

Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi



MARTTI KOMULAINEN, HANNAMARIA YLIRUUSI,
HELI KANERVA-LEHTO, JUHA KÄÄRIÄ JA ESKO PETTAY

Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi



Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 44
2. korj. painos

Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2008

Kannen kuva: Matti Kivekäs

ISBN 978-952-216-067-6 (painettu)
ISSN 1457-7941 (painettu)

ISBN 978-952-216-068-3 (PDF)
ISSN 1459-7756 (PDF)
<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522160683.pdf>

Painopaikka: Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes Print, Tampere

TIIVISTELMÄ

Vesistöjen rehevöityminen on Saaristomeren, koko Itämeren ja monin paikoin myös sisävesistöjen keskeisin ongelma. Merkittävä osa Saaristomeren ravinnekuormasta on peräisin hajakuormituslähteistä, mm. maataloudesta. Saaristomeren vesistöalueella ravinnekuormitus on vahvasti yhteydessä ravinteita kuljettavien jokien virtausvaihteluihin. Aurajoen vesistöalueella, missä virtaamaolot vaihtelevat huomattavasti, voidaan olettaa, että mm. erilaisilla patoaltailla ja kosteikoilla vesitaloutta säätelemällä ja virtaushuippuja tasaamalla voidaan vaikuttaa pelloilta huuhtoutuvien ravinteiden määrään.

Raportissa esitetään päätulokset hankkeista ”Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi” sekä ”Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla”. EU Tavoite 2, EU Leader+ ja Varsinais-Suomen liiton myöntämän maakunnan kehittämisrahoituksen tuella toteutettujen hankkeiden tavoitteena oli kartoittaa pohjapatojen ja laajemmin vesitalouden säätelyn merkitystä ravinnekuormituksen vähentämisessä Aurajoen vesistöalueella. Hankkeissa selvitettiin vanhojen vesivara- ja myllypatojen merkitystä ravinnepitöisen sedimentin kerääjänä sekä suunniteltiin ja toteutettiin ravinnevalumia vähentäviä laskeutusaltaita Aurajoen sivu-uomiin.

Sedimenttiluotausten tulokset osoittivat, ettei Aurajoen pääuoman olemassa oleviin patoal-taisiin kerry Turun Halisten allasta lukuun ottamatta merkittäviä määriä sedimenttiä, joten tutkituilla vanhoilla patoaltailla ei ilmeisesti ole suurempaa vesiensuojelullista merkitystä sedimentin kerääjinä.

Hankkeissa suunniteltiin yhteensä 12 vesistökuunnostuskohdetta Aurajoen sivu-uomiin. Raportissa kuvatut kohteet kustannuslaskelmineen ovat apuna vastaavia kohteita suunnitteleville. Toteutettujen altaiden vaikutusta veden laatuun tulisi jatkossa seurata tarkoin esim. hyödyntämällä jatkuvatoimista veden laadun mittaustekniikkaa. Tehtyjen toimien vaikutusten seurannan lisäksi tulee panostaa myös viljelijöiden neuvontaan.

SISÄLTÖ

ESIPUHE	6
1 JOHDANTO	8
2 AURAJOEN VESISTÖALUE	10
3 AURAJOEN VEDEN LAADUN KEHITYS	13
4 AIKAISEMMAT AURAJOEN VESIENSUOJELUHANKKEET JA VESIENSUOJELUA KOSKEVAT SUUNNITELMAT	16
5 AURAJOEN VESITALOUDELLINEN KUNNOSTUS	18
5.1 Hankkeen sisältö ja tavoitteet	18
5.2 Vanhojen mylly- ja vesivarapatojen vesiensuojelullinen merkitys	18
5.2.1 Patoalueiden sedimenttitutkimukset	19
5.2.2 Sedimenttien haitta-ainepitoisuudet	21
5.3 Kosteikko- ja pohjapatokohteiden suunnittelu ja toteutus	22
5.3.1 Kosteikot ja laskeutusaltaat maatalouden vesiensuojelussa	23
5.3.2 Suunnittelukohteet	24
6 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI	36
KIRJALLISUUS	38
LIITE	
Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimus maaliskuussa 2005 -taulukot	40

Ravinteiden, fosforin ja typen, ylitarjonnasta johtuva rehevöityminen on Saaristomeren ja koko Itämeren keskeisin ongelma. Suurin osa Saaristomeren vesistöalueelta tulevas- ta ravinnekuormituksesta on peräisin maataloudesta. Maatalouden hajakuormitus haastaa suunnittelemaan ja toteuttamaan kustannustehokkaita vesiensuojelutoimia ravinnevirtojen pienentämiseksi. Aktiivisuus tältä osin on selvästi kasvanut viime vuosina ja monia hankkeita on käynnissä. Ilmassa on myös tietynlainen ”vesiensuojeluparadigman” muutos, joka täh- dentää tarkoin peltolohkotasolle kohdennettuja täsmätoimia laajoille alueille monistettujen yleisten ratkaisujen sijaan tai lisäksi. Mahdollisesti tarvitaan myös uusia vesiensuojeluinno- vaatioita. Innovointi sekä toimien kohdentaminen ja vaikutusten seuraaminen edellyttävät myös tutkimus- ja kehitystyötä.

Turun ammattikorkeakoulu käynnisti vuonna 2004 hankkeen ”Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepestöjen vähentämiseksi”. Hankkeen muina osapuoli- na olivat Turun yliopiston geologian laitos, Aurajokisäätiö, Turun vesilaitos, Turun satama, Turun kaupungin ympäristönsuojelutoimisto, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Varsinais- Suomen liitto ja Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys. Rahoituksellisesti hanke jakautui kolmeen osahankkeeseen, joihin ulkoista rahoitusta myönnettiin EU:n Tavoite 2 -ohjelmas- ta ja Varsinais-Suomen liiton maakunnan kehittämisrahasta. Omarahoitus koostui hanket- ta hallinnoivan Turun ammattikorkeakoulun ja yksityisten yhteistyökumppanien rahoitus- osuuksista.

Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus -hankkeen tarkoituksena oli kartoittaa patoaltaiden vesiensuojelullista merkitystä Aurajoen vesistöalueella. Hankkeessa selvitettiin vanhojen myl- ly- ja vesivarapatojen kykyä kerätä ravinnepestöisiä sedimenttejä sekä suunniteltiin ja myös osin toteutettiin ravinteita pidättäviä laskeutusaltaita Aurajoen sivu-uomiin.

Edellä mainitun esiselvitys-/suunnitteluhankkeen jatkona toteutettiin hanke ”Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla”, jota rahoitettiin EU:n Leader+ -ohjelmasta. Hankkeessa toteutettiin pohjapatokohteita Aurajoen yläjuoksulle.

Molemmat vesistökuunnostushankkeet liittyivät Turun ammattikorkeakoulun osaamisaluei- siin sekä kestäväen kehityksen ja rakennustekniikan koulutusohjelmien opetukseen. Varsinai- sen toteutushankkeen ”Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla” yhteydessä järjestettiin erityinen tutkimuspaja, joka yhdistää opetusta tutkimus- ja kehitystoimintaan tehokkaasti ja ohjatusti. Hankkeet tuottivat myös kaksi opinnäytetyötä. Katja Suomisen (2005) kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelmaan valmistuneessa opinnäytetyössä perehdyttiin Aura- joen veden laadun muutoksiin ja Hannamaria Yliruusin (2005) työssä laadittiin muutamien tässä raportissa kuvattujen pohjapatokohteiden toteutussuunnitelmat.

Tässä raportissa luodaan katsaus Aurajoen veden laadun muutoksiin, hankkeiden keskeisiin tuloksiin sekä kuvataan pohjapatokohteiden suunnittelun vaiheet ja toteutus. Aineistona on käytetty edellä mainittuja opinnäytetöitä, Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n sedimenttiselvitystä (Kirkkala, 2005), Turun yliopiston maaperägeologian laitoksen sedimenttitutkimusta (Sihvonen ja Lindroos, 2005) sekä aikaisempia Aurajoen veden laatua koskevia selvityksiä ja kehittämissuunnitelmia.

Avainasemassa maatalouden vesiensuojelutoimien toteuttamisessa ovat luonnollisesti maanomistajat ja viljelijät. Erityisen palkitsevaa hankkeiden toteuttamisessa oli maanomistajien aloitteellisuus ja osallistuminen käytännön työhön. Maatalouden harjoittamiseen liittyvät ympäristöongelmat ja haasteet tiedostetaan laajalti viljelijöiden keskuudessa ja työhön vesistöjen tilan parantamiseksi ollaan valmiita osallistumaan. Kohteiden yhteydessä olevat kustannuslaskelmat antavat pohjaa muiden vastaavien kohteiden toteuttamiseen.

Turussa 2.6.2008

Martti Komulainen
Hannamaria Yliruusi
Heli Kanerva-Lehto
Juha Kääriä
Esko Pettay

I | JOHDANTO

Rehevöityminen – levien ja yleisesti kasvituoannon haitallinen lisääntyminen – on Saaristomeren sekä Varsinais-Suomen joki- ja järvesien keskeisin ongelma. Rehevöityminen on seurausta ravinteiden, lähinnä fosforin ja typen liian suuresta määrästä. Ravinnekuormitusta tulee vesistöihin eri lähteistä, kuten taajamien ja asutuksen jätevesistä, teollisuudesta, liikenteestä ja kalankasvatuksesta, mutta maatalouden hajakuormitus on näistä Saaristomeren vesistöalueen kuormituslähteistä merkittävin. Kaukokulkeutumana, ilmalaskeumana ja merivirtausten mukana muualta Itämereltä tulee lisäksi Saaristomerelle mahdollisesti jopa puolet kokonaiskuormituksesta. Valtakunnallisesti maatalouden osuus ihmistoiminnoista peräisin olevasta fosforikuormituksesta on arvioitu olevan noin 60 % ja typpikuormituksesta noin 50 % (Nyroos ja muut, 2006).

Maatalouden vesiensuojelussa on edistytty viime vuosina. Lannoitemäärät ovat pienentyneet, suojavyöhykkeitä on perustettu ja eroosiota ja ravinnevalumia pienentävät maanmuokkausmenetelmät ovat yleistyneet. Toimenpiteistä huolimatta maatalouden fosfori- ja typpikuormitus ei ole merkittävästi vähentynyt 1990-luvun alkupuolen ja 2000-luvun alkupuolen välillä (Silvo ja muut, 2002). Ravinnekuormituksen on todettu 1990-luvun viimeisinä vuosina jopa kasvaneen etenkin varsinaissuomalaisilla jokialueilla, Aura- ja Paimionjoella sekä Savijoella. Kuormituksen kasvu johtuu osin kokonaisvalunnan lisääntymisestä, mikä taas johtuu tavanomaista leudommista talvista.

Vesiensuojelun valtakunnallisista tavoitteista vuoteen 2015 tehtiin periaatepäätös loppuvuonna 2006 (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös, 2006). Valtioneuvoston päätöksellä määritellään valtakunnalliset tavoitteet vesien hyvän tilan saavuttamiseksi. Keskeisimpänä tavoitteena ja haasteena periaatepäätöksessä nähdään ravinnekuormituksesta aiheutuvan rehevöitymisen hillitseminen. Maatalouden osalta periaatepäätöksessä on asetettu tavoitteeksi vähentää kuormitusta kolmanneksella vuoteen 2015 mennessä verrattuna vuosien 2001–2005 tasoon. Pitemmän aikavälin tavoite on puolittaa maatalouden kuormitus.

Vesien tilan parantaminen ja vesiensuojelutavoitteisiin vastaaminen edellyttävät kuormituksen vähentämistä kaikista lähteistä. Maatalouden osalta tarvitaan ympäristötukijärjestelmän tehokasta hyödyntämistä suojavyöhykkeiden, kosteikkojen ja laskeutusaltaiden toteuttamisessa, mutta myös neuvontatukea. Tarvitaan selkeästi myös lisää tutkimustietoa kustannustehokkaimmista vesiensuojeluratkaisuista ja niiden kohdentamisesta alueille, joilla saavutetaan suurin vesiensuojeluhuöty.

Saaristomeren rehevöittävästä fosforikuormituksesta arviolta noin 70 % ja typpikuormituksesta noin 45 % tulee mereen laskevien jokivesien mukana (Kirkkala, 1999). Lounais-Suomen vähäjärvisille seuduille on tyypillistä, että jokien virtaus vaihtelee voimakkaasti kuukausien ja vuosien välillä sekä myös lyhyen ajan sisällä. Jokien kuljettama ravinnemäärä on vahvasti

yhteydessä virtauksen vaihteluihin (ks. kaavio 3, s. 15). Rankat sateet ja leudot talvet lisäävät ravinnevalumia sekä vesistön pintaveden ravinnepitoisuuksia.

Vesistöalueen vesitaloutta säätelemällä voidaan vaikuttaa ravinnekuormituksen määrään. Veden viipymää lisäävät laskeutusaltaat, kosteikot ja pienten patoaltaiden ketjut voivat huolellisesti toteutettuina ja valuma-alueen kokoon mitoitettuina tehokkaasti pidättää kiintoainesta ja kiintoainekseen sitoutuneita ravinteita (ks. esim. Tarvainen ja Ventelä, 2007; Koskiaho ja muut, 2003). Tutkimustulokset altainen vesiensuojelullisesta merkityksestä ovat kuitenkin vaihtelevia ja tältä osin tarvitaan lisätutkimuksia.



Aurajoen vesistöalueesta noin 40 % on peltoa. Kuva: Juha Kääriä

2 | AURAJOEN VESISTÖALUE

Aurajoki alkaa Oripäästä ja virtaa Pöytyän, Auran, Liedon, Kaarinan ja Turun halki Saaristomereen. Pääuoman kokonaispituus on noin 70 km. Aurajoen latvoilla joki on kaipa, mutta se kasvaa ja levenee nopeasti, kun siihen yhtyy sivu-uomia. Aurajoen suurimmat sivujoet ovat Savijoki (valuma-alue 113 km²), Järvijoki (109 km²), Jalkalanjoki (103 km²) ja Vähäjoki- Paattistenjoki (92 km²).

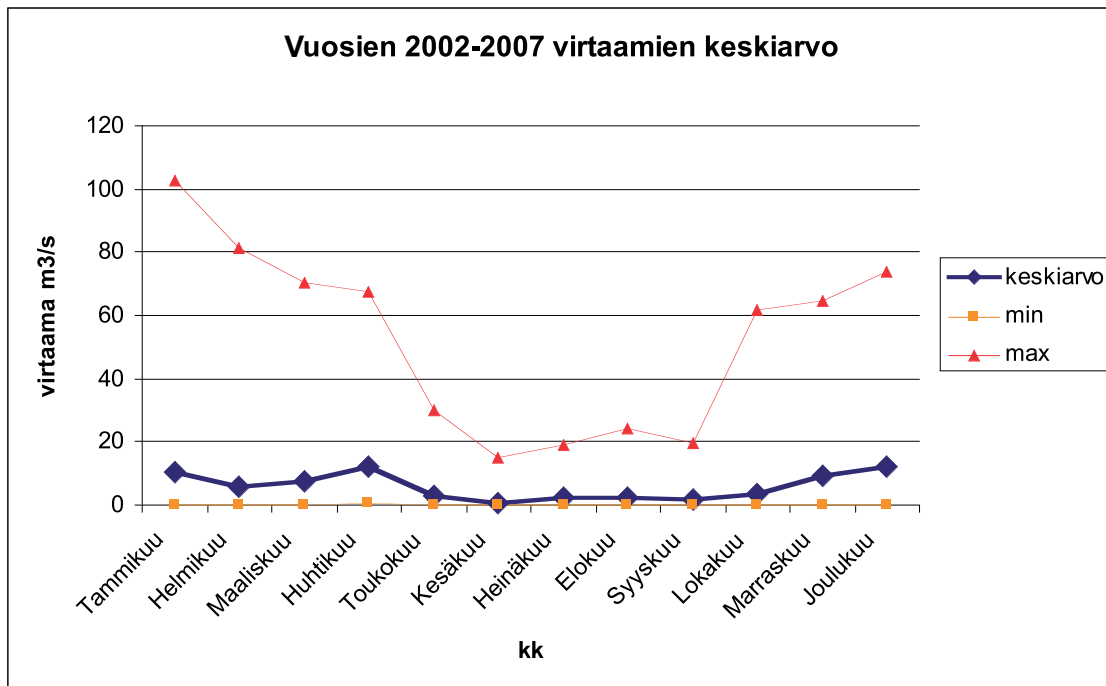
Aurajoen vesistöalueen kokonaispinta-ala on 885 km², josta noin 40 % on peltoa. Vesistöalueella on vain yksi, 1,1 km²:n laajuinen Savojärvi. Lisäksi vesistöalueella on kaksi vedenottoa varten padottua allasta Turun Halisissa ja Maariassa Vähäjoen varrella.

Pääuomassa on kaikkiaan 11 suurempaa koskea sekä useita pienempiä koskia. Koko vesistöalueella on 27 koskea. Putouskorkeus on koko pääuoman pituudella noin 70 m. Putouskorkeudeltaan suurin koskista on Liedon Nautelankoski (putouskorkeus 16,9 m).

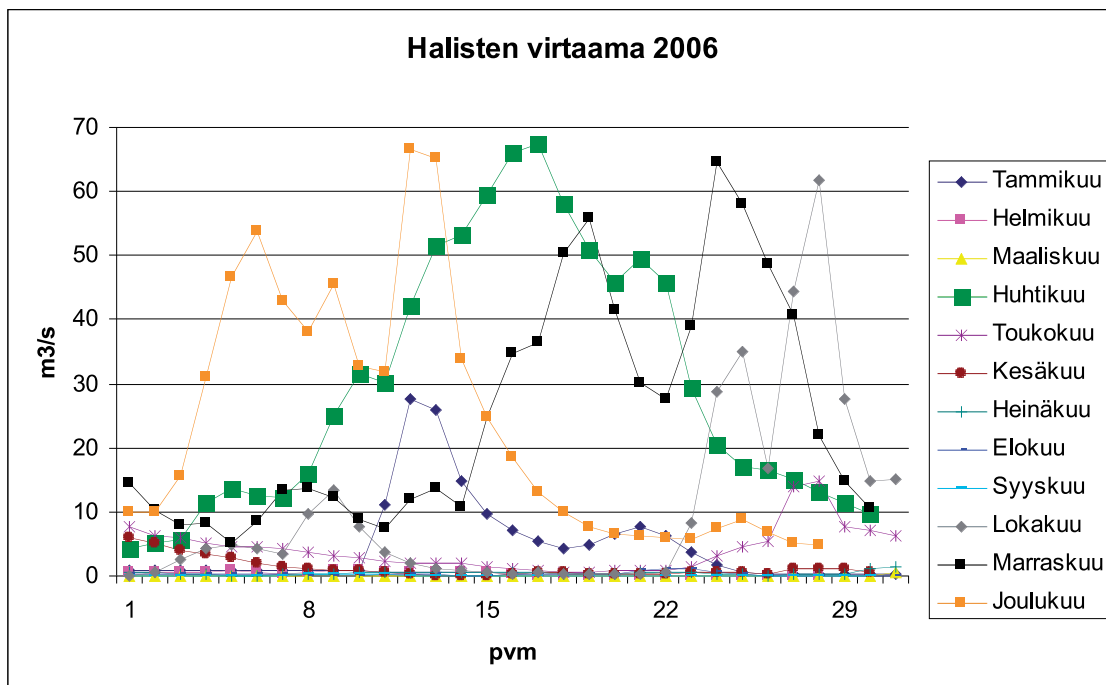
Aurajoen pääuoman kuntien alueella viljellyt pellot ja metsät hallitsevat maisemaa ja maankäyttöä. Jokivarsipelloilla viljellään viljaa, heinää ja jonkin verran myös erikoiskasveja. Erityisesti Paattistenjoen varressa on runsaasti myös kasvihuoneviljelyä. Laidunnus on ollut aiemmin yleistä jokeen viettävillä alueilla, mutta on nykyään harvinaista. Metsien osuus vaihtelee kunnissa taajamavaltaisimpien Kaarinan ja Turun kaupunkien vajaan 40 prosentista Aurajoen yläjuoksun kuntien noin 60 prosenttiin.

Aurajokilaaksossa kallioperä on paksun savikerroksen alla. Kallioperä nousee näkyviin laaksoa rajaavina selänteinä, joiden rinteillä on moreenikasautumia. Aurajoen vesistöalueella maalaajeista hallitsee savi. Karkeampien kivennäismaalajien, kuten hiedan osuus kasvaa yläjuoksulle mentäessä.

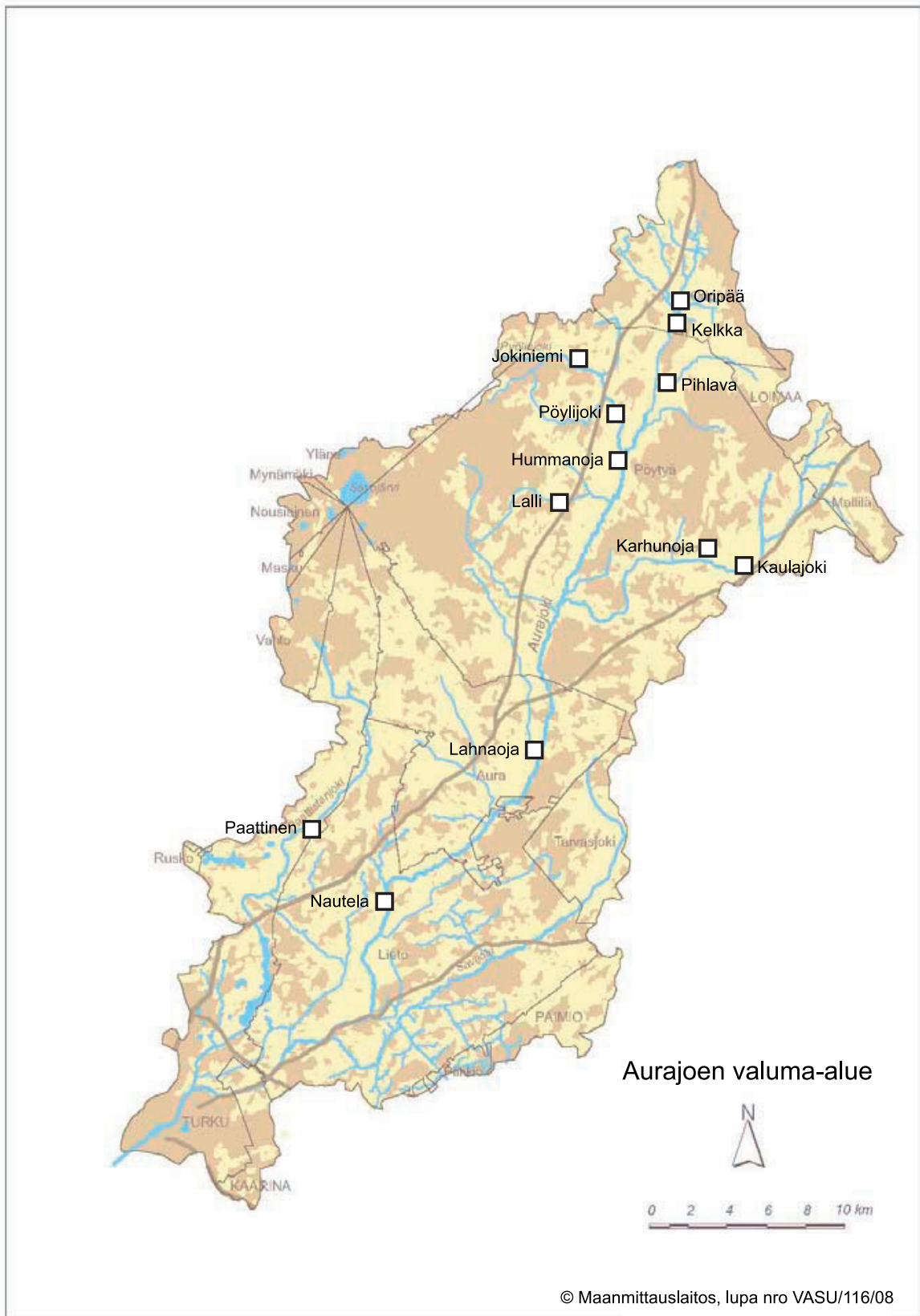
Aurajoen virtausvaihtelut ovat suuria (kaavio 1 ja 2) vesistöalueen vähäjärvisyydestä johtuen. Rankkojen sateiden ja sulamisvesien valuessa uomaan vesimassat kulkevat nopeasti jokea pitkin Saaristomereen. Voimakkaat virtausvaihtelut edistävät kiintoaineksen kulkeutumista jokeen eroosioherkiltä rannoilta sekä pelloilta. Virtausvaihteluita vielä voimistavat ojitetut pellot sekä vettä huonosti läpäisevä savimaa.



Kaavio 1. Halistenkosken virtaamat vv. 2002–2007 eri kuukausina (keskiarvo, minimi- ja maksimiarvot).
Lähde: Turun vesilaitos.



Kaavio 2. Halistenkosken virtaamat v. 2006. Pisteet edustavat yksittäisiä mittausajankohtia.
Lähde: Turun vesilaitos.



Aurajoen vesistöalue. Raportissa kuvatut suunnittelukohteet on merkitty karttaan.

3 | AURAJOEN VEDEN LAADUN KEHITYS

Aurajoki virtaa muiden Saaristomereen laskevien jokien tavoin voimaperäisesti viljellyn alueen halki. Joille on tyypillistä saviaineksista johtuva sameus, rehevyys sekä ajoittaiset leväkukinnat ja ongelmat veden hygieenisessä laadussa. Saaristomereen laskevat joet kuormittavat merkittävästi myös merialuetta. Saaristomereen tulevasta fosforikuormituksesta noin 70 % ja typpikuormituksesta noin 45 % tulee jokivesien mukana (Kirkkala, 1999). Turun edustan merialueella Aurajoen tuoman hajakuormituksen osuus on arviolta noin 46 % (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, 1999).

Aurajoen veden laatua heikentävät maataloudesta ja haja-asutuksesta peräisin oleva hajakuormitus. Aurajokeen johdetaan joen yläjuoksulla myös biologis-kemiallisesti puhdistettuja asumajätevesiä, jotka huonontavat veden laatua vähävirtaamaisina aikoina etenkin jätevesien purkupaikkojen läheisyydessä. Myös haja-asutusalueiden viemäroimättömät jätevedet tuovat oman lisänsä. Eri kuormituslähteiden osuudesta kokonaiskuormituksesta ei ole Aurajoen osalta tarkkaa tutkittua tietoa. Arvioiden mukaan (esim. Jumppanen ja Mattila, 1994) maa- ja metsätaloudesta, karjankasvatuksesta ja haja-asutuksesta peräisin oleva hajakuormitus muodostaa noin 79 % fosforikuormituksesta ja 68 % typpikuormituksesta jätevesikuormituksen ollessa parin prosentin luokkaa.

Pintavesien luokittelussa käytetyn vesistöjen laadullisen yleisluokituksen mukaan Aurajoki asettuu muiden varsinaissuomalaisten jokien tavoin luokkaan välttävä (Lounais-Suomen ja Ahvenanmaan vesien tila 2000-luvun alussa, Lounais-Suomen ympäristökeskus). Laatuluokkaa painavat alas sameus, ravinteiden suuri määrä ja ajoittain huono hygieeninen laatu. Jokiveden sameus on savikkoalueiden joille luonteenomaista eikä luokittelu ole tämän suhteen joen tilaa oikein kuvaava. Hygieeniseltä laadultaan vesi on tavallisesti välttävää, tyydyttävää tai ajoittain alajuoksulla jopa hyvää.

Veden laatu on asumajätevesistä ja niiden heikommasta laimenemisestä johtuen yleensä huonompi joen yläjuoksulla. Sen sijaan kalojen viihtyvyyden kannalta kriittisen hapen osalta jokivesi on tavallisesti hyvää tyydyttäen lohikalojenkin vaatimukset. Ainoastaan vähävirtaamaisina kausina saattaa yläjuoksulla esiintyä hapenvajausta. Toisaalta keskikesällä saattaa etenkin alajuoksulla esiintyä myös runsaasta levämäärästä johtuvaa hapen ylikylläisyyttä.

Veden laatu ja joen mukanaan kuljettama ravinnekuorma vaihtelevat voimakkaasti vuodenajan ja virtaaman mukaan. Tulva-aikoina keväällä ja syksyllä, 1990-luvulta alkaen myös talvella, pelloilta huuhtoutuva aines tuo mukanaan suuret määrät ravinteita joko liukoisena tai maahiukkasiin sitoutuneena. Pakkastalvina 2–4 % ravinteista huuhtoutuu talven aikana, kun taas leutoina talvina jopa 50 % vuotuisesta ravinnevirtaamasta saattaa tulla talvikuukausien aikana. Vähävirtaamaisina kesäkuukausina jätevesien rooli on merkittävä, muodostaen ainakin paikoitellen pääosan jokeen tulevasta ravinnekuormasta.

Ennen kunnallisten jäteveden puhdistamoiden toimintaa asumajätevedet sekä karjatalous huononsivat merkittävästi Aurajoen veden laatua. Huono veden laatu oli havaittavissa myös hajuhaittoina. Viimeistenkin pääuoman kuntien puhdistamoiden käynnistettyä toimintansa 1980-luvun puolivälissä veden laatu on asteittain kohentunut eikä hajuhaittoja juurikaan enää esiinny. Puhdistamotoiminnan vaikutus näkyy myös Turun edustan merialueen tilan kohenemisena 1970–80-luvulla. Pistekuormituksen vähentymisestä huolimatta sekä Aurajoen että merialueen tila on edelleen huolestuttava lähinnä hajakuormituksesta johtuen.

Yhtenäisin menetelmin kerättyä, useita havaintopisteitä käsittävää tietoa Aurajoen veden laadusta on saatavana 1980-luvun puolivälistä alkaen, kun jokivarren puhdistamoiden toimintaan liittyvä velvoitetarkkailu käynnistyi täydessä laajuudessaan. Velvoitetarkkailuja kuntien toimeksiantona tekevän Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n lisäksi veden laatua seuraavat Turun vesilaitos ja Lounais-Suomen ympäristökeskus. Lounais-Suomen ympäristökeskus tekee Aurajoella myös virtaus- ja ravinnevirtaamaseurantaa.

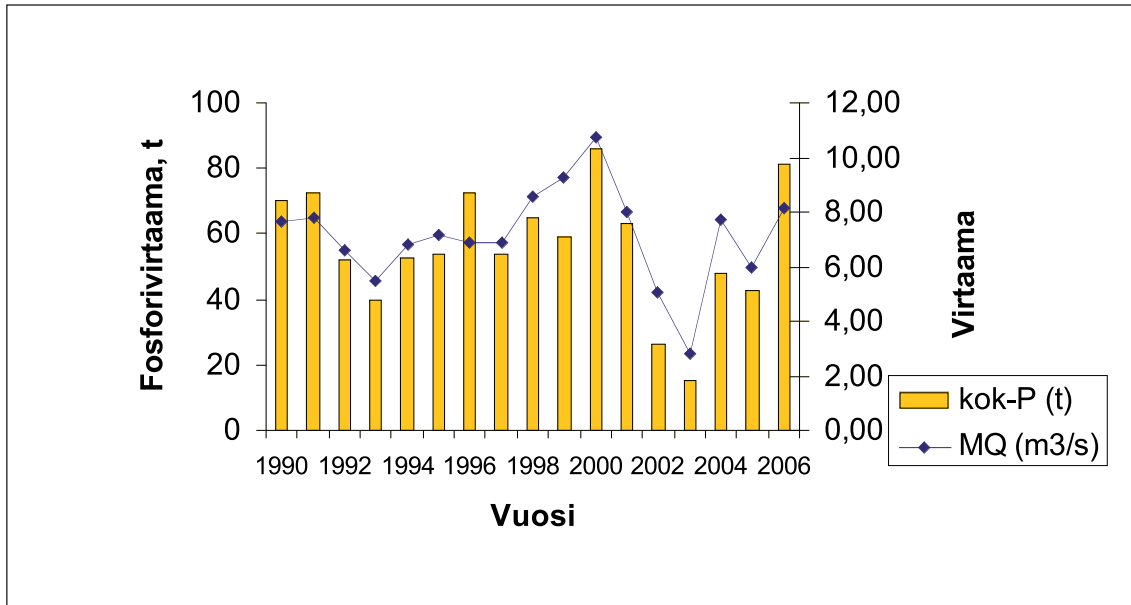
1980-luvun puolivälistä alkaneella havaintojaksolla veden laatua mittaavat tärkeimmät muutujat eli orgaanisen aineen määrää kuvaava biologinen hapenkulutus (BHK), fosforipitoisuus, typpipitoisuus sekä suolistoperäisten bakteerien määrä ovat vaihdelleet huomattavasti lähinnä vuoden sisällä tapahtuvan vaihtelun takia, mutta jonkin verran myös vuosien välillä johtuen mm. vuoden virtaamaoloista. Jos aineistosta suodatetaan vuodenaikaisvaihtelun pois, ei jäljelle jäävässä aineistossa voida nähdä mitään selkeää kehitystä.

Ravinnepitoisuuksien vaihtelu on Aurajoella jopa kymmenkertaista eri paikkojen ja mittausajankohtien välillä. Kokonaistypen pitoisuus on vaihdellut välillä 590–5900 µg/l ja kokonaisfosforin pitoisuus välillä 51–530 µg/l. Ravinnepitoisuudet korreloivat selvästi virtaaman kanssa (Nyberg, 2005).

Hygieenistä likaantumista aiheuttavien suolistoperäisten bakteerien määrät ovat keskimäärin suurempia yläjuoksulla. Suurimmat pitoisuudet havaitaan jäteveden puhdistamoiden alapuolella. Yläjuoksulla jokivesi on hygieenisten haittojen vuoksi etenkin kuivina jaksoina luokiteltavissa voimakkaasti likaantuneeksi.

Ravinnevirtaamat kuvaavat vuotuista joen kuljettamaa ravinnekuormaa. Myös ravinnevirtaamissa on suurta vaihtelua. Fosforivirtaama on vaihdellut vuosien 1970–2006 välillä 12–105 tonnia vuodessa ja typpivirtaama välillä 307–1079 tonnia vuodessa. Vaihtelu noudattelee vuoden keskivirtaaman vaihtelua (kaavio 3).

Aurajoen veden laadussa ei 1980-luvulta alkaneella havaintojaksolla näyttäisi tapahtuneen mitään suurta muutosta. Ammonium-typen ja kokonaistypen pitoisuudet ovat tosin lievästi laskeneet (Nyberg, 2005). Kehityssuuntien tulkintaa hankaloittavat suuret, virtaamaoloista johtuvat vaihtelut vuoden sisällä ja vuosien välillä.



Kaavio 3. Aurajoen keskivirtaama ja fosforivirtaama v. 1990–2006. Lähde: Lounais-Suomen ympäristökeskus



Aurajoen virtaama vaihtelee huomattavasti lyhyelläkin ajanjaksolla. Kuva: Johannes Lahti

4

AIKAISEMMAT AURAJOEN VESIENSUOJELUHANKKEET JA VESIENSUOJELUA KOSKEVAT SUUNNITELMAT

Aurajoen vesiensuojelua koskevia tavoitteita on esitetty valtakunnallisten vesiensuojelun tavoiteohjelmien lisäksi *Aurajoen kehittämisohjelmassa* (Komulainen ja muut, 2002). Ohjelmassa on luotu katsaus Aurajoen veden laadun kehitykseen ja keskeisiin ongelmakohtiin. Ohjelmassa esitetään mm. maatalouden erityisympäristötukineuvojan palkkaamista antamaan erityistukiin liittyvää neuvontaa ja apua tukihakemuksiin liittyen, erityisen vesiensuojelurahaston perustamismahdollisuuksien selvittämistä, kevennettyjen maanmuokkausmenetelmien ja suorakylvön käyttöönoton edistämistä sekä suojavyöhykkeiden, kosteikkojen, laskeutusaltaiden, kalkkisuodinsalaojien ja muiden tehokkaiden, valumavesien viipymään ja ravinteiden pidättymiseen vaikuttavien vesiensuojelutoimien toteuttamista.

Keskeinen rahoitusinstrumentti maatalouden vesiensuojelussa on ja tulee jatkossakin olemaan maatalouden erityisympäristötuki, jonka kautta voidaan rahoittaa mm. suojavyöhykkeiden perustamista ja hoitoa sekä kosteikkoja ja laskeutusaltaita. Jälkimmäisten kannalta tuki ei ole aiemmin ollut erityisen kannustava, mutta tilanne on oleellisesti parantunut vasta-alkaneella tukikaudella ei-tuotannollisten investointien tultua mahdolliseksi.

Maatalouden erityisympäristötukien täysimittaiseksi hyödyntämiseksi tarvitaan aina tilatasolle ulottuvaa neuvontaa ja tukien markkinointia. Aurajokisäätiö on tehnyt ympäristötuen erityistukiin liittyvää *tilakohtaista neuvontatyötä* Aurajoen vesistöalueella vuodesta 2001 alkaen. Ympäristötukineuvonnan vaikutus näkyy tukisopimusten jakaantumisessa koko Varsinais-Suomen alueella: vajaa 19 % kaikista hakemuksista v. 2001–2003 oli peräisin Aurajoen pääuoman kunnista. Osin tehokkaan neuvonnan ansiosta suojavyöhykkeiden toteutumisaste, mitattuna Lounais-Suomen ympäristökeskuksen laatiman suojavyöhykkeiden yleissuunnitelman (Koivisto ja muut 2000a,b) määrittelemään tarpeeseen nähden, on noussut vuoden 2000 8 prosentista vuoden 2006 vajaaseen 42,7 prosenttiin (arvio) ja suojavyöhykkeiden hehtaarimäärät ovat kasvaneet vastaavasti 53 hehtaarista 283 hehtaariin (lähde: Lounais-Suomen ympäristökeskus). Neuvontahanke osoittaa, että pienelläkin vuotuisella panostuksella (muutamien kuukauden neuvojan palkka) voidaan saada aikaan paljon edistystä vesiensuojelutoimissa.

Tilakohtaista neuvontaa tehtiin myös Lounais-Suomen ympäristökeskuksen, MTK-Varsinais-Suomen, ProAgria Farman ja Suomen ympäristökeskuksen yhteishankkeessa ”*Savijoen maatalouspilotti*” (Kulmala, 2005). Hankkeen tavoitteena oli kehittää tilakohtaista ympäristöneuvontaa tehokkaiden ympäristönsuojeluratkaisujen löytämiseksi. Hankkeessa tehtiin Savijoen alueen maatiloilla selvityksiä vesiensuojelun ja muun ympäristönsuojelun ongelmakohtista.

Havaintojen ja keskustelujen perusteella pohdittiin kullekin tilalle sopivia ympäristönsuojelutoimenpiteitä. Hankkeessa kartoitettiin mm. suojakaistojen hoidon tila ja etsittiin hoidosta kiinnostuneita urakoitsijoita. Lisäksi selvitettiin vesiensuojelua palvelevien erityistukimuotojen soveltuvuutta ja käytännön toteutusta maatiloilla. Tilatasolla tehdyn neuvontatyön lopputuloksena oli jokaiselle tilalle tehty neuvontalomake, johon oli koottu tilan sen hetkinen ympäristönhoidon tila ja suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Jokaiselle tilalle laskettiin muutamalta lohkolta ravinnetaseita lannoitussuunnittelun avuksi.

Aurajoen sivujoki, Savijoki, on ollut myös kohteena, kun on selvitetty maatalouden ympäristötukien vaikuttavuutta mm. viljelijöitä haastatteleamalla (Pyykkönen ja Grönroos, 2004). Päähavainto *MYTVAS*-selvityksestä Savijoen osalta on se, että lannoitusmäärät ovat pienentyneet koko 1990-luvun ja että tarvitaan vesiensuojelutoimien tarkkaa tilakohtaista suunnittelua.

Hyvän pohjan ravinteita pidättävien suojavyöhykkeiden toteuttamiseksi muodostavat Lounais-Suomen ympäristökeskuksen laatimat *suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmat* (Koivisto ja muut, 2000a ja b).

Erilaisten maanmuokkausmenetelmien vaikutusta ravinnevalumiin on tutkittu Aurajoen *Haagan koekentällä*. Näissä, kuten monissa muissakin vastaavissa kokeissa, havaittiin ympärivuotisen kasvipeitteen tai kevennetyn muokkauksen pienentävän merkittävästi eroosiota, kiintoainekuormaa ja kiintoainekseen sitoutuneita ravinteita, kun taas vesiliukoisien fosforin määrä kasvoi syksyiseen kyntökäsittelyyn verrattuna (esim. Puustinen ja muut, 2007). Edelleen tutkimuksissa havaittiin sääolosuhteiden vaikuttavan merkittävästi ravinnevalumiin ja myös maanmuokkaustapojen välisiin eroihin. Ravinnevalumat olivat suurimpia ja erot eri maanmuokkaustapojen välillä olivat selkeimmät ”hydrologisesti epäedullisina vuosina” (satteen syksy ja leuto talvi) (Puustinen ja muut, 2007).



Keväistä Aurajokea. Kuva: Johannes Lahti

5.1 HANKKEEN SISÄLTÖ JA TAVOITTEET

”Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi”-hankkeen tavoitteena oli kartoittaa Aurajoen vesistöalueen vanhat vesirakenteet, kuten mylly- ja vesivarapadot, selvittää näiden merkitystä vesiensuojelussa, tutkia patoaltaiden kunnostusmenetelmiä, tehdä suunnitelmia vesiensuojelukosteikoista ja pohjapadoista hajakuormituksesta peräisin olevan ravinnekuormituksen pienentämiseksi sekä laajemmin selvittää veden viipymää lisääviä toimenpiteitä ja niiden järkevää kohdentamista Aurajoen vesistöalueella.

Hankkeen tavoitteena oli:

1. Laatia kartoitus vanhojen patoaltaiden tilasta ja merkityksestä vesiensuojelussa.
2. Kehittää teknisiä ratkaisuja patoaltaiden sedimenttien taloudelliselle talteenotolle ja kierrättämiselle maanviljelyn käyttöön.
3. Luoda em. ratkaisuihin perustuva toimintaohjelma patoaltaiden huollolle.
4. Selvittää tarpeet ja mahdollisuudet uusille veden viipymään vaikuttaville toimenpiteille, kuten laskeutusaltaille ja kosteikoille Aurajoen vesistöalueella.
5. Edistää vesiensuojelukosteikkojen toteuttamista suunnittelemalla ja toteuttamalla myös maisemanhoitoa ja luonnon monimuotoisuutta palvelevia kosteikkoja.
6. Selvittää kustannustehokkaita menetelmiä jokivesien kiintoainekseen sitoutuneen ravinnekuormituksen vähentämiseksi.

Jatkohankkeena esiselvityshankkeelle käynnistettiin vuonna 2005 ”Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla” -hanke, jossa toteutettiin pohjapatokohteita Aurajoen yläjuoksulle. Hanke päättyi vuoden 2007 lopussa.

5.2 VANHOJEN MYLLY- JA VESIVARAPATOJEN VESIENSUOJELULLINEN MERKITYS

Hankkeen eräänä tavoitteena oli selvittää vanhojen patoalueiden käyttöä kiintoaineen ja ravinteiden kerääjinä. Hankkeessa mitattiin Aurajoen patoaltaihin kertyneen lietteen määrää ja laatua. Mittausten perusteella arvioitiin altainen ruoppaustarve ja -mahdollisuudet.

Turun yliopiston geologian laitoksen kanssa luodattiin Aurajoen patoaltaat sekä tutkittiin Halisten allasta myös maatumkalla. Sedimenttitutkimukset toteutettiin talvella 2004–2005. Patoaltaista kairattiin myös sedimenttinäytteet ja otettiin haitta-aineanalyysit Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n toimesta.

5.2.1 Patoalueiden sedimenttitutkimukset

Sedimenttitutkimuksen kohteiksi valittiin seitsemän Aurajoen patoallasta: Koskelankoski (Pöytyä), Riihikoski (Pöytyä), Kuuskoski (Aura), Leppäkoski (Aura), Nautelankoski (Lieto), Vierunkoski (Lieto) ja Halistenkoski (Turku).

Maatutka- ja kaikuluotauslinjat sekä tarkempi sedimenttitutkimus osoittivat että Halistenkosken patoallas on Aurajoen patoaltaista ainoa, johon kerrostuu merkittäviä määriä sedimenttiä. Muiden alaiden kapea muoto, matala vesisyvyys sekä patoaltaissa esiintyvä virtaus estävät sedimentin kerrostumisen. Tutkimusalueiden pohjanmuotojen ja kerrospaksuuksien selvittämiseksi altaat luodattiin Turun yliopiston geologian laitoksen SI-Texhonda kaikuluotaimella (kaikki altaat) sekä Ramac/GPR 50 MHz maatutkaluotaimella (Halistenkoski). Luotaustulosten perusteella valittiin patoalaiden näytteenottopisteet. Näytteenottovälineistönä oli tankokäyttöinen venäläinen suokaira, jolla saatavan osanäytteen maksimipituus oli 50 cm.

Turun yliopiston geologian laitoksen tutkimusten perusteella Halistenaltaan pintasedimenttinäytteet olivat makroskooppisen kuvauksen, vesipitoisuus-, hehkutushäviö- ja raekokomääritysten osalta suhteellisen samanlaisia. Orgaanisen aineksen määrä oli kaikissa näytteissä suhteellisen pieni.

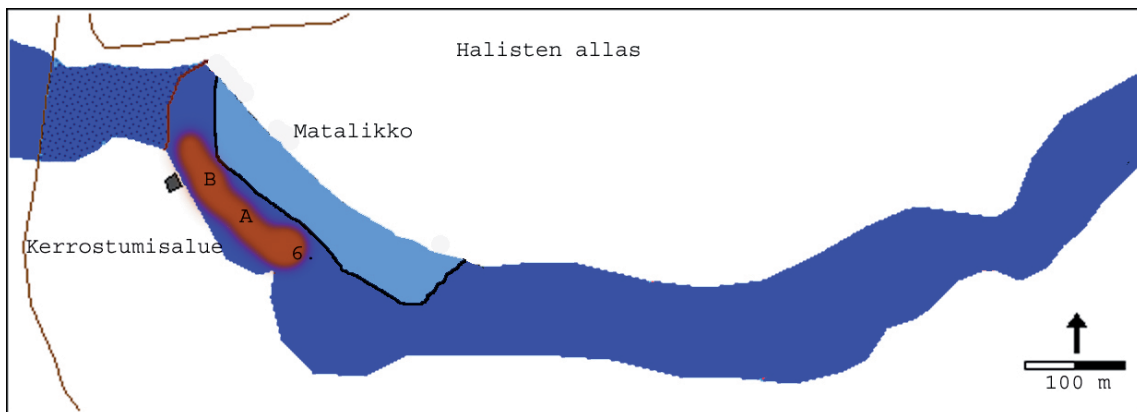
Vuosina 1972–73 Halisten säännöstelypatoa korotettiin siten, että altaan vesitilavuus kaksinkertaistui (Stenroos ja muut, 1998). Joen pohjoiskaarre, alue joka luotauskuvin erottui selvästi muuta pohjaa matalampana, oli ennen vuotta 1972 vesijättömaata. Padon korotuksen yhteydessä aluetta myös ruopattiin. Kairaustulosten ja historiallisen tiedon perusteella voidaan altaan pohjoiskaarten matalikon sedimenttien todeta todennäköisesti olevan merellistä Litorina-sedimenttiä, joka on kerrostunut alueelle ennen merenlahden mataloitumista Aurajoen alajuoksuksi 800–1000-luvuilla (Stenroos ja muut, 1998). Matalikkoalueelle ei kairausten mukaan kerrostu hienoainesmateriaalia, joten sitä ei voida pitää sedimentin poiston kannalta merkityksellisenä.

Pääkerrostumisalue Halisten patoaltaalla voidaan tämän tutkimuksen perusteella osoittaa lähelle itse patoa, altaan vesilaitoksen puoleiselle sivulle (kuva s. 20). Alueella sedimenttipaksuus lisääntyy kohti patoa ja vaihtelee välillä 1,15–2,64 metriä. Sedimentin määrä vähenee nopeasti vesisyvyyden laskiessa ja pääkerrostumisalueen leveydeksi voidaan arvioida noin 15 metriä.

Edellä esitettyjen syvyyksien ja etäisyyksien perusteella alueella arvioitiin tutkimushetkellä olevan noin 700–1000 m³ ruopattavaa sedimenttiä (Sihvonen ja Lindroos, 2005). Silmämääräisten havaintojen mukaan alueella olevan sedimentin määrä vaihtelee huomattavasti ja ylittää ajoittain vedenpinnan tasolle. Tämä erittäin hienojakoinen aines kuitenkin kulkeutuu pois välittömästi sen jälkeen kun joen virtaama nousee ja patoluukkuja avataan. Vuosittaisen sedimentaation määrän selvittämiseksi alueella tulisi tehdä tarkempia määrittämiä sedimentin kertymisestä ja virtaaman vaikutuksista siihen.



Hankkeen aikana tutkitut Aurajoen patoaltaat.



Halisten altaan ruopattavissa olevan sedimentin kerrostumisalue sekä haitta-aineanalyysien näytepisteet A, B ja 6.



Luotausta Aurajoella. Kuva: Eila Varjo

5.2.2 Sedimenttien haitta-ainepitoisuudet

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n 23.3.2005 Halisten patoaltaassa tekemän sedimenttitutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko pohjasedimentissä haitta-aineita. Sedimentin haitta-ainepitoisuuksia arvioitiin ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen (2004) mukaisesti. Kaikista näytteistä määritettiin kuiva-aine, hehkutusjäännös ja siitä hehkutushäviö sekä tiheys. Näytteistä määritettiin myös elohopea (Hg), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), sinkki (Zn) ja arseeni (As), PAH-, PCB, ja tributyyliitinan (TBT)-pitoisuudet, sekä raekoostumus. Pisteiden Halinen 6 molemmista näytteistä määritettiin myös polyklooratut dibentsodioksiinit (PCDD) ja polyklooratut dibentsofuraanit (PCDF) sekä kloorifenolit. Tutkimuksen haitta-ainemääritykset toteutettiin akkreditoituissa laboratorioissa, joissa määrittäminen alittaa sedimenttien läjityskelpoisuuden haitta-ainetason 1.

Raskasmetallien pitoisuudet olivat kaikissa näytteissä pieniä. Vain näytepisteiden A ja B pintakerroksen normalisoitu sinkkipitoisuus ylitti ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen tason 1 (170 mg/kg) raja-arvon.

Polyaromaattisten hiiliyhdisteiden (PAH) ja PCB -yhdisteiden pitoisuudet olivat pääosin alhaisia. Pisteellä B sedimenttisyvyydellä 25–50 cm kolmen ja pisteellä 6 sedimenttisyvyydellä 0–10 cm yhden PAH-yhdisteen pitoisuudet ylittivät tason 1 raja-arvot (ks. liite).

Näytepisteeltä 6 tutkittiin myös dioksiinien ja furaanien pitoisuudet molemmilta sedimenttisyvyyksiltä. Näytteistä löytyi mitattavia määriä sahateollisuuden käyttämän sinistymisenestoaineen Ky5:n tiettyjä hajoamistuotteita, mikä kertonee aiemmasta kuormituksesta. Syvemässä näytteessä pitoisuudet olivat selvästi pintakerrosta suurempia. Haitallisuutta kuvaava toksisuusekvivalentti (WHO-TEQ) oli kuitenkin molemmissa näytteissä selvästi ympäristöministeriön tason 1 raja-arvoa pienempi.

Tributyylitinan pitoisuus alitti kaikissa näytteissä määritystarkkuuden ja normalisoitu pitoisuus oli siten myös tason 1 raja-arvoa pienempi.

Kolmesta näytepisteestä eri sedimenttisyvyyksiltä tehty haitta-ainetutkimus antaa viitteitä Halisten patoaltaan pohjasedimentin laadusta. Näytteiden raskasmetalli-, kloorifenoli-, PAH- ja PCB- sekä TBT-pitoisuuksien perusteella sedimentti näyttäisi olevan melko puhdasta. Sedimentin laatu vaihteli näytteissä merkittävästi ja vaihtelee koko altaankin mittakaavassa. Tulosten perusteella ei voi tehdä sitä johtopäätöstä, että altaan sedimentti kaikilta osin olisi yhtä puhdasta. Mikäli altaalle suunnitellaan kunnostustoimenpiteitä, haitta-aineiden pitoisuudet (erityisesti dioksiinien ja furaanien) tulee selvittää altaan eri osissa ja eri sedimenttisyvyyksillä tarkemmin (Kirkkala, 2005).

Hankkeen aikana pyydettiin myös Lounais-Suomen ympäristökeskukselta arvio Aurajoen valuma-alueen mahdollisesti pilaantuneista maaperäalueista. Raportin mukaan valuma-alueella on lukuisia alueita, joiden maaperän tiedetään pilaantuneen. Lisäksi valuma-alueella on suuri joukko alueita, joiden maaperä on todennäköisesti tai mahdollisesti pilaantunut. Maaperää ovat pilanneet niin puunkyllästyslaitokset kuin polttoaineen jakeluasemat, konepajat ja kaatopaikat. Näistä kohteista ei kuitenkaan Halisten altaan sedimenttianalyyysien perusteella pääse enää kertymään Aurajoen sedimenttiin merkittäviä määriä haitta-aineita.

5.3 KOSTEIKKO- JA POHJAPATOKOHTEIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus -esiselvityshankkeen aikana kartoitettiin maastokarttojen ja maanomistajien yhteydenottojen perusteella 29 mahdollista pohjapato-, kosteikko ja laskeutusallaskohdetta. Kartoitetuista kohteista kymmenessä tehtiin maastomittaukset, joista seitsemään laadittiin rakentamissuunnitelmat. Näistä seitsemästä kohteesta kolme toteutettiin hankkeen aikana vuonna 2005. Neljäs kohde valmistui elokuussa 2006 ja kaksi seuraavaa keväällä 2007. Vuonna 2006 ja 2007 toteutettujen kohteiden rakentamista varten käynnistettiin uusi Leader+ -rahoitusohjelman hanke ”Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla”. Kyseisen hankkeen aikana suunniteltiin ja toteutettiin kuusi uutta vesistö-kunnostuskohdetta.

Kohteita kartoitettaessa ja jatkotoimenpiteitä suunniteltaessa tärkeänä kriteerinä pidettiin maanomistajien myönteistä suhtautumista kunnostustoimenpiteiden toteuttamiseen. Lisäksi korostettiin sitä, että vesiuomaa ei voitu laskea vesistöksi ja että kohde oli maanviljelyvaltaisella alueella. Kriteereillä pyrittiin siihen, että suunnitellut toimenpiteet oli mahdollista toteuttaa ilman vesilain mukaista lupakäsittelyä ja toisaalta toimenpiteet haluttiin kohdentaa juuri maataloudesta aiheutuvien vesistöongelmien pienentämiseen. Lähtökohtana suunnitte-

lussa ei ollut mitoitettua kosteikkoja valuma-alueen mukaisesti, vaan patokohteet toteutettiin maaston ja maanomistusolojen ehdoilla.

Maanviljelystä aiheutuvien vesistöhaittojen vähentämistoimenpiteet voidaan toteuttaa monessa eri vaiheessa veden kulkureitillä pellolta vesistöön. Lähtökohtana tulisi olla kuormituksen syntymisen estäminen jo pelloilla ja pelto-ojissa (Puustinen ja muut, 2001). Tässä raportissa kuvatuissa hankkeissa keskityttiin toimenpiteisiin, jotka tähtäävät peltoviljelyn valuma- ja kiviainesvesien ravinnepitoisuuden ja kiintoaineksen vähentämiseen Aurajoen vesistöalueella. Toimenpiteet suunnattiin viljelypeltojen valtaajiin, jolloin ravinteiden ja kiintoaineksen kulkeutuminen Aurajokeen vähenee. Toteutetuissa kohteissa valumavesien ravinnepitoisuutta pyrittiin vähentämään valtaajiin rakennetuilla kosteikoilla, laskeutusaltailla sekä pohjapadoilla.

5.3.1 Kosteikot ja laskeutusaltat maatalouden vesiensuojelussa

Vesiensuojelukosteikolla tarkoitetaan vesistökuormitusta vähentävää ojan, puroon, joen tai muun vesistön osaa ja sen ranta-aluetta, joka suuren osan vuodesta on veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana. Kosteikossa kasvillisuus hidastaa veden virtausta ja sitoo kasvuunsa ravinteita, jolloin kosteikon avulla saadaan vähennettyä veden kiintoaines-, fosfori- ja typpipitoisuutta.

Laskeutusallas on kaivamalla tai patoamalla ojaan tai puroon tehty allas, jossa virtausnopeutta vähentämällä otetaan talteen kiintoainetta ja maahiukkasiin sitoutuneita ravinteita ja mahdollisesti torjunta-aineita. Laskeutusallas vähentää vesistössä lähinnä liettymisestä aiheutuva rehevöitymistä. Liukoisten ravinteiden tyyppiä ja fosforin määrää ei tavanomaisilla laskeutusaltailla voida vaikuttaa. Laskeutusaltan toiminta perustuu veden virtausnopeuden hidastamiseen sekä pyörteisyyden vähentämiseen. Virtausnopeuden hidastuessa vedessä olevat maahiukkasrat voivat laskeutua altaan pohjalle.

Laskeutusaltaiden ja kosteikkojen ravinteiden pidätystehokkuus vaihtelee suuresti (esim. Baskerud ja muut, 2005). Siihen vaikuttavat muun muassa altaiden rakenne, valuma-alueeseen liittyvät ympäristötekijät, sää sekä se, kuinka kohteen rakentaminen on toteutettu. Tehokkuuden kannalta kosteikon keskeinen mitoitussuure on sen pinta-ala suhteessa valuma-alueen pinta-alaan. Oikealla mitoituksella ja muotoilulla saadaan veden viipymäaika (WRT, water residence time) kosteikossa tai laskeutusaltaassa riittäväksi, jolloin kiintoainetta laskeutuu altaan pohjalle sekä pidättyy kosteikon maaperään ja kasvillisuuteen. Kolme eteläsuomalaisista kosteikkoa käsittelevässä tutkimuksessa veden viipymäaika todettiin keskeiseksi kosteikon ravinteiden pidättymistä sääteleväksi muuttujaksi: alhaisimman viipymäajan kosteikko toimi huonosti ja lisäsi ajoittain liukoisen fosforin huuhtoutumista (Koskiaho ja muut, 2003).

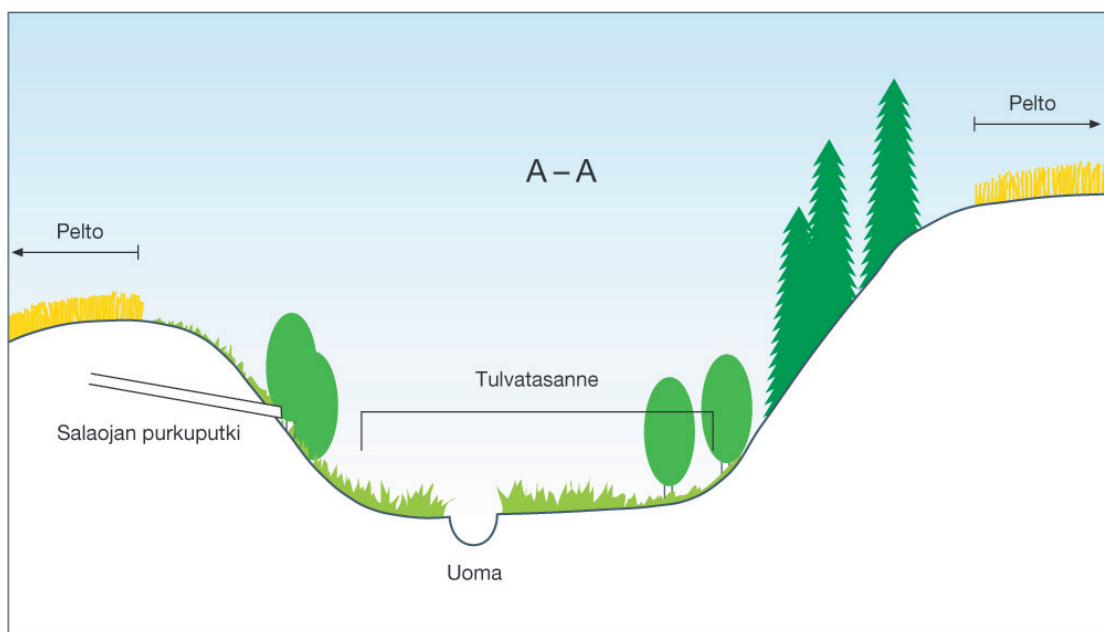
Noin 0,5 %:n valuma-aluesuhteen kosteikot voivat olla kohtuullisen tehokkaita kiintoaineen ja ravinteiden pidättäjiä. Merkittäviin fosfori- tai typpireduktioihin päästään, kun kosteikon pinta-ala on yli 2 % valuma-alueen pinta-alasta (Puustinen ja muut, 2007). Valtaajaan tai puroomaan pidemmälle matkalle sijoitettavat patoallasketjut voivat toimia kiintoaineksen

pidättäjinä, kun niiden yhteispinta-ala on riittävän suuri. Kosteikot ja laskeutusaltaat pitää mitoittaa siten, että ne toimivat myös tulva-aikoina, jolloin tulee suurin osa ravinnekuorimituksesta. Vesistökuunnostusten toimenpiteiden huolellinen suunnittelu, toteuttaminen ja seuranta ovatkin ensiarvoisen tärkeitä.

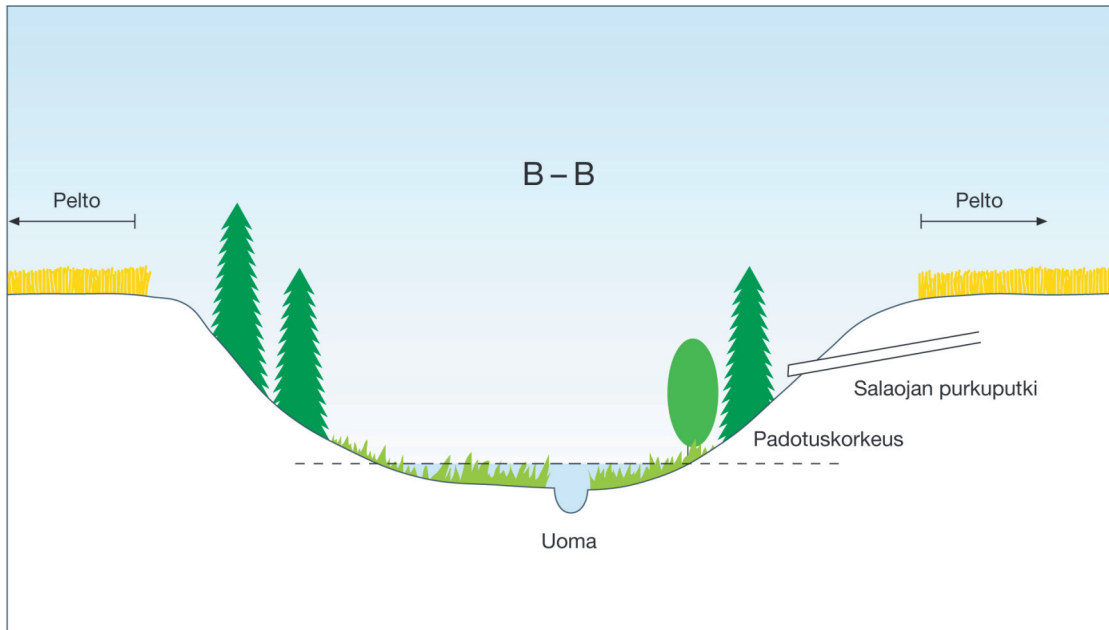
5.3.2 Suunnittelukohteet

Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden edullisin toteuttamistapa on padota vesiuoma esimerkiksi *pohjapadolla*. Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus -hankkeessa pohjapatojen sisus rakennettiin savesta ja suojattiin suodatinkankaalla. Pintaosat tehtiin luonnonkivistä ja padon ja uoman saumakohta savettiin. Alaluiska muotoiltiin niin loivaksi, että kalojen kulku padon yli on mahdollista. Pohjapadot rakennettiin kaareviksi ja keskelle päin kalteviksi virtauksen keskittämiseksi kuivakausina padon keskelle. Sen edustalle kaivettiin pieni allas, johon vedessä oleva kiintoaines voi laskeutua. Pohjapatojen vaikutus vesistökuunnostamisessa muodostuu padon virtaamaa hidastavasta ja tasaavasta vaikutuksesta sekä alimpien vedenkorkeuksien nostamisesta, jolloin uoman reunojen sortuminen kuivina kausina vähenee. Koska pohjapato on uomassa koskimainen elementti, se toimii myös veden ilmastajana sekä miellyttävänä yksityiskohtana maisemassa. Patoja voidaan rakentaa uomaan useampia, jolloin puhutaan pohjapatoketjusta. Pienten pohjapatojen ketjusta on saatu mm. Pyhäjärven valuma-alueelta hyviä kokemuksia (Tarvainen ja Ventelä, 2007).

Aurajoen valuma-alueella kartoitetut kohteet olivat poikkileikkaukseltaan useimmiten alla olevan kuvan mukaisia. Itse uoma on hyvin pieni ja se mutkittelee syvällä laaksossa. Uomaa ympäröi leveä tulvatasanne.



Tyypillinen vesistökuunnostuskohteen uoman poikkileikkaus Aurajoen valuma-alueella. Kuva: Sakari Kinnunen



Uoman sopiva padotuskorkeus. Kuva: Sakari Kinnunen

Tällaisen kohteen padotuskorkeus suunniteltiin siten, että vedenpinnan nosto ei aiheuta vetymisvahinkoa tai kuivatusvaikeuksia pelloille. Esimerkiksi kosteikkoa muodostettaessa padotuskorkeus voisi olla yllä olevan kuvan mukainen.

Kunnostustoimenpiteet valittiin ja suunniteltiin jokaiseen kohteeseen yksilöllisesti. Kaikkiin kohteisiin rakennettiin pohjapatoja ja kahteen toteutettiin laskeutusaltaita. Uusia kosteikkoja ei perustettu, vaan jo olemassa olevien kosteikkojen toimintaa pyrittiin tukemaan. Eri kunnostustoimenpiteiden valintaan vaikuttivat muun muassa maaston ja uoman muoto, kasvillisuus, uoman koko, salaojitus sekä kohteen saavutettavuus.

Mahdolliset vesistökuunnostuskohteet arvioitiin ensin maastossa. Mikäli kohde havaittiin toteuttamiskelpoiseksi, keskusteltiin maanomistajien kanssa erilaisista toimenpiteistä. Seuraavaksi kohteessa tehtiin maastomittaukset, joiden pohjalta laadittiin asemapiirustus ja uoman pituusleikkaus. Tämän jälkeen valittiin kunnostustoimenpiteet. Kun suunnitelmat olivat valmistuneet, ne hyväksyttiin maanomistajilla ja heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus toimenpiteiden toteuttamiseen. Suunnitelmien pohjalta laadittiin lopuksi kustannusarvio. Toteutettujen kohteiden kustannukset käyvät ilmi taulukosta 1 (s. 35). Suunnitelmien mukaiset pohjapadot sekä maaleikkaukset tehtiin tela-alustaisella kaivinkoneella. Osa kohteista rakennettiin talviaikaan, jolloin maanomistajat aurasivat pelloilleen sopivat kulkureitit sekä rakennuskiviä kuljettavalle kalustolle, että kaivinkoneelle.

Paattisten vesistökuunnostuskohde

Ensimmäinen rakennettu kohde sijaitsee Paattistenjokeen laskeutuvassa pellon valtaojassa lähellä Paattisten kirkkoa. Kohteeseen rakennettiin ylävirtaan kolmen pienen pohjapadon ket-



Paattisten kaivamalla ja patoamalla rakennettu laskeutusallas 12.4.2006. Kuva: Hannamaria Yliruusi

ju, joiden jälkeen ojaan padottiin kaksi laskeutusallasta. Ensimmäinen laskeutusallas kaivettiin kaivinkoneella ja padottiin. Toinen laskeutusallas muodostettiin pelkästään patoamalla.

Rakentamisen jälkeen Paattisten vesistökuunnostuskohdetta on seurattu säännöllisesti. Kuivan kesän 2006 jälkeen kohteen ensimmäisessä laskeutusaltaassa oli selvästi havaittavissa altaan pohjalle kertynyttä maa-ainesta. Karkeasti arvioiden altaan pohjalle oli puolentoista vuoden aikana kerääntynyt noin 15 senttimetrin kerros sedimenttiä. Aikaisemmin on ajateltu, että savimaa on äärimmäisen vaikeasti laskeutuvaa ja on esitetty arvioita, että savi ei välttämättä laskeutuisi altaisiin (mm. Ruohtula 1996, Maa- ja metsätalousministeriö 2005). Paattisten kokemuksen perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että laskeutumista on tapahtunut.

Liedon Nautelan kartano

Nautelan kartano sijaitsee Vanhan Tampereentien varressa Nautelankosken kupeessa. Kohde on tyyppillinen Aurajoen sivuoja. Uoma on noin 0,5 metriä leveä ja se mutkittelee ja haaroo kosteikkokasvillisuuden seassa syvällä leveässä tulvauoman pohjassa.

Nautelan kartanon kohteeseen suunniteltiin kaksi pohjapatoa, joista matalampi nostaa vettä noin 0,5 metriä ja korkeampi noin 1,5 metriä. Padot muodostavat uomaan kaksi laskeutusallasta. Korkeampi pohjapato rakennettiin vanhan romahtaneen peltotien päälle. Uoman ylittävä tie on jo aikaisemmin padottanut kohtaan vettä, joten paikalla esiintyi kosteikko-

kasvillisuutta. Kohteessa haluttiin säilyttää virtaus myös pienen virtaaman aikana, jolloin korkeamman padon toteuttaminen perinteisenä ylivuotopatona ei tullut kysymykseen. Tästä johtuen Nautelassa päädyttiin kokeilemaan patorakennetta, jossa patoon asennettu putki säilyttää uomassa virtauksen myös kuivana aikana. Muissa kohteissa tällaista putkella varustettua rakennetta on vältetty, sillä ne tarvitsevat huoltoa ja jatkuvaa seuranta. Putki tukkeutuu helposti ja jäätyminen saattaa vaurioittaa sitä. Nautelan padossa putki on kuitenkin toiminut moitteettomasti. Pintaroskien pääsy putkeen on pyritty estämään putken päähän liitettyllä alaspäin asennetulla kulmaliitoksella. Myöskään jäätymisestä ei talvella 2006 koitunut ongelmia.

Putkella varustettua pohjapatoa piti kuitenkin korjata keväällä 2006, sillä talven aikana vesi oli syövyttänyt padon yläreunaan kulkureitin padon läpi. Syöpynyt reikä täytettiin savella ja kohta päällystettiin suodatinkankaalla. Korjauksen jälkeen pato on toiminut hyvin, eikä vuotoja havaittu.

Auran Lahnaoja

Kolmas rakennettu kohde sijaitsee peltojen ympäröimänä Lahnaojassa noin kilometri ennen kuin se laskee Aurajokeen. Ylempänä ojan latvalla se virtaa lähellä Auran keskustaa asutusalueiden halki.

Auran kohteen suunnittelutyö oli Paattisten ja Nautelan kohteita monimutkaisempaa ja vei enemmän aikaa. Kun kahdessa edellisessä kohteessa suunnittelualue sijaitsi vain yhden maanomistajan mailla, on Auran kohteessa kolme maanomistajaa. Mitä useampi maanomistaja on osallisena kunnostushankkeessa, sitä yksityiskohtaisempia suunnitelmia ja mittauksia yleensä tarvitaan. Lisäksi edellisistä poiketen kohteessa esiintyy kalaa ja sen ylävirralla on koskimainen alue, joka haluttiin säilyttää. Toimenpiteiden vaikutusalue on myös edellisiä suurempi.

Lahnaojan kohteessa uoma on valuma-alueelle tyypilliseen tapaan kaivautunut syvälle. Matalan veden aikana uoman pohjalla on vain vähän vettä ja korkeat reunat kuivuvat ja sortuvat veteen. Tämä haluttiin estää nostamalla uoman vedenpinta sen reunojen tasolle. Vedenpinnan nostolla pyritään myös tukemaan kohteessa jo kasvavaa kosteikkokasvillisuutta, kun tulvaveden aikana padotuksen ansiosta veden pinta laskeutuu hitaammin. Maastomittauksista nähtiin, että Lahnaoja laskee hyvin loivasti. Alueelle olikin mahdollista rakentaa vain yksi iso tai kaksi pienempää pohjapatoa. Tällöin veden pinnan nosto ei vaikuttaisi liian pitkälle ylävirtaan ja siellä sijaitseva koskimainen alue säästyisi. Suunnitelmissa päädyttiin kahteen pohjapatoon, jolloin haluttu vedenpinnan nousu saatiin aikaiseksi kahdella matalalla rakenteella yhden korkean rakenteen sijasta. Rakennetulla padotuskorkeudella vesi täyttää normaaliveden aikana koko uoman.

Myös Auran Lahnaojan kohdetta on seurattu aktiivisesti rakentamisen jälkeen. Maastokäyntien ja maanomistajien kokemusten mukaan kohteessa ei ole ollut ongelmia.



Auran Lahnaojan pohjapadon rakentamista lokakuussa 2005. Kuva: Hannamaria Yliruusi

Pöytyän Kaulajoki

Kaulajoen vesistökuunnostushanke on saanut alkunsa paikallisten maanomistajien aloitteesta ja ensimmäisen kerran Kaulajoen kunnostamisesta on keskusteltu jo 12 vuotta sitten. Varsinainen suunnittelu päästiin aloittamaan vuoden 2005 helmikuussa, kun Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus -hanke käynnistettiin.

Kohteen suunnittelun lähtökohtana oli nostaa vedenpintaa pohjapadoilla ja tehdä uomaan kohtia, joihin saataisiin laskeutumaan pelloilta jokeen kulkeutuvaa kiintoainesta. Näiden toimenpiteiden lisäksi maanomistajat toivoivat, että uoma ruopattaisiin. Kesällä 2005 uoma oli hyvin ruohottunut ja vesisyvyys oli vain noin 5–10 senttimetriä. Uoma ei aikaisemmin ole ruopattu ja odotettavissa oli, että sen pohjassa olisi vuosikymmenien aikana pelloilta vesistöön kulkeutuneet ravinteet sekä uomaan kuolleet kasvinosat. Veden laadun parantumisen lisäksi ruoppauksen toivottiin kohentavan kohteen viihtyvyyttä ja monimuotoisuutta, kun esimerkiksi kohteessa aikaisemmin pesineille vesilinnulle palautettaisiin elintilaa. Uoman ruoppaus päätettiin tehdä Kaulajoen ja sen ylittävän sillan (Tie nro. 2254, Piimätie) risteykseen. Paikka valittiin siksi, että sillan ympäristössä ruoppaus tuottaisi iloa myös tietä käyttäville kulkijoille. Sillan ylävirran puolella oli kaksi uomaan muodostunutta levennystä, jotka ovat sedimentin luonnollisia kerääntymiskohtia. Niiden ruoppaamisella haluttiin tehdä sedimentin laskeutumiselle lisää tilaa.



Uoma oli täysin vesikasvillisuuden peitossa syksyllä 2005. Kuva: Hannamaria Yliruusi



Uoma ruoppauksen jälkeen elokuussa 2006. Kuva: Martti Komulainen

Ruoppaaminen sekä pohjapatojen rakentaminen oli suunniteltu tehtäväksi pakkasten ja paksun jään aikana. Työt päästiin aloittamaan maaliskuussa 2006. Ruoppauksessa käytettiin tela-alustaista pitkäpuomikaivinkonetta. Ensin jää rikottiin pieneltä alueelta, jonka jälkeen se kuorittiin ja siirrettiin uoman reunoille. Lopulta kuorittu alue ruopattiin niin syvältä, että kasvien juuret saatiin poistettua. Ruopattu massa nostettiin joko suoraan läjitys- ja välivarastopaikkoihin tai traktorin peräkärriin. Massoja ajettiin läjityspaikoille talkootyönä yhteensä seitsemän työpäivää paikallisten maanomistajien neljän traktori-peräkärri yhdistelmän voimin. Uomaa ruopattiin yhteensä noin 4 000 m³.

Koska suunnittelualueen vedenpinnan pudotuskorkeus oli pieni, huomattiin, että jo muutamalla matalalla pohjapadolla saadaan lisättyä uoman vesitulavuutta kohtuullisen paljon. Kohteeseen rakennettiin kolme pohjapatoa maaliskuussa ja ne viimeisteltiin sekä kohde maisemoitiin virtaavan veden aikana elokuussa 2006. Yhteensä patojen rakentamiseen kului neljä työpäivää.

Kaulajoen vesistökuunnostuskohteen toteuttaminen suunnitellussa mittakaavassa ja aikataulussa ei olisi ollut mahdollista ilman mukana olleita maanomistajia. Ruoppausmassojen kuljettaminen pois vaati paljon talkootyötunteja ja maanomistajien aktiivinen osallistuminen takasi, että ruoppaus saatiin tehtyä kustannusarvion mukaisesti aikataulussa. Lisäksi maanomistajien paikallistuntemus auttoi toimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. Maanomistajat ovat olleet toimenpiteisiin tyytyväisiä, sillä kesällä 2006 saatiin ensimmäiset merkit kohteen kunnostuksen tuloksista, kun erittäin kuivana kesänä uomassa riitti padotuksen ansioista hyvin vettä ja ensimmäiset vesilinnut vuosiin asettuivat uomaan.

Kaulajoen kohde oli toteutetuista kohteista suurin ja haastavin. Taulukossa 1 on eriteltyä toteutettujen kohteiden rakentamiskustannukset. Näiden lisäksi kustannuksia on syntynyt rakentamisen valmistelusta ja valvonnasta sekä kohteiden seurannasta.

Hummanoja, Pöytyä

Hummanojan pohjapatokohde sijaitsee Pöytyällä, noin 500 m Pöytyän kirkolta Turuntietä (mt 12451) Oripään suuntaan. Hummanoja on Aurajokeen laskeva valtaoja ja valuma-alueen koko on noin 200 hehtaaria. Turuntien ja Aurajoen välissä oja laskee paikoitellen melko jyrkästi jokeen. Myös tulvauoman reunat ovat jyrkät ja varsinainen uoma on noin 0,5 m leveä.

Hummanojalle suunniteltiin kaksi pohjapatoa, joista matalampi nostaa vettä noin 1 m ja korkeampi noin 1,5 metriä. Patojen muodostamat laskeutusaltaat hidastavat virtausta ja laskeuttavat kiintoainetta. Pohjapadot rakennettiin kesäkuussa 2007. Toimenpiteillä oli tarkoitus myös parantaa virkistyskäyttöä ja maanomistajilla onkin tarkoitus istuttaa ojaan rapuja.

Oripää

Oripään kohde sijaitsee Aurajoessa Oripään keskusta lähellä Turuntien (mt 12451) varrella. Maasto toimenpidealueella on loivasti kumpuilevaa ja uoma laskee tasaisesti ja loivasti. Uoman leveys on noin 1 m.



Oripäässä Aurajokeen rakennettiin kolme pienehköä pohjapatoa. Kuva: Heli Kanerva-Lehto



Pihlavan Sikaajan pohjapato lokakuussa 2007. Kuva: Heli Kanerva-Lehto

Oripään kohteeseen suunniteltiin kolme matalaa pohjapatoa, joiden vedennosto oli noin 0,2 m. Ennen patojen rakentamista tarkastettiin, että Aurajoessa ei tällä kohdin esiinny vuollejokisimpukkaa. Kohteet rakennettiin kesäkuussa 2007.

Pihlava, Pöytyä

Kohteen pohjapadot sijaitsevat Pöytyän Pihlavan kylän halki kulkevassa Sikaojassa. Sikaoja on Aurajokeen laskeva valtaoja. Sikaoja laskee Aurajokeen loivasti ja uoman leveys on noin 1–1,5 m.

Pihlavaan suunniteltiin kolme pohjapatoa ja erillinen laskeutusallas. Pohjapatojen vettä nostava vaikutus oli keskimäärin noin 0,3 m. kohteet rakennettiin kesäkuussa 2007. Kohteessa on myös toteutettu kesän ja syksyn 2007 aikana veden laadun seurantaa, jota tullaan jatkamaan myös tulevaisuudessa.

Kelkka, Oripää

Kelkan kohde sijaitsee Aurajoessa noin 2 km Oripään keskustasta Turuntietä (mt 12451) Pöytyän suuntaan. Maasto on toimenpidealueella loivasti kumpuilevaa ja tulvauoma on leveä. Varsinainen uoma laskee pääosin tasaisesti ja loivasti. Uoman leveys on noin 1,5 m.

Kelkan kohteeseen suunniteltiin kaksi pohjapatoa, joiden vedennostot olivat 0,4 m ja 0,5 m. Ennen patojen rakentamista tarkistettiin, että joessa ei tällä kohdin esiinny vuollejokisimpukkaa. Kohteet rakennettiin lokakuussa 2007.

Pöylijoki, Pöytyä

Pöylijoen kohde sijaitsee Pöytyällä Raatikaisen kylässä. Toimenpiteitä tehtiin sekä Pöylijoessa että siihen laskevaan Haapaojassa. Maasto toimenpidealueella on kumpuilevaa ja tulvauoman reunat ovat paikoin hyvin jyrkät. Pöylijoki laskee loivasti, mutta Haapaoja laskee paikoin jyrkästi. Pöylijoen uoman leveys on noin 4 m ja Haapaojan noin 0,5 m.

Haapaojaan suunniteltiin kolme pohjapatoa, joiden vedennostot olivat 0,7 m, 1,0 m ja 1,5 m. Pöylijoessa olevaan romahtaneeseen vanhaan sillanpaikkaan suunniteltiin pohjapato. Romahdanutta rakennetta tiivistettiin kivillä ja soralla, mutta veden pintaa nostettiin vain hieman salaojituksen vuoksi. Ennen patojen rakentamista tarkistettiin, että Pöylijoessa ei tällä kohdin esiinny vuollejokisimpukkaa. Kohteet rakennettiin lokakuussa 2007.



Pöylijoen romahtanut sillanpaikka kunnostettiin pohjapadoksi. Kuva: Heli Kanerva-Lehto



Pöylijokeen laskevan Haapaojan pohjapadon rakentaminen lokakuussa 2007. Kuva: Heli Kanerva-Lehto

Lalli, Pöytyä

Lallin kohde sijaitsee Pöytyän Lallin teollisuusalueen ja kantatien 41 välittömässä läheisyydessä. Kohteessa on aikaisemmin ollut maarakenteinen pohjapato. Ojan reunat ovat hyvin jyrkät ja sortuvat helposti. Uoma laskee loivasti.

Kohteeseen toteutettiin pohjapato, jolla nostettiin vedenpintaa 1,5 m.

Karhunoja, Pöytyä

Karhunojan kohde sijaitsee Pöytyällä Niittykulman kylässä. Kohteessa on aikaisemmin ollut maarakenteinen pohjapato, mutta se on kulunut vuosien varrella pois. Padon eteen on tuolloin myös kaivettu 4-8 m leveä allas.

Karhunojaan toteutettiin vanhan padon paikalle uusi pohjapato, jolla nostetaan vedenpintaa noin 1 m. Pohjapadon rakentamisen yhteydessä allas muotoiltiin uudelleen ja altaaseen tehtiin kaksi syvännettä ravinteita ja kiintoainetta keräämään.

Jokiniemi, Pöytyä

Jokiniemen kohde sijaitsee Pöytyällä Nälkäjoen varrella kantatien 41 länsipuolella. Ojan reunat ovat hyvin jyrkät ja sortuvat helposti. Uoma laskee loivasti. Kohteessa on olemassa yksi matala pohjapato.

Jokiniemen kohteeseen toteutettiin kaksi uutta pohjapatoa ja olemassa olevaa patoa korotettiin siten, että vedenpintaa nostettiin noin 0,5 m. Pohjapatojen välisiin osuuksiin kaivettiin syvänteitä ravinteita ja kiintoainesta keräämään.

TAULUKKO 1. Rakennettujen kohteiden kustannukset.

Kohde	Toimenpiteet	Materiaalikulut	Suunnittelukustannukset	Rakennuskustannukset	Talkootyön kustannukset	Yhteensä
Paattinen, Turku	2 pohjapatoa	1100 €		1500 €		2 600 €
Nautelan kartano, Lieto	2 pohjapatoa	300 €		800 €		1 100 €
Lahnaoja, Aura	1 pohjapato	550 €		650 €		1 200 €
Kaulajoki, Pöytyä	3 pohjapatoa + altaan ruoppaus	1 500 €		ruoppaus: 3 900 € pohjapadot: 1 950 €	6 650 €	14 000 €
Hummanoja, Pöytyä	2 pohjapatoa	950 €	1100 €	800 €	550 €	2300 €
Pihlava, Pöytyä	3 pohjapatoa + allas	850 €		2050 €		2900 €
Pöyljoki, Pöytyä	4 pohjapatoa	1900 €	1200 €	1600 €	150 €	3650 €
Jokiniemi, Pöytyä	2 pohjapatoa + syvänteitä	1050 €	600 €	800 €		1850 €
Lalli, Pöytyä	1 pohjapato + altaan kunnostus	700 €	400 €	900 €		1600 €
Karhunoja, Pöytyä	1 pohjapato + altaan kunnostus	700 €	550 €	900 €		1600 €
Kelkka, Oripää	2 pohjapatoa	1150 €		450 €		1600 €
Oripää	3 pohjapatoa	700 €		900 €		1600 €

6

YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Raportissa kuvatuissa Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus- sekä tämän jälkeen toteutussa Kosteikot ja pohjapadot Aurajoen yläjuoksulla -hankkeissa selvitettiin vanhojen Aurajoen pääuoman pohjapatojen merkitystä vesiensuojelussa sekä toteutettiin Aurajoen valuma-alueelle yhteensä 12 vesistökuunnostuskohdetta. Vanhojen vesivara- ja myllypatojen osalta päähavainto oli, etteivät padot Halisten allasta lukuun ottamatta kerää sanottavasti kiintoainesta. Toteutetut vesistökuunnostuskohteet kustannuslaskelmineen toimivat esimerkeinä vastaavia kohteita suunnitteleville.

Vesistökuunnostuskohteiden toteuttamisessa maanomistajia kiinnostivat eniten kustannukset. Uusia kohteita haettaessa oltiin yhteydessä noin 30 maanomistajaan, joista enemmistö on viljelijöitä. Maanomistajien suhtautuminen vesiensuojeluun oli hyvin positiivista. Suurin osa oli valmis siihen, että heidän mailleen rakennettaisiin pohjapatoja sekä laskeutusaltaita, mutta ensisijaisesti heitä askarrutti se, koituisiko toimenpiteistä heille kustannuksia. Hankkeessa lähtökohtana oli, ettei maanomistajien tarvinnut välttämättä osallistua rahallisesti toimenpiteisiin, mutta talkoapua rakentamisen aikana maanomistajilta pyydettiin ja sitä myös saatiin.

Toteutetut Aurajoen kunnostuskohteet olivat pilottiluonteisia ja lähtivät osin paikallisista tarpeista ja kiinnostuksesta. Vesistökuunnostuskohteiden valinta ja suunnittelu tulisi olla *kokonaisvaltaista ja uomakohtaista*. Tällä tarkoitetaan koko vesiuoman vesiensuojelutarpeiden kartoittamista ja suunnittelemista. Tähän ei tässä raportissa kuvatuissa Aurajoen kunnostushankkeissa tähdätty, sillä uomakohtainen suunnittelu olisi vaatinut huomattavasti enemmän resursseja ja suunnittelu-aikaa. Hankkeiden tarkoituksena oli sen sijaan suunnitella ja toteuttaa kohteita, jotka auttavat alueen maanomistajia hahmottamaan, mistä patoaltaiden käyttämisessä vesiensuojelussa voi olla kysymys. Kokonaisvaltaista uoma- tai valuma-aluekohtaista suunnittelua helpottavat jatkossa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen laatimat kosteikkojen yleissuunnitelmat.

Useissa selvityksissä on todettu, että veden viipymää lisäävät kosteikot, laskeutusaltaat ja patoketjut voivat vähentää tehokkaasti peltoalueilta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Tämä edellyttää kuitenkin oikeaa mitoitusta ja huolellista *suunnittelua* sekä kohteiden huoltoa. Uusien tukimahdollisuuksien myötä myös maanomistajille kohdistettu *neuvonta* korostuu niin laadullisesti kuin määrällisestikin.

Toteutettujen kohteiden vesiensuojelullisen vaikuttavuuden selvittäminen edellyttää jatkossa systemaattista *seurantaa*. Koska kohteiden seuranta on jäänyt pääosin maanomistajien tehtäväksi, se on painottunut rakennettujen patojen kunnan tarkastamiseen, sekä kerääntyneen kiintoaineksen määrän tarkkailuun ja poistotarpeen arviointiin. Turun ammattikorkeakoulu on suunnittelemassa myös jatkohankkeita, joissa kohteiden vaikutusta veden laatuun seura-

taan jatkuvatoimisilla ravinne- ja sameusmittareilla. *Jatkuvatoiminen veden laadun mittaus* antaa yksittäisnäytteitä täsmällisemmän kuvan veden laadun vaihteluista, mahdollistaa vesien suojeletoimien vaikuttavuuden arvioinnin sekä tarjoaa syöttötietoja myös veden laadun mallinnukseen.

Braskerud, B.C., Tonderski, K.S., Wedding, B., Bakke, R. 2005. Can Constructed Wetlands Reduce the Diffuse Phosphorus Loads to Eutrophic Water in Cold Temperate Regions? *Journal of Environmental Quality* 34:2145.

Jumppanen, K. & Mattila, J. 1994. Saaristomeren tilan kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät – Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu 82.

Kirkkala, T. 1999. Miten voit Saaristomeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 1. Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Kirkkala, T. 2005. Aurajoen Halistenaltaan sedimenttitutkimus maaliskuussa 2005. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

Koivisto, E., Karhunen A., Virolainen, S. ja Salo, P. 2000a. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma, Aurajoen alaosaa. Turku, Lounais-Suomen ympäristökeskus. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste.

Koivisto, E., Karhunen, A., Virolainen, S. & Salo, P. 2000b. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma, Aurajoen keskiosa. Turku, Lounais-Suomen Ympäristökeskus. Lounais-Suomen Ympäristökeskuksen moniste.

Koskiaho, J., Ekholm, P., Rätty, M., Riihimäki, J. ja Puustinen, M. 2003. Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands – experiences under boreal conditions. *Ecological Engineering* 20:89–103.

Kulmala, A. 2005. Tilakohtainen ympäristöneuvonta ja alueellinen yleissuunnittelu. Savijoen maatalouspilotin loppuraportti. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 6/2005.

Komulainen, M. ja työryhmä 2002. Aurajoen kehittämisohjelma. Aurajokisäätiö.

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy 1999. Turun edustan merialueen tarkkailututkimus 1999, Vuosiyhteenveto,

Maa- ja metsätalousministeriö 2005. Kosteikot ja laskeutualtaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000–2006.

Nyberg, M. 2005. Temporala trender för vattenkvaliteten i Aura å. Pro gradu -tutkielma, Åbo Akademi, geologian ja mineralogian laitos.

Nyroos H., Partanen-Hertell, M., Silvo, K. ja Kleemola, P. (toim.) 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Suomen ympäristö 55/2006.

Puustinen, M., Koskiaho, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. ja Sammalakorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot. VESIKOT-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 499. Ympäristönsuojelu. Helsinki 2001.

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

Puustinen, M., Tattari, S., Koskiarho, J. ja Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage Research* 93: 44–55.

Pyykkönen, S. ja Grönroos, J. 2004. MYTVAS-haastattelut 2003. Yläneenjoen, Savijoen ja Löytäneenojan tutkimusalueiden tuloksia. Suomen ympäristökeskus..

Ruhtula, J. (toim.) 1996. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden suunnittelu. Suomen ympäristökeskuksen moniste. Suomen ympäristökeskuksen monistamo. Helsinki 1996.

Selvitys Aurajoen valuma-alueen maaperän mahdollisesti pilaantuneista kohteista. Julkaisematon raportti, Lounais-Suomen ympäristökeskus 2005.

Sihvonen M. ja Lindroos R. 2005. Sedimenttitutkimus hankkeessa Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi liitteineen. Maaperägeologian laitos, Turun yliopisto.

Silvo, K., Hämäläinen, M.-L., Forsius, K., Jouttijärvi, T., Lapinlampi, T., Santala, E., Kaukoranta, E., Rekolainen, S., Granlund, K., Ekholm, P., Räike, A., Kenttämies, K., Nikander, A., Grönroos, J. ja Rönkä, E. 2002. Päästöt vesiin 1999–2000. Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242. Suomen ympäristökeskus.

Stenroos, M., Toropainen, V-P ja Vallin, J. 1998. Turkulaisen veden pitkä matka Halistenkoskelta Turun keskuspuhdistamolle. Jyväskylä.

Suominen, K. 2005. Aurajoen vesitaloudellinen kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi. Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelma.

Tarvainen, M. ja Ventelä, A-M. 2007. Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja, sarja B nro 14.

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös.

Yliruusi, H. 2005. Kosteikot, laskeutusaltaat ja padotusrakenteet maatalouden vesiensuojelussa. Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma.

Ympäristöministeriö 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje 19.5.2004. Helsinki. www.ymparisto.fi.

Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimus maaliskuussa 2005 -taulukot (Kirkkala, 2005)

TAULUKKO 1. Sedimentin laatu Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksessa 23.3.2005 näytepisteillä A, B ja 6.

Näytepiste	Vesisyvyys, m	Pohjan laatu (sedimenttisyvyys, cm)
A	3,4	0–3 cm ruosteenruskeaa savilieju, 3–60 cm tumma savilieju.
B	2,6	0–30 cm ruosteenpunainen löysä (vetinen) liete, 30–50 cm tumma (musta) savilieju.
6	5,0	0–3 cm ruosteenruskea savi, 3–60 cm harmaa savi jossa tummia kerroksia, 65–70 cm soraa.

TAULUKKO 2. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksessa 23.3.2005 otettujen näytteiden raskasmetallipitoisuudet (mg/kg k.a.) ja kuiva-ainepitoisuudet (%).

Näytepaikka ja -syvyys	Hg mg/ kg	Cd mg/ kg	Cr mg/ kg	Cu mg/ kg	Pb mg/ kg	Ni mg/ kg	Zn mg/ kg	As mg/ kg	Kuiva- aine %
A 0–10 cm	0,05	0,43	54	39	17	32	250	13	9,95
B 0–25 cm	<0,03	0,54	41	35	13	25	190	5,1	2,67
B 25–50 cm	<0,03	0,37	39	38	12	19	130	8,1	13,8
6 0–10 cm	0,06	0,36	83	39	19	35	240	7,7	25,5
6 45–65 cm	0,04	0,25	61	25	15	22	150	4,4	56,6
									-
Taustapitoisuus rannikkovesissä	0,039	0,33	43,6	31,6	24,9	29,5	115	-	-

TAULUKKO 3. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen PCB-yhdisteiden pitoisuudet (mg/kg k.a.) 23.3.2005 otetuissa näytteissä.

Näytepaikka ja -syvyys	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
A 0–10 cm	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
B 0–25 cm	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
B 25–50 cm	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
6 0–10 cm	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
6 45–65 cm	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

TAULUKKO 4. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen PAH-yhdisteiden pitoisuudet (mg/kg k.a.) 23.3.2005 otetuissa näytteissä.

näytepaikka ja -syvyys (cm)	A 0–10 cm mg/kg	B 0–25 cm mg/kg	B 25–50 cm mg/kg	6 0–10 cm mg/kg	6 45–65 cm mg/kg
naftaleeni	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
fenantreeni	0,02	<0,01	0,11	0,02	<0,01
antraseeni	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
fluoranteeni	0,05	<0,01	0,35	0,08	0,03
bentso(a)antraseeni	0,02	<0,01	0,14	0,05	<0,01
kryseeni	0,02	<0,01	0,11	0,04	<0,01
bentso(k)fluoranteeni	<0,01	<0,01	0,07	0,02	<0,01
bentso(a)pyreeni	0,02	<0,01	0,11	0,04	<0,01
indeno(1,2,3-cd)pyreeni	<0,01	<0,01	0,07	0,03	<0,01
bentso(g,h,i)peryleeni	<0,01	<0,01	0,07	0,03	<0,01
org.aines, %	15	20	21	9	4

TAULUKKO 5. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen PCDD/F-pitoisuudet (ng/kg) 23.3.2005 otetuissa näytteissä.

Näytepaikka ja -syvyys	WHO TEQ ng/kg	I-TEQ ng/kg
6 0–10 cm	0,863	0,729
6 45–65 cm	1,05	1,12

TAULUKKO 6. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen TBT-yhdisteiden pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{kg}$ k.a.) 23.3.2005 otetuissa näytteissä.

Näytepaikka ja -syvyys	TBT $\mu\text{g}/\text{kg}$ k.a.
A 0–10 cm	<1
B 0–25 cm	<1
B 25–50 cm	<1
6 0–10 cm	<1
6 45–65 cm	<1

TAULUKKO 7. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen (23.3.2005) raskasmetallipitoisuudet standardimaaksi laskettuna (mg/kg k.a.) sekä ympäristöministeriön esittämät laatukriteerit (taso 1 ja taso 2) massojen läjityskelpoisuuden arvioimiseksi. Tason 1 ylittäneet pitoisuudet kursivilla harmaalla pohjalla.

Näyte	Hg mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	As mg/kg
A 0–10 cm	0,4	0,35	44	30	14	24	191	11
B 0–25 cm	<0,03	0,48	59	38	14	44	242	5
B 25–50 cm	<0,02	0,26	31	27	9	14	93	6
6 0–10 cm	0,04	0,29	51	26	14	18	143	5
6 45–65 cm	0,04	0,28	54	25	15	18	138	4
YM:n taso 1	0,1	0,5	65	50	40	45	170	15
YM:n taso 2	1	2,5	270	90	90	60	500	60

TAULUKKO 8. Aurajoen Halisten altaan (23.3.2005) sedimentissä olevien PCB-yhdisteiden (IUPAC-numerot 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180) pitoisuudet standardimaaksi laskettuna (mg/kg k.a.) sekä ympäristöministeriön esittämät laatuksiteerit (taso 1 ja taso 2) massojen läjityskelpoisuuden arvioimiseksi.

Näytepaikka ja -syvyys (cm)	IUPAC 28 mg/kg	IUPAC 52 mg/kg	IUPAC 101 mg/kg	IUPAC 118 mg/kg	IUPAC 138 mg/kg	IUPAC 153 mg/kg	IUPAC 180 mg/kg
A 0–10 cm	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013
B 0–25 cm	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
B 25–50 cm	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
6 0–10 cm	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,0022
6 45–65 cm	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
YM:n työryhmä taso 1	0,001	0,001	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
YM:n työryhmä taso 2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

TAULUKKO 9. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen (23.3.2005) PAH-yhdisteiden pitoisuudet standardimaaksi laskettuna (mg/kg k.a.) sekä ympäristöministeriön työryhmän ehdottamat laatuksiteerit (taso 1 ja taso 2) massojen läjityskelpoisuuden arvioimiseksi. Tason 1 ylittäneet pitoisuudet kursivilla harmaalla pohjalla.

Näyte syvyys (cm)	A 0–10 cm mg/kg	B 0–25 cm mg/kg	B 25–50 cm mg/kg	6 0–10 cm mg/kg	6 45–65 cm mg/kg	YM taso 1 mg/kg	YM taso 2 mg/kg
Naftaleeni	<0,007	<0,005	0,019	<0,01	<0,01	0,01	0,1
Fenantreeni	0,013	<0,005	0,052	0,02	<0,01	0,05	0,5
Antraseeni	<0,007	<0,005	0,019	<0,01	<0,01	0,01	0,1
Fluoranteeni	0,033	<0,005	0,167	0,08	0,03	0,3	3,0
Bentso(a)antraseeni	0,013	<0,005	0,067	0,05	<0,01	0,03	0,4
Kryseeni	0,013	<0,005	0,052	0,04	<0,01	1,1	11
Bentso(k)fluoranteeni	<0,007	<0,005	0,033	0,02	<0,01	0,2	2
Bentso(a)pyreeni	0,013	<0,005	0,052	0,04	<0,01	0,3	3
Indeno(123-cd)pyreeni	<0,007	<0,005	0,033	0,03	<0,01	0,6	6
Bentso(ghi)peryleeni	<0,007	<0,005	0,033	0,03	<0,01	0,8	8

TAULUKKO 10. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen (23.3.2005) PCDD/F-pitoisuudet standardimaaksi laskettuna (ng/kg).

Näytepaikka ja -syvyys (cm)	WHO TEQ ng/kg
6 0–10 cm	0,959
6 45–65 cm	2,625
YM:n työryhmä taso 1	20
YM:n työryhmä taso 2	500

TAULUKKO 11. Aurajoen Halisten altaan sedimenttitutkimuksen (23.3.2005) TBT-yhdisteiden pitoisuudet standardimaaksi laskettuna ($\mu\text{g}/\text{kg}$ k.a.) sekä ympäristöministeriön työryhmän ehdottamat laatukriteerit (taso 1 ja taso 2) massojen läjityskelpoisuuden arvioimiseksi.

Näytepaikka ja -syvyys (cm)	TBT $\mu\text{g}/\text{kg}$
A 0–10 cm	<0,7
B 0–25 cm	<0,5
B 25–50 cm	<0,5
6 0–10 cm	<1,1
6 45–65 cm	<2,5
YM:n työryhmä taso 1	3
YM:n työryhmä taso 2	200