vesiensuojeluun.

Viljelijöiden rooli ravinnekuormituksen vähentämisessä on suuri, mutta melko vaikea. Nykyisellään ympäristökorvaukset eivät kannusta tarpeeksi viljelijöitä liittymään ympäristötuen piiriin. Ympäristökorvauksia kun maksetaan tilojen pinta-alan mukaan, ei niinkään vesiensuojelutoimien vaikuttavuuden mukaan. Tämän asetelman muuttaminen voisi tuoda enemmän viljelijöitä mukaan toteuttamaan vesiensuojelutoimenpiteitä omilla maillaan. Jotta ympäristökorvauksista saataisiin viljelijöille mahdollisimman kannattavia ja ympäristölle hyödyllisiä, tulisi viljelijöiden, asiantuntijoiden ja päättäjien yhteistyötä tehostaa. Etenkin viljelijöiden ottaminen mukaan päätöksen tekoon olisi erittäin tärkeää, sillä heidän toimet määrittävät vesistökuormituksen tulevan suunnan.

Tämän opinnäytetyön tutkimustulosten mukaan, haitta-ainekuormitus ei Aurajoen valuma-alueella ole kovin merkittävä. Alueella suoritettujen tutkimusten mukaan, yhdenkään tutkitun aineen tai kemikaalin pitoisuudet eivät ole ylittäneet merkittävästä niille asetettuja raja-arvoja. Tutkimuksia haitallisten aineiden pitoisuuksista on kuitenkin suoritettu alueella vähän. Tutkimusten ja seurannan määrää tulisi ehdottomasti lisätä, jotta esimerkiksi Aurajoen todellinen kemiallinen tila saataisiin selville.

Haitta-ainekuormituksen osalta kuluttajien rooli on merkittävä. Kuluttajien tietoisuuden lisääminen elintarvikkeiden ja kulutustavaroiden sisältämistä kemikaaleista ja niiden aiheuttamista ympäristöhaitoista olisi ensisijaisen tärkeää. Tietoa jakamalla voitaisiin saada ympäristölle ja ihmisille vaaralliset ja haitalliset aineet jäämään kaupan hyllyille. Pidemmällä aikavälillä se voisi jopa johtaa haitallisten tuotteiden valmistuksen lopettamiseen.

Viljelijät voivat myös omalta osaltaan vaikuttaa haitta-ainekuormituksen vähentämiseen, sillä pelloilta huuhtoutuvat kasvinsuojeluaineet kuormittavat myös vesistöjä. Niiden käytön vähentäminen tai vaihtoehtoisten aineiden käyttö vähentäisi kemikaalien määrää vesistöistä. Luonnonmukainen viljely kieltää synteettisten kasvinsuojeluaineiden käytön, jolloin niitä ei luonnollisesti huuhtoutuisi vesistöihinkään pelloilta. Karjatalouden

luonnonmukaistaminen taas vähentää lietteen mukana pelloille päätyvien lääkejäämien määrää. Luomuruuan kysyntä onkin noussut viime vuoden aikoina, toivottavasti tämä kannustaa enemmän viljelijöitä siirtymään luonnonmukaiseen tuotantoon.

Aurajoen valmua-alueen ravinne- ja haitta-ainekuormitukset kuormittavat eniten Turun Saaristomerta. Lisääntynyt ravinnekuormitus kiihdyttää levätuotantoa ja lisää varsinkin myrkyllisten sinilevien määrää rannikollamme vähentäen alueen virkistyskäyttömahdollisuuksia. Vesistökuormituksen vähentäminen ei siis ole vain ympäristökysymys vaan se on tärkeää myös taloudellisesta näkökulmasta katsottuna. Hyvinvoiva Saaristomeri lisää luonnon monimuotoisuutta ja lisää virkistysmahdollisuuksia, jolloin myös sen kokonaisarvo nousee.

## LÄHTEET

Aallonen Anri, Ahkola Heidi, Karjalainen Anna, Leppänen Matti, Mannio Jaakko, Siimes Katri, Vuori Kari-Matti, Krogerus Kirsti & Herve Sirpa 2014. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38. Maa- ja metsätaloudenkuormittamien pintavesienhaitta-aineseuranta Suomessa. Seurannan tulokset 2007-2012. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Aroviita Jukka, Hellsten Seppo, Jyväsjärvi Jussi, Järvenpää Lasse, Järvinen Marko, Karjalainen Satu Maaria, Kauppila Pirkko, Keto Antton, Kuoppala Minna, Manni Kati, Mannio Jaakko, Mitikka Sari, Olin Mikko, Perus Jens, Pilke Ansa, Rask Martti, Riihimäki Juha, Ruuskanen Ari, Siimes Katri, Sutela Tapio, Vehanen Teppo ja Vuori Kari-Matti 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013. Päivitetyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Aurajokisäätiö 2016. VEERA – Vesiensuojelua Varsinais-Suomen suurten jokien valuma-alueilla. Viitattu 14.11.2016. <http://aurajoki.net/projektit/veera/>

Biologian ja maantieteen opettajien liitto. 5.Rehevöityminen. Viitattu 14.09.2016. [https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/koulutus/eyy/yhteinen\\_ymparisto/rehev%C3%B6ityminen](https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/koulutus/eyy/yhteinen_ymparisto/rehev%C3%B6ityminen)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Ravinnehuuhtoutumien hallinta -hanke. Savimaan mururakenne. Infolehtinen. Viitattu 28.11.2016. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:a\\_ONQyzk2TYJ:www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoutumien\\_hallinta/Tietoa\\_ja\\_materiaalia\\_viljelijöille+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:a_ONQyzk2TYJ:www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoutumien_hallinta/Tietoa_ja_materiaalia_viljelijöille+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013. Ravinnehuuhtoutumien hallinta (RaHa). Veden reitit ja muutokset pellolta vesistöön. Viitattu 28.11.2016. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:a\\_ONQyzk2TYJ:www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoutumien\\_hallinta/Tietoa\\_ja\\_materiaalia\\_viljelijöille+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:a_ONQyzk2TYJ:www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinnehuuhtoutumien_hallinta/Tietoa_ja_materiaalia_viljelijöille+&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi)

Elomaa Heikki, Heikkilä Veijo, Helminen Harri, Kallioniemi Hannu, Lahtinen Titta, Laiho Anna, Lammila Jyrki, Mikkola Anna, Paavilainen Pekka, Sallmen Ari, Salmela Kaija, Sydänoja Asko, Timonen Maria, Triipponen Juha-Pekka & Verta Olli-Matti 2015. Saaristomeren valuma-alueen pintavesien toimenpideohjelma vuosille 2016-2021. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Hakala Harri & Välimäki Jari 2003. Ympäristön tila ja suojelu Suomessa, 143-144. Helsinki: Graudeamus Kirja.

Hallanaro Eeva-Liisa & Kujala-Räty Katriina 2011. Ympäristöopas. Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hilli Tuija, Vepsä, Heimo, Ansala Hannu, Keränen Jorma, Kainua Kari & Nikula Ari 2012. Arvio Majasuon turvetuotantoalueen aiheuttamista liettymistä ja rantavahingoista Liesjärvessä. Pöyry: Pöyry Finland Oy

Ilmatieteenlaitos. Ilmastomuutos. Viitattu 20.11.2016. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutoskysymyksia#2>

Jormola Jukka, Kasvio Pinja, Koskiahho Jari & Ulvi Teemu 2016. Kuntatekniikka.fi 02/2016. <http://kuntatekniikka.fi/lehtiarkisto/022016/biosuodatus-ja-kosteikot-tehoavat-eri-haitta-aineisiin>

Joonas Juuso 2013. Ravinnehuuhtoutumien hallinta (RaHa). Maanparannus- ja kalkitusaineet. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Kaaro Jani 2009. Lääkecocktail maustaa vesistöt. Tiede 13/2009. Viitattu 24.10.2016. [http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/laakecocktail\\_maustaa\\_vesistot](http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/laakecocktail_maustaa_vesistot)

Karhunen Anni 2014. Maatalouden monivaikutteinen kosteikko. Viitattu 8.11.2016. Varsinais-Suomen ELY-keskus: ymparisto.fi.

Karvonen Airi, Taina Tuire, Gustafsson Juhani Mannio Jaakko, Mehtonen Jukka, Nystén Taina, Ruoppa Marja, Sainio Pirjo, Siimes Katri, Silvo Kimmo, Tuominen Sirkku, Verta Matti, Vuori Kari-Matti & Äystö Lauri 2012. Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Kirkkala Teija 1998. Miten voit Saaristomeri? Turku: Kirjapaino Astro oy.

Komulainen Martti & työryhmä 2002. Aurajoen kehittämissuunnitelma 2001-2006. Turku: Karhukopio. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522160683.pdf>

Komulainen Martti, Yliruusi Hannamaria, Kanerva-Lehto Heli, Kääriä Juha & Pettay Esko 2008. Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes print Tampere

Lapin ELY-keskus, 2016. Pasvikmonitoring.org. Viitattu 20.10.2016. <http://www.pasvikmonitoring.org/suomi/seurantaohjelma.html>

Lappalainen Markku, Kivekäs Matti & Lahti Johannes 2008. Aurajokilaakso. Elävä kansallismaisema. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Lillunen Anu, Härjämäki Kimmo, Riiko Kaisa, Yli-Renko Maria, Kulmala Airi, Koskinen Joni, Eerika Lundström & Kaasinen Susanna 2011. Kotopelloilta Rantalohkolle – Tehoa hankkeen (2008-2011) loppuraportti. Helsinki: Edita Prima Oy

Luonnontila.fi 2014. MA3 Lannoitteiden käyttö. Viitattu 20.11.2016. <http://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/maatalousymparistot/ma3-lannoitteiden-kaytto>

Maaseutuvirasto (Mavi) 2016. Ympäristökorvaus – enemmän vaikuttavuutta maatalouden ympäristötoimiin. Viitattu 22.11.2016. <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/ymparistokorvaus.pdf>

Mehtonen Jukka 2015. Suomen ympäristökeskus. Haitallisten aineiden päästölähteet ja kulkeutumisreitit. Ympäristön kemikalisoituminen – HY luentosarja 27.10.2015. Viitattu 18.10.2016. [http://www.helsinki.fi/ymparistotieteet/pdf/kemikaalit/Mehtonen\\_P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t%2027102015.pdf](http://www.helsinki.fi/ymparistotieteet/pdf/kemikaalit/Mehtonen_P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t%2027102015.pdf)

Mehtonen Jukka 2016. Perfluoratut yhdisteet ympäristössämme – mitä, miksi ja missä? Vesitalous 5/2016, 12 & 15.

MTV3 2008. Työryhmä: Saastuttavimmat pellot pois viljelystä. 03.12.2008 (PÄIVITETTY 05.12.2008) Viitattu 16.11.2016. <http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/tyoryhmasaastuttavimmat-pellot-pois-viljelysta/1956702>

Pakkanen Tuuli & Jaakkola Mikko 2003. Maatalous ja Saaristomeri. Turku: Kirjapaino Astro oy.

Pantsu Pekka 2016. Jätevesisääntelyyn taas muutoksia. Ministeriö ehdottaa lukuisia lievennyksiä. YLE 27.4.2016. Viitattu 16.11.2016. <http://yle.fi/uutiset/3-8837278>

ProAgria 2014. Veturivihreä satakunnan rannikkokuntien alueella. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Viitattu 20.11.2016. <https://www.proagria.fi/sisalto/suojavyohykkeiden-perustaminen-ja-hoito-1906>

SAVE 2016. Saaristomeren vedenlaadun parantaminen peltojen kipsikäsittelyllä. Viitattu 15.11.2016. <http://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/lisatietoa/hankekuvaus/>



Siimes Katri 2012. MaaMet-hanke. Tiivistelmä. Pintavesien torjunta-aineseurannan tuloksia 2009-2011. Suomen ympäristökeskus.

Siimes Katri, Mehtonen Jukka & Mannio Jaakko 2016. EU:n tarkkailulistan aineet pintavesissä. Suomen kartoitustulokset. Vesitalous 5/2016, 31-34.

Suomen YK-Liitto 2015. Kuluttaja voi pahentaa mikromuoviongelmia tietämättään. Viitattu 20.11.2016. <http://www.ykliitto.fi/uutiset-ja-tiedotus/uutisarkisto/kuluttaja-voi-pahentaa-mikromuoviongelmia-tietamattaan>

Suomen ympäristökeskus 2015. Puron valuma-alue. Viitattu 6.4.2016. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Pienvesien\\_kunnostus/Purojen\\_kunnostus/Puron\\_lahtotilanteen\\_selvittaminen/Puron\\_valumaalue](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Pienvesien_kunnostus/Purojen_kunnostus/Puron_lahtotilanteen_selvittaminen/Puron_valumaalue)

Suomen ympäristökeskus 2015. Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmä VEMALA. Viitattu 6.4.2016. [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Itameren\\_vesistöjen\\_ja\\_vesivarojen\\_kestava\\_kaytto/Mallit\\_ja\\_tyokalu/Vesienhoidon\\_mallit/Vedenlaadun\\_ja\\_ravinnekuormituksen\\_mallinnus\\_ja\\_arviointijarjestelma\\_VEMALA](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Itameren_vesistöjen_ja_vesivarojen_kestava_kaytto/Mallit_ja_tyokalu/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA)

Suomen ympäristökeskus 2016. Avoin tieto. Viitattu 6.4.2016. <http://www.syke.fi/avointieto>

Suomen ympäristökeskus 2016. Avoin tieto. Hertta – ympäristötiedon hallintajärjestelmä. Viitattu 10.8.2016. <http://www.syke.fi/avointieto>

Suomen ympäristökeskus, 2016. Avoin tieto. Ympäristösuojeluntietojärjestelmä Vahti. Viitattu 12.03.2016. <https://www2.ymparisto.fi/scripts/OivaVahti/PutsariDefault.asp>

Suomen ympäristökeskus 2016. Uusi valuma-aluejako. Viitattu 9.11.2016. [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Itameren\\_vesistöjen\\_ja\\_vesivarojen\\_kestava\\_kaytto/Tietoaineistot\\_ja\\_jarjestelmat/Valumaaluejarjestelma/Uusi\\_valumaaluejako](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Itameren_vesistöjen_ja_vesivarojen_kestava_kaytto/Tietoaineistot_ja_jarjestelmat/Valumaaluejarjestelma/Uusi_valumaaluejako)

Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016. Fluoratut yhdisteet. Viitattu 10.11.2016. <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/fluoratut-yhdisteet>

TUKES, 2014. Neonikotinoideilla peitattuja rypsin- ja rapsinsiemeniä saa käyttää 3.3.–30.6.2014. Viitattu 28.10.2016. <http://tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kasvinsuojeluaineet/Neonikotinoideilla-peitattuja-rypsin-ja-rapsinsiemenia-saa-kayttaa-333062014/>

TUKES 2015. Kasvinsuojeluaineet ja ympäristö. Viitattu 9.11.2016. Turvallisuus ja kemikaalivirasto. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kemikaalit-ja-ymparisto/Kasvinsuojeluaineet-ja-ymparisto/>

Turtola Eila 2008. Maatalouden vesiensuojelutavoitteet ja ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus MYTVAS 2. Teoksessa: Turtola Eila & Lemola Riitta (toim. 2008) Maatalouden ympäristötuen vaikutukset vesistökuormitukseen, satoon ja viljelyn talouteen v. 2000-2006 (MYTVAS 2). MTT: Dark Oy.

Turun Seudun Puhdistamo 2016. Vaikutukset ympäristöön. Turun merialue. Viitattu 22.11.2016. <http://www.turunseudunpuhdistamo.fi/ymparisto>

Työterveyslaitos 2016. OVA-ohje: MCPA (4-kloori-2-metyylifenoksisietikkahappo). Viitattu 18.10.2016. <https://www.ttl.fi/ova/MCPA.html>

Vapo. Vedenlaatuun vaikuttavia tekijöitä. Viitattu 14.09.2016. <http://www.vapo.fi/vedenlaadun-perusteet/main.html>

Westberg Vincent, (toim), Bonde Anna, Haldin Lotta, Koivisto Anna-Maria, Mäensivu Merja, Mäkinen Maria & Teppo, Anssi 2015. Raportteja 101/2015. Vesien tila hyväksi yhdessä. Kokemäenjoen-selkämeren saaristomeren vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Ympäristö. LIITE 3 Vedenlaatuoluokituksen raja-arvot ja lähteet. Viitattu 19.09.2016. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8A7CACB5-3A30-4443-8470-E612AEBCF5FA%7D/91995>

Ympäristö.fi 2014. Pohjapadot ja -kynnykset. Viitattu 08.11.2016. Suomen ympäristökeskus.

Ympäristö.fi 2016a. Itämeren fosforikuorma Suomesta. Viitattu 1.12.2016. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika\\_on\\_Itameren\\_tila/Itameren\\_fosforikuorma\\_Suomesta\(31444\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika_on_Itameren_tila/Itameren_fosforikuorma_Suomesta(31444))

Ympäristö.fi 2016b. Hulevesien hallinnan kehittäminen. Viitattu 9.11.2016. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/hulevedet>

## Liitteet

Liite 1. VEMALA-tiedot Aurajoen valuma-alueella muodostuvasta fosforikuormasta.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Arvot keskianvoja jaksolle 2008-2014.								
Alueen tunnus	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma pelloilta, peltoviljely (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma pelloilta, luonnonhuuhtouma (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma muilta maa-alueelta, metsätalous (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma muilta maa-alueelta, luonnonhuuhtouma (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma haja-asutuksesta (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma hulevesistä (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä kuorma pistekuormituksesta (kg/a)	Kokonaisfosfori, alueella syntyvä laskeumasta (kg/a)
28_001	8789	248	50	483	2452	25	174	18
28_002	4984	182	46	351	425	4	228	5
28_003	4666	186	31	236	257	2	45	0
28_004	5841	222	26	228	915	10	0	8
28_005	4194	153	54	350	326	2	0	13
28_006	1641	61	12	86	161	2	0	0
28_007	2615	82	23	154	94	0	0	0
28_008	5922	234	48	361	285	2	13	2
28_009	9055	333	57	478	879	6	0	0
Kuorma peltoalueelta.	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus pelloilta tulevasta kuormasta. (Veps arvio)	Arvioitu metsätalouden osuus metsien kuormituksesta. (Veps arvio)	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus. (Veps arvio)	Kuorma haja-asutuksesta. Kuorma on 0.4 kg P/asukas/vuosi, 2.69 kg N/asukas/vuosi, 0.145 kg P/loma-asunto/vuosi ja 0.49 kg N/loma-asunto/vuosi. Tämä on vesistöön päätyvä kuorma, se sisältää arvon	Hulevesistä tuleva kuorma (Veps arvio).	Pistekuormitukset sisältävät Vahti rekisteriin ilmoitetut pistekuormitajat. Pistekuormitus sisältää turvetuotannon kuormituksen.	Laskeuma on suoraan veteen tuleva laskeuma. Maa-alueille tuleva laskeuma on mukana peltokuormassa ja muun maa-alueen kuormassa.	
Peltojen kuormitus sisältää vain peltolohkoilta tulevan kuormituksen. Se sisältää myös pelloille levitetystä lannasta tulevan kuormituksen. Se ei sisällä esim. jaloittelutarhojen kuormitusta tai karjasuojista tulevaa kuormitusta.	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus pelloilta tulevasta kuormasta. (Veps arvio)	Arvioitu metsätalouden osuus metsien kuormituksesta. (Veps arvio)	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus. (Veps arvio)	Kuorma haja-asutuksesta. Kuorma on 0.4 kg P/asukas/vuosi, 2.69 kg N/asukas/vuosi, 0.145 kg P/loma-asunto/vuosi ja 0.49 kg N/loma-asunto/vuosi. Tämä on vesistöön päätyvä kuorma, se sisältää arvon pidättymisestä loma-asunnon ja vesistön välillä.	Hulevesistä tuleva kuorma (Veps arvio).	Pistekuormitukset sisältävät Vahti rekisteriin ilmoitetut pistekuormitajat. Pistekuormitus sisältää turvetuotannon kuormituksen.	Laskeuma on suoraan veteen tuleva laskeuma. Maa-alueille tuleva laskeuma on mukana peltokuormassa ja muun maa-alueen kuormassa.	

## Liite 2. VEMALA-tiedot Aurajoen valuma-alueella muodostuvasta typpikuormasta.

Arvot keskiarvoja jaksolle 2008-2014.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Alueen tunnus	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma pelloilta, peltoviljely (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma pelloilta, luonnonhuuhtouma (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma muulta maa-alueelta, metsätalous (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma muulta maa-alueelta, luonnonhuuhtouma (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma haja-asutuksesta (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma hulevesistä (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä kuorma pistekuormitukselta (1000kg/a)	Kokonaistyyppi, alueella syntyvä laskeumasta (1000kg/a)
28_001	64,5800	11,2800	1,2400	23,6000	15,8400	2,2300	5,1700	0,9200
28_002	41,3800	8,7900	1,2200	18,2100	2,7400	0,2900	5,3300	0,2700
28_003	44,5000	9,3300	0,8300	12,3800	1,6500	0,1600	1,8600	0,0100
28_004	48,0800	10,1200	0,6500	11,1300	5,9000	0,8000	0,0000	0,4100
28_005	37,4800	7,2900	1,4100	17,6700	2,0800	0,1600	0,0000	0,6500
28_006	14,4900	3,0500	0,3200	4,5700	1,0400	0,1100	0,0000	0,0000
28_007	22,4200	4,1000	0,6300	8,1800	0,6100	0,0300	0,0000	0,0100
28_008	51,3600	11,3700	1,2600	18,4900	1,8500	0,1500	0,5600	0,0800
28_009	77,7100	11,6800	1,3600	22,6600	5,7500	0,4700	0,0000	0,0100
	Kuorma peltoalueelta. Peltosten kuormitus sisältää vain peltolohkoilta tulevan kuormituksen. Se sisältää myös pelloille levitetystä lannasta tulevan kuormituksen. Se ei sisällä esim. jaloittelutarhojen kuormitusta tai karjasuojista tulevaa kuormitusta.	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus pelloilta tulevasta kuormasta. (Veps arvio)	Arvioitu metsätalouden osuus metsien kuormituksesta. (Veps arvio)	Arvioitu luonnonhuuhtouman osuus. (Veps arvio) Toisessa excelissä nimellä Luonnonhuuhtouma metsistä.	Kuorma haja-asutuksesta. Kuorma on 0,4 kg P/asukas/vuosi, 2.69 kg N/asukas/vuosi, 0.145 kg P/loma-asunto/vuosi ja 0.49 kg N/loma-asunto/vuosi. Tämä on vesistöön päätyvä kuorma, se sisältää arvion pidättymisestä loma-asunnon ja vesistön välillä.	Hulevesistä tuleva kuorma (Veps arvio).	Pistekuormitukset sisältävät Vahti rekisteriin ilmoitetut pistekuormit-tajat. Pistekuormitus sisältää turvetuotannon kuormituksen.	Laskeuma on suoraan veteen tuleva laskeuma. Maa-alueille tuleva laskeuma on mukana peltokuormassa ja muun maa-alueen kuormassa.