



RAKENTAMINEN

Jukka Jormola, Heli Harjula ja Auri Sarvilinna (toim.)

Luonnonmukainen vesirakentaminen

Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun



Jukka Jormola, Heli Harjula ja Auri Sarvilinna (toim.)

Luonnonmukainen vesirakentaminen

Uusia näkökulmia
vesistösuunnitteluun

Helsinki 2003

ISBN 952-11-1424-X
ISBN 952-11-1425-8 (PDF)
ISSN 1238-7312

Kansikuvat: Lasse Järvenpää
Nuuksion Myllypurolle kaivetaan uutta
luontaisen kaltaista uoma syksyllä 2002 (pieni kuva).
Sama ennallistettu uomaosuus keväällä 2003 (iso kuva).

Paino: Dark Oy, Vantaa 2003

Sisällys

	Esipuhe	7
I	Johdanto	9
1.1	Luonnonmukainen vesirakentaminen ja vesistöjen hoidon tavoitteet ..	9
1.2	Kokeiluja, selvityksiä ja vastaamattomia kysymyksiä	10
2	Elinympäristöjä ennallistavan tai parantavan vesistöhankkeen suunnittelu	12
2.1	Tavoitekuvatarkastelu vesistön kunnostuksen lähtökohtana	12
2.1.1	Tavoitekuvatarkastelun kaksi näkökulmaa	13
	1 Vertailuosuuksille asetettavia tyypikohtaisia vaatimuksia	15
2.1.2	Tavoitekuvan jako rakenneosiin	17
	2 Tavoitekuvan rakenneosat	18
2.1.3	Tyypikohtaisuus tavoitekuvatarkastelussa	19
2.1.4	Kunnostuksen toteutus ja seuranta	20
2.2	Kulttuurimaiseman ja ranta-alueiden käytön vaikutuksia vesistöjen hoidon tavoitteisiin.	20
2.2.1	Virtavesistöt osana kulttuurimaiseman hoitoa	20
2.2.2	Maisemasuunnittelu virtavesistöjen kunnostustavoitteiden määrittelyssä	21
	3 Lestijoen maisemanhoitosuunnitelma	22
2.2.3	Maiseman vesiolosuhteiden tasapainottaminen	24
2.2.4	Uomien monimuotoisuuden lisääminen ja eroosion hallinta	24
2.2.5	Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteet	24
2.2.6	Jokikäytävien ekologisen tilan parantaminen	25
2.3	Vuorovaikutus ja yhteistyö hankkeissa.	26
2.3.1	Taustaa	26
2.3.2	Hankkeen käynnistäminen	27
2.3.3	Toimenpiteiden suunnittelu	27
	4 Tarpianjoen järjestelyhanke	28
2.3.4	Hankkeen toteuttaminen ja jälkihoito	29
3	Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä	31
3.1	Metsäojitusalueiden toimenpiteet.	31
3.1.1	Pintavalutuskentät, perkaus- ja kaivukatkot	31
3.1.2	Vanhojen uomien palauttaminen metsätalousalueilla	32
3.1.3	Purojen kivi- ja liekopuutäyttö	33
	5 Pohjois-Karjalan vesistökuunnostukset	34
3.2	Maatalousalueiden toimenpiteet.	36
3.2.1	Suojakaistat ja -vyöhykkeet	36
3.2.2	Kosteikot ja laskeutusaltaat	38
	6 Hovin kosteikko	40
3.2.3	Uomien luonnontilan parantaminen maatalousalueiden vesiensuojelun yhteydessä	42

4	<i>Tulvasuojelu ja peruskuivatus</i>	44
4.1	Tulvavesien pidättäminen valuma-alueella	45
4.1.1	Jokivarsien tulva-alueet	46
4.1.2	Tulvavesien pidättäminen yläjuoksun metsä- ja suoalueilla	47
4.2.	Tulvapenkereet ja uoman rakenne	49
4.2.1	Pengerrykset	49
4.2.2	Perkaukset	50
7	Viimeaikaisia tulvasuojeluhankkeita Suomessa	50
4.2.3	Tulvatasanteet	52
4.2.4	Tulvauomat	53
4.3	Peruskuivatus	54
4.3.1	Ojitustoimitus	54
4.3.2	Luonnonmukaisen vesirakentamisen soveltaminen ojitushankkeissa ...	56
5	<i>Uomien luonnontilan parantaminen</i>	61
5.1	Vanhan uoman ennallistaminen	62
5.1.1	Uoman linjaus	63
5.1.2	Poikkileikkaus	63
5.1.3	Luiskien muotoilu	63
5.1.4	Syvyys- ja leveysvaihtelu	64
5.1.5	Pohja-aineksen laatu	64
5.1.6	Puuaineksen määrä	65
5.1.7	Kunnostuksen sovittaminen muuhun uomaan	65
5.2	Peratun uoman monipuolistaminen	65
8	Nuuksion Myllypuron ennallistaminen	66
5.2.1	Puuaines virtavedessä	68
5.2.2	Puuaineksen liikkuminen ja kiinnittämisen tarve kunnostusten yhteydessä	68
5.2.3	Uoman kaventaminen ja pienimuotoisen mutkittelun lisääminen	70
6	<i>Kalataloudelliset kunnostukset</i>	72
6.1	Peratun joen kunnostus	74
6.2	Kunnostuksen ympäristövaikutukset	74
6.3	Kunnostustoimien vaikutukset kalastoon	75
9	Korvuanjoen vesistön uittoväylien lakkauttaminen ja entisöinti	76
6.4	Kunnostustarpeen selvittäminen ja kunnostusten suunnittelu sekä luvantarve	78
10	Ingarskilanjoen taimenen elinolosuhteiden parantaminen	79
6.5	Kunnostustoimenpiteet ja niiden toteuttaminen	80
6.5.1	Kiveäminen	80
6.5.2	Soraistus	81
6.5.3	Syvänteet ja kuopat	82
6.5.4	Tiheiden vesikasvikasvustojen aukaisu	82
6.5.5	Uoman varjostuksen lisääminen	83
6.5.6	Pohjaeläimistön ottaminen huomioon kunnostuksissa	83
6.6	Kunnostusten toteuttaminen ja kustannukset	84
6.7	Kunnostusten hoito ja kunnossapito sekä vaikutusten seuranta	85

7	<i>Eliöstön kulkumahdollisuuksien parantaminen</i>	88
7.1	Luonnonmukaiset pohjapadot ja tekokosket	89
7.1.1	Ulkomaisia pohjapatotyyppejä	89
	I1 Malkakosken pato	90
7.1.2	Pohjapatojen ja tekokoskien suunnittelu	91
7.2.	Luonnonmukaiset kalatiet ja ohitusuomat	92
	I2 Aurejoen kunnostus Pirkanmaalla	93
	I3 Koveronkosken pohjapadon viimeistelytyöt	94
7.2.1	Luonnonmukaisten kalateiden suunnittelu ja toteutus	95
7.2.2	Luonnonmukaiset ohitusuomat uusina virtavesihabitaatteina	96
	I4 Luonnonmukaiset kalatiet – kokemuksia Uudellamaalla ja Pirkanmaalla	98
7.3	Eliöstön kulku tierumpujen suunnittelussa ja asentamisessa	101
7.3.1	Rumpurakenteisiin liittyviä ekologisia ongelmia	102
7.3.2	Läpikulkukelpoisuuden parantamiseen tähtäviä toimenpiteitä	104
8	<i>Erosion ja sedimentaation hallinta</i>	106
8.1	Erosion vähentäminen ja maatalousalueiden perattujen uomien kunnostus	106
8.1.1	Maatalousalueiden eroosion tutkimus Suomessa	107
8.1.2	Luonnontilaisten uomien eroosio	107
8.1.3	Erosion lisääntyminen ihmistoiminnan seurauksena	108
8.1.4	Erosion hyödyntäminen kaivettujen uomien kunnostuksessa	110
8.2	Rantojen eroosiosuojaukset	111
8.2.1	Pienten uomien eroosiosuojaus	112
8.2.2	Eroosiosuojaukset jokivesistöissä	112
	I5 Insinööribiologisten eroosiosuojausten käyttö Kyrönjoella	113
8.2.3	Suomalaisia kokemuksia luonnonmukaisten eroosiosuojausten käytöstä	115
8.3	Liettyneiden purouomien kunnostaminen	117
8.3.1	Purojen kiintoainekuormitus metsätalousalueilla	117
8.3.2	Liettyneiden purouomien kunnostusmenetelmiä	117
8.3.3	Puroomien kunnostuksessa käytettävä kalusto ja poistetun kiintoaineen sijoittaminen	118
8.3.4	Imuruoppausta tukevat kunnostustoimenpiteet ja imuruoppauksen käyttö Suomessa	119
8.3.5	Kunnostettujen alueiden seuranta ja jatkotutkimustarve	120
	I6 Savukosken purokunnostusprojekti	121
9	<i>Ekohydrauliikka</i>	125
9.1	Avouomavirtauksen perusteet	125
9.1.1	Johdanto	125
9.1.2	Virtauksen luokittelu	126
9.1.3	Virtausvastus	127
9.2	Habitaattihydrauliikka	129
9.3	Ennallistettavien uomien mitoituksen erityiskysymyksiä	130
9.3.1	Mitoituksen perusteet	130
9.3.2	Yksityiskohtainen suunnittelu	132
9.3.3	Seuranta ja arviointi	133
	I7 Virtausvastuksen tutkiminen Nuuksion Myllypuron ennallistetulla uomaosuudella	135
9.4	Tulvasuojelun erityiskysymyksiä	136
9.5	Mallinnus	137

10	<i>Kaupunkihydrologia</i>	140
10.1	Kaupunkirakentamisen hydrologiset vaikutukset	140
10.1.1	Johdanto	140
10.1.2	Kaupunkirakentamisen vaikutukset pintavaluntaan	140
10.1.3	Kaupunkirakentamisen vaikutukset puroihin ja vesistöihin	143
10.1.4	Kaupunkirakentamisen muut hydrologiset vaikutukset	144
10.2	Kaupunkivesien käsittely	144
10.2.1	Hulevesien käsittelyn tilanne Suomessa ja muualla	145
10.2.2	Hulevesien käsittelymenetelmiä	145
10.2.3	Hulevesien käsittelyalueet osana kaupunkiympäristöä	147
10.2.4	Hulevesien käsittelyn ongelmia pohjoisissa olosuhteissa	147
10.2.5	Kaupunkipurojen kunnostus	148
18	Monikonpuro kaupunkirakentamisen puristuksessa	149
11	<i>Rahoitusmahdollisuudet</i>	153
11.1	Kansallinen rahoitus	153
19	Valtioneuvoston asetus vesistötoimenpiteiden tukemisesta	154
11.1.1	Peruskuivatustoiminnan tukeminen	155
11.1.2	Metsätaloustoimenpiteiden rahoitus	155
11.1.3	Maatalouden ympäristötuki ja ympäristötuen erityistuet	156
11.2	EU-rahoitus	157
12	<i>Oikeudelliset näkökohdat</i>	159
12.1	Vesilain mukainen luvantarve	159
12.2	Voivatko vesilain säädökset edellyttää luonnonmukaista vesirakentamista?	160
12.3	Eroosion salliminen sekä insinööribiologiset rannansuojaukset vesilain valossa	161
20	Yhteenvedo luonnon monimuotoisuutta korostavan näkökulman haasteista vesilainsäädännön kehittämisessä	162
	<i>Liite</i>	
	Luonnonmukaisen vesirakentamisen keskeistä sanastoa	164
	Kuvailulehti	166
	Presentationsblad	167
	Documentation page	168

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) yhtenä viime vuosien pitkäaikaisena kehittämistehtävänä on ollut ns. luonnonmukaisen vesirakentamisen edistäminen. Työn alkuvaiheen tuloksia koottiin julkaisuun ”Luonnonmukainen vesirakentaminen – mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa” (Jormola ym. 1998). Vuonna 1999 aloitettiin silloisen VTT:n ympäristö- ja ekotekniikan ryhmän, SYKEN, alueellisten ympäristökeskusten, Lapin yliopiston ja voimayhtiöiden kesken TEKES-hankkeena tutkimusprojekti ”Pohjoisten jokivesistöjen monimuotoisuus sekä luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät”, ns. Luomujoki-hanke. Tällöin tiettyjä osia SYKEN kehittämistehtävästä kytkettiin osaprojektiksi Luomujokihankkeeseen.

SYKEN osaprojektin nimeksi annettiin ”Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen”. Osaprojektin tavoitteena oli selvittää ympäristöhallinnossa jo käynnistettyä työtä jatkaen Keski-Euroopassa sovellettujen ja muiden mahdollisten menetelmien käyttökelpoisuutta Suomen olosuhteissa. Menetelmiä tutkittiin todellisten hankkeiden yhteydessä mm. sellaisissa vesistöissä, joissa aiemmat työt ovat liittyneet lähinnä tulvasuojeluun ja maankuivatukseen. Työssä oli määrä tarkastella toimenpiteiden edellytyksiä ja vaikutuksia hydrauliselta, ekologiselta ja maisemalliselta kannalta sekä myös lainsäädännöllisten ja taloudellisten näkökohtien valossa. Vuoden 2002 lopussa päättyneen osaprojektin vetäjänä oli yli-insinööri **Antti Lehtinen**.

Tämä julkaisu toimii osaprojektin tuloksia yhteenvetävänä raporttina. Sille on kuitenkin haluttu luoda laajempikin tehtävä eli antaa eri tyyppistä vesistösuunnittelua varten suuntaviivoja ja uusia näkökohtia luonnonmukaisten periaatteiden mukaan ottamiseksi. Sisältö ei siksi rajoitu pelkästään perustana olevan projektin tuloksiin, vaan mukana on monia muussa yhteydessä selvitettyjä asioita ja kirjoittajina useita projektin ulkopuolisia henkilöitä.

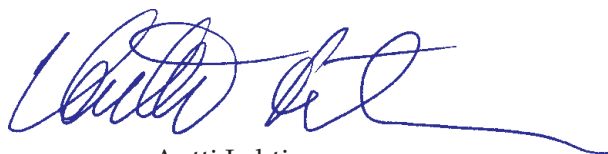
Julkaisun toimituskunnan ovat muodostaneet maisema-arkkitehti **Jukka Jormola**, tutkija **Auri Sarvilinna** ja kehitysinsinööri **Heli Harjula** Suomen ympäristökeskuksesta. Työhön ovat lisäksi SYKEssä osallistuneet kehitysinsinööri **Heikki Pajula**, korkeakouluharjoittelija **Lasse Järvenpää**, **Antti Lehtinen** ja piirtäjä **Katri Salmela**. Julkaisun ideointiin vaikutti vahvasti DI **Minna Hanski**, nykyisin maa- ja metsätalousministeriön erikoissuunnittelija. Tutkija **Juha Järvelä** Teknillisestä korkeakoulusta on antanut runsaasti muutakin kuin kirjoitusapua. Kirjoittajina ovat lisäksi olleet suunnitteluinsinööri **Tapio Meisalmi** ja rakennusmestari **Lasse Sampakoski** Pirkanmaan ympäristökeskuksesta, ympäristönhoitopäällikkö **Timo Yrjänä** ja erikoistyönjohtaja **Jukka Pekkala** Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksesta, suunnittelija **Harri Aulaskari**, ympäristöinsinööri **Eija Lehtonen**, vanhempi tutkija **Pasi Lempinen** ja yli-insinööri **Raimo Nissinen** Uudenmaan ympäristökeskuksesta, kalabiologi **Anssi Eloranta** Keski-Suomen ympäristökeskuksesta, ylitarkastaja **Jarmo**

Huhtala Lapin ympäristökeskuksesta, kalavedenhoitaja **Petri Kuosku**, iktyonomi **Tapio Rautiainen** Pelkosenniemen kunnasta sekä tutkija **Terhi Helmiö** ja tutkimus-insinööri **Jyrki Kotola** Teknillisestä korkeakoulusta. Professori **Pertti Vakkilainen** Teknillisestä korkeakoulusta ja **Minna Hanski** ovat viime vaiheessa pitäneet käsillä olevaa aineistoa julkaisukelpoisena.

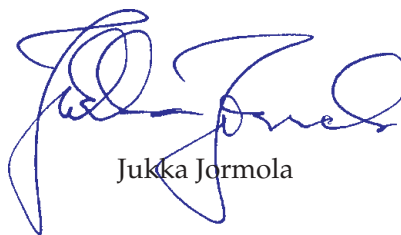
Jo mainittujen henkilöiden ohella ”Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen” -projektiin ovat osallistuneet mm. insinööri **Jorma Kauppinen** Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksesta, ylitarkastaja **Tarja Savea-Nukala**, insinööri **Aarno Halttu** ja rakennusmestari **Tapio Järvelä** Länsi-Suomen ympäristökeskuksesta, harjoittelijat **Mikko Vainio** ja **Maarit Salonoja** Pirkanmaan ympäristökeskuksesta, osastopäällikkö **Marketta Virta**, tutkimusmestari **Jori Hellgren**, harjoittelijat **Heidi Stén** ja **Miska Etholén** sekä insinööri **Jaakko Koivunurmi** Uudenmaan ympäristökeskuksesta sekä kalastusmestari **Pirkko-Liisa Luhta** ja puistonjohtaja **Hannu Ormio** Metsähallituksesta.

Kiitämme lämpimästi kaikkia julkaisun syntyyn myötävaikuttaneita heidän panoksestaan.

Helsingissä 24.6.2003



Antti Lehtinen



Jukka Jormola



Heli Harjula



Auri Sarvilinna

1.1 Luonnonmukainen vesirakentaminen ja vesistöjen hoidon tavoitteet

Luonnonmukaisella vesirakentamisella tarkoitetaan vesistöjen rakenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä, joilla pyritään luonnontilan ja maisema-arvojen säilyttämiseen tai palauttamiseen ottaen samalla huomioon vesistöjen eri käyttötarpeet ja niissä tapahtuvat muutokset. Tämä julkaisu on jatkoa vuonna 1998 ilmestyneelle julkaisulle ”Luonnonmukainen vesirakentaminen – mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa”, jossa esiteltiin luonnonmukaisen vesirakentamisen käsitteitä ja tarkasteltiin mahdollisuuksia muissa maissa käytettyjen menetelmien soveltamiseen Suomen olosuhteissa. Muita laajakoja luonnonmukaista vesirakentamista käsitteleviä selvityksiä on Suomessa kirjoittanut mm. Järvelä (1998).

Tämän julkaisun keskeistä sisältöä ovat uusiin pilottihankkeisiin perustuvat kokemukset luonnonmukaiseen vesirakentamiseen kuuluvien menetelmien käytöstä lähinnä virtavesistöissä. Menetelmistä saatavia kokemuksia kootaan ja päivitetään lisäksi ympäristöhallinnon www-sivuilla. Julkaisun aihepiiri koskee erityisesti tulvasuojelun ja maatalouden kuivatuksen yhteydessä muutettuja vesistöjä. Julkaisussa tarkastellaan myös luonnonmukaiseen vesirakentamiseen läheisesti liittyviä muita alueita kuten

maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä, valuma-aluekunnostuksia, kalataloudellisia kunnostuksia ja kaupunkihydrologiaa. Kalateiden ja ohitusuomien osalta julkaisu sivuaa myös vesivoimataloutta. Merkittävänä näkökohtana on käsitelty vesistöjen kunnostusten suunnitteluperusteiden kehittämistä ns. tavoitekuvatarkastelulla. Sitä on toistaiseksi tutkittu pilottikohteen yhteydessä pienen purovesistön ennallistuksessa, mutta tavoitekuvatarkastelua on mahdollista soveltaa myös laajemmin vesistösuunnitteluun. Suunnittelun taustaksi esitellään myös voimakkaasti kehittymässä olevaa vesistöntutkimuksen aluetta, ekohydrauliikkaa, jonka kautta luonnonmukaisessa vesirakentamisessa ja vesistösuunnittelussa yleensäkin voidaan entistä monipuolisemmin ottaa huomioon vesistön toiminnan ja vesiluonnon välisiä yhteyksiä.

EY:n vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD) edellyttää, että jäsenvaltiot huolehtivat vesistöjen ekologisesta tilasta myös rakenteelliselta kannalta, so. siitä, että myöskään hydrologiset ja morfologiset tekijät eivät vaaranna vesistön tilaa. Aiemmasta vesirakentamisesta aiheutuneita haittoja tulee direktiivin mukaan pyrkiä tarvittaessa korjaamaan kunnostustoimenpitein. Luonnonmukainen vesirakentaminen näyttää edustavan vesipuitedirektiivin mukaista toimintamallia vesistöjen hoidossa, joskin direktiivin tulkinta ja soveltamisohjeiden laatiminen on vielä kesken niin Suomessa kuin muissakin Euroopan maissa.

Kehittämistoiminnan ja alueellisten ympäristökeskusten aktiivisuuden myötä luonnonmukainen vesirakentaminen on periaatteena vakiintumassa osaksi normaalia vesistöjen suunnittelu- ja rakentamiskäytäntöä. Maa- ja metsätalousministeriön vesivarastrategiassa (1999) on eräänä päämääränä vesivarojen hyvä käytettävyys ja vesistöjen hyvä ekologinen tila. Tavoitteeseen johtavana toimintalinjana on mainittu mm.: ”Otetaan vesistö- ja kuivatushankkeissa huomioon vuorovaikutteisen suunnittelun, vesistöjen monipuolisen käytön ja luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteet.”

1.2 Kokeiluja, selvityksiä ja vastaamattomia kysymyksiä

Luonnonmukaisessa vesirakentamisessa on pilottihankkeissa viime vuosina kehitetty uusia tulvasuojeluun liittyviä menetelmiä, esimerkiksi uomien monipuolista muotoilua, tulvauomia ja tulvapengerrysten sijoittamista kauas uomasta. Tulvien pidättämisestä valuma-alueella on muussa yhteydessä tehty erillinen selvitys (Rantakokko 2002), mutta aiheesta tarvitaan edelleen lisäkokemuksia esimerkkihankkeiden avulla. Myös suurtulvatyöryhmä on loppuraportissaan (Maa- ja metsätalousministeriö 2003) kiinnittänyt huomiota mahdollisuuksiin vähentää tulvariskiä valuma-alueella tehtävin toimenpitein. Tulva-alueiden palauttamisella voidaan lisäksi edistää maatalouden vesiensuojelua ja se on myös tärkeä osa kuivatustoiminnan yhteydessä muutettujen uomien ennallistamista. Maatalouden valumavesien käsittelyyn tarkoitettuista kosteikoista on Suomessa hyviä kokemuksia. Niiden toteuttamista olisi syytä tarkastella jatkossa laajemmassa yhteydessä viljelytoimenpiteiden ja toisaalta uomarakenteen monipuolistamisen kanssa. Kosteikoihin liittyviä puhdistusprosesseja tutkitaan mm. meneillään olevassa PRIMROSE (Process based integrated management of constructed and riverine wet-

lands for optimal control of wastewater at catchment scale) -projektissa.

Maatalouden peruskuivatusta ollaan kehittämässä entistä enemmän luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteiden mukaiseksi. Tässä julkaisussa esitetyjä näkökulmia on sisällytetty mm. uusiin ojitustoimitusohjeisiin (Pajula 2003). Maatalouden peruskuivatushankkeisiin liittyvästä pienten uomien luonnontilan parantamisesta tarvitaan kuitenkin edelleen lisäkokemuksia. Samoin maatalousalueiden uomaerosiosta ja uomamorfologiasta tarvitaan tutkimusta, jonka avulla voidaan paitsi edistää maatalouden vesiensuojelua, myös arvioida luontaisten prosessien hyödyntämistä vesistöjen kunnostuksessa.

Julkaisun taustaprojekteihin kuuluvista pilottihankkeista kaksi on tyypiltään pienten virtavesien ennallistamista. Ne sijaitsevat lähinnä valtion metsämailla, jolloin on voitu sopia luonnonmukaisen vesirakentamisen kannalta tarkoituksenmukaisesta ranta-alueiden käytöstä vanhojen linjausten palauttamiseen ja muihin toimenpiteisiin. Yksityisomistuksessa olevien uoman osien ennallistamista ei ole vielä voitu tarkoituksenmukaisessa laajuudessa kokeilla ja selvittää.

Suomessa on jo pitkältä ajalta kokemuksia kalataloudellisen kunnostuksen menetelmistä virtavesistöissä. Kalataloudellisten kunnostusten yhteydessä pyritään jatkossa ottamaan entistä monipuolisemmin huomioon vesistöjen toiminta elinympäristöinä, jolloin jokivesistöjen lisäksi myös purot tulevat kunnostuksen piiriin. Noususteiden poistaminen rakennetuissa vesistöissä on merkittävä vesistöjen hoidon tehtäväalue. Hyviä kokemuksia on saatu vaelluskalojen noususteiden sivuuttamisesta luonnonmukaisen kalateiden avulla. Voimalaitosrakentamiseen liittyvistä ohitusuomista, jotka voisivat toimia myös uusina virtavesihabitaatteina, tarvitaan Suomessa edelleen kehittämistyötä.

Voimalalouteen ja vesistöjen säännöstelyyn liittyvien rantojen eroosiosuojauksen yhteydessä on tutkittu kasvillisuuden, erityisesti pajujen käyttöä. Menetelmistä on saatu lupaavia kokemuk-

sia myös maatalousalueiden jokivesistöissä.

Taajamien hulevesiä koskeva tutkimus on merkittävä luonnonmukaiseen vesirakentamiseen liittyvä tutkimusalue, joka on taustana taajamien purovesistö-

jen kunnostukselle ja myös taajamatulvien estämiselle. Taajamahydrologiaan ja kaupunkipurojen kunnostukseen liittyvää tutkimusta on meneillään mm. Teknillisessä korkeakoulussa ja Helsingin yliopiston maantieteen laitoksessa.

Kirjallisuus

- Jormola, J., Järvelä, J., Lehtinen, A. & Pajula, H. 1998. Luonnonmukainen vesirakentaminen: mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa. Suomen ympäristö, 265. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 78 s. ISBN 952-11-0388-4, ISSN 1238-7312.
- Järvelä, J. 1998. Luonnonmukainen vesirakennus; periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa. Teknillisen korkea-koulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, VTR-1. 129 s. ISBN 951-22-4296-6, ISSN 1456-2596.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Vesivarastrategia. Helsinki 3.9.1999. 6 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2003. Suurtulvatyöryhmän loppuraportti – ehdotukset toimenpiteiksi suurista tulvista aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2003:6. 126 s. ISBN 952-453-104-6. ISSN 0781-6723.
- Pajula, H. (toim.). 2003. Ojitustoimitusopas. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 4/2003. 79 s. ISBN 952-453-126-7. ISSN 1238-2531.
- Rantakokko, K. (toim.). 2002. Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella. Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 563. 88 s. ISBN 952-11-1170-4 (nid.) 952-11-1171-2 (pdf). Elektroninen versio: www.ymparisto.fi

2

Elinympäristöjä ennallistavan tai parantavan vesistöhanke- suunnittelu

Jukka Jormola, Lasse Järvenpää & Antti Lehtinen

Virtavesiä on eri aikoina hyödynnetty monin tavoin ja niiden ihmiselle aiheuttamia haittoja, kuten tulvimista on pyritty vähentämään. Virtavesien käytön tarpeet ja arvostukset ovat vaihdelleet eri vuosikymmeninä. Osa aikoinaan toteutetuista toimenpiteistä on käynyt tarpeettomiksi tai uudet tarpeet ja arvostukset ovat ajaneet vanhojen vesistöjen käyttö- ja hyödyntämistapojen ohitse. Tämä on johtanut virtavesien rakentamisen painopisteen siirtymiseen uudisrakentamisesta kunnostukseen.

Virtavesien kunnostushankkeiden tavoitteet voidaan luokitella kahteen pääryhmään: käyttäjälähtöisiin tavoitteisiin ja tavoitteisiin, joiden päämääränä on alkuperäisen luonnon tai luonnon monimuotoisuuden palauttaminen alueelle. Käyttäjälähtöiset tavoitteet määräytyvät lähinnä vesistön hyötykäyttöön liittyvien tarpeiden pohjalta. "Luontolähtöiset" tavoitteet taas perustuvat alueen alkuperäiseen luontoon. Luontolähtöistä kunnostamista kutsutaan usein myös ennallistamiseksi. Käytännössä kunnostushankkeiden jaottelu ei ole yksiselitteistä, sillä yksi ja sama kunnostushanke voi täyttää useampia tavoitteita, esim. koskien ennallistaminen eli koskien alkuperäisen luonnontilan palauttaminen tukee hyvin myös kalataloudellisia ja maisemallisia tavoitteita. Tulvasuojeluhankkeen peruskorjaus voi puolestaan sisältää elinympäristöjä palauttavia toimenpiteitä lähes kauttaaltaan ja suoranaista ennallistamista osuuksilla, joilla tulvasuojelu ei ole enää tarpeen.

Hankkeista on tullut yhä enenevässä määrin monitavoitteisia ja luontonäkökohdat ovat nousseet niissä entistä selkeämmin esille. Myös vesipolitiikan puitedirektiivi antaa selvän suunnan alkuperäisen vesiluonnon suojelemiseen ja palauttamiseen. Keskieurooppalaisissa kunnostuksissa onkin yhä enemmän ryhdytty suosimaan pitkän aikavälin kokonaisvaltaisia jokiekosysteemien kunnostushankkeita lyhyen aikavälin käyttäjälähtöisten hankkeiden sijasta (Boon ym. 1992). Myös Suomessa on lisääntyvässä määrin pyritty siirtymään ekologisesti perusteltuihin kunnostusratkaisuihin ja kokonaisvaltaisempaan luonnon huomioimiseen.

2.1 Tavoitekuvatarkastelu vesistön kunnostuksen lähtökohtana

Tavoitekuva on kuvaus virtaveden toivotuista ominaisuuksista ja kehityksestä pitkällä aikavälillä (Järvelä 1998). Tavoitekuvatarkastelulla tarkoitetaan toimintamallia, jossa voidaan selkeästi ja perustellusti sovittaa yhteen alkuperäistä jokiluontoa ja ihmisen tarpeita. Alkuaan Saksassa kehitetty, mutta myöhemmin myös itävaltalaisien käyttöönottama toimintamalli perustuu tavoitekuviin ja lähtee virtavesien kokonaisvaltaisesta tarkastelusta. Siinä virtavesien kunnostushankkeita tulisi tarkastella monialaisesti geomorfologian, hydrologian, eko-

logian, maisemasuunnittelun sekä vesirakentamisen näkökulmista. (Jungwirth 2002)

Tavoitekuvatarkastelussa kunnostettavaa jokiosuutta ei katsota irrallisena, itsenäisenä systeeminä, vaan osana suurempaa jokikokonaisuutta (Muhar 1995). Uoman rakennetta ei myöskään pidetä ainoana tekijänä, joka vaikuttaa virtaveden tilaan, vaan tavoitekuvasen toimintaa tarkastellaan kokonaisvaltaisesti. Kunnostuksessa tuleekin pyrkiä luontaisen kaltaisiin virtaamiin, tulvikäyttäytymiseen, uomadynamiikkaan, vedenlaatuun ja eliöstöön.

Tavoitekuvatarkastelussa suunnittelun lähtökohdaksi otetaan alkuperäinen, virtavesityypille ominainen luonnontila. Esimerkiksi uittoperatun kosken kunnostamisessa tavoitekuva voi olla yksinkertaisimmillaan kuva koskesta ennen perkausta. Tällöin oletetaan, ettei vesistössä ole tehty muita toimenpiteitä, jotka olisivat vaikuttaneet kosken tilaan. Käytännössä tavoitekuvatarkastelu muuttuu sen mukaan, miten tarkasteltavaan kohteeseen on kohdistunut tai kohdistuu paineita, jotka vaikuttavat sen tilaan. Kohteen kunnostamista ohjaavat myös reunaehdot eli maan ja veden käytöstä aiheutuvat rajoitteet, jotka laajentavat tarkastelun tarvetta ja lisäävät tarvittavan asiantuntemuksen määrää. On eri asia kunnostaa tai ennallistaa puroa kansallispuistossa kuin sopeuttaa puro tiiviiseen kaupunkirakentamiseen. Kaupunkiympäristössä monet tekijät voivat vaikuttaa puron tilaan: heikentynyt vedenlaatu, muuttuneet virtaamat, uoman luonnon rakenne jne. Kaikki nämä tekijät tulee ottaa huomioon kunnostusta suunniteltaessa, jos tavoitellaan kullekin virtavesityypille ominaista ekologista toimintaa. Toteutuksen kannalta kaupunkirakenne asettaa tiukat reunaehdot, joita ei voi rikkoa. Kuivatuksen on toimittava, eikä virran voi antaa elää vapaasti, sillä kaupunkialueilla tilaa on yleensä rajoitetusti. Ympäristön tulee täyttää myös turvallisuuden ja esteettisyyden vaatimukset. Vastaavasti maatalousalueilla peltoalueiden tulvasuojelu ja kuivatustarve voivat asettaa lähtökohdat vesistön kunnostukselle.

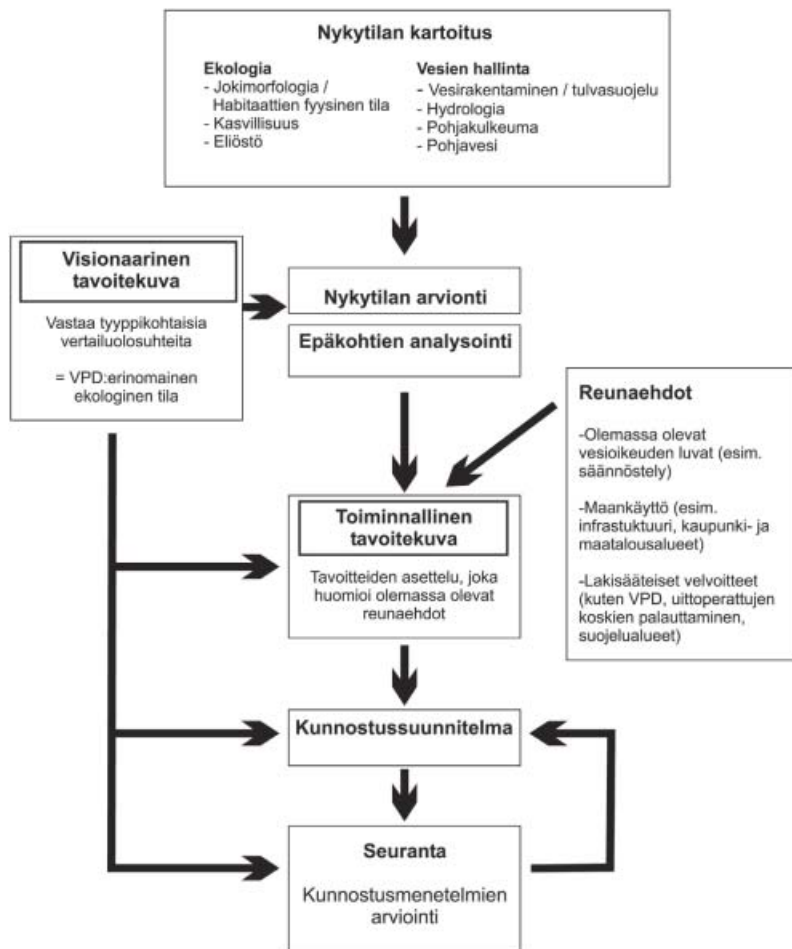
2.1.1 Tavoitekuvatarkastelun kaksi näkökulmaa

Tavoitekuvan (leitbild, target vision, guiding view) määrittäminen on kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa määritellään visionaarinen tavoitekuva (visionary leitbild) (Jungwirth 2002), josta aiemmissa kotimaisissa kirjoituksissa on käytetty termejä kokonaisvaltainen, potentiaalinen ja osittain utopistinen tavoitekuva (Järvelä 1998, Jormola ym. 1998) ja seuraavaksi toiminnallinen tavoitekuva, (operational leitbild) (Jungwirth 2002) josta aiemmissa kotimaisissa kirjoituksissa on käytetty termiä integroitu tavoitekuva (Järvelä 1998, Jormola ym. 1998).

Visionaarinen tavoitekuva kuvaa puhtaasti luonnontilaisen vesistön ominaisuuksia. Se ei välttämättä anna toteuttamiskelpoista mallia kunnostukselle, mutta toimii kuitenkin kokonaisvaltaisena lähtökohtana kunnostuksen suunnittelulle.

Toiminnallinen tavoitekuva muodostetaan visionaarisen tavoitekuvan pohjalta ja siinä huomioidaan kohteen nykytila sekä vesien ja maankäytöstä aiheutuvat rajoitteet ja muut velvoitteet. Toiminnallinen tavoitekuva on toteutuksen kannalta realistinen, ja sen pohjalta tehdään varsinaiset kunnostussuunnitelmat.

Tavoitekuviin perustuvan suunnittelun vaiheet



Kuva 2.1

Kuvaus kunnostussuunnittelun toimintamallista, jossa tavoitekuvat ovat keskeisessä asemassa. (mukaeltu Jungwirth 2002)

Tavoitekuviin perustuva kunnostussuunnittelu voidaan yksinkertaistaa seuraaviin vaiheisiin:

- 0 Kartoitetaan kohde.
- 1 Määritetään kohdevesistön alkuperäiseksi oletettu luonnontila (visionaarinen tavoitekuva).
- 2 Verrataan sitä nykytilaan ja selvitetään ihmisen toiminnasta aiheutuneet epäkohdat.
- 3 Havaittujen epäkohtien korjaus olemassa olevat rajoitukset ja velvoitteet huomioon ottaen (toiminnallinen tavoitekuva).
- 4 Tehdään kunnostussuunnitelma toiminnallisen tavoitekuvan mukaan.
- 5 Seurataan kunnostuksen onnistumista ja korjataan puutteet. Samalla otetaan oppia tulevia hankkeita varten.

Visionaarinen tavoitekuva

Visionaarinen tavoitekuva kuvaa kullekin virtavesityypille ominaisia piirteitä luonnontilassa. Luonnontilaisten piirteiden selvittämiseksi virtavesille voidaan luoda vertailuolosuhteet (kuva 2.2). Kunnostettavan kohteen esimerkkinä voi toimia kohteen kanssa luonnonoloiltaan yhtenevä jokiosuus, joka on koskematon ja edustaa hyvää ekologista tilaa. Käytännössä tällaisen vertailuosuuden löytäminen on usein mahdotonta ja tavoitekuvan muodostamiseen joudutaan käyttämään lyhyempiä, erillisiä luonnontilaisia vertailuosuuden osia. On muistettava, että vertailuvesien tulee olla aina samantyyppisiä kunnostuskohteen kanssa. (ks. Tietoa tiiviisti 1)

Jos sopivaa luonnontilaista vertailuosuutta ei löydy, voi tavoitekuvan muodostaa vanhojen, kunnostettavaa osuutta koskevien aineistojen pohjalta, jotka kuvaavat jokiosuuden tilaa ennen rakentamista. Luonnontilaa vastaavista piirteistä voidaan etsiä suoraan tietoa mm. vanhoista kartoista, ilmakuvista, valokuvista, perkaus-, ym. suunnitelmasiikirjoista ja historiikeistä.

Virtaveden ominaisuuksia ja niiden muutoksia voidaan myös mallintaa. Biologisen aineiston ja lajien elinpaikkavaatimusten perusteella voidaan laatia habitaattimalleja ja pyrkiä näin selvittämään minkälainen kunnostuksen tulisi olla, jotta se parantaisi alkuperäisen lajiston elinolosuhteita alueella. Toisaalta malleilla voidaan myös tutkia tehtyjen toimenpiteiden, esimerkiksi säännöstelyn, vaikutuksia vesistöihin. Virtausmalleilla voidaan tutkia uoman vedenjohtokykyä ja tulvimista. Virtaaman, uoma-materiaalin, kaltevuuden, uomanleveyyden ym. morfologisten muuttujien välille on kehitetty yhtälöitä, joskin ne soveltuvat lähinnä kitkamaalajeille (Hey 2001, 1997).

Visionaarinen tavoitekuva voi olla myös yhdistelmä historiallisesta tilasta, mallinnuksesta ja vertailuosuuden ominaisuuksista. On kuitenkin muistettava, että vertailuosuuden tai mallin avulla tulisi etsiä juuri kunnostettavalle joelle tai purolle tyyppillisiä ominaisuuksia.

Vertailusuuksille asetettavia tyyppikohtaisia vaatimuksia

Vertailusuuksien ja niiden valuma-alueiden tulee olla luonnontilaisia tai lähellä luonnontilaa.

Alueen tulee edustaa mahdollisimman koskemattomaa vesistöä ilman ihmisen aiheuttamia muutoksia, jotta se voisi toimia objektiivisena kiintopisteenä kunnostuksen suunnittelulle.

Jos vertailusuudelta käytetään vain tiettyjä ominaisuuksia, ei niissä saa olla muuttuneiden ominaisuuksien häiritsevää vaikutusta.

Jos esimerkiksi haetaan uoman linjausta tai uoman pohjan materiaalia, voi kuiville jäänyt uomakin toimia vertailukohtana, vaikka se ei ole mitenkään luonnontilainen. Myöskään veden laadun huononeminen ei vaikuta suuresti uomamorfologiaan.

On selvää, etteivät tämän tyyppiset kohteet voi kuitenkaan toimia vertailukohtana biologisille muuttujille.

Vertailusuuden valuma-alueen tulee olla maastotyyppiltään ja järvisyydeltään kunnostettavaa osuutta vastaava.

Yksi virtaamadynaamiikan kannalta merkittävimpiä ominaisuuksia on valuma-alueen järvisyys. Järviin voi hetkellisesti varastoitua vettä, mikä tasaava virtaamavaihtelua.

Vaikka uoman kaltevuus, maaperä ym. tekijät olisivat yhteneviä, ovat olosuhteet ekologisessa mielessä hyvin erityyppiset. Runsas- ja vähäjärvisissä vesistöissä keskimääräisen alivirtaaman ja ylivirtaaman suhdeluvut poikkeavat toisistaan olennaisesti.

Vertailusuuden tulee olla morfologiselta tyyppiltään kunnostettavaa osuutta vastaava.

Uoma kannattaa jakaa osuuksiin morfologiaan vaikuttavien tekijöiden, kuten maaperän kaltevuuden ja uoman kokoluokan perusteella. Kullekin osuudelle tulee löytää oma tyyppikohtainen vertailualueensa.

Vertailtavien alueiden ilmastollisten olosuhteiden tulee olla yhtenevät.

Valuma-alueen sijainti vaikuttaa virtaamiin ja niiden ajoittumiseen. Pohjoisen joissa vuotuinen alivirtaama ajoittuu kevättalveen, kun etelärannikolla alivirtaama ajoittuu todennäköisimmin kesän kuivalle hellejaksolle. Toisaalta Etelä-Suomen joissa saattaa esiintyä tulvajaksoja myös talvella.

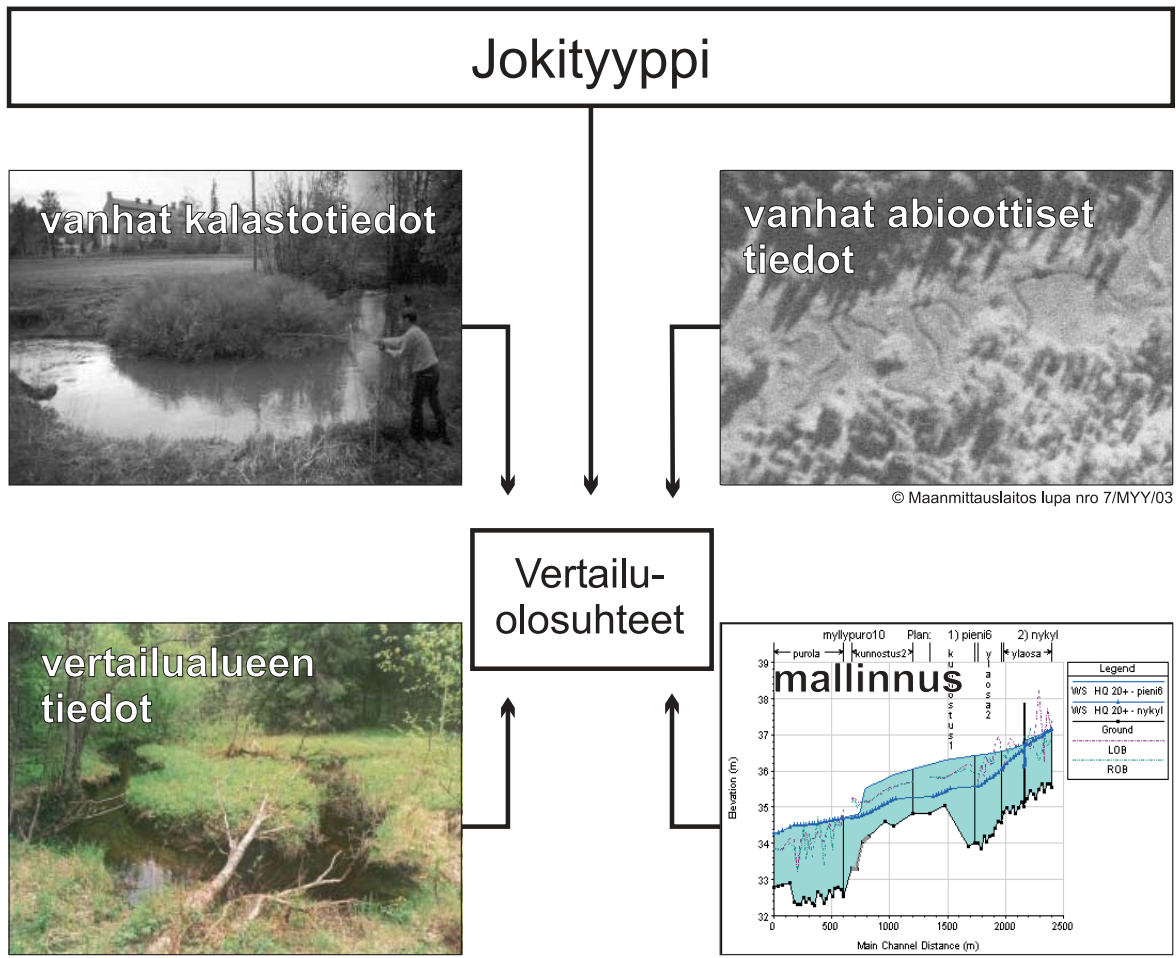
Vertailusuuden ja kunnostettavan osuuden tulee sijaita jokijatkumossa samankaltaisesti.

Latvapurojen dynaamiset prosessit poikkeavat alajuoksun vastaavista. Tämä vaikuttaa mm. orgaanisen aineksen pidättymiseen ja eliöyhteisöihin. Yläjuoksulla olevia osuuksia ei voi suoraan verrata alajuoksun osuuksiin, eikä järven alapuolista uomaa voi verrata uomaan, jonka yläpuolella on laaja järvetön valuma-alue. Sen lisäksi, että järvillä on suuri merkitys virtaamien tasaajina, ne tasaavat veden laadullista vaihtelua ja pysäyttävät uoman pohjalla kulkeutuvan karkeamman kiintoaineen liikkumisen.

Vertailualueella tulee olla sama syntyhistoria kuin kunnostettavalla osuudella.

Jokilaakson muoto vaikuttaa tulva-alueen ja uoman vuorovaikutukseen. Laakson muotoon taas vaikuttavat maaperä, topografia ja alueen syntyhistoria.

Monissa maanpinnan kohoamisen myötä paljastuneissa jokilaaksoissa tulva-alue on entistä merenpohjaa. Jos uoma tulvii, muodostuu helposti laaja tulva-alue. Jos joki on toisaalta virrannut hienosedimenttissä maaperässä, eikä veden reitille ole osunut virtausta kestävää moreeni- tai kalliokynnystä, on vesi usein kuluttanut uomaa syvemmälle. Tällöin jokilaaksoista on muotoutunut jyrkkäreunainen V-laakso ja tulvaveden peittämä maa-ala jää pieneksi. Aktiivinen joki voi ajan kuluessa muodostaa itselleen tulva-alueen. Kun uoma muuttaa kulkuaan, vähitellen siirtyvät meanderit tasaavat laakson pohjaa muodostaen tulviva-alueita.



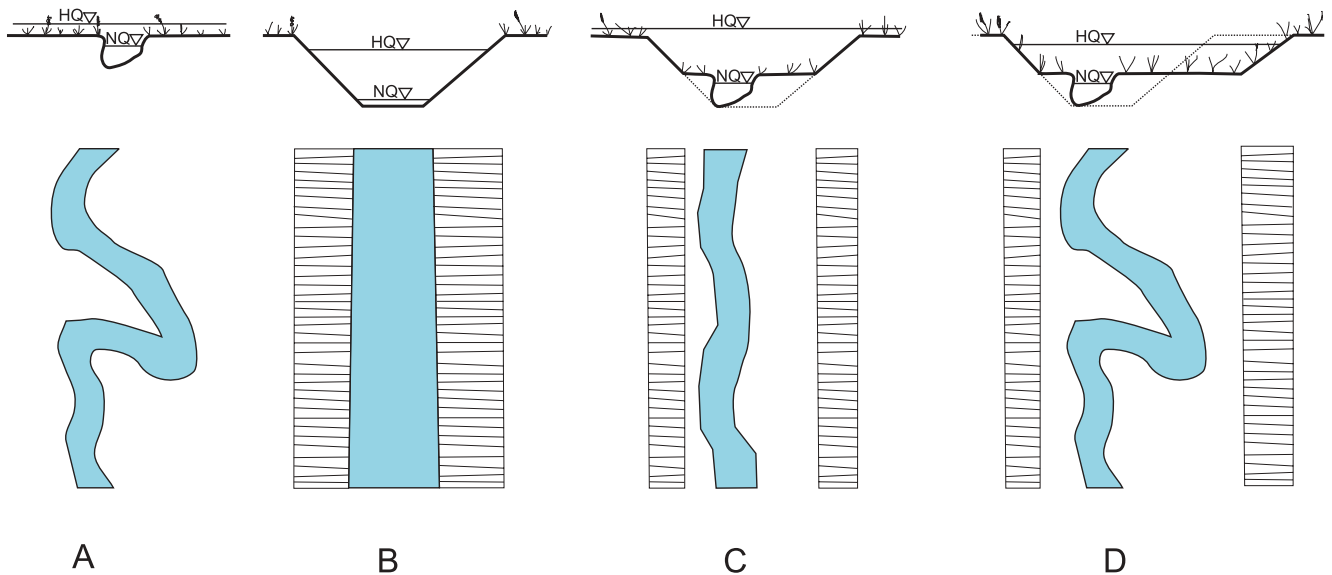
Kuva 2.2

Visionaarinen tavoitekuva on kokoava lähestymistapa, joka kuvaa tyyppikohtaisia vertailuolosuhteita. Sen muodostamisessa voidaan käyttää vanhoja kalastotietoja, vanhoja tietoja uoman ominaisuuksista, olemassa olevia vertailukohteita ja mallinnusta. (mukaeltu Schmutz ym. 2000)

Toiminnallinen tavoitekuva

Toiminnallista tavoitekuvaa muodostettaessa tulee visionaarista tavoitekuvaa verrata kunnostettavan alueen nykytilaan. Vertailu tarjoaa kokonaisvaltaisen tarkastelupohjan mahdollisten vesistön tilaan liittyvien epäkohtien käsittelemiseksi. Vertailussa havaittuja epäkohtia tulee tarkastella monialaisesti ja useista eri näkökulmista. Tavoitekuvatarkastelun toiminnallinen tavoitekuva muodostetaan epäkohtien korjausmahdollisuuksia tarkastellen ja yhteiskuntakehityksen asettamia reunaehtoja huomioon ottaen. Toiminnallinen tavoitekuva perustuu toteuttamiskelpoisiin, realistisiin kunnostustavoitteisiin ja se on pohjana varsinaiselle kunnostussuunnitelmalle.

Keskeinen ero visionaarisen ja toiminnallisen tavoitekuvan välillä on, että jälkimmäisessä huomioidaan yhteiskuntakehityksen kunnostushankkeelle asetamat reunaehdot. Kunnostukselle ja sen tavoitteiden saavuttamiselle voivat reunaehdot asettaa mm. voimassa olevat vesioikeuden päätökset. Usein myös rakennettu infrastruktuuri ja yleinen maankäyttö perustuvat vallitseviin, muuttuneisiin olosuhteisiin, eivätkä siten anna mahdollisuutta palauttaviin toimenpiteisiin. Palauttavat toimenpiteet voisivat vaurioittaa yhdyskuntateknisiä rakenteita tai haitata maankäyttöä, joten kunnostuksen yhteensovittaminen olemassa oleviin rajoitteisiin on välttämätöntä. Kunnostuksessa voidaan tällöin pyrkiä toteuttamaan virtaveden toiminnan kan-



Kuva 2.3

Aikoinaan luonnontilainen pieni mutkitteleva uoma (A) perataan, jolloin sen poikkileikkauspinta-ala kasvaa, normaalin kesäveden aikainen vedenpinta levenee ja vesisyvyys vähenee (B). Kesäaikaiset virtaamat eivät jaksaa pitää uomaa avoimena ja uoma alkaa helposti kasvaa umpeen. Luontaisen kehityksen kautta muodostuu usein kesävirtaamaa vastaava pienempi uoma, joka pysyy avoimena (C). Kunnostettaessa umpeenkasvanutta uomaa voidaan sen tulvien aikaista vedenjohtokykyä lisätä leventämällä uomaa pienen uoman yläpuolelta (D). Pieni uoma voi jatkaa luontaista kehitystä isomman uoman sisällä, jolloin siitä voi muodostua luontaisen uoman (A) kaltainen uoma, johon muodostunut tulvatasanne toimii korvaavana habitaattina alkuperäiselle tulvatasangolle. Uusi pieni uoma takaa kuivatussyvyyden säilymisen ja laajempi uoma riittävän vedenjohtokyvyn tulva-aikoina.

nalta vain oleellisimpia elementtejä tai rakentaa ne pienimuotoisempina. Esimerkiksi laajan tulvatasangon tilalle voidaan rakentaa pienimuotoinen terassimainen tulvatasanne uoman yhteyteen, jolloin on mahdollista mitoittaa varsinainen uoma normaaleille kesävirtaamille (kuva 2.3).

Yhteiskuntakehitys voi asettaa kunnostushankkeille rajoitteiden lisäksi erilaisia velvoitteita. Esimerkiksi vesipolitiikan puitedirektiivi velvoittaa toimimaan vesien hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi. Myös suojelualueet ja -ohjelmat tulee ottaa huomioon kunnostuksia suunniteltaessa. Toiminnallisessa tavoitekuvasa luontainen vesiympäristö ja ihmisen toiminta tulisi pyrkiä sovittamaan yhteen parhaalla mahdollisella tavalla. Tämä edellyttää usein monialaista osaamista ja yhteistyötä eri osapuolten välillä.

2.1.2 Tavoitekuvan jako rakenneseiin

Tavoitekuvatarkastelu on tarkoitettu toimintamalliksi monentyyppisiin kunnostuskohteisiin. Osa siinä asetettavista tavoitteista voi vaatia pitkäjänteisiä kunnostustoimia. Asioiden käsittelyn selkeyttämiseksi tavoitekuva on hyvä jakaa osatavoitteisiin. Saksassa Vils-joen kunnostuksen tavoitekuva käsiteltiin viitenä eri rakenneseinä, joita olivat virtaamadynamiikka, uomadynamiikka, tulvadyneriikka, ainesdynamiikka ja eliöyhteisödynamiikka (Wasserwirtschaftsamt Amberg 1996). (Ks. Tietoa tiiviisti 2.)

Tavoitekuvan rakenneosat

Tavoitekuvan rakenneosat on tässä määritelty lisätietoja-kohdasta löytyvän Järvelän (1998) julkaisun perusteella.

Virtaamadynamiikka tarkoittaa luonnontilaiselle valuma-alueelle tyypillisiä virtaamaolosuhteita. Virtaamadynamiikkaan vaikuttaa keskeisesti virtaaman ajallinen jakautuminen ali- ja ylivesineen. Keskieurooppalaisissa kunnostuksissa tavoitteena on ollut virtaaman hidastaminen sen luonnolliselle tasolle, mikä käytännössä tarkoittaa muutoksia valuma-alueiden maankäytössä ja kuivatuksessa. Esimerkkeinä voidaan pitää tulva-alueiden palauttamista ja erityisesti kaupunkialueiden päällystetyiltä pinnoilta muodostuvan valunnan imeyttämistä maaperään.

Uomadynamiikka tarkoittaa virtaveden linjauksen ja uoman muodon vapautta kehitystä. Luonnontilaisille virtavesille tyypillinen monimuotoisuus mutkineen, matalikkoineen, syvänteineen ym. tulisi sallia ja kehitystä tulisi tarvittaessa tukea esim. palauttamalla uomaan sen luontaisia elementtejä tai poistamalla ”kovan tekniikan” rantasuojauksia. Asutuilla alueilla joen vapaata kulkua ei välttämättä voida sallia, jolloin esimerkiksi insinööribiologisia menetelmiä voidaan käyttää rannan suojaamiseksi.

Tulvadynermiikka tarkoittaa vesi- ja maa-alueen välistä riippuvuutta. Vuorovaikutuksen keskeinen elementti on tulva-alue, joka on säännöllisin väliajoin veden peitossa. Tulva-alueet pidättävät veden mukana kulkeutunutta orgaanista ja epäorgaanista kiintoainetta ja vaihtelevat kosteusolosuhteet mahdollistavat erilaisen eliöstöltään monimuotoisten tulva- ja kosteikkobiotooppien muodostumisen.

Ainesdynamiikka tarkoittaa virtavedelle tyypillisiä aineksen kulkeutumisprosesseja. Luontaisesti valuma-alueelta kul-

keutuu tietty määrä kiintoainetta ja ravinteita, mutta ihmisen toiminnan seurauksena vesistöihin on kohdistunut huomattava määrä lisäkuormitusta. Tavoitekuva-tarkastelussa katsotaan yleensä, että virtaveden luonnollisen peruskuorman ylittävä kuormitus tulisi pyrkiä poistamaan.

Eliöyhteisödynamiikka, eli lajistodynamiikka tarkoittaa tässä yhteydessä eliöiden sopeutumista elinalueensa vesiolosuhteisiin ja reagointia elinympäristössään tapahtuviin muutoksiin. Tavoitekuvan neljän ensimmäisen rakenneosan tarkoituksena on luoda elinolosuhteet, joiden puitteissa alueelle tyypillisen eliöstön esiintyminen on mahdollista. Tavoitteena pidetään koskemattomina säilyneiden virtavesijaksojen eliöstön luontaista levittäytymistä alueelle.

Lisätietoja

DVWK. 1996a. Fluß und Landschaft – ökologische Entwicklungskonzepte. Merkblätter 240. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 285 s. ISBN 3-89554-046-3.

Kraier, W. 1996. Ökologisch begründete Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer, Fallbeispiel Vils/Oberpfalz. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, 26. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 167 s. ISBN 3-930253-06-2.

Järvelä, J. 1998. Luonnonmukainen vesirakennus; periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, VTR-1. 129 s. ISBN 951-22-4296-6. ISSN 1456-2596.

Esimerkkinä voidaan mainita Nuuksion kansallispuistossa Espoossa virtaava Myllypuro, jonka kunnostusten yhteydessä virtaamasuhteiden voitiin olettaa pysyneen lähes muuttumattomina, sillä puron valuma-alue on lähes luonnontilassa, eikä vesistönosaa säännöstellä. Myöskään puron ainesdynamiikassa, eli veden laadussa tai veden mukana kulkeutuvien aineiden pitoisuuksissa, ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Puron vesi on laadultaan hyvää, koska alueella ei ole pistekuormittajia ja hajakuormitus on rajoittunut muutamaankin yksityistalouteen. Maanviljelyä tai aktiivisia metsänhoito-toimenpiteitä ei kansallispuiston alueella harjoiteta. Puron eliöyhteisöissä on tapahtunut muutoksia habitaattimuutosten myötä, mutta tiedossa ei ole mitään erityisiä lajeja, joita olisi purosta hävinnyt tai joiden elinpaikkavaatimukset pitäisi erityisesti ottaa huomioon. Vesistönosassa ei myöskään ole rakenteita, jotka estäisivät eliöstön liikkumisen. Puron eliöstön voidaankin olettaa kehittyvän luontaisesti, kunhan muut virtaveden osatekijät saadaan palautettua lähelle luonnontilaa. Myllypuron tapauksessa tavoitekuvien muodostaminen keskittyikin voimakkaimmin puron muuttuneisiin ominaisuuksiin, uomanrakenteisiin ja tulvimiseen (ks. luku 5.2).

2.1.3 Tyypikohtaisuus tavoitekuvatarkastelussa

Virtavesiä on hyvin erityyppisiä. Virtavesien koko, virtaamien vaihtelu, maa-perä ja alueen topografia vaikuttavat niiden muotoutumiseen. Ilmasto ja geomorfologinen syntyhistoria antavat niinkään joille omat piirteensä. Yhdessä nämä osatekijät muodostavat monimuotoisen ja vuorovaikutteisen systeemin. Jokia ja puroja voidaan jakaa näiden ominaisuuksien perusteella ryhmiin tyypittelyä varten tai yksittäistapauksessa käyttää asiantuntija-arvioiden perusteella samantyyppistä jokea kunnostuksen esikuvana. Eri maissa virtavesien ominaisuuksista on kerätty laajoja aineistoja, joiden perusteella voidaan tehdä morfologisia tyypittelyjä. Tällaisia ovat esim. Britan-

niassa käytössä olevalla River Habitat Survey (RHS) -menetelmällä kerätty aineisto ja Yhdysvalloissa luonnonuomien morfologinen luokitus A classification of natural rivers (Rosgen 1994).

Tyypikohtaisuus on keskeinen osa tavoitekuvatarkastelua. Tavoitekuvatarkastelussa tulisi löytää juuri kyseiselle virtavesityypille ominaiset toiminnot, mittasuhteet ja arvot. Sen sijaan, että keskusteltaisiin, onko virtavesien eroosio positiivinen vai negatiivinen ilmiö, tulisi tavoitekuvassa miettiä eroosion merkitystä juuri tarkasteltavan vesistön kannalta. Vaikka eroosio on luontainen ilmiö, sen voimakkuus vaihtelee suuresti vesistön luonteesta riippuen. Joskus eroosio ja siihen liittyvät sedimentin kulkeutuminen ja kasautuminen ovat keskeinen osa virtaveden toimintaa. Muutokset eroosioprosesseissa saattavat johtaa suuriin häiriöihin kyseisen virtavesisysteemin toiminnassa. Toisen tyyppisissä vesistöissä runsas eroosio ja siitä johtuva sedimentin kulkeutuminen voi olla täysin vieras ilmiö, jolloin eroosion lisääntyminen saattaa johtaa merkittäviin häiriöihin kyseisen systeemin toiminnassa.

Tavoitekuva lähtee siitä, että virtavesisysteemillä ja sen toiminnoilla on luontainen tila. Tämä tila tulee ottaa huomioon kunnostuksen tavoitteiden asettelussa. Vesistön nykytilan luonne voi esimerkiksi vedenlaadun osalta poiketa luontaisesta. Monien rannikon vesien kohdalla puhutaan usein luontaisesta savisameudesta, vaikka ei ole arvioitu luontaisen savisamennuksen osuutta nykyisestä savisameudesta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että maatalousvaltaisella valuma-alueella kiintoainekuormasta jopa 90 % voi olla peräisin peltojen pintamaasta (ks. luku 8.1.1). Kun tämän lisäksi otetaan huomioon maataloutta varten tehtyjen ojien eroosio sekä luonnonuomien perkausten aiheuttama lisäkuorma, voidaan todeta, että vesistön todellinen luontainen savisameus on vain murto-osa nykytilan savisameudesta. Tämä luontainen taso olisi ideaalinen tavoitetila, johon kunnostuksessa tulisi pyrkiä.

Uoman luontaiset mittasuhteet ei-

vät ole sattumanvaraisia, irrallisia tekijöitä. Uoman morfologia määräytyy virtaveden valuma-alueen, topografian, ympäröivän maaperän ja kasvillisuuden mukaan. Mittasuhteiden muuttaminen vaikuttaa uoman toimintaan. Kasvatettaessa uoman vesipintaa ja poikkileikkauksen kokoa veden virtaus voi hidastua siinä määrin, että virtaveden tyypillinen lajisto alkaa muuttua seisovan veden lajistoksi. Tällöin myös kiintoaineksen kuluissa ja habitaattirakenteessa tapahtuu muutoksia.

Tyypikohtaisten erojen tunnistaminen on tärkeää myös kunnostusmenetelmien valinnan kannalta. Toisaalla toimiviksi osoittautuneet menetelmät eivät tuo kaikkialla toivottua tulosta. Olosuhteet voivat vaihdella jo saman vesistön eri haarojen välillä. Suomalaisille virtavesille on tyypillistä pienipiirteisyys. Jääkausi ja maanpinnan kohoaminen ovat merkittävässä määrin vaikuttaneet maaston muotoutumiseen. Esimerkiksi hydrologiset ja vedenlaadulliset muuttujat ovat erilaisia savisilla alueilla verrattuna harjualueisiin, joissa pohjavesivarastot ovat suuret. Lisäksi valuma-alueen järvisyys vaikuttaa virtaamaoloihin. Suurissa reittivesissä virtaamavaihtelut ovat pienempiä kuin rannikon vähäjärvisissä vesistöissä, joissa keskiylivirtaaman (MHQ) ja keskialivirtaaman (MNQ) suhde voi olla jopa 500-kertainen, kun se reittivesissä jää usein vain noin 2 - 5-kertaiseksi. Siksi lähtökohdat esim. koskien kunnostamiseen ovat täysin erilaiset eri puolilla maata.

2.1.4 Kunnostuksen toteutus ja seuranta

Tavoitekuviin perustuvan kunnostuksen toteuttamisessa voidaan käyttää jo olemassa olevia kunnostusmenetelmiä. Toteutus ei voi olla kaikkien vesistön luontaisten yksityiskohtien tarkkaa kopiointia, vaan virtavedestä tulee löytää ne keskeiset tekijät, joilla on suurin vaikutus uoman toimintaan. Myös kustannus- ja työtekniset rajoitteet estävät virtaveden alkuperäisen tilan täydellisen kopiointin, eikä täsmälleen alkuperäistä vastaa-

van tilan saavuttaminen ole edes tarkoituksenmukaista. Luonnollinen virtavesi on itseään säätelevä ja uusiutuva kokonaisuus. Sen jälkeen, kun olosuhteet on muokattu sopiviksi, voidaan uoman olettaa jatkavan itse luontaista kehitystään.

Seuranta kuuluu oleellisena osana kunnostukseen. Hankkeen seuranta tulisi suunnitella siten, että sillä pystytään havainnoimaan asetettujen tavoitteiden toteutumista. Jos seurannassa havaitaan kunnostuksessa tehtyjä virheitä tai puutteita, on niitä yleensä mahdollista korjata.

Jälkeenpäin tulisi pystyä osoittamaan, kuinka toimivia kunnostukset ovat olleet. Toisaalta seuranta edistää oikeiden kunnostusmenetelmien valintaa tulevaisissa projekteissa. Seuranta olisi hyvä aloittaa jo suunnitteluvaiheessa, jolloin saatu havaintomateriaali tukee kunnostuksen suunnittelua. Esiseuranta toimii myös vertailukohtana jälkiseurannalle. Tällöin pystytään paremmin toteamaan kunnostuksen vaikutukset. Jos on kyse biologisista muuttujista, joissa tapahtuu paljon vuosittaista vaihtelua, olisi hyvä, jos esiseurantaa tehtäisiin ensin muutaman vuoden ajan ennen kunnostusta ja jälkiseurantaa useiden vuosien ajan kunnostuksen jälkeen. Toinen tapa pyrkiä erottamaan kunnostuksen vaikutukset luontaisesta vaihtelusta on seurata kunnostettavan kohteen lisäksi kohdetta, jossa ei tehdä toimenpiteitä.

2.2 Kulttuurimaiseman ja ranta-alueiden käytön vaikutuksia vesistöjen hoidon tavoitteisiin

2.2.1 Virtavesistöt osana kulttuurimaiseman hoitoa

Joki- ja purovesistöt ovat keskeinen osa maaseudun viljelymaisemaa ja taajami- en viheralueita. Jokilaaksojen elinkeino- toiminta on kehittynyt vuorovaikutuk- sessa vesistöjen luontaisen käyttäytymi- sen ja toisaalta vesirakentamisen ja kui- vatustoiminnan kanssa. Viljelymaisema on monin paikoin muodostunut jokien

tulvatasanteille, jolloin tulvasuojelu- ja kuivatustöillä on ollut oleellinen merkitys viljelyn laajentumisessa jokilaaksojen rinteiltä alaville, alun perin niityiksi rai-
vatuille tulva-alueille. Nykyaikainen viljelytekniikka vaatii peltoalueiden hyvää kuivatustilaa, joten aktiivisen viljelyn alueilla tulvasuojelu ja peruskuivatus ovat edellytyksenä kulttuurimaiseman ylläpidolle ja samalla reunaehto tulvatasanteiden vesiolosuhteiden säätelylle. Nurmituotanto ja laiduntaminen voivat ainakin jossakin määrin sopeutua myös jokilaaksojen tulvimiseen. Koska uusia tulvasuojelutöitä tehdään maatalouden hyväksi enää vähän, on usein tulvivilla peltoalueilla suositeltavinta suuntautua heinäviljelyyn ja laiduntalouteen. Maatalouden ympäristötuki tarjoaa mahdollisuuksia tulvanalaisten alueiden hoitoon. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002)

Viljelyalueiden paikalliskuivatuksesta huolehditaan yleensä salaojituksella. Salaojien edellyttämän kuivatussyvyyden saavuttamiseksi on syvennetty ja samalla usein myös suoristettu purovesistöjä. Uomien perkaus on yksipuolistanut ratkaisevasti virtavesien elinolosuhteita ja kalakantoja. Peruskuivatukseen ei kuitenkaan välttämättä tarvitse heikentää vesistön monimuotoisuutta, mikäli vesiensuojelu ja vesieliöstön olosuhteiden turvaaminen otetaan huomioon kunnossapitoperkauksissa ja vesistöjen kunnostushankkeissa. Vesistöjen ja valtaojien varsien suojakaistoja ja vyöhykkeitä on mahdollista kehittää entistä monimuotoisemmiksi pelto- ja vesieliöstön kannalta.

Jokivesistöjen varrella sijaitsevilla taajamissa tulvasuojelua voidaan tarvita turvallisuusriskien ja taloudellisten menetysten välttämiseksi. Taajamien suojaamiseksi selvitetään toimenpiteitä myös harvinaisten suurtulvien varalta. Tulvapengerrysten ohella keinona voivat olla tilapäiset tulvasuojelurakenteet ja -toimenpiteet kuten tulvien tilapäinen ohjaaminen maatalous-, metsä- ja suoalueiden lisäksi mm. viheralueille, koska tulva-alueet soveltuvat hyvin virkistyskäyttöön tulva-aikojen ulkopuolella. Rankkasateista aiheutuvien kaupunki-

tulvien ja etenkin taajamien purovesistöissä haitallisten virtaamahuippujen ja vedenlaatuhaittojen pienentämiseksi selvitetään mahdollisuuksia hulevesien imeyttämiseen ja viivytämiseen rakentamattomilla tontti- ja viheralueilla.

2.2.2 Maisemasuunnittelu virtavesistöjen kunnostustavoitteiden määrittelyssä

Vesialueita koskevassa maisemasuunnittelussa esitetään toimenpiteitä, joilla olemassa olevien luonnonolosuhteiden ja seudun kulttuurikehityksen pohjalta pyritään mm. vesistön luonnonolosuhteiden korjaamiseen ja maisemanhoidon ohjaamiseen. Maisemasuunnitelmia laaditaan eniten yleiseltä kannalta merkittävillä alueilla, kuten arvokkaille maisema-alueille ja taajamien viheralueille, jolloin kulttuurisilla ja esteettisillä näkökulmilla sekä virkistyskäytöllä on suuri painoarvo. Kulttuurimaisemaan ja vesistöihin liittyvässä maisemasuunnitelmassa esitetään mm. seuraavia seikkoja (Jormola 1997):

- maisemanhoidon keinot vesiolosuhteiden tasapainottamiseen ja vesien suojelun edistämiseen
- toimenpiteet maisemakuvan ja maisemarakenteen selkiennyttämiseksi
- vesi- ja ranta-alueisiin liittyvien luonnonarvojen suojeleminen, hoito ja kehittäminen

Jokilaaksoon tehtyä maisemasuunnitelmaa voidaan hyödyntää aluetta koskevien vesistöjen kunnostuskohteiden ja ranta-alueiden hoidon ideoinnissa ja ohjauksessa. Yksittäisissä vesirakennushankkeissa, kuten voimalaitos- tai tulvasuojeluhankkeissa maisemasuunnittelun avulla selvitetään ympäristöön sopeutuvia toteutusvaihtoehtoja ja esitetään haittoja vähentäviä toimenpiteitä. Maisemasuunnittelun yhteydessä on perinteisesti esitetty joko yleispiirteisiä tai yksityiskohtaisia suunnitelmia, joissa suunnitelman tilaajan asettamien tavoitteiden pohjalta on otettu huomioon vesistöjen luonnontilan monipuolistaminen, maisemakuvan säilyttäminen tai pa-

rantaminen ja vesistön tai ranta-alueiden käyttötarpeet. Koska etenkin viljeltyjen jokilaaksojen suunnittelu kohdistuu yksityismaille, maisemanhoidon suunnittelussa otetaan lähtökohdaksi maankäyttö ja alueella harjoitettava maa- ja metsätaloustuotanto. Maisemasuunnitelma vastaa siten tavoitteiltaan paljolti edellisessä kappaleessa määriteltyä vesistön kunnostuksen toiminnallista tavoitekuva.

Vesistöihin liittyvän maisemasuunnittelun sisältö on sekä kansainvälisesti että Suomessa painottunut yhä enemmän ekologisiin näkökulmiin. Ekologisen tiedon lisääntyminen on vaikuttanut siihen, että luonnon monimuotoisuutta edistävät toimenpiteet, kuten suojakaisat ja uusien kosteikkojen rakentaminen vesiensuojelun ja esim. linnuston takia

ovat tulleet asukkaiden kannalta entistä hyväksyttymmiksi. Kulttuuriselta ja esteettiseltä kannalta harkitut ratkaisut, samoin kuin vesistön ja ranta-alueiden hoitomahdollisuudet ovat suunnittelussa silti edelleen tärkeitä, koska alueen käyttäjien kannalta hyväksyttävään lopputulokseen pääseminen on keskeistä etenkin maisemakuvallisia muutoksia aiheuttavissa vesistöjen kunnostushankkeissa. Esimerkiksi tulva-alueiden palauttamista, puuaineksen lisäämistä uomaan, suoristetun uoman mutkittelun lisäämistä, eroosiosuojausta ja eroosion hyödyntämistä sekä rantapuuston ja pensaskasvillisuuden lisäämistä avoimessa peltomaisemassa on Suomessa toteutettu vielä varsin vähän. Niiden soveltaminen toimivassa kulttuuriympäristössä edellyttää monipuolista tarkas-

TIETOA TIIVIISTI • 3

Lestijoen maisemanhoitosuunnitelma

Esimerkkinä valtakunnallisesti arvokkaalle maisema-alueelle toteutetusta maisemasuunnitelmasta on Lestijokilaakson maisemanhoitosuunnitelma Toholammin alueella (Perälä & Jormola 2001). Jokilaakso on tunnettu mm. meritaimenesta, mutta toisaalta se on harvinaisen selkeäpiirteinen maitotalousvaltainen jokilaakso, jossa avoimien näkymien säilyminen koetaan tärkeäksi. Suunnitelmassa on yhteistyössä asukkaiden kanssa pyritty määrittelemään avoimuuden säilymiseksi keskeiset näkymäalueet ja toisaalta mahdollisuudet uoma suojaaavan rantapuuston lisäämiseksi, sivuvesistöjen kunnostamiseksi ja perinnebiotooppeina arvokaiden jyrkkien rantaniittyjen hoitamiseksi laitumina maatalouden ympäristötuen erityistuen avulla.

Suunnitelmassa on jaoteltu suunnittelualueen jokijakso neljään eri tyyppiiseen alueeseen maaston ja jokirantojen erilaisten muotojen perusteella. Valtakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi on luokiteltu tasainen ja alavarantainen, rannoiltaan pääasiassa avoin osa jokilaak-

sosta kuntakeskuksen molemmin puolin. Yläjuoksulla jokirannat ovat jyrkkärinteisiä. Rinteet ovat paljolti puustoisia, mutta niitä on hoidettu myös laidunalueina. Ranta-alueilla onkin useita perinnebiotooppeja.

Vaikka meritaimen ei alapuolisen nousuesteen takia pääse nousemaan suunnittelualueelle, on suunnitelmassa pyritty yhdistämään kulttuurimaiseman hoidon ja toisaalta eliöstöllisesti arvokkaan jokiuoman hoidon tavoitteet. Lestijoen koskien kunnostamista suositellaan, sillä joessa ei ole tehty vielä uittosäännön kumoamiseen liittyviä kunnostuksia. Kalaston takia jokivarsien rantapuustoa suositellaan lisättäväksi, mutta samalla tulee ottaa huomioon maiseman avoimuuden säilyttäminen merkittävillä näkymäalueilla.

Jokilaaksossa esiintyy ajoittain tulvia, mutta suunnittelualueelle ei ole enää odotettavissa tulasuojeluhankkeita. Viimeksi toteutetun Lestijoen sivupuron, Mato-ojan tulasuojeluhankkeessa säilytettiin uoman mutkitteluva alaosa koskemattomana teemällä tulvavirtaamia varten tulvauoma. Tulva-alueilla suositellaan mm. vesiensuojelun

telua, jossa otetaan huomioon ekologiset sekä maisemakuvalliset vaikutukset ja lisäksi maanomistajien viljelykäytännöt. Jatkossa vesistöihin liittyvässä maisemasuunnittelussa onkin suositeltavaa soveltaa perinteistä suunnittelua yksityiskohteisempaa tavoitekuvatarkastelua. Se voi tuoda suunnittelun tavoiteasetteluun analyttisyyttä ja monipuolisuutta, kun halutaan etsiä perusteita muutetun vesistön luonnontilan parantamiseen. Tavoitekuvatarkastelun avulla suunnittelutavoitteita ja -vaihtoehtoja voidaan havainnollistaa ja perustella myös alueen käyttäjille suunnitteluprosessin aikana.

Tarve tulvien poistamiseen ja kuitavustilan ylläpitämiseen rajoittaa virtavesien kunnostusmahdollisuuksia aktiivisessa käytössä olevilla viljelyalueilla, mutta perkaustoiminnan ja peruskuiva-

tuksen yhteydessä muutettujen uomien luonnontilaa on silti mahdollista monipuolistaa monin eri tavoin. Seuraavassa tarkastellaan toiminnalliseen tavoitekuvaan kuuluvia kunnostuksen osatekijöitä maisemanhoidon näkökulmasta kiinnittäen huomiota myös vaikutuksiin maataloustuotannon ja viljelijän kannalta. Vesistöjen kunnostuksen tavoitekuvan toiminnallisia rakenneosia (ks. luku 2.1.2) pyritään seuraavassa esittämään konkreettisina, käytäntöön sovellettavina toimenpiteinä, jotka tulevat kyseeseen sekä uomissa että läheisillä ranta-alueilla. Suunnittelussa käytettävää terminologiaa on edelleen syytä kehittää, jotta tarkastelutapa tulee ymmärrettäväksi.

Jukka Jormola

takia maataloustuotannon suuntaamista lannoittamattomiksi laitumiksi ja heinämaiksi, mihin mm. maatalouden ympäristötuki tarjoaa edellytyksiä.

Suunnitelmassa esitetään myös toimenpiteitä sivu-uomien kunnostamiseksi. Sivuuomissa esiintyy eroosiohaittoja, minä vuoksi suunnitelmassa suositellaan eroosiosuojauksia, uomien mutkaisuuden lisäämistä ja muita uomia monipuolisia toimenpiteitä, kuten kosteikkojen perustamista.

Rantarakentaminen on varsin uusi ilmiö jokilaaksossa, jossa asutus on perinteisesti sijoittunut jokilaakson yläville reuna-alueille. Suunnitelmassa esitetään suosittavia rantarakentamisen sijoittamisedellytyksistä ja eri jokiosuuksille.

Lestijokilaaksossa maiseman avoimuuden säilyttämistarve antaa selvän lähtökohdan jokiuoman ja ranta-alueiden hoidolle. Toisaalta yhtä jokijaksoa koskevassa suunnitelmassa tulee esiin tarve tarkastella jokilaaksoa kokonaisuutena, koska esim. meritaimenen nousun mahdollistaminen toisi ilmeisesti merkittäviä uusia mahdollisuuksia jokilaakson ekologiaan ja myös joen arvostukseen asukkaiden ja matkailun kannalta.

Lisätietoja

Perälä, T. & Jormola, J. Lestijokilaakson maisemanhoitosuunnitelma. Toholammin alue. Helsinki, Suomen ympäristökeskus, Länsi-Suomen ympäristökeskus, Toholammin kunta.

Alueelliset ympäristöjulkaisut 167. 77 s. ISBN 952-11-0739-1. ISSN 1238-8810.



Lestijokilaakso on arvokas sekä maisemallisesti että eliöstöllisesti.
Jukka Jormola

2.2.3 Maiseman vesiolosuhteiden tasapainottaminen

Vähäjärvisillä viljelyalueilla virtaamasuhteet ovat yleensä äärevämpiä, eli ylivirtaamat ovat suurempia ja alivirtaamat pienempiä kuin vastaavilla metsäalueilla. Virtaamasuhteiden tasapainottaminen on yleensä tarpeellista sekä viljelytoiminnan että vesistön ekologian kannalta. Yksittäisillä toimenpiteillä voidaan virtaamasuhteisiin vaikuttaa lähinnä vain pienehköillä valuma-alueilla, mutta silläkin voi olla tärkeä merkitys maatilalle pienten uomien alivirtaamisen lisäämisen ja myös peltojen kosteusolojen säätelyn kannalta esim. kuivina kausina. Tilakohtaisina toimenpiteinä tulevat kyseeseen mm. kosteikkojen rakentaminen ja uomien alivedenpinnan nosto pohjakynnyksillä. Kosteikoilla on merkitystä virtaamasuhteiden säätelyssä erityisesti, jos niiden vedenkorkeus suunnitellaan vaihtelevaksi eri virtaamilla. Kosteikolla voidaan tällöin mitoitukselta riippuen pienentää alapuolisen valtaojan tai purovesistön tulvavirtaamia ja lisätä alivirtaamia. Mikäli tulvasuojelun ja peruskuivatuksen yhteydessä kuivatettuja tulva-alueita voidaan hallitusti palauttaa, saadaan samalla pienennetyksi tulva-alueiden alapuolisia tulvavirtaamia.

Tulva-alueiden palauttaminen maatalousalueilla edellyttää viljelyalueilla valmiuksia sopeuttaa tuotanto tulvimiiniseen esim. pysyväisluonteisen nurmituotannon ja laidunnuksen muodossa. Valtaojiin tehtävillä pohjakynnyksillä voidaan estää etenkin viettävässä maastossa tapahtuvaa liiallista syvenemistä, jolloin uoman vedenpinta ja pohjaveden taso pysyvät korkeammalla. Tämä voi vähentää peltojen kuivumisherkkyyttä. Veden säilymisellä uomissa voi olla viljelijän kannalta merkitystä esim. kasteluviesikäytössä.

2.2.4 Uomien monimuotoisuuden lisääminen ja eroosion hallinta

Maatalouden tulvasuojelun ja peruskuivatuksen yhteydessä on kaivettu ja suo-

ristettu etenkin pieniä purouomia kanavamaisiksi valtaojiksi. Näillä uomilla voisi olla suuri merkitys virtavesistöinä muutoin vähävetisillä alueilla. Monimuotoistamisen keinoina ovat uomien mutkaisuuden lisääminen, mahdollisuuksien mukaan alkuperäisen uomalinjauksen palauttaminen tai uomarakenteen pienimuotoinen monipuolistaminen pohjakynnysten, puu- ja kiviaineksen ja rantakasvillisuuden avulla. Syöpyvässä maastossa voidaan tarvita myös uomaeroosiota vähentävää rantasuojausta.

Viljelijän kannalta uomien suoristamisesta on voinut olla hyötyä yhtenäisten ja selkeiden peltokuvioiden aikaansaamiseksi. Uomien pienimuotoinen mutkittelun lisääminen voi tapahtua nykyisin yleisessä käytössä olevien suojakaistojen puitteissa, jolloin peltokuvioita ei tarvitse pienentää. Erityistukisopimuksilla on mahdollista saada korvausta laajemman mutkittelun sekä muodostettavien kosteikkojen ja tulva-alueiden takia pienenevästä peltoalasta. Uoman muotoilussa ja rakenteen monipuolistamisessa, kuten mutkien, levennyksen ja pohjakynnysten suunnittelussa sekä kivien, puuaineksen ja rantakasvillisuuden sijoittamisessa on etenkin asutussa ympäristössä syytä tehdä tarkennettu maisemasuunnitelma, jossa otetaan huomioon maanomistajan näkemykset. Uomalaajennuksilla, laskeutusaltailta ja kosteikoilla voi olla arvoa uutena maisemaelementtinä maatilaympäristössä. Uomalaajennusten käyttö esim. luonnonravintoon perustuvaan kalan- ja ravunkasvatukseen sekä kasteluvien käyttöön voi olla mahdollista.

2.2.5 Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteet

Vesiensuojelutoimenpiteitä selvitetään tarkemmin vesistökohtaisissa vesiensuojelusuunnitelmissa, mutta myös maisemasuunnittelun ja vesistön kunnostuksen yhteydessä voidaan esittää monia vesiensuojelunäkökohtia. Ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista voidaan vähentää ensisijaisesti viljelytoimenpitein, kuten talviaikaisella kasvipeittei-

syydellä. Viättävillä peltoalueilla liikkeelle lähteneitä ravinteita ja kiintoainesta voidaan pysäyttää suojakaistoilla ja -vyöhykkeillä. Pelloilta uomiin, etenkin valtaajiin päässeitä aineksia voidaan pidättää kosteikoilla, laskeutusaltailla, pohjakynnyksillä sekä uoman monimuotoisuutta lisäämällä. Tulva-alueet keräävät uomassa kulkeutuvaa kiintoainesta, kun virrannopeus hidastuu veden liikkessa laajemmalle tulva-alueelle. Uomarakenteen ja virtausolosuhteiden monipuolistamisella voidaan saavuttaa hyötyjä paitsi eliöstön olosuhteiden, myös vesistön oman puhdistuskyvyn parantamisen kannalta.

2.2.6 Jokikäytävien ekologisen tilan parantaminen

Puusto, pensasto ja ranta-alueiden laidunnus

Jokikäytävällä tarkoitetaan jokiuoman, rantapenkkojen ja läheisen ranta-alueen muodostamaa kokonaisuutta (NRA 1992). Uomarakenteen lisäksi myös rantojen muodolla ja rantavyöhykkeessä kasvavalla kasvillisuudella, etenkin pensastolla ja puustolla on keskeinen vaikutus uoman ekologiin olosuhteisiin vesieliöstön kannalta. Lehti- ja puuaines on merkittävä energian- ja ravinnonlähde monille virtavesien eliöille. Puuvartisen rantakasvillisuuden merkitys on suuri etenkin pienissä uomissa, joissa oksisto voi ulottua veden päälle. Rantapuusto antaa suojaa ja ravintoa kalastolle ja estää varjostuksellaan vesistön lämpenemistä kesällä. Puu- ja pensaskasvillisuus toimii luontaisena eroosiosuojana ja veteen kasvava juuristo muodostaa jyrkässä rannassa suojapaikkoja eliöstölle.

Rantapuustoa on peltoalueilla usein raivattu, jotta voitaisiin estää varjostusta pellolle. Varjostuksen osuminen nykyisin lähinnä suojakaistoina hoidettaville pellon alaville reuna-alueille voi vähentää tarvetta puuston raivaukseen. Puustoa ja pensastoa voidaan säästää ja lisätä pääasiassa etelän puoleisilla ranta-alueilla, jolloin varjostus lankeaa etupäässä uoman kohdalle. Pensasto saattaa kuitenkin

veteen kasvaessaan haitata uoman vedenjohtokykyä. Jos puukasvillisuuden katsotaan heikentävän haitallisesti tulvavirtaamia, sitä on syytä säilyttää tai lisätä lähinnä ylempällä rantavyöhykkeellä rantaluiskan ja pellon taitteessa.

Joki- ja purouomat ja niihin liittyvät rantakasvivyöhykkeet ovat tärkeitä myös peltoeläimistölle. Puustoiset ja pensastoiset rantavyöhykkeet tuovat uomat esiin muutoin avoimessa ja tasaisessa peltomaisemassa. Koska puusto voi muuttaa avoimen, arvokkaaksi luokitellun peltomaiseman luonnetta, kulttuurimaiseman kannalta tärkeiden näkymien ylläpito on syytä ottaa huomioon maisemasuunnitelmissa siten, että joen yli suuntautuvien näkymäaukkojen kohdalla molempia rantoja hoidetaan avoimena. Laidunnetut avoimet tai puoliavoimet rantavyöhykkeet ovat usein eliöstöllisesti arvokkaita perinnebiotooppeja etenkin viettävillä joki- ja purouomien rinteillä. Karjatalouden keskittyessä ja laidunkäytännön vähentyessä laidunnuksen ylläpitäminen ja mahdollisuuksien mukaan lisääminen on suositeltavaa ranta-alueiden ekologian ja maisemakuvan kannalta. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi kun halutaan suojata karjan tallettamaa rantaa tai lisätä rantapuustoa istuttamalla, voi olla syytä rajata rantavyöhykkeitä laidunnuksen ulkopuolelle.



Kuva 2.4

Laidunnus ylläpitää maiseman avoimuutta ja perinnebiotooppeja ranta-alueilla. Paikoin voi kuitenkin olla tarpeen aidata ranta-alueita mm. rantapuuston suojelemiseksi ja rannan tallettämisen estämiseksi.

Jukka Jormola

Uomissa elävä kalasto kuvastaa eliömuotona uomien ekologista tilaa ja kalaston elinolojen parantaminen on usein selvin peruste virtavesien kunnostukselle. Meritaimenta esiintyy monissa Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkoalueiden peltoalueiden läpi virtaavissa joissa, vaikka useissa joissa onkin vielä nousuesteitä ja vedenlaatuongelmia. Suomenlahden rannikkoalueella on 17 meritaimenjokea (Lempinen 2001). Esimerkiksi Siuntionjoessa meritaimen kulkee kutupaikoilleen peltojen keskellä kilometrien pituisten puuttomien jokiosuoksien kautta (Siuntionjokineuvottelukunta 1989). Lohikalaston elvyttäminen on virtavesien kunnostuksen haasteita maatalousalueilla. Pienetkin sivupurot ovat merkittäviä kutuvesistöjä taimenille etenkin, jos niihin virtaa lähdevesiä kautta vuoden. Peltoalueilla kulkevien, kuivatustoiminnan yhteydessä suoristettujen taimenpurojen kunnostamisesta on runsaasti kokemuksia esim. Tanskassa (Vejle Amt, Sønderjyllands Amt 2000). Maanomistajien kannalta vesieliöstön, kuten arvokalaston ja rapujen olosuhteiden parantaminen voi lisätä kiinnostusta vesiensuojelun tehostamiseen ja vesistön hyödyntämiseen virkistyskäytössä ja myös matkailutoiminnassa.

Kalaston olosuhteiden parantamiseksi voidaan tehdä perinteiseen tapaan mm. kutusoraikkoja, mutta tällöin tulee varmistua siitä, etteivät ne peity yläjuoksulta tulevaan lietteeseen. Uomarakenetta voidaan monipuolistaa mutkittelun lisäämisen ohella kivillä ja puuaineksella, jotka muodostavat kalaston ja rapujen suojapaikkoja. Eri tyyppisten maatalousalueilla sijaitsevien uomien kunnostamisesta tarvittaisiin esimerkkejä, joissa kalaston ja muun vesieliöstön olojen parantamisessa otetaan monipuolisesti huomioon veden laadun ja virtaussuhteiden, uoman morfologisten muutosprosessien ja kasvillisuuden vaikutus elinolosuhteiden kehitykseen.

2.3 Vuorovaikutus ja yhteistyö hankkeissa

2.3.1 Taustaa

Virtavesien ennallistamisen ja kunnostuksen sekä luonnonmukaisten menetelmien muunlaisen käytön ratkaisut eivät ole yksikäsitteisiä. Parhaiden ratkaisujen löytämiseksi tarvitaan usein monipuolista vesistöasiantuntemusta ja tavoitteiden yhteensovittamista. Kohdealueiden asukkaat ja muut toimijat tuntevat toisaalta yleensä ulkopuolisia asiantuntijoita paremmin seudun luontoa ja muita olosuhteita, ja heidän panoksensa on korvaamaton kaikissa vesistösuunnitteluhankkeissa. Rahoituskysymykset vaativat useimmiten selvittelyä, jossa on oma roolinsa niin valtion viranomaisilla ja kunnilla kuin kohdealueen yhteisöillä ja yksityisillä kansalaisilla.

Hankkeisiin liittyy lähes poikkeuksetta toimenpiteitä, jotka koskettavat vaikutusalueen maa- ja vesialueiden omistajien ja käyttäjien oikeuksia tai etuja. Toimenpiteet ovat usein sellaisia, jotka ovat lainsäädännön mukaan tulkittavissa vahingollisiksi tai haitallisiksi ja joita ei voida toteuttaa ilman sopimuksia tai suostumuksia. Yhteistyö on siis tarpeen myös erilaisten ristiriitojen ratkaisemiseksi. Suuressa osassa hankkeita maanomistajat ovat jo aloitteentekijöinä ja myös toimeenpanijoina, mutta vaikutusten piiriin ulottuu useimmiten muitakin asianosaisia.

Tässä kohdassa on taustatietoina käytetty luonnonmukaisen vesirakentamisen kokeiluhankkeiden lisäksi mm. Reijo Lähteenmäen (2003) kirjoitusta vuorovaikutuksesta järvikunnostuksessa, Jarmo Vääriskosken (2003) kirjoitusta kunnostushankkeen käynnistämisestä ja vaiheista sekä Suomen ympäristökeskuksessa (1997) laadittua alueellisille ympäristökeskuksille tarkoitettua laatu- ja järjestelmämallia.

2.3.2 Hankkeen käynnistäminen

Vesiviranomaiset ovat hankkeita käynnistävänä voimana lähinnä silloin, kun kysymys on esim. tulvasuojelu- tai virkistyskäyttötarpeiden vuoksi esille tulleista laajahkoista toimenpiteistä alueella, jolla valtio on jo aiemmin tehnyt vesistötöitä. Tällöinkin on saatu maakunnasta vahvoja viestejä ongelmista. Kalataloudellisia kunnostuksia tehdään kalatalousviranomaisten aloitteesta tai vanhoja uittoväyliä koskevana velvoitteina.

Toinen ja nykyisin ehkä tavallisempi tilanne on, että paikalliset asukkaat, yhteisöt tai yritykset toteavat toimenpidetarpeen, eivätkä alunperinkään odota valtion lähtevän hanketta vetämään. Käynnistysvaiheen yhteistyötarpeet ovat molemmissa tilanteissa varsin samansuuntaiset: menettelytavoista on syytä neuvotella asianosaisten, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kesken sekä yleensä myös järjestää yhteistapaamisia. Käynnistämisen vaihe on vuorovaikutuksen ja yhteistyön kannalta ehkä kaikkein keskeisin. Tarkoituksena on tässä vaiheessa;

- kartoittaa ongelmia ja tarpeita
- selvittää kohdealueen toimenpidehistoriaa
- määrittellä hankkeen yleiset tavoitteet
- selvittää hankkeeseen vaikuttavia tekijöitä kuten suojelua, maankäyttöä ja oikeudellisia näkökohtia
- arvioida alustavasti toimenpidevaihtoehtoja, niiden laajuutta ja vaikutuksia
- arvioida alustavasti toimenpiteiden kustannuksia ja rahoitusmahdollisuuksia
- selvittää suunnittelun resurssitarpeita, osallistumismahdollisuuksia ja työnjakoa

Kokoontumisia voi olla enemmän kuin yksi, jolloin niiden välissä voidaan tämentää taustaselvityksiä. Ennen varsinaisia kokouksia on kuitenkin tarpeen ottaa yhteyksiä esim. asukkaiden, kuntien ja vesiviranomaisten välillä puolin ja toisin ja sopia kokouksen valmisteluun kuuluvista selvityksistä. Valtion rooli tilaisuuksien organisoijana ja alkuselvittäjänä

on muita hankkeita keskeisempi hankkeissa, joita se käynnistää, mutta valtion osallistumisen ehtona on näkyvä paikallinen panos kaikissa hankkeissa.

Kaikkien asianosaisten ja hankkeesta kiinnostuneiden huomioon ottaminen on syytä varmistaa järjestämällä riittävä tiedottaminen ja vuorovaikutusmahdollisuus. Tässä voidaan käyttää esim. avoimia tiedotus- ja keskustelutilaisuuksia, hankkeen www-sivuja, lehtikirjoituksia, tiedotteita, esitteitä ja haastatteluja sekä kyselylomakkeita ja kommenttikierroksia. Paikallislehdistö on useissa hankkeissa havaittu erääksi hyödyllisimmistä tiedotuskanavista. Tiedottamisella ja yhteistoiminnalla pyritään rohkaisemaan aktiiviseen osallistumiseen ja ideointiin; luonnonmukaisessa vesirakentamisessa ei ole itsestään selviä rutiinitoimenpiteitä.

2.3.3 Toimenpiteiden suunnittelu

Vesiviranomainen voi olla hankkeen vetäjänä yleensä vain silloin, kun se edellä mainittuun tapaan on myös hankkeen käynnistäjänä. Muulloin hankkeen vetäjäksi tarvitaan paikallinen taho, kuten kunta, yksityinen maanomistaja, osakaskunta ja vesistön suojeluyhdistys, tai valtiomaanomistaja kuten metsähallitus. Vesiviranomainen ja usein myös kalatalousviranomainen voivat kuitenkin eri tavoin tukea suunnittelua asiantunteumuksellaan.

Vetäjästä riippumatta hanke on syytä organisoida projektiksi, jossa eri osapuolten tehtävät sovitaan mieluiten kirjallisesti. Hankkeisiin on syytä perustaa suunnitteluryhmä (hankeryhmä, työryhmä) ja laajoihin hankkeisiin myös ohjausryhmä. Laajoihin hankkeisiin, jotka palvelevat useimmiten myös tulvasuojelua ja/tai vesistön hyötykäyttöä, voidaan perustaa useita työryhmiä, joista jollekin voi erityisesti kuulua luonnonmukaisten vesirakentamismenetelmien käyttö. Vetäjästä riippumatta ryhmiin valitaan eri osapuolten riittävä edustus.

Suunnittelua aloitettaessa pyritään mm. yhteisen kokouksen ja ryhmätyö-

Tarpianjoen järjestelyhanke

Tarpianjoen järjestely on kauan vireillä ollut tulvasuojeluhanke, jonka Pirkanmaan ympäristökeskus toteutti loppuvuoden 1999 ja kevään 2002 välillä valtion varoin. Hanke oli saanut lainvoimaisen luvan v. 1998. Perkaukset koskivat noin 17 km:n jokiosaa Kylmäkosken Taipaleesta Urjalan jokikulmalle. Perattu jokiosa on huomattavasti suppeampi kuin alun perin suunniteltu. Perkausten lisäksi hanke käsitti neljä pohjapatoa ja samoin neljä koskikunnostusta, jotka oli liitetty suunnitelmaan joen virkistyskäytön ja kalatalouden edistämiseksi.

Jo rahoituksen saanut hanke otettiin koekohteeksi Luomujoki-hankkeen osaprojektiin ”Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen”. Luvan puitteissa hankkeeseen suunniteltiin mm. rantojen luonnonmukaista muotoilua, tulvatasanteita, kosteikkobiotoopeja, luonnonmukaisia eroosiosuojauksia sekä toimia, joiden tarkoitus oli säästää harvinaisia kasveja ja säilyttää jokiosan merkitys lintujen levähdyspaikkana. Toteuttajat olivat varautuneet asianosaisten kriittisiin äänenpainoihin, koska rakentaminen oli viipynyt ja luonnonmukaiset toimet tulivat mukaan osittain outoina asioina.

Ympäristökeskus valitsi toimintata- vakseen menettelyn, jossa hankkeen ratkaisut käytiin lävitse erillisissä neuvotteluissa työkohteen ääressä lähes kaikkien

50 maanomistajan kanssa. Työt etenivät vaiheittain, ja ympäristökeskus pystyi sijoittamaan katselmuksiksi kutsumansa neuvottelut töiden lomaan. Kullekin neuvottelulle varattiin runsaasti aikaa, ettei niitä olisi tarpeen kiirehtiä toteuttajan aikataulun vuoksi. Luonnonmukaisten toimenpiteiden lisäksi neuvotteluissa käsiteltiin esim. kaivumaiden sijoitukseen ja työnaikaisiin liikenneyhteyksiin liittyviä kysymyksiä.

Hankkeesta tiedotettiin paikallisesti lähinnä Urjalan Sanomissa, jossa kuvattiin toimenpiteitä ja käsiteltiin mm. neuvotteluaikatauluja. Maanomistajien ja muiden asukkaiden yhteistilaisuuksia ei enää tässä vaiheessa käytetty.

Lähes kaikki luonnonmukaisen vesirakentamisen koekohteet pystyttiin toteuttamaan. Maanomistajat suhtautuivat niihin varsin myönteisesti, vaikka ne saattoivat esim. hiukan vähentää hyötykäytössä olevaa pinta-alaa. Toteutuksessa pyrittiin ottamaan huomioon myös maanomistajien omat toivomukset käytettävissä olleiden voimavarojen asettamisessa rajoissa. Umpikujat saatiin neuvotteluissa vältettyä ja sekä luonnonmukaiset toimet että hankkeen alkuperäiset työt etenivät maanomistajien puolesta keskeytyksettä.

menetelmien avulla luomaan riittävä pohja projektisuunnitelman laatimiseksi. Projektisuunnitelmaa varten on selvitettävä mm.

- suunnittelun työnjako
- suunnittelun tavoitteet ja niiden yhteensovittaminen
- suunnitelman tarkkuustaso ja sisältö
- hankkeen riskit ja reunaehdot
- raha- ja muut resurssitarpeet
- suunnittelun aikataulu
- yhteistyön ja tiedottamisen tarpeet, viestintäsuunnitelma

Varsinainen suunnittelu etenee projektisuunnitelman pohjalta sitä tarpeen mukaan muokaten lähtötietoja täydentäviä kenttätutkimuksista ja muista selvityksistä ratkaisuesityksen sisältävään hankesuunnitelmaan, joka hankkeesta ja sen vaiheesta riippuen voi olla tarkoitettu lupaviranomaiselle, rahoittajalle tai suoraan rakentajalle. Kaikissa tapauksissa suunnitelmaa tulee erilaisen tiivistävän ja havainnollistavan aineiston tukemana voida käyttää asian esittelemiseen niillekin alueen asukkaille ja muille asian-

osaisille, jotka eivät ole voineet osallistua suunnittelutyöhön. Suunnittelun kuluessa voidaan ja on syytä järjestää tiedotus- ja kuulemistilaisuuksia.

Hanketta suunniteltaessa on lisäksi varattava aikaa ja voimavaroja kaikkien maanomistajien kanssa käytäviin keskusteluihin ja neuvotteluihin. Jos maa- ja vesialueiden omistajia on paljon, suunnittelun ryhmätyö on edustuksellista, eivätkä yhteiset tilaisuudet riitä tilakoh- taisten ratkaisujen käsittelemiseen. Henkilökohtaisesti käydyissä keskusteluissa voidaan korjata turhia ennakkoluuloja, ehkäistä väärinkäsityksiä ja myös lieventää jyrkkiä asenteita. Keskustelujen kautta voidaan ratkaisuja myös muokata maanomistajien toivomaan suuntaan ja lisätä sitoutumista hankkeeseen.

2.3.4 Hankkeen toteuttaminen ja jälkihoito

Hankkeen toteuttamisvaiheen yhteistyökysymyksenä korostuu rahoituksen ja muiden resurssien järjestäminen. Pienessä, paljolti talkootyönä tehtävässä hankkeessa paikalliset tahot voivat sopia keskinäisestä työnjaosta ja lomittaa tarvittavat tehtävät toisiinsa. Tämäkään ei ole välttämättä aivan yksikertaista ja vaatii paljon ponnisteluja hankkeen vetäjältä. Ulkopuolisten rahoitusmahdollisuuksien moninaisuus on suurempien, paikallisin voimin vedettävien kunnostus- ja ennallistamistyyppisten hankkeiden eräs ongelma. Kaikissa rahoitusmuodoissa on omat edellytyksensä, joiden täyttäminen vaatii jo suunnitteluvaiheessa kiinteää

vuorovaikutusta eri rahoittajatahojen kanssa, mutta jotka lopullisesti tulevat selvitetäviksi valmiiden suunnitelmien pohjalta.

Toteutusvaiheessa on tarpeen pitää huolta siitä, että kunkin maanomistajan kohdalla sovitut toimenpiteet tulevat asianmukaisesti hoidetuiksi. Toisaalta rakennusvaiheessa on vielä usein mahdollista ja tarpeenkin tehdä suunnitelmiin erilaisista ennakoimattomista olosuhteista johtuvia muutoksia. Näistä on järkevää sopia suunnittelijan, rakentajan ja maanomistajan kesken. Näin voidaan varmistaa luonnonmukaisten tavoitteiden toteutuminen. Suurehkoissa hankkeissa voidaan yhteisymmärrystä toisaalta edistää pienimuotoisin toimin, jotka eivät välttämättä kuulu itse hankkeeseen, esim. poistamalla muutoinkin paikalla olevalla koneella haitallisia kiviä pellon reunasta. Maanomistajia autettaessa on kuitenkin muistettava kohtuullisuus ja maanomistajien tasavertaisuus.

Hankkeen hoito ja kunnossapito jää yleensä paikalliselle vastuulle niissäkin hankkeissa, joissa vesiviranomainen on suunnittelijana ja/ tai toteuttajana. Tulvasuojelu- ja kuivatushankkeissa vastuu on järjestely- tai kuivatusyhtiöllä. Muulloin on tarkoituksenmukaista jatkaa toimintaa ja yhteistyötä hanketta eteenpäin vieneellä organisaatiolla. Luonnonmukaisen vesirakentamisen kehittymisen kannalta olisi tarpeen, että jälkihoitoon voitaisiin mahdollisimman laajasti sisällyttää myös paikallisin voimin tehtävää hankkeen vaikutusten ja teknisen kestä- vyyden seuranta.

Kirjallisuus

- Boon, P.J. 1992. Essential element in the case for river restoration. Teoksessa: Boon, P.J., Calow, P. & Petts, G.E. (toim.). 1992. River Conservation and Management. John Wiley, Chichester. s. 1
- DVWK. 1996a. Fluß und Landschaft – ökologische Entwicklungskonzepte. Merkblätter 240. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 285 s. ISBN 3-89554-046-3. ref. Järvelä 1998.
- Hey, R. 1997. Stable River Morphology. Teoksessa: Thorne, C.; Hey, R. & Newson, M. (toim.). 1997. Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. John Wiley, Chichester. s. 223-236. ISBN 0 471 96968 0.
- Hey, R. 2001. River habitat restoration in canalized watercourses: possibilities and constraints. Teoksessa: Taugbøl, T. & Henning L'Abée-Lund, J. (toim.). 2001. Physical habitat restoration in canalized watercourses – possibilities and constraints. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo. s. 5 - 18. ISSN 1501-2840.
- Jormola, J. 1997. Vesi viljelysmaisemassa. Teoksessa: Luostarinen, M. ja Olin, A.(toim.). Maaseudun kulttuurimaisemat. Suomen ympäristö 87. SYKE ja MTT, Sulkava. ss. 98-104. ISBN 952-11-0116-4. ISSN 1238-7312.
- Jormola, J., Järvelä, J., Lehtinen, A. & Pajula, H. 1998. Luonnonmukainen vesirakentaminen: mahdollisuudet ja erityis-piirteet Suomessa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö, 265. 78 s. ISBN 952-11-0388-4, ISSN 1238-7312.
- Jungwirth, M., Muhar, S. & Schmutz, S. 2002. Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. Freshwater Biology. 47 (4):867-887. ISSN 0046-5070.
- Järvelä, J. 1998. Luonnonmukainen vesirakennus; periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa. Teknillisen korkea-koulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, VTR-1. 129 s. ISBN 951-22-4296-6. ISSN 1456-2596.
- Kraier, W. 1996. Ökologisch begründete Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer, Fallbeispiel Vils/Oberpfalz. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasser-wirtschaft, 26. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 167 s. ISBN 3-930253-06-2.
- Lempinen, P. 2001. Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelma. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 52. 142 s. ISBN 952-453-040-6. ISSN 1236-7222.
- Lähteenmäki, R. 2003. Yhteistyö ja vuorovaikutus sidosryhmiin. Käsikirjoitus.
- Muhar, S., Schmutz, S. & Jungwirth, M. 1995. River restoration concepts – goals and perspectives. Hydrobiology 303 (1-3):183-194. ISSN 0018-8158.
- NRA, National Rivers Authority 1992. River corridor surveys, methods and procedures. Conservation technical handbook no.1. Bristol, UK. 34 s. ISBN 1 83160 36 4
- Rosgen, D.L. 1994 A classification of natural rivers. Catana 22. s. 169 - 199.
- Siuntionjokineuvottelukunta 1989. Siuntionjoen vesistön käytön ja suojelun yleissuunnitelma. II Toimenpidesuosituksukset ja jatkotoimenpiteet. Vesi- ja ympäristö-hallituksen julkaisuja sarja A (I ja II) Helsinki 635 s.
- Schmutz, S., Kaufmann, M., Vogel, B., Jungwirth, M. & Muhar, S. 2000. A multi-level concept of fish-based, river-type-specific assessment of ecological integrity. Teoksessa: Jungwirth, M., Muhar, S., & Schmutz, S. (toim.). Assessing the Ecological Integrity of Running Waters. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. s. 279-289. ref. Jungwirth ym. 2002.
- Suomen ympäristökeskus 1997. Suunnittelutoiminnan laatujärjestelmämalli. Päivitetty 29.1.1998. Vejle Amt, Sønderjyllands Amt 2000. Bedre vandløb – En praktisk håndbog; Hvordan man med små midler kan forberede de fysiske forhold i minre vandløb. Vejle. 14 s. ISBN 87-7750-530-1.
- Vääriskoski, J. 2003. Kunnostushankkeen käynnistäminen ja vaiheet. Käsikirjoitus.
- Wasserwirtschaftsamt Amberg 1996. Vilsprojekt: Ökologisch begründete Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer – Fallbeispiel Vils/Oberpfalz, Arbeitsblätter für die Praxis. 60 s. ref. Järvelä 1998.

Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä

Heli Harjula & Auri Sarvilinna

Vesistöjen tilaa heikentää monin paikoin valuma-alueelta tuleva, ihmistoiminnan vaikutuksesta lisääntynyt ravinne- ja kiintoainekuormitus. Valuma-aluekunnostuksilla voidaan parantaa alapuolisen vesistön vedenlaatua ja vähentää mm. liettymistä. Ne kuuluvat kiinteänä osana itse vesistössä tehtäviin toimenpiteisiin, sillä pelkästään ongelmakohdan kunnostuksella ei saavuteta tuloksia, jos ongelman aiheuttajaan ei puututa.

Valuma-alueen kunnostaminen ja sieltä tulevan kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentäminen on jatkossa yhdistettävä entistä selkeämmin uoman kunnostamistoimiin. Esimerkiksi harvaan asutulla alueella virtaavan Iijoen keskiosan puroinventoinneissa havaittiin, että selvimmän näkyvä metsätaloustoimien aiheuttama haitta puroilla oli hienon aineksen osuuden kasvu purojen pohjalla (Yrjänä 2002). Kiintoaineen poisto esim. imuruoppaamalla ei ole tarkoituksenmukaista, jos kuormitus jatkuu edelleen.

3.1 Metsäojitusalueiden toimenpiteet

Metsätalouden toimenpiteet aiheuttavat muutoksia metsäekosysteemin vesitaloudessa ja valumavesien ainepitoisuuksissa. Metsätalouden haitallisia vesistövaikutuksia ovat ravinnekuormituksen aiheuttama rehevöityminen, orgaanisen kuormituksen aiheuttama hapenkulutus,

raudan, alumiinin ja happamuuden aiheuttama ekotoksisuus, kiintoainehuuhtouman aiheuttama pohjan liettyminen sekä luonnonojien ja purojen perkaamisesta johtuvat biotooppimuutokset (Kenttämies & Saukkonen 1996).

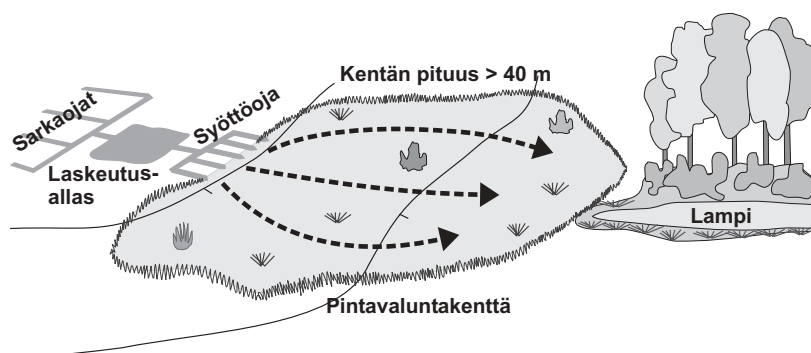
Uudisojitusten määrä on nykyisin Suomessa erittäin vähäinen, mutta kunnostusojitusten tarve on arvioitu suureksi. 1990-luvulla ojitusalueita on vuosittain kunnostettu keskimäärin 75 000 ha, mutta kunnostusojitusmäärät pyritään nostamaan 110 000 hehtaariin vuodessa (Kansallinen metsäohjelma 2010). Jotta vesistövaikutukset jäisivät mahdollisimman pieniksi, on välttämätöntä puuttua kuormitukseen sekä kaivuvaiheessa että erilaisten vesiensuojelurakenteiden avulla. Metsätalousalueilla toteutettavista menetelmistä käsitellään tässä luvussa pintavalutusta ja ojajatkoksia sekä erilaisia perattujen ja oikaistujen purojen kunnostusmenetelmiä.

3.1.1 Pintavalutus kentät, perkaus- ja kaivukatkot

Vesistökuormituksen vähentämiseksi ojitusvedet puretaan kokoojaojista vesistöön pintavalutuksen kautta, eikä ojia kaiveta vesistöön asti. Pintavalutus vähentää rehevöitymistä aiheuttavien kasvinravinteiden huuhtoutumista. Lisäksi pintavalutus on ainoa tehokas menetelmä hienojakoisen mineraalimaa-aineksen pysäyttämiseksi ojituksissa. Ojiin tehtävien lietekuoppien ja laskeutusaltai-

den merkitys on erityisen suuri silloin, jos pintavalutus ei ole mahdollista esimerkiksi maan tasaisuuden vuoksi (Hypönen ym. 2001).

Pintavalutuksen tehokkuus paranee, kun ennen pintavalutuskenttää vedet johdetaan laskeutusaltaan kautta. Laskeutusaltaan mitoituksen on oltava riittävä, jotta kiintoaine ehtii laskeutua altaan pohjalle (ks. luku 3.2). Altaiden tyhjennyksestä on myös huolehdittava asianmukaisesti. Pintavalutuskentän yläpuolelle kaivettavan kammanmuotoisen jako-ojan ansiosta vesi saadaan hajautettua tasaisesti kentälle. Karkea kiintoaines laskeutuu altaaseen ja osa hienosta aineksesta pintavalutuskentälle. Pintavalutuksen periaate on esitetty kuvassa 3.1 (Metsäkeskus Tapio 2001).



Kuva 3.1

Kaaviokuva pintavalutuksen periaatteesta (mukaellen Metsäkeskus Tapio 2001).

Pintavalutuskenttää mitoitetaan seuraavien ohjeiden mukaisesti (Karjalainen ym. 1997):

- Pintavalutuskentän ala tulee olla ainakin 1 - 2 % valuma-alueen pinta-alasta
- Kentän kaltevuuden tulee olla alle 1 metri/100 metriä
- Pintavalutuskentän valuma-alue saa olla korkeintaan 30 - 50 hehtaaria

Kentälle tuleva vesi täytyy saada jakautumaan koko alueelle mahdollisimman tasaisesti. Tehokkaasti toimiva kenttä on mahdollisimman luonnontilainen paksaturpeinen suo, jonka turvekerroksen tulisi olla mahdollisimman tasapaksu ja

homogeeninen ja vähintään metrin vahvuinen. Turvelajeista paras on heikosti maatonut rahkaturve. Ravinteiden sitoutumista tehostaa myös runsas kosteikkokasvillisuus. Hyvin toimivalla pintavalutuskentällä saadaan talteen 70 - 90 % kiintoaineksesta (Metsäkeskus Tapio 2001).

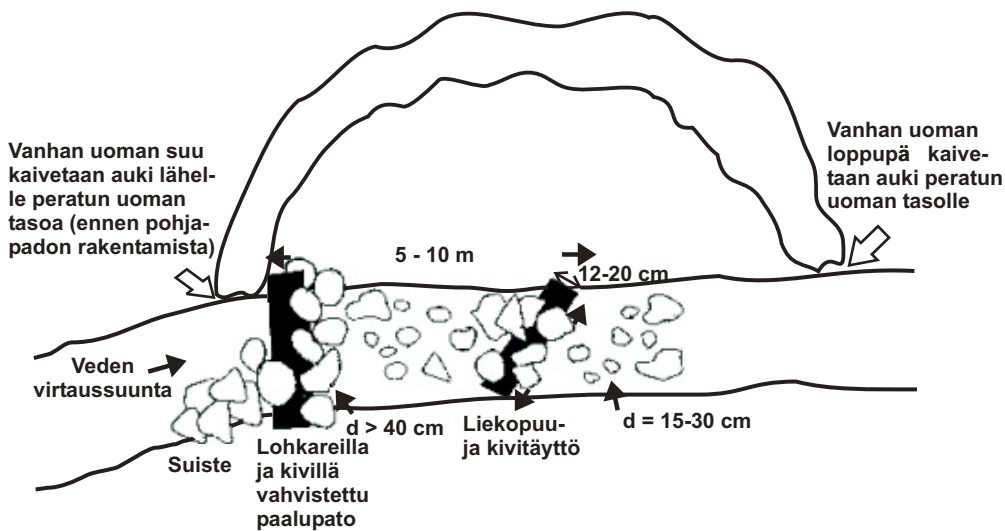
Riittävän kaltevissa maastokohdissa ojiin voidaan jättää kaivamattomia tai perkaamattomia kohtia, joissa veden virtausnopeus hidastuu. Kaivukatkokset toimivat kiintoainekuormituksen pidättäjinä ja niiden pituus riippuu virtaamasta ja maalajista. Yleensä kaivukatkon pituuden tulisi olla vähintään 20 metriä (Metsäkeskus Tapio 2001).

3.1.2 Vanhojen uomanosien palauttaminen metsätalousalueilla

Veden johtamisella peratusta uomasta takaisin alkuperäiseen, usein mutkittelevaan uomaan, kyetään monipuolistamaan puroekosysteemin rakennetta ja elinympäristöjä. Meandroivassa uomassa vedenjohtokyky on suoristettua uomaa heikompi, jolloin vesi virtaa hitaammin ja vedenlaatu yleensä paranee. Pienten purojen ennallistus voidaan tehdä miestyönä, jolloin kalustokustannukset jäävät vähäisiksi.

Alkuperäinen uoma voidaan ottaa käyttöön patoamalla vanha uoma ja ohjaamalla vedet vanhaan uomaan esim. virranohjaimien eli suisteiden avulla. Menetelmän käyttö vaatii sen, että alkuperäinen uoma on löydettävissä maastosta ja korkeuserot peratun ja alkuperäisen uoman välillä eivät ole liian suuria. Jos alkuperäiseen uomaan on kertynyt liikaa materiaalia, kova pohja voidaan kaivaa esiin maakerrosten alta. Vesi voidaan johtaa vanhaan uomaan myös osittain.

On osoittautunut, että tulvavirtaus puhdistaa vanhaa uomaa riittävästi ilman kaivua. Kasvillisuuden, mm. samalten jättämisestä vanhaan uomaan on etua mm. vesien suojelelun kannalta. Jos vanhaa uomaa joudutaan kaivamaan esiin, se saattaa johtaa vettä jopa suorak-



Kuva 3.2

Kaaviokuva veden johtamisesta kaivetusta uomasta alkuperäiseen, mutkittelevaan uomaan.

Kari-Matti Vuori

si perattua, vanhaa uomaa paremmin kasvillisuuden puuttumisen takia (ks. Tietoa tiiviisti 17).

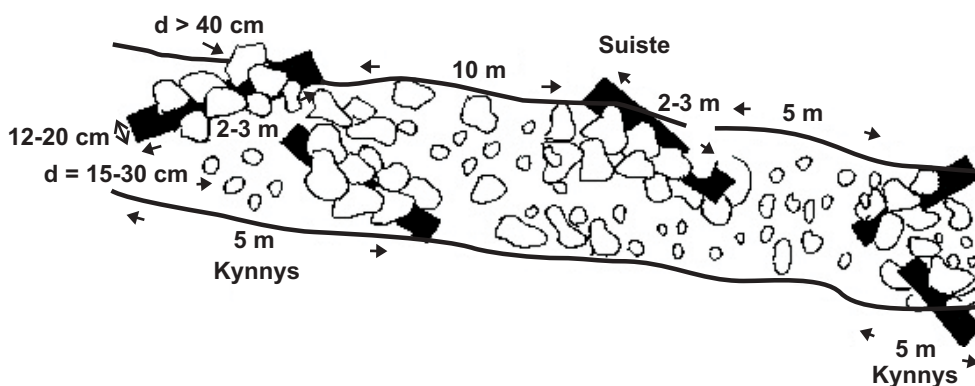
Työn suoritus

Mikäli uomaa ei ole täytetty runsaasti maalla, vanhan uoman ylä- ja alaosat voidaan usein kaivaa auki pistolapiolla ja suokuokalla. Suoristetun uoman yläosa tukitaan vankalla paalupadolla ja kivityksellä. Paalupadon alapuolelle tehdään liekopuusta ja kivistä kynnyks (kuva 3.2). Ennallistamiskohde tarkastetaan ja vedenkorkeusmuutokset mitataan.

Mikäli maanomistaja ei itse vastaa ennallistamiskohteen rakentamisesta, siihen tarvitaan maanomistajan lupa. Kohde kannattaa suunnitella ja tarkastaa yhdessä maanomistajan kanssa maastossa.

3.1.3 Purojen kivi- ja liekopuutäyttö

Kivi- ja liekopuutäytöllä (kuva 3.3) monipuolistetaan peratun purouoman rakennetta ja vähennetään hajakuormitusta. Liekopuiksi kelpaavat mainiosti kuolleet, kuitenkin vielä pääosin lahoamat-



Kuva 3.3

Kaaviokuva purouoman ennallistamiskohteesta, jossa perattu purouoma täytetään kivillä sekä lieko- ja suistepuilla.

Kari-Matti Vuori

Pohjois-Karjalan vesistökuunnostukset

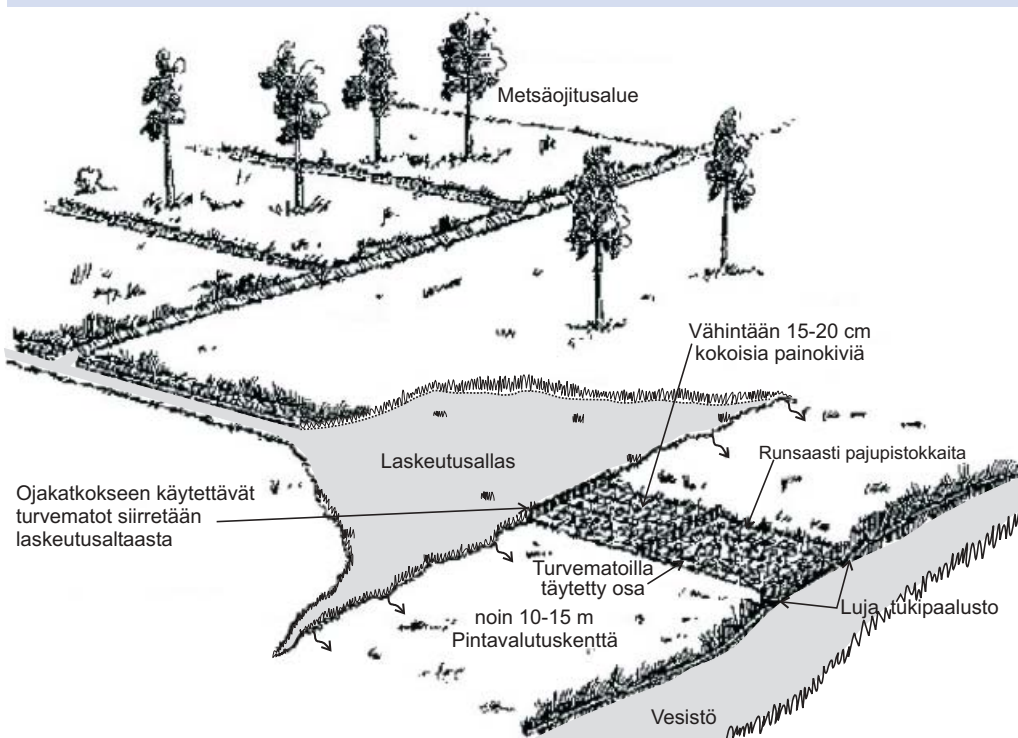
Mujejärven-Palojärven ympäristönhoito-hanke toteutettiin vuosina 1998 - 2000. Vesistöalueen (04.476 ja 04.477) kokonais-pinta-ala on 250 km². Alueen keskeinen kuormittaja ja maankäyttömuoto on metsätalous. Hankkeen päätavoitteet olivat vesistökuormituksen vähentäminen ja vesialueiden moninaiskäyttöarvon kohentaminen kalataloudellisilla kunnostus- ja hoito-toimilla. Seuraavassa kuvattujen valuma-alueella tehtyjen toimenpiteiden lisäksi hankkeessa tehtiin erilaisia ympäristö- ja kalataloudellisia selvityksiä, ojitetun suon ennallistaminen sekä Mujejärven pohjan raivausnuottauspöhyntä. Koko hankkeen kustannukset olivat vajaa 660 000 euroa, josta EU/EAKR:n ja ympäristöministeriön yhteinen osuus oli noin 28 %, loput rahoitettiin työllisyysvaroin.

Ojakkos-pintavalutuskentät

Metsäojitusalueiden laskuojiin rakennettiin

miestyönä yhteensä 427 ojakkos-pintavalutuskenttää. Kalustokustannukset olivat vähäiset: tarvittavia työvälineitä olivat käsitali moottorisahat, kirveet, pistolapiot, suo-kuokat, rautakanget, lekat, vesurit ja talikot. Viiden hengen työryhmä rakensi keskimää-
rin 2 - 3 ojakkos-pintavalutuskenttää yh-
den päivän aikana.

Laskuoja tukittiin mahdollisimman etäältä vesistöstä kuitenkin niin, ettei aiheutettu vettymishaittoja yläpuoliselle, metsätaloudellisesti merkitykselliselle maa-perälle ja puustolle. Aluksi tukittava osuus (pituus noin 5 m) puhdistettiin irtonaisesta materiaalista ja kaivettiin avonaiseksi oiko-virtausten minimoimiseksi. Sen jälkeen puhdistettu laskuojan kohta täytettiin turvematoilla. Ojakkosrakennelmaa tuettiin tukipaalurivistöillä ja turvemattojen päälle asetetuilla kivillä ja raskailla pölleillä. Lo-
puksi ojakkokselle istutettiin pajupistok-
kaita, joilla pyrittiin nopeuttamaan kasvilli-
suuden muodostumista ja siten ojakkos-
rakenteen lujittumista ja kuormituksen pi-
dätystehokkuuden lisä-
ystä. Ojakkoksille on
ilmaantunut myös muuta
ympäröivän metsämaan
kasvillisuutta.



Kaaviokuva metsäojitusalueen laskuojaan rakennetusta ojakkoksesta. (mukaellen Hannu Hokkanen)

Keskimääräinen etäisyys alapuolisesta ve-
sistöstä oli 19,3 m, vaihteluväli oli 2 - 120
m. Pintavalutuskenttien kokonaisala oli ar-

violta 50 000 m², joka on 0,26 % hankealueen maa-alasta. Kenttien arvioidut pinta-alat vaihtelevat välillä 5 - 5 000 m².

Alustavien tulosten mukaan ojakatkos-pintavalutus kentillä on pystytty vähentämään metsätalouden hajakuormitusta keskimäärin noin 30 %. Valtaosa ojakatkos-pintavalutuskentistä on kestänyt vaihtelevat latvavesien virtaamaolot hyvin. Myös valtaosa ensimmäisistä, vuonna 1996 Kuohattijärven valuma-alueelle rakennetuista ojakatkos-pintavalutuskentistä on kestänyt hyvin. Ojakatkosrakennelmat ovat ajan myötä kasvittuneet ja vahvistuneet, vain hyvin kivisillä ja juurakkoisilla alueilla on esiintynyt oikovirtauksia, jotka on kuitenkin pääosin kyetty tyrehdyttämään ja käännyttämään virtaama viiksiojia myöten pintavalutuskentälle.

Hankkeesta saatujen kokemusten perusteella kunnostusojitusvaiheessa pintavalutuskentän muodostumista voitaisiin helposti tehostaa rakentamalla ojakatkos ja kaivamalla poikittaisojat konevoimin.

Perattujen ja oikaistujen purojen kunnostaminen

Mujejärven-Palojärven alueella perattujen purojen koskikohteita ja meanderoivia uomia kunnostettiin runsaat 15 km. Menetelminä käytettiin kivi- ja liekopuutäyttöä sekä veden johtamista vanhaan uomaan. Peratut, koskimaiset puro-osuudet kunnostettiin kivi- ja lieko- sekä suistepuutäytöin. Virtausnopeudeltaan hitaiden, suoraksi kaivettujen uomien vesi johdettiin patoamalla luontaiseen, mutkittelevaan uomaan.

Purokunnostukset tehtiin ojakatkos-pintavalutuskenttien tavoin yksinomaan miestyönä. Työvälineinä olivat rautakanget, pistolapiot, lekat, suokuokat sekä moottori- ja käsisahat. Viiden hengen työryhmä teki yhden työpäivän (tehollinen maastotyöaika 6 h) aikana keskimäärin 180 metriä

liekopuutäyttötyötä tai 1 - 2 kappaletta luontaiseen purouomaan ohjauskohteita.

Puroveden korkeustiedot kirjattiin kenttälomakkeeseen ja rakennetusta kohteesta laadittiin kaaviokuva. Puroveden korkeus mitattiin ennen rakentamista ja välittömästi rakentamisen jälkeen. Vedenkorkeudet mitattiin keskeltä kohdetta sekä välittömästi kohteen ylä- ja alapuolelta.

Mujejärven-Palojärven hankealueen purokunnostuskohteisiin verrattuna aivan vastaavien Kuohattijärven valuma-alueen kohteiden vaikutuksia pitoisuuksiin sekä eliöstöön on ryhdytty tutkimaan vuonna 1998. Alustavat tulokset ovat myönteisiä. Esimerkiksi erään koskimaisen kivi- ja liekopuutäytetyn veden alapuolinen rautapitoisuus (470 µg/l) oli lähes puolet pienempi heti kohteen yläpuolisen havaintopaikan pitoisuuteen (960 µg/l) verrattuna. Lisäksi kiintoaine- ja ammoniumtyypipitoisuudet olivat puroennallistamiskohteiden alapuolella hiukan pienempiä yläpuolisiin havaintoarvoihin verrattuna.

Veden kulkua kunnostuskohteessa tarkkailtiin työn aikana ja heti sen jälkeen. Kohteiden toimivuus sekä korjaus- ja täydennystarve selvitettiin viimeistään rakentamista seuraavan kevätylivirtaajakson aikana ja sen jälkeen. Koskimaisten puro-osuuksien kivi- ja puutäyttökohteet eivät yleensä vaatineet korjauksia tai täydennyksiä. Sen sijaan muutamissa luontaiseen uomaan ohjauskohteissa on esiintynyt oikovirtausongelmia, joista useimmat on kyetty korjaamaan myöhemmin.

Lisätietoja

Tossavainen, T. 2002. Mujejärven – Palojärven vesistöalueen ympäristönhoitohanke vuosina 1998 - 2000. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 267. 131 s. ISBN 952-11-1166-6. ISSN 1238-8610.

tomat puut. Purouoman leveyden mukaan liekopuut sahataan noin 10 - 20 cm:n vahvuisesta puusta noin 2 - 3 m pituisiksi pölleiksi. Oksat jätetään tarttumapinnoiksi noin 10 - 20 cm:n mittaisina tynkinä. Liekopuut sahataan moottori- tai käsisahoilla ja ne asetetaan puroumaan. Toinen mahdollisuus on kaataa tai katkaista puut kaivinkoneella ja asetella ne uomaan juurineen, jolloin lopputuloksesta saadaan mahdollisimman luonnollisen näköinen. Myös perkauksen yhteydessä poistetut kivet siirretään takaisin puroumaan. Kivi- ja liekopuutäyttö voidaan tehdä joko koneellisesti tai kokonaan tai osin miestyönä, jolloin kalustokustannukset jäävät vähäisiksi.

3.2 Maatalousalueiden toimenpiteet

Maatalous on muuttanut monin tavoin vesistöjen luonnontilaa, mm. veden laatua sekä uomien ja rantavyöhykkeiden muotoa ja kasvillisuutta. Maanviljelystä aiheutuva ravinne- ja kiintoainekuormitus aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä ja liettymistä. Ihmistoiminnasta aiheutuva typpi- ja fosforikuormituksesta suurin osa on maatalouden aiheuttamaa (Suomen ympäristökeskus 2002). Peltojen kuivatustoiminta, esimerkiksi uomien kaivu, suoristaminen ja perkaus, ovat köyhdyttäneet vesiluontoa ja saattaneet lisätä kaivetuissa uomissa tapahtuvaa eroosiota luonnontilaisiin uomiin verrattuna. Kuivatuksen takia myös luontaiset kosteikot ja tulva-alueet ovat vähentyneet. Maatalousympäristön hoidon ja hoitotoimenpiteistä maksettavien maatalouden ympäristötukien tarkoituksena on vähentää maatalouden haitallisia vesistövaikutuksia ja palauttaa luonnon monimuotoisuutta ja maisemallisia arvoja (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a).

Ympäristön ja maatalouden vesiensuojelun kannalta on tärkeää muuttaa maatalouden toimintaa vähemmän kuormittavaan suuntaan. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden avulla voidaan lisäksi vähentää sitä kuormitusta, jota ei ole voitu estää tai pysäyttää pelloilla ja joka on lähtenyt kuivatusvesien

mukana liikkeelle kohti vesistöjä. Ravinne- ja kiintoainekuormitusta vähentäviä toimenpiteitä on lukuisia ja niitä voidaan toteuttaa joko pellolla, peltojen reunoilla tai pellon ulkopuolella. Vesiensuojelun kannalta keskeistä on vesiensuojelutoimenpiteiden toteuttaminen suunnitelmallisesti oikeissa paikoissa niin, että ne muodostuvat toiminnallisiksi osiksi valuma-alueen kokonaissuunnitelmaa. Väärissä paikoissa toteutetut toimenpiteet ovat jokseenkin hyödyttömiä.

Pelloilla toteutettavia toimenpiteitä ovat mm. peltojen talviaikaisen kasvi- ja eläinlannoituksen lisääminen ja lannoituksen järkiperäistäminen. Suojavyöhykkeet ja -kaistat perustetaan vesistöjen varsilla sijaitseville peltoalueille ja niillä on maatalouden vesiensuojelun kannalta monenlaisia tavoitteita ja vaikutuksia. Vesistökuormituksen vähentämisen lisäksi suojavyöhykkeet lisäävät luonnon monimuotoisuutta peltoalueilla ja muodostavat maatalousmaisemaan ekologisten käytävien verkoston, mikä parantaa eliölajien elin- ja kulkumahdollisuuksia. Peltojen ulkopuolella toteutettavia toimenpiteitä ovat mm. kosteikkojen ja laskeutusaltaiden perustaminen, tulva-alueiden palauttaminen sekä maatalousalueiden vesistöjen ennallistaminen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a, Puustinen 2003)

3.2.1 Suojakaistat ja -vyöhykkeet

Pientareet, suojakaistat ja -vyöhykkeet ovat monivuotisen kasvillisuuden peittämiä alueita, joita ei lannoiteta eikä käsitellä kasvinsuojeluaineilla. Maatalouden ympäristötuen perustuki edellyttää, että pellolle valtaojien varsille jätetään vähintään yhden metrin levyinen pienar sekä purojen ja muiden vesistöjen varrelle sekä talousvesikaivojen ympärille vähintään kolmen metrin levyiset suojakaistat. Suojavyöhykkeen leveys on vähintään 15 metriä ja vähimmäiskoko 15 aaria. Suojavyöhykkeet estävät tehokkaasti maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumista vesistöön. Ne myös lisäävät luonnon monimuotoisuutta, luovat eko-

logisia käytäviä ja edistävät riista- ja kalataloutta. Suojavyöhykkeen perustamista varten on mahdollista saada maatalouden ympäristötuen erityistukea. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002b)

Tarpianjoen järjestelyhankkeen yhteydessä laadittiin lupaehtojen edellytysten mukainen perkausalueen suojakaistojen istutus- ja maisemointisuunnitelma (Salonoja 2001). Suunnitelmassa tarkasteltiin suojakaistojen eri toteutusmahdollisuuksia luonnonmukaisen vesirakentamisen tavoitteet, maiseman ominaispiirteet ja maatalouden ympäristötukien tarjoamat mahdollisuudet huomioon ottaen. Istutuksien ja maisemanhoidon avulla vähennetään perkauksesta johtuvia maisemallisia haittoja ja ehkäistään niiden syntymistä. Perkauksien yhteydessä suoritettu suojakaistojen nurmetus, puu- ja pensasistutukset sekä luiskien kasvillisuuden palauttaminen vähentävät eroosiota, ravinne- ja kiintoainehuuhoutumia sekä nopeuttavat rantakasvillisuuden palautumista.



Kuva 3.4

Suojavyöhykkeet ovat peltojen reuna-alueita, joilla kasvaa lähinnä monivuotista heinäkasvillisuutta. Peltojen ja rannan väliin jäävä luontainen suojavyöhyke on lisäksi merkittävä vesistöjen monimuotoisuuden kannalta mm. rantapuuston takia.

Kuva Baijerista Saksasta.

Jukka Jormola

Suojavyöhykkeiden suunnittelu

Suojavyöhykkeitä on tarkoituksenmukaista perustaa kalteville, vesistöihin

viettäville rantapelloille. Lisäksi suojavyöhykkeet ovat tarpeen esimerkiksi helposti sortuvilla rantapelloilla. Tulva- ja vettymishaitoista kärsivälle pellon osalle voi myös olla järkevää perustaa suojavyöhyke. Tärkeillä pohjavesialueilla suojavyöhykkeiden avulla voidaan vähentää maatalouden aiheuttamaa nitraatti- ja torjunta-ainekuormitusta pohjaveteen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002b)

Yleissuunnittelun avulla pyritään ohjaamaan suojavyöhykkeiden perustaminen ympäristönsuojelun kannalta tarkoituksenmukaisesti. Suunnittelualueiden valinnassa käytetään hyväksi kartta- ja ilmakuva-aineistoja sekä olemassa olevia vesiensuojelusuunnitelmia ja tietokantoja. Kaltevien alueiden eroosioriskejä voidaan arvioida silmämääräisesti peruskarttojen korkeuskäyriä tarkastelemalla. Valinnassa voidaan käyttää apuna myös SYKEssä kehitettyä eroosioriskimallia. Tulva-alueita tarkastellaan karttojen, ilmakuvien, vedenkorkeustietojen ja tulvien esiintymisen pitkäaikaistilastojen perusteella. Suunnitelman sisältöä on kuvattu tarkemmin yleissuunnitteluoppaassa (Salmela 1999).

Suojavyöhykkeen kasvillisuus

Toimivan suojavyöhykkeen kasvillisuus koostuu ruohovartisista kasveista, puista ja pensaista. Suojavyöhykkeen kasvatoksi suositellaan monivuotista, tiheäjuurista heinäkasvillisuutta. Niittymäistä suojavyöhykettä perustettaessa kylvetään pohjakasviksi esim. nurmirölliä. Sopivia lajeja ovat myös savimaata ja kuivuutta kestävä koiranheinä sekä luisakakohtiin esim. polvipuntarpää tai nurmikot. Yleisesti käytettyjä ovat myös nurminata, timotei, punanata ja niittynurmikka. Jos tavoitteena on kukkaniittyminen suojavyöhyke, heinän joukkoon voidaan kylvää lähiluonnosta kerättyjen kukkakasvien, kuten orvokin, tädykkeen, tulikukan jne. siemeniä. Kukkakasvit voidaan myös istuttaa ilman heinänsiementä tai taimina. Kukkakedon perustaminen onnistuu hyvin vain hiekansekaisilla mailla. (Salmela 1999)

Pensaat ja puut istutetaan yksitel-
len tai pieninä ryhminä siten, että avoin-
ta maisemaa ei suljeta. Sopivia puulajeja
ovat mm. terva- ja harmaaleppä, pihla-
ja, hieskoivu, haapa ja raita sekä etelässä
myös tammi ja metsälehmus. Tervalepän
vesijuuri estää tehokkaasti uomaeroo-
siota. Pajut ja muut pensaat kestävät par-
haiten voimakasta virtaa, tulvavettä ja
jäälauttoja. Rannassa kasvavat puut ja
pensaat tarjoavat suojapaikkoja kaloille
ja pohjaeläimille. Tulviville rantapelloil-
le ja kosteille rantaniityille perustettaville
suojavyöhykkeille istutetaan kosteikko-
kasveja, kuten esim. saroja, kurjenmiek-
kaa ja osmankäämejä, sekä leppää, pa-
jua ja muita pensaita. Riistapelloksi pe-
rustettaessa suojavyöhykkeelle valitaan
monivuotisia, runsasjuurisia heinä- ja
viljakasveja, jotka niitetään loppukesäl-
lä ja siirretään riistan ruokintapaikalle.
(Salmela 1999)

Suojavyöhykkeen kunnossapito ja hoito

Suojavyöhykkeitä hoidetaan suunnitel-
mallisesti niittämällä ja laiduntamalla.
Niitto suoritetaan vähintään kerran vuo-
dessa, ensimmäisten vuosien aikana use-
amminkin, jotta kasvien mukana poistui-
si mahdollisimman paljon ravinteita.
Suojavyöhykkeeseen voidaan liittää pel-
lon ja vesistön välisen luonnontilaisen
alueen hoito. Myös pensaita ja puita kas-
vavaa suojavyöhykettä hoidetaan niittä-
mällä. Viiden ja kymmenen vuoden pi-
tuisissa suojavyöhykesopimuksissa niit-
tojätteen käyttö karjan ravintona on mah-
dollista. Luonnon monimuotoisuuden
ylläpitämisen kannalta vyöhykkeen niit-
to ja kasvimassan poiskorjaus on syytä
ajoittaa niin, että vyöhykkeen eläinten
pesimäkausi on jo ohi. (Maa- ja metsäta-
lousministeriö 2002b)

Kasvintorjunta-aineiden käyttö on
kielletty. Hukkakauran torjunnassa sään-
nöllinen kitkeminen on välttämätöntä,
erityistapauksissa voidaan turvautua
kemiolliseen pesäkekäsittelyyn. Laidun-
taminen on sallittua vain, jos siitä ei ai-
heudu haittaa vesiensuojelulle. (Maa- ja
metsätalousministeriö 2002b)

3.2.2 Kosteikot ja laskeutusaltaat

Vesiensuojelukosteikolla tarkoitetaan
vesistökuormitusta vähentävää ojan,
puron, joen tai muun vesistön osaa tai
sen ranta-alueetta, joka on suuren osan
vuodesta veden peitossa ja muunkin ajan
pysyy kosteana. Kosteikko perustetaan
yleensä patoamalla, ja siihen olisi hyvä
liittää myös avovesipintainen syvän ve-
den alue. Kosteikoissa kasvaa tyypillisesti
vesi- ja kosteikkokasvillisuutta (Maa-
ja metsätalousministeriö 2002a).

Kosteikkojen ympäristövaikutukset
ovat hyvin monipuolisia. Kosteikot pi-
dättävät pelloilta valunnan mukana kul-
keutuvaa kiintoainetta ja ravinteita ja
vapauttavat tyypeä kaasuna ilmakehään.
Tärkeimmät kosteikkoprosessit ovat
kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden ra-
vinteiden laskeutuminen kosteikon poh-
jalle, ravinteiden kerääntyminen kostei-
kon biomassaan, denitrifikaatio ja mik-
robiologiset reaktiot. Suotuisissa olosuh-
teissa niiden avulla poistuu suuri osa
valumavesien kiintoaineesta, fosforista ja
typestä (Puustinen ym. 2001).

Veden viipymä on yksi tärkeimmistä
kosteikon puhdistusprosesseihin vai-
kuttavista ominaisuuksista. Valumavesi-
en mukana kulkeutuvan kiintoaineen
sedimentoituminen riippuu lisäksi myös
veteen suspendoituneen maa-aineen
määrästä ja ominaisuuksista. Lyhyellä
viipymällä vain karkeimmat maahiukka-
set ehtivät laskeutua. Esimerkiksi Etelä-
ja Lounais-Suomen savikkoalueiden va-
lumavesissä kulkeutuvan kiintoaineen
hiukkaskoko on niin pieni, ettei se ehdi
laskeutua pitkänkään viipymän aikana
(Puustinen ym. 2001).

Kosteikoissa tapahtuvat puhdistus-
prosessit ovat hyvin monivaiheisia, ja eri
ravinteiden pidättyminen edellyttää hy-
vin erilaisia olosuhteita. Fosforin pidät-
tymisen kannalta kiintoaineen pidätty-
minen on oleellista, sillä valtaosa (75%)
maatalouden valumavesien fosforista on
kiintoaineeseen sitoutunutta (Pietiläinen
& Rekolainen 1991). Kiintoaineen laskeu-
tuessa siihen sitoutunut fosfori varastoi-
tuu kosteikon maaperään. Kiintoaineen
pidättämiseksi kosteikkoon tulisi liittää

myös syvempi, allasmainen osuus, jonka pohjalle veden mukana kulkeutuva kiintoaine laskeutuu. Allas, jonka pohjalle muodostuu ainakin ajoittain lähes hapeton vyöhyke, on tärkeä elementti myös typen poistamiseksi. Anaerobisissa oloissa viihtyvät mikrobit ja denitrifikaatiobakteerit muuttavat vedessä ja pohja-aineksessa olevaa typpeä kaasumaiseen muotoon, jolloin se vapautuu vaarattomana typpikaasuna ilmaan. Kosteikat pidättävät myös veden mukana tulevaa orgaanista ainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita (esim. Ruohtula 1996, Puustinen ym. 2001). Kosteikkokasvillisuus hyödyntää tehokkaasti kasvukauden aikana veteen liuenutta fosforia ja typpeä (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a).

Kosteikat ovat tyypillisesti sijainneet notkoissa, joiden pohjalla on kulkenut matalahko luonnonuoma. Tulva-alueina ja kosteikkoina toimineet puronotkot on tavallisesti kuivatettu viljelykäyttöön, joten niiden palauttaminen alkupe räiseen tilaansa on periaatteessa helpposti tehtävissä. Luonnonmukaisin ja yksinkertaisin tapa vesiensuojelukosteikkojen perustamiseksi on palauttaa kosteikat alkuperäisille sijoilleen oja- ja puronotkoja patoamalla. Suuri kosteikkojen yhteispinta-ala valuma-alueella leikkaa valuntahuippuja ja kosteikat toimivat myös tulvien tasaajina. (Jormola ym. 1998, Puustinen ym. 2001)

Laskeutusaltaalla tarkoitetaan ojan tai puron yhteyteen kaivamalla tai patoamalla tehtyä vesiallasta, jossa virtausnopeutta vähentämällä otetaan talteen pelloilta tai ojaverkosta veden mukana liikkeelle lähtenyt kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita ja estetään niitä pääsemästä vesistöön (esim. Ruohtula 1996, Maa- ja metsätalousministeriö 2002a).

Laskeutusaltaat toimivat lähinnä kiintoaineen pidättäjinä ja vähentävät näin ollen etupäässä liettymisestä aiheutuvia haittoja ja niihin liittyvää vesistöjen rehevöitymistä. Kiintoaineen laskeutuminen perustuu veden virtausnopeuden ja pyörteisyyden pienenemiseen. Mitä kauemmin vesi saadaan pysymään altaassa, sitä hienojakoisempi aines ehtii

laskeutua. Maa-aineksen mukana laskeutuu myös siihen sitoutunutta fosforia. Veteen liunneen fosforin tai typen määrään vähentämiseen ei tavanomaisilla laskeutusaltailla ole suurta vaikutusta (Ruohtula 1996).

Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden mitoitus

Veden tulee viipyä kosteikossa niin kauan, että puhdistusprosessille jää riittävästi aikaa. Maatalouden erityistuessa edellytetään, että kosteikon pinta-ala tulee olla vähintään 1 - 2 % valuma-alueen pinta-alasta. Käytännössä suositus on kuitenkin lähempänä kahta prosenttia. Yleisesti ottaen kosteikko tulisi tehdä niin suureksi, kuin se kullakin paikalla on mahdollista. Tällöin myös kosteikon toimivuus paranee (Puustinen 2003, suull. tiedonanto).

Laskeutusaltaan tulee olla pinta-alaltaan riittävän suuri, jotta vedessä oleva kiintoaine ja sen mukana kulkeutuvat ravinteet ehtivät laskeutua altaan pohjalle. Laskeutusaltaiden minimikoko on 0,1 - 0,2 % valuma-alueen pinta-alasta. Laskeutusaltaita perustettaessa edellytetään, että valuma-alueelta tulee altaiisiin laskeutuvaa karkeaa eroosioainesta, sillä laskeutusaltailla voidaan käytännössä pysäyttää vain hietaa ja sitä karkeampia maalajeja (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a). Ruohtulan (1996) ohjeiden mukaan laskeutusaltaan vähimmäiskoko voidaankin mitoittaa hienon hiedan laskeutumisen nopeuden 1 m/h mukaan. Virtaus ei todellisuudessa jakaudu tasaisesti poikki- ja pituussuunnassa, joten altaan pinta-ala on tehtävä 1,3...1,8-kertaiseksi teoreettiseen verrattuna. Pientä kerrointa voi käyttää, kun allas on säännöllisen muotoinen, tulovirtaus jakautuu tasaisesti ja allas on pitkä ja kapea. Altaan olisi oltava muodoltaan pitkänomainen siten, että altaan pituus on 7...10 kertaa sen vedenpinnan keskimääräinen leveys. Virtausnopeus saa olla korkeintaan 1 cm/s. Mitoituksessa on otettava huomioon myös altaan liettyminen: lie-tevaraksi voidaan olettaa esim. 30 cm.

Kosteikkojen suunnittelussa on kes-

keistä myös niiden sijoittaminen valuma-alueelle. Yleensä vaihtoehtoja on kaksi, joko yksi pinta-alaltaan suurempi kosteikko valuma-alueen alaosassa tai useita pienempiä kosteikkoja sijoitettuna valuma-alueen ylempiin osiin. Kosteikkojen sijoittaminen valuma-alueen latvaosiin luo usein realistisimmat mahdollisuudet niiden mitoitukselle. Suomessa peltokuvioiden yläpuoliset valuma-alueet ovat yleensä pieniä. Tämä tarjoaa hyvät edellytykset kosteikkojen palauttamiselle tai uusien kosteikkojen perustamiselle. Pienillä valuma-alueilla vesiensuojelukosteikot voisivat olla pieniä, niitä olisi runsaasti ja ne sijaitisivat useimmiten valuma-alueiden latvaosissa (Puustinen ym. 2001).

Jos kosteikko rakennetaan patoamalla purovesistö, on huolehdittava kalojen ja muiden eliöiden esteettömästä kulusta. Vesi voidaan johtaa pintavirtauksena luonnonmukaisen pohjapadon tai padon sivua kulkevan loivan ohitusuoman kautta.

Kosteikkojen ja laskeutus- altaiden kunnossapitotarve

Kosteikot ja laskeutusaltaat vaativat säännöllistä hoitoa ja kunnossapitoa. Rakenteet tulisi tarkistaa aina runsaiden virtaamien jälkeen: keväällä lumien sullettua sekä kesällä ja syksyllä voimakkaiden sateiden jälkeen (Ruohtula 1996). Pienestä patovuodosta muodostuu hel-

TIETOA TIIVIISTI • 6

Hovin kosteikko

Hovin kosteikko Vihdissä on rakennettu tutkimus- ja esittelykosteikoksi MTT:n käytössä olevalle alueelle Vihtijoen varressa. Kosteikko toteutettiin osana EU:n Life -rahoitteista projektia Viljelyalueiden valumavesien hallinta (VIHTA), jossa tavoitteena oli selvittää kosteikkojen toimivuutta ja vesiensuojelumerkitystä (Puustinen ym. 2001). Kosteikon toteuttamistavassa otettiin huomioon myös sen soveltuminen mallikosteikoksi normaalin maatalouden yhteydessä ja sitä on käytetty myös esimerkkinä arvioitaessa maatalouden ympäristötuen vaikuttavuutta (Palva ym. 2001).

Hovin kosteikon suunnittelussa tavoitteena oli toteuttaa hydrologiaan nähden hallittavissa oleva kosteikko, joka elävöittää samalla seudun viljelymaisemaa. Kosteikon vesipinta näkyy ympäristöönsä osittain myös aliveden aikaan ja kosteikkoon liittyvä maapato liitettiin olemassa olevaan kallio-kohoumaan. Kosteikon muotoilussa on pyritty liittämään rantojen linjaus ja korkeussuhteiden vaihtelu juohevasti toisiinsa (Puustinen ym. 2000).

Kosteikon ranta-alueet on muotoiltu loivina siten, että kosteikon pinta-ala vaihtelee 30 cm vedenkorkeuksien vaihtelulla 0,2 ja 0,4 ha:n välillä, mikä vastaa 500 m³ vesitilavuuden muutosta. Kesäaikaisen kuivumi-

sen seurauksena vedenpinnan vaihteluväli on käytännössä vielä tätäkin suurempi. Kosteikon kokonaispinta-ala on 0,6 ha, kun pelto-alueista koostuvan valuma-alueen kokonaispinta-ala on 12 ha, jolloin kosteikko muodostaa 5 % valuma-alueesta. Kosteikko tasaa siten tehokkaasti valuma-alueen virtaamia.

Virtaus kosteikon läpi tapahtuu ensin mutkitteluksi muotoiltua ojaa pitkin, johon kasautuu kiintoainesta. Seuraavaksi vesi kulkee syvään osaan, joka on tarkoitettu erityisesti typen puhdistukseen. Lopuksi vesi ohjataan matalaan osaan, joka on suunniteltu lähinnä fosforin puhdistusta varten. Vesi poistuu kosteikosta jyrkkäkulmaisesta mittapadon V-aukosta, joka saa aikaan vedenpinnan vaihtelua. Kosteikkoon muotoiltu kannas ja saari jakavat virtauksen kulkemaan tasaisesti koko kosteikkoalueen ja vesikasvivyöhykkeiden läpi, jolloin ei tapahdu oikovirtauksia.

Kosteikon kehittymistä ja toimivuutta on seurattu monipuolisesti mm. veden laadun, kasvillisuuden kehittymisen ja linnuston osalta. Kevästä 1999 kevääseen 2000 ulottuvalla seurantaajaksolla kosteikkoon pidättyi 71 % kiintoaineesta, 72 % kokonaisfosforista, 44 % liukoisesta fosforista ja 48 % kokonaistypestä. Muita tutkittuja kosteikkoja parempi puhdistusteho johtuu kosteikon säännöstelyvaikutuksesta ja suuresta pinta-alasta valuma-alueeseen nähden.

posti suuri ohivirtaus, joka heikentää nopeasti kosteikon tai laskeutusaltan tehoa (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a).

Kosteikkoihin laskevien ojien suista voi olla tarpeellista poistaa niihin kertynyttä lietettä jopa vuosittain. Jos kosteikossa on syvemmän veden alue, sen pohjalle kertynyttä lietettä voidaan myöskin tarvittaessa poistaa. Laskeutusaltaiisiin kertynyt liete tulee poistaa viimeistään silloin, kun se alkaa haitata laskeutusaltan toimintaa. Liete voidaan poistaa kaivinkoneella tai lietepumpulla ja sen voi levittää pellolle (Ruohtula 1996, Maa- ja metsätalousministeriö 2002).

Kosteikkojen kasvillisuutta tulee

aika ajoin poistaa kosteikon umpeenkasvun estämiseksi. Luonnon monimuotoisuuden edistäminen ja perinnebiotooppien ylläpitäminen edellyttävät usein kosteikkokasvillisuuden hoitamista. Hoitamattomaan kosteikkoon voi kehittyä yhden tai muutaman kasvilajin, esimerkiksi järviruo'on tai -kaislan muodostama kasvusto, joka tukahduttaa muut lajit alleen. Altaan ympärille ja suojavyöhykkeisiin voi myös muodostua tiivis, yhtenäinen pajukko, joka sulkee maiseman. (Ruohtula 1996)

Kosteikkojen kasvillisuus voidaan pitää kurissa niiton ja/tai laiduntamisen avulla. Kosteikkoa niitettäessä voidaan osia alueesta jättää myös niittämättä. Tällöin kosteikkoon luodaan mosaiikkimai-

Jukka Jormola

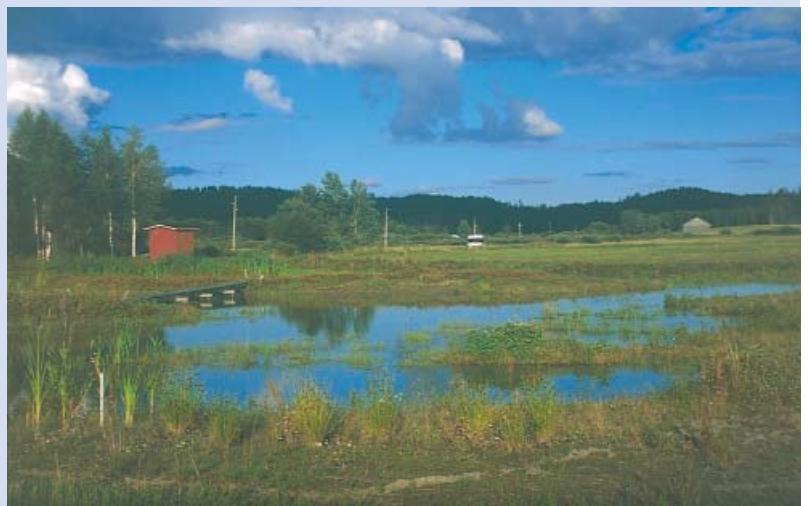
Kosteikon lintuseurannassa todettiin vuonna 2000 kosteikon alueella pesivän 3 kpl eri lajien vesilintuparia ja lisäksi pesimäaikana 6 muuta kosteikosta hyötyvää lajia. Pesimätiheys oli suuri, 5 paria/ha, mikä ylittää kymmenkertaisesti eteläsuomalaisten järvien paritiheyden. Muuttoaikana vuosina 1999 ja 2000 kosteikolta tavattiin yhteensä 22 lintulajia. Tällä perusteella kosteikkojen perustaminen voi lisätä merkittävästi vesilintujen määrää vähäjärvisillä peltoalueilla.

Lisätietoja

Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. 2001. Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995 - 1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 478. 92 s. ISBN 952-11-0894-0.

Puustinen M., Koskiaho, J., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M., Jormola J., Gran V., Ekholm, P. & Maijala T. 2000. Vesiensuojelukosteikot viljelyalueiden valumavesien hallinnassa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 178. 67 s. ISBN 952-11-0655-7.

Puustinen, M., Koskiaho, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot – VESIKOT-projektin loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 499. 61 s. ISBN 952-11-0932-7. ISSN 1238-7312.



Hovin tutkimuskosteikko tasaa virtaamasuhteita ja toimii hyvin valumavesien käsittelyssä. Sen suunnittelussa on kiinnitetty huomiota myös maisemaan ja sen alueelta on tavattu runsaasti pesiviä ja muuttavia lintulajeja.

Jukka Jormola

nen kasvusto, joka on maiseman ja eliöstön kannalta parempi kuin tasaisesti niitetty. Kosteikkoa voidaan myös laiduntaa ajoittain. Liian runsas laiduntaminen heikentää kuitenkin veden hygieenistä laatua ja voi aiheuttaa paikallista eroosiota. Vesiensuojelun kannalta kasvillisuuden ajoittainen niitto tai muu korjuu on edullista. Tällöin kosteikosta viedään pois biomassaan sitoutuneita ravinteita, jotka voidaan korjata talteen ja käyttää hyväksi muualla. (Ruohtula 1996)

3.2.3 Uomien luonnontilan parantaminen maatalousalueiden vesiensuojelun yhteydessä

Suojavyöhykkeiden, kosteikkojen ja laskeutusaltaiden lisäksi maatalousalueiden vesiensuojeluhaittoja voidaan vähentää purovesistöjä ennallistamalla. Peratun uoman mutkaisuuden lisääminen ja uoman rakenteen monimuotoistaminen lisäävät uoman pituutta, vähentävät sen kaltevuutta ja lisäävät rantakasvillisuuden monimuotoisuutta. Tulva-alueita voidaan palauttaa, jolloin niille voi laskeutua uomassa kulkevaa kiintoainetta. Toimenpiteiden seurauksena vesistön ainesdynamiikka muuttuu tasapainoisemmaksi ja uoman oma itsepuhdistuskyky lisääntyy.

Perattujen uomien ennallistaminen voi tapahtua joko yhdellä kertaa toteuttavana kunnostuksena tai vähitellen tehtävillä pienemmillä toimenpiteillä, joilla pyritään palauttamaan uoma lähemmäs alkuperäistä tilaansa. Uoman alkuperäisestä tilasta voi saada viitteitä mm. uoman mahdollisesti perkauksilta säästyneiltä osuuksilta tai muista seudul-

la sijaitsevista samankokoisista luonnontilaisista puroista. Uoman mutkitte- lun lisäämiseksi voidaan alueella vallitsevista olosuhteista, maankäytöstä, maaperästä ym. riippuen käyttää useita erilaisia menetelmiä (ks. luvut 5 ja 8):

- alkuperäisen uoman auki kaivaminen ja veden ohjaaminen vanhaan uomaan
- uusien mutkien kaivaminen suoristetun uoman yhteyteen
- veden ohjaaminen vanhaan uomaan, jos se on löydettävissä maastosta
- mutkittelun palauttaminen uomien syöpymistä hyödyntämällä
- tulva-alueiden palauttaminen

Kiintoaineen pidättymistä uomissa voidaan tehostaa uomiin rakennettavien pohjakynnyksien avulla. Pohjakynnyksillä voidaan pidättää erityisesti ojissa ja puroissa pohjakulkeumana liikkuvaa kiintoainetta ja siihen sitoutunutta fosforia. Menetelmän tehokkuus paranee, kun kynnyksiä rakennetaan useita peräkkäin. Rakenteeltaan pohjakynnykset voivat olla samanlaisia kuin kosteikkojen ja laskeutusaltaiden yhteyteen rakennettavat padot. Useita peräkkäisiä pohjakynnyksiä rakennettaessa tulee huomioida maaston kaltevuussuhteet ja padotuksen vaikutus uomassa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a)

Maatalousalueiden uomien ennallistamisesta on hyötyä myös maisemallisesti ja eliöstön kannalta. Mutkittelevat purouomat luovat vaihtelua peltomaisemaan ja monimuotoinen, mutkitteleva uoma luo monipuolisia elinympäristöjä eri kasvi- ja eläinlajeille. Kunnostuksilla parannetaan myös kalaston elinolosuhteita maatalousalueiden uomissa.

Kirjallisuus

- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksat. Kajaanin Kirjapaino Oy. ISBN 951-98731-1-2. Saatavissa: www.metsakeskus.fi/lappi/palvelut/julkaisut.htm
- Jormola, J., Järvelä, J., Lehtinen, A. & Pajula, H. 1998. Luonnonmukainen vesirakentaminen - mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 265. 80 s. ISBN 952-11-0388. ISSN 1238-7312.
- Kansallinen metsäohjelma 2010. MMM:n julkaisuja 2/1999. 40 s. www.mmm.fi/metsatalous/kansallinenmetsaohjelma/asiakirjat_raportit/kmoohjelma.pdf
- Kenttämies, K. & Saukkonen, S. (toim.). 1996. Metsätalous ja vesistöt. Yhteistutkimusprojektin "Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta" (METVE) yhteenveto. Helsinki, Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 1996(4). 103 s. ISBN 951-53-0869-0.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002a. Maatalouden ympäristötuen erityiset. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Esite. 11 s. Maa- ja metsätalousministeriö 2002b. Maatalouden ympäristötuen erityiset. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Esite. 12 s.
- Metsäkeskus Tapio 2001. Syventävä tietopaketti metsäammattilaisille. www.metsavastaa.net/index.cfm?docID=2848 [WWW, muutospäivämäärä 28.11.2001, viitattu 13.12.2002]
- Pietiläinen, O-P. & Rekolainen S. 1991. Dissolved reactive and total phosphorous load from agricultural and forested basins to surface waters in Finland. *Aqua Fennica* 21(2): 25-32.
- Puustinen, M. 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 285. 116 s. ISBN 952-11-0430-9. ISSN 1238-7312.
- Puustinen, M., Koskiahho, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot – VESIKOT-projektin loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 499. 61 s. ISBN 952-11-0932-7. ISSN 1238-7312.
- Puustinen, M. 2003. Suojavyöhykkeiden monet ympäristöhyödyt. *TEHO* 2003(2): 32-34.
- Puustinen, M. 2003. Helsinki, SYKE. (Suullinen tiedonanto)
- Ruohtula, J. (toim.). 1996. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden suunnittelu. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 11.
- Salmela, Kaija 1999. Peltoalueiden vesiensuojelullisten suojavyöhykkeiden yleissuunnittelu- opas. Turku, Luonnis-Suomen ympäristökeskus. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 1999(6). 28 s. ISSN 1238-3201. ISBN 952-5288-08-0.
- Salonoja, M. 2001. Suojakaistojen toteutusmahdollisuudet Tarpianjoen järjestelyhankkeessa. Istutus- ja maisemointisuunnitelma. Pirkanmaan ympäristökeskus. pro gradu -työ. 69 s.
- Suomen ympäristökeskus 2002. Vesistöjen ravinnekormitus Suomessa. Päivitetty 18.3.2002. www.ymparisto.fi [WWW, viitattu 21.10.2002.]
- Yrjänä, T. 2002. Jokien kunnostaminen Suomessa ja muualla. *Vesitalous* 2002(6): 13 - 16.

4

Tulvasuojelu ja peruskuivatus

Heli Harjula, Jukka Jormola, Heikki Pajula, Lasse Sampakoski & Timo Yrjänä

Muutokset valuma-alueiden ja tulvatasanteiden maankäytössä, väestönkasvu ja kaupungistuminen, lisääntynyt asutuksen teiden ja muun infrastruktuurin ja sitä kautta päällystettyjen pintojen määrä, sekä vesistöjen rakentaminen ja mahdollisesta ilmastonmuutoksesta johtuva sääilmiöiden vaihtelu ovat äärevöittäneet virtaamavaihtelua ja lisänneet tulvavahinkopotentiaalia. Myös Suomessa arvioidaan edelleen olevan noin 60 000 - 65 000 ha tulvahaitoista kärsivää viljelyaluetta, joista valtaosa sijaitsee Pohjanmaan alavilla jokivarsilla. Länsi-Suomessa jää joka vuosi tulvan alle joitakin tuhansia hehtaareita viljelymaata ja myös yksittäiset asuinrakennukset saattavat kärsiä vahinkoja. Tulvasuojelutyöt ovat menneinä vuosikymmeninä koskeneet lähes kaikkia rannikkoalueiden jokia. Uusia tulvasuojelu- ja peruskuivatushankkeita aloitetaan nykyisin enää vähän, ja tulvasuojelun lisäksi niissä pyritään ottamaan huomioon sekä ympäristönäkökohdat että muut vesistöihin kohdistuvat tavoitteet. (Jormola ym. 1998, Maa- ja metsätalousministeriö 2003)

Luonnonmukainen tulvasuojelu kuuluu nykyisin osana luonnonmukaiseen vesirakentamiseen ja uusien tulvasuojeluhankkeiden rahoituksen ehtona edellytetäänkin nykyisin luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteiden soveltamista sekä suunnittelu- että toteutusvaiheessa. Tulvasuojeluhankkeissa tulisi paikallisen tulvasuojelun sijasta keskittyä koko valuma-alueen tarkasteluun. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tul-

vahuippujen korkeutta vähennetään lisäämällä alueita, joihin vesi saa tulvien aikana levitä. Myös ihmisten asenteita tulvia kohtaan voidaan muokata positii-visemmiksi osoittamalla, että uoman tulviminen luontaiselle tulva-alueelleen ei välttämättä aiheuta haittoja ihmisen elin-tilassa, jos myös joelle voidaan antaa oma elintilansa (Helmiö 2003).

Suurehkojen tulva-alueiden suojaamisen sijasta tulvien vaivaamille viljelymaille suositellaan nykyisin vaihtoehtoisia käyttömuotoja esim. nurmituotannossa, kosteikkoina ja suojavyöhykkeinä. Uutena näkökulmana jokivesistön tulvien hallintaan selvitetään myös mahdollisuuksia tulvavesien tilapäiseen pidättämiseen valuma-alueella, kuten metsä- ja suoalueilla, sekä suuren tulvan uhatessa hallitusti myös esim. pengerryillä peltoalueilla. Tulva-alueiden ennallistamisesta ja tulvien pidättämisestä valuma-alueella on nähty olevan eniten hyötyä tavanomaisilla, esimerkiksi useammin kuin kerran kymmenessä vuodessa toistuvilla tulvilla (Maa- ja metsätalousministeriö 2003).

Joskus tulvasuojeluun on kuitenkin ryhdyttävä esimerkiksi asutuksen suojaamisen vuoksi. Tällöin voidaan suosia perinteisille tulvasuojelutoimenpiteille, kuten perkauksille ja uoman suoristamiselle vaihtoehtoisia toimenpiteitä. Tulvapengerten tekeminen on suositeltavampaa kuin uoman perkaaminen. Penkereet suositellaan sijoitettavaksi mahdollisimman kauas uomasta. Penkereen ja uoman väliin jää silloin tulva-alueita, joka toi-

mii tulvabiotooppina tai taajamissa esim. viheralueena. Vesistöstä pois päin nousuvassa maastossa penkereiden sijoittaminen kauemmas uomasta vähentää myös penkereen korkeutta ja vesimaisemaa peittävää vaikutusta. Myös tulvauomien rakentaminen on hyvä vaihtoehto uoman perkauksille ja suoristamiselle etenkin silloin, kun rantatöyräs on taustamaastoa korkeammalla. Tulvauoman taso on tällöin muuta uoma korkeammalla, jolloin veden varastotilaa on mahdollista lisätä itse uomaan koskematta.

4.1 Tulvavesien pidättäminen valuma-alueella

Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella on kansainvälisesti osa nykyaikaista tulvasuojelun kokonaisuutta. Valuma-alueella tehtäviä tulvasuojelutoimenpiteitä on käsitelty tarkemmin Rantakokon (2002) julkaisussa, johon luku 4.1 sekä alkuosa luvusta 4.1.1 pääosin perustuvat.

Uoma, jokikäytävä, tulvatasanne ja jokilaakso muodostavat moninaisen ja yhtenäisen vuorovaikutusverkoston. Joen ja tulva-alueen välinen hydraulinen yhteys on ensisijaisen tärkeää lajien monimuotoisuuden kannalta. Säännöllisten tulvien myötä tulva-alueille kehittyi omaleimaista kasvillisuutta, tulvametsiä, luhtia ja niittyjä, joissa on elintilaa monille harvinaisillekin lajeille.

Yleensä lehtipuuvaltaiset tulvametsät, tulvapensaikot ja erityisesti Pohjois-Suomen suurien jokien varsilla esiintyvät tulvaniityt ovat kuivia tulva-ajan ulkopuolella. Tulvakosteikoilla, soilla ja luhdilla pohjavesi taas ulottuu maanpinnan tasoon saakka tai korkeammallekin, joten ne ovat märkiä koko kasvukauden ajan. Luontaiset tulva-alueet ovat vähentyneet, kun perinteisesti tulvasuojelua on hoidettu uomia perkaamalla ja pengertämällä, jolloin uomien luontaiset kulureitit ovat kaventuneet ja alapuolisten vesistöjen tulvat ovat voineet jopa lisääntyä. Esimerkiksi metsäojitukset yleensä lisäävät vuosivaluntaa ja kevään yliva-

lumia varsinkin paikallisesti. Suurilla vesistöalueilla lopullisen vaikutuksen tulvien suuruuteen ratkaisee kuitenkin monien tekijöiden yhteisvaikutus, joka voi olla tulvia lisäävä, mutta joskus myös pienentävä. Tällaisia tekijöitä ovat esim. ojituspaikka, sää, lumisuus, perkaukset ja pengerrykset. Luonnonmukaisen tulvasuojelun hydraulisia erityiskysymyksiä on tarkasteltu tarkemmin kohdassa 9.4.

Luonnonmukaisen tulvasuojelun periaatteiden mukaisesti tulvavedet pyritään ennen kaikkea pidättämään valuma-alueella. Kohteissa, joissa tulvia on tarpeen vähentää, tulee selvittää, missä määrin joen luontaiseen käyttäytymiseen kuuluva tulviminen voidaan säilyttää osana joen luonnollista hydrologista vaihtelua ja jokiluonnon monimuotoisuutta. Aasukkaille ei kuitenkaan saa aiheutua vaaraa eikä maankäytölle kohtuutonta haittaa. Tulva-alueiden säilyttäminen tulee helpoimmin kysymykseen suhteellisen kapeina vyöhykkeinä sellaisten uomien varressa, jotka virtaavat selkeissä jokilaaksoissa.

Tulvavesien pidättämiseen soveltuvia menetelmiä jokiuomassa ja tulva-alueella ovat tulvaniittyjen, -peltojen ja -metsien ennallistaminen. Vanhojen tulva-alueiden ennallistamista tai uusien tulva-alueiden luomista voidaan harkita



Kuva 4.1 Kevättulvaa Nuuksion Myllypuron ennallistetulla tulva-alueella. Lasse Järvenpää

niillä alueilla, missä tulvasuojelu on tarpeen ja missä luontaisia tulvametsiä, -kosteikkoja ja -niittyjä ei enää esiinny. Vanhojen uittopatojen käyttö tulvien pidättämisessä saattaisi lisäksi tulla kyseeseen ainakin joillakin Pohjois-Suomen vesistöalueilla.

Tulvavesien pidättämiseen soveltuvia menetelmiä valuma-alueella ovat suo- ja metsäojitusalueiden ennallistaminen, käytöstä poistettujen turvetuotantoalueiden vesittäminen, laskettujen järvien vesittäminen, kosteikot ja laskeutusaltaat, pintavalutuskentät sekä suo- ja metsäalueiden valunnansäätely. Valunnansäätelyllä tarkoitetaan tulvavesien varastointia metsä- ja suoalueiden kuivatusta varten tehtyihin ojastoihin ja maaperään rakentamalla ojiin sopiviin paikkoihin säätöpatoja. Kosteikkojen ja erilaisten valunnapidätysaltaiden käyttö kaupunkialueella hulevesien käsittelyyn on yleistä esim. USA:ssa ja Keski-Euroopassa. Suomessa kosteikkoja on rakennettu lähinnä vesiensuojelutarkoitukseen, ja ainakin valuma-alueen kokoon nähden pienten kosteikkojen ja laskeutusaltaiden tulvanpidätyskyky on paikallinen.

4.1.1 Jokivarsien tulva-alueet

Tulva-alueet kuuluvat luontaisena osana joki- ja purolaaksojen toimintaan ja niistä on monia hyötyjä: ne toimivat tulvan pidättäjinä, tärkeinä elinympäristöinä, jokilaakson poikkisuuntaisen jatkuvuuden turvaajina, paikallisina ilmastotekijöinä sekä virkistysalueina. Tulva-alueille pidättyy vedessä kulkevaa kiintoainetta sekä kasvillisuuden vaikutuksesta että tulva-alueella virtausnopeuden pienentyessä verrattuna uomassa tapahtuvaan virtaukseen. Samalla virtaamat tasaantuvat ja muodostuu tulva-alueille tyypillisiä kasvien ja eläinten elinympäristöjä. Erityisesti mutkitttelevilla jokiuomilla on usein laajat tulvatasanteet.

Tulva-alueet edistävät vesiensuojelua samaan tapaan kuin kosteikot: uoman tulviminen lisää vesistön vesitilavuutta, jolloin veden virtausnopeus pienenee verrattuna uomassa tapahtuvaan

virtaukseen. Tällöin veden mukana kulkeutuvaa kiintoainetta laskeutuu tulva-alueelle. Kiintoaineen säännöllinen kerrostuminen saa aikaan erityisen tulvaniittymanoksen kehittymisen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002)

Tulva-alueiden perustaminen

Tulva-alueita voidaan perustaa usein tulvan alle jääville peltoalueille. Tulva-alueiden palauttamiseen peltoalueelle on mahdollista saada maatalouden ympäristötuen erityistukea (ks. luku 11). Tulva-alueita voidaan käyttää tulvimisherkyydestä riippuen heinäviljelyyn tai laiduntamiseen. Usein tulvan alle jääville peltoalueille on suositeltavaa perustaa suojavyyhykkeitä (ks. luku 3.2). Suojavyyhykkeille kasvaa muutamassa vuodessa tulva-alueelle tyypillistä kasvillisuutta. Etelä-Suomen tulva-alueilla kasvaa lehtokasveja, mm. keltavuokkoa ja mukulaleinikkejä. Pohjois-Suomen jokivarsien tulvaniityillä kullerot ovat tyypillisiä. Tulvaniityillä kasvaa yleisesti saroja, kastikoita ja mesiangervoa. Peltoviljelyn vaihtoehtona voisi olla myös hyvin tulvaa sietävän energiapajun kasvattaminen.

Lehtipuulajit, kuten lepät, koivut, haapa ja pajut, ovat tulvametsille ominaisia. Kuusen ja männyn nuoret siementaimet kärsivät tulvasta, eivätkä näin pysty kilpailemaan tulva-alueella yleensä runsaiden heinien ja ruohojen kanssa.

Menetelmät

Uoman yhteydessä sijaitsevien tulva-alueiden tulvien esiintymisen yleisyyttä, kestoa ja tulvakorkeutta voidaan lisätä pääuomaan tehtävillä pohjakynnyksillä tai supistamalla virtausalaa kivi- tai puumateriaalilla. Samalla voidaan nostaa myös kesäveden aikaisia alivedenkorkeuksia. Tulvavesien kulkua voidaan viivästyttää myös johtamalla vesiä esimerkiksi uoman sivuun tehtävän kiinteän kynnyksen avulla, jonka kautta vesiä alkaa virrata tietyn vedenkorkeuden jälkeen. Muita mahdollisia toi-

menpiteitä ovat virtauksen hidastamisen tulva-alueella esim. maastonmuotoilulla tai virtausta hidastavaa kasvillisuutta lisäämällä.

Kansainvälisiä kokemuksia

Eteläisessä Saksassa, Eittingenin kylän lähistöllä Isar-joen tulvasuojeluhankkeessa on toteutettu luonnontilaisen tulva-alueen palauttaminen pelloilla, joille tulvavesi oli noussut usein jopa kaksi kertaa vuodessa. Siten alue oli ollut suhteellisen vähäarvoista viljelysmaata. Maa-alue oli lunastettu valtiolle ja tulvasuojausta oli siirretty kauemmas siten, että maantietä käytetään nyt uutena tulvavapenkerenä ja joen annetaan vapaasti tulvia syntyneelle tulvatasangolle. Hankkeeseen kuului myös uuden jokiuoman kaivua noin 5 km ja kuivana olleen sivu-uoman vesittämistä. Uuden uoman teos oli pyritty käynnistämään uudelleen joen luontainen kehitys. Uoman varteen tulvauoman painanteisiin oli syntynyt tai tehty kosteikkoalueita, joissa viivähtävät muuttomatkallaan mm. useat kahlaajat ja kurjet. Tulva-aluetta ei hoideta valtion varoin. Jos paikalliset maanomistajat eivät halua poistaa puita alueelta, se met-sitty vähitellen. (Jormola & Pajula 1999)

4.1.2 Tulvavesien pidättäminen yläjuoksun metsä- ja suoalueilla

Valuma-alueen maankäyttö on monissa vesistöissä nopeuttanut sadevesien ja lumensulamisvesien virtaamista valuma-alueelta vesistöihin. Valuma-alueen vesivarastojen tilavuuden pienentymistä ovat edesauttaneet mm. ojitukset, peltojen raivaus, teiden, pihojen ja parkki-alueiden rakentaminen jne. Harvaan asutussa Suomessa erityisesti laajamittainen soiden ojitaminen metsäntuotantoa varten ja hakkuualueiden auraaminen ovat peltojen lisäksi vähentäneet veden varastoitumispaikkoja vesistöjen valuma-alueella. Soita on Suomessa muutettu kasvulliseksi metsämaaksi yli 5 miljoonaa hehtaaria eli yli 15 % maan pinta-alasta. Myös vesistöjen perkaukset ja lampien

ja järvien kuivatukset ovat vaikuttaneet samaan suuntaan. Huolimatta edellä mainittujen töiden laajamittaisuudesta, ei niiden vaikutusta vesistöjen virtaaman vuosijakaumaan tunneta Suomessa kovinkaan tarkasti.

Toinen valuma-alueen maankäytön yleinen vaikutus vesistöihin on lisääntynyt hienon aineksen kulkeutuminen. Maan pintakerroksen rikkominen yleensä lisää kiintoaineen irtoamista ja kulkeutumista valumavesien mukana vesistöihin. Edellä kuvattu vesivarastojen häviäminen helpottaa irronneen kiintoaineen kulkeutumista vesistöihin. Varastotilavuuden pienentymisestä aiheutunut tulvavirtaamien kasvu voi lisätä myös itse jokiuomissa tapahtuvaa eroosiota. Kiintoaineen mukana ja ohella vesistöihin voi kulkeutua myös vesistöjä rehevöittäviä ravinteita.

Lisäämällä veden varastoitumista valuma-alueelle ja latvavesien pieniin lampiin voidaan vähentää vesistöihin valuma-alueelta tulevaa kuormitusta ja vähentää virtaamavaihteluiden äärevyyttä vesistöissä. Molemmat toimenpiteet ovat tavallisissa vesistöissämme eduksi vesiekosysteemien monimuotoisuudelle. Rehevöityminen ja liettyminen ovat yleisimpiä ongelmia vesistöissämme. Virtaamien vähäisyys loppukesällä ja loppupalvella saattaa varsinkin pienimmissä puroissa rajoittaa eliölajien viihtymistä ja toisaalta kasvavat tulvat aiheuttavat omia ongelmiaan varsinkin isompien vesistöjen varrella.

Ylimääräisen kiintoaineen ja ravinteiden poistaminen vesistöistä on vaikeaa ja kallista, joten sen irtoamista valuma-alueelta ja kulkeutumista vesistöihin tulisi pyrkiä kaikin keinoin vähentämään.

Keinot veden varastoitumisen lisäämiseksi

Veden varastoitumista voi periaatteessa lisätä kaikilla niillä toimenpiteillä, jotka hidastavat sadeveden pääsyä varsinaisiin vesistöihin ja hidastamalla veden kulkeutumista vesistöissä kohti merta. Suomessa tehdyistä kokeista tiedetään,

että yleisesti sekä avohakkuiden että soiden ojituksen seurauksena niiltä tulevat valumat kasvavat tilapäisesti. Syynä tähän on haihdunnan väheneminen puiden poiston seurauksena ja suon vesivaraston vähittäinen aleneminen ojituksen jälkeen. Samoin tiedetään, että metsäojitusalueilta lähtevä kiintoaine- ja ravinnekuormitus on suurimmillaan heti ojituksen jälkeisinä vuosina, pienentyen sitten vähitellen lähelle luonnontilaa.

Peltojen suojavyöhykkeiden ja niiden valumavesien kosteikkojen rakentamiseen liittyen on tehty suhteellisen runsaasti tutkimusta. Yleistäen voidaan sanoa, että oikein rakennettuna suojavyöhykkeet ja kosteikot pidättävät ainakin valumavesien mukana kulkevaa kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita ja jossain määrin myös veteen liuenneita ravinteita. Vastaavia havaintoja on olemassa myös metsäojitusalueiden ja turvesoiden valumavesien puhdistamiseen tehdyistä laskeutusaltaista ja varsinkin pintavalutuskentistä. Pohjois-Karjalassa Kuohattijärven ja Muje-Palojärven valuma-alueilla on alustavien seurantatulosten perusteella onnistuttu parantamaan vedenlaatua suhteellisen laajoilla vesistöalueilla pääasiassa rakentamalla paljon ojatkoksia alueen runsaaseen metsäojaverkostoon ja lisäämällä pienimpien purouomien monimuotoisuutta erilaisin kivi- ja puurakentein. Kunnostustyöt näillä vesistöalueilla on tehty pääosin käsityönä. (ks. luku 3.1)

Käytännössä veden varastoitumisen lisääminen ei kuitenkaan ole yksinkertaista, vaikka esimerkiksi metsäojien tukkiminen lisääkin periaatteessa veden varastoitumista yksittäiselle suolle. Lauttaojan pilottikohteella Iijoen vesistössä vanhojen metsäojien tukkimisen vaikutusta virtaamien vuosijakaumaan tai veden laatuun ei pystytty todentamaan. Virtaamia ja veden laatua seurattiin vuosi ennen ja kaksi vuotta jälkeen ojitusalueiden tukkimisen. Veden laadun osalta mahdolliset muutokset peittyivät suuren vaihtelun alle. Syynä siihen, ettei virtaamien vuosijakaumassa havaittu muutos saattoi olla seurantavuosien erilaisuus tai se, että jo melko hyvin kasvittuneet

ojat varastoivat nekin vettä ja luovuttivat sitä vain hitaasti alapuoliseen vesistöön. Lisäksi on mahdollista, että ojien tukkiminen ei lisääkään suon varastotilavuutta – yksinkertaistettuna suon vedenpinnan ylimmän ja alimman vedenkorkeuden erotusta – vaan ainoastaan nostaa vedenpintaa suolla. Jotta vaikutus virtaamiin voisi olla merkittävä on ennallistettava koko suoalue, ja sinne vesiä tuovan osavaluma-alueen on oltava riittävän suuri verrattuna koko valuma-alueen pinta-alaan. Vastaava ilmiö voi esiintyä myös lampien veden pintaa nostettaessa. Jos halutaan varmistua siitä, että lampi tasaa alapuolisen vesistön virtaamia, lammen purkautumisaukko on suunniteltava tarkasti siten, että patoaminen nostaa enemmän tulvakorkeuksia kuin alivirtaamakauden vedenkorkeuksia. Tämä vaatii tarkkoja mittauksia ja perusteellisia hydrologisia ja hydraulisia laskelmia. Lisäksi on huomioitava, että vesien patoaminen soille ja lampiin lisää haihtumista ja sitä kautta vähentää vesivarastosta myöhemmin vapautuvan veden määrää.

Veden varastoitumisen lisääminen soiden valuma-alueelle olisi varmaankin useissa vesistöissämme oikeansuuntainen toimenpide. Itse asiassa se on ehkä tärkein vesistöjen hoitokeino tulevaisuudessa. Muut tarvittavat toimenpiteet, kuten erilaisten kuormituslähteiden jätevesien käsittely ja varsinaisten vesistöjen kunnostaminen ovat tehokkaasti käynnissä. Kuitenkin valuma-alueen saaneeraus, sen toteuttamistavat ja vaikutusten suuruus sekä siitä aiheutuvat kustannukset tunnetaan puutteellisesti. Näin ollen tarvitaan lisää tarkasti dokumentoituja koehankkeita, jotta voitaisiin selvittää erityisesti metsätalousalueiden (eri ikäiset ja erityyppiset ojitusalueet, avohakkuualueet ja metsänaurausalueet) valumavesien pidättämisen vaikutuksia sekä vesistöön tulevan veden laatuun, että latvavesien virtaamiin. Metsätaloustoimia on tehty ja edelleen tehdään Suomessa niin laajoilla alueilla, että kaikkia näitä alueita ei varmaan koskaan voida ennallistaa. Uusia rakenteita ja niiden mitoitusohjeita kuitenkin tarvitaan

tulevia kunnostushankkeita varten. Lisäksi prosessien hyvä tuntemus voisi auttaa haittojen vähentämisessä uusia metsätaloustoimia suunniteltaessa. Asutusalueilta ja teiltä tulevien valumavesien käsittelyä on kehitelty tiheämmin asutuilla alueilla, mm. Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Ongelmana lienee useissa tapauksissa toimenpiteiden kalteus. Peltojen osalta Suomen oloihin sopivia valumavesien käsittelyrakenteita on kehitetty jo pitkään ja niiden toteuttamiseen on saatavissa rahoitusta maataloustukijärjestelmistä. Suojavyöhykkeitä ja kosteikkoja ei peltojen valumavesiäkään varten ole vielä kovin paljon toteutettu.

4.2 Tulvapenkereet ja uoman rakenne

4.2.1 Pengerrykset

Tulvapengerryksillä rajataan osa vesistön luontaisesta eli ns. toiminnallisesta tulvatasanteesta erilleen jokiuoman yhteydestä, jolloin taustamaaston käyttö on mahdollista myös tulvatilanteessa. Tulvapengerrysten haittana vesistön toiminnan kannalta on, että pengerrysaluetta vastaava säätelykapasiteetti tulvatilanteessa pienenee ja vastaava vesimäärä virtaa kaventuneella tulvatasanteella alajuoksulle, mikä voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa siellä tulvaongelmia. Tulvapengerryksiä pyritään sen vuoksi nykyisin välttämään, mutta pengerrys voi olla kuitenkin tulvasuojelun kannalta parempi vaihtoehto kuin esim. uoman perkaaminen. Peltomaan kuivattamista varten tulvapengerryksiä ei Suomessa enää juurikaan suunnitella, poikkeuksena eräät pitkään vireillä olleet hankkeet, kuten Kokemäenjoki. Keski-Euroopassa ja USA:ssa keskitytään jo ennemminkin entisten pengerrysalueiden palauttamiseen tulva-alueiksi (Rantakokko 2002). Tulvatasanteille sijoittunut asutus on kuitenkin turvallisuussyistä edelleen tarpeellista suojata. Taajamissa vesistön varteen sijoitettavat penkereet ovat helpos-

ti ongelma mm. ranta-alueiden virkistyskäytön ja vesinäköymien kannalta.

Pengeralueiden ennallistuksia kansainvälisesti

Keski-Euroopassa, esim. Reinin alueella, jossa suurtulvien riskejä on alettu vähentää monin tavoin, uoman läheisiä ns. kesätulvapenkereitä on alettu purkaa. Tällöin kesätulvapenkereen ja korkeamman talvi- eli suurtulvapenkereen välisiä peltoalueita on samalla ennallistettu tulvaniityiksi ja -metsiksi, jolloin on saatu lisää tulva-aluekapasiteettia (Zegers ym. 2002). Samalla on voitu ennallistaa jokivarren luontaisia tulvabiotooppeja, jotka ovat erityisen monipuolisia ja muuttuvia tulvan mukanaan tuoman runsaan siemenlajiston ansiosta. Kasvillisuuden kasvu pyrkii vähentämään tulva-alueiden vedenjohtokykyä, minkä vuoksi alueita käytetään eri eläinlajien mm. nautojen ja villihevosten laidunnukseen. Eri eläinlajien on todettu syövän eri kasvilajeja, jolloin kasvillisuuden lisääntymistä voidaan säädellä laidunnuspaineen ohjauksella.

USA:ssa etenkin keski-lännessä vuonna 1993 tapahtuneet suurtulvat aiheuttivat laajoja vaurioita peltoalueiden tulvapengerryksille. Sen seurauksena perustettiin kansallinen ohjelma, jonka avulla maanomistajat saavat korvausta tulvan tuhoamien peltoalueiden palauttamiseksi tulva-alueiksi ja kosteikoiksi (Heimlich ym. 1998).

Penkereen sijoitus

Pengerryksen etuna esim. uoman perkaukseen on, että itse vesialuetta ei välttämättä tarvitse kaivaa. Käytännössä tulvapenkereisiin tarvittava maa-aines kaivetaan yleensä uoman puolelta joko itse uomasta tai uoman yläreunasta kesävedenpinnan yläpuolelta. Mikäli tulvapenger sijoitetaan kauemmas uomasta, materiaalia voidaan ottaa myös tulvatasanteelta. Tällöin penkereen ja uoman välistä aluetta voidaan muotoilla alkuperäistä

Viimeaikaisia tulvasuojeluhankkeita Suomessa

Lijoen tulvasuojelu

Pudasjärven keskusta-alueella koskevassa lijoen tulvasuojeluhankkeessa rakennettiin tulvapenkereitä kuntakeskuksen alueella molemmiin puolin jokea. Suojattavana oli keskusta-alueen lisäksi omakotija rivitaloja. Penkereet pyrittiin sijoittamaan luontevaksi osaksi piha-alueita siten, että niistä olisi mahdollisimman vähän haittaa pihatoiminnoille ja vesinäkyville. Yleisenä pyrkimyksenä oli penkereiden sijoittaminen mahdollisimman lähelle suojattavia rakennuksia, jolloin penkereen ja joen välinen alue jää tulvavyöhykkeeksi. Penkereiden vaikutusta vesimaiseman peittymiseen tutkittiin valokuvauksella ja maastomittauksilla. Penkereiden sijoitus- ja toteutustapaan vaikuttivat myös asukkaiden toivomukset. Tuloksena oli erityyppisiä ratkaisuja, joissa penkereet toteutettiin tiealueen korotuksena, muurikivillä reunustettuna piha-alueen korotuksena tai maaston muotoiluna ja puurakenteista aita muistuttavana rakenteena. Osaan penkereistä jätettiin aukko, johon varaudutaan tuomaan hiekkasäkkejä tulvan uhatessa. Näin vältytään vesimaiseman peittymiseltä normaalitilanteessa.

Osa kuntakeskuksen viheralueilla kulkevista penkereistä toteutettiin kauempaan rannasta kulkevana perinteisenä pengerryksenä, jonka päälle toteutettiin kuntakeskuksen osia yhdistävä kevyen liikenteen reitti. Penkereiden taakse jäävien

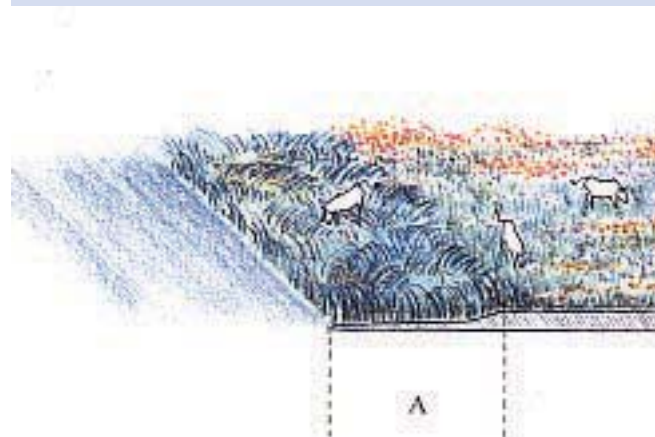
maanpintaa alemmalla tasolla olevaksi tulvatasanteeksi, jolla voi olla merkitystä esim. uutena tulvaniittynä. Tulvanalaiseksi jäävää aluetta voidaan käyttää esim. laidunnukseen tai heinän korjuuseen, taajamissa myös viheralueena.

Tulvapenkereen sijoittamisella kauemmas uomasta on myös se etu, että normaalissa jokilaakson rakenteessa, jossa ranta-alueiden taso nousee jokiuomasta kauemmas mentäessä, uomasta kauas sijoitettu pengeri peittää vesinäkyvää maan puolelta katsottaessa vähemmän kuin lähelle uomaan sijoitettu. Alavalle alueelle lähelle uomaan tarvitaan myös suhteessa korkeampi ja rakenteeltaan massiivisempi pengeri kuin kauemmas sijoitettaessa.

Monien jokien varsilla jokitöyräs on ympäröivää tulvatasannetta korkeammalla, koska joen mukana kulkenut materiaali on laskeutunut uoman lähelle. Tämä on voinut tapahtua vähittäin, kun sedimenttiä on laskeutunut virtauksen hidastuessa ja levittäytyessä tulvan aikana kohti tulvatasannetta tai kun jokisuihto on muotoutunut jo jääkauden jälkeisissä merivaiheissa ja jäänyt sittemmin maan kohotessa kuivilleen. Ympäröivää taustamaastoa korkeampi jokitöyräs voi olla luontevin tulvapenkereen sijoituspaikka, jos taustamaastoa halutaan suojata. Esimerkiksi Kyrönjoen tulvapenger on sijoitettu jokitöyräälle.

4.2.2 Perkaukset

Uoman perkauksella tarkoitetaan uoman poikkileikkauksen kasvattamista tai kasvillisuuden poistoa siten, että uoman vedenjohtokyky paranee. Perkauksella pyritään tulvakorkeuksien alentamiseen ja tulvan keston lyhentämiseen viljelyyn, asutukseen tai muuhun hyötykäyttöön otetuilla tulvivilla alueilla. Perkaaminen on luonnonmukaisen vesirakentamisen näkökulmasta kuitenkin huono vaihtoehto tulvaongelmien ratkaisemiseen vesistöalueen kannalta. Perkaamisen aikaansaama vedenjohtokyvyn lisääntyminen saattaa aiheuttaa vastaavia tulvaongelmia vesistön alajuoksulla. Lisäksi luonnontilaisen uoman mutkitteleva lin-



pienien purovesistöjen vedet pumpataan penkereen yli liijokeen. Purovesistöjä kunnostettiin osaksi kuntakeskuksen viheralueita. Pengerryshankkeella voitiin siten paitsi turvata asutun alueen tulvasuojelu, myös kohentaa monipuolisesti asuin ympäristön viihtyvyyttä ja kuntakeskuksen ilmettä.

Kokemäenjoen tulvasuojelu

Meneillään olevassa Kokemäenjoen tulvasuojelusuunnitelmassa, jossa penkereiden sijoittamista on tutkittu valtakunnallisesti arvokkaalla maisema-alueella, on tulvapenger esitetty sijoitettavaksi paikoitellen yli sadan metrin päähän uomasta. Penkereen ja uoman välillä oleva nykyisin vaikeasti viljeltävä alava peltoalue jäisi tulvaniityksi (Salmi & Jormola 2000). Penkereen sijoittamisen vaikutuksia maisemakuvaan tutkittiin valokuvaamalla ja laatimalla havainnekuvia ja poikkileikkauksia penkereiden sijoittamisesta tiemaisemaan ja asuttuun jokivarren pihaympäristöön. Tällöin voitiin osoittaa, että sijoitettaessa pengeri kauemmas uomasta voidaan vesinäköyksi Kokemäenjoen säilyttää vielä noin kilometrin päähän valtatieltä. Rantaviivalle sijoitettaessa vastaavan tulvasuojauksen mahdollistava, mutta maaston alavuuden takia korkea ja massiivinen pengeri olisi peittänyt vesinäköyksi. Lähellä jokiuomaa olevien rakennusten ja piha-alueiden suojaus voitiin osoittaa olevan helpointa toteuttaa piha-alueiden ko-



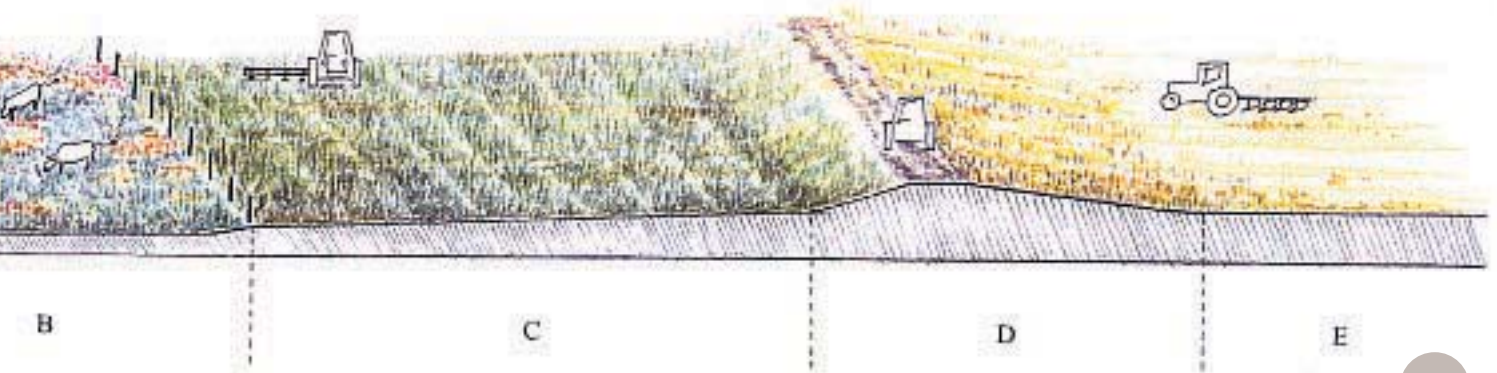
Pudasjärven tulvasuojeluhankkeessa penkereet sijoitettiin mahdollisimman lähelle rakennuksia, jolloin ranta jää tulva-alueeksi.
Jukka Jormola

rotuksena. Näin vältetään jokimaiseman peittyminen paitsi rakennusten sisältä katsottaessa, myös pihamaan oleskelualueilla.

Lisätietoja

Salmi, E. & Jormola, J. 2000. Kokemäenjoen tulvasuojelun ympäristövaikutusten arviointi. Pengerrysvaihtoehdon maisemalliset vaikutukset. Helsinki. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon moniste. 47 s.

Pengeri on suositeltavaa sijoittaa kauas uomasta, jolloin voidaan säilyttää ja parantaa tulva-alueen monimuotoisuutta sekä vähentää penkereen aiheuttamaa vesimaiseman peittymistä.
Elina Salmi & Jukka Jormola



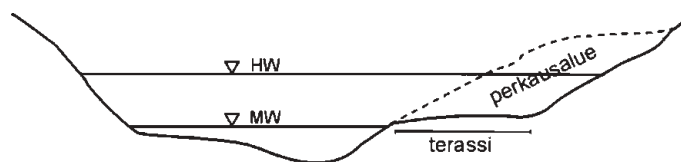
jaus, virtapaikkojen ja suvantojen vuorottelu sekä jyrkkien ja loivien rantojen vaihtelevuus helposti menetetään tai niitä yksipuolistetaan.

Perkaus on kuitenkin useassa tapauksessa maanomistusolojen ja kustannusten takia yksinkertaisin tapa tulvahaittojen poistamiseen. Uoman kaivaminen voi olla perusteltua myös silloin, kun on kyse jo aikaisemmin peratusta uomasta. Tällöin uusintaperkaukseen voidaan liittää myös uoman luonnontilan monipuolistamiseen tähtääviä tavoitteita. Perkausta suunniteltaessa ja toteutettaessa tulisi ottaa huomioon seuraavia näkökohtia (Sampakoski 2002):

- tulisi selvittää, riittääkö vedenjohtokyvyn parantamiseen esim. pyörteisyyttä aiheuttavan ja virtausta estävän rantakasvillisuuden, kuten pensaston poistaminen tai vähentäminen
- luonnonoloiltaan arvokkaiden uomanosien kaivamista vältetään
- uoman mutkia tulisi oikoa mahdollisimman vähän ja kaivaminen tulisi toteuttaa toispuoleisesti säilyttäen esim. rantapuustoltaan tai muulta kasvillisuudeltaan arvokkaampi ranta koskemattomana
- kaivaminen tulisi pyrkiä tekemään pelkästään tulvatasanteena kesäveden yläpuolella, jolloin alivesiuoma voidaan jättää koskemattomaksi
- jos vesirajan alapuolinen kaivu on välttämätöntä, säilytetään pääsääntöisesti kesäaikaisen vedenpinnan leveys
- kaivettavat uomaosuudet tehdään vaihteleviksi, pyrkien mahdollisuuksien mukaan myös aikaisemmin suoristetun uoman mutkittelun palauttamiseen ja vaihteleviin uomakaltevuuksiin
- pyritään kasvillisuuden nopeaan palauttamiseen kaivetuille alueille mm. siirtämällä pintakasvillisuutta paakkuina kaivetulle luiskalle, kylvämällä luiskia sitovaa heinäkasvillisuutta ja istuttamalla rantapuustoa

4.2.3 Tulvatasanteet

Tulvatasanne eli tulvaterassi voidaan kaivaa kesävedenpinnan yläpuolelle (ks. kuva 4.2). Tavoitteena on, että tasanne pysyy kuivana alivesivirtaamien aikana, mutta peittyy veden alle virtaaman ollessa keskivirtaamaa suurempi. Tulvatasanteet ovat luonnon monimuotoisuuden kannalta suositeltavia, sillä ne luovat uusia elinympäristöjä mm. tulva- ja kosteikkokasvillisuudelle. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää liikkumiseen ja muuhun virkistyskäyttöön uoman vedenkorkeuden sen salliessa.



Kuva 4.2

Periaatekuva tulvatasanteesta eli terassista.

Koska tulvatasanne on kesäkuukausia lukuun ottamatta pääosin veden alla, tulisi sen eroosioriskin vähentämiseksi olla kasvillisuuden peittämä. Tulvatilanteissa kasvillisuus kuitenkin lisää tulvatasanteen ja pääuoman välisiä virtausnopeuseroja, minkä vuoksi tulvatasanteiden läheisyydessä esiintyy voimakkaasti pyörteistä virtausta. Pyörteisyyden vähentämiseksi tulvatasanteen kasvillisuuden tulisikin olla matalaa ja taipuisaa.

Erosion minimoimiseksi kasvillisuuden levittäytymistä tulvatasanteelle tulisi kaivun jälkeen edistää. Tulvatasanteet tulisi välittömästi kaivun jälkeen laikuttaa, eli istuttaa alueelle muualta siirrettyjä kasvillisuuspaakkuja, tai kylvää nurmelle, jos kaivu tehdään sulan maan aikana. Talvella rakennettavat kohteet tulee nurmettaa heti seuraavana kesänä.

Luonnonmukaisen vesirakentamisen projektin yhteydessä tulvatasanteita on kokeiltu mm. Tarpianjoen järjestelyssä Pirkanmaalla. Tarpianjokea perattaessa joen luontainen tulvimismahdollisuus

säilytettiin paikkapaikoin tulvatasanteiden avulla. Tulvatasanteet toteutettiin paikkoihin, joissa oli jo luonnostaan matala rantavyöhyke. Useassa kohteessa matalat rantavyöhykkeet sijaitsevat luontaisesti uoman sisäkaarten puolella. Tasanteet kaivettiin hieman keskivedenpinnan yläpuolelle ja niiden leveys on noin 2 - 3 metriä. Tulvatasanteen kaivussa poistettu maa-aines on yleensä hedelmällistä, jolloin se voidaan luontevasti läjittää pelloille.

Tarpianjoella tulvatasanteet toteutettiin samassakin kohteessa hieman eri korkeuksille, jotta saataisiin selvitettyä tulvatasanteen optimaalinen korkeus uoman vedenpinnan korkeuteen verrattuna. Tähän mennessä saatujen kokemusten perusteella tulvatasanne tulisi kaivaa mahdollisimman vähän keskiveden yläpuolelle, jottei tasanne kuivuisi kesällä liikaa. Varsinkin savimailla kuiva tulvatasanne on huono kasvualusta kasveille.

Tulvatasanteiden toteutuksen yhteydessä on huomioitava myös työaikana vallitseva vedenkorkeus. Tulvatasanteet on pyrittävä tekemään kuivatyönä, jolloin työn lopputulos on heti arvioitavissa. Tarpianjoella toteutettiin noin 200 metrin osuus niin, että kaivu tapahtui veden alta. Kohteessa todettiin, että veden alta kaivettaessa veteen joutui kaivun aikana runsaasti kiintoainesta kuivatyöhön verrattuna. Veden alta kaivetusta ta-



*Kuva 4.3
Vasemmalla reunalla Tarpianjoen järjestelyhankkeen yhteydessä rakennettu tulvatasanne.
Jukka Jormola*

santeesta muodostuu vääjäämättä monimuotoinen, mutta kuivatyönä toteutettu kohde on helpompi toteuttaa halutun mukaiseksi.

4.2.4 Tulvauomat

Tulvauomilla tarkoitetaan joen tai puron yhteyteen kaivettavaa, uomaa ympäröivää maastoa alempana sijaitsevaa uomamaista painannetta. Tulvauomat ovat suurimman osan vuodesta kuivana, mutta vesi virtaa niiden kautta tulva-aikoina, jolloin ne lisäävät samalla tulvavesien varastotilavuutta uoman lähialueilla. Erillisiä tulvauomia käytetään lähinnä muulle tulvasuojelulle vaihtoehtoisena tai täydentävänä keinona.

Tulvauomien perustamisen etuna on, että itse uoma voidaan tulvauoman rakentamisen jälkeen jättää joko kokonaan tai osittain kaivamatta. Tulvauomien rakentaminen tulee kysymykseen esimerkiksi tilanteissa, joissa on perusteltua alentaa tulvavedenpinnan korkeutta uomassa asuinrakennusten suojelemiseksi, mutta halutaan kuitenkin välttää kaivamista varsinaisessa uomassa, kasvustoltaan arvokkailla osuuksilla tai rannoilla. Tulvauomien rakentaminen on perusteltua myös silloin jos uoman kaivaminen on ongelmallista esimerkiksi eroosiohaittojen vuoksi. Mutkaisessa uomassa voidaan mutkien sisään jäävien saarekkeiden läpi oikaista erillisillä tulvauomilla, jolloin tulvavesille saadaan lisää tilaa uoman lähituntumaan. Kaivettujen tulvauomien lisäksi tulvauomana voi toimia myös uoman sivulla oleva, luonnostaan matala metsäalueen tai pellon painanne, jolloin alapuolisen alueen tulvasuojelussa voidaan tehokkaammin käyttää hyväksi kosteikkomaisen alueen viipymää.

Kaivetun tulvauoman tulee olla loivaluiskainen ja mieluummin muodoltaan vaihteleva ja maastoon sopeutuva. Luiskien kaltevuus voi vaihdella kaltevuuksissa 1:5 - 1:10. Tulvauoma voidaan mitoittaa keskiylivirtaamaa (MHQ) suuremmille virtaamille. Kuivana aikana tulvauoma voi olla maatalouskoneilla

yliajettava tai se voidaan vahvistaa joiltakin kohdin yliajettavaksi. Tulvauoman alku- ja loppukynnykset on yleensä syytä vahvistaa eroosion estämiseksi.

Tulva-uomat voidaan suunnitella monimuotoiseksi elinympäristöiksi eri kasvi- ja eliölajeille. Niihin voidaan yhdistää kosteikoita ja laskeutusaltaita ja ne voidaan muotoilla maastoon ja maisemaan sopiviksi. Peltoalueilla tulvauoma voidaan tehdä niin loivarantaisena, että sitä on mahdollista niittää ja hyödyntää heinä- ja laidunmaana (Suomen ympäristökeskus 2002).

4.3 Peruskuivatus

Peruskuivatuksella tarkoitetaan maan kuivattamiseksi suoritettavaa purojen vedenjohtokyvyn parantamista, valtaojien perkaamista ja pienehköjä pengerryksiä. Nykyaikainen taloudellinen viljelytekniikka vaatii paikalliskuivatusemenetelmäksi toimivaa salaojitusjärjestelmää, jonka edellytyksenä on tehokas peruskuivatus.

Peruskuivatuksella on Suomessa pitkät perinteet. Miltei kaikki kuivatus- ta tarvitseva peltopinta-ala on kertaalleen peruskuivatettu. Aidosti uusia ojitus-hankkeita ei enää juuri ole, joten uu-

det ojitustoimitushakemukset koskevat jo kertaalleen tai toistamiseen kaivettujen ojien peruskorjauksia. Näissä hankkeissa maanomistusolot ja maankäyttömuodot ovat yleensä muuttuneet niin paljon, että ne käsitellään ojitustoimituksessa lähes samalla tavalla kuin uudisojituksetkin.

Maankuivatukseen liittyneiden isoimpien uomien ja purojen perkaustoinenpiteet ovat muuttaneet ja yksipuolistaneet monien virtavesien luonnontilaa. Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisesti tulisi vesiensuojelun ohella huolehtia myös purojen ekologisen tilan säilymisestä ja parantamisesta, tarvittaessa kunnostus- ja ennallistustoimenpitein. Peruskuivatushankkeissakin tulee nykyisin soveltaa luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteita.

4.3.1 Ojitustoimitus

Ojittamiseen ei vesilain 6 luvun 10 §:n mukaan saa ryhtyä ennen kuin asia on ollut vesilain 19 luvun säännösten mukaisesti ojitustoimituksessa käsiteltävänä, jos

1) kysymys on ojituksesta, johon vesilain 6 luvun 2 §:n mukaan siinä tarkoitetuilta osin tarvitaan ympäristölupaviraston lupa,



Kuva 4.4

Lestijoen valuma-alueella voitiin Mato-ojan mutkittleva eroosioherkkä uoma jättää kaivamatta, kun kaivettiin sivustalle uusi loivaluiskainen tulvauoma (vasemmalla). Samaa periaatetta on noudatettu Kauhajoen Pöntäneenjoella (oikealla).

Heikki Pajula

- 2) ojitukseen sisältyy tulva-alueen poistaminen tai pienentäminen tahi vesilain 6 luvun 1 §:n 2 momentissa tarkoitetun pienehkön järven laskeminen taikka kun ojituksen johdosta vesien virtaamissuunta huomattavasti muuttuu tahi ojitusta varten on tarpeen tehdä suoja-penger tai pumppuasema toisen maalle,
- 3) oja on tehtävä yleisen tien, rautatien tai muun kiskoradan alitse taikka sellaisen tien poikki johtavaa uomaa on suurennettava eikä tienpitäjän taikka rautatien tai muun kiskoradan omistajan suostumusta ole toimenpiteeseen saatu, taikka
- 4) sopimusta yhteisestä ojituksesta ei saada aikaan.

Ojitustoimituksessa käsitellään lisäksi aikaisemmin suoritettussa ojitustoimituksessa vahvistetun suunnitelman muuttamista sekä ojitusyhtiön perustamista ja osakkaiden oikeuksia ja velvollisuuksia ojitusyhtiössä koskevat asiat samoin kuin ympäristönsuojelulautakunnan ojitustoimitukseen osoittamat asiat (VL 6:10).

Ojitustoimitusta on haettava kirjallisesti asianomaiselta alueelliselta ympäristökeskukselta (VL 9:1). Hakemuksen saavuttua alueelliseen ympäristökeskukseen on sen annettava kirjallinen määräys ojitustoimituksen pitämiseen alaiselle insinöörille tai tietyissä tapauksissa muulle sellaiselle asiantuntevalle henkilölle, jolla on oikeus suorittaa ojitustoimituksia (VL 19:1 ja VA 79 §). Vuodesta 1997 lähtien ojitustoimituksen hakija on voinut toimittaa hakemuksen yhteydessä toimituskäsittelyyn oman tai teettämänsä ojitussuunnitelman. Jos hakija ei kuitenkaan toimita suunnitelmaa hakemuksen yhteydessä eikä myöhemminkään alkukokouksessa määrättyssä kohtuullisessa ajassa, on toimitusinsinöörin huolehdittava ojitussuunnitelman laatimisesta (VL 19:1.3).

Ojitustoimituksessa käsitellään ojitussuunnitelmaa, selvitetään ojitamisen perusteet ja kuullaan asianosaisten mie-

lipiteitä suunnitelmasta. Ojitustoimituksessa pidetään yleensä alku- ja loppukokous, jonka jälkeen suunnitelma vahvistetaan toimitusmiesten päätöksellä.

Ojitustoimituksessa käsiteltävälle hankkeelle tarvitaan ympäristölupaviraston lupa, jos se

- muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta, vedenjuoksua tai muuttaa vesiympäristöä siten, että siitä aiheutuu vahinkoa tai haittaa yleiselle tai yksityiselle edulle (ns. muuttamiskielto, VL 1:15),
- haittaa toisten pohjaveden hankintaa (pohjaveden muuttamiskielto, VL 1:18),
- voi aiheuttaa ympäristönsuojelulain 3 §:n 1 momentin 1 kohdassa tarkoitetun pilaantumisen vesialueella (VL 1:19).

Lupa on haettava myös, jos ojitus vaarantaa enintään kymmenen hehtaarin suuruisen fladan tai kluuvijärven taikka muualla kuin Lapin läänissä enintään yhden hehtaarin suuruisen lammen tai järven säilymisen luonnontilaisena (VL 1:15a).

Käytännössä ympäristölupaviraston lupa tarvitaan ojitukseen harvoin. Luvan tarve voi aiheutua, jos puron perkauksesta saattaa aiheutua haittaa kalastukselle (VL 1:15.1). Samoin, jos perattava puro tulkitaan vesistöksi, jolloin hanke on tältä osin vesistön järjestelyä, vaatii asian käsittely ympäristölupaviraston luvan (VL 7:2). Virtaavan veden vesistöä pidetään jokena, jos siinä vuoden vähävetistä aikaa lukuun ottamatta voidaan kulkea soutamalla, mikäli koski tai kari ei ole esteenä. Vesistö, jossa keskivirtaama on vähintään kaksi kuutiometriä sekunnissa, katsotaan kuitenkin aina joeksi. Jokea vähäisempi virtaavan veden vesistö on puro (VL 1:5).

Aina kun ojitukseen tarvitaan joltain osin ympäristölupaviraston lupa, on ojitusasia käsiteltävä VL 19 luvun mukaisesti ojitustoimituksessa (VL 6:10.1).

4.3.2 Luonnonmukaisen vesirakentamisen soveltaminen ojitushankkeissa

Ojitushankkeiden periaatteiden tarkistaminen

Ojitushankkeissa ja vanhoja hankkeita koskevissa kunnossapito- ja peruskorjaushankkeissa lähtökohtana on sopivan kuivatustilan mahdollistaminen viljelykasveja ja metsän kasvua varten. Ojitushankkeiden avulla mahdolliseksi tuleva maankuivatus on katsottu Suomen vesilaissa maanomistajien perusoikeudeksi, koska ruokaomavaraisuutta ja puuntuotantoa on pidetty ensisijaisena. Ojitushankkeet ovat koskeneet varsinaisia vesistöjä pienempiä virtavesimuodostumia, kuten puroja, joilla ei vesialueina ole ollut lain suojaa. Sen seurauksena pieniä uomia on voitu muuttaa varsin voimakkaasti riippumatta niiden mahdollisista eliöstöllisistä arvoista. Myöskään muita vesistövaikutuksia, kuten vaikutuksia alapuolisen vesistön hydrologiaan ja veden laatuun ei ole tarvinnut ottaa ojitushankkeissa juurikaan huomioon.

Uusissa ojitustoimitusohjeissa (Pajula 2003) edellytetään, että ojitushankkeessa sovelletaan luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteita. Siten myös pieniä vesimuodostumia koskevissa hankkeissa edellytetään tarkastelua ja toimenpiteitä, jotka tähän asti ovat koskeneet ainoastaan varsinaisia vesistöjä. Suurempia vesistöitä, kuten tulvasuojeluhankkeita on jatkossa odotettavissa enää varsin vähän. Sen sijaan etenkin vanhojen ojitusten kunnossapito- ja peruskorjaushankkeita tulee alueellisille ympäristökeskuksille n. 20 kpl vuodessa (Pajula 2003). Sen vuoksi onkin tärkeää, että myönnettäessä valtion varoja kunnossapitoon tarkistetaan samalla vanhojen kunnossapitohankkeiden perusteita ja pyritään perkaushankkeiden ympäristöhaittojen vähentämiseen ja vanhojen perkausten osalta mahdollisuuksien mukaan myös virtavesien luonnonarvojen palauttamiseen. Peruskuivatuksen rahoituslain (TukL 974/1997) mukaan harkinnanvaraisiin ympäristönsuojelu- ja hoitotoimenpiteisiin on

mahdollista saada valtion tukea täysimääräisenä.

Ojitushanke voi heikentää alapuolisen vesistön veden laatua ja elinympäristöjä. Erityistä huomiota tulee kiinnittää Natura-ohjelmaan tai muihin vesistöjä koskeviin ohjelmiin kuuluviin vesistöihin ja pyrkiä haittoja estäviin toimenpiteisiin. Alapuolisessa vesistössä voi olla arvokalastoa kuten meritaimenta, joten kalaston ja muun eliöstön olosuhteiden huomioon ottaminen voi tuoda hankkeeseen myös kunnostuksellisia tavoitteita. Ojitushankkeen alkuvaiheessa onkin selvitettävä, millaisia luonnonarvoja alueella on todettu ja millaisia lupia hankkeen eteenpäin vieminen edellyttää.

Kuivatustöiden vaikutuksia valumasuhteisiin

Tietyn jokiosan tulvasuojelutyöt voivat lisätä tulvia alapuolisen uoman varrella, mikä todettiin Kyrönjoen yläjuoksun perkausten yhteydessä jo 1820-luvulla (Turunen 1985). Metsäojituksen on niinkään todettu vaikuttavan alapuoliseen vesistöön ylivalumia lisäävästi (Rantakokko 2002), mutta vaikutus kompensoituu puuston kasvaessa (Seuna 1990).

Uusissa peruskuivatus- ja kunnossapitohankkeissa tulisi pyrkiä välttämään tai kompensoimaan haitallisia vaikutuksia alapuolisen vesistön tulvimiseen ja veden laatuun. Pienialaisten tulva-alueiden poistamista tulisi välttää esim. selvittämällä vaihtoehtoisia käyttömuotoja tulvanalaisille peltoalueille. Mikäli tulvanalaisille alueille ei ole luontevaa käyttöä esim. nurmituotannossa, voidaan selvittää mahdollisuuksia maatalouden ympäristötuen erityistukiin esim. suojavyöhykkeenä, kosteikkona tai vesistöön liittyvänä tulva-alueena. Riittävän laajaksi mitoitettu kosteikko, jossa purkautumistapa mahdollistaa vedenpinnan vaihtelun, toimii ojitusalueen veden laadun parantamisessa ja voi kompensoida myös pienehkön valuma-alueen virtaamavaihteluja (ks. luku 3.2.2). Metsäalueilla lyhytaikaisesta tulvasta ei ole yleensä haittaa puuston kasvulle (Rantakokko 2002), joten metsäojitusta

koskevassa ojitushankkeessa tulviminen voidaan ottaa huomioon uomien ja kuivatusojituksen mitoituksessa ja toteutustavassa. Myös uomien mutkaisuuden lisääminen, pohjakynnykset ja metsäojituksen ojakatkokset estävät jossakin määrin ojitushankkeesta aiheutuvia virtaamalisäyksiä ja edesauttavat uoman veden laadun parantumista (ks. luku 3.1).

Salaojitus lisää alivirtaamia 2 - 3 -kertaiseksi avo-ojitukseen verrattuna (Seuna 1986), joten valtaojissa saattaa riittää vettä myös kuivina aikoina. Valtaojiin ja perattaviin purouomiin tehtävillä pohjakynnyksillä voidaan säädellä uomien alivedenkorkeutta ja uomien läheisten alueiden kuivatussyvyyttä. Peräkkäisillä pohjakynnyksillä on todettu olevan merkitystä myös uomassa tapahtuvaan ravinteiden pidättymiseen. Paikalliskuivatus, esim. salaojitus toimii peltoalueilla, vaikka ojien alaosa olisi valtaojan vedenpinnan alapuolella. Uomien kuivumisen hidastaminen voi olla edullista myös peltojen kasvuolosuhteiden säätelyn kannalta kuivina kausina. Kaikki toimenpiteet, joilla viivytetään veden säilymistä valtaojissa ja purouomissa kuivana aikana, parantavat eliöstön elinolosuhteita ja lisäävät siten kuivatushankkeeseen liittyvien uomien monimuotoisuutta.

Uomien linjaus

Paikalliskuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi ojitushankkeissa on yleensä lisätty uomien vedenjohtokykyä laajentamalla ja syventämällä kuivatusalueelta virtaavaa uomaa. Samalla alkupeleistä puroa on saatettu suoristaa tai kaivaa se kokonaan uuteen paikkaan suoralinjaisena. Suoristamisen syynä on kuivatushankkeissa perinteisesti ollut uoman kaltevuuden ja samalla vedenjohtokyvyn lisääminen, kaivettavan matkan ja kaivumäärän vähentäminen ja lisäksi peltokuvioden kasvattaminen ja selkiinnyttäminen. Tasaisilla mailla, joissa alun perin ei ehkä ole ollut varsinaista uomaa, vaan ainoastaan noroja suo- tai kosteikkoalueella, suorat kuivatuskanavat voi-

vat olla perusteltuja uusina keinollisina vesimuodostumina. Uoman suoristamisen haittoja ovat mm. kaltevuuden ja virtausnopeuden lisääntymisestä johtuva uoman syveneminen ja usein penkkojen jyrkentyminen ja sortuminen. Tästä on ollut monin paikoin seurauksena jatkuvaluonteinen uomaeroosio ja alapuolisen vesistönosan samentuminen ja liettyminen.

Riittävä vedenjohtokyky on mahdollista turvata myös luontaiseen tapaan mutkittelyssä uomassa. Uusissa ojitushankkeissa uomien alkuperäiset, mutkittelyosat tulisi säilyttää. Lisäksi voidaan selvittää, olisiko mahdollista palauttaa linjausta uudelleen mutkittelyksi samaan paikkaan, jossa uoma sijaitti ennen edellistä kaivua tai lisätä muutoin suoristetun uoman mutkittelua. Peltoalueilla entiset uoman osat on voitu täyttää kaivumailloilla ja tasoittaa myöhemmin viljelyn yhteydessä. Vanhaa linjausta voidaan selvittää aikaisemman perkaussuunnitelman, vanhojen karttojen ja maastosta saatavien viitteiden, mm. maaston korkeus- ja kosteussuhteiden perusteella. Metsäojitusten yhteydessä entisiä uoman osia voi olla edelleen näkyvissä. Virtausta voidaan kääntää vanhoihin uoman osiin sulkemalla ja täyttämällä suoristettua uomaa (ks. luvut 3.1.2 ja 5.2.1).

Aikaisemman kuivatushankkeen yhteydessä suoristetussa uomassa on voinut tapahtua myös syöpymistä ja mutkittelukehityksen käyntiin lähtemistä. Myös tällaiset osuudet voi olla syytä säilyttää etenkin, jos uoman varteen on kehittynyt puuvartista, uomaa suojaavaa kasvillisuutta. Sekä alkuperäinen mutkittelylinjaus että suoristetussa uomassa käyntiin lähtenyt mutkittelu ovat osoituksena uoman luontaisista prosesseista kyseisissä maaperäolosuhteissa. Kunnossapitoperkauksen yhteydessä on syytä ennemmin tukea tätä muotoutumista kuin pyrkiä jatkuvaan uoman uudelleen suoristamiseen. Liiallinen syöpyminen ja uoman syveneminen ja niistä aiheutuva alapuolista vesistöä haittaava veden samentuminen ja uoman liettyminen voi kuitenkin olla tarpeen pysäyttää pohjakynnyksillä, luiskien loiventamisella ja

sortumista estävää rantakasvillisuutta lisäämällä. Myös uoman riittävä pidentäminen ja pituuskaltevuuden loiventaminen mutkia lisäämällä voi saada syöpmistä ja kasautumista vähitellen paremmin tasapainoon.

Jossakin tapauksessa myös suhteellisen suoraan uomaan on voinut kehittyä pienimuotoista mutkittelua ja vaihtelevia olosuhteita jopa kalastolle (kuva 4.5). Kussakin hankkeessa on arvioitava alkuperäiset, säilyttämisen arvoiset uomanosat ja myöhemmin tapahtunut perkausosuuden luonnontilan elpyminen ja toisaalta mahdollisuudet uomalinjauksen perusteellisempaan ennallistamiseen ja mutkittelun lisäämiseen tai uoman muuhun pienimuotoisempaan monipuolistamiseen. Alkuperäisen mutkittelevan uomalinjauksen palauttaminen voi olla vaikeaa, jos maanomistusraajat on sovittu edellisen perkaushankkeen yhteydessä suoristetun uoman kohdalle. Tällöin uomaan voidaan tehdä pienimuotoista mutkittelua ja muuta uomarakenteen monipuolistamista.

Uomalinjauksen siirtämisestä ja mutkittelun lisäämisestä, samoin kuin esim. kosteikkojen rakentamisesta aiheutuu pelkästään vedenjohtokyvyn parantamiseen nähden ylimääräisiä kaivukustannuksia. Jos peruskuivatushankkeeseen liittyy uoman ennallistamiseen ja esim. vesiensuojelun tehostamiseen tai eliöstön kuten kalaston elinolosuhteiden parantamiseen tähtääviä tavoitteita, ympäristönsuojelun ja -hoidon edistämiseen tarkoitettujen varojen hakeminen hankkeisiin on perusteltua.

Kaivettavien uomien poikkileikkaus ja kasvillisuus

Perinteisesti ojitushankkeissa on pyritty uomien suoristamisen ohella mahdollisimman jyrkkiin uomakaltevuuksiin mm. peltomaan tehokkaan hyötykäytön takia. Toisaalta uomien pohjaleveys on usein kaivettu alkuperäistä luonnonuomaa suuremmaksi vedenjohtokyvyn turvaamisen takia. Seurauksena on usein uomien mataloituminen alivirtaamakautena, mikä rajoittaa eliöstön mm. kalas-

ton elinolosuhteita. Kun ojitushankkeen ja peruskunnostuksen tavoitteeksi otetaan kuivatustilan parantamisen ohella monimuotoisten olosuhteiden aikaansaaminen eliöstölle, tulisi uomia ja ranta-alueita varten varata ainakin jonkin verran enemmän tilaa kuin suora, jyrkkäluisainen uoma edellyttää. Tämä voi olla hyödyllistä myös uoman kunnossapidotarpeen vähentämisen kannalta. Tavoitteena olisikin, että uomista saadaan ekologisilta olosuhteiltaan monipuolisia ja samalla kunnossapidon kannalta vähän hoitoa vaativia.

Yleisperiaatteena on luiskien loiventaminen syöpyvässä maaperässä, etenkin hiekka- ja siltti- (hieta- ja hiesu-) alueilla. Suositeltavaa on kaivaa uomalle ns. kaksoisprofiili, mikä tarkoittaa, että uomalle kaivetaan kapea alivirtaama-uoma ja lisäksi tulvatasanne tulvavirtaamia varten. Kapea alivirtaama-uoma turvaa vesisyvyyden säilymisen eliöstölle uomassa vähäisen virtaaman aikaan. Kiinteässä savimaassa, samoin kuin metsäojituksen yhteydessä moreeni- ja turvemaidilla alivirtaama-uoman reunat voivat olla jyrkkiä, jopa pystysuoria. Tulvatasanteen tulee mahdollistaa uoman riittävä vetokyky ylivirtaamakausina. Alivirtaama-uoma voi mutkitella tulvatasanteen puitteissa siten, että se siirtyy mutkissa ulkokaarteeseen puolelle. Kun mutkittelevassa uomassa on jonkin verran viettoa, tulvatasanteelle voi kasautua ylivirtaamatilanteessa uoman pohjalla kulkeutuvaa ainesta.

Koska tulvatasanteelle kehittyvä luontaisesti virtausta hidastavaa kasvillisuutta, kasvillisuuden osuus tulee ottaa huomioon poikkileikkauksen mitoituksessa (ks. luku 9.3.1). Tulvatasanteelle voidaan pienissä uomissa suositella vain vesi- ja tulvaniittykasvillisuutta. Tasaisilla ja voimakkaasti pajua kasvavilla seuduilla uoman pohjan ja vesialueen kaivaminen ja ylläpitäminen leveänä voi olla välttämätöntä. Alivirtaamatilanteen kannalta ylileveissä, seisovavetisissä uomissa voidaan uomaan antaa kasvaa esim. vesikasvillisuutta, joka pienentää luontaisesti vesipinta-alaa kesän kuluessa. Ylemmällä rantavyöhykkeellä uoman ja pellon taitteessa kasvava, uomaa var-

jostava rantapuusto ja korkea pensasto suojaa uomaa syöpymiseltä ja vähentää varjostuksellaan liiallista ruohovartisen kasvillisuuden kasvua uomassa ja tulvasanteella. Varjostava puusto vähentää myös veden lämpenemistä ja antaa suojaa ja ravintoa uomaeliöstölle, kuten mahdolliselle kalastolle. Tavoitteena tulisivat olla puusto- ja pensasvyöhykkeiden aikaansaaminen purouomien ja myös valtaojien varsille ojitushankkeen jälkeen. Tervaleppä on istutettavaksi suositeltava rantapuu. Kunnossapidon yhteydessä voidaan tarvittaessa poistaa uoman vesialueelle kasvavaa pensastoa juurineen kaivamalla. Mahdollisesti myöhemmin tarvittavat uomien kunnossapitoperkaukset tulisi tehdä esim. vain toiselta puolelta uomaa puustoa ja uoman monimuotoisuutta säilyttäen ja lisäten.



Kuva 4.5

Vanhan perkaushankkeen jälkeen uomassa on lähtenyt käyntiin pieni-muotoista mutkittelua ja rannoille on kasvanut puustoa.

Vesistöissä esiintyy mm. purotaimenta.

Jukka Jormola

Kalasto ja ojitushankkeeseen liittyvät kunnostustavoitteet

Kalaston ja rapujen elinolosuhteiden huomioon ottaminen ja parantaminen voi olla oheistavoitteena ojitushankkeen yhteydessä. Koska ojitushanketta koskevaa vesistöä on saatettu muuttaa jo aikaisemmin, ei tiedossa välttämättä ole, millaista eliöstöä alkuperäisessä, luonnontilaisessa uomassa on esiintynyt. Varsinkin laajalti raivattujen peltoalueiden yhteydessä uomat ovat saattaneet muuttua voimakkaasti myös veden laadun osalta. Myös metsäojitusten yhteydessä uomiin on yleensä kohdistunut suuria muutoksia, mutta esim. purotaimentantoja on saattanut selviytyä vesistöissä. Peltoalueillakin on todettu tapauksia, että aikaisemman kuivatushankkeen jälkeen valtaojaksi tulkitussa uomassa esiintyy itsestään tapahtuneen luonnontilan elpymisen jälkeen purotaimenta (kuva 4.5). Mahdollinen perimätieto kalaston ja esim. rapujen esiintymisestä voi antaa viitteitä uoman muinaisesta luonteesta. Uoman veden laadusta, esim. kuivana aikana puhtaiden lähdevesien osuudesta uoman virtaamasta voi päätellä eliöstön elinmahdollisuuksia. Nimenomaan lähteellisyys voi tehdä myös pieneltä valuma-alueelta virtaavasta ja kool-

taan pienestä uomasta eliöstöllisesti merkittävän, mikäli uomarakenne muutoin on sopiva.

Vesiensuojelutoimenpiteet ojitushankkeessa ja kaivutyön viimeistely

Kaivutyöt on syytä pyrkiä ajoittamaan vähäsateiseen aikaan mm. alapuoliselle vesistölle aiheutuvien samennushaittojen välttämiseksi. Luiskien nurmettaminen heti kaivun jälkeen on suositeltavaa esim. laidunnurmiseoksilla. Ojitushanke ja siihen liittyvä paikalliskuivatus voi aiheuttaa happamoitumisongelmia alunomailla. Kalkkisuodinojituksella ja kosteikkojen rakentamisella voidaan vähentää happamoitumisvaikutusta. Vaikka maatalouden vesiensuojelutoimenpiteet eivät suoranaisesti liity ojitustoimitukseen, voidaan ojitusalueella tehostaa normaaleja viljelykäytäntöihin liittyviä vesiensuojelutoimenpiteitä esim. ojitusyhtiön yhteisellä päätöksellä tai suosituksella. Myös itse ojitushankkeeseen voidaan sisällyttää esim. laskeutusaltaiden ja kosteikkojen rakentamista. Metsäta-

louteen liittyvien ojitusalueiden valuma-aluekunnostuksissa, mm. perattujen purojen luonnontilan kunnostustoimenpiteiden on todettu parantavan myös uomien veden laatua, kun uoman oma puhdistuskyky paranee.

Kirjallisuus

- Heimlich, R., Wiebe, K., Claassen, R., Gadsby, D. & House, R. 1998. Wetlands and Agriculture: Private Interests and Public Benefits. U.S. Dep. of Agriculture. Economic Report 765. ref. Rantakokko 2002.
- Helmiö, T. 2003. Tulvien torjuntaa luonnon omilla menetelmillä. *Vesitalous* 2003 (2): 24 - 27.
- Jormola, J. & Pajula, H. (toim.).1999. Luonnonmukainen vesirakentaminen Saksassa ja Tanskassa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 137. Helsinki. 56 s. ISBN 952-11-0389-2
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Esite. 11 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2003. Suurtulvatyöryhmän loppuraportti – ehdotukset toimenpiteiksi suurista tulvista aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2003:6. 126 s. ISBN 952-453-104-6. ISSN 0781-6723.
- Pajula, H. (toim.). 2003. Ojitusohjelmien opas. Helsinki, Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 4/2003. 79 s. ISBN 952-453-126-7. ISSN 1238-2531.
- Rantakokko, K. (toim.). 2002. Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella. Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 563.88 s. ISBN 952-11-1170-4 (nid.). 952-11-1171-2 (pdf). Elektroninen versio: www.ymparisto.fi
- Sampakoski, L. 2002. Luonnonmukainen vesirakentaminen ja sen soveltaminen Tarpianjoen järjestelyssä. Hämeen ammattikorkeakoulu. (insinööriyö)
- Suomen ympäristökeskus 2002. Erilliset tulvauomat. www.ymparisto.fi [WWW, viitattu 5.4.2003]
- Turunen, H.1985. Lakeuden joet, Etelä-Pohjanmaan vesienkäytön historia. Etelä-Pohjanmaan maakuntaliitto, Kurikka. 288 s. ISBN 951-99703-9-8.
- Seuna, P. 1986. Ihmisen toiminnan vaikutus hydrologiseen kiertoon. Teoksessa: Mustonen S. (toim.). Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry. Helsinki. 503 s. ISBN 951-95555-1-X.
- Seuna, P. 1990. Metsätalouden toimenpiteet hydrologisina vaikuttajina. *Vesitalous* 1990 (2):38-40. ref. Rantakokko 2002.
- Zegers, E., Marteijn, E., Geilen, N. & Kruijshoop, J. 2002. Flood protection with ecological restoration along the Dutch rivers: a realistic option. www.iksr.org/zegers%20L%20d.htm [WWW viitattu 17.3.2003] ref. Rantakokko 2002.

Uomien luonnontilan parantaminen

Lasse Järvenpää

Vesiemme tilan seuranta on perustunut lähinnä vedenlaadun seurantaan. Virtaveden ekologia ei ole kuitenkaan riippuvainen pelkästään hyvästä vedenlaadusta, vaan se on pitkälti sidoksissa fyysiseen ympäristöön - habitaatteihin. Vaikka fyysisen tilan muutoksista ei saataisi systemaattista seurantatietoa, voivat monet asiat viestiä virtavesissä tapahtuneista muutoksista. Selkeästi havaittu biologinen muutos on esimerkiksi virtavesiä lisääntymisalueinaaan käyttävien kalalajien kantojen heikkeneminen. Tähän kehitykseen on hyvin pitkälti vaikuttanut vesistöjen fyysisen tilan muuttuminen. Vesistöt ovat usein pirstoutuneet patojen rakentamisen johdosta, jolloin kalojen vaellusmahdollisuus kasvu- ja lisääntymisalueiden välillä on estynyt. Poikasalueina toimivia puroja on perattu ja kuttalustana toimineet sorapohjat on perkausten yhteydessä poistettu tai ne ovat liettyneet muutostöistä aiheutuneen kiintoaineskuormituksen takia. Orgaaninen aines ei pidäty rakennetussa uomassa enää entiseen tapaan ja joen eliömaailma yksipuolistuu. Vesistöiden seurauksena koko virtaveden ekologinen toiminta muuttuu usein ravintoverkkoa myöten.

Luonnonuomat ovat syntyneet morfologisten muutosprosessien kautta eli ne ovat veden virtauksen synnyttämiä ja ylläpitämiä. Virtavedet ovat luonteeltaan dynaamisia, joten niissä tapahtuu jatkuvasti muutoksia. Eroosio sekä aineksen kulkeutuminen ja kasautuminen muovaavat uoman rakennetta. Prosessit

ovat riippuvaisia vallitsevista ympäristöolosuhteista kuten topografiasta, maaperästä, kasvillisuudesta ja alueen hydrologiasta.

Fyysisen ympäristön muutokset ovat osa virtaveden luontaista toimintaa, johon eliöt ovat sopeutuneet ja josta ne voivat olla jopa riippuvaisia. Muokkaus vaikuttaa virtavesien toimintaan ja sen aiheuttamat muutokset voivat joko kiihdyttää tai hidastaa uoman morfologian kehitystä. Kumpaakin vaihtoehtoa voidaan pitää haitallisena muutoksena virtaveden ekologisen toiminnan kannalta. Muutostyön vuoksi kiihtyneet morfologiset prosessit nähdään usein haitallisina, joskin niitä voidaan pitää myös uoma luontaisesti korjaavina prosesseina eli elpymisenä.

Kunnostuksen suunnittelussa on oleellista huomioida kunnostettavan osuuden luonne ja sillä tapahtuvat luontaiset morfologiset prosessit. Uomia voidaan luokitella morfologisen muutosnopeuden mukaan aktiivisiin ja passiivisiin. Passiivisten uomien voidaan katsoa pysyvän ihmisen aikajänteellä muuttumattomina kun taas aktiivisen uoman poikkileikkaus ja linjaus muuttavat jatkuvasti muotoaan.

Myös kunnostustoimenpiteet voidaan luonteensa perusteella jaotella aktiivisiksi tai passiivisiksi. Aktiivisella kunnostuksella pyritään saattamaan uoma lähelle lopullista tavoitetta ihmisen toimin. Passiivisessa kunnostuksessa tukeudutaan pitkälti luonnon omiin prosesseihin. Toimenpiteillä annetaan al-

kusysäys ja luodaan olosuhteet uoman muotoutumisprosessien toiminnalle. Tämän jälkeen veden virtaus voi eroosion, sedimentin kulkeutumisen ja kasaantumisen kautta muovata uomaa luonnonmukaisemmaksi. Luontaisten prosessien tukemista voidaan kutsua myös elvyttämiseksi. Passiivisessa kunnostuksessa tulee tunnistaa kunnostettavalle uomalle tyypilliset dynaamiset prosessit ja tukea niitä.

Kunnostustoimenpiteiden jako aktiiviseen ja passiiviseen ei ole puhtaasti kaksijakoinen, vaan ennemminkin liukuva asteikko aktiivisesta kunnostamisesta passiiviseen kunnostamiseen. Luonnontilan kannalta kunnostuksen eri asteita voidaan kutsua esimerkiksi luontaiseksi elpymiseksi, elvyttämiseksi ja ennallistamiseksi.

Aktiivinen kunnostaminen soveltuu parhaiten passiivisille, esimerkiksi moreeni- ja savimailla virtaaville uomille, joiden palautumiskyky on huono. Esimerkiksi uittoperatun kosken kivien asettuminen virran ja jäiden voimasta luontaiseen järjestykseen olisi joko käytännössä mahdotonta tai veisi ihmisen aikajänteellä mitattuna liian kauan.

Passiivinen kunnostus soveltuu hyvin aktiivisille uomille, joille voimakkaat ja jatkuvat morfologiset muutokset ovat tyypillisiä. Aktiivisissa uomissa ihmisen rakentamat habitaatit tuhoutuvat helposti uoman omien prosessien myötä. Esimerkiksi kaivetut syvänteet täyttyvät helposti aktiivisille uomille tyypillisestä pohjakulkeumasta.

Kunnostuksen suunnittelun kannalta on merkittävää tavoitellaanko kunnostustoimenpiteillä tiukasti aikoinaan vallinnutta olotilaa, vai riittääkö tavoitteeksi vain uoman luonnonmukaisempi toiminta. Osaa ihmisen aiheuttamista muutoksista on mahdotonta palauttaa ilman järeitä toimenpiteitä. Esimerkiksi perattu uoma voi olla niin syvä ja suuri, ettei vähäisin elvyttävien toimenpiteiden voida saavuttaa uoman tulvimista. Tulvimisen palauttaminen edellyttäisi uuden, pienemmän uoman kaivamista ja vanhan uoman täyttämistä. Tämä merkitsisi täydellistä kertamuutosta jokisysteemissä, jonka jälkeen eliöstö ja kasvil-

lisuus aloittaisivat jälleen uuden sopeutumisen muuttuneisiin olosuhteisiin. Toisaalta tilanne voi olla sellainen, ettei aiemmin vallinnutta luonnontilaa ole tarpeellista tai edes mahdollista saavuttaa. Tällöin on mahdollista kehittää olemassa olevaa uomaa luonnollisempaan suuntaan. Uomaa voidaan monipuolistaa erilaisten toimenpiteiden avulla ja sen morfologista elpymistä voidaan tukea.

5.1 Vanhan uoman ennallistaminen

Maatalousalueilla pienten uomien linjauksia on usein jouduttu muuttamaan. Uomia on suoristettu veden virtauksen parantamiseksi ja niiden sijaintia on saatettu muuttaa helpommin viljeltävien lohkojen aikaansaamiseksi. Alkuperäinen uoma on usein jäänyt pellon keskelle ja se on täytetty. Joissain tapauksissa viljely on ajan myötä päättynyt ja alueiden kuivatus on käynyt tarpeettomaksi, jolloin uoma on mahdollista ja järkevää ennallistaa.

Ennallistettaessa aikoinaan täytettyä uomaa täytyy vanha uoma kaivaa uudelleen auki. Usein alkuperäinen uoma on kadonnut kokonaan maastosta. Tämä vaikeuttaa kunnostuksen suunnittelua verrattuna kunnostuskohteisiin, joissa vanhan uoman löytää koskemattomana maastossa. Ennallistusta varten tulee selvittää minkälainen virtavesi on aikoinaan ollut. Ennallistamisen suunnittelu vastaa hyvin pitkälle tavoitekuvatarkastelun visionaarisen tavoitekuvan muodostamista (ks. luku 2.2.1). Vaikka tavoitekuviin perustuva kunnostuksen kokonaisvaltainen suunnittelu edellyttää jokisysteemin laajempaa tarkastelua ja huomioimista, voi uoman esiin kaivamista tarkastella uomamorfologisena osatavoitteena.

Ennallistuksen kannalta on oleellista löytää ne ominaisuudet ja mittasuhteet, joiden perusteella uoman kaivu voidaan toteuttaa. Ominaisuuksien tulee olla uomatyypille luontaisia. Erityisesti on syytä kiinnittää huomiota virtaveden toiminnan kannalta oleellisiin tekijöihin.

Kaikkia yksityiskohtia jäljittelevän ennallistuksen sijasta on järkevämpää keskittyä avainmuuttujiin sillä oletuksella, että veden virtaus viimeistelee aikanaan uoman lopulliset piirteet.

5.1.1 Uoman linjaus

Yksi keskeisiä selvitettäviä asioita ennallistamisessa on uoman linjaus. Uoman linjaus on vuosien saatossa saattanut muuttua moneen kertaan ihmisen toimesta ja sitä ennen uoman luontaisten muutosten johdosta. Ennen ihmisen suorittamia toimenpiteitä vallinneen linjauksen etsimiseen voidaan käyttää vanhoja asiakirjoja kuten perkaussuunnitelmia, karttoja, ilmavalokuvia sekä muisti- ja maastohavainnot. Jos uoman alkuperäistä linjausta ei pystytä kaikesta huolimatta selvittämään, voidaan linjausta kuvaavia muuttujia selvittää uomalle valituilta vertailualueilta.

Toinen kunnostuksessa keskeinen muuttuja on uoman mutkaisuus. Sitä voidaan kuvata esimerkiksi vertaamalla uoman pituutta suhteessa laakson pituuteen. Suhde ilmaistaan lukuarvona ja siitä käytetään yleensä symbolia *s*. Muita mutkaisuutta kuvaavia muuttujia ovat mm. symmetrisyys, kaarteiden luonne, kaarresäde ja meanderilenkkien pituus. Näiden muuttujien ja kunnostusalueella vallitsevien olosuhteiden mukaan uoma tulee sijoittaa maastoon.

Jos uomalle ei löydy historiallista sijaintia eikä vertailualueeksi sopivaa uomaa, voidaan uoman kululle tyypillistä mallia etsiä morfologisten tyyppiteltyjen perusteella. Morfologiset tyyppiteltyt perustuvat yleensä keskeisesti maaperään ja kaltevuuteen, joskaan suoraan Suomen luonnonolosuhteisiin tehtyjä uomien morfologisia luokituksia ei ole saatavilla. Olisikin toivottavaa että luonnontilaisia uomia dokumentoitaisiin tuleville kunnostuksille esikuviksi. Myös pitkään virtavesien ja uomien kanssa työskennelleet henkilöt saattavat omata asiantuntemuksen, jota kannattaa hyödyntää.

Nuuskion Myllypuron kunnostusten yhteydessä uoman linjaus määritet-

tiin vanhojen ilmakuviin perusteella. Vaikka puro oli jo ilmakuviin ottovaiheessa siirretty kulkemaan uuteen suoraan linjaukseen, oli kuvista havaittavissa vanhan uoman paikka tummina juonteina pellossa. Ilmakuviin havaittua linjausta tukivat myös maastossa tehdyt havainnot. Myös mutkaisuuden lukuarvo 2 vastasi muualta purolaaksosta tehtyjä havainnot.

5.1.2 Poikkileikkaus

Uoman poikkileikkausta on usein perkausten yhteydessä kasvatettu vedenjohtokyvyn parantamiseksi. Kaivun yhteydessä uoman luiskat on myös usein muotoiltu uudelleen. Uoman luontaisten poikkileikkauksen koon määrittämiseen voidaan käyttää luonnontilaisista vertailualueista, jossa virtaama ja maasto-olosuhteet ovat vastaavat kuin kunnostettavalla uomalla. Uoman poikkileikkauksen kokoa voi myös arvioida vanhojen kuiville jääneiden uomien tai uomanosien perusteella. Tällöin tulee arvioida erikseen ne muutokset, jotka ovat tapahtuneet uomassa sen kuiville jäämisen jälkeen. Muutoksia on saattanut tapahtua esimerkiksi uomaan kertyneen karikkeen ja kasvillisuuden määrissä sekä uoman penkköjen muodossa.

Usein ainakin uudemmissa ja merkittävimmistä perkaushankkeista löytyy suunnitteluasiakirjoja. Perattavat uomat on yleensä kartoitettu ennen perkausta. Tällöin myös vanhat perkausasiakirjat voivat toimia käänteisesti kunnostussuunnittelun tukena. Uomasta otetut vanhat valokuvat kertovat myös paljon uoman perkausta edeltäneistä mittasuhteista.

5.1.3 Luiskien muotoilu

Perinteisessä vesirakentamisessa uoman luiskat kaivetaan tasakalteviksi, esim. 1:2, ja luiskan kaltevuus määräytyy maaperän mukaan. Luonnonuomissa ranta ei ole tasakalteva luiska, vaan siinä esiintyy vaihtelua. Uoman törmä on muotoutunut maaperän, virtaamien ja kasvilli-

suuden mukaan. Törmän muodossa tapahtuu vaihtelua myös uoman eri kohtien välillä. Paksuturpeisessa suossa pieni uoma on saattanut muotoutua varsin syväksi ja penkat jyrkiksi, jopa koveriksi niin, että rannat ovat kuroutuneet yhteen ja vesi virtaa paikoin maan sisässä. Aktiivisissa uomissa, joille on tyypillistä runsas pohjakulkeuma, rannat voivat olla vuoroin sisäkaarteeseen kasautunutta särkkää tai ulkokaarten erodoituvaa pystysuoraa törmää. Uomalle tyypillisen rantamuodon selvittäminen onnistuu parhaiten luonnontilaisia osuuksia tutkimalla. Rannan muotojen jäljittelemine voi olla tärkeää, jos uoman omat muotoutumisprosessit ovat hitaita. Keski-Euroopassa luonnollisen rannan palauttamiseksi on aktiivisissa uomissa riittänyt pelkkä eroosiosuojien poistaminen.

Nuoksion Myllypurolla tehdyissä kunnostuksissa on havaittu, että savimaaperässä uoman luontainen muotoutuminen on hidasta. Uusimmassa kunnostuksessa savimaalle tyypillistä uoman muotoutumista on pyritty edesauttamaan kaivamalla uoman rannat pystysuoriksi ja säästämällä kasvillisuus uoman penkalla. Aikaisemmin pystysuoraksi kaivettua penkan muotoa on kokeiltu Myllypuron sivuhaarassa, Antiaanpurossa. Lopputulos muistuttaa muita kunnostuksia paremmin luonnontilaista osuutta, eikä haitallisen voimakasta syöpymistä ole havaittu.

5.1.4 Syvyys- ja leveysvaihtelu

Uoman syvyysvaihtelun on havaittu lisäävän kalaston monimuotoisuutta sekä laajentavan kalojen kokojakaumaa. (Jungwirth 1995). Syvyysvaihtelu on osa virtaveden habitaattirakennetta. Syvemmät kohdat ovat tärkeitä alueita erityisesti kalaston kannalta. Pienissä uomissa ne takaavat vesitilan säilymisen ajanjaksoina, jolloin virtaamat ovat vähäisiä.

Uomat ovat veden virtauksen synnyttämiä. Uomaan muodostuu syvempiä kohtia virtauksen kohdistuessa ulkokaarteeseen, tai puiden ja kivien aiheuttamien pyörteiden johdosta. Kunnostuk-

sessä luontaisen kaltaisen syvyysvaihtelun aikaansaamiseksi kannattaa hyödyntää uoman luontaisia prosesseja. Muusta uoman toiminnasta irrallisina kaivetut kuopat täyttyvät helposti jos uomassa liikkuu kiintoainesta. Kaarteiden muotolussa on syytä kiinnittää huomiota kaarteiden ominaisuuksiin, jotka vaikuttavat suurelta osin siihen, kuinka syvä uomasta muodostuu. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että kaarteessa oleva syväne on sitä syvempi, mitä pienempi mutkan kaarresäde on. (Hosia 1983, Thorne 1997)

5.1.5 Pohja-aineksen laatu

Uomissa pohjan laatu saattaa poiketa ympäröivästä maaperästä. Virtaus on kuljettanut mukanaan materiaalia ylävirrasta tai lajitellut maaperästä karkeamman materiaalin uoman pohjalle ja kuljettanut hienomman materiaalin mukanaan. Monimuotoisessa luonnonuomas- sa pohjamateriaali on lajittunut epätasaisesti muodostaen monipuolisen habitaattiympäristön. Esimerkiksi lohi ja taimen käyttävät kutualustanaan lajittunutta soraa. Jos uoma kaivetaan neitseelliseen maahan, ei uoman pohja vastaa olosuhteiltaan virtauksen muodostamaa pohjaa. Kunnostuksen yhteydessä valmiiksi lajittunutta materiaalia ei välttämättä löydy uoman lähiympäristöstä. Tällöin on perusteltua tuoda valmiiksi lajittunutta materiaalia kauempaakin. Materiaalin sopivaan karkeuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Jos materiaali on liian hienoa, se saattaa johtaa haitallisiin vaikutuksiin alavirran puolella.

Nuoksion Myllypuron luonnontilaisella osuudella uoman pohja on hiekkainen, vaikka puron ympäristön maaperä on pääosin savea. Kunnostusosuudella uoma saatiin ainakin osittain osumaan vanhan täytetyn uoman paikalle. Uomaa kaivettaessa löytyi savikerrosten välistä, noin metrin syvyydestä hiekkainen kerros. Uusi uoma kaivettiin tähän syvyyteen ja hiekkaa pyrittiin jättämään uuden uoman pohjalle. Hiekka toimi myös merkkinä siitä, kuinka syvä alkuperäinen uoma oli ollut.

5.1.6 Puuaineksen määrä

Ulkomailla kookkaan puuaineksen vaikutuksia virtaavissa vesissä on tutkittu viimeaikoina melko paljon. Kookkaalla puuaineksella tarkoitetaan yleensä yli metrin pituisia ja halkaisijaltaan yli kymmensenttisiä kuolleita puunrunkoja ja juurakoita. Puuaineksella on merkittävä vaikutus pienen uoman muotoutumiseen ja virtaveden ekologiseen toimintaan. Luontainen puuaineksen määrä ja sijoittuminen uomassa selviää parhaiten tutkimalla vastaavan tyyppisiä luonnontilaisia uomia. Eurooppalaisessa tutkimuksessa puuainesta löytyi keskimäärin 125 kpl ja 14,4 m³ uomakilometrillä (Hering 2000). Yhdysvaltalaisien tutkimusten perusteella puun määrä puroissa voi nousta useisiin satoihin kappaleisiin uomakilometrillä (Gurnell 2002).

Myllypurolla puuaineksen määrä laskettiin luonnontilaiselta osuudelta. Puoliuokealla niityllä virtaavassa purossa kookasta puuainesta löytyi 150 kpl uomakilometrillä. Metsäisellä osuudella määrä olisi ollut luultavasti suurempi.

5.1.7 Kunnostuksen sovittaminen muuhun uomaan

Kun esiin kaivettava uomaosuus liitetään osaksi nykyistä uomaa, on todennäköistä, etteivät uomaosuuksien vedenpinnankorkeudet vastaa toisiaan. Tämä vedenpintojen korkeusero on otettava huomioon myös suunnittelussa. Ihanteellisinta olisi, jos uoma ennallistettaisiin koko muutososuudelta. Tällöin kunnostettu uoma liitettäisiin suoraan luonnonuomaan. Aina tämä ei ole kuitenkaan mahdollista. Jos liitoskohdan voi valita, on se helpointa suorittaa koskiosuuksilla, joissa on riittävästi pudotuskorkeutta lyhyellä matkalla, sillä loivilla uomaosuuksilla pienikin vedenpinnan nosto vaikuttaa pitkälle ylävirtaan. Jos uoma joudutaan ennallistuksen alaosaan liittämään syvempään uomaan, tulee korkeusero huomioida, sillä korkeuseron

sijoittuminen lyhyelle matkalle, aiheuttaa virtauksen kiihtymistä.

Hienorakeisilla maaperillä nopea virtaus syövyttää helposti uoman pohjaa. Nuuksion Myllypurolla rakennettiin yli metrin korkeuseron vaikutusten vähentämiseksi kivistä tekokoski uomien liitoskohtaan.

5.2 Peratun uoman monipuolistaminen

Perkauksilla on perinteisesti pyritty parantamaan veden virtausta uomassa sekä helpottamaan liikkumista ja uittoa vesistöissä. Perattu uoma on suunniteltu siten, että siinä syntyy vähän virtaushäviöitä. Perkaus on yleensä toteutettu vakiopoikkaleikkauksella. Uoman pohja on kaivettu tasausviivan mukaan tasakaltevaksi. Tällöin peratussa uomassa ei ole juurikaan syvyys- tai leveysvaihtelua eikä myöskään karkeus- tai kaltevuusvaihtelua, jotka aiheuttaisivat puolestaan erilaisia virtausnopeuksia. Perattu uoma on monotoninen eikä uomasta löydy eliöstölle elintilaa ja suojaa kuten vaihtelevissa olosuhteissa.

Uoman ennallistaminen ei aina ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista. Uoman perkauksella saavutetut hyödyt ovat monin paikoin yhä tarpeellisia. Kuivatettuja peltoja viljellään edelleen tai entisiä tulva-aluetta on otettu rakennusmaaksi. Tällaisten reunaehto-olemassaolo tekee uoman laajamittaisemman ennallistamisen usein mahdottomaksi. Toisaalta perkauksesta on saattanut kulu runsaasti aikaa ja uoma on saattanut alkaa elpyä itsestään. Uoman myönteistä kehitystä voi tällöin olla järkevää edesauttaa pienin toimenpitein.

Uoman fyysisen tilan parantamiseksi uomaan tulisi rakentaa elementtejä, jotka monipuolistaisivat virtausta ja lisäisivät habitaattien vaihtelua. Habitaattien rakentaminen valmiiksi ei esimerkiksi kalataloudellisten kunnostusten yhteydessä ole tuonut aina toivottua tulosta. Uomaan kaivetut syvänteet ovat täyttyneet pohjakulkeumasta tai raken-

Nuuksion Myllypuron ennallistaminen

Nuuksion järviylängöllä Espoossa sijaitsevaa Myllypuron on ennallistettu puroluonnon palauttamiseksi Nuuksion kansallispuiston alueelle. Pääuomaa ja siihen laskevia sivupuroja on kunnostettu usean ennallistamis-hankkeen yhteydessä vuosina 1997-2002. Kunnostuksilla on pyritty palauttamaan entisen maatalousalueen halki virtaava, aikoinaan perattu ja suoristettu puro jälleen mutkittelevaksi ja tulvivaksi.

Purolaakson tasaiset alueet on aikoinaan raivattu pelloiksi. Puroa on oiottu ja sen koskien niskoja on alennettu. Alue on toimenpiteistä huolimatta ollut herkästi tulvivaa, minkä vuoksi puro perattiin 60-luvun alkupuolella. Vuoden 1994 vaatuksesta käy ilmi, että uoman poikkileikkauspinta-ala oli perkausten ja uoma-erosion vuoksi kasvanut lähes kymmenkertaiseksi puron luonnontilaiseen osuuteen verrattuna. Purossa ei peratulla osuudella ollut mutkia ja kookkaan puuaineksen määrä oli vähäinen. Peratusta uomassa ei esiintynyt syvyyssvaihtelua ja sen pohja oli kulkeutuvan sedimentin peittämä.

Aluksi Myllypuron kunnostettiin vapaaehtoisvoimin. Vuonna 1995 Myllypuron perattu sivuhaara Haukkalammenoja padottiin ja vesi johdettiin virtaamaan aikoi-

naan uoman oikaisun takia kuiville jääneeseen uomaan. Tästä saatujen myönteisten kokemusten perusteella samaa kokeiltiin myös Myllypuron pääuomassa. Työ osoittautui kuitenkin liian hankalaksi miesvoimin tehtäväksi.

Vuonna 1997 Metsähallitus jatkoi puron kunnostustyötä koneellisesti. Tällöin Myllypuro johdettiin vanhaan kuiville jääneeseen uomaansa 170 metrin matkalta. Ennen veden johtamista alkuperäiseen uomaansa uoma puhdistettiin ja avattiin konetyönä. Koneellisessa käsittelyssä uomasta tuli kuitenkin varsin kookas ja pintarakenteeltaan sileä. Ongelmaksi muodostui myös se, että alapuolisen kosken niskan kunnostustyöt tehtiin tulvavirtaaman aikana, jolloin ei pystytty arvioimaan tulevia vedenkorkeuksia normaali virtaamilla ja kosken niska jäi liian alas. Yhdessä uoman puhdistuksen kanssa toimenpide johti siihen ettei puro tulvinut toivotulla tavalla. Myöhemmin alapuolisen kosken niskaa on korotettu ja uoman virtausvastus on luontaisesti lisääntynyt kasvillisuuden ja puuaineksen kertyessä uomaan.

Talvella 1999 - 2000 kaivettiin Myllypuron alajuoksulla purolle uusi uoma oikaistun uoman tilalle. Uuden uoman linjaus pyrki jäljittelemään vanhoista ilmakuvista löytynyttä linjausta. Uoma kaivettiin säännöllisesti meandroivaksi ja sen luiskat muotoiltiin loiviksi. Samalla kertaa kunnostettiin Myllypuron sivuhaara Antiaanpuro. Toisin kuin Myllypuroon Antiaanpuroon kaivettiin yksittäisiä meanderilenkkejä peratun uoman yhteyteen ja uoman luiskat jätettiin pystysuoriksi. Kaksi vuotta kunnostuksen jälkeen Antiaanpuron kunnostusosuus muistuttaa enemmän Myllypuron luonnontilaisia osuuksia kuin loivapenkereinen Myllypuron kunnostus.

Vuosina 2000 - 2001 puron 60-luvulla perattuun uomaan sekä aikaisemmin kunnostetuille osuuksille lisättiin kookasta puuainesta uoman muotojen ja eliöstön elinympäristön monipuolistamiseksi. Alustavien kokemusten perusteella voidaan sanoa, että puuaineksella pystytään lisäämään peratun uoman fyysistä monimuotoisuutta. Uomaan lisätyt kookkaat puut keräävät ympärilleen kiintoainesta ja ohjaavat virtausta kasvattaen syvyyssvaihtelua ja luoden uomaan pientä mutkittelua.

Talvella 2002 - 2003 toteutetussa ennallistusvaiheessa pyrittiin aikaisempaa tarkempaan luonnontilaisen uoman jäljittelyyn ja samalla palautettiin laaja tul-



Vielä 40 vuotta perkauksen jälkeen Myllypuron uoma oli varsin yksipuolinen, sillä uoman elpyminen on ollut savimaaperässä hyvin vähäistä ja eroosio on kasvattanut uoman kokoa. Suora, tasapohjainen uoma ei tarjoa riittävästi elinympäristöjä puroeliöstölle.

Lasse Järvenpää

va-alue. Suunnittelussa ennallistuksen esikuvana oli puron luonnontilainen osuus. Erityistä huomiota on kiinnitetty uoman mittasuhteisiin ja penkkojen muotoon. Uomasta on pyritty löytämään myös ne oleelliset ominaisuudet, jotka ovat alunperin vaikuttaneet sen muotoutumiseen. Sen sijaan että uomaan olisi tehty vain syvänteitä, se pyrittiin kaivamaan jyrkästi mutkittelevaksi. Lisäksi uomaan laitettiin puuainesta ylläpitämään luontaista syvyysvaihtelua. Kunnostuksella palautettiin myös Maulaan- niitun tulviminen, mitoittamalla uoma niin pieneksi, että se ei pysty johtamaan tulva- vesiä.

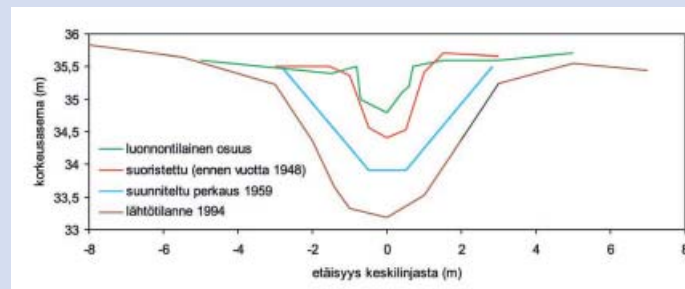


Myllypuro palautettiin alaosaltaan mutkittelevaksi. Kuvassa näkyy vaaleammalla sinisellä puron oikaistu linjaus, sekä tummalla sinisellä vanhojen ilmakuvien perusteella uudelleen esiinkaivettu alkuperäinen uoma.

Minna Hanski

Puron poikkileikkausala on kasvanut perkausten ja eroosion johdosta. Tämä merkitsi suuria maansiirtotöitä, kun uoman luontaiset mittasuhteet ja tulviminen haluttiin palauttaa.

Lasse Järvenpää



Kunnostuksen esikuvana käytettiin perkausalueen yläpuolella säilynyttä luonnontilaista osuutta. Uoman penkat ovat jyrkät ja kasvillisuuden sitomat ja uoman leveys ja syvyys vaihtelevat jatkuvasti. Oikealla syystalvella 2002 luonnontilaisen esikuvan mukaan kaivettu uoma kunnostusta seuraavana keväänä.

Lasse Järvenpää



netut kutusoraikot ovat liettyneet. Siksi kunnostuksissa tulisi pikemminkin lisätä niitä elementtejä, jotka muovaavat ja luovat habitaatteja, kuin pyrkiä lisäämään suoraan habitaatteja itsenäisinä elementteinä.

5.2.1 Puuaines virtavedessä

Kivien merkitys uomaa monipuolistavana tekijänä on ymmärretty jo pitkään. Suomessa on jo varsin pitkältä ajalta kokemusta koskien uudelleen kiveämistä (ks. luku 6). Puuainesta on sitävastoin pidetty uomissa lähinnä haitallisena roskana, minkä vuoksi kaatuneet puut on yleensä pyritty poistamaan.

Kookkaat uomaan kaatuneet puut ovat kuitenkin yksi tärkeistä uomia muokkaavista tekijöistä. Kuolleen puuaineksen merkitys uomassa on hyvin moninainen. Puuainesta on alettu lisätä uomaan kunnostustoimenpiteenä, koska sillä on runsaasti myönteisiä vaikutuksia uoman ekologiaan. Puuaines monipuolistaa uomaa, mikä on parantanut mm. lohikalojen poikasten selviytymistä. Erityisesti taimenen (*Salmo trutta*) on havaittu käyttävän puuaineksen luomia habitaatteja hyväkseen. Pohjasta irti olevat rungot tarjoavat kiviä paremmin suojaa kaloille ja muulle eliöstölle. Puuaines lisää uoman syvyysvaihtelua, mikä on elintilan säilymisen kannalta tärkeää uomissa, joissa alivirtaamat ovat pieniä. Puuaines tarjoaa myös kiinnittymisalustan hyönteisille sekä pidättää uomassa kulkevaa pienempää orgaanista ainesta kuten oksia ja puiden lehtiä. Uomaan maasysteemistä kulkeutunut orgaaninen aines onkin merkittävä osa koko pienen uoman ravintokierrosta.

Morfologisessa mielessä puut vaikuttavat suuresti sedimentin kulkeutumiseen ja kasautumiseen. Vaikka puiden ohjaama virtaus aiheuttaa paikallisesti uoman syöpymistä, puut myös edesauttavat sedimentin kasautumista. Puuaineksen on todettu stabiiloivan uomaa ja kasvattavan uoman sedimenttivarastoa. Puiden poistaminen uomasta on johtanut yleensä kas-

vaneeseen pohjakulkeumaan ja uoman pohjan tasoittumiseen.

Erityisen suuri merkitys puuaineksellä on pienissä uomissa. Niissä puut eivät juuri pääse liikkumaan ja sen vuoksi niitä saattaa kertyä uomaan huomattavia määriä. Puuaineksen määrän ja laadun on havaittu olevan yhteydessä ympäröivään puustoon. Kookkaiden puiden vaikutus on suhteellisesti suurempaa pienessä uomassa kuin suuressa. Yksi kookas runko saattaa muuttaa koko pienen puron linjausta. Puuaineksellä on lisäksi merkitystä kookkaampien uomien ranta-alueilla. Niillä puuainesta on vähemmän kuin pienissä uomissa, mutta se on järeämpää. Uomien reunat ovat ekologisesti tärkeitä alueita ja puuaines monipuolistaa niiden habitaattirakennetta.

Puuaines on yleensä kertynyt uomaan pitkän ajan kuluessa, kun puut kuolevat rannoilta ja kaatuvat uomaan. Joskus puuta voi tulla kerralla suurempia määriä jäiden lähdon repiessä rantapenkkoja tai voimakkaiden tulvien ja myrskyjen tai metsäpalojen jäljiltä. Toisaalta tehometsätalous on johtanut siihen, että kuolevia puita jää metsään entistä vähemmän. Myös uomien pitäminen siistinä on vähentänyt niiden puuainesta. Uomassa olevaa puuainesta pidetäänkin yhtenä indikaattorina virtaveden luonnontilaisuudesta.

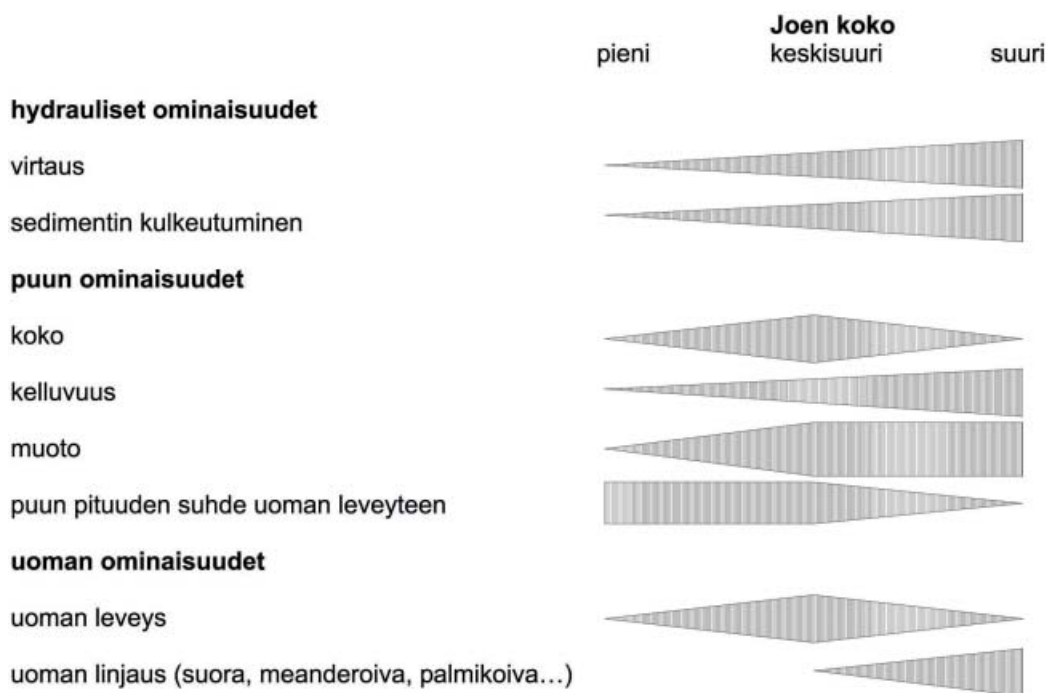
5.2.2 Puuaineksen liikkuminen ja kiinnittämisen tarve kunnostusten yhteydessä

Puuta lisättäessä tulee keskeiseksi kysymykseksi puiden kiinnittämisen tarve. Kiinnittäminen lisää kustannuksia, eivätkä puiden kiinnittämiseen käytetyt tekniikat ole aina kovinkaan luonnonmukaisen näköisiä. Puiden liikkumisen estämiseksi niitä on sidottu vajereihin maahan lyötyihin ankkuritappeihin tai eläviin puihin. Puita on kaivettu osittain myös penkkojen sisään ja kiinnitetty tappamalla suoraan uoman pohjaan. Puita voidaan rakentaa suurempia kokonaisuuksia, jolloin niiden liikkuminen on

epätodennäköisempää. Ratkaisuja on monia ja soveltuva tekniikka tulee punnita aina tapauskohtaisesti. Puiden luontainen liikkuminen vaihtelee suuresti monien tekijöiden summana (kuva 5.1). Joissain tapauksissa puut pysyvät siinä kohdassa, missä ne ovat uomaan joutuneet ja liikkumien on vähäistä tai sitä ei tapahdu ollenkaan. Toisinaan kookaskin puu voi lähteä helposti ajelehtimaan veden mukana. Puiden liikkumiseen vaikuttavat keskeisesti uoman virtaamat, puuaineksen laatu sekä uoman ominaisuudet. Näiden tekijöiden merkitys on erilainen erikokoisissa uomissa. Pienissä uomissa on liikkumisen kannalta keskeistä puun pituus suhteessa uoman leveyteen, kun suurissa uomissa on oleellista tapa, jolla puut takertuvat toisiinsa ja uoman rakenteisiin.

Nuukсион Myllypurolla on kokeiltu kaksi kertaa uoman monipuolistamista puuaineksen avulla. Ensimmäinen kokeilu tehtiin loivalla 0,1 - 0,2 % kaltevuuksella uomalla. Uoma oli vuotta aiemmin kaivettu mutkittellevaksi ja sen rannat oli luiskattu tasaisiksi. Uomaan lisättiin miesvoimin pienikokoista puuainesta. Osa puista kiinnitettiin puutapein, osa jätettiin kokonaan kiinnittämättä.

Tapitetut puut olivat pysyneet verraten hyvin paikallaan, mutta kiinnittämättömät puut olivat muodostaneet kasaumia. Puiden vaikutus uoman muotoutumiseen oli varsin vähäinen, koska puut olivat pienikokoisia suhteessa uomaan. Kokonaisuena lisätty pieni kuusi oli kerännyt oksistonsa sisään sedimenttiä. Kyseisestä kasaumasta löytyi sähkökoe-kalastuksessa pikkunahkiaisen poikasvaiheen toukkia.



Kuva 5.1

Hydraulisten piirteiden sekä puun ja uoman ominaisuuksien suhteelliset merkitykset puuaineksen paikallaan pysymiseen.

(Gurnell 2002)

Toisessa kokeilussa monipuolistettiin 60-luvulla perattua, suurehkoa uoma kookkaan puuaineksen avulla. Puuaines ankkuroitiin työntämällä itse puuta kaivinkoneella penkkaan tai käyttämällä pienempiä puita kookkaiden runkojen paikoilleen sitomisessa. Puut ankkuroitiin, koska niillä haluttiin kohdistaa virtausta sekä luoda suojaisia virtauskohtia, mihin sedimentti voi laskeutua. Lisäksi haluttiin varmistua, ettei tuore puu lähtisi kellumaan ja ajautuisi pois koealueelta. Kookkaampien puiden ankkuroinnissa käytettiin pienten puiden tyviosia. Kookkaan puun ollessa poikittain uoman pohjalla puun kummallekin puolelle työnnettiin pienten puiden tyviosia latva edellä siten, että juurakot sitoivat puut pohjaan, eivätkä päästäneet puuta kellumaan. Kokeilun yhteydessä rakennelmiin lisättiin myös oksia ja havuja edesauttamaan sedimentin kasautumista. Järeän paalutuksen vuoksi puut eivät olleet liikkuneet ainakaan vielä ensimmäisen talven tai kevättulvan aikana. Seuraavan kesän tarkastuksessa oli havaittavissa puiden ohjanneen virtausta siinä määrin, että vastarannoilla oli syöpyneen merkkejä. Puiden katveeseen oli myös kasautunut sedimenttiä.

Puun lisäys on menetelmänä edullinen varsinkin, jos puita ei tarvitse ankkuroida. Toisaalta puuaineksen lisäämistä tapahtuu myös luonnostaan. Puuaineksen määrää voisi kasvattaa puroissa hallitulla hoitamattomuudella. Toisin sanoen uomaan kaatuneet puut jätetään siivoamatta pois uomasta, jos niistä ei aiheudu vahinkoa.

5.2.3 Uoman kaventaminen ja pienimuotoisen mutkittelun lisääminen

Suoristetun, ylisuureksi syöpyneen uoman rakennetta voidaan parantaa myös kaventamalla uoma siten, että kavennuskohtiin muodostuu uusia mutkia. Kaventaminen tapahtuu helpoimmin siirtämällä konetyönä rantapenkan maainesta uomaan. Hienojakoisessa maas-

sa on tällöin kuitenkin ongelmana, että maata voi lähteä liikkeelle seuraavan tulvan yhteydessä. Tätä voidaan välttää siirtämällä puiden ja pensaiden juuriston sitomaa maata yhtenäisinä kappaleina.

Nuuskion Myllypurolla suoran, leveän uomaosuuden monipuolistumista pyrittiin edesauttamaan keinotekoisien liukusortumien avulla. Savinen rantapenkka irrotettiin varovasti ja työnnettiin kaivurin kauhalla kokonaisuena uomaan. Sorrutettaviksi penkoiksi valittiin korkeita, pystysuoria, kasvillisuuden sitomia töyräitä. Penkat työnnettiin rantapuineen uomaan siten, että puut voivat jatkaa kasvuaan alkuperäistä rantaa alemmalla tasolla. Vesirajan suojaamiseksi kiinnitettiin sorrutusten reunaan myös kookasta puuainesta suisteeksi, joka ohjaa virtausta sorrutuskohdasta vastarantaa kohti. Toimenpiteillä pystyttiin kaventamaan uoman leveyttä noin puolelta. Myöskään näissä kokeiluissa ei havaittu suurempia vaurioita ensimmäisen talven ja kevään jäljiltä. Ainoastaan osa pitkistä, penkan mukana siirtyneistä puista oli kallistunut ja niiden juuret olivat nousseet ilmaan.

Sorruttaminen saattaisi soveltua myös laajemmin käytettäväksi keinoksi uoman kaventamiseen, ylikorkean penkan laskemiseen tai luonnottoman suoran uomalinjauksen monipuolistamiseen. Siirrettävän maan tulisi kuitenkin olla mieluiten kasvillisuuden juuriston sitomaa, ja lisäksi on suositeltavaa käyttää muita pintamaan ja rannan suojauskeinoja esim. kasvillisuuden ja suisterakenteiden avulla.

Kirjallisuus

- Gurnell, A.M., Piégay, H & Swanson, F.J. 2002. Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology*, 47 (4):601-619. ISSN 0046-5070.
- Hering, D., Kail, J., Eckert, S., Gerhard, M., Mayer, E.I., Mutz, M. & Weiss, I. 2000. Coarse woody debris quantity and distribution in Central European Streams. *International Review of Hydrobiology*, 85 (1):5-23. ISSN 1434-2944.
- Hosia, L.1983. Pienten uomien virtausvastuskerroin: yleiskatsausosa. Helsinki. 65 s.
- Jungwirth, M., Muhar, S. & Schmutz, S. 1995. The effect of recreated instream and ecotone structures on the fish fauna of an epipotamal river. *Hydrobiology* 303 (1-3):195-206. ISSN 0018-8158.
- Thorne, C. 1997. Channel Types and Morphological Classification. Teosessa: Thorne, C., Hey, R. & Newson, M. (toim.). 1997. *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*. John Wiley, Chichester. s. 175-222. ISBN 0 471 96968 0.

6

Kalataloudelliset kunnostukset

Harri Aulaskari, Pasi Lempinen & Timo Yrjänä

Lähes kaikkia Suomen jokia ja suurta osaa puroistakin on jossain vaiheessa perattu. Keskeisimmät syyt perkauksiin ovat olleet peltojen ja metsän kuivatus, tulvan torjunta ja vesiliikenteen ja uiton helpottaminen. Koska joet olivat alunperin tärkeitä kulkureittejä, on kiviä poistettu koskista varmasti niin kauan kuin ihmisasutusta on Suomessa ollut. Toiminnan intensiteetti on kasvanut ihmisten määrän ja tekniikan kehittymisen myötä. 1700-luvulta lähtien viljelysmaan lisäämiseksi on kuivatettu rantaniittyjä ja kokonaisia järviäkin, mikä on yleensä vaatinut myös joen perkaamista.

Uiton helpottamiseksi Pohjois- ja Itä-Suomen metsäalueiden jokivesillä tehtiin laajamittaisia perkauksia puskutraktoriaikakaudella 1950-luvulla ja 1960-luvun alussa. Tiheämmin asutussa Suomessa perkauksia on tehty pitemmällä aikavälillä ja moninaisemmista syistä. Oman lukunsa muodostavat voimatalouskäytössä olevat joet, joita on monesti perattu mm. veden johtamiseksi ja putouskorkeuden keskittämiseksi voimalaitoksiin. Perkauksilta säästyneitä jokia löytyy kuitenkin vielä mm. Kuusamon itään laskevista vesistöistä. Tulvan torjuntaa ja peltojen kuivatuksen parantamista varten puroja ja jokia perataan edelleen. Metsäojitusten uusimisen ja täydentämisen yhteydessä kaivetaan myöskin edelleen myös purouomia, vaikka luonnontilaisten purouomien perkaus onkin jo vesilaisissa kielletty.

Virtaamien muuttuminen vaikuttaa aina myös uoman rakenteeseen ja joessa

elävien eliöiden elinympäristöön. Esi-merkiksi tulvilla on tärkeä merkitys uoman auki pitäjänä. Toisaalta taas joessa virtaamien äkilliset muutokset ovat häiriötekijä eliöstölle ja häiriöherkissä ympäristössä eliöstön monimuotoisuus on usein huono. Järvien lasku on vaikuttanut jokien virtaaman vuodenaikaiseen jakaumaan. Varastotilan pienentymisen takia tulvat ovat kasvaneet ja alivirtaamat pienentyneet. Saman suuntaisesti ovat vaikuttaneet myös valuma-alueiden ojitus, olipa se sitten peltojen, metsien tai soiden ojitusta, sekä asutuksen leviäminen. Voimatalousjoissa virtaamia säännöstellään energiantuotannon tarpeisiin, joka usein poikkeaa luonnontilaisesta huomattavasti esimerkiksi niin, että talvivirtaama on luonnontilaista suurempi ja kevättulva pienempi. Tilanne on pahin lyhytaikaissäädelyissä vesistöissä, joissa päivittäinen virtaamavaihtelu voi olla monta kertaa vuorokausikeskiarvon suuruinen.

Valuma-alueen maankäyttö vaikuttaa paitsi virtaamiin myös joen kiintoainetasapainoon. Jokeen tulee aina valuma-alueelta jonkin verran kiintoainetta ja sitä kulkeutuu edelleen järviin ja mereihin. Jos kuormitus kasvaa, uoma pääsääntöisesti mataloituu ja levenee. Ojitukset, metsän auraus ja peltojen muokaus lisäävät hienon aineksen irtoamista valuma-alueelta. Kiintoaineen määrän kasvu vaikuttaa myös jokiuoman rakenteeseen. Myös tulvapenkereet vaikuttavat jokiuoman rakenteeseen ja eliöstön elinoloihin. Penkereet estävät tulvan le-

viämisen entisille tulva-alueille, jolloin eliöstölle löytyy vähemmän suotuisia elinalueita tulvavirtaamilla. Tulvilla veden syvyys ja virtausnopeus kasvavat suureksi penkereiden välissä, eikä sieltä löydy poukamien, puuston tai kumpareiden tarjoamaa suojaa. Samasta syystä tulvien kuljettama hienoaineskuorma ei pääse laskeutumaan alkuperäisille tulva-alueille, jolloin sen sisältämä ravinnelasti myös tuottaisi reheviä rantaniittyjä rehevien suvantojen tai merialueiden sijasta.

Jokikunnostuksen kehitys Suomessa liittyy paljolti uiton loppumiseen. Uitto lopui Suomen joista pikkuhiljaa sotien jälkeen, Pohjois-Suomesta myöhemmin kuin etelästä. Iijoen viimeinen irto-uitto oli 1988 ja Kemijoen vuonna 1992. Uiton loputtua alettiin uiton suorittamista säädelleitä uittosääntöjä kumota. Aluksi uittosäännöt kumottiin ilman perkausjälkien entisöintiin liittyviä velvoitteita. 1970-luvun lopulla lain tulkinta muuttui. Perkaustenkin alettiin katsoa aiheuttaneen haittaa ja vaaraa ja uittosäännön kumoamiseen alkoi kuulua myös perkausten tuloksena koskien rannoille syntyneiden kivipenkereiden purkaminen, kosken kiveäminen sekä kutusoraikkojen teko uittolaitteiden ja -jätteiden poistamisen ohella. Merkittävä osa uiton loppumisen jälkeisistä kunnostustöistä on tehty uittosäännön kumoamiseen liittyvinä velvoitteina, osa taas kalatalousviranomaisen rahoittamina ns. kalataloudellisina kunnostuksina. Perustyö eli peratun jokiuoman kunnostaminen on 1980-luvun jälkipuoliskolta lähtien ollut kummassakin hanketyypissä sama, mutta jälkimmäisessä hanketyypissä työt on suunniteltu ja toteutettu puhtaammin kalaston ja kalatalouden intresseistä lähtien. Uittosäännön kumoamisen yhteydessä hankkeet on ehkä toteutettu kaavamaisemmin, ilman yksityiskohtaista suunnittelua.

Ensimmäisissä uittosäännön kumoamiseen liittyvissä töissä kivipenkereiden purkaminen käsitettiin hyvin kaavamaisesti, kivet vain puskettiin penkereistä koskeen. Monesti aiheutettiin suoranaista vahinkoakin täyttämällä kosken syvänteitä. Vanhimpia entisöintitöitä onkin eri puolilla maata jouduttu uusi-

maan. Uittosäännön kumoamiseen liittyvät työt ovat ympäristöhallinnolle velvoitteellisia. Koska uittosäännöt yleensä koskevat yhtä vesistöä tai laajaa vesistön osaa, ovat uittosäännön kumoamisen yhteydessä tehtävät hankkeet laaja-alaisia ja pitävät sisällään muitakin töitä kuin jokiuoman kunnostamista. Uittolaitteiden poisto, uiton käytössä olleiden alueiden palauttaminen maanomistajille ja uoppuiden nosto ovat tavallisia uittosäännön kumoamisen yhteydessä tehtäviä töitä.

Kalataloudellisen kunnostuksen rahoituksella toteutetut hankkeet ovat usein olleet alueellisesti rajatumpia ja kunnostuskohteiden valinnassa on painottunut vaelluskalakantojen elvyttäminen. Kalataloudellisia kunnostustöitä rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö ja raha kanavoidaan hankkeille alueellisten kalatalousviranomaisten kautta. Kummassakin hanketyypissä töiden toteuttajana ovat ainakin tähän saakka olleet alueelliset ympäristökeskukset. Joissakin tapauksissa kalataloudellisia kunnostushankkeita on toteutettu uittosäännön kumoamiseen liittyvien töiden yhteydessä, niitä täydentäen.



*Kuva 6.1 Kosken kunnostusta Kostonjoen latvavesillä Kielonkoskella.
Jukka Pekkala*

6.1 Peratun joen kunnostus

Kun joki perataan, sen monimuotoisuus vähenee ja monien alkuperäisten virtavesieliöiden elinalueet pienenevät tai häviävät kokonaan. Uitolle on ollut edullista, että kaltevuus on jakautunut joessa mahdollisimman tasaisesti, minkä vuoksi suvantojen ja koskijaksojen vuorottelusta on pyritty eroon. Esimerkiksi Loukusanjokeen, joka on yksi Iijoen sivujoista, ei perkausten jälkeen jäänyt kuin yksi suvantojakso. Uittoränniä tehtäessä jokiuomaa usein myös kavennettiin tuntuvasti. Isommillakin joilla koskipinta-ala on saattanut pienentyä neljännekseen, pienillä joilla enemmänkin. Jokien oikaiseminen ja ruoppaaminen on muuttanut myös pohjarakennetta tasalaatuisemmaksi. Isommat lohkarat puuttuvat peratusta joesta usein kokonaan ja soraikkojen osuus on tuntuvasti pienentynyt, koska rännimäisistä uomista sora on huuhtoutunut tulvien kuljetamana alapuolisiin suvantoihin. Isoissa jokiuomissa usein vain osa uomasta on perattu puutavaran kulkuväyläksi ja peratusta osasta poistettu kivi- ym. materiaali on kasattu uoman reuna-alueille. Perkausten jälkeen virta on usein siirrellyt uomassa olevaa materiaalia. Näin ollen isoissa uomissa perkausten aiheuttamat muutokset ovat saattaneet osittain palautua itseksensä. Joissakin paikoissa taas perattua uoman osaa rajaavat kivivallit ovat vielä kymmenienkin vuosien jälkeen selvästi nähtävissä. Uiton harjoittamista ja sen vesistövaikutuksia on selostanut tarkemmin mm. Lammasaari (1990).

Kunnostuksessa keskeisellä sijalla on joen monimuotoisuuden palauttaminen tai ainakin lisääminen. Vain siten pystytään luomaan edellytykset alkuperäisen eliöstön (kasvit, pohjaeläimet, kalat, linnut) palautumiselle. Kaikkien lajien elinympäristövaatimuksia ei tunneta ja vaikka tunnettasiinkin, ei niitä pystyttäisi ottamaan huomioon. Koska kuitenkin virtakaloista harjus ja taimen sekä vapaissa rannikkojoissa lohi ovat suurimman huolen ja mielenkiinnon kohteita,

täytyy niiden elinympäristövaatimuksille antaa erityishuomio. On varmistettava, että kunnostetussa joessa löytyy arvokaloille kutupaikkoja, poikasaluita ja kasvu- sekä talvehtimisalueita.

Laajamittaisin osa peratun joen kunnostusta on koski - suvanto -vuorottelun palauttaminen tai ainakin selkeyttäminen ja kuivilleen jätettyjen uomien, mutkien ja poukamien, ottaminen uudelleen käyttöön (Yrjänä 1995 ja 1998). Kunnollisten suvantojen olemassaolo ja tulvan pääsy vanhoille tulvaniityille ja metsiin edesauttavat tulvavesien kuljetaman hienon aineksen laskeutumista. Mutkittelu ja rantaviivan polveileminen monipuolistavat virtausrakennetta ja ovat edellytys pohja-aineen lajittumiselle, joka puolestaan antaa mahdollisuuden mm. virtakalojen vaatimien kutusoraikoiden olemassaololle. Oikaistuun uomaan on erittäin vaikea luoda kestäviä kutusoraikkoja. Mutkitteluun uomaan sellaisia syntyy luonnostaan, jos uomassa on soraa sisältävää materiaalia. Mutkittelu edistää myös syväne- ja virtapaikkojen vuorottelun syntymistä ja säilymistä. Poukamien ja mutkien vesittäminen yhdessä koskien kiveämisen ja uoman monipuolistamisen kanssa lisää sen kykyä pidättää virran mukana kulkeutuvaa eloperäistä ainesta, mikä varsinakin pienissä joissa on kalatuotannon perusta.

6.2 Kunnostuksen ympäristövaikutukset

Jos ruoppaus on ollut perusteellinen, kunnostustöistäkin tulee yleensä laajamittaisia. Usein kosken pohjasta joudutaan käsittelemään 50 - 100 %. Lisäksi koneen liikkuminen uomassa irrottaa pohjakasvillisuutta ja karkottaa pohjaeläimistöä. Myös liikuteltavista maamasoista irtoaa hienoa ainesta veden mukaan, joka sekin karkottaa pohjaeläimiä ja kaloja ja saattaa ääritapauksessa vahingoittaa vesikasvienkin lehtiä.

Kunnostustöiden aiheuttamat vedenlaatumuutokset on useissa seuranta-tutkimuksissa todettu kuitenkin suhteel-

lisen vähäisiksi sekä voimakkuudeltaan, kestoltaan että vaikutusalueeltaan (Yrjänä 1998). Käytännössä veden laatu palautuu normaaliksi heti, kun kone lopettaa työskentelynsä ja työskentelyn aikana vaikutukset ulottuvat yleensä vain seuraavaan suvantojaksoon saakka. Veden laatu työkoneen välittömässä läheisyydessäkään ei yleensä heikkene niin paljon, että se aiheuttaisi terveydellistä haittaa kaloille. On kuitenkin esimerkkejä, että kunnostuskohteen alapuolisessa kalanviljelylaitoksessa on ainakin epäilty kiintoainepitoisuuden nousun tappaneen kuoriutumassa olevia ja vastakuoritutuneita kirjolohen poikasia. Toisaalta on myös runsaasti esimerkkejä siitä, että sekä aikuisia virtakaloja, että poikasia löytyy työalueelta koneen työskentellessä. Myös pohjaeläinten on todettu palautuvan kunnostetulle alueelle erittäin nopeasti, muutamassa viikossa. Tosin lajisto on alussa yksipuolinen (Laasonen 2000).

Joissa, joissa esiintyy jokihelmisimpukkaa on kunnostustöitä jouduttu keventämään tai jopa luopumaan kalaston kannalta tarpeellisista töistä, koska jokihelmisimpukat ovat erittäin herkkiä kiintoainekuormitukselle ja huonoja siirtymään pois kunnostettavalta alueelta. Joissakin tapauksissa, jos paikalla on ollut vain vähän jokihelmisimpukoita, on ne siirretty työalueelta tai sen läheisyydestä pois työn ajaksi (Valovirta & Yrjänä 1996).

Vesisammalet ovat havumetsävyöhykkeen virtapaikoissa keskeinen kalojen elinoloihin vaikuttava tekijä (Muotka & Virtanen 1995, Laasonen 2000). Ne toimivat pohjaeläinten ravintokohteena, antavat suojaa kalanpoikasille ja muokkaavat virtausoloja pohjan lähellä eliöstölle edullisemmaksi. Vesisammalet palautuvat erittäin hitaasti häiriön jälkeen. Vielä kymmenienkin vuosien kuluttua vesisammaleen peittävyys saattaa olla selvästi luonnontilaista alhaisempi. Sammaleen hidas palautuminen vaikuttaa sekä pohjaeläimistön että kalaston koostumukseen kunnostuksen jälkeen, vaikutuksen suuruutta ei tosin tällä hetkellä vielä tunneta.

Kunnostustöiden edellä kuvattuja

biologisia vaikutuksia voidaan vähentää työtapoja kehittämällä. Yksi tärkeimmistä asioista on koskemattomien pohjalaikkujen jättäminen työalueelle, siis laikkujen, joissa ei liikuta koneella ja joita ei kaivella. Pohjasammal levittäytyy tällaisilta laikuilta huomattavasti nopeammin koko kosken alueelle kuin, jos koko alue olisi käsitelty. Koneen liikkuminen voidaan suunnitella siten, että sen aiheuttama jälki joen pohjalla on ”kampamainen”. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että kone ajetaan koskeen ja se kunnostaa alueen, johon ulottuu vain joen poikisuuntaan liikkuen ja sen jälkeen siirtyä rannan kautta ylä- tai alavirtaan. Suunnittelemalla työskentelyä etukäteen, voidaan löytää runsaasti mahdollisuuksia häiritävän pohja-alueen laajuuden minimoimiseksi.

Kiintoaineen joutumista veteen voidaan myös vähentää erilaisilla työtekniikoilla. Tämä aiheuttaa yleensä lisäkustannuksia, joten kyseisiä menetelmiä kannattaa soveltaa vain silloin, kun tarvitaan erityistä varovaisuutta. Kiintoainetta ei irtoa kovin paljon koskenpohjan karkeita kivimateriaaleja siirrellessä. Jos joudutaan kaivamaan hienompia maa-aineksia, kaivualueen suojaksi voi rakentaa koskikivistä penkereen niin, että virta ei pääse kaivun aikana huuhtomaan hienoja aineksia mukaansa. Jos hienolla aineksella täyttynyttä sivu-uomaa joudutaan puhdistamaan, se kannattaa tehdä kuivatyönä ja johtaa vasta sen jälkeen vähitellen vesi uuteen uomaan.

6.3 Kunnostustoimien vaikutukset kalastoon

Vaikka Suomessa on tehty paljon uittoa varten perattujen jokien kunnostustöitä, niiden vaikutukset kalastoon tunnetaan huonosti. Syynä on se, että kunnostuksen seurauksena usein tapahtuu muutoksia myös muissa kalastoon vaikuttavissa tekijöissä kuten kalaistutuksissa ja kalastuksessa. Toisaalta myös rahoituksen saaminen pitkäaikaisille seurantatutkimuksille on osoittautunut vaikeaksi. Havainnot kalaston kehittymisestä uo-

Korvuanjoen vesistön uittoväylien lakkauttaminen ja entisöinti

Korvuanjoki on lijokeen laskevaan Näljängän reittiin kuuluva noin 50 km pitkä sivujoki, joka virtaa Suomussalmen, Taivalkosken, Puolangan ja Pudasjärven kuntien alueella. Joen valuma-alue on 630 km², valuma-alueen järvisuusprosentti on 6,6 % ja laskennallinen keskivirtaama joen yläosalla Korvuanjärven luusuassa 1,6 m³/s ja joen suulla Suolijokihaarassa 7,1 m³/s. Korvuanjoki perattiin luvattomasti uittoa varten puskutraktorilla vuosina 1955 - 1956 noin 20 km:n matkalta. Käytännössä kaikki joen koski- ja virtapaikat perattiin ja massoja poistettiin 81 000 m³. Lupa oli ainoastaan 881 m³:n poistamiseen.

Korvuanjoen uittosääntö kumottiin Pohjois-Suomen vesioikeuden 28.2.1995 antamalla päätöksellä no: 15/95/1 ja vesiyoikeuden päätöksellä 15.5.1996 no: 79/1996. Tässä yhteydessä annettiin myös määräys mm. 49:n kosken kunnostamisesta ja viiden järven vesipinnan nostamisesta. Ympäristökeskukselle osoitettujen määräysten lisäksi päätöksessä on metsähallitukselle kohdistettu määräys kunnostettujen koskien alkuistutuksista ja kalakantojen seuraamisesta viiden vuoden ajalle kunnostuksen jälkeen.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen toimesta kunnostettujen koskien pituus on yhteensä 19,3 km, pinta-ala 39 ha ja putouskorkeus 97 m. Neljän järven alivesipintaa on nostettu 15 - 40 cm. Yhden järven osalta oikeuskäsittely on vielä kesken. Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 600 500 euroa, josta on tähän mennessä käytetty 446 000 euroa. Lopputöihin arvioidaan kuluvan vielä noin 50 000 euroa. Kunnostukset toteutettiin vuosina 1988 - 2002. Pitkä työaika johtui vuosittaisen rahoituksen niukkuudesta, joka johti siihen että ainoastaan vuonna 1999 voitiin käyttää kahta työryhmää. Toisaalta selvä kustannusarvion alitus johtuu käytetyn työryhmän kokeneisuudesta.

Korvuanjoella yhdistettiin uittoa varten peratun joen kunnostaminen ja jokihelmisimpukan suojele. Helsingin yliopiston

vetämän Life-hankkeen nimi oli ”Jokihelmisimpukkaa sisältävien jokien entisöinti” (LIFE97NAT/FIN/4086). Suojelutoimet keskittyvät Korvuanjoella Metsäkylän vanhojen metsien suojelualueen (FI1105406) sisälle, noin 5 km:n pituiselle jokiosuudelle. Korvuanjoen jokihelmisimpukkaprojektin kustannukset olivat noin 100 000 euroa. Alueen kunnostuksen suunnittelussa ja tuloksen arvioinnissa käytettiin habitaatti- eli elinympäristömallinnusta.

Korvuanjoen kunnostuksessa käytettiin lijoen alueella kehitettyä ns. pehmeää tekniikkaa, johon kuuluu tärkeänä osana entisöinnin vaikutusten jatkuva arviointi ja työmenetelmien kehittäminen. Esimerkiksi työn aikaisia vedenlaadun muutoksia seurattiin jatkuvasti silmävaraisesti, kalibrointiin käytettiin vesinäytteitä. Työmenetelmiä muutettiin heti, kun veden liiallista samentumista havaittiin. Kunnostuksessa pyrittiin palauttamaan koski - suvanto -vuorottelu ennen perkauksia vallinneeseen tilanteeseen nostamalla järvien ja suvantojen vesipintoja siellä, missä pinnannostosta ei aiheutunut vettymishaittoja maanomistajille. Myös koskialueilla vedenkorkeudet pyrittiin saamaan luonnontilaisille korkeuksille, jolloin kuivilleen jääneet uomanosat vesittyivät. Periaatteena oli, että kaikki koskista maalle pusketut kivet palautettiin takaisin jokeen. Lisäksi kaikille merkittävillä koskilla tehtiin vähintään yksi kutupaikka. Sora saatiin useimmiten paikan päältä penkereistä, vain neljällä koskella jouduttiin käyttämään muualta tuotua soraa. Kunnostus toteutettiin kaikkia virtaamatilanteita ja vuodenaikoja ajatellen, alivesiaikana kuivilleen jääviä kiviraunioita ei pelätty. Koskien ja nivojen muotoilussa tavoitteena oli mahdollisimman suuri monimuotoisuus.

Metsähallitus on aloittanut entisöinnin jälkeiset viisi vuotta kestävät velvoiteistukset vuosittain valmistuneilla koskilla. Koskikohtaisilla ja yleisestä käytännöstä poikkeavalla istukkaiden tasaisella levityksellä koskille on saatu hyviä tuloksia: parhaimmilla paikoilla kaikki istukkaat ovat

selviytyneet ensimmäisen talven yli. Istukkaiden levityksen periaatteena on, että ne istutetaan suoraan niille sopivaan elinympäristöön sellaiseen tiheyteen, että vaeltamistarvetta ei tule. Tässä yhteydessä voidaan mainita istuttajan kommentti Korvuanjoelta: ”Siellä on niin paljon hyviä paikkoja, että kalat loppuvat aina kesken, kun joilakin muilla kohteilla ei ole minne istuttaa!” Vesialueiden omistajat ja paikalliset asukkaat ovat lähteneet mukaan taimenen luontaisen elinkierron palauttamiseen hakemalla viiden vuoden rauhoituksen noin 30 km:n pituiselle jokijaksolle. Myös verkkokalastus on kielletty alueeseen kuuluvilla järvillä.

Korvuanjoen kunnostus oli kaiken kaikkiaan melko ongelmatonta ja yhteistyö paikallisten asukkaiden kanssa sujui leppoisasti. Yksi kesämökkiläinen vastusti erään kosken kiveämistä mutta hänenkin kanssaan päästiin lopulta molempia osapuolia tyydyttävään ratkaisuun. Veneilyharrastus joella lisääntyi viisi vuotta kestäneen työmaan aikana, mutta suurin osa kulkijoista ymmärsi, ettei jyrkimpiä koskia ole koskaan voinut laskea veneellä. Myöskään paikallisten kalankasvattajien kanssa (2 kpl) ei ollut ongelmia, sillä laitosten yläpuolisten töiden ajoitus neuvoteltiin kalojen kannalta parhaaseen ajankohtaan. Yksi peltojen (2 ha) vettymishaittatapaus on tullut esille, vaikka kyseisen suvannon alapuolisen kosken niska jätettiin suunnitelman mukaisesti kiveämättä 50 m:n matkalta.

Jokihelmisimpukan suojelualueeksi valittiin vanhojen metsien suojelualue, koska siellä maankäyttö ei aiheuta uhkia vesistöille. Teknisessä mielessä ongelmaksi muodostui yllättäen yli 200 m merenpinnan yläpuolella sijaitseville, niin sanotuille vedenkoskemattomille alueille tällä seudulla tyyppillinen maalaji, hienojakoinen moreeni. Kun alueen kosket olivat huomattavan jyrkkiä (enimmillään 9m/300m) ja syöpyneet perkausten jälkeen syviksi ränneiksi, epäiltiin työn jossakin vaiheessa jyrkimpien paikkojen olevan kalatalouden kannalta

nolla-alueita. ”Kuivista” kiviraunioista on kuitenkin löytnyt suuria poikastiheyksiä entisöinnin jälkeisissä koekalastuksissa. Suunnitelma, maanomistusolot ja 100 000 euron rahallinen lisäpanostus antoivat mahdollisuuden yrittää luonnontilan täydellistä palauttamista jokihelmisimpukan suojelualueella. Vuoden 1927 koskikarttojen perusteella alue saatiinkin lähes luonnontilaisen kaltaiseksi. Perusteellista entisöintiä helpotti se ettei alueella ollut kunnostusajankohtana simpukoita. Kunnostuksen valmistuttua muilla entisöintikohteilla jäljellä ollut jokihelmisimpukakanta siirrettiin suojelualueelle.

Mitä tekisin nyt toisin? Kun joen tuntee nyt melkein yksittäisen kiven tarkkuudella voisi moniakin yksityiskohtia tehdä eri tavalla tai käydä korjailemassa. Kunnostuskohteiden ylenpalttinen viimeistely ei ehkä kuitenkaan ole tarpeellista. Kokemuksieni mukaan, kunhan penkereet on purettu ja kaikki rannoille pusketut kivet on palautettu takaisin jokeen, luonnonvoimat kyllä huolehtivat yksityiskohtien viimeistelystä.



Kiviä palautetaan uittoperattuun kosken Korvuanjoen Väärä-Mylykoskella.

Jukka Pekkala

man kunnostamisen jälkeen viittaavat kuitenkin siihen, että kalaistukkaiden elinolot paranevat kunnostuksen seurauksena välittömästi tai ainakin muutamassa vuodessa ja kunnostettu koski voi elättää suuremman määrän varsinkin 1-vuotiaana tai sitä vanhempana istutettuja lohikaloiden poikasia (esim. Jokikokko 1987, Kännö 1987, Yrjänä ym. 1988, Jutila ym. 1994).

Irlannissa 1990-luvulla toteutetut laajamittaiset lohijokien kunnostustyöt ovat saaneet aikaan pohjaeläimistön lajimäärän kasvua ja lohen ja taimenen poikastiheyksien kasvamista muutaman vuoden kuluessa kunnostamisesta. Työt ovat käsittäneet lähinnä uoman monimuotoistamista ja rantaerosion vähentämistä esim. puurakentein ja istutuksin sekä estämällä karjan laidunnus ranta-alueilla (O'Grady ym. 2002). Iijoen entsillä uittojoilla tehdyt pitkäaikaiset kalastoseurannat ovat kesken. Alustavat tulokset viittaavat siihen, että merkittävää luontaista taimenen ja harjuksen lisääntymistä kunnostetuilla alueilla esiintyy vasta noin 10 vuotta kunnostamisen jälkeen huolimatta siitä, että kohteille on tehty alkuistutuksia heti kunnostuksen jälkeen (Luhta ym. 2001).

6.4 Kunnostustarpeen selvittäminen ja kunnostusten suunnittelu sekä luvantarve

Kalataloudellisen kunnostuksen toteuttamista varten on tehtävä kunnostussuunnitelma, joka perustuu maastotutkimukseen. Jotta maastotutkimukset voidaan kohdentaa vain tarpeellisille alueille, joen kunnostustarve on ensin syytä jollakin tavalla selvittää ja määrittää kunnostukselle tavoitteet. Yleensä ensisijaisena tavoitteena on parantaa lohikaloiden kutu- ja poikastuotantomahdollisuuksia sekä lisätä kookkaiden lohikaloiden olinpaikkoja ja siten parantaa kalastusmahdollisuuksia. Esimerkiksi Inkoon Ingarskilanjoen kunnostustarveselvityksessä

(Aulaskari 2000) lähtökohtana oli joen uhanalaisen meritaimenkannan elinmahdollisuuksien parantaminen (ks. Tietoa tiiviisti 10). Kunnostustarveselvityksen perusteella Uudenmaan ympäristökeskus on tehnyt Ingarskilanjoelle kunnostussuunnitelmia ja toteuttanut niitä yhteistyössä kalatalousviranomaisen kanssa.

Kunnostussuunnitelma antaa suuntaviivat kunnostukselle, jonka onnistunut toteuttaminen edellyttää kalabiologiaa tuntevan asiantuntijan ohjausta paikanpäällä. Suunnitelman on sisällettävä tiedot ainakin kunnostuskohteiden sijainnista ja rajauksesta, aiotuista toimenpiteistä ja kunnostuksen vaikutuksista. Eriytyisen tärkeää tämä on kunnostushankkeissa, joiden toteuttamiseksi on haettava vesilain mukainen lupa ympäristölupavirastosta. Kunnostuksen luvantarvetta voi tiedustella kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta tai alueellisesta ympäristökeskuksesta. Mikäli kunnostuksen toteuttamiseen on tarpeellista hakea ympäristölupaviraston lupa, on kunnostussuunnitelman vastattava vesistöä koskevan hakemusasian suunnitelmaa, jonka vaatimukset on esitetty vesiasetuksen 3. luvussa (ks. Siitonen 2002).

Vaikka kunnostukselle ei tarvittaisi ympäristölupaviraston myöntämää lupaa, on kunnostukselle oltava maa- ja vesialueen omistajien suostumus. Lisäksi kunnostuksesta on tehtävä vesilain 12 luvun 16 §:ssä tarkoitettu ilmoitus alueelliselle ympäristökeskukselle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle hyvissä ajoin ennen toimenpiteeseen ryhtymistä. Ilmoituksen tulee sisältää mm. selostus toimenpiteen laadusta ja vaikutuksesta vesistöön. Jotta kunnostuksen vaikutukset tulevat esille, kunnostussuunnitelman tulee tässäkin tapauksessa sisältää soveltuvin osin samat asiakirjat kuin jos kunnostukselle haettaisiin ympäristölupaviraston lupa.

Ingarskılanjoen taimenen elinolosuhteiden parantaminen

Läntisellä Uudellamaalla, pääosin Inkoon kunnassa, sijaitseva Ingarskılanjoen vesistöalue saa alkunsa Lohjanharjulta, Karjaan kaupungista. Ingarskılanjoki on osa noin 30 kilometrin mittaista vesistön päähaaraa, joka laskee Torbackaan-nimisenä Suomenlahteen. Vesistöalueen pinta-ala on 160 km² ja järvisyys 0,17 %. Keskivirtaama joen alajuoksulla on 1,6 m³/s. Joen valuma-alueesta 33 % on peltoa. Valuma-alueelta tuleva hajakuormitus onkin ensisijainen joen vedenlaadun heikentäjä, jonka aiheuttamat haittavaikutukset korostuvat erityisesti alivirtaamakausina. Joen vesi on savisameaa ja luokiteltu käyttökelpoisuudeltaan välttäväksi. Joeka ympäröiviä peltoja vaivanneiden kevät- ja kesätulvien poistamiseksi Ingarskılanjokea perattiin vuonna 1988.

Heikosta vedenlaadusta ja voimakkaasta samennuksesta huolimatta Ingarskılanjoen vesistöalueella elää lisääntyvä taimenkanta, jonka on todettu geneettisesti poikkeavan meritaimenen viljelykannoista. Paikallisiin olosuhteisiin geneettisesti sopeutuneena Ingarskılanjoen taimenkanta on erittäin arvokas. Taimenkanta kärsi huomattavasti joella vuonna 1988 tehdystä perkauksesta ja taimenen lisääntyminen epäonnistui perkausvuonna lähes täysin. Ennen perkausta Ingarskılanjoesta kuitenkin pyydystettiin taimenenpoikasia, joista perustettiin emokalasto. Emokalaston ansiosta vesistöön on voitu perkausten jälkeen istuttaa Ingarskılanjoen omaa kantaa olevia poikasia.

Taimenen esiintymistä ja lisääntymistä Ingarskılanjoessa on selvitetty vuonna 1997 koekalastusten avulla. Vaikka taimenen lisääntyminen Ingarskılanjoessa paikkapaikoin onnistuukin, koekalastuksissa selvisi, että luonnonpoikasten määrä on pieni koko vesistöalueella. Perkausten jälkeen suoritettavat istutukset olivat kuitenkin johtaneet taimenen luontaiseen lisääntymiseen pääuoman latvoilla, jossa lisääntymistä ei ole aiemmin havaittu. Istutukset ovat mahdollisesti vahvistaneet taimenkantaa myös eräissä joen sivu-uomissa.

Kalastus selvityksen yhteydessä ilmeni, että joen taimenkannan turvaamiseksi sen elinolosuhteita tulisi parantaa koko vesistön alueella. Joen kunnostamista varten Ingarskılanjoella tehtiin kesällä 2000 kunnostustarveselvitys, sillä taimenen elinkierron kannalta keskeisistä alueista on oltava tie-

toa, jotta niitä voidaan tarkoituksenmukaisesti suojella ja kunnostaa. Kunnostustarveselvitys tehtiin maastotyönä kartoittamalla Ingarskılanjoen pääuomasta ja sen sivu-uomista kunnostusta vaativia kohteita sekä kalojen vaelusta rajoittavia tekijöitä. Kunnostustarveselvityksen yhteydessä tiedusteltiin myös maa- ja vesialueiden omistajien mielipiteitä Ingarskılanjoen ja sen sivu-uomien kunnostuksen suhteen.

Kunnostustarveselvityksen mukaan kunnostustoimenpiteiden lähtökohtana on taata taimenten nousumahdollisuudet kutualueille sekä parantaa kalaston elinolosuhteita joessa. Jo olemassa olevat kutualueet on turvattava ja kutualueita olisi kunnostettava paikoissa, joissa taimenen kutu voisi olla mahdollista. Ingarskılanjoen elinympäristöjä voidaan monipuolistaa erilaisten kunnostusmenetelmien, kuten kiveämisen, soraistuksen, uoman pohjan monimuotoistamisen, penkköjen korjauksen ja imuruoppauksen avulla. Lisäksi joen ylitiheitä vesikasvikasvustoja tulisi osittain aukaista. Joen valuma-alueelle tulisi myös perustaa kosteikkoja ja laskeutusaltaita sekä suojavyöhykkeitä vähentämään pelloilta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekkuormitusta.

Lisätietoja

Aulaskari, H. 2000. Ingarskılanjoen kunnostustarveselvitys. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 77. 54 s. ISBN 952-5237-60-5. ISSN 1238-7185.

Aulaskari, H. & Lempiäinen, P. 1999. Ingarskılanjoen vesistöalueella vuosina 1991 ja 1992 tehtyjen meritaimenistutusten tulokset. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 58. 28 s. ISBN 952-5237-37-0. ISSN 1238-7185.

Marttinen, M. & Koljonen, M-L. 1989. Uudenmaan meritaimenkantojen inventointi ja geneettinen tutkimus. Uudenmaan kalastuspiiri. Tiedotus 4. 141 s. ISBN 952-90082-8-7. ISSN 0783-6414.

Saura, A. 1998. Suomenlahden meritaimen, kalastuksen ja hoidon kehittämissuunnitelma. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 110. 22 s. ISBN 951-776-147-3. ISSN 1238-3325.



Kuva 6.2

Asiantuntija ohjaa kosken kunnostusta Inkoon Ingarskılanjoella.
Pasi Lempinen

6.5 Kunnostustoimenpiteet ja niiden toteuttaminen

Kalataloudellisia kunnostuksia virtavesissä on taimenen lisäksi tehty useimmiten lohen ja harjuksen vuoksi. Lajien välillä on jonkin verran eroja siinä, millaisia olosuhteita ne suosivat. Seuraavassa esitettävät kunnostustoimenpidesuosituksukset perustuvat pääasiassa taimenen elinympäristöjen kunnostamiseksi Ingarskılanjoella tehtyihin toimenpiteisiin. Kyseessä on viljelyalueiden halki virtaava rehevä ja monin paikoin vesikasvillisuuden lähes tukkima joki, jota on tulvien torjumiseksi perattu ja jossa on toistuvasti tarvetta kunnossapitoperkauksille. Esitettyjen kunnostusmenetelmien tavoitteena on monipuolistaa jokiuomaa taimenen elinympäristönä ja vähentää kunnossapitoperkaustarvetta. Kunnostusmenetelmiä voidaan käyttää sekä joissa että puroissa tehtävissä kunnostuksissa. Ne sopivat myös muiden lohikalojen kuin taimenen elinympäristökunnostuksiin. Kunnostusta suunniteltaessa on syytä tutustua niiden lajien elinympäristövaatimuksiin, joiden vuoksi kunnostus on tarkoitus tehdä (mm. Koli 1998, Mäki-Petäys ym. 1994, Haapala ym. 1998 ja Nykänen & Huusko 1999, 2001).

6.5.1 Kiveäminen

Kiveämisen tarkoituksena on luoda uusia suojapaikkoja, joissa kalat voivat levätä veden virtaukselta ja joissa ne ovat samalla suojassa pedoilta. Kalojen välinen reviiritistelä myös vähenee, kun suojapaikkojen määrä kasvaa, joten samalla alueella voi olla useampia kaloja. Kiveämisellä voidaan myös lisätä virtausnopeuden vaihtelua ja siten monipuolistaa elinolosuhteita koskialueilla. Kiveäminen lisää myös karikkeen pidätyskykyä, joka parantaa pohjaeläimistöä elinolosuhteita ja parantaa samalla taimenen poikasten ravintotilannetta.

Kiveämisessä on pyrittävä käyttämään eri kokoisia kiviä, joita asetetaan yksittäin ja eri kokoisina kiviryhminä. Ingarskılanjoen kunnostuksissa käytettyjen kivien halkaisija on ollut 20 - 100 cm. Pienemmät kivet (Ø 20 - 40 cm) ovat hyviä suojakiviä eri ikäisille taimenen poikasille. Taimenen pienpoikasille tärkeillä matalilla, hidasvirtaisilla ja usein rannan lähellä sijaitsevilla elinalueilla kivi-materiaali voi vaihdella karkeasta sorasta pikkukivikkoon. Suuremmat kivet sopivat isompien taimenten asentokiviksi, joiden läheisyydestä ne löytävät suojaa ja lepopaikkoja. Yksittäin sijoitettavina kivenä Wesche (1985) on suositellut jopa 1,5 m halkaisijaltaan olevien lohokareiden käyttöä. Varsinkin suurten jokien koskissa isot lohokareet ovat tärkeitä myös maisemallisista syistä.

Kiveämisessä on mahdollisuuksien mukaan käytettävä perkauksissa uomasta poistettuja kiviä. Mikäli kiveämisen yhteydessä siirretään jo koskessa olevia kiviä, niin vesisammalkasvustojen vaurioittamista on vältettävä pohjaeläimistöä säästämiseksi.

Tulvat ja jäät voivat siirrellä koskeen asetettuja kiviä. Kivien siirtymistä voidaan pyrkiä ehkäisemään sillä, että pienten kivien joukkoon sijoitetaan myös suuria kiviä, jotka pysyvät paikoillaan suuremmassa virtausnopeudessa ja varmistavat samalla myös pienempien kivien pysymistä paikoillaan. Etenkin vuolaassa koskessa ja kallio pohjilla joitakin isoja kiviä voidaan ankkuroida uoman pohjaan kiven läpi poratulla rautatapil-

la. Isojen lohcareiden osittainen upottaminen pohjan sisään ja niiden käyttäminen rakenteiden "tukirankona" auttaa myös pohjakohoumien, suisteiden ym. kivrakenteiden paikallaan pysymistä. Yrjänä (1995) on todennut, että pikkukivisiä alueita kannattaa tehdä uoman levennyksiin ja sisäkaarteisiin, joissa virtausnopeus säilyy kohtuullisena tulva-aikanakin.

Luonnontilaisessa koskessa kiviä voi paikoitellen olla asettuneena siten, että ne työntyvät väljänä ryhmänä rannasta keskivirtaan päin. Tällainen kivi-ryhmä tarjoaa suojaa kaloille ja on myös virranohjain, joka aiheuttaa vaihtelua virran suuntautumiseen ja nopeuteen. Yrjänän (1995) mukaan Iijoen alueen uitto-erkausten entisöinnissä on käytetty karkeasta kivimateriaalista tehtyjä suisteita (virranohjaimia), joista on saatu hyviä kokemuksia hidasvirtaisten nivojen entisöinnissä. Suisteilla virtausnopeuteen on saatu vaihtelua ja usein pehmeäpohjaiseen nivaan on syntynyt sen ansiosta myös syvempiä kohtia. Koskien ja nivojen hidasvirtaisilla alueilla on kuitenkin vältettävä luomasta suisteilla tai muullakaan kiveämisellä seisovan veden alueita, joissa viihtyvät taimenen poikasia syövät petokalat kuten hauki ja made. Keinotekoisien vaikutelman välttämiseksi suisteet on tehtävä mahdollisimman luonnonmukaiselta näyttäväksi kivikoiksi.

Osa kivistä kannattaa asettaa siten, että vesi virtaa niiden yli. Kivien yli virtaava vesi pitää kivien taakse tehdyt kuopat puhtaana ja mahdollisesti myös syventää niitä. Veden pinnan yläpuolelle yltävät kivet taas auttavat jääkannen muodostumista ja estävät jään painumista pohjalle kuten Yrjänä (1995) on todennut. Kivien asettelussa on muistettava, että lähelle rantaa asetetut kivet voivat aiheuttaa rannan syöpmistä, jos kivet ohjaavat veden virtauksen kohti rantaa. Jos syöpyminen ei ole toivottavaa, voidaan se estää mm. kiveyksellä, joka voidaan muotoilla näyttämään luontaiselta rantakivikolta.

Kivisten koski- ja virtapaikkojen ja syvempien suvantojen vuorottelu on virtavesille tyyppillistä. Esimerkiksi Iijoen si-

vujouilla Yrjänän (1995) mukaan suvantojen pituus on 100 - 1500 m ja suvantojen välissä on yleensä 300 - 500 m pitkä koskijakso. Kunnostuksissa koski - suvanto -vuorottelu kannattaa palauttaa jättämällä kivettyjen koskipaikkojen välille syvempiä suvantoja. Hanski (2000) on todennut, että peräkkäiset virtapaikat ja suvannot, joiden syvyys ja leveys vaihtelevat lisäävät kaloille ja pohjaeläimille sopivia habitaatteja. Luonnonmukaisen vaikutelman aikaansaamiseksi ja rantojen syöpmisen estämiseksi uoman kiveämistä tulee tehdä vain luonnollisissa kynnyspaikoissa. Niissä rannat yleensä koostuvat eroosiota kestävästä maalajeista.

Myös kivetylelle alueelle kannattaa jättää avoimempia alueita, joissa on pienempiä kiviä, mutta suuria pintakiviä on vain muutamia tai ei ollenkaan. Erikoisten kivien ja kiviryhmien sekä avoimien alueiden vaihtelu monipuolistaa koskialuetta ja saa sen näyttämään mahdollisimman luonnonmukaiselta. Näin kivetty koski on myös kalastuksen kannalta parempi kuin kauttaaltaan kivetty koski.

6.5.2 Soraistus

Soraistamalla lisätään taimenen kutualustaksi sopivaa pohja-aluetta. Kutualueiden lähellä on aina oltava kivikkoa tai uoman on oltava muuten monimuotoinen, jotta kuoriutuvat poikaset saavat suojaa. Ingarskilanjoen kunnostuksissa kutusora on levitetty koskien niskalueille ja vedenpinnan alla olevien kivien taakse. Soraa on levitetty myös sellaisille alueille, joissa vesi nousee koskessa olevasta syvänteestä matalammalle alueelle. Nämä ovat alueita, joissa virtausnopeus hiukan kiihtyy ja hapekas vesi pääsee sorapatjan sisään. Kutualueiden läheisyydessä on kiviä ja kiviryhmiä, joiden suojassa kutukalat voivat levätä. Sorakerroksen paksuus on 20 - 50 cm. Kutusorana on käytetty raekooltaan 8 - 50 mm olevaa seulotua soraa, josta pääosa on 10 - 35 mm:n väliltä. Kutualueet on tehty sellaisille alueille koskessa, että alivirtaamien

aikana ne eivät jää kuiville eivätkä myöskään talvella jäädy pohjaa myöten. Pohjan lähellä on aina virrattava vettä, jotta mäti ei tuhoudu. Veden syvyys kutualueilla on pääasiassa 20 - 50 cm. Rautalammin reitin koskissa taimenen kutusyvytyden on havaittu olevan 15 - 105 cm (Takkunen 1993). Lohella kutupohjan syvyys on Kolin (1998) mukaan yleisimmin 0,5 - 2 m. Degerman ym. (1998) ovat todenneet, että suuret taimen- ja lohinaaraat tarvitsevat jopa 5 m²:n kutualueita pienempien naaraiden tyytyessä sitä pienempiin alueisiin. Ingarskilanjoella kutusoraikot on tehty 2 - 5 m²:n kokoisiksi.

Soran paikallaan pysymisen kannalta on hyvä, jos kutusora on raekooltaan vaihtelevaa ja sen joukossa on myös pieniä kiviä (ks. Degerman ym. 1998). Myös soraikon takana oleva suuri kivi tai kiviryhmä estää soran huuhtoutumista pois. Soran levittäminen onkin siksi hyvä tehdä kiveämistöiden yhteydessä, jolloin kutualueita ja virtausolosuhteita saadaan parhaiten muokattua niin, että sora pysyy paikallaan. Toisaalta virtauksen on kuitenkin oltava kohtalainen kutusoran riittävän läpivirtauksen varmistamiseksi ja liettymisen estämiseksi.

6.5.3 Syvänteet ja kuopat

Kutualueiden ja kivikoiden lisäksi myös veden syvyyden vaihtelu koskialueilla on vähentynyt perkausten vuoksi. Kiveäminen ja koskialueille kaivettavat kuopat lisäävät syvyysolosuhteiden vaihtelua, mikä lisää elintilaa isommille taimenille. Kuopat ja koskissa sekä muualla jokiuomassa olevat laajemmat syvänteet ovat tärkeitä elinalueita koskikalastolle varsinkin talvella, jolloin pienten virtaamien ja joen jäätyksen takia matalilla alueilla vettä virtaa hyvin vähän tai ei ollenkaan.

Kaivettujen kuoppien yläpuolelle tulee laittaa kivi tai kiviryhmä, jonka yli virtaava vesi pitää kuopan auki ja mahdollisesti syventääkin sitä (ks. Yrjänä 1995). Aina ei ole välttämätöntä tehdä kuoppia kaivamalla. Syöpyvästä materiaalista koostuvalla pohjalla luonnolli-

sempi keino on sijoittaa kiviä tai puita koskeen niin, että vesi virtaa niiden yli ja virtaus muokkaa niiden alapuolelle kuopan.

Ingarskilanjoen kunnostuksissa koskialueille on kaivettu 40 - 100 cm syviä kuoppia, joiden pinta-ala on 1 - 5 m² ympäristöstä riippuen. Myös kuoppien sijoittelussa voidaan ympäristöolosuhteet ottaa huomioon. Sopivia paikkoja isommille kaloille tehtäville kuopille on mm. rantapuuston oksiston alla ulko-kaarteissa, joihin veden virtauksen voimasta voi kehittyä laaja syväne.

6.5.4 Tiheiden vesikasvikasvustojen aukaisu

Jokien hidasvirtaisiin osiin voi kehittyä tiheä vesikasvikasvusto. Niin tapahtuu varsinkin uomissa, jotka on kaivettu leveä- ja tasapohjaisiksi ja jyrkkäluisikaisiksi. Vesi jakautuu tällaisissa uomissa leveälle alalle ja pienillä virtaamilla veden syvyys jää pieneksi, jolloin vesikasvien kasvuolosuhteet paranevat. Joen virtaama ei riitä pitämään ylileveää poikkileikkausta puhtaana. Tiheät kasvustot pidättävät kiintoainesta ja sen ansiosta nämä alueet madaltuvat lisää ja kasvillisuudelle tulee yhä paremmat kasvuolosuhteet.

Tiheä vesikasvillisuus voi olla ongelma esimerkiksi meritaimenjoessa, jos joen virtaama on pieni taimenten noustessa syksyllä kutemaan jokeen. Matalat ja tiheän vesikasvillisuuden tukkimat alueet vaikeuttavat taimenten nousua kutualueille.

Vesikasvillisuuden peittämiä alueita ei pidä avata kokonaan. Madaltuneilla alueilla tulee tehdä uoman vesikasvillisuuden sekaan kapea uoma, jossa virtaus pysyy alivirtaamallakin hyvänä. Se vähentää umpeenkasvua jatkossa. Poistamalla tiheää vesikasvillisuutta laukuitain voidaan lisätä tarjolla olevien elinalueitten monimuotoisuutta. Osittain aukaistussa uomassa voidaan myös sopivasti kiveämällä keskittää ja ohjata virtausta umpeenkasvun hillitsemiseksi. Näin on tehty esimerkiksi Ingarskilanjoella, jossa ylitieheiden vesikasvikasvustojen sekaan on niitetty noin 2 m leveä



Kuva 6.3

Ingarskilanjoen Klevbackan koski ennen ja jälkeen kunnostuksen, johon kuului mm. kiveyksiä ja uoman tukkineen vesikasvillisuuden niittoa.

Harri Aulaskari

kaista. Niittojäte on poistettava huolellisesti umpeenkasvun uusiutumisen estämiseksi. Esimerkiksi järvikortteen veteen jääneistä versonpaloista voi kasvaa uusi verso. Niitto- ja muita vesikasvien poistomenetelmiä on käsitellyt mm. Nybom (1986).

6.5.5 Uoman varjostuksen lisääminen

Peltoalueilla jokien ja purojen rannat ovat usein avoimia. Yksittäiset puut ja pensaat ja niiden muodostamat ryhmät uoman varrella elävöittäisivät maisemaa ja korostaisivat uomaa. Niiden tuomasta varjostuksesta hyötyisivät myös kalat ja ravut, sillä puut ja pensaat varjostavat uomaa kesäaikana, jolloin vesi ei saisi lämmitä liiaksi. Lisäksi niiden oksistosta putoaa ravintoa veteen. Varjostus myös estää vesikasvillisuuden kasvua ja vähentää siten uoman tukkeutumista.

Vesistön varjostuksen takia puita ja pensaita tulisi olla etenkin uoman etelärannalla, jolloin myös peltojen varjostus jää vähäiseksi.

Rannalla kasvava tiheä pensaikko voi muodostaa tulvien aikaan suisteen, joka ohjaa veden virtausta kohti vastarantaa. Jos rantapenkat ovat pehmeitä, veden virtaus voi aiheuttaa voimakasta eroosiota. Mikäli eroosiota ei voida sallia, pensaikon suistevaikutusta voidaan pienentää harventamalla tai poistamalla veteen kaatuneita oksia. Pensaikoita ei tule kuitenkaan poistaa kokonaan, jotta niiden varjostava ja maata sitova vaikutus ei häviä.

6.5.6 Pohjaeläimistön ottaminen huomioon kunnostuksissa

Jotta virtavesien ravintoketjussa ylimpänä olevien kalojen kasvu olisi turvattu,

on ravintoketjun alimpien tasojen tuotettava niille ravintoa. Siksi kalataloudellisissa kunnostuksissa olisi kehitettävä myös pohjaeläinten ja perustuottajien elinolosuhteita kuten Soimakallio & Savolainen (1998) ovat todenneet. Laasonen (2000) on antanut suosituksia pohjaeläimistöille tärkeiden asioiden ottamiseksi paremmin huomioon kunnostustöissä. Sammaliston palautumisen nopeuttamiseksi sen tuhoutumista olisi vähennettävä ja koskemattomia sammallaikkuja jätettävä jokeen. Puupatojen kehittymistä olisi autettava asettamalla suuria tukkeja jokeen. Lisäksi pohjan ja virtauksen heterogeenisyyttä olisi kasvatettava enemmän lisäämällä pohjan karkeutta ja purkamalla kaikki perkauksen yhteydessä syntyneet virtaamaa kanavoivat rakenteet. Puuainesta käytettäessä on kuitenkin varottava padottamasta virtausta liikaa erityisesti hyvin loivilla virta-alueilla ja toisaalta tulvanaroilla alueilla. Tukkien asemesta koskikivien väleihin voidaan kiilata pienempääkin puutavaraa. Pienikin oksa pidättää orgaanista materiaalia mutta ei kuitenkaan kovin nopeasti kerää virtausta liikaa hidastavia ryteikköjä.

Myös tulva tuo mukanaan juurakoi- ta ja oksia, jotka saattavat kerääntyä hidastavien poikaskivikoiden väleihin kuten Eloranta (1995) on todennut. Mikäli juurakot tai muu puuaines hidastavat liikaa virtausta poikasalueilla, tukki- vat uomaa aiheuttaen vedenpinnan haitallista nousua tai ohjaavat virtausta pehmeitä penkkoja vasten, osa puuainekses- ta pitää siirtää uoman reunoille. Uomas- sa olevaa puuainesta ei tulisi kuitenkaan nostaa kokonaan vedestä pois, sillä juu- rakot ja muu puuaines tarjoavat suoja- a taimen poikasille ja pohjaeläimille. Varsinkin pohjaeläimistön myönteisen kehittymisen kannalta on tärkeää, että jokiuomassa on orgaanista materiaalia pidättävää puuainesta (ks. Laasonen 2000).

6.6 Kunnostusten toteuttaminen ja kustannukset

Kalataloudelliset kunnostukset tehdään yleensä pääasiassa konetyönä. Pieni- muotoisia kunnostuksia voidaan tehdä myös talkootyönä (ks. Kettunen 2002). Suomessa käytetään konetöihin yleensä noin 20 tonnin painoista tela-alustaista kaivinkonetta, jolla siirretään ja asetel- laan kiviä ja soraa. Ingarskilanjoen kun- nostuksissa on esimerkiksi käytetty ns. pitkäpuomista kaivinkonetta. Sillä ulot- tui toiselta rannalta tekemään töitä koko uoman leveydeltä ja laajalla alueella, mikä vähensi koneen liikkumisesta aiheutuvia vaurioita sekä rannalla että uomassa.

Kunnostusten kustannukset voivat vaihdella huomattavasti eri kohteiden välillä. Uiton loppumisen jälkeiset kun- nostustyöt ovat olleet yleensä suurpiir- teisempiä ja kustannuksiltaan pienempiä kuin puhtaasti kalaston ja kalatalouden intresseistä lähtevät kalataloudelliset kunnostukset. Kustannuksiin vaikutta- vat myös monet muut tekijät. Esimerkik- si Iijoen sivu- ja latvavesillä noin 15 vuo- den aikana tehtyjen uiton loppumisen jälkeisten kunnostustöiden kustannukset ovat vaihdelleet 3 000 - 10 000 euroa/ha riippuen lähinnä kunnostustarpeen aihe- uttaneen perkauksen voimakkuudesta, koskien kivisyydestä ja uoman kaltevuu- desta. Iijoen kunnostuksissa tarvittavat kivet ovat löytäneet kunnostuskohteiden vierestä rannalta. Ingarskilanjoella teh- dyssä kalataloudellisessa kunnostukses- sa kohteisiin tuotiin kivet ja sora 40 km:n päässä sijaitsevalta sorakuopalta. Kive- ysten ja soraistusten lisäksi Ingarskilan- joen kunnostukseen kuului ylitieiden vesikasvikasvustojen niittoa. Kunnostet- tavien kohteiden yhteispituus oli noin 1 km ja kunnostetun alueen kokonaisve- sipinta-ala noin 0,5 ha. Kunnostuksen ko- konaiskustannukset olivat noin 20 000 euroa.

Tasapohjaisten uoman osien syvyysvaihtelun monipuolistamisessa voidaan käyttää imuruoppausmenetelmää, jota on kehitelty ja kokeiltu purokunnostuksissa mm. Kainuun ympäristökeskuksessa (ks. Virtanen & Virtanen 2000) ja Lapin ympäristökeskuksessa. Menetelmän työvoimavaltaisuudesta johtuen käyttökustannukset ovat varsin korkeat. Muista puronkunnostusmenetelmistä ja niiden kustannuksista löytyy tietoja mm. Lauttaojan pilottihankkeesta tehdystä selvityksestä (Sutela ym. 2002).

Kunnostukset pitäisi tehdä sellaisissa vesitilanteissa, että voidaan varmistua kunnostetun uoman vesittymisestä tarkoituksenmukaisesti kaikissa vedenkorkeusolosuhteissa. Kunnostushankkeet tulisikin toteuttaa vain selvästi keskivedenkorkeutta alemmissa vesitilanteissa kuten Eloranta (2000) on esittänyt. Ingarskilanjoella kunnostukset on tehty talvella maan routaannuttua, jotta rantapeltojen salaojitus ei vaurioituisi. Talvella ongelmaksi voi kuitenkin tulla hidastavien uomanosien jäätyminen. Rapualueilla kunnostukset tulee ajoittaa parhaan pyyntikauden ja ravun herkkien elämänvaiheiden ulkopuolelle. Kunnostuksia ei kannata myöskään tehdä tärkeinä kalastuskausina kuten nahkiaisen pyynnin aikaan. Lisäksi tulee välttää kunnostuksia lohikalojen kutuaikoina ja niiden mädin kuoriutumisen aikoihin sekä poikasten ollessa aivan pieniä. Yrjänä (1995) on myös todennut, että kunnostukset voidaan joutua tekemään vain viileän veden aikaan, jos kunnostuksen vaikutuspiirissä on kalanviljelylaitoksia.

6.7 Kunnostusten hoito ja kunnossapito sekä vaikutusten seuranta

Kunnostuksen jälkeiset ensimmäiset tulvat ja jäät yleensä siirtävät jonkin verran koskiin asetettuja kiviä. Myös koskeen tuotua soraa huuhtoutuu pois. Siksi en-

simmäisen talvi- ja tulvakauden jälkeen on hyödyllistä tarkistaa kunnostusalue ja korjata pahimmat puutteet. Kivien vähäinen liikkuminen ei yleensä aiheuta toimenpiteitä, mutta kutusoraikkoja voi olla tarpeellista täydentää.

Soraikkojen tarkistus on myöhemminkin tarpeellista, sillä soraikot voivat liettyä käyttökelvottomiksi veden mukana kulkeutuvasta kiintoaineesta. Jotta liettyminen olisi mahdollisimman vähäistä, on kiintoainekuormitusta syytä vähentää. Tarvittaessa kutusoraikkoja voidaan kuitenkin puhdistaa esimerkiksi talkootyönä (ks. Kettunen 2002).

Myös poikaskivikoiden kuntoa kannattaa seurata, koska niihin kertyvästä puuaineksesta voi muodostua virtausta liikaa hidastavia ryteikköjä. Kaikkia vedessä olevia puita ei kuitenkaan pidä uomasta poistaa, koska puuaines mm. tarjoaa suojaa taimenen poikasille.

Kunnostetussa koskessa tapahtuvien muutosten lisäksi myös kunnostuksien vaikutuksia voidaan seurata. Kunnostuksiin liittyvä tutkimus on yleensä perustunut poikastiheyksien kehittymisen seurantaan, jota on tehty sähkökoe-kalastamalla (mm. Saura 1999). Mikäli seurantaan ryhdytään, on panostettava kunnolliseen tutkimussuunnitelmaan ja sen toteutukseen (ks. Mäki-Petäys ym. 1999). Myös erilaisia habitaatti- eli elinympäristömalleja (mm. Lahti 1999) on käytetty kunnostusten vaikutusten arviointiin. Niitä on käytetty myös kunnostusten suunnittelun apuvälineenä.

Kunnostusten onnistuminen ei aina riipu pelkästään kunnostustoimenpiteistä. Kunnostuksen tavoitteiden saavuttamiseksi myös kalastuksenhoitotoimenpiteet ovat yleensä tarpeellisia. Vaelluskalojen luontaisen elinkierron elvyttämiseksi on esimerkiksi yleensä tarpeellista säädellä kalastusta myös syönnösalueilla ja vaellusväylillä. Ne voivat myös tarvita kunnostus- ja hoitotoimenpiteitä. Luontaisen elinkierron elvyttämiseksi tarvitaan usein myös säännöllisiä ja pitkäaikaisia poikas- ja mäti-istutuksia kuten Eloranta (1995) on esittänyt.

Kirjallisuus

- Aulaskari, H. 2000. Ingarskilajoen kunnostustarveselvitys. Helsinki, Uudenmaan ympäristökeskus. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 77. 54 s. ISBN 952-5237-60-5, ISSN 1238-7185.
- Degerman, N., Nyberg, P., Näslund, J. & Jonasson, D. 1998. Ekologisk Fiskevärd. Stockholm, Sportfiskarna. 335 s. ISBN 91-86786-32-6.
- Eloranta, A. 2000. Käytännön virtavesikunnostus - tiedettä, ristiriitoja ja kompromisseja. Suomen Kalastuslehti 107 (4): S. 8 - 11. ISSN 0039-5528.
- Eloranta, A. 1995. Kunnostuskivet eivät tuo vaelluskaloja virtoihin. Suomen Kalastuslehti 102 (8): S. 4 - 8. ISSN 0039-5528.
- Haapala, A., Mäki-Petäys, A. & Huusko, A. 1998. Lohen jokipoikasille soveltuva elinympäristö ja sen käyttö: kirjallisuusselvitys. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 146. ISBN 951-776-174-0.
- Hanski, M. 2000. Jokien rakenteellisen tilan arviointi: taustaa EU:n vesipolitiikan puitteiden toteuttamiseen Suomen virtavesissä. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 379. 94 s. ISBN 952-11-0651-4, ISSN 1238-7312.
- Jokikokko, E. 1987. Taimenmäärät Suomussalmen Piispa- ja Mustajoen kunnostetuissa koskissa Vuosina 1978-1985. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 71: 133-166.
- Jutila, E., Karttunen, V. & Niemitalo, V. 1994. Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla – Erialaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Iijoen sivuvesien koskissa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalatutkimuksia 87. 29 s.
- Kettunen, H. 2002. Elvyttämisen edellytykset ja toteutus. Julk.: Halonen, J. (toim.). Taimen – elintavat, kalastus ja suojelu. Helsinki, Edita Publishing Oy. S. 100 - 141. ISBN 951-37-3589-3.
- Koli, L. 1998. Suomen Kalat. Porvoo, WSOY. 357 s. ISBN 951-0-23123-1. 2. painos.
- Kännö, S. 1987. Kalakannan kehitys Rovaniemen maalaiskunnan Kuohunkijossa koskien kunnostuksen jälkeen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 71:97-132.
- Laasonen, P. 2000. The effects of stream habitat restoration on benthic communities in boreal headwater streams. Jyväskylä, University of Jyväskylä. Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science 88. 32 s. ISBN 951-39-0812-7, ISSN 1456-9701.
- Lahti, M. 1999. Elinympäristömalli vesistöjen kunnostusten suunnittelussa. Vantaa, Fortum Power and Heat Oy. Tutkimusraportteja 02/99. 153 s. ISBN 951-591-071-4, ISSN 1238-6006.
- Lammasaari, V. 1990. Uitto ja sen vesistövaikutukset (Floating and its effects in watercourses). Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A, 188 s. In Finnish with English abstract.
- Luhta, P.-L., Partanen, L., Hiltunen, M. & Kauppinen V. 2001. Iijoen sisävesialueen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailu vuosina 1994-1999. Voimalohi Oy, Metsähallitus ja Jaakko Pöyry Infra PSV Maa- ja vesi Oy. Tutkimusraportti. Oulu. 139 s.
- Muotka, T. & Virtanen, R. 1995. The stream as a habitat templet for bryophytes: species distributions along gradients in disturbance and habitat heterogeneity. Freshwater Biology 33: 141 - 160.
- Mäki-Petäys, A., Vehanen, T., Huusko, A. & Muotka, T. 1999. Virtavesien kunnostuksen arviointi ja seuranta. Suomen Kalastuslehti 106 (7): S. 8 - 11. ISSN 0039-5528.
- Mäki-Petäys, A., Muotka, T., Tikkanen, P., Huusko, A., Kreivi, P. & Kuusela, K. 1994. Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 80. 38 s. ISBN 951-8914-57-5.
- Nybom, C. 1986. Vesikasvien poiston koetoiminta vuosina 1972 - 1986. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 16. 79 s. ISBN 951-47-1119-X, ISSN 0783-327X.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 2001. Suomalainen harjus kutee yleiseurooppalaiseen tyyliin. Suomen Kalastuslehti 108 (6): S. 14 - 16. ISSN 0039-5528.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 1999. Harjuksen elinympäristövaatimukset virtavesissä - kirjallisuusselvitys. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 156. 23 s. ISBN 951-776-224-0.
- O'Grady, M., Duff, D. & Delanty, K. 2002. Field notes for the 13th international Salmonid habitat enhancement workshop, Wespport 2002. Irish Freshwater fisheries ecology and

management series. Dublin. 53.

- Saura, A. 1999. Sähkökalastus. Julk.: Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.). Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät: S. 135 - 145. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. ISBN 951-776-187-2.
- Siitonen, H. (toim.). 2002 Vesitaloushankkeiden hakemussuunnitelmien laatiminen. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 92. 141 s. ISBN 952-11-1080-5, ISSN 1238-8602.
- Soimakallio, H. & Savolainen, M. 1998. Rakennettujen jokien monitavoitteinen ympäristönhoito. Helsinki, Imatran Voima Oy. Tutkimusraportteja IVO-A-06/98. 94 s. ISBN 951-591-064-1, ISSN 1238-6006.
- Sutela, T, Yrjänä, T. & Luhta, P.-L. (toim.). 2002. Puron ja sen valuma-alueen kunnostus Lauttaojalla. Alueelliset ympäristöjulkaisut 284, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu.
- Takkunen, T. 1993. Järvitaimenen (*Salmo trutta m. lacustris*) kutupesien lukumäärä ja kutuympäristö Rautalammin reitin koskilla vuosina 1986 - 1989. Suomen Kalatalous 59. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. S. 11 - 19. ISSN 0085-6940.
- Valovirta, I. & Yrjänä, T. 1996. Effects of restoration of salmon rivers on the mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in Finland. Colloquim on conservation, Management and restoration of habitats for invertebrates: enhancing biological diversity. Killarney, Ireland, 26. - 29. May 1996. Council of Europe. Convention on conservation of European wildlife and natural habitats. T-PVS (96) 51, p. 38-48.
- Virtanen, K. & Virtanen, H. 2000. Pienvesistön ja sen valuma-alueen kunnostamisen pilottihanke. Kajaani, Kainuun ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 159. 67 s. ISBN 952-11-0701-4, ISSN 1238-8610.
- Yrjänä, T. 1995. Kunnostustöiden toteuttaminen ja työmenetelmät. Julk.: Yrjänä, T. (toim.). Entisten uittojokien kunnostaminen: esimerkkinä Iijoen vesistöalue: Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus, Oulun vesi- ja ympäristöpiiri. S. 39 - 49. ISBN 951-53-0091-6, ISSN 0786-9592.
- Yrjänä, T. 1998. Efforts for In-stream Fish Habitat Restoration within the River Iijoki, Finland – Goals, Methods and test Results. In de Waal, L., Large, A. & Wade, M. (toim.). Rehabilitation of Rivers: Principles and Implementation. John Wiley & Sons Ltd. Sussex. p. 239-250.
- Yrjänä, T., Myllylä, M., Torssonen, M., Luotonen, H., Kuusela, K. ja Pulliainen, E. 1988: Uittoperattujen koskien kunnostaminen - vaikutukset kalastoon ja pohjaeläimistöön. – Oulun kalastuspiirin kalastustoimisto, tiedotus nro 2. 78 s.
- Wesche, T. A. 1985. Stream Channel Modifications and Reclamation Structures to Enhance Fish Habitat. Julk.: Gore, J. A. (toim.). The Restoration of Rivers and Streams: Theories and Experience. Boston, Butterworth publishers. S. 103 - 163.

7

Eliöstön kulkumahdollisuuksien parantaminen

Anssi Eloranta, Heli Harjula, Jukka Jormola, Tapio Meisalmi & Raimo Nissinen

Uomien pituussuuntainen jatkuvuus on olennainen tekijä vesistöjen ekologisessa kokonaisuudessa. Vesivoiman käytön yhteydessä on tehty patoja, jotka estävät kalaston ja muun vesieliöstön kulkua. Lisäksi etenkin pieniin vesistöihin on tehty erilaisia rumpurakenteita, jotka haittaavat eliöiden liikkumista.

Uomien läpikulkukelpoisuuden parantamisen keinot patorakenteiden yhteydessä riippuvat mm. siitä, käytetäänkö vesivoimaa edelleen vai voidaan-ko aikaisemman vesivoiman käytön jälkeen paikalleen jääneitä pato- ym. rakenteita purkaa tai muuttaa. Lähtökohtana on käytöstä pois jääneiden patojen purkamisen, mutta esim. kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden patojen säilyttämis-

tä ja muuttamisesta kaloille kulkukelpoisiksi on sovittava ao. viranomaisten kanssa. Ratkaisuna voivat olla uomassa sijaitsevien rakenteiden osien poisto, rakenteisiin tehtävät aukot ja kalatieratkaisut tai erillisen ohitusuoman tekeminen. Eliöstön kulkua haittaavien vanhojen patojen purkamisesta on hyvänä esimerkkinä Koskenkylänjoen suualueen padon purku, jossa osa patorakenteista säilytettiin. Koskialue kunnostettiin kalataloudellisesti ja meritaimen pääsee taas noustamaan jokeen.

Monissa tapauksissa vesivoiman käyttöön ja vanhoihin rakenteisiin, kuten myllyihin ja vesisahoihin liittyy kulttuurihistoriallisia ja maisemakuvallisia arvoja, jolloin rakenteet tai ainakin vesivoiman käytön yhteydessä syntyneet suvanto- ja patolampialueet halutaan säilyttää. Tällöin tulee kyseeseen joko patorakenteiden muuttaminen kaloille nousukelpoisiksi esim. luonnonmukaisena pohjapatona tai patoja kiertävien kalateiden rakentaminen.

Moniin jokiin ollaan suunnittelemassa kalateitä. Hyviä kokemuksia on saatu ns. luonnonmukaisista kalateistä, joilla on merkitystä paitsi lohikalojen, myös heikommin uivien lajien ja lisäksi pohjaeläinten liikkumisen kannalta. Loivat ohitusuomat voivat ulkomaisien kokemusten mukaan toimia myös virtavesilajiston elin- ja lisääntymisympäristöinä. Läpikulkukelpoisuuden parantamisen yhteydessä voidaan samalla kunnostaa tai korvata voimalai-



Kuva 7.1
Koskenkylänjoen alimmasta koskesta on purettu meritaimenen kulkua estänyt pato ja koski on kunnostettu kalataloudellisesti.

Jukka Jormola

tosrakentamisen yhteydessä hävinneitä virtavesihabitaatteja.

Nousuesteiden poiston ja ohitusuomien rakentamisen yhteydessä tulisi mahdollisuuksien mukaan selvittää joki- tai puro-osuuden tila ennen nousuesteen muodostavan vesirakenteen rakentamista. Alunperinkin putousprofiililtaan jyrkästä koskesta on luonnontilassa saattanut nousta esimerkiksi vain lohi tai taimen. Kalataloudellisin perustein saataan katsoa tarpeelliseksi tehdä kalan nousua helpottavia toimenpiteitä myös luonnonkoskeen, mutta tällöin on selvitettävä, onko esteen yläpuolella ekologisen monimuotoisuuden kannalta arvokkaita, eriytyneitä eliökantoja. Ratkaisut on tehtävä tapauskohtaisesti myös kustannustekijät huomioon ottaen.

7.1 Luonnonmukaiset pohjapadot ja tekokosket

Pohjapadoilla tarkoitetaan patorakenteita, joissa aliveden pinta on patokynnyksen yläpuolella eli virtaus tapahtuu padon harjan yli. Matalia pohjapatomaisia rakenteita kutsutaan myös pohjakynnyksiksi. Luonnonmukaisissa pohjapadoissa tavoitteena on rakenne, joka muistuttaa mahdollisimman paljon luonnonkoskea (Vesihallitus 1985). Loivista luonnonmukaisista pohjapadoista käytetään myös nimitystä tekokoski. Vaihteleva pyöreämuotoinen luonnonkivirakenne ja luiskan loivuus takaavat yleensä sen, että luonnonmukainen pohjapato ja tekokoski ovat samalla kaloille ja myös pohjaeläimille läpikulkukelpoisia. Suurin osa Suomessa viime vuosikymmeninä rakennetuista pohjapadoista on tehty luonnonmukaisina pohjapatoina. Pohjapatojen rakentamisen perusteena on usein maisemakuvan tai virkistyskäyttömahdollisuuksien parantaminen tai pohjapadoilla on korvattu jyrkkä, kalan nousun estävä pato. Pohjapatoja voidaan toteuttaa myös mm. eroosion estämiseksi.

Veden ilmastamiseksi on tehty myös jyrkkiä ilmastuspatoja ja lisäksi on toteutettu säädeltäviä pohjapatoja. Mikäli padon jyrkän rakenteen säilyttäminen on

tarpeen, padon johonkin osaan voidaan tehdä loivennuksena ns. kalaluiska tai muu paikalle soveltuva kalatieratkaisu, esimerkiksi ohitusuoma.

7.1.1 Ulkomaisia pohjapatotyypppejä

USAssa on yleisesti käytössä ns. Rosgenin pohjapato, jota voidaan pitää pohjapadon ja suisteen välimuotona. Sitä käytetään voimakkaasti syöpyvissä joissa eroosion estämiseksi peräkkäisinä kynnysrakenteina (kuva 7.2). Pohjapato toteutetaan matalana muurirakenteena pitkänomaisista, lohkotuista kivipaasista. Materiaalina oleva liuskeinen kivilaji synnyttää myös alueelle tyypillisiä jyrkkiä vesiputouksia. Kynnyksen matalin kohta muodostaa alivesiuoman. Mataluus mahdollistaa eliöiden nousun yleensä myös alivesitilanteessa. Kynnys suuntautuu uoman keskeltä vinottain alavirran suuntaan siten, että kynnyksen taso kohooa rannalle päin. Kynnys voi suuntautua uoman keskeltä uoman molemmin puolin tai vain toiselle rannalle esim. ulkokaarteessa. Vinottain toteutettu, nousseva kynnys ohjaa virtauksen jyrkähkönä putouksena kohti uoman keskustaa. Rakenteen ensisijaisena tarkoituksena on pysäyttää uoman syveneminen kynnyk-



Kuva 7.2 Lohkokivistä rakennettu ns. Rosgenin pohjapato USA:ssa. Taustalla suisteita.
Jukka Jormola

Malkakosken pato

Kyrönjoen yläosan vesistötyöhön kuuluva Malkakosken pato on ensimmäisiä luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmin toteutettuja rakentamishankkeita Suomessa. Padon rakentaminen aloitettiin vuonna 1997. Nyt viimeistelytöitä vaille valmis Malkakosken pato toimii hyvänä esimerkkinä siitä, miten kalojen ja muiden vesieliöiden nousu voidaan järjestää, kun pohjapadossa tarvitaan erityisrakenteita.

Patorakenteet muodostuvat Kyrönjoen poikki rakennetusta pitkästä pohjapadosta, joka toimii tulvapatona, koskipadosta, säätöpadosta, varajuoksutusaukosta sekä niiden alapuolisesta mutkittlevasta koskiuomasta särkkineen ja lohkaresetelmineen.

Malkakosken luonnonmukaisessa pohjapadossa kosken pudotuskorkeus on porrastettu kahdeksaan altailla toisistaan erotettuun 30 cm:n korkuiseen kynnykseen. Kaikkiin altaisiin on rakennettu kalakourut, jotka mahdollistavat kalojen ja muiden vesieliöiden nousun patorakenteiden ohi jopa minimivirtaamien aikana. Kynnysten sydäminä on käytetty joko betonia tai teräsponttia. Verhoiluun on käytetty luonnonkiveä ja kynnysten muotoilussa on pyritty mahdollisimman luonnonmukaiseen lopputulokseen.

Malkakosken padosta on rakennettu maisemaan sopiva, luonnonmukainen ja monimuotoinen koskiympäristö. Luonnonmukaisten rakenteiden käytön lisäksi alueelle on pyritty luomaan ekologisesti monimuotoinen, eri eliölajeille soveltuva koskihabitatti. Rakennettuun ympäristöön on saatu jokiekosysteemille tyypillisiä piirteitä esimerkiksi kutosoraikkojen, oppopuu- ja lohkaresetelmien, suis- teiden, syvänteiden ja puronorojen avulla. Lisäksi kosken rantavyöhykkeeseen on istutettu vesikasvillisuutta ja kynnyksiin ja suisteisiin siirretty vesisammalia pieneliöiden suoja-, kiinnittymis-, lisääntymis- ja ruokailupaikoiksi. Kosken kynnys- ja allasrakenteissa on huomioitu myös koskimelojien harrastusmahdollisuudet.

Lisätietoja

Länsi-Suomen ympäristökeskus:
Kyrönjoki – Tulvat hallintaan
jokiympäristö kehittäen. Esite.

Suomen ympäristökeskus, 2003.
Malkakoski.

www.ymparisto.fi



Malkakosken luonnonmukaisen pohjapadon patorakenteita.

Jukka Jormola

sen kohdalla ja toimia uoman kevyenä porrastuksena. Toisena tarkoituksena on, että kynnyksen yli putoava vesi syövyttää hallitusti padon alle syvennyksen, joka toimii mm. kalaston oleskelupaikkana (Harjula 2003).

Rosgenin patotyyppi on ulkonäöltään selvästi rakenteellinen, vaikka padon materiaalina onkin luonnonkivi. Suomessa ei yleensä ole vastaavaa eroosiosuojaustarvetta eikä rakenne sovellu Suomeen ainakaan sellaisenaan myöskään erilaisen kallioperän takia. Rakenne on kuitenkin mielenkiintoinen esimerkki uudesta pohjapatojen käyttötavasta, jossa pohjapatoon yhdistetään suisteen ominaisuuksia ja jolla joen virtausta pyritään ohjaamaan virtavesihabitattien muodostamiseksi.

Japanissa on käytössä luonnonkivirakenteinen pohjakynnystyyppi, joka muistuttaa myös Suomessa rakennettavia pohjapatoja, vaikka onkin tarkoitettu voimakkaasti syöpyviin vesistöihin. Kivirakenteiden käyttötapaa Japanissa on kehittänyt dipl. ins. Shubun Fukudome, joka on muutoinkin tunnettu luonnonmukaisen vesirakentamisen edistäjänä Japanissa (Jormola & Järvelä 2001). Rakennettavaan pohjapatoon tai eroosiosuojausta tarvitsevaan uomaan asetellaan suuria luonnonkivijärkäleitä, jotka toimivat tukikivinä holvimaisesti niiden yläpuolelle sijoitettaville pienemmille luonnonkiville. Tällöin muodostuu erilisiä, matalia pohjakynnyksiä myös uoman keskelle. Kivet asetellaan siten, että suuret virtaamat ja veden mukana liikkuva karkea pohjasedimentti pääsevät kynnyksen yli eivätkä siirtele kiviä. Pitkälle matkalle jakautuvat, uomaan vaihtelevasti sijoittuvat matalat kynnykset mahdollistavat eliöstön helpon läpikulun ja monipuolinen kivikoko antaa japanilaiselle kivityötaidolle ominaisen luonnonmukaisen vaikutelman.

Vastaavaan tapaan rakennetaan Japanissa myös suisteita rantasuojauksiksi, joilla ohjataan veden kulkua syöpyvältä rantaosuudelta virran keskelle. Samalla on voitu saada aikaan suojapaikkoja kalastolle suisteiden taakse. Suisteita toteutetaan usein osaksi pohjapatorakennetta. Japanissa, samoin kuin USAs-

sa ja Keski-Euroopassa on suuntauksena yhdistää eroosiosuojauksen suunnittelussa monipuolisesti kynnyks- ja suisterakenteet ja pyrkiä myös vesistöjen ekologisen monimuotoisuuden lisäämiseen teknisten vesistöjen hoitotavoitteiden yhteydessä.



*Kuva 7.3
Luonnonkivien holvimaiseen aseteluun perustuva pohjakynnyksiä ja rantasuisteita Japanissa.
Jukka Jormola*

7.1.2 Pohjapatojen ja tekokoskien suunnittelu

Puron tai joen kunnostuksen yhteydessä voidaan rakentaa koskimaisia pohjapatoja eli pohjakynnyksiä. Niillä voidaan turvata riittävä alivesi, mikä voi estää luiskan sortumista, vähentää kiintoaineksen kulkeutumista tai ne voivat olla tarpeen maisemallisista syistä. Koskimainen pohjapato mahdollistaa myös kalan ja muun eliöstön kulun. Pohjapato voi korvata vanhan patorakenteen, mutta se voidaan tehdä myös vesistön porrastamiseksi. Lähtökohtana on pohjapadon sijoittaminen alkuperäisen koskikynnyksen kohdalle, jolloin maaperä on kantavaa. Koskimainen pohjapato voidaan tarvittaessa rakentaa varsin pehmeällekin pohjalle, koska kiveys ”holvaantuu” luisista johtuvan vastapainon ansiosta ja rakenteen painuminen on yleensä vähäistä.

Koskimainen pohjapato tehdään yleensä leveäharjaisena rakenteena erikokoisista luonnonkivistä ja rakenteen

tiivuus turvataan moreenilla ja suodatin-kankaalla. Pohjapato voidaan tarvittaessa tehdä myös louheesta käyttäen mursketta tiivistykseen, mutta luonnonkivet ovat suositeltavimpia padon verhoilussa. Alaluiskan kaltevuuden tulisi olla enintään 5 - 10 % ja luiskan kiveystä tulee jatkaa riittävästi alavirran puolella syöpymisen estämiseksi. Pohjapadon kynnys (leveys ja korkeus) määrää vedenkorkeudet. Joskus saattaa olla tarvetta tehdä padosta leveä, jotta vedenkorkeudet eivät nousisi liikaa padon yläpuolella suurilla virtaamilla. Pohjapato ei kuitenkaan saisi olla huomattavasti alkuperäistä omaa leveämpi, koska vedenkorkeuden vaihtelut kuuluvat luontaisesti jokivesistöihin ja koska hitaat virrannopeudet padon yläpuolella aiheuttavat mm. padon liettymistä ja vesikasvillisuuden levittäytymistä padolle. Alivirtaama-aukko helpottaa kalojen nousua vähäisten virtaamien aikana.

Pohjapatoja rakennetaan myös järvien vedennostohankkeiden ja virtavesien kunnostusten yhteydessä. Vedennostohankkeissa järven luusuaan rakennetaan sopivaan kohtaan riittävän leveä, yleensä matalahko (0,3 - 1,0 m korkea) kiinteä pohjapato. Padon ylävirran puoleinen luiska tehdään enintään kaltevuuteen 1:3 ja alavirran puoleinen luiska enintään kaltevuuteen 1:7. Säädetäviä patoja ei järvien vedennostohankkeiden yhteydessä enää nykyään juurikaan rakenneta. Virtavesien kunnostusten yhteydessä pohjapatoja rakennetaan yleensä silloin, kun joudutaan korvaamaan vanhaan vesivoimalaitokseen (mylly, saha tai sähkölaitos) kuulunut säännöstelypato ja halutaan turvata kalannousumahdollisuus. Kun tilaa on vähän, padon alaluiska voi tarvittaessa olla myös jyrkempi kuin 1:7. Pohjapatojen luiskat kivetään luonnonkivillä (halkaisija 0,1 - 1,0 m) ja muotoillaan siten, että kaloille syntyy nousureittejä. Kivien lomaan muodostuva mutkittelu virtaus mahdollistaa kalojen nousun melko jyrkässäkin pohjapadossa.

Uoman pohjan materiaalin, padonharjan korkeuden ja virtaaman suuruuden perusteella päätetään tapauskohtaisesti, tehdäänkö pohjapato pelkästään ki-

vistä ja moreenista (tai muista maalajeista) vai tehdäänkö padonharjaan tiiviste-tydän esim. teräspontista tai betonista. Joissakin tapauksissa on päädytty tiiviste-tydämen tekoon myös silloin, kun on haluttu varmistaa, että padon harjan korkeutta ei muuteta ihmisen toimesta ainakaan helposti.

7.2 Luonnonmukaiset kalatiet ja ohitusuomat

Kalatie-nimitystä käytetään yleisesti kaikista rakenteista, joilla mahdollistetaan kalojen kulku nousuesteen ohi. Kalatiet voidaan jakaa rakenteellisiin ja luonnonmukaisiin kalateihin. Rakenteellisia kalateitä ovat erilaiset kalaportaat, kalahissit ja muut pääasiallisesti tiettyjen kalalajien nousuun tarkoitettut rakenteet. Rakenteelliset kalatiet voivat olla perustel- tuja esim. kulttuurihistoriallisesti arvokaiden patorakenteiden yhteydessä tai kun luonnonmukaisiin kalateihin ei ole mahdollisuuksia esim. tilan puutteen takia. Luonnonmukaisen kalatien suunnitelussa esikuvana käytetään vilkkaasti virtaavaa puroa tai koskea. Luonnonmukai- sella ohitusuomalla tarkoitetaan kalatietä tai kalaväylää, joka kiertää patorakenteen hieman kauempaa luonnonmukaisesti toteutettuna uomana. (DVWK 1999)

Luonnonmukaisissa kalateissa ja ohitusuomissa vaihteleva ja karkea, pääasiassa eri kokoisesta luonnonkiviainek- sesta muodostuva pohjan rakenne mahdollistaa paitsi monen tyyppisten kalo- jen, myös esim. pohjaeläimistön kulke- misen, koska uomaan muodostuu kolo- ja ja tartuntapintoja sekä hitaita virran- nopeuksia. Eräiden kalalajien poikasilla ja myös äyriäisillä on todettu vaellusta ylävirran suuntaan. Tämä on tulkittu ns. kompensatiovaellukseksi, millä tarkoi- tetaan mätinä, pienpoikas- ja toukkavai- heessa tapahtuvan virran mukana ajeleh- timisen korvautumista vaelluksella ylä- virtaan (Bless 1990, Meijering 1972, Hughes 1970). Suomessa on luonnonmu- kaista kalatietä pitkin todettu kulkevan kalojen lisäksi mm. rapuja ja lintupoiku- eita (Lempinen 1999).

Aurejoen kunnostus Pirkanmaalla

Syyskesällä vuonna 2000 toteutettiin Pirkanmaalla Aurejoen kalataloudellinen kunnostustyö, johon sisältyi neljän patoalueen muuttaminen kaloille kulkukelpoisiksi. Menetelminä käytettiin pääuoman kiveämistä sekä tekokosken rakentamista, kalatien louhimista kallioon ja kalatien rakentamista padon yhteydessä olevaan entiseen uittoaukkoon. Poltinkosken tehtiin tekokoski voimalaitospadon tilalle, koska patolammen veden pinta haluttiin säilyttää.

Aurejoen Poltinkoski sijaitsee Ikaalisten kunnan alueella. Kosken putouskorkeus on yhteensä reilut 12 metriä, josta kosken alapäässä olevan myllylammen alapuolella on vajaat kolme metriä. Tämä jakautuu noin 25 metrin matkalle. Kosken alaosassa on aikoinaan sijainnut saha ja mylly. Niihin liittyneen sortuneen

voimalaitospadon tilalle rakennettiin tekokoski. Kosken niskaa siirrettiin noin 7 - 8 metriä lammelle päin. Koskenniskan sydän tehtiin teräspontista ja koskeen tuotiin runsaasti kiviainesta. Kiveämisessä käytettiin sekä kivimurskettä että luonnonkiviä yli 500 m³. Kivien paikallaan pysymisen varmistamiseksi kosken alaosan silokallioon porattiin reikiä, joihin sijoitettiin kivet paikallaan pitäviä terästankoja. Poltinkosken myllypadolla minimivirtaama on noin 500 l/s ja maksimivirtaama n. 33 m³/s. Kosken jyrkkyyden vuoksi vain vaelluskalojen voidaan varmuudella sanoa nousevan koskesta kaikilla virtaamilla. Poltinkosken tekokosken rakentamiskustannukset olivat 11 200 euroa, mihin sisältyy vanhan padon jäänteiden purku ja pois kuljetus, ponttirakenne ja kiviaines.



Aurejoen Poltinkosken myllypadon tilalle rakennettu tekokoski.

Jukka Jormola

Koveronkosken pohjapadon viimeistelyt

Lapuanjoen Koveronkosken pohjapadon viimeistely- ja maisemointityö tehtiin kevään-kesän 2001 aikana. Hankkeen yhteydessä haluttiin kerätä käytännön kokemuksia viimeistelyn käytöstä työmenetelmänä jo rakennetun pohjapadon saattamisessa monimuotoisemmaksi. Työllä kerättiin myös kokemuksia ja testattiin erilaisia työpatoja mm. Malkakosken padon viimeistelyä varten.

Maisemointityön tavoitteena oli saattaa kosken ranta-alueet muistuttamaan eteläpohjalaista jokivarsimaisemaa maanviljelysseutuineen. Pohjapadon viimeistelyllä taas pyrittiin muokkaamaan pohjapatoa ympäristöineen niin, että alue saisi maisemallisesti ja biologisesti koskiympäristöön kuuluvia piirteitä. Alueen runsas virkistyskäyttö, erityisesti koskimelonta, asetti kuitenkin viimeistelytyölle lukuisia reunaehtoja.

Kosken rakennetta monimuotoistettiin mm. kiveämällä, lisäämällä koskeen karkeaa puuainesta sekä rakentamalla koskeen pohjaeläinten habitaatteina ja kalojen kutupaikkoina toimivia soraikkoja. Kosken biologisen monimuotoisuuden lisäämiseksi alueelle siirrettiin vesisammalta kasvavia kiviä. Kivet haettiin muutama kilometrin päässä kohteesta sijaitsevasta Hourunkoskesta ja ne sijoiteltiin koskeen ryhmiiksi. Lisäksi joen luiskia ja luiskien kiveyksiä muokattiin kaltevuudeltaan vaihtelevammiksi. Ojansuut muotoiltiin lahdekeiksi ja niihin luotiin kasvi-istutusten avulla ruokailuja suojapaikkoja eliöstölle. Myös ranta-alueille istutettiin kasvillisuutta. Puulajeista suositettiin tervaleppää ja pajua, sillä niiden on havaittu sitovan hyvin rantapenk-



Koveronkosken monimuotoisuutta pyrittiin lisäämään mm. kiveämällä.

Tarja Savea-Nukala

kaa. Alueelle valittiin tyypillisiä eteläpohjalaisessa virtavesiympäristössä esiintyviä vesi- ja rantakasveja. Kasvien istutuksissa kokeiltiin hyvin erilaisia menetelmiä esim. savi- ja liejuranhoille.

Viimeistelytyöiden avulla voitiin merkittävästi parantaa kosken maisemallista- ja virkistysarvoa sekä taajamaympäristössä että tiemaisemassa. Koveronkosken pohjapadon viimeistely ja maisemointityöstä todettiin kuitenkin, että jälkikäteen tehtävä viimeistely ei ole kustannustehokkain tapa pohjapadon muokkaamiseksi biologisesti monimuotoiseksi teko- koskeksi. Erityisen vaikeaksi osoittautui mosaiikki- maisten, vaihtelevien pohjarakenteiden luominen pataalueelle rakennetun jokiympäristön, virkistyskäytön ja infrastruktuurin asettamissa rajoissa. Esimerkiksi kiviaines oli tiukasti kiinni pohjapadon rakenteessa, eikä koskea voitu alavirtaan päin kivetä riittävästi virkistyskäytön ja maantiesillan asettamien reunaehtojen vuoksi.

Puuaineksen kiinnittämiseen tulisi Koveronkoskelta saatujen kokemusten perusteella kiinnittää erityistä huomiota. Sopiva kiinnitystapa olisi esimerkiksi rungon läpi viety kierretappi tai vaijeri, joka ankkuroidaan isoihin asentokiviin. Uudisrakentamisessa runkojen päätä voidaan asettaa patorakenteisiin. Kasvi-istutuksissa ongelmia aiheutti taimien huono saatavuus. Vesi- ja rantakasvien taimia kasvatetaan Suomessa vain muutamalla taimistolla. Kasvien istuttaminen virtaavaan veteen on vaikeaa, ja niiden pysyvyys pitäisi pystyä turvaamaan. Kasvillisuutta istutettaessa on tärkeää, että istutuksissa käytetään apuna erilaisista materiaaleista tehtyjä pusseja ja kasseja joiden painoksi laitetaan kiviä. Kasvillisuutta on tarvittaessa syytä suojata kiveyksiin tai mieluiten hajoavasta materiaalista tehdyillä geotekstiileillä tms., juurtumisen helpottamiseksi.

Lisätietoja

Laita, M. 2001. Koveronkosken pohjapadon viimeistely- ja maisemointityö. Moniste. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 18 s.

Pohjan luonnonkiviverhoilu on mahdollista myös eräissä ns. rakenteellisissa kalatietyypeissä, kuten pystyrakokalatieissä, eikä näiltä osin ole syytä tehdä jyrkkää eroa luonnonmukaisten ja rakenteellisten kalateiden välillä. Luonnonmukaisiin kalateihin voidaan myös yhdistää rakenteellisia kalatieosuuksia, mutta tällöin on otettava huomioon pohjaeläinten kulkumahdollisuus ja huonosti kalateitä hyväksyvät lajit, kuten siika. Mahdolliset rakenteelliset osuudet, vedenjohtamisen säätelyyn ja kalojen nousun tarkkailuun tarvittavat laitteet jne. on suunniteltava niin, että ne eivät heikennä luonnonmukaisesti toteutettujen osuuksien toimintaedellytyksiä ja että ne toimivat halutussa tarkoituksessa myös talviolosuhteissa.

7.2.1 Luonnonmukaisten kalateiden suunnittelu ja toteutus

Luonnonmukaisten kalateiden rakenne voi vaihdella huomattavasti riippuen käytettävissä olevan tilan, virtaaman ja putouskorkeuden lisäksi myös siitä, mitä eliöitä kalatien tai ohitusuoman kautta halutaan kulkevan. Tärkeä merkitys kalatien rakenteeseen on myös sillä, mille alueelle kalatie rakennetaan. Jos kalatie rakennetaan savikkoalueelle, jossa ei luonnostaan ole lainkaan kiviä tai kiviä on hyvin vähän, ei kalatietä ole ehkä järkevää rakentaa kivisenä koskena, vaan on syytä pyrkiä loiviin ratkaisuihin. Alueilla, joissa maaperässä on runsaasti kiviä (esim. Pirkanmaa ja Keski-Suomi) tulee luonnonmukaisten kalateiden mallina käyttää alueilta löytyviä perkaamattomia luonnollisia koskialueita.

Luonnonmukainen kalatie voidaan olosuhteista riippuen tehdä joko padon ohi kiertäen tai sopivasta kohtaa patorakenteen kautta. Suomessa saatujen kokemusten mukaan luonnonmukaisen kalatien sopiva kaltevuus on 3 - 6 % ja enintään 10 %, riippuen nousevasta kalalajista. Kalatien jyrkkyys on sovitettava nousevien kalalajien mukaan. Kalatie tehdään puromaisena uomana luonnonmukaisesti kiveämällä erikokoisista ki-

vistä, mutta siinä voi olla myös betoniisia tukirakenteita.

Kalatien uoma pystytään yleensä tekemään kaivamalla ja tarvittavin osin pengertämällä. Patorakenteen yhteydessä voi kuitenkin olla tarpeen tehdä tukiseinämä betonista tai kivistä. Jos kalatie tehdään tien alitse, silta-aukon tai rummun tulee olla riittävän suuri ja rakenteena ympäristöön sopiva. Kalatien vesileveys riippuu virtaamasta. Joessa se voi yleensä olla täydellä virtaamalla 4 - 6 m ja purossa 2 - 4 m, mutta siinä voi olla myös levennyksiä ja sivuvirtauksia. Kynnysten kohdalla ja yleensäkin vähällä virtaamalla vesileveys jää kapeammaksi.

Kalatien uoma porrastetaan kiveämällä kynnyksin ja altain, joiden korkeuseroa loivennetaan altaiden virtakivillä. Uudeltamaalta saatujen kokemusten mukaan sopiva korkeusero varsinaisten altaiden välillä on yleensä 0,4 - 0,6 m. Pienempää eroa kuin 0,2 m ei ole tarkoituksenmukaista käyttää eikä suurempi kuin 0,8 m ole suotavaa, vaikka virtaus-ta voitaisiin mutkitellakin kynnysten välillä. Kynnykset tehdään siten, että niissä on keskellä tai toisella laidalla matalampi kohta. Virtakiveykset tehdään siten, että virtauskohdat korostuvat. Uoman ja kynnysten tiiveys turvataan suodatinkankaalla ja murskeella, mutta kalliopohjalla voidaan käyttää myös betonointia. Kiveykset vahvistetaan tarvittaessa kiilapulteilla tai betonilla kestämään tulvavirtaamat. Kalatien yläkynnys tehdään tarvittaessa suljettavaksi rakenteeksi, ja mikäli säännöstelyn yläraja on porrastettu eri vedenkorkeuksille, yläpää joudutaan tekemään esim. kahtena eri haarana.

Kalatien virtausjärjestelyt riippuvat kohteen virtaamista ja vedenkorkeuksista yläkynnyksen mukaan. Säännöstelypadon yhteydessä sopiva kalatien mitoitusvirtaama on 0,7 - 1,0 m³/s säännöstelyn ylärajalla. Kalatien tulisi olla auki kalojen nousuaikana, mutta muulloin riittää sopiva läpivirtaus (esim. 0,1 m³/s). Talvella pelkästään tiettyjen lajien nousuun suunniteltu kalatie voidaan tarvittaessa sulkea kokonaankin energiamene-

tyksen vähentämiseksi, mutta läpi vuoden johdettava virtaus on suositeltavaa. Pohjapadon yhteydessä kalatien mitoitustavirraama määräytyy sopivan vedenkorkeuden mukaan, huomioon ottaen tulvavirtaamien rajoittaminen tarvittaessa. Pienessä purossa virtaus voi tapahtua kokonaankin kalatien kautta.

7.2.2 Luonnonmukaiset ohitusuomat uusina virtavesihabitaatteina

Vesivoiman käytön takia rakennetussa jokivesistössä voimalaitosten padotus muodostaa nousuesteen, mikä on muutannut ratkaisevasti esim. entisten lohi- ja taimenjokien kalastorakennetta. Porrastetussa jokivesistössä habitaattirakenne on lisäksi muuttunut, kun alkuperäiset koskialueet ovat jääneet patoaltaiden alle tai ne on kaivettu alakanavaksi. Kysymystä nousuesteiden voittamiseksi on toistaiseksi tarkasteltu Suomessa lähinnä vaeltavien virtavesilajien, kuten lohen ja meri- ja järvitaimenen nousun mahdollistamiseksi yläpuolisille luonnontilaisille jokiosuuksille, esimerkiksi Kemijoen vesistössä Ounasjokeen. Porrastetuissa joissa lisääntymiselle soveltuvia alueita on vähän, joten nousu luonnontilaisille tai kunnostetuille lisääntymisalueille onkin keskeistä lisääntyvän kannan muodostumisen kannalta. Lohikalojen kutu ja poikastuotanto voi rakennetulla jokiosuudella olla periaatteessa mahdol-

lista jäljelle jääneissä pääuoman virtapainoissa, joiden kunnostusmenetelmiä on selvitetty mm. Oulujoella (Yrjänä ym. 1999). Sivuvesistöjä on mahdollista kunnostaa lisääntymisvesistöinä, kiinnittäen erityistä huomiota pääuomassa liikkuviin lajeihin.

Lisäksi uutena näkökulmana on syytä tarkastella mm. vesipuidedirektiivin kannalta mahdollisuuksia luoda rakennettuihin pääuomiin uusia lohikalojen kutuun ja poikastuotantoon soveliaita virtavesihabitaatteja samalla kun kalateitä ollaan toteuttamassa. Poikastuotantoon soveltuvien ohitusuomien rakentaminen on keino toteuttaa voimalaitosrakentamiseen liittyviä korvaushabitaatteja, jotka voivat joltakin osalta kompensoida rakentamisen yhteydessä tuhoutuneita koskialueita.

Ulkomaisia suosituksia luonnonmukaisten ohitusuomien suunnittelusta

Kalateiden maksimikaltevuutena pidetään Saksassa 5 % (DVWK 1999). Jyrkisissä kalateissa suositellaan laajempia levähdysaltaita vähintään kahden nousumetrin välein. Suuntauksena on kuitenkin loivien, jokien luontaisia sivu-uomia muistuttavien ohitusuomien rakentaminen (ks. kuva 7.5). (Hanski & Jormola 2000). Voimalaitosten ja myllypatojen ohituksia järjestettäessä Tanskassa suositetaan nykyisin pääsääntöisesti luonnon-



Kuva 7.4

Koekalastus Kvak Møllebækkin pienessä myllyn ohitusuomassa Tanskassa, koekalastajana Jan Nielsen, Vejle Amt (vasen kuva). Noin 8 metrin matkalta saatiin yhteensä 12 kpl 0- ja 1-vuotiaita taimenenpoikasia (oikea kuva).

Lasse Järvenpää



Kuva 7.5

Freudenaun voimalaitoksen ohitusuoma Itävallassa, Wienin kaupungin kohdalla on toteutettu loivana, puromaisena uomana siten, että se toimii myös Tonavan uutena sivuhaarana.

Jukka Jormola

mukaisia loivia ohitusuomia. Ohitusuomien kaltevuus on yleensä 1 - 2 %, joisakin tapauksissa kuitenkin 3 - 4 % (Nielsen 1994). Loivissa uomissa ei tarvita kynnyksiä, vaan uoman verhoilumateriaalin aiheuttama virtausvastus pitää yllä pyörteilevää virtausta. Ohitusuomien loivuuden perusteena nähdään paitsi kalojen nousu esteen yli, myös ohitusuomien merkitys kalojen elin- ja lisääntymisympäristöinä. Useissa ohitusuomissa on Tanskassa havaittu lohikalojen pysyvää oleskelua ja lisääntymistä. Pienessä Kvak Møllebæck -puron ohitusuomassa (putouskorkeus 4,3 m, uoman leveys 0,5 - 1,3 m, uoman pituus 260 m), on ensimmäisinä vuosina rakentamisen jälkeen todettu elävän meritaimenia 2 kpl/m², viime vuosina paikoitellen jopa 6 kpl/m². Kutemista havaittiin pian uoman valmistumisen jälkeen uomaan tehdyissä kutusoraikoissa (Nielsen 1994). Kesäkuussa 2003 nähdyssä koekalastuksessa uomasta saatiin 0- ja 1-vuotiaita taimenenpoikasia (kuva 7.4) (Järvenpää 2003).

Storå-joessa Tanskassa sijaitsevan Holstebrom voimalaitoksen ohitusuomaan (nousukorkeus 5 m, ohitusuoman pituus 650 m, nousuosuuksien kaltevuus 1 %) on tehty kolme kutusoraikkaa, joiden pituus on 20 m ja kaltevuus 0,4 % (Jormola & Pajula, 1999). Soraikoissa on todettu lohikalojen tekemiä kutukuoppia

ja koekalastuksissa on saatu lohien poikasia. Ohitusuoma toimii nousuväylänä monille lajeille, myös mm. siialle, joka ei mielellään käytä kynnystettyjä, hyppäämistä edellyttäviä uomia. Tutkittaessa Holstebrom ohitusuoman virtaamien soveltuvuutta eri kalalajeille on todettu optimaaliseksi virtaamaksi 1 m³/s mm. lohelle, meritaimenelle, ahvenelle ja hauelle, kun taas siika pystyy käyttämään uomaa yhtä hyvin myös 0,4 m³/s virtaamalla (Jørgesen 1992).

Kokemuksia luonnonmukaisista kalateistä Suomessa

Luonnonmukaisten kalateiden rakentamisesta ja toimivuudesta on kokemuksia Suomessa useissa ympäristökeskuksissa. Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella on toteutettu luonnonmukaisia kalateitä mm. Vantaanjoessa, Porvoonjoessa, Mustijoessa ja Sipoonjoessa (ks. Tietoa tiiviisti 14). Koekalastuksissa on todettu useimpien vesistöissä esiintyvien kalalajien pystyvän käyttämään kalateitä. Havainnot siian noususta kuitenkin puuttuvat. Vantaanjoen suulla on luonnonmukaisena kalatienä toteutettu luonnonkosken ohitus, jota lohiet ja meritaimenet käyttävät. Taimenien oleskelua on todettu ylempänä Vantaanjoen Nukarin kosken kalatiessä.

Kotimaisten kokemusten perusteella voidaan päätellä, että pelkästään kalan nousun näkökulmasta myös suhteellisen heikosti uivien kalojen nousu voimalaitosten ohi voitaisiin haluttaessa toteuttaa ulkomaisten suositusten maksimikaltevuuksilla tai jopa selvästi jyrkemmällä ja siten myös vähän tilaa vievillä luonnonmukaisilla kalateillä. Ainoastaan siika on merkittävä laji, jota ei ole tavattu Suomessa toteutetuissa jyrkähkoissa kalateissä. Siikaa varten kalatiet tulisi suunnitella loivina esim. Tanskassa saatujen hyvien kokemusten pohjalta. Myös virtavesihabitaattien kompensaaion näkökulmasta olisi syytä pyrkiä suositusten mukaisiin loiviin ratkaisuihin. Loivia ja jyrkkiä osuuksia voidaan myös yhdistellä, ellei siian tapainen erityislaji aseta sille esteitä.

Luonnonmukaiset kalatiet: kokemuksia Uudellamaalla ja Pirkanmaalla

Viime vuosina kalojen nousun edistämiseksi tehdyt rakenteet ovat olleet enenevässä määrin luonnonmukaisia. Luonnonmukaisia kalateitä on rakennettu esimerkiksi eri puolille Pirkanmaata ja Uttamaata. Toimenpiteillä on mahdollistettu kalojen ja muiden vesieliöiden nousu ennen nousuesteinä toimineiden rakenteiden ohi sekä parannettu virtavesieliöstön elinolosuhteita ja lisätty koskimaiseman arvoa.

Brasaksen luonnonmukainen kalatie Uudellamaalla

Porvoossa, Mustijoella sijaitseva luonnonmukainen Brasaksen kalatie on tehty vedenhankintaa varten rakennetun padon yhteyteen. Kalatie on rakennettu kivistä ja tiivistetty suodatinkankaalla. Kivet on pyritty asettelemaan epätasaisesti luonnonmukaisen vaikutelman aikaansaamiseksi. Rakennusmateriaalinsa ja muotoilunsa kannalta kalatie onkin luonnollisen kosken kaltainen. Kalatien pituus on 50 metriä ja korkeusero 2,5 metriä, joka on kalojen nousun helpottamiseksi porrastettu viidellä kynnyksellä 0,5 metrin nousuihin. Patopenkereen kohdalla kalatie kulkee myös 15 metriä rumpurakenteen sisällä. Brasaksen kalatien virtaama on 1,0 m³/s säännöstelyn ylärajalla. Virtaama riippuu padon yläpuolisen altaan vedenkorkeudesta. Kalatien kautta virtaava vesimäärä ei rajoita vedenottoa padolla.



Brasaksen kalatie Mustijoella.
Pasi Lempinen

Kokemuksia Uudenmaan kalateiden toimivuudesta

Uudenmaan ympäristökeskus tutki vuonna 1998 Brasaksen kalatien toimivuutta yhteistyössä Porvoonseudun kalastusalueen ja Porvoon ympäristönsuojelutoimiston kanssa. Kalatien ylimmän kynnyksen yläpuolelle asetettiin pyydys, johon kalatiehen nousseet kalat uivat ja josta ne oli mahdollista kerätä laskettaviksi ja mitattaviksi. Tutkimusjakson aikana pyydyksessä havaittiin yhteensä 14 eri kalalajia, joista yleisimmät lajit olivat: lahna *Abramis brama*, pasuri *Blicca bjoerkna*, ahven *Perca fluviatilis* ja särki *Rutilus rutilus*. Muista kalalajeista mm. lohi *Salmo salar* ja taimen *Salmo trutta* nousivat kalatien kautta padon ohi. Brasaksen sekä samassa tutkimuksessa mukana olleen Siipoonjoen Brobölen luonnonmukaisen kalatien (pituus on 40 m, putouskorkeus 3,5 m eli kaltevuus 8,75 % ja virtaama on 0,35 m³/s) havaittiin toimivan hyvin, sillä eri kalalajit ja hyvin monenkokoiset kalat pystyivät kalatien kautta nousemaan aikaisemmin nousuesteinä toimineiden patojen ohi, jopa hyvin pienillä virtaamilla (0,1 m³/s). Kalojen lisäksi myös nahkiaisten ja rapujen sekä vesilintupoikueiden on havaittu käyttävän luonnonmukaisia kalateitä hyväkseen. Luonnonmukaisten kalateiden kustannukset ovat Uudenmaan ympäristökeskuksessa toteutetuissa, suhteellisen jyrkissä kalateissa olleet alle 20 000 euroa nousumetriä kohti.

Luonnonmukaiset kalatiet Pirkanmaalla

Luonnonmukaisia kalateitä on ainakin Pirkanmaalla tehty kohteissa, joissa kalannousu-äylyä ei ole padon suuren putouskorkeuden ja/tai uoman rakenteen (kapeus, kalliisuus tai muu este) johdosta pystytty rakentamaan pääuomaan. Rakenteellisia kalatietiemalleja käytetään Pirkanmaalla enää vain ääritapauksissa, kun luonnonmukaiset kalatievaihtoehdot eivät tule kyseeseen esimerkiksi tilanpuutteen tai huomattavan putouskorkeuden takia.

Pirkanmaalla luonnonmukaisten kalateiden mallina on käytetty perkaamattomia, kivisiä luonnonkoskia. Perinteinen kaavaomainen kynnyksiin ja altaisiin perustuva malli maksimi- ja minimivirtaamiseen on pyritty korvaamaan luonnonkoskien kaltaisilla rakenteilla, joissa kaloille on useita kulkuväyliä, jotka vaihtelevat virtaamien muuttuessa.

Pirkanmaan kohteet on kunnostettu pääosin kiveämällä, niin että kosken sijoiteltu kiviaines on suurimmaksi osaksi samaa materiaalia, joka on aikoinaan perkausten yhteydessä nostettu pois uomasta. Muutamissa kohteissa kosken niskaa on ollut tarpeellista tukea teräspontin tai suodatinkankaan avulla. Kivet on aseteltu paikalleen melko karkeasti, sillä jäiden ja kevättulvien arvellaan siirtelevän kiviä jonkin verran ennen niiden asettumista paikoilleen. Kivien sijaintia on myös tarpeen tullen mahdollista korjailla jälkikäteen. Kalan kulusta on tehty silmämääräisiä havaintoja, joiden mukaan kaikki kalalajit pystyvät nousemaan useimpia kalateitä pitkin, vaikka kalateiden kaltevuudet jäävätkin paikkapaikoin melko suuriksi.

Myllyjoen Lanakosken luonnonmukainen kalatie

Hyvänä esimerkkinä Pirkanmaalla toteutetuista luonnonmukaisista kalateistä on syksyllä 2002 valmistunut Myllyjoen Lanakosken luonnonmukainen kalatie. Settilankuilla suljetun betonipadon yläpuolelle on avattu sivu-uoma, josta vettä johdetaan viiden käytöstä poistetun kala-altaan kautta. Kala-altaiden väliset kannakset on avattu ja ne on muotoiltu kiviainesta käyttämällä tekokoskiksi. Lanakosken kalatien virtaama on n. 50 l/s. Korkeuseroa kalatiellä on 2,5 metriä ja se jakautuu noin 120 metrin matkalle. Ohitusuoman rakentamiskustannukset olivat yhteensä 8 500 euroa.



Myllyjoen Lanakosken luonnonmukainen kalatie, jossa kalojen kulkuväylät vaihtelevat virtaamien muuttuessa.

Auri Sarvilinna

Lisätietoja

Lempinen, P. 1998. Sipoonjoen ja Mustijoen kalatietutkimus 1998. Uudenmaan ympäristökeskuksen moniste 54. ISBN 952-5237-33-8. ISSN 1238-7185.

Ympäristöhallinto 2003.
Luonnonmukaiset kalatiet Pirkanmaalla
www.ymparisto.fi

Habitaattinäkökulman merkitys kalateiden vaihtoehtojen valinnassa

Keskeisenä syynä tarkastella luonnonmukaisten ohitusuomien rakentamismahdollisuuksia jo kalateiden yleissuunnittelun yhteydessä on uomien edellyttämä tilavaraus ja riippuvuus olemassa olevista vapaista maa-alueista voimalaitosten yhteydessä. Kalateitä saatetaan katsoa tarvittavan suuressa joessa tulevaisuudessa joen molemmille rannoille. Tällöin luonnonmukaisena toteutettavan ohitusuoman sijoitusmahdollisuudet ovat rajatunmat kuin rakenteellisten kalateiden. Luonnonmukaiset ohitusuomat vaativat etenkin loiviksi rakennettuina enemmän pituutta ja tilaa kuin rakenteelliset kalatiet, mutta vastaavasti on mahdollista saada aikaan uutta kalaston hoitoa edistävää koskipinta-alaa. Luonnonmukaisten ohitusuomien aluevarauksista kannattaa huolehtia, jotta niiden toteuttaminen olisi mahdollista, kun pyritään rakennetun vesistön hyvään ekologiseen tilaan vesipuitedirektiivin näkökulmasta. Toisarvoiseksi katsottavan maapinta-alan muuttaminen uudeksi virtavesialueeksi mahdollisimman laajalta alalta on jokivesistön kunnostuksen kannalta toivottavaa. Luonnonmukaisten ohitusuomien toteutuskustannusten voidaan ajatella jakautuvan sekä kalan nousun järjestämisen että korvaushabitaattien toteutuksen kesken.

Toisena näkökulmana kalatievaihtoehtojen tarkastelussa ovat juoksutusvirtaamat. Samalla juoksutuksella, esim. $1 \text{ m}^3/\text{s}$, joka tarvitaan rakenteelliseen kalatiehen, voidaan luonnonmukaisessa ohitusuomassa mahdollistaa kalan nousun lisäksi myös virtavesihabitaattien muodostuminen. Vastaavasti, mikäli kalateiden toteutuksessa päästään suositusten mukaiseen virtaamaan 1 - 5 % joen keskivirtaamasta (DVWK 1999), olisi virtaus luontevinta johtaa luonnonpuron tai joen sivu-uoman tapaista ohitusuomaa pitkin. Luonnonmukaiset ohitusuomat voidaan suunnitella hyvin vaihteleville virtaamille, niin että myös voimalaitoksen ohijuoksutusta voidaan johtaa ohitusuoman kautta. Kalateihin johdetaan vettä usein kuitenkin vain tiettyyn kalo-

jen nousu-aikaan ja muulloin ne ovat kiviä. Suomessa tehtyjen havaintojen mukaan luonnonmukaiset kalatiet voidaan saada ainakin pienempien kalojen osalta toimimaan nousun kannalta myös varsin vähäisillä virtaamilla. Talviaikaisista virtaamaa voidaan haluttaessa pienentää siten, että uomassa elävä kalasto, esim. pienpoikaset pystyvät elämään alivirtaamaolosuhteita varten suunnitelluissa uoman osissa, vaikka uoma ei olikkaan aina kaikille lajeille läpikulkukelpoinen.

Ohitusuomien toteutusvaihtoehtoja voimalaitosympäristöön

Luonnonmukaisia kalateitä on toteutettu Suomessa toistaiseksi vain suhteellisen pieniin jokivesistöihin. Seuraavassa tarkastellaan mahdollisuuksia rakentaa luonnonmukaisia kalateitä ja loivia ohitusuomia myös rakennetuksi vesistöiksi luokiteltaviin jokiin, joissa on voimalaitoksia. Kalateiden alapää tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle voimalaitoksen tulovirtausta, jolloin ne ovat parhaiten kalojen löydettävissä. Luonnonmukaisen ohitusuoman alapää suositellaan tehtäväksi sen verran viettäväksi, että saadaan aikaan sopiva houkutusvirtaus alapuoliseen vesistöön (DVWK 1999). Jos voimalaitoksen ohi juoksutetaan vettä kaloille merkittävinä nousu-aikoina, ohitusuoma tulisi johtaa säännöstelypadon alle, mihin kalat kokoontuvat ohijuoksutustilanteessa. Etuna luonnonuoman hyödyntämiselle voi olla myös pienempi korkeusero esim. säännöstelypadolle tarvittavassa kalatiessä, kun osa korkeuserosta muodostuu luonnonuoman koskista tai pohjapadoista. Kun voimalaitos on erillään luonnonuomasta, säännöstelypadolle voidaan harkita toista ohitusuomaa, jota pitkin voidaan johtaa samalla luonnonuoman minimijuoksutus.

Voimalaitoksissa, joissa pitemmän koskijakson korkeusero on hyödynnetty kaivamalla alakanava, muodostaa alakanavaluiska vaikeimman osuuden luonnonmukaisen ohitusuoman toteutukselle. Riittävän loivuuden aikaansaa-

miseksi ohitusuoma täytyy kaivaa ja pengertää alakanavan rinteeseen voimalaitokselta loivasti alavirran suuntaan nousevana. Luiskien jyrkentäminen uoman ylä- ja alapuolella voi vaatia suojaamista esim. kiveyksellä tai kasvillisuuteen perustuvilla suojausmenetelmillä, tarvittaessa tukimuuriosuuksilla. Uoman pituus alakanavaosuudella riippuu valittavasta uoman kaltevuudesta, siten että esim. kahdeksan metrin korkuisessa alakanavaluiskassa 1 % kaltevuus edellyttää yhteensä 800 m ja 2 % kaltevuus 400 m kaivupituutta. Jyrkemmillä kalatietyypeillä alakanavaluiskaan kaivettava uomaosuus vastaavasti edelleen lyhenisi. Uoman suuntaa voidaan kääntää luiskassa esim. tekemällä väliallas käännoispisteeseen. Uoman jyrkkyys, koko ja verhoilu luonnonkivillä suhteutetaan eri kalalajien vaatimusten mukaisiin virran nopeuksiin ja veden syvyyskuviin luonnonmukaisia uomia koskevien laskentakavojen avulla (DVWK 1999) tai luonnonmukaisia uomia koskevilla virtausmalleilla. Koska luonnonmukaisten ohitusuomien verhoilumateriaali on helposi liikuteltavaa, voidaan uomien virtausolosuhteita ja toimivuutta säädellä kivien asettelulla kokeilujuoksutusten ja käyttökokemusten perusteella. Tarvittaessa uoman tiivistämiseen voidaan käyttää esim. suodatinkangasta ja mursketta samaan tapaan kuin toteutetuissa kalateissa ja pohjapadoissa.

Alakanavaluiskan yläpuolella ja voimalaitosten lähialueella maastosuhteet ovat yleisesti loivasti viettäviä ja tilaa on runsaammin, jolloin loivien, mutkittlevien uomaosuuksien ja varsinaisten kutuhabitaattien ja pienpoikasalueiden aikaansaaminen on helpommin mahdollista kuin alemmalla uomaosuudella. Uoman leveys voi olla laskennallisesti 1 m³/s virtaamalla jopa 10 m (DVWK1999), joten uoman pinta-alamääräytyy lähinnä käytävissä olevasta maa-alasta ja toisaalta rakentamiskustannuksista. Loivien uomaosuuksien kustannukset ovat arvioitavissa normaalien kaivu- ja verhoilukustannusten ja kalaloudellisissa kunnostuksissa toteutetun habitaattien rakentamisen pohjalta. Alemmat ja mahdollisesti jyrkemmät uo-

maosuudet voidaan suunnitella vanhempien poikasten ja suurempikokoisten kalojen oleskelua ajatellen esim. siten, että uomassa olevat levähdysaltaat sekä yksittäiset ja rantojen suojana olevat kivet toimivat samalla kalojen suoja- paikkoina. Uomien suunnittelussa voidaan soveltaa pieniin uomiin kehitettyjä habitattimalleja.

Uomien linjaus voi vaatia voimalaitosten läheisyydessä teiden alituksia. Uomien yläpää voidaan eri voimalaitosalueilla linjata yleensä yläaltaiden patojen sivua siten, että itse patorakenteisiin ei tarvitse koskea. Patoturvallisuusnäkökohdat on otettava suunnittelussa huomioon. Uomien yläpäiden sijoittamisessa on syytä harkita myös, onko uoma mahdollista saada toimimaan myös kalojen alavasvareittin. Pohjoisissa olosuhteissa on otettava lisäksi huomioon talviaikainen juoksutus ja uoman jäätyminen. Uoman loivuus ja karkea kiviverhous edistävät jääkannen muodostumista pääosaan uomasta, mikä estää hyydetulvien muodostumista.

Kaiken tyyppiset kalatiet tuovat matkailullista mielenkiintoa voimalaitosympäristöihin ja suurikokoisen kalan nousu samalla koko jokilaaksoon. Luonnonmukaisilla ohitusuomilla olisi paitsi ekologista, myös maisemakuvallista merkitystä virtavesiaiheina, jotka yhdistävät alakanavat ja yläaltaiden suvannot. Ohitusuomien avulla voidaan parantaa karujen alakanavien ilmettä ja muuhun voimalaitos- ja patoympäristöön saadaan aikaan mutkittlevia, leveämpiä virtavesialueita. Vaihtelevasti muotoiltuina ja luonnonkivillä verhoiltuina ne voivat tuoda korvausta voimalaitosrakentamisen yhteydessä hävinneelle koskimaisemalle.

7.3 Eliöstön kulku tierumpujen suunnittelussa ja asentamisessa

Tienrakennuksessa käytetään yleisesti rumpurakenteita etenkin ojien, purojen

ja pienten jokien ylityksissä. Maamme rumpurakenteiden kokonaislukumäärää ei tiedetä, mutta arviot liikkuvat useissa sadoissa tuhansissa. Rumpurakenteilla voi olla huomattavia luonnontaloudellisia haittavaikutuksia: vääränmallinen tai väärin asennettu rumpurakenne saattaa vaikeuttaa vesieliön kulkua tai katkaista vaellusväylän kokonaan. Ongelmia voidaan kuitenkin ehkäistä ennalta rakentamisen yhteydessä. Olemassa oleviin rakenteisiin on myös mahdollista löytää parannuskeinoja.

Erilaisia rumpurakenteita ovat tielaitoksen käsitteistön mukaan rummut (halkaisija alle kaksi metriä) sekä putkisillat (halkaisija yli kaksi metriä). Suomessa käytetään pääasiassa betonista, muovista tai teräksestä valmistettuja, pyöreitä, pisananmuotoisia tai puolipyöreitä rumpurakenteita. Ekologiselta kannalta huonoimmaksi ovat osoittautuneet pyöreät rakenteet. Uusista rumpurakenteista ympäristöystävällisimpänä pidetään teräskaarista ja betonianturoista rakentuvaa holvisiltaa.

Ekologisesti ja esteettisesti arvokkaalla alueella suositeltava valinta vesistön ylittäväksi rakenteeksi on silta tai hol-

visilta (kaarisilta). Näin turvataan uoman luontaisen pohjan säilyminen, luonnollinen uomaleveys sekä rakenteen alitusmahdollisuus niin vettä kuin rantakaisiakin myöten. Tällaisella alueella olevat vanhat putkirummut tulisi mahdollisimman nopeasti korvata siltaratkaisulla.

Vaellusesteongelmien voittamiseksi on kehitelty rakenteita tai ratkaisuja, jotka mahdollistavat vesieläinten liikkumisen vaellusesteiden ohitse. Tällaisia enemmän tai vähemmän keinotekoisia rakenteita voidaan kutsua myös bioväyliksi. Eliöstön kulun mahdollistavia rakenteita ovat mm. porrasmaiset kalatiet, erilaiset ohitusuomat, kalaluiskat sekä myös ekologisesti muotoillut ja asennetut rummut ja siltaratkaisut. Yleisesti kahta elinympäristöä yhdistävästä vyöhykkeestä käytetään nimitystä ekologinen käytävä.

7.3.1 Rumpurakenteisiin liittyviä ekologisia ongelmia

Nykyinen rumpurakenteiden suunnittelu ja rakentaminen eivät pysty riittävä-



Kuva 7.6

Paddajoen silta Utsjoella on sekä maisemallisesti että ekologisesti onnistunut siltaratkaisu, joka mahdollistaa myös lohenoikasten vaelluksen ylävirtaan.

Anssi Eloranta

ti turvaamaan etenkin pienten virtavesien ympäristöarvoja. Pienet, tulvavesien poisjohtamista tai tieliittymiä varten perustetut ojarummut on yleensä tehty ilman minkäänlaista viranomaislausuntoa tai -tarkastusta. Ympäristökeskuksilta pyydetään rumpulausuntoa yleensä valtionavustuspäätöstä varten. Lausunnon suositukset koskevat kuitenkin pääosin rakenteen vedenjohtamiskykyä ja aukkokokoa, alikulkukorkeutta, perustamissyvyyttä sekä mahdollista ympäristölupaviraston luvantarvetta. Biologin ohjaus ja valvonta eivät ole kuuluneet aiempaan lausuntoprosessiin.

Rumpurakenteet voivat väärin valittuina tai asennettuina aiheuttaa sekä ekologisia että maisemallisia ongelmia, joista merkittävien lienee vesieliöiden läpikulun estyminen. Ongelmat vielä korostuvat vähävetisinä aikoina. Kulkuesite voi aiheutua seuraavista tekijöistä:

- Rumpurakenteen aukko on liian korkealla alapuoliseen uomaan nähden (kuva 7.7.A).
- Vesisyvyys rumpurakenteen sisällä on vähäinen (kuva 7.7.B).
- Rumpurakenteen alapuolinen alue on epäselvä, matala ja kivien

täyttämä (kuva 7.7.C).

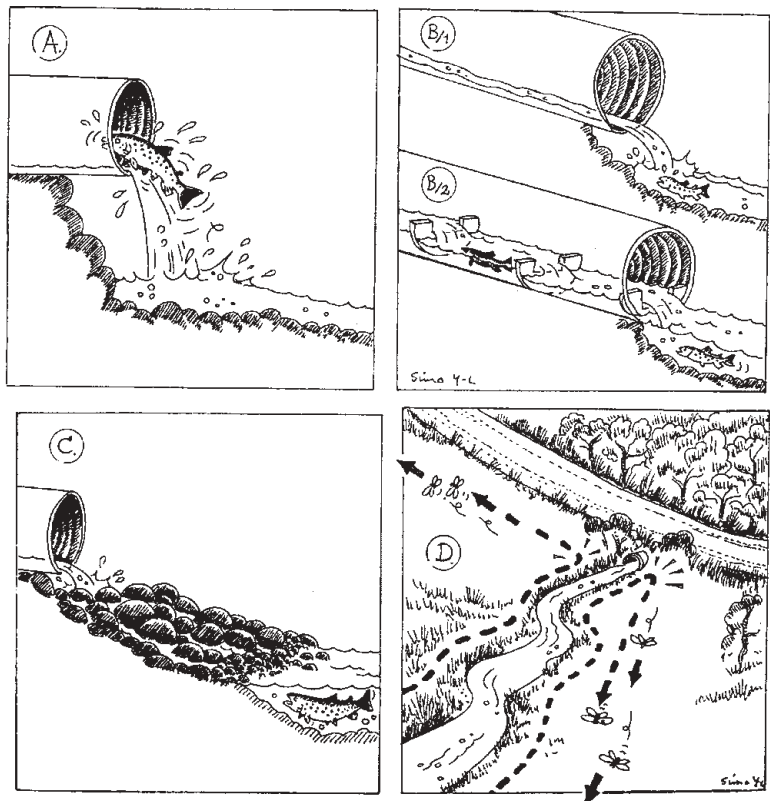
- Rumpurakenteen huolimaton perustaminen on kiihdyttänyt eroosiota, jolloin alapuoliset suvantoaltaat ovat täyttyneet ja jokisuut ovat mataloituneet kulkukelvottomiksi.
- Putken halkaisija on liian pieni ja/tai kaltevuus liian suuri, jolloin virtausnopeus rakenteessa kiihtyy eliöiden uimakykyä suuremmaksi.
- Pitkät, suojarakenteettomat ja sileäpintaist rummut muodostavat nousuesteen useimmille vesieliöille.
- Kuiva maakaista puuttuu: esim. saukko tarvitsee vedenpäällisiä kulkukaistoja silta- ja rumpurakenteen sisällä.
- Uomassa, rumpurakenteiden ylä- tai alapuolella ei ole riittävän hidasta virtausta, syvää ja suojaista aluetta nousurasituksista palautumiseen.

Ruotsalaisten selvitysten mukaan rantapensasto ja rumpuvalli voivat harhauttaa ylävirtaan munimaan lentäviä vesihyönteisiä ja estää niitä näkemästä jokiuoman kulkua (Spansk 1997) (kuva 7.7 D).

Kuva 7.7

- A) Liian korkealle perustettu rumpuputki haittaa eliöstön kulkua.
 B) Vähäistä vesisyvyvyyttä (B/1) voidaan lisätä putken sijoitettavilla virtaushidastimilla (B/2).
 C) Lähestymisalue voi mataloitua uimakelvottomaksi putken alle kasautuneen karikkeen, maa-aineksen ja kivien vuoksi.
 D) Jokiuoman kulun peittävä rumpualue voi harhauttaa yläjuoksulle munimaan pyrkivän vesihyönteisen. Hyönteinen voi lähteä seuraamaan jopa vesipintaa muistuttavaa tieuraa. (Eloranta 2000)

Simo Yli-Lontinen



7.3.2 Lämpökulkukelpoisuuden parantamiseen tähtäviä toimenpiteitä

Edellisessä kappaleessa kuvatut ongelmat tulisi ottaa huomioon rumpurakenteiden suunnittelussa, tyyppivalinnassa, sijoitustavassa ja kunnossapidossa. Tiedon on kuljettava niin tieviranomaisille, tiekunnille, silta- ja rumpulausunnon laatijoille kuin yksittäisille isännillekin. Tavoitteena tulee olla kulkukelpoisuus kaikille vesieliöille pahimpia tulvakautia lukuun ottamatta. Uimakyvyltään heikoimman avainlajin vaatimukset ovat ratkaisevassa asemassa. Lausunnonantoon ja työnohjaukseen tulisi sisällyttää ekologinen tarkastelu.

Ekologisesti ja esteettisesti vähämerkityksellisillä alueilla ratkaisuksi voidaan hyväksyä siltarakennetta halvempi ja veden poisjohtamiseen painotettu ratkaisu. Sekä uusilta että korjattavilta rakenteilta tulisi kuitenkin vaatia ns. ekologiset minimivaatimukset:

- Virtavesien ylitystä vältetään aina, kun mahdollista.
- Vesistöylitysten määrä tulisi minimoida ja ylityspaikat sijoittaa hidasvirtaisille suvantoalueille.
- Rummun minimihalkaisijan tulee olla 80 cm, jos vesistöissä on kaloja.
- Aukkokoon tulisi olla niin suuri, että perustaminen riittävästi vesiuoman pohjan alapuolelle on mahdollista.
- Rakenne perustetaan niin syväälle, ettei alapuolelle synny missään tilanteessa putousta. Rummun alapuolista uomaa voidaan myös kynnystää koskimaisella kiveyksellä ja syvemmällä lähestymisaltaalla, josta vesieläimet voivat sujuvasti siirtyä itse rumpurakenteeseen.

- Rummun pohja täytetään luontevalla ja läpikulkua helpottavalla materiaalilla.
- Rumpurakenteen perustaminen ajoitetaan elo-syyskuulle pohja-eläimistön ja vaelluskalojen kannalta pahimpien riskien välttämiseksi.
- Vältetään pyöreiden rumpuputkien perustamista hienojakoiseen, lajittuneeseen maaperään, tai rakentaminen edellyttää ainakin huuhtoutumisen tehokasta estämistä ja rakenteen hyvää eroosiosuojausta.
- Rummun kaltevuuden tulee olla < 1 % ja virtausnopeuden < 0,8 m/s. Myös liian pitkä rumpu ja uoman voimakas kuristus voivat jo yksistään olla vaelluseste useimmille vesieliöille.
- Rumpurakenteen perustaminen tehdään siten, että vesisyvyys rummun sisällä kaikissa vesiolosuhteissa on vähintään 20 cm.
- Mikäli rummun pituus ylittää 20 metriä, kaloille tulisi luoda erityisiä levähdysaltaita.
- Pienen vesisyvyyden ja voimakkaan virtausnopeuden ongelmaa voidaan vähentää putkeen kiinnitettävillä rakenteilla (kuva 7.7.B/2), joihin tosin liittyy monia huolto-ongelmia.

Kulkukelpoisuuden varmistamiseksi tarvitaan rakennuskohteen asianmukaista viimeistelyä ja asiantuntijan tekemää tarkastusta. Tärkeää on myös rumpurakenteen kunnossapito, jonka tarkoituksena on taata rakenteen toimivuus sekä ehkäistä uoman syöpymisongelmat, haitallisten matalikkojen syntyminen ja rumpuaukkojen umpeutuminen.

Kirjallisuus

- Bless, R. 1990. Die Bedeutung von gewässerbaulichen Hindernissen im Raum-Zeit-System der Groppe (*Cottus gobio* L.). – *Natur und Landschaft* 65, s. 581-585. ref. DVWK 1999.
- DVWK 1999. Kalateiden suunnittelu- ja mitoitusohjeet. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 62.164 s. ISBN 952-11-0513-5. ISSN 1238-8602.
- Eloranta, A. 2000. Tierumpu voi katkaista vaellusväylän. *Suomen kalastuslehti* 2000 (7). s. 32 - 35.
- Hanski, M. & Jormola, J. 2000 (toim.). Luonnonmukainen vesirakentaminen Sveitsissä ja Itävallassa. Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 187. ISBN 952-11-0730. ISSN 1455-0792.
- Harjula, H. 2003. (toim.) Kosteikkoja ja jokikunnostuksia U.S.A.:ssa. www.ymparisto.fi
- Jormola, J. ja Pajula, H. (toim.). 1999 Luonnonmukainen vesirakentaminen Saksassa ja Tanskassa. Suomen ympäristökeskuksen moniste 137. Helsinki. 56 s. ISBN 952-11-0389-2. www.ymparisto.fi
- Jormola, J. & Järvelä, J. 2001. Vesiluonnon ennallistusta ja puistojen vesiaiheita Japanissa, matkakertomus. www.ymparisto.fi (WWW viitattu 16.6.2003)
- Järvenpää, L. 2003. Virtavesien kunnostusta ja voimalaitosten ohitusuomia Tanskassa. www.ymparisto.fi
- Jørgesen, J. 1992. Fiskepassage ved Holstebro Vandkraftvaerk. Undersøgelse af fisks opstøms passage af, och gydesucces på stryget ved Holstebro Krafftvaerk. Ringkjøbing amtskommune. 22 s.
- Lempinen, P. 1999. Sipoonjoen ja Mustijoen kalatietutkimus 1998. Uudenmaan ympäristökeskuksen moniste 54. Helsinki. 36 s.
- Nielsen, J. 1994. Vandløbdfiskenes verden – med Biologen på arbeide. G.E.C Gads Forlag, København. 202 s. ISBN 87-12-02630-1.
- Spansk, Ö. 1997. Vägtrommor – vandringshinder. Vägverket, region Norr. 22 s.
- Vesihallitus 1985. Pohjapatojen suunnittelu. Vesihallituksen monistesarja 336. 142 s. ISBN 951-46-8424-9.
- Yrjänä, T., Lahti, M. ja Kamula, R. 1999: Kunnostustoimien vaikutus virtakalojen elinalueeseen ja saaliiseen Oulujoen Laukassa. Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan laboratorion julkaisuja. A5. 35 s.

8

Eroosion ja sedimentaation hallinta

*Jarmo Huhtala, Petri Kuosku, Tapio Rautiainen,
Lasse Sampakoski & Auri Sarvilinna*

Eroosio määritellään aineksen irtautumiseksi maa- tai kallioperästä veden, tuulen, jään tai painovoiman kuljetettavaksi. Eroosioprosessit jaetaan usein kolmeen eri vaiheeseen: aineksen irtautumiseen, kulkeutumiseen ja kasautumiseen. Eroosion maaperästä irrottama kiintoaine kulkeutuu veden mukana joko tasaisesti maanpinnalla tai keskittyneesti uomissa. Virtausnopeuden vähetessä veden mukana kulkeva kiintoaine alkaa sedimentoitua, eli laskeutua uoman pohjalta. (Seuna & Vehviläinen 1986)

Maatalous on muuttanut monilla tavoin vesistöjen luonnontilaa (ks. luku 3.2). Viljelyn vuoksi kuormitus on kasvanut, sillä pelloilta huuhtoutuu vesistöihin kiintoainetta ja ravinteita. Kuivatustoiminta, kuten uomien kaivaminen ja suoristaminen ovat köyhdyttäneet vesiluontoa ja lisänneet uomien syöpymistä. Eroosion lisääntyminen heikentää vedenlaatua ja aiheuttaa uoman liettymistä ja madaltumista suvantoalueilla, joihin veden mukana kulkeutuva kiintoaine lopulta laskeutuu. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002)

Maatalousalueiden vesistöjen tilaa voidaan parantaa ehkäisemällä kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista pelloilta vesistöihin. Huuhtoutumista voidaan vähentää viljelykäytäntöjä muuttamalla, perustamalla vesistöjen varsille suojavyyhykkeitä, laskeuttamalla valtaojissa kulkeutuva kiintoaine ennen sen päätymistä vesistöihin kosteikkojen ja laskeutusaltaiden avulla sekä vesistöjä

kunnostamalla. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002)

Maatalousalueiden kaivettujen uomien luonnontilaa voidaan pyrkiä parantamaan palauttamalla hallitusti uomiin niiden luontaisia kulumis- ja kasautumisprosesseja. Uomien kunnostus ja uoman luontaisen dynamiikan palautuminen monipuolistavat virtausolosuhteita uomassa, mikä puolestaan ehkäisee uomien liettymistä. Kun vielä huolehditaan valuma-alueelta tulevan kiintoainekuormituksen vähenemisestä ja kunnostusalueelta lähtevän kiintoaineen pysäyttämisestä, on mahdollista sekä vähentää eroosiohaittoja uomissa että niiden alapuolisissa vesistöissä ja parantaa uomien vedenlaatua.

8.1 Eroosion vähentäminen ja maatalousalueiden perattujen uomien kunnostus

Eroosio on aiheuttanut ongelmia maatalousalueiden peratuissa uomissa pääasiassa aiemmin annettujen ohjeiden ja käytettyjen työmenetelmien takia. Kaltevasa maastossa nopeasti virtaava vesi syövyttää suoristetun uoman pohjaa ja poikkileikkaukset saattavat paikoin syöpyä jopa moninkertaisiksi uoman alkuperäiseen poikkileikkaukseen verrattuna. Suvantomaisilla osuuksilla ja jokien lasku-

kohdissa yläjuoksulta syöplynyt kiintoaine alkaa laskeutua ja aiheuttaa pohjien liettymistä, jolloin uoman vesisyvyys vähenee.

Sekä lisääntynyt uomaerosio että uomien liettyminen aikaansaavat samennushaittaa ja heikentävät maatalousalueiden uomien veden laatua. Luonnon monimuotoisuuden kannalta maatalousalueiden peratut uomat ovat hyvin yksipuolisia elinympäristöjä. Ne ovat poikileikkaukseltaan yksipuolisia ja tasavyvyisiä ja niistä on yleensä perkauksen yhteydessä poistettu uomaa monipuolistavat tekijät esimerkiksi mutkat, puuaines ja kivet. Myös lisääntynyt kiintoainekuorma ja ravinnekuormitus heikentävät eliöstön elinolosuhteita ja muuttavat eliöyhteisöjen rakennetta virtavesissä (Wood & Armitage 1997).

8.1.1 Maatalousalueiden eroosion tutkimus Suomessa

Eroosion voimakkuus ilmenee maatalousalueilla käytännössä jokien savisameutena ja runsasravinteisuutena (Mansikkaniemi 1982). Toistaiseksi maatalousalueiden eroosiota on tutkittu Suomessa melko vähän (Puustinen 1999). Kiintoainekuormituksen määriä on kuitenkin selvitetty jokivirtaamista (mm. Mansikkaniemi 1982), pienten valuma-alueiden virtaamista (mm. Tikkanen ym. 1985, Pietiläinen & Ekholm 1992) sekä joiltakin peltoalueilta (mm. Mansikkaniemi 1982). Liuskeisen saven eroosiosta ja toisaalta pysyvyydestä eroosiota vastaan on havaintoja muutamista eteläsuomalaisista purovesistöistä, Nuuksion Myllypuroilta ja Tuusulanjärveen laskevalta Vuohikkaanojalta.

Pietiläinen ja Ekholm (1992) selvittivät cesium-isotooppien pitoisuuserojen avulla uomassa kulkeutuvan kiintoaineen alkuperää Kurinkrotin valuma-alueella Lounais-Suomessa. Tutkimuksen mukaan uomassa kulkevasta kiintoaineesta keskimäärin 90 % (vaihteluväli 66 - 100 %) oli peräisin peltojen pinta- maasta. Uomaerosion osuus vesistön kiintoainekuormittajana jäi siis hyvin vä-

häiseksi. Hyvin samansuuntaisia tutkimustuloksia on saatu myös Etelä-Englannista, jossa 95% jokivesistöön liuenneesta kiintoaineesta oli joutunut vesistöön maatalousalueiden pintaerosion vuoksi (Peart & Walling 1986).

8.1.2 Luonnontilaisten uomien eroosio

Luonnontilainen uoma pyrkii tilaan, jossa uoman luontainen dynamiikka, eli aineksen syöplyminen ja kasautuminen, on tasapainossa. Eroosio syö maa-ainesta etenkin uoman mutkien ulkokaarteista ja pohjasta. Irtautunut kiintoaine etenee virtaavan veden kuljettamana uomassa veteen liuenneena, suspendoituneena ja pohjaa pitkin kulkeutuen. Virtausnopeuden laskiessa veden mukana kulkeva kiintoaine alkaa laskeutua. Hiljaisen virtauksen aikana meandereiden suojasivuilla ja suvantoihin saattaa kasautua laajojakin särkkiä, jotka taas tulvien aikana voivat lähteä liikkeelle. Sedimentti kerrostuu viimeistään joen laskiessa järveen tai mereen, jolloin joen mukanaan kuljettamasta materiaalista kasautuu delta eli suisto.

Maaperä vaikuttaa suuresti uomissa tapahtuvan eroosion määrään. Eri raekokoluokkiin kuuluvat sedimentit erodoituvat ja kulkeutuvat veden mukana eri tavoin. Raekoon suureneminen vähentää eroosiota. Helpoimmin erodoituvat ainekset ovat raekooltaan noin 0,2 mm. suuruisia. Kaikkein hienoin aines, esimerkiksi savi, ei kuitenkaan hiukkasten välisen koheesioita erodoidu yhtä helposti kuin hieman karkeammat maalajit. (Seuna & Vehviläinen 1986)

Suomessa eroosio on luontaisesti voimakasta lähinnä hiekka- ja hiesu- maastossa kulkevissa joissa. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat Lounais-Suomen hiesualueiden jokien syöplyttämät syvät v-laaksot sekä jokien ja purojen meandereit, joita ulkokaarten suurempi virranopeus kasvattaa (Seuna & Vehviläinen 1986). Uomaerosio aikaansaa myös koskikynnysten kulumista sekä jokitörmien sortumista. Jokien mukanaan kuljetta-

man kiintoaineen kasautuminen taas aiheuttaa paikkapaikoin liettymistä. Eroosiomateriaalin kasautuminen ja maankohoaminen aiheuttavat esimerkiksi Pohjanlahden rannikolla jokisuiden jatkuvaa ruoppaustarvetta. (Kenttämies ym. 1996, Jormola 2003)

8.1.3 Eroosion lisääntyminen ihmistoiminnan seurauksena

Maaperän hyötykäyttö on monin paikoin lisännyt eroosiota luontaiseen verrattuna. Suomessa eroosio on lisääntynyt erityisesti maa- ja metsätalousalueilla viljelymenetelmien muuttumisen ja metsien ojituksen seurauksena (Mansikkaniemi 1982, Kenttämies ym. 1996). Maa- ja metsätalouden lisäksi myös vesistöjen rakentaminen, tulvasuojelu- ja peruskuivatushankkeet sekä perattujen uomien syöpyminen ovat lisänneet eroosiota.

Sortumat

Eroosio on perinteisesti nähty vakavana haittatekijänä, erityisesti alueilla, joissa eroosio on luontaisesti voimakasta. Konkreettisimpana uhkana ovat jokitörmien sortumat, joiden mukana jokeen sortuu viljelymaata ja teitä, pahimmassa tapauksessa jopa rakennuksia (Siren 1985). Sortumat ovat tyypillisiä erityisesti hieka- ja hiesumaastossa kulkevissa joissa, joita on esimerkiksi Lounais-Suomessa ja Pohjanmaalla.

Sortumia tapahtuu yleensä voimakaiden sateiden tai runsasvetisen kevään jälkeen, kun joen vesi on nopeasti laskenut, mutta maaperä sisältää kuitenkin samanaikaisesti vielä runsaasti kosteutta. Maaperän kosteus lisää jokitörmään kohdistuvaa kuormitusta ja aiheuttaa sortuman. Rantojen sortumia on kahta päätyyppiä. Jyrkkä ranta voi lohjeta tai valua jokeen, jolloin ranta loivenee ja säävuttaa tasapainotilan. Toinen sortumatyyppe on ns. liukupintasortuma, jossa ranta-alue painuu alaspäin ja joen pohja nousee samanaikaisesti ylös. Jokien perkaus ja pengerrys ovat lisänneet eroosiota ja jokirantojen sortumisriskiä. (Siren 1985)

Kaivettujen uomien eroosio

Peltojen peruskuivatuksen yhteydessä on usein perattu tai kokonaan suoristettu purovesistöjä mm. salaojituksen edellyttämän kuivatussyvyyden saavuttamiseksi ja pienialaisten painanteiden kuivattamiseksi (Jormola 2003). Ympäristöhallinnon peruskuivatusohjeissa kehoitettiin kaivamaan valtaojat huomattavasti luonnontilaista puroa leveämmäksi ja syvemmäksi. Perkausten yhteydessä uomista poistettiin yleensä myös uoman rakennetta monipuolistaneet mutkat, kasvillisuus ja kivet uoman vedenjohtokyvyn varmistamiseksi.

Mutkien ja uoman virtausoloja monipuolistavien elementtien puuttuessa uoman luontainen kulumiseen, kulkeutumiseen ja kasautumiseen perustuva



Kuva 8.1

Perattua, alkuperäisestä poikkileikkauksestaan moninkertaiseksi syöpynyttä uomaa Nuuksion Myllypuroilta. Uoman pohja on kauttaaltaan uomasta erodoituneen hienoaineksen peitossa.

Auri Sarvilinna

eroosidynamiikka muuttuu. Mutkien suoristaminen lisää uoman pituuskaltevuutta ja virtaus syövyttää uoman pohjasta lisää ainetta mukaansa, erityisesti maaperän ollessa hienojakoista. Perattujen uomien jatkuvaluonteinen eroosio on aiheuttanut ongelmia erityisesti kaltevasa maastossa ja vesistöjen latvaosissa, jossa peratut uomat ovat saattaneet syöpyä moninkertaisiksi alkuperäiseen perkauspoikkileikkaukseensa verrattuna. (Järvenpää 2002)

Yläjuoksulla voimistunut eroosio näkyy joen alajuoksulla lisääntyneenä sedimentaationa. Yläjuoksulta tulevan eroosiomateriaalin lisäksi myös pintamaan eroosiosta aiheutuva kiintoainekuormitus aiheuttaa liettymistä maatalousalueiden uomissa. Vähäinen virtausnopeus ei sedimentaation lisääntyessä riitä pitämään uomaa puhtaana ja uoma alkaa täyttyä. Uoman täyttymisen vuoksi sen vetokyky ja kuivatustehokkuus heik-

kenevät ja kuivatus- ja tulvasuojeluhödyn säilyttämiseksi uomia joudutaan tiettyin väliajoin perkaamaan uudestaan (Hanski 2000). Vesien suojeleminen voidaan kuitenkin nähdä myös myönteisenä asiana, sillä se pysäyttää uomassa olevan eroosioaineksen kulkeutumisen.

Maatalousalueiden kuivatushankkeet ja niihin liittyvä elinympäristöjen häviäminen, pohjien liettyminen ja vedenlaadun heikkeneminen ovat monin paikoin heikentäneet virtavesien eliöstön elinolosuhteita. Lisääntynyt sedimentaatio ja veden samenneminen voivat liettää kalojen kutusoraikkoja ja haitata mädin ja kalojen poikasvaiheiden kehittymistä. Pohjan laadun ja virtausolosuhteiden muuttuminen voi myös aiheuttaa muutoksia uoman pohjaeläinlajistossa ja kasvillisuudessa (Wood & Armitage 1997). Vesisyvyyden madaltuessa ja virtauksen hidastuessa virtavesien kasvillisuus al-

Kuva 8.2

Perattua kiintoaineen ja kasvillisuuden täyttämää uomaa Myrskylän Hevonjalla Itä-Uudellamaalla.
Heli Harjula



kaa korvautua seisovien vesien lajistolla. Lisäksi kuivatus on vähentänyt myös vesistöihin ja luonnonuomiin kuuluneita kosteikkoja ja tulva-alueita (Maa- ja metsätalousministeriö 2002).

Vedenlaadun heikkeneminen maatalousalueiden pintaerosion seurauksena

Maatalousalueiden vesistöjen vedenlaadun heikkenemistä on Suomessa tutkittu lähinnä pelloilta huuhtoutuvan ravintekuormituksen selvittämiseksi. Kiintoainekuormituksen vaikutusta veden laatuun on maassamme tutkittu vain vähän. Savimailla eroosio aiheuttaa vedenlaadun heikkenemistä ja lisää vesistöjen kiintoainekuormitusta. Maatalousalueilta liikkeelle lähtenyt kiintoaine paitsi samentaa ja liettää vesistöjä, myös rehevöittää niitä. Pelloilla lannoitteena käytetty fosfori sitoutuu voimakkaasti maahiukkasiin ja huuhtoutuu erodoituvan maan pintakerroksen mukana helposti vesistöihin (Puustinen 1999). Liettymis- ja sammennushaittaa sekä uomien vedenlaatua on pyritty maatalousalueilla parantamaan uusien maatalouskäytäntöjen avulla esimerkiksi lisäämällä peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä, perustamalla vesistöjen varsille suojakaistoja ja vyö-



Kuva 8.3
Perattu uoma pyrkii palautumaan mutkitteluksi luontaisten eroosioprosessien vaikutuksesta. Kuva Monikonpuron sivuhaaralta Espoosta.
Jukka Jormola

hykkeitä, sekä kiintoainetta ja ravinteita pidättäviä kosteikkoja ja laskeutusaltaita (Puustinen ym. 2001).

8.1.4 Eroosion hyödyntäminen kaivettujen uomien kunnostuksessa

Eroosion on yleensä katsottu aiheuttavan haittoja erityisesti maatalousalueiden uomissa. Viime aikoina eroosiota on kuitenkin alettu tarkastella myös uutena kiinnostavana mahdollisuutena maatalousalueiden perattujen uomien monimuotoisuuden lisäämiseksi. Uoman luontaisten eroosioprosessien, kulumisen ja kasautumisen dynamiikan palauttaminen ja eroosion hyödyntäminen esimerkiksi perattujen ja suoristettujen uomien ennallistamisessa ja kunnostamisessa kuuluvat jo merkittävänä osana esimerkiksi Keski-Euroopassa tehtävään vesistöjen kunnostus- ja hoitotyöhön. Suomessa eroosiota voitaisiin hyödyntää esimerkiksi maa- ja metsätalousalueilla perattujen purojen ja valtaojien kunnostuksessa. Menetelmä soveltuu hyvin maanomistajien omiin tai esimerkiksi talokootoihin perustuviin hankkeisiin, sillä konekaivua ei välttämättä tarvita (Jormola 2003).

Luonnonmukaisen vesirakentamisen eräänä tavoitteena on monimuotoisuuden lisääminen erityisesti jo kertaalleen suoristetuissa ja peratuissa uomissa. Eroosion avulla uoman linjausta voitaisiin pyrkiä palauttamaan ilman koneellista kaivua vähitellen, uoman luontaiseen dynamiikkaan perustuvia prosesseja hyödyntämällä. Samoin voitaisiin lisätä uoman monimuotoisuutta myös peratun uoman puitteissa esimerkiksi alivesitilanteissa.

Suoristetut uomat muuttuvat eroosioprosessien vuoksi ajan kuluessa luonnostaankin mutkitteluksi. Sopivissa olosuhteissa kehitys on havaittavissa jo muutamien vuosien kuluttua perkauksesta, erityisesti alivesivirtaamien aikaan. Palautumiskehitystä ilmenee erityisesti alueilla, jossa maaperä on riittävän karkeaa ja helposti sedimentoituvaa. Veteen suspendoituneet savihiukkaset sensijaan

kulkeutuvat helposti vastaanottavaan vesistöön saakka, joten savimaaperässä kasautumis- ja kulumisprosessit ovat usein hitaita. Eroosion avulla kunnostaminen edellyttääkin riittävän karkeaa maaperää, jotta ainakin osa uomasta syöpyvästä aineksesta myös kasautuu kunnostettavalle alueelle.

Kulumista ja kasautumista voidaan ohjata haluttuihin kohteisiin esimerkiksi suisteiden avulla. Suiste on kivistä, puunrungosta, pajurakenteista tms. tehty, uomaan asetettu este, joka ohjaa virtausta uomassa. Pienissä uomissa ohjausvaikutuksen kohdistaminen on suuria uomia helpompaa, ja jo rannalla kasvavat, veteen ulottuvat pajut voivat toimia riittävinä suisteina (Jormola ym. 1998, Maa- ja metsätalousministeriö 2002).

Alavien maiden halki virtaavissa suoristetuissa ja peratuissa uomissa yläjuoksulta erodoitunut kiintoaine aiheuttaa usein uomien liettymistä. Uoman luontaisen eroosioprosessien, aineksen kerääntymisen, kulkeutumisen ja kasautumisen, hallittu palauttaminen sitä vastoin monipuolistaisi uoman morfologiaa ja virtausolosuhteita. Toimenpiteillä voitaisiin myös lisätä uoman itsepuhdistuskykyä, vähentää uusintaperkausten tarvetta ja parantaa uoman vedenlaatua. Kunnostuskohteiden alapuolelle on kuitenkin tarpeellista perustaa kosteikko tai laskeutusallas tai vaihtoehtoisesti rakentaa uomaan pohjakynnyksiä, jotta uomasta erodoituva materiaali saadaan pysäytetyksi kunnostetulle osuudelle. Virtausolosuhteiden ja pohjan rakenteen monipuolistuminen mahdollistaisi myös entistä monipuolisempien kasvi- ja eläinyhteisöjen levittäytymisen alueelle.

Kuivatustoiminnan yhteydessä suoristettujen uomien kunnostaminen ja luonnontilan palauttaminen on Suomessa uutta. Suoristettuihin uomiin liittyvä tutkimus tulisi suunnata erityisesti suoristettuihin purovesistöihin. Maatalousalueiden vesistöjä varten tulisi kehittää sellaista uomaprofiilien malleja, joiden toiminta perustuisi riittävän vedenjohtokyvyn turvaamisen ohella uoman luontaiseen kulumisen ja kasautumisen tasapainoon kuivatushyödyn kuitenkin toimenpiteistä kärsimättä.

Tutkimuksessa olisi keskeistä selvittää vesiensuojelulliset perusteet maatalousalueiden perattujen uomien kunnostamiselle sekä tutkia uusien uomaprofiilien ja uomalinjausten vaikutusta uomien luonnontilan monimuotoistamiseksi sekä uomien liettymisen ja uudelleenperkaustarpeen vähentämiseksi. Lisäksi tulisi selvittää syöpykö uomista enemmän materiaalia uomien kaivun ja uusintaperkausten vuoksi, kuin luontaisen uomaerosion vaikutuksesta. Menetelmien toimivuutta ja vesistöissä kunnostuksen vuoksi tapahtuvia muutoksia tulisi selvittää ja seurata eri puolille maata perustettavien koekohteiden avulla.

8.2 Rantojen eroosiosuojaukset

Eroosio kuuluu tärkeänä osana jokisysteemien luontaiseen dynamiikkaan. Luontainen eroosio luo virtavesiin usein monipuolisen habitaattirakenteen, jonka olemassaolosta monet eliölajit ovat riippuvaisia. Eroosiohaittojen ehkäisyn kannalta olisi ihanteellista, että ranta-alueille jätettäisiin riittävän leveä vyöhyke, jossa rantaviiva saisi liikkua vapaasti ja kasvillisuus kehittyä luontaisen sukkesiokehityksensä mukaisesti.

Joskus rantojen suojaaminen eroosiolta on kuitenkin välttämätöntä, sillä voimakas, ihmistoiminnan seurauksena lisääntynyt, esimerkiksi vesistöjen säännöstelystä johtuva eroosio voi aiheuttaa huomattavia haittoja asutukselle ja muille rantojen käyttömuodoille. Lisäksi liiallinen eroosio voi johtaa vedenlaadun heikkenemiseen, mistä puolestaan voi aiheutua haittoja vesien eliöyhteisöille. Eroosioherkillä alueilla tarpeelliset rannansuojaustoimenpiteet tulisi kuitenkin toteuttaa siten, että niiden muut ympäristövaikutukset jäisivät mahdollisimman pieniksi. (Mustonen 2001, Muotka ym. 2003)

Eroosiosuojausten ekologisia vaikutuksia voidaan vähentää esimerkiksi luonnonmukaisten, kasvillisuuden käyttöön perustuvien ns. insinööribiologisten menetelmien avulla (Jormola ym. 1998).

Suomessa luonnonmukaisia eroosiosuojauksia on kokeiltu esimerkiksi Pirkanmaan, Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan vesistöissä.

8.2.1 Pienten uomien eroosiosuojaus

Maa- ja metsätalousalueiden pienissä, kaivetuissa uomissa eroosion määrää ja uoman sortumisherkkyyttä voidaan vähentää kivistä rakennettujen pohjakynnysten avulla. Pohjakynnykset myös lisäävät uoman vesisyvyyttä, mikä parantaa uoman itsepuhdistuskykyä. Voimakkaasti syöpyvissä uomissa voidaan pohjakynnysten lisäksi käyttää myös luiskien eroosiosuojauksia. Eroosiosuojauksina voidaan käyttää kivi- tai moreenialaista sekä kasvillisuutta (Jormola ym. 1998). Kasvillisuuden voidaan antaa joko levittäytyä luiskille itsestään tai sitä voidaan istuttaa tai kylvää alueelle. Menetelmiä on useita:

- Puiden ja pensaiden istutus on suositeltavaa ylemmällä rantavyöhykkeellä. Esimerkiksi tervaleppä sitoo tehokkaasti rantavyöhykettä suoraan alaspäin kasvavilla juurillaan. Pensasto ja rantapuusto muodostavat pysyvän eroosiosuojan. Ne myös varjostavat uomaa tasaten veden lämpötilaa ja toimivat eliöstön suojana ja ravinnonlähteenä.
- Pajupistokkaat ovat nuoria pajun versoja, jotka työnnetään maahan. Maan sisään joutuessaan pajun silmut kehittyvät juuriksi ja pistokkaat alkavat versoa. Oksapistokkaat soveltuvat hyvin täydentämään esimerkiksi kivisuojausta tai risunkia.
- Laikutuksessa erodoituvalle luiskalle siirretään kasvillisuuspaakkuja uoman varren muista osista. Näin alueen kasvilajisto säilyy entisellään ja se saadaan nopeasti levittäytymään halutulle alueelle.
- Monia ranta-alueiden kasveja ja heinäkasveja voidaan myös kylvää siemenestä. Nopeakasvuisia lajeja kylvämällä voidaan pyrkiä sitomaan

mm. eroosioaineksesta kasautuneita särkkiä. (Jormola ym. 1998, Jormola 2003)

Maatalousalueilla uomien eroosiosuojausmenetelmät tehostavat peltojen suoja-kaistojen ja -vyöhykkeiden vaikutusta sekä sitovat pelloilta huuhtoutuvaa kiintoainetta ja ravinteita ennen niiden huuhtoutumista vesistöön. Lisäksi pensastoinen ja puustoinen uoma lisää luonnon monimuotoisuutta maatalousalueilla ja luo vaihtelua muuten avoimeen pelto- maisemaan. (Jormola 2003)

8.2.2 Eroosiosuojaukset jokivesistöissä

Jokivesistöjen eroosiosuojauksilla pyritään ensisijaisesti ehkäisemään joen rantojen kulumista ja rantatörmien sortumista. Epästabiili ranta voi olla vaarallinen alueella liikkuville eläimille ja ihmisille, jolloin eroosiosuojausta voidaan pitää perusteltuna (Mustonen 2001). Suomen jokivesistöissä eroosio on luontaisesti voimakasta erityisesti hiesu- ja hiekkamaastossa kulkevissa joissa, jotka sijaitsevat lähinnä Lounais-Suomessa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa.

Säännöstellyissä vesistöissä rantojen sortumien ja vyörymien on katsottu usein johtuneen säännöstelystä, ja eroosiosuojauksia tehdään laajamittaisemmin velvoitetoina lähinnä asutuilla ranta-alueilla. Rannansuojaukset perustuvat tällöin voimalaitosten rakennusluvista annettuihin lupaehtoihin, joiden mukaan luvanhaltijan on suojattava kaikki ne rannat, joissa syöpymä aiheuttaa vaaraa rakennuksille, rakenteille tai muille erityiskäyttöön otetuille alueille. (Mustonen 2001)

Varsinaista eroosiosuojaustarvetta esiintyy Suomessa melko harvoin, lähinnä rakennusten ja teiden välittömässä läheisyydessä, säännösteltyjen vesistöjen ranta-alueilla tai savialueilla, joissa ihmisen toiminta, esimerkiksi uomien suoristaminen ja perkaus sekä pelloilta tuleva kiintoainekuormitus, on aiheuttanut vesistön huomattavaa samentumista (Jormola ym. 1998, Mustonen 2001). Lisäksi

Insinööribiologisten eroosiosuojausten käyttö Kyrönjoella

Kyrönjoella insinööribiologisia menetelmiä on kokeiltu mm. Seinäjoen suosan oikaisu-uoman kohdalla, jossa oikaisu-uomasta tuleva vesi on syövyttänyt joen vastarannalle sortumakohdan. Sortuneeseen törmään on pesiytynyt törmäpääsky-yhdyskunta ja vuonna 2000 alueella laskettiin olevan jo 164 pesäkoloa. Myös kuningaskalastaja on pesinyt alueella vuonna 1995 ja alue on luokiteltu erääksi Kyrönjokivarren rikkaimmista lintukohteista. Koska pesät haluttiin säilyttää, alue jätettiin Kyrönjoen yläosan vesistöiden yhteydessä perkaamatta. Sortuneen törmän suojaaminen katsottiin kuitenkin tarpeelliseksi, jotta laajemmat sortumat saataisiin ehkäistyksi alueella.

Seinäjoen suosan oikaisu-uoman eroosiosuojaukset rakennettiin keväällä 2001 tulvan laskettua. Alueen herkkyys ja linnustollinen arvo huomioon ottaen

kohteen eroosiosuojaukset pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman luonnonmukaisesti. Oikaisu-uomasta tulevaa virtausta ohjaamaan rakennettiin kivinen suiste, jotta veden vastarantaa kuluttava vaikutus saatiin vähäisemmäksi. Lisäksi oikaisu-uoman suosaa levennettiin. Tavoitteena oli ehkäistä sortuma-alueen eteneminen.

Toimenpiteiden jälkeen eroosiosuojaustarvetta jäi vielä noin kahden metrin korkuiselle, 15 metriä leveälle alueelle. Jotta törmäpääskyjen pesät eivät olisi jääneet kasvavien pajujen peittoon, suojaus tehtiin vain alueen alaosaan. Tulevaan kesävedenpinnan tasoon, luiskan alareunaan asetettiin poikittainen pajurisunki, jonka yläosaan tehtiin oksakate pajunoksista. Risunki ja oksakate peitettiin kevyesti maalla niin, että oksat jäivät vielä näkyviin. Pintamaan tarkoituksena oli estää oksien kuivumista ja edistää pajujen juurtumista.

Kyrönjoen sortumatörmää ja törmäpääskyjen pesäkoloja Seinäjoen oikaisu-uoman kohdalta. Rantaa on suojattu oksakatteella.

Tapio Järvelä



Rakenteiden kuntoa ja kasvuun lähtöä on seurattu Kyrönjoella rakentamisen jälkeen vuosittain. Rakenne on kestänyt talvia ja jäiden kuluttavaa vaikutusta yllättävän hyvin ja oksakate ja risunki ovat lähteneet kasvuun (Järvelä 2003, suul. tiedonanto). Seurantaa jatketaan maastokäynnein ja valokuvaamalla. Mahdollisina hoitotoimenpiteinä pajuja voidaan muutamien vuosien kuluttua joutua leikkaamaan törmäpääskyjen pesimäalueen umpeenkasvun ehkäisemiseksi.

Lisätietoja

Hokka, V. 2001. Kyrönjokivarren virkistyskäytön ja maisemanhoidon kehittäminen Ylistarossa ja Nurmossa – Luontoselvitys. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 243.

Savea-Nukala, T. 2003. Kyrönjoen eroosiosuojaukset. Julkaisussa: Kerätär, K. (toim.). Pohjoisten rakennettujen vesistöjen monimuotoisuus sekä luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 627. s. 53 - 54. ISBN 952-11-1411-8 (nid.). ISBN 952-11-1412-6 (PDF). ISSN 1238-7312.

www.ymparisto.fi



Risungin valmistusta (yllä) ja asennusta (alla) Kyrönjoella keväällä 2001.

Tapio Järvelä



eroosiosuojauksiin voi olla tarvetta erilaisten vesistöiden yhteydessä, ennen kuin luontainen kasvillisuus alkaa sitoa rantaa.

Insinööribiologisten menetelmien käyttö on luonnonmukainen tapa suojata rantoja eroosiolta. Materiaalina käytetään usein pajua, joka voidaan työstää erilaisiksi rakenteiksi. Suomesakin käytettyjä pajusta rakennettuja eroosiosuojauksia ovat mm. risunki, oksakate ja pajumatto sekä pajupistokkaiden käyttö. Kivimateriaaliin verrattuna kasvillisuuden käyttö on edullista ja paju on rakenteena kiviainesta huomattavasti kevyempää, millä on merkitystä erityisesti helposti sortuvassa maaperässä. Vaativimmissa kohteissa insinööribiologisia menetelmiä voidaan yhdistää muihin suojausmenetelmiin, kuten kivien, puuaineksen tai kuitumateriaalien käyttöön. (Ympäristöhallinto 2003)

Keski-Euroopassa sekä puu- että ki- viaineksesta rakennettuja suisteita käytetään yleisesti uomien monimuotoistamiseen ja niiden ainesdynamiikan hallintaan (Hanski & Jormola 2000). Suomessa suisteita on kokeiltu mm. Kyrönjoella (Savea-Nukala 2003). Suisteita on Keski-Euroopassa käytetty jo vanhastaan rantojen eroosiosuojauksessa sortumakohtien yläpuolella, sillä niiden avulla voidaan vähentää virtauksen kohdistumista rantojen eroosiolle herkimpiin osiin ja



Kuva 8.4 Suisteita voidaan käyttää uoman ulkokaarten eroosiosuojauksessa. Samalla suiste monipuolistaa virtausta ja muodostaa suojapaikkoja eliöstölle. Kuva Itävallasta. Jukka Jormola

saada aikaan sedimentin kasautumista entiseen eroosiokohtaan. Nykyisin suisteita pyritäänkin käyttämään rannan suuntaisten eroosiosuojausten sijaan, koska kivistä tai puusta rakennettu, virtaan asetettu suiste monipuolistaa uoman virtausolosuhteita ja sen avulla virtausta on helppo ohjata haluttuihin kohtiin uomassa. Lisäksi suisteiden avulla voidaan hallitusti sekä lisätä että vähentää eroosiota uomassa ja näin tasapainottaa uoman kulumisen ja kasautumisen dynamiikkaa. Suisteiden avulla voidaan myös luoda uusia habitaatteja virtavesieliöstölle.

8.2.3 Suomalaisia kokemuksia luonnonmukaisten eroosiosuojausten käytöstä

Suomessa luonnonmukaisia eroosiosuojauksia on kokeiltu esimerkiksi Pirkanmaalla Tarpianjoella, Pohjanmaalla Pöntäneenjoella ja Kyröjoella sekä Pohjois-Pohjanmaalla Oulujoella. Suomen ilmastolosuhteet asettavat Keski-Euroopassa kehitetyille menetelmille tiettyjä rajoituksia ja haasteita, mutta menetelmistä saadut kokemukset ovat kuitenkin olleet pääosin rohkaisevia.

Pajupistokkaat

Pajupistokkaat ovat osoittautuneet suosituksi menetelmäksi ja niitä on käytetty eri puolilla maata mm. Pöntäneenjoella ja Tarpianjoella. Pajupistokkaiden käyttö ja asennus on helppoa, mutta pistokkaita käytettäessä tulisi muistaa, että menetelmän välittömät suojausvaikutukset jäävät muita kasvillisuuteen perustuvia menetelmiä heikommiksi. Pistokkaita tulisikin käyttää lähinnä täydentämään muita insinööribiologisia menetelmiä ja esimerkiksi elävöittämään perinteistä kivisuojausta. Pistokkaiden helpolta tuntuva käyttö on johtanut usein huolimattomuuteen istutustöissä. Pistokkaiksi tulisi valita sopivan paksuja oksia, karsia ne tarvittaessa, pitää oksat istutukseen asti kosteina sekä istuttaa pistokkaat oikein päin. Myös riittävästä

istutussyvyydestä ja maaperän riittävästä kosteudesta on huolehdittava pistokkaiden juurtumisen onnistumiseksi. (Ympäristöhallinto 2002)

Risunki

Risunkia on kokeiltu jo vuonna 1996 Kyrönjoen alajuoksulla, jossa risunkia asetettiin n. 150 metrin matkalle hieman kesävedenpinnan yläpuolelle. Myös Malkakosken padolla kesävedenpinnan yläpuolisen ranta-alueen suojaukseen käytettiin syksyllä 2001 kivisuojauksen lisäksi pajurisunkia. Kyrönjoen alajuoksulla risungit lähtivät ensimmäisen vuoden aikana lähes kaikkialla hyvin kasvuun ja versojen vuosikasvu oli noin 0,5 m. Kyrönjoen risungit selvisivät ensimmäisestä talvesta hyvin, mutta talvella 1998 jäät nostivat ne ylös noin metrin korkeudelle alkuperäisestä sijainnistaan. Kokeilu vahvisti käsitystä siitä, että Suomen talvi asettaa erityiset haasteet insinööribiologisille suojausmenetelmille. Kasvillisuussuojausten kiinnitykseen tulisikin siksi kiinnittää erityistä huomiota.

Pajumatto

Tuoreista pajunoksista kudottavaa pajumattoa on kokeiltu Suomessa kaikkiaan yhdeksällä eri koekohteella. Mattoa on käytetty säännöstelystä aiheutuvan rantojen eroosion ehkäisyyn esimerkiksi Oulujoella ja Porttipahdan tekojärvellä. Pajumattoa on kokeiltu eroosiosuojauksena myös Tarpianjoella Lounais-Hämeessä.



*Kuva 8.5
Pajumaton asennusta Tarpianjoella.
Lasse Sampakoski*

Tutkimuskohteisiin asennetut pajumatot ovat toimineet useimmissa kohteissa odotusten mukaisesti. Kuivana asennetut pajumatot ovat ehkäisseet eroosiota ja mattojen alta kasvoi useita kasvilajeja, jotka eivät todennäköisesti olisi vesisaateen ja tuulen aiheuttaman eroosion vuoksi pystyneet juurtumaan alueelle. Montan, Pesiölahden ja Porttipahdan kohteissa elävinä istutetut pajut olivat alkaneet myös jossain määrin kasvaa. Elävät pajumatot olivat myös selvinneet talvesta hyvin. Pajujen kasvuun lähtöä on ilmeisesti vaikeuttanut ennen kaikkea kuivuus. Kuivumisriskin vähentämiseksi ja kasvuun lähdön helpottamiseksi maton materiaali tulisikin kerätä kasvukauden ulkopuolella ennen lehtien puhkeamista. Myös maton asentamisen tulisi tapahtua lehdettömänä aikana. Lisäksi maton tyvi on kaivettava suojattavan törmän juureen riittävän syväälle, jotta ainakin osa matosta pysyy kontaktissa kosteaan maahan. (Riihimäki 2001)

Oksakate

Oksakatetta on kokeiltu rannansuojausmenetelmänä mm. Kauhavan kunnassa Päntäneenjoella sekä Kyrönjoella, jossa oksakate yhdistettiin risungin käyttöön. Koekohteilla ilmeni, että oksakatteen kiinnittämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Suomen olosuhteissa tulva-vedet ja jäät siirtelevät helposti oksakatteita paikoiltaan. Lisäksi havaittiin että oksakatteessa käytettävien pajujen on oltava tuoreita, jotta pajujen juurtuminen onnistuisi halutulla tavalla. Kyrönjoella paikalleen asetettu oksakate peitettiin kevyellä maakerroksella ja aluetta kasteltiin kerran viikossa kuivumisen ehkäisemiseksi (Savea-Nukala 2003).

Päntäneenjoella oksakatteella suojattiin rakennetun tulvauoman alaosan vastainen luiska, johon kohdistuu tulva-aikana suuri rasitus. Seurantojen perusteella oksakate on pysynyt hyvin paikallaan ja lähtenyt kasvuun. Eroosiovaurioita alueella ei ole enää esiintynyt. (Ympäristöhallinto 2002)

Laikutus

Laikutusta on kokeiltu Suomessa mm. Pohjanmaalla Kyrönjoen perkauksen yhteydessä sekä Päntäneenjoella. Kaiveuille luiskille siirrettiin kaivinkoneella kasvillisuuspaakkuja rannan kaivatomilta osuuksilta. Riittäväksi siirrettävän kasvillisuuden määräksi on todettu $4 \text{ m}^2/\text{a}$ (Ympäristöhallinto 2001). Kasvillisuus saadaan levittäytymään nopeasti kaivetulle luiskalle ja eroosio- ja maise-mahaitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Paakuissa säilyy myös rannan alkuperäinen kasvillisuus (Jormola ym. 1998). Kyrönjoen perkauksen yhteydessä luiskien ja ranta-alueiden viimeistelytyöt suoritettiin töiden aikana kaivun edetessä. Kasvillisuuspaakkujen käytön ansiosta töiden jäljet hävisivät nopeasti kasvillisuuden levittäytyessä luiskille.

Rantapuuston istutus

Rantapuustoa on Suomessa istutettu useille eroosiosuojausta vaativille kohteille. Juuriston maata sitovan vaikutuksen lisäksi uoman varteen istutetuilla puilla ja pensailla on merkitystä jokimaiseman ja peltoluonnon monimuotoisuuden sekä uoman varjostuksen kannalta. Joenvarsipuusto ja pensaikat muodostavat erityisesti avoimilla maatalous- ym. alueilla tärkeitä ekologiaa käyttäviä, joita pitkin eläimet voivat suojassa siirtyä elinalueelta toiselle.

Luonnonmukaisten vesirakentamishankkeiden yhteydessä rantapuustoa on istutettu esimerkiksi Pätäneenjoelle ja Kyrönjoen Malkakoskelle, jossa istutettavat puut ovat olleet tervaleppiä. Tervaleppi on yksi merkittävimpiä rantaa sitovista puista, sillä sen paalujuuri kasvaa suoraan alaspäin. Tervalepän juuret ulottuvat helposti myös vesirajaan ja voivat jyrkillä rannoilla kasvaa myös veteen, muodostaen virtausta vastustavan suojan vesirajan alapuolelle.

Nurmijärvellä, Klaukkalan kylässä sijaitsevan Luhtajoen varrelle istutettiin vuosina 1986-1987 tehdyn perkauksen jälkeen jaloja lehtipuita esimerkiksi kynäjalavia, tammia ja metsälehmäksiä. Puut ovat kasvaneet hyvin ja monipuolistaneet joen varren elinympäristöjä ja lisänneet vanhan kulttuurimaiseman arvoa. Pienialaisten jalopuumetsiköiden palauttaminen on luonnon monimuotoisuuden kannalta suotavaa, etenkin alueilla, joiden luontaiset jalopuumetsiköt ovat ihmisen toiminnan vuoksi hävinneet.

8.3 Liettyneiden puro-uomien kunnostaminen

8.3.1 Purojen kiintoainekuormitus metsätalousalueilla

Metsätalousalueilla haitallista eroosiota ovat aiheuttaneet etenkin metsäojat, mutta myös aurausalueet, metsäteiden sivuojat ja pengerrykset. Eroosioherkäs-

sä maaperässä pelkkä puron kanssa risteävä metsäkoneen ajoura voi syöpyesään tuottaa puroon suuret määrät kiintoainetta. Metsätalouden kuivatusjärjestelmien kautta puroihin tulleet kiintoainemäärät ovat erittäin suuria, parhaassa tapauksessa ainoastaan syvänteet ovat täyttyneet, mutta yleensä puro on kilometrien matkalta kauttaaltaan hiekan, hiedan, hiesun tai muun hienompijakoisen kiintoaineen täyttämä. Syvyysvaihtelu on täysin kadonnut ja aiemmin 1 - 3 metriä syvässä purossa on vesisyvyyttä usein ainoastaan 10 - 50 senttiä. Liettyneessä purossa taimenen kutusoraikat ja poikasalueet ovat paksun sedimentin alla. Matalaksi liettynyt puro on taimenelle lisäksi lähes suoaton, kun vesisyvyys on vähäinen, pohjakasvillisuus puuttuu, suurikokoinen puuaines, kivet ja kovertunut törmä ovat lietteen peittämät ja täyttämät. Purojen ja pienten jokien täytyminen hienojakoisella kiintoainella on laajamittainen ongelma, jonka ratkaiseminen nykyresurssein on lähes mahdotonta. Herkässä, mutta vaikeakulkuisessa latvapurojen ympäristössä raskaita koneita ei voi käyttää. Ainoana mahdollisuutena on käyttää laitteistoja, jotka ovat kevyitä siirrellä ja jättävät maastoon mahdollisimman vähän jälkiä.

8.3.2 Liettyneiden puro-uomien kunnostusmenetelmiä

Imuruoppaus on käyttökelpoinen menetelmä uoman puhdistukseen pienten purojen latvaosuuksilla. Nämä latvaosuudet ovat luonnontilaisina olleet usein parhaita taimenen lisääntymisympäristöjä. Imuruoppaamalla saadaan vesisyvyyttä lisätyksi hiekan ja siltin maldtamille alueille. Törmän alle kovertunut suoja saadaan uudelleen käyttöön. Itä-Lapin kunnostetuilla puroilla suoja antavat ja virtausvaihteluita aikaansaavat ikivanhat puunrungot ja kivikot paljastuivat lietteen kätkeistä uoman puhdistamisen myötä.

Parhaassa tapauksessa myös kiintoaineen peittämät kutusoraikat saadaan jälleen taimenten lisääntymisalueiksi. Käytännössä kutusoraikoiden tehokas

puhdistus imuruoppauskalustolla on kuitenkin osoittautunut vaikeaksi, koska sora ja kivet aiheuttavat laitteiston tukkeutumista. Imuruoppaustyön merkittävimäksi vaikutukseksi muodostuu vesisyvyyden lisääntyminen puroomassa. Tällä on oma positiivinen vaikutuksensa luonnontilan palautumiseen purosystemissä. Mielenkiintoinen havainto oli myöskin se, että Itä-Lapin kunnostettujen purojen vettyneet rantatörmät alkoivat monin paikoin kuivua puron vesipinnan laskiessa luonnolliselle tasolle.

Tarvittaessa puroon laskeviin metsäoijiin voidaan tehdä ojakatoksia ja ojien valuma-alueille pintavalutuskenttiä, lietekuoppia, yms. Myös metsäteiden sivuojat johdettiin aiemmin suoraan vesistöön ja maaston kaltevuudesta riippuen ne ovat alttiina jatkuvalla syöpymiselle. Syöpymistä voidaan hillitä turvetetuilla ojakatoksilla ja kivistä rakennetuilla pohjapadoilla. Tien sivuoja voidaan myös kääntää kokonaan sivuun ja johdtaa vesi pintavaluntana jokeen.

8.3.3 Purouomien kunnostuksessa käytettävä kalusto ja poistetun kiintoaineen sijoittaminen

Imuruoppauksessa on Suomessa käytetty kahta eri tyyppiä olevaa kalustoa. Ejektor- eli suihkupumppulaitteisto on toiminnaltaan yksinkertainen. Siinä ei ole lainkaan liikkuvia osia, vaan toiminta perustuu nesteiden dynamiikkaan. Käyttövoimansa laite saa moottoriruiskusta, käytännössä palopumpusta. Laitteistoa on kehitelty Kainuun ympäristökeskuksen alueella sekä Lapissa Savukoskella. Suihkupumppu soveltuu pienten latvapurojen kutualueiden puhdistukseen sekä alle metrin paksuisen sedimenttikerroksen poistoon. Kaluston käytössä ongelmia ovat aiheuttaneet yli 8 cm:n läpimittaiset kivet, lahoamaton sirpaleinen puuaines sekä lietekerrostumien väliin sedimentoitunut pohjasammal, jotka tukkivat imupään. Kokemusten mukaan imu- ja poistoletkujen pituuksien kasvattaminen heikensi laitteiston te-

hoa, samoin kolmen metrin nostokorkeuden ylittäminen. Mitä karkeampaa pohja-aines on, sitä enemmän se kuluttaa myös laitteistoa. Tässä laitetypissä polttoainekulut muodostuvat suuriksi lähinnä palopumpun suuren polttoaineenkulutuksen vuoksi.



*Kuva 8.6
Ejektoritoimisen imuruoppauskaluston käyttöä.*

Tapio Rautiainen

Toinen purojen pohjasedimentin poistossa käytetty pumppu on hydraulitoiminen keskipakopumppu. Pumpun toiminta perustuu pumpun pyörimisestä aiheutuvaan keskipakovoimaan. Poistettava vedensekainen kiintoaine poistuu siipipyörän aiheuttaman keskipakovoiman vaikutuksesta poistoputkea myöten ja tällöin se aiheuttaa imuputkeen alipaineen, joka imee vedensekaista kiintoainetta. Tämä menetelmä soveltuu hieman paksumpien sedimenttikerrostumien poistoon latvapuroissa. Keskipakopumppu vaatii vähän enemmän vesisyvyyttä kuin ejektoripumppu, eikä se näin ollen sovellu aivan purojen latvoille. Soraikkoisten alueiden puhdistukseen pumppu soveltuu myös ejektorilaitteistoa huomattavasti enemmän, koska jo 2 cm:n läpimittaiset kivet pystyvät tukkimaan laitteiston. Muuten tukkeutumis- ja kulumisongelmat ovat samantyyppisiä kuin suihkupumppulaitteistoa käytettäessä. Nostokorkeus säilyy tehokkaana aina 5 metriin saakka. Laitteiden tehokkuuteen ja tukkeutumisalttiuteen vaikuttavat ennen

kaikkea poistettavan kiintoaineen ominaispaino, sekä poistoputken pituus. Kummankin laitetyypin imuputkien pituus on noin 10 metriä ja poistoputkien pituus 15 aina 50 metriin saakka.

Molempien edellä esitettyjen laitteiden käyttö vaatii myös muuta kalustoa. Imuletkujen ja erilaisten imupäiden lisäksi tarvitaan myös haroja ja haravia työskentelyä hidastavan pohjaroskan poistoon. Molemmissa ruoppaajatyypeissä parhaimmaksi yleisimupääksi on havaittu 75 mm:n muoviputkesta valmistettu, 45 asteen kulmaan sahattu, päästään litistetty putki. Tärkeä lisävaruste on imuputkea kannattelemaan kehitetty teline, joka helpottaa suuresti raskaan ja lietetytteen putken käsittelyä. Kuljetuskalustoksi molemmille laitteistoille soveltuu maastokelpoisella peräkärjällä varustettu maastomönkijä.

Kummassakin laitetyypissä varsinaisen käyttövoiman antavat koneet on sijoitettu työskenneltäessä puron rantatörmälle. Työn aikana varsinaisia miesvoimin liikuteltavia osia ovat ainoastaan imuputket ja imupäät. Työn on havaittu hoituvan parhaiten kolmen hengen ryhmässä; yksi toimii koneenkäyttäjänä, toinen käyttää ja ohjailee imuputkea ja kolmas auttaa kiintoaineen irrottamisessa käyttäen apunaan erilaisia haroja ja muita työkaluja.

Imuruoppauksella poistetun kiintoaineen läjitys on suunniteltava huolella. Sopivia alueita ovat vähäpuustoiset avosuot ja törmäntakaiset painanteet lähellä työskentelyaluetta (alle 50 m). Joissain tapauksissa on tarpeen tehdä myös erilaisia valumaesteitä läjitysalueen ja puron väliin. Esteinä voidaan käyttää puunrunkoja, turvetta, kiviä ym. maastosta löytyvää materiaalia. Kiintoaineen pysymistä maastossa voi lisäksi edesauttaa heinäsiemenkylvöin. Läjitysalueista voi myös muodostaa riistapeltoja mistä on saatu hyviä kokemuksia. Ainoana negatiivisena havaintona läjitysalueista on mainittava, että vähäisiä puuston kasvuhäiriöitä voi esiintyä, jos pumpattu liete peittää puiden juuria.



Kuva 8.7

Purosta poistettua kiintoainetta maastoon sijoitettuna.

Tapio Rautiainen

Kevään 2001 heinäkuylvöjen tulokset Pikku-Akanjoen läjitysalueella kesällä 2002.

Petri Kuosku



8.3.4 Imuruoppausta tukevat kunnostustoimenpiteet ja imuruoppauksen käyttö Suomessa

Imuruoppaamalla puhdistetulla purolla voidaan käyttää erilaisia rakenteita edesauttamaan puron pohjan ja uoman luonnonmukaistumista. Puunrungoista, kivistä ja näiden yhdistelmästä valmistetuilla kynnyksillä ja virranohjaimilla voidaan aikaansaada virtauksia, jotka pitävät syvänteet auki ja kutusoraikot puh-

taina. Tarvittavaa puuta löytyy usein puron pohjalta lietekerrostumien alta tai puron rantavyöhykkeestä. Etenkin oksaisista puunrungoista valmistetut ohjaimet toimivat myös vesikasvien kiinnittymispintoina. Toimivan virranohjaimen ei aina välttämättä tarvitse ulottua yli puron, vaan lyhyempikin kynnyksmäisesti asetettu pölkky tai puunrunko voi olla tehokas. Tapauksissa, joissa puron pohjalla on vain vähäistä liettymistä, voidaan kynnysten ja virranohjainten asettelua käyttää myös ensisijaisena kunnostusmenetelmänä.

Kovaksi iskostunutta kiintoainekasaumaa, jossa lisäksi on kasvillisuutta, on järkevää käyttää kynnyksenä jättämällä siitä osa poistamatta. Tällaista kynnystä voidaan myös vahvistaa esimerkiksi kivillä ja uppopuilla. Kynnysrakenteet ovat välttämättömiä riittävän vedenpinnan korkeuden ylläpitämiseksi purossa alivirtaamakauden aikana ja aikaansaatvat lisäksi virtausvaihtelua.

Joissain purokohteissa voi myös olla tarpeellista lisätä imuruopatun uoman varjostusta. Varjostuksen aikaansaamiseksi voidaan käyttää kokonaisia puunrunkoja. Suojan ja varjostuksen lisäämiseksi sekä pohjaeläinten elinalueeksi kannattaa myöskin kokeilla vesisammal-kasvustojen siirtämistä imuruoppausalu-



eelta aiemmin kunnostetulle osuudelle. Liettymisestä huolimatta vesisammal on paikoin säilynyt puron kasvillisuutena eikä sitä kannata imuruoppauksen yhteydessä hävittää. Vesisammalen siirtämisessä on muistettava, ettei se missään vaiheessa saa kuivua, vaan sammal pyritään siirtämään märkänä nopeasti uuteen kasvupaikkaansa esimerkiksi vastarakennettuun uppopuukynnykseen kiinnittyneenä.

Suomessa imuruoppausta on käytetty osana purokunnostusta ainakin kolmella eri alueella. Ejektoriperiaatteella toimivaa pohjasedimentin poistolaitteistoa on kehitelty Kainuun ympäristökeskuksessa vuodesta 1992 alkaen. Kenttäkokeita on tehty lähinnä Paltamon kunnassa sijaitsevassa Miesjokeen laskevasa Kylmäpurossa. Vuonna 1998 käynnistyneen ”Pienvesistön ja sen valuma-alueen kunnostamisen pilottihankeen” puitteissa jatkettiin laitteiston kehitystyötä.

Samanlaista ejektoriperiaatteella toimivaa laitteistoa on käytetty myös Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella. Pudasjärvellä sijaitsevalla Lauttaojalla puhdistettiin mm. taimenen kutualueita.

Lapin ympäristökeskuksen alueella Savukosken kunnassa on purokunnostuksiin liittyvää uoman puhdistamista tehty imuruoppauslaittein vuodesta 1999 alkaen. Kohteena ovat olleet kunnan keskustaajaman läheiset Kemijoen sivupurot. Valtion maalla sijaitsevien purojen ympäristössä on harjoitettu voimakkaita metsätaloustoimia ja niillä on ollut huomattava epäedullinen vaikutus puroluontoon ja niiden kalakantoihin.

8.3.5 Kunnostettujen alueiden seuranta ja jatkotutkimustarve

Imuruoppauksen jälkeen puroluonnossa seurattavat asiat riippuvat paljolti ennen toimenpiteitä tehdyistä esiselvityksistä. Sähkökoekalastuksella voidaan

*Kuva 8.8
Kiintoaineen pysäyttämiseksi rakennettu kivitynnykset kunnostetulla Hanhiojalla.
Jarmo Huhtala*

Savukosken purokunnostusprojekti

Itä-Lapissa, Savukosken kunnan alueella, kunnostuksen kohteeksi valittiin puroja, joissa kiintoainekuorma puron oli loppunut tai kiintoainekuormitus oli vähäisin valuma-aluekunnostuksen menetelmin helposti ehkäistävissä. Lisäksi purojen arvioidulla kalataloudellisella merkityksellä, kohteen saavutettavuudella ja maanomistussuhteilla oli merkitystä kunnostuskohteiden valinnassa. Hankkeen aikana purokunnostuskalustoa kehitettiin Lapin TE-keskuksen kalatalousyksikön myöntämin varoin. Kunnostustyöntekijät palkattiin työllisyysvaroin ja Savukosken kunta maksoi työskentelyn oheiskulut. Projektin työjohto oli Lapin ympäristökeskuksen vastuulla.



Kiintoaineen täyttämä Hanhioja Savukoskella.
Tapio Rautiainen

Projektin ennakkoselvitykset

Hanke aloitettiin Itä-Lapin alueen purojen kalataloudellisen tilan alustavalla tarkastelulla. Arvokkaimmiksi arvioiduilla kohteilla tehtiin puron kunnostustarpeen inventointi, jonka yhteydessä arvioitiin valuma-alueelta tulevan kiintoainekuormituksen voimakkuus. Yleensä purokunnostukset imuruoppauksineen ovat mahdollisia toteuttaa ilman raskasta vesioikeudellista

lupakäsittelyä, mikä kuitenkin edellyttää, että suunnitellut toimenpiteet eivät ole ristiriidassa vesilain sulkemis-, muuttamis- ja pilaamiskiellon kanssa. Yleensä näin ei olekaan, koska purojen imuruoppauksessa rantaviivaa ei muuteta, eikä toimenpiteen yhteydessä aiheuteta padotusta tai vesistölle haitallista samentumista. Suunnitelluille kunnostustöille hankittiin maa- ja vesialueiden omistajilta kirjallinen lupa sopimuksen muodossa. Sopimuksessa on syytä todeta, että luvan saajalla on myös lupa ruopattun kiintoaineen sijoittamiseen puroa ympäröivään maastoon. Itä-Lapin purokunnostusten työsuunnitelma tarkistettiin Lapin ympäristökeskuksessa ja hankkeesta tiedotettiin paikalliselle väestölle.

Kunnostuksen toteutus

Savukoskella puhdistettiin purouomaa kolmella kohteella. Imuruoppaukset aloitettiin käyttämällä ejektorityyppistä laitteistoa, mutta myöhemmin siirryttiin käyttämään pelkästään hydraulitoimista keskipakopumppua. Purojen pohjaa puhdistettiin neljän kesän aikana yhteensä noin 2 300 m ja kiintoainetta poistettiin noin 3 100 m³. Puhdistettavat purouomat sijaitsivat aivan vesistöjen latvoilla ja uoman keskileveys oli noin 2 m. Purouoman vesisyvyys ennen imuruoppausta oli ainoastaan 0 - 30 cm. Uoman pohjaan sedimentoitunut kiintoaine oli pääasiassa hienoa hiekkaa, hietaa, hiesua ja silttiä. Karkeampaa sedimenttiä esiintyi aivan latvoilla, hienomman sedimentin täyttäessä syvänteet alempana purossa.

Imuruoppaustyön tuloksellisuuteen vaikuttivat suurimmaksi osaksi pohjalle kulkeutuneen sedimentin laatu, iskostuneisuus, kasvillisuus, puut ja risut. Vedenkorkeuden kesäaikaiset vaihtelut eivät osoittautuneet ongelmaksi, kevättulvan mentyä työt jouduttiin neljän kesän aikana keskeyttämään ainoastaan pari kertaa runsaiden sateiden jälkeen.

Puroihin tehtiin imuruoppauksen jälkeen myös varsinaisia kunnostusrakenteita. Kutusoraa lisättiin niissä kohteissa, missä sitä oli helposti saatavilla. Puhdistettujen sorakoiden puhtaana pysymisen edistämiseksi tehtiin kynnyksiä ja virranohjaimia. Rakenteisiin käytetyt puut ja kivet otettiin käyt-



*Puruoman puhdistusta kuusikorvessa.
Imuruopatun uoman syvyys vaihtelee jälleen
2 - 3 m välillä.
Petri Kuosku*

töön kohteesta tai sen välittömästä läheisyydestä.

Purojen kunnostaminen aloitettiin purojen latvaosilta kutusorakoiden ja poikastuotantoalueiden puhdistamisella. Työhön sopivin menetelmä on ejektortyyppisen imuruoppauskaluston käyttö. Alaspäin puroa tultaessa puhdistetaan suurempien kalanpoikasten ja kookkaampien kalojen alueita ja kalojen talvehtimissyvänteitä keskipakopumppua käyttäen. Puron uoman edelleen kasvassa käyttöön voidaan mahdollisesti ottaa kevyitä kaivinkoneita sekä tehokkaampia imuruoppauslaitteita.

Taulukko 1.

Purojen imuruoppaustyön kustannukset ja yksikköhintatarkastelu Savukoskella vuosina 1999 - 2002.

Taulukossa esitettyihin kuluihin sisältyvät palkat, oheiskulut, polttoainekulut ja varaosakulut.

Vuosi	Miestyö	Kustannukset	Kustannukset	Ruopattu	Poistettu
	kk	euro	mk	matka	kiintoaine
				m	m³
1999	20	50 500	300 000	650	700
2000	28	70 700	420 000	400	1 000
2001	36	89 150	533 000	900	700
2002	12	42 050	250 000	350	700
Yhteensä	96	252 800	1 503 000	2 300	3 100
	mk/m	mk/m³	e/m	e/m³	
1999	462	429	78	72	
2000	1 050	420	177	71	
2001	592	761	100	128	
2002	714	357	120	60	
Keskiarvo	705	492	119	83	

seurata kalaston kehittymistä, mutta syytä olisi selvittää myös muun eliöstön kehittymistä esimerkiksi pohjaeläinnäyttein ennen ja jälkeen kunnostuksen. Puroympäristössä on helppoa seurata työn jälkien häviämistä, kasvillisuuden kehittymistä ja uoman muutoksia. Havaintoja voi tehdä myös läjitysalueista ja niiden maisemoitumisesta. Savukoskella kunnostettavilla puro-osuuksilla tehtiin sähkökoekalastuksia ennen kunnostamistoimenpiteitä. Kunnostuksen jälkeistä kalastoseurantaa jatketaan edelleen. Seurantatulosten mukaan taimenen lisääntyminen on onnistunut kunnostetuilla alueilla. Vesisyvyyden ja elintilan lisääntymisen myötä taimen onkin palaa-massa latvapuroihin, jotka ovat suurelta osin olleet 1970 ja 1980-luvulla istutetun pohjoisamerikkalaisen puronierän valtaamia.

Kunnostettujen purojen pohjassa on havaittu vähäistä uudelleenliettymistä. Liettymistä aiheuttava hienoaines on useimmiten peräisin vaikeasti ruopattavista paikoista uoman sivuilta. Soraikot ovat pysyneet puhtaina virranohjainten ja kynnysten avulla. Orgaanisen aineksen pidätyskyvyn puron pohjalla voi olettaa parantuneen, sillä imuroidun puron pohjalla on runsaasti kiinnittymispintaa pudonneille puunlehdille. Myös suojaa antava kasvillisuus on alkanut ke-

hittyä imuroidussa purossa, etenkin upopuukynnyksiin on kiinnittynyt eläviä vesisammalkasvustoja ja siirretyt sammalkasvustot ovat säilyneet elävinä ja ne ovat jopa laajentuneet. Rantatörmien on havaittu selvästi kuivuneen imuruoppausta seuraavan kesän aikana. Kaluston kuljettamisesta ja siirtelystä aiheutuneet jäljet ovat havaintojen mukaan lähes hävinneet jo kunnostusta seuraavan vuoden aikana. Purosta poistetun kiintoaineen läjitysalueet ovat pääsääntöisesti maisemoituneet hyvin.

Jatkotutkimuksissa tulisi selvittää metsätaloustoimien ja etenkin sen kuivatusjärjestelmien vesistöille aiheuttaman vahingon mittasuhteet ja todellinen laajuus Suomessa. Purojen liettymisestä on aiheutunut mm. mittavia kalataloudellisia vahinkoja virtakatuisten kalalajien lisääntymis- ja poikastuotantoalueiden tuhoutumisen myötä.

Taloudellisten ja tehokkaiden mekaanisten ja luonnonmukaisten virtavesikunnostusmenetelmien kehittäminen on jatkettava. Esimerkiksi kevyehköön, tela-alustaiseen kulkuneuvon rakennetulla ruoppaajalla olisi tulevaisuudessa käyttöä. Ennen kaikkea tulisi luoda menetelmäyhdistelmiä, joissa mekaanista menetelmää käyttämällä saataisiin luonnonmukainen uoman puhdistuminen alkuun.

Kirjallisuus

- Hanski, M. 2000. Jokien rakenteellisen tilan arviointi – taustaa EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanolle Suomen virtavesissä. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 379. 96 s. ISBN 952-11-0651-4. ISSN 1238-7312.
- Hanski, M. & Jormola, J. (toim.). 2000 Luonnonmukainen vesirakentaminen Sveitsissä ja Itävallassa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 187. 44 s. ISBN 952-11-0389-2. ISSN 1445-0792.
- Jormola, J., Järvelä, J., Lehtinen, A. & Pajula, H. 1998. Luonnonmukainen vesirakentaminen - mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 265. 80 s. ISBN 952-11-0388. ISSN
- Jormola, J. 2003. Maatalous ja virtavesien hoito. Teoksessa: Walls, M. & Rönkä, M. (toim.). Veden varassa - Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Painossa.
- Järvenpää, L. 2002. Nuuksion Myllypuron ja Maulaanniitun tulva-alueen ennallistamissuunnitelma. Suomen ympäristökeskus. 18 s.
- Kenttämies, K. & Saukkonen, S. 1996. Metsätalous ja vesistöt. Yhteistutkimusprojektin "Metsätalouden vesistöhaitat ja niiden torjunta" (METVE) yhteenveto. Helsinki, Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 1996(4). ISBN 951-53-0869-0
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002. Maatalouden ympäristötuen erityistuet.

Kosteikot ja laskeutusaltaat. Esite. 11 s.

- Mansikkaniemi, H. 1982. Maaperän eroosio intensiivisesti viljellyillä alueilla Lounais-Suomessa. Turun yliopiston maantieteen laitoksen monisteita 3. 75 s. ISSN 0358-9102.
- Muotka, J., Mustonen, T., Savolainen, M., Torsner, M., Björnström, T., Riihimäki, J., Vehanen, T. & Yrjänä, T. 2003. Menetelmät ja koehankkeet vesiluonnon monimuotoisuuden edistämiseksi. Julkaisussa: Kerätär, K. (toim.). Pohjoisten rakennettujen vesistöjen monimuotoisuus sekä luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 627. s. 37 - 46. ISBN 952-11-1411-8 (nid.). ISBN 952-11-1412-6 (PDF). ISSN 1238-7312.
www.ymparisto.fi
- Mustonen T. 2001. Jokien ja järvien rantojen eroosiosuojaus. Fortum teknologia. Raportti TECH-5068. 94 s.
- Peart, M.R. & Walling, D.E. 1986. Fingerprinting sediment source: The example of a drainage basin in Devon, UK. In: Drainage Basin Sediment Delivery Proceedings of the Albuquerque Symposium, August 1986. IAHS Publ. 159:41-55. Ref. Pietiläinen & Ekholm, 1992.
- Pietiläinen, O-P. & Ekholm, P. 1992. Origin of eroded material in small agricultural drainage basin in southwestern Finland. Aqua Fennica 22 (2):105 - 110.
- Puustinen, M. 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 285. 116 s. ISBN 952-11-0430-9. ISSN 1238-7312.
- Puustinen, M., Koskiahho, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot – VESIKOT-projektin loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 499. 61 s. ISBN 952-11-0932-7. ISSN 1238-7312.
- Riihimäki, J. 2001. Kuhmon pajupuuhanke: Pajumaton käyttö eroosion estoon. Tutkimuksen loppuraportti 29.8.2001.
- Savea-Nukala, T. 2003. Kyrönjoen eroosiosuojaukset. Julkaisussa: Kerätär, K. (toim.). Pohjoisten rakennettujen vesistöjen monimuotoisuus sekä luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 627. s. 53-54. ISBN 952-11-1411-8 (nid.). ISBN 952-11-1412-6 (PDF). ISSN 1238-7312.
www.ymparisto.fi
- Seuna, P. & Vehviläinen, B. 1986. Eroosio ja kiintoaineen kulkeutuminen. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.). Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry. Helsinki. 503 s. ISBN 951-95555-1-X
- Siren, A. 1985. Jokirantojen maaperäongelmat Etelä-Pohjanmaalla. Erillisliite 3. Teoksessa: Turunen, H. 1985. Lakeuden joet. Etelä-Pohjanmaan vesienkäytön historia. Etelä-Pohjanmaan maakuntaliitto, Kurikka. 288 s. ISBN 951-99703-9-8.
- Tikkanen, M., Seppälä, M. & Heikkinen, O. 1985. Environmental properties and material transport of two rivulets in Lammi, Southern Finland. Fennia 163: 217-282.
- Wood, P.J. & Armitage P.D. 1997. Biological Effects of the Fine Sediment in the Lotic Environment. Environmental Management 21 (2): 203 - 217.
- Ympäristöhallinto 2001. Kyrönjoen yläosan vesistötyö
www.ymparisto.fi
[WWW, viitattu 24.3.2003]
- Ympäristöhallinto 2002. Luonnonmukaiset vesirakentamismenetelmät
www.ymparisto.fi
[WWW, viitattu 18.3.2003]

Ekohydrauliikka

Juha Järvelä & Terhi Helmiö

Virtavesien kunnostamisen ja uudisrakentamisen suunnittelua ohjaavaksi merkittäväksi lähestymistavaksi on noussut ekohydrauliikka ja sen osa-alueena habitaattihydrauliikka. Ekohydrauliikka on uusi tieteenala, joka pyrkii sovittamaan yhteen vesivarojen hyödyntämisen ja ekologiset näkökohdat sekä edistämään vesiekosysteemien ennallistamista (Leclerc 2002). Kun ”perinteinen” hydrauliikka on oppi nesteen virtauksesta, niin ekohydrauliikka laajentaa tarkastelun elävään maailmaan, ts. kattaa bioottisen ja abioottisen osan sekä osien välisen vuorovaikutuksen. Habitaattihydrauliikka keskittyy tarkastelemaan rajatumman alueen virtausolosuhteita eliöstön näkökulmasta. Tämän luvun päätaavoitteena on antaa perustiedot ekohydrauliikasta ja keskeisimmistä suunnittelunäkökohdista suomalaisesta näkökulmasta. Painopisteinä ovat tulvasuojeluun ja virtavesien kunnostamiseen ja ennallistamiseen liittyvät kysymykset.

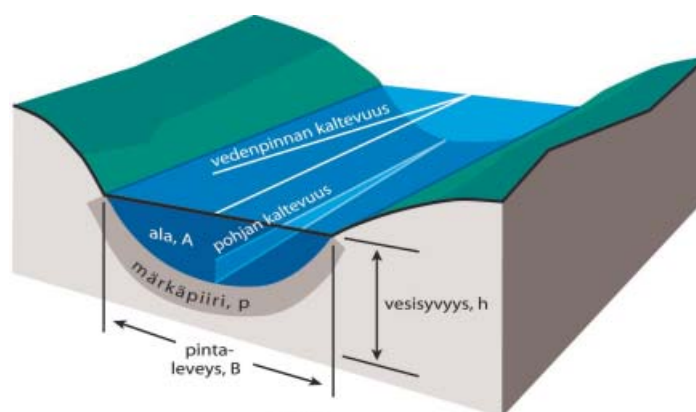
9.1 Avouomavirtauksen perusteet

9.1.1 Johdanto

Veden virtauksen hydraulinen tarkastelu muodostaa tärkeän kytkennän uoman virtaaman ja ekologian välille. Hydraulisia tekijöitä, joilla elinoloja yleisesti kuvataan, ovat vesisyvyys, virtausnopeus, virtausala, märkäpiiri ja leikkausjännitys

uoman rajapinnoilla (kuva 9.1). Kullakin tekijällä voi olla huomattava alueellinen ja ajallinen luontainen vaihtelu, johon eliöt ovat sopeutuneet. Käytännössä uoman ominaisuuksia, esimerkiksi virtausnopeutta, kuvataan monasti keskimääräisinä lukuarvoina. Suurin osa eliöistä on kuitenkin kehittynyt aivan muihin kuin keskiarvo-oloihin.

Virtaus luonnonuomissa on moniulotteista, kun taas kanavissa ja putkissa sitä voidaan usein käsitellä yksiulotteisena. Luonnonuomissa virtauksen suunta ja suuruus muuttuu poikkileikkauksen eri osissa, ts. virtauskenttä on vaihteleva. Yleensä suurin virtausnopeus saavutetaan uoman keskellä jonkin verran vedenpinnan alapuolella. Uoman



$$\text{hydraulinen syvyys, } D = \frac{\text{ala, } A}{\text{pinta-levyys, } B}$$

$$\text{hydraulinen säde, } R = \frac{\text{ala, } A}{\text{märkäpiiri, } p}$$

Kuva 9.1
Hydraulisen geometrian kuvaamiseen käytettäviä parametreja.
(kuva USDA 2001)

muoto, kivet ja kasvit ovat tyypillisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat virtaukseen. Nämä tekijät voivat olennaisesti muuttaa uoman pituus- ja poikkisuunnassa. Virtaama vaikuttaa vesisyvyyteen ja siten siihen, millaista pohjamateriaalia on märkäpiirin eri osissa. Paikalliset hydrauliset olot voivat siis sekä poiketa huomattavasti uoman keskiarvosta että myös vaihdella ajankohdan mukaan.

Lähtökohtana luonnonmukaisessa vesirakennuksessa on, että eliöstölle on turvattu sopivia elinalueita koko luontaisella virtaamavaihtelualueella eikä vain jossakin keskiarvotilanteessa (esim. MQ). Perinteisesti uomien mitoituksessa on perustunut lähinnä vedenjohtokapasiteettiin. Luonnonmukaisen vesirakentamisen näkökulmasta tehtyjä hydraulisen mitoituksen lähdeteoksia on vielä niukasti ja niissäkin korostuvat yleensä tulasuojelulliset näkökohdat. Ulkomailla laajahkoja julkaisuja ovat tehneet Rouvé (1987), DVWK (1991), Patt ym. (1998), Fisher (2001), Copeland ym. (2001) ja USDA (2001), mutta mitään näistä ei yksistään voi pitää kattavana ja suositeltavana lähdeteoksena. Suomessa hydraulisia kysymyksiä ovat luonnonmukaisen vesirakennuksen näkökulmasta tutkineet Järvelä (1998), Helmiö (1997) ja Savolainen (1997). Pohjoisten olojen erityispiirteistä ovat raportoineet Järvelä & Helmiö (1999) ja Helmiö (2001).

9.1.2 Virtauksen luokittelu

Virtauksen luonnetta voidaan arvioida erilaisten luokittelumenetelmien avulla. Tärkeimpiä luokittelukriteereitä ovat jaottelu laminaariseen ja turbulenttiseen virtaukseen, pysyvään (stationääriseen) ja muuttuvaan (epästationääriseen) virtaukseen, tasaiseen ja epätasaiseen virtaukseen sekä verkkavirtaukseen ja kiirovirtaukseen.

Laminaarinen ja turbulenttinen virtaus

Laminaarisessa virtauksessa nestepartikkelien liikeradat ovat samansuuntaisia ja sen liike voidaan ennustaa yksikäsitte-

sesti annettujen alkuehtojen perusteella. Turbulenttinen virtaus on pyörteistä ja siinä voidaan erottaa partikkeleille kairesuuntaisia lukuisia nopeuskomponentteja, joiden resultanttina on nesteen näkyvä virtaussuunta. Sitä voidaan ennustaa vain jollain tietyllä todennäköisyydellä, ja hetkittäiset arvot täytyy laske-
kennassa usein korvata aikakeskiarvoilla. Luonnossa virtaus on lähes aina vähintään osaksi turbulenttista.

Virtauksen turbulenttisuutta tai laminaarisuutta voidaan yksinkertaisimmin kuvata Reynoldsin luvulla

$$9.1 \quad \text{Re} = \frac{vR}{\nu}$$

jossa

v = keskimääräinen virtausnopeus

Q/A [m/s],

Q = virtaama [m³/s],

A = uoman poikkipinta-ala [m²],

R = hydraulinen säde A/p [m],

p = märkäpiiri [m] ja

ν = nesteen kinemaattinen

viskositeetti [m²/s].

Kun $\text{Re} < 500$, on kyseessä laminaarinen virtaus, ja kun $\text{Re} > 12\,500$, virtaus on turbulenttista. Näiden välillä on siirtymävyöhyke, jossa virtausta ei voida pitää täysin turbulenttisena tai täysin laminaarisena.

Verkas- ja kiirovirtaus

Vesisyvyyden ja virtausnopeuden tai virtaaman riippuvuudella on keskeinen merkitys avouomavirtauksessa. Sama virtaama ja poikkileikkausmuoto voivat tuottaa uomassa eri vesisyvyyden riippuen virtauksen potentiaalienergian ja kineettisen energian suhteesta. Suurempaa vesisyvyyttä ja suurempaa potentiaalienergiaa vastaa verkkavirtaus. Pienempää vesisyvyyttä ja suurempaa kineettistä energiaa vastaa kiirovirtaus. Rajatila näiden kahden virtaustyyppin välillä vallitsee kun kokonaisenergia on pienimmillään. Merkittävä ero tyyppien välillä on siinä, että verkkavirtauksessa aallot etenevät vastavirtaan, koska aal-

lennonopeus on suurempi kuin veden virtausnopeus. Kiitovirtauksessa sen sijaan aallot eivät etene vastavirtaan, koska virtausnopeus on suurempi kuin aallonnopeus. Yleensä kiitovirtausta esiintyy virtapaikoissa ja koskien yläosilla.

Virtaus voidaan luokitella verkas- ja kiitovirtaukseen Frouden luvulla

$$9.2 \quad Fr = \frac{v}{\sqrt{gl}}$$

jossa

g = painovoiman kiihtyvyyys [m/s^2],

l = karakteristinen pituus, jona useimmiten käytetään hydraulista sädettä

$R = A/p$ [m] tai hydraulista syvyyttä

$D = A/B$ [m],

A = uoman poikkipinta-ala [m^2] ja

B = pinnan leveys [m].

Verkasvirtauksessa $Fr < 1$ ja kiitovirtauksessa $Fr > 1$. Kun $Fr = 1$, puhutaan kriittisestä virtauksesta, ja veden virtausnopeus on sama kuin aallonnopeus.

Muuttuva ja pysyvä virtaus

Muuttuvassa eli epästationäärisessä virtauksessa veden syvyys, virtausnopeus, paine tai lämpötila tietyssä pisteessä muuttuu ajan funktiona. Pysyvässä eli stationäärisessä virtauksessa virtaustekijät taas säilyvät vakioina ajan suhteen. Täysin ajan suhteen vakiona pysyvää virtausta ei löydy luonnosta, mutta virtaus voidaan luokitella stationääriseksi, jos virtaustekijöiden aikakeskiarvoja voidaan pitää vakioina. Selvästi muuttuvaa virtaus on esimerkiksi tulvan noustessa tai laskiessa.

Tasainen ja epätasainen virtaus

Pysyvä virtaus voidaan jaotella tasaiseen ja epätasaiseen virtaukseen. Tasaisessa virtauksessa vesisyvyys, virtausnopeus, paine ja lämpötila pysyvät vakioina paikan suhteen. Epätasaisessa virtauksessa jokin virtaustekijöistä sen sijaan muuttuu paikan funktiona. Luonnossa virta-

us voidaan luokitella tasaiseksi, jos keskiarvoja eri uomankohdissa voidaan pitää yhtä suurina. Virtaus on yleensä tasaista säännöllisissä, ihmisen muovaa- missa ojissa ja kastelukanavissa. Luonnonuomissa virtaus on epätasaista.

Epätasaisen virtauksen perusyhtälönä poikkileikkausten 1 ja 2 välillä pidetään Bernoullin yhtälöä

$$9.3 \quad z_1 + h_1 + \alpha \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \alpha \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

jossa

alaindeksit 1 ja 2 viittaavat vastaavasti ylä- ja alavirran puoleisiin poikkileikkauksiin sekä

z = etäisyys nollassasta eli asemakorkeus [m],

h = vesisyvyys eli painekorkeus [m],

v = keskimääräinen virtausnopeus [m/s]

(termi $v^2/2g$ = nopeuskorkeus),

α = liike-energiavirran korjauskerroin

[-], joka yleensä luonnonuomissa

oletetaan ykköseksi, mutta voi

voimakkaasti kasvittuneissa

uomissa olla jopa 3 - 4, ja

h_f = poikkileikkausten 1 ja 2 välillä tapahtunut energiahäviö [m].

9.1.3 Virtausvastus

Virtausvastuksella tarkoitetaan uoman ominaisuuksista seuraavaa virtausta vastustavaa vaikutusta. Sen kvantitatiiviseksi määrittämiseksi käytetään vastuskaavoja, joissa virtausvastuksen suuruutta kuvaa vastus- eli häviökerroin. Karkeus kuvaa uoman seinämien epätasaisuuksia joko keskimääräisenä korkeutena nollassasta tai yksiköttömänä suhteellisenä karkeutena eli karkeuskorkeuden suhteenä vesisyvyyteen.

Hydraulisen mitoituksen ongelmat kulminoituvat luonnonmukaisessa vesirakennuksessa virtausvastuksen määrittämiseen. Havaittava virtausvastus on seurausta uomassa tapahtuvista energiahäviöistä. Syyt ovat kuitenkin lukuisat, eikä nykyinen tietämys ole riittävä tunnistamaan ja lukuarvona kuvaamaan kutakin häviölähdettä erikseen. Yksittäisiä tekijöitä (esim. mutkaisuus) ja niiden vai-

kutuksia pystytään kuvaamaan, mutta ongelmana on tekijöiden yhdistäminen (esim. mutkaisuus kasvittuneessa epäsäännöllisessä uomassa). Huomattavimpia tekijöitä virtausvastuksen määräytymisessä ovat muotovaihtelu, karkeusvaihtelu ja kasvillisuus (taulukko 9.1, kuva 9.2).

Taulukko 9.1

Uoman virtausvastukseen vaikuttavia tekijöitä.

- Pohjan ja luiskien pinnan karkeus
- Kasvillisuus
- Uoman epäsäännöllisyydet
- Eroosio ja kasautuminen
- Esteet ja tukkeumat uomassa
- Uoman koko ja muoto
- Vedenpinnan taso ja virtaama
- Jää
- Ajalliset vaihtelut

Poikkileikkauksen muodon ja karkeusominaisuuksien vaihtelu eri vedenkorkeuksilla on luonnonmukaisissa uomissa usein huomattavaa. Veden noustessa pääuomasta tulvatasanteelle syntyy voimakkaita sekundäärivirtauksia, ja virtausolosuhteet muuttuvat huomattavan monimutkaisiksi. Tulvatasanteen ja pääuoman keskimääräisissä virtausnopeuksissa on yleensä suuri ero. Tämän seurauksena näiden välisellä nk. vuorovaiikutusalueella esiintyy voimakkaasti pyörteistä virtausta, kun pääuomasta siirtyy nopeasti virtaavaa nestettä tulvatasanteelle ja päinvastoin. Tämä vuorovaiikutusilmiö pääuoman ja tulvatasanteen välillä on erityisen tärkeä monitasoisissa

sa poikkileikkauksissa, sillä se voi ratkaisevasti alentaa uoman vedenjohtokykyä. Asiaa käsitellään tarkemmin jäljempänä tulvasuojelun erityiskysymysten yhteydessä kohdassa 9.3.

Virtausvastusta voidaan arvioida useilla erilaisilla häviökertoimilla, joista yleisimmät ovat Manningin kerroin ja yleinen kitkahäviökerroin. Tasaisessa virtauksessa virtausnopeutta v voidaan arvioida yksinkertaisesti kaavasta

$$9.4 \quad v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

jossa

n = Manningin kerroin [$s/m^{1/3}$],
 R = hydraulinen säde [m] ja
 S = uoman pohjan kaltevuus [-].

Tätä kaavaa on perinteisesti käytetty uomien mitoituksen apuna, mutta se siis pätee ainoastaan tasaiselle virtaukselle, eikä ole luotettava monimuotoisissa luonnonuomissa. Epätasaisen virtauksen tilanteessa voidaan kaavaan (9.3) sijoittaa energiahäviöksi

$$9.5 \quad h_f = n^2 \frac{Lv^2}{R^{4/3}}$$

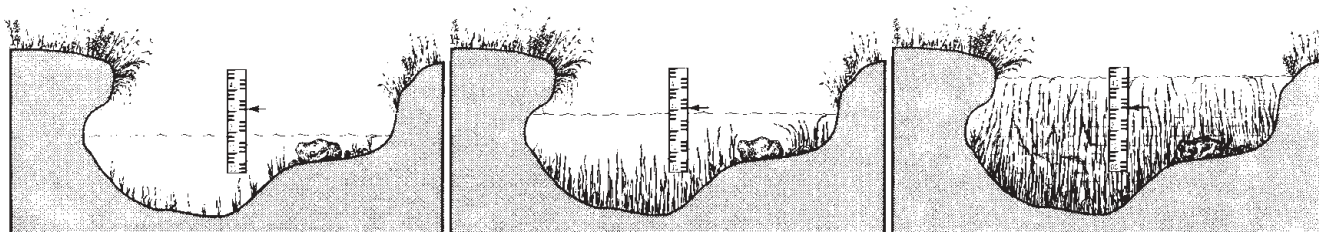
jossa

L = uomajakson pituus [m].

Manningin kerrointa n on kautta aikain kritisoitu, koska se ei ole dimensioton eikä myöskään konkreettinen, suoraan mitattava suure. Suositeltavampaa olisi käyttää yleistä kitkahäviökerrointa eli Darcy-Weisbachin kerrointa, jolloin laskentakaava tasaiselle virtaukselle olisi

Kuva 9.2

Kasvillisuuden vaikutus uoman virtausoloihin voi olla huomattava. Kuvissa on havainnollistettu kasvillisuuden määrän vaikutusta vedenpinnan korkeuteen samalla virtaama-arvolla. (kuva Madsen 1995)



$$9.6 \quad v = \sqrt{\frac{8gRS}{f}}$$

jossa

f = yleinen kitkahäviökerroin [-],
 g = painovoiman kiihtyvyys [m/s^2],
 R = hydraulinen säde [m] ja
 S = uoman pohjan kaltevuus [-].

Epätasaisessa virtauksessa kaavan 9.3 energiahäviö on

$$9.7 \quad h_f = f \frac{L}{4R} \frac{v^2}{2g}$$

Yleinen kitkahäviökerroin ei myöskään ole suoraan mitattavissa oleva suure, mutta se voidaan arvioida karkeuden k avulla kohtalaisella tarkkuudella, ja se on dimensioton.

Järjestelmällisiä virtausvastustutkimuksia on tehty Suomessa maasto-olosuhteissa verraten vähän. Saari (1955) suoritti tutkimuksia 60 valtaojan ja puron kokoisessa uomassa, mutta yleensä vain 1 - 2 virtaustilanteessa. Uudemmat Teknillisen korkeakoulun tutkimukset Nnuksion Myllypurossa, Pätäneenjoesa ja Tuusulanjoessa ovat sen sijaan keskittyneet muutamassa uomassa usean eri virtaustilanteen aikaiseen virtausvastukseen. Näissä tutkimuksissa on havaittu virtausvastuksen huomattavan suuri alueellinen ja ajallinen vaihtelu (esim. Järvelä 1998, Helmiö 2001).

9.2 Habitaatti-hydrauliikka

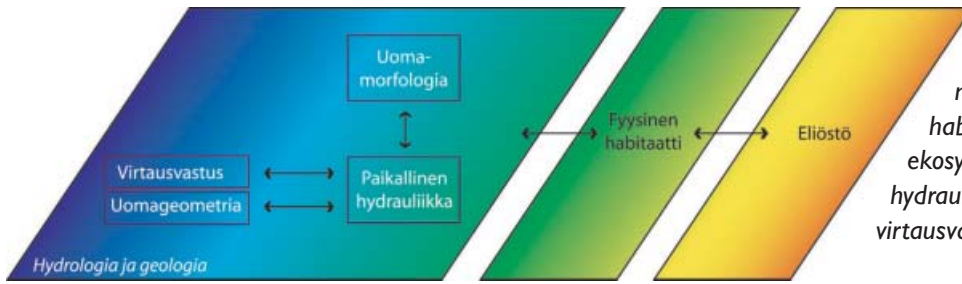
Habitaatilla tarkoitetaan paikkaa, jossa eliöt normaalisti elävät, ruokailevat, lisääntyvät tai muutoin ovat osana elinkiertoansa. Habitaatti tarjoaa siis organismeille tarpeelliset elämän edellytykset kuten ravintoa, tilaa ja suojaa. Virtavesiympäristössä Broadhurst ym. (1997) mukaan paikallinen hydrauliikka ja uomamorfologia määrittävät fyysisen habitaatin, joka puolestaan vaikuttaa ekosysteemin toimintaan. Paikallisen hydrauliikan määrittävät kaksi tekijää: virtausvastus ja uomageometria (kuva 9.3). Habitaattihydrauliikka pyrkii vas-

taamaan kysymykseen, millaiset virtausolosuhteet habitaatissa pitää vallita, jotta sille tyypilliset eläimet ja kasvit voivat siellä elää. Habitaattihydrauliikalla voidaan ymmärtää myös tiettyjen rakenteiden kuten kalateiden ja pohjapatojen toiminnan tarkastelua eliöstön näkökulmasta.

Erilaisia virtavesihabitaatteja ja niihin erikoisesti sopeutuneita eliöitä on laaja kirjo. Esimerkiksi suvannoista ja virtapaikoista tavataan eri lajistoa, koska vesisyvyys- ja virtausnopeusolot poikkeavat toisistansa. Sama laji voi myös elinkierron eri vaiheissa tarvita erilaisia alueita. Monet lajit ovat sopeutuneet tiettyihin virtausoloihin vaikka väliaikaisesti kestävätkin suuria vaihteluita. Esimerkiksi tulvat ovat seurannaisvaikutuksien osa luonnollista hydrologista järjestelmää. Tällaisten normaalien tapahtumien jälkeen virtavesiekosysteemit yleensä nopeasti toipuvat, sillä niiden palautumiskyky on suuri. Toisaalta esimerkiksi pohjaeläinlajiston on todettu olevan runsaampi paikoissa, joissa normaali vuotuinen virtaamavaihtelu on vähäistä verrattuna paikkoihin, jotka ovat tulvimisherkkiä. Näin ollen ekosysteemin monimuotoisuus yleensä heikkenee, jos ihmistoiminta pysyvästi muuttaa olosuhteita tai jos häiriö muuten on epätavallisen suuri (Allan 1995).

Habitaattien laadun arvioinnissa keskeisiä työvälineitä ovat mallit, joiden pääkomponentit ovat 1) tietyn eliön tai eliöiden suosimien elinolosuhteiden kuvaus, 2) joen hydrauliikan ja muiden habitaatin laatuun vaikuttavien abioottisten tekijöiden kuvaus, ja 3) valuma-alueen hydrologian ja ainekulkeumien kuvaus (Leclerc 2002). Mallit ovat saaneet alkunsa 1970-luvulla tavoitteesta pystyä tietyillä parametreilla määrittämään valitun kohdelajin elinolosuhdevaateet. Mallinnuksen alkutaipaleelta 1990-luvun alkupuolelle käytettiin 1D-malleja, jotka suuresti yksinkertaistivat todellisia olosuhteita.

Yksi tunnetuimmista habitaattimalleista on PHABSIM (Physical Habitat Simulation) (Leclerc 2002). Malli on kooste tietokoneohjelmia, joilla voidaan arvioida eri ikäisille kalalajeille saatavilla ole-



Kuva 9.3

Paikallinen hydraulikka ja uomamorfologia määrittävät fyysisen habitaatin, joka puolestaan vaikuttaa ekosysteemin toimintaan. Paikallisen hydraulikan määrittävät kaksi tekijää: virtausvastus ja uomageometria.

vaa habitaattia. Tätä varten eri kalalajeille on laadittu ikäkohtaisia preferenssikäyriä, jotka kertovat, millaista vesisyvyyttä, virtausnopeutta ja pohjamateriaalia kala suosii. Kun preferenssitiedot yhdistetään hydraulisen mallin virtauslaskentaan, saadaan lopputuloksena painotettu käyttökelpoinen ala (weighted usable area, WUA) virtaaman funktiona kullekin lajille ikäkohtaisesti. Mallia ja sen käyttöä on kritisoitu mm. siitä, että relevantteja preferenssitietoja on vain harvoin saatavilla eikä malli ota huomioon saalistusta tai kilpailua.

1D-mallinnuksen puutteet ja virheet on tiedostettu laajasti (Suomessa esim. Lahti 1999), ja huomattavaksi parannukseksi on nähty siirtyminen 2D-malleihin. Nämä mallit yhdessä topografisen korkeusmallin kanssa tarjoavat mahdollisuuden joen virtausolojen ja morfologian olennaisesti tarkempaan kuvaukseen. Niinpä 2D-mallien käytöstä on tullut jo arkipäivää, ja nyt tutkitaan 3D-mallinnusmahdollisuuksia. On kuitenkin epärealistista odottaa, että kaikki mahdolliset habitaattiin vaikuttavat muuttujat ja niiden vuorovaikutukset tulisivat malleissa katetuiksi. Vaikka mallien käyttökelpoisuudessa on puutteita, niin ne muodostavat asiallisesti käytettyinä hyvän työkalun. On tärkeää tiedostaa, että hyvä mallinnustulos voidaan saada vain hyvällä lähtöaineistolla. Lisäksi on syytä muistaa, että habitaattimallien käyttö perustuu yleensä tiettyyn tai tiettyihin kohde- tai indikaattorilajeihin. Malleja voidaan siis esimerkiksi käyttää virtavesikunnostuksissa arvokalatuoton lisäämisen suunnitteluun, mutta ei koko ekosysteemin toiminnan ennallistamiseen suunnitteluun.

9.3 Ennallistettavien uomien mitoituksen erityiskysymyksiä

9.3.1 Mitoituksen perusteet

Ennallistamishankkeissa mitoitusvirtaamaa ei valita tulvasuojelun perusteella (esim. kerran 20 vuodessa esiintyvän virtaaman $HQ_{1/20}$ perusteella) vaan uoman koon määräävän virtaaman perusteella. Tämä on yleensä kerran 1 - 3 vuodessa toistuva virtaama. Tulvimista aiheuttava virtaama ja sen toistuminen on myös arvioitava, sillä toimia saatetaan tarvita uoman ulkopuolellakin. Uoman koon määräävällä (channel-forming tai dominant) virtaamalla tarkoitetaan teoreettista vakiovirtaamaa, joka pitkän ajan kuluessa alluviaalisessa uomassa tuottaisi saman uomageometrian kuin valunnan luonnollinen vaihtelu. Tämä lähestymistapa ei ole kuitenkaan yleismaailmallisesti hyväksytty tai kaikkiin oloihin sopeva, sillä asiaan vaikuttavat monet muutkin tekijät.

Useimmiten uoman koon määrääväksi virtaamaksi valitaan uomantäysi (bankfull) virtaama, jolla tarkoitetaan virtaama-arvoa, joka täyttää uoman aktiivisen tulvasanteen rajalle. Tätä pidetään tärkeänä arvona, koska se on raja-kohta uoman ja tulvasanteen muotoa hallitsevien prosessien välillä. Usein sitä pidetään synonyyminä uoman koon määräävälle virtaamalle. Maastossa uomantäyden virtaaman määrittäminen ei välttämättä ole yksiselitteistä, sillä sen korkeustason osoittavien sedimentin kasautumisalueiden havaitseminen voi

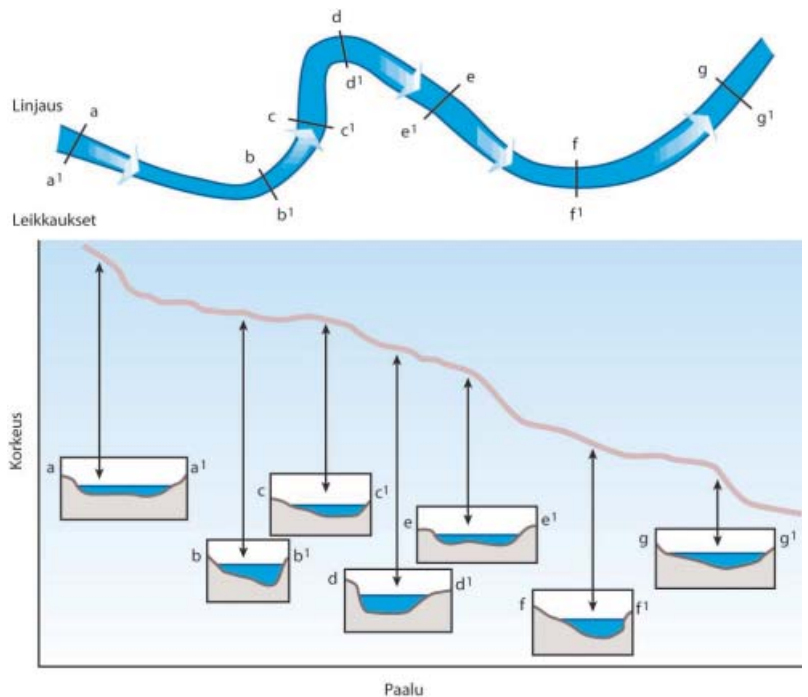
olla vaikeaa tai harhaanjohtavaa. Eräs tapa määrittää uomantäysi virtaama on laatia virtaamamittausten tai laskelmien perusteella purkautumiskäyrä, jossa yleensä voidaan havaita taitepiste uomantäyden virtaaman kohdalla. Ei kuitenkaan ole olemassa yhtä ja oikeaa laajasti soveltamiskelpoista menetelmää, vaan joukko eri tapoja, joita ei pidä käyttää muissa oloissa kuin mihin ne on kehitetty.

Uoman mittojen suunnittelu pitää sisällään keskimääräisen leveys- ja syvyysarvojen määrittämisen. Suomessa maankäytön muutokset ovat pääsääntöisesti vähäisempiä kuin Keski-Euroopassa tai Pohjois-Amerikassa, joten usein ennallistamisen lähtökohdaksi löytyy samalta valuma-alueelta tai peräti samasta uomasta häiriintymätön vertailualue eli referenssi. Tämä on helpoin joskaan ei ongelmaton perusta suunnittelulle. Mikäli sopivaa referenssiä ei löydy tai sen käyttöä ei voida pitää sopivana kyseisissä oloissa, perustetaan uoman koon mitoitus yleensä hydrauliseen geometriaan tai analyttisiin menetelmiin, joita on selostettu jäljempänä. Kokonaan uudestaan "rakennettavan" uoman mittojen (syvyys, leveys, poikkileikkausmuoto, linjaus, kaltevuus) määrittäminen on yksi vaikeimpia tehtäviä ennallistamistoiminnassa (vrt. kuva 9.4).

Uoman koon suunnittelu hydraulisen geometrian teorian avulla perustuu siihen että virtavesijärjestelmässä uoma ja virtaama (vesi ja sedimentti) pyrkivät tasapainotilaan. Niinpä hydraulisen geometrian kaavoissa yleensä joku muuttuja (esim. leveys, syvyys, kaltevuus) on verrannollinen 1 - 2 riippumattomaan muuttuajaan (esim. virtaama, valuma-alueen ala). Kaavat ovat yleensä potenssi-funktioita, joiden parametrit on määritetty mahdollisimman samankaltaisista oloista joihin niitä on tarkoitus käyttää. Niihin sisältyy voimakkaita yksinkertaisuuksia, koska uoman muodon oletetaan riippuvan vain 1 - 2 muuttujasta. Niinikään ne yleensä antavat vain yhtä – yleensä uomantäyttä – virtaamaa vastaavan geometrian. Luotettavimmin kaavoja voi käyttää hiekka- ja sorapohjaisissa uomissa, joissa sedimentin kulkeutumi-

nen on vähäistä. Niitä ei voi käyttää koheisiomaissa tai kallioisissa oloissa.

Uoman koko voidaan myös suunnitella käyttämällä analyttisiä menetelmiä. Perusajatus tässä on, että uomasysteemi voidaan kuvata äärellisellä joukolla muuttujia, joita ovat mm. jokilaakson kaltevuus ja pohjamateriaalin raekoko. Mitoitusongelman ratkaisemiseksi ovat käytettävissä jatkuvuus-, virtausvastus- ja sedimentin kulkeutumisyhtälöt, mutta tuntemattomia on huomattavasti enemmän. Niinpä joitakin tuntemattomia joudutaan esimerkiksi laskemaan käyttämällä empiirisiä yhtälöitä tai tekemällä yksinkertaisia oletuksia, joilla tuntemattomien määrää voidaan vähentää. Monia analyttisiä menetelmiä on saatavilla erillisinä tietokonemalleina tai ne ovat osana laajempia jokisuunnittelumalleja. Lisätietoja löytyy tiiviinä yhteenvedona USDA:n (2001, luku 8) käsikirjasta.



Kuva 9.4

Esimerkki luontaisesti meandroivasta uomasta: leveys, syvyys ja kaltevuus ovat suuresti vaihtelevia. Virtaama, kaltevuus, pohjamateriaali ja kasvillisuus ovat keskeisiä hydrauliseen geometriaan vaikuttavia tekijöitä. (kuva USDA 2001)

9.3.2 Yksityiskohtainen suunnittelu

Yksityiskohtaisessa hydraulisessa suunnittelussa on tarpeen verraten tarkasti määrittää ainakin vedenkorkeudet tiettyillä virtaamilla. Vaihtelevanmuotoiset kasvillisuuden peittämät uomat poikkeavat kuitenkin hydraulisilta ominaisuuksiltaan olennaisesti säännöllisistä uomista. Suurena haasteena suunnittelijalle onkin kyetä laskemaan monimuotoisten habitaattien seurauksena syntyvien vaihtelevien pohjien hydraulisen karkeuden, epäsäännöllisten poikkileikkausten, mutkien, suvanto-virtapaikkavaihtelun ja kasvillisuuden vaikutukset virtausnopeuksiin ja vedenkorkeuksiin. Nämä muuttujat ovat keskeisiä habitattien ominaisuuksia. Kunnostustoimien vaikutukset ovat hyvinkin moninaisia ja osin vaikeasti arvioitavissa (taulukko 9.2).

monimuotoisuuteen. Suomessa Järvelän & Helmiön (2003) tutkimukset osoittivat, että uoman hydraulista geometriaa kuvaavien parametrien arvot olivat suuresti riippuvaisia uomajakson pituudesta, ts. pitkä laskentajakso keskiarvoistaa luonnollista vaihtelua, mikä on otettava huomioon suunnittelussa. Hydraulisen geometrian suunnittelun itseisarvoinen lähtökohta ei kuitenkaan ole uoman monipuolisuuden maksimointi. Suuntaviivat ja täsmälliset tavoitteet suunnitteluun voivat tulla esim. tavoitekuvatarkastelusta (ks. luku 2.1), joka kytkee valuma-alueen nykyisen tilanteen uoman historiallisiin ominaisuuksiin. Tässä yhteydessä tehdään valinta aktiivisen ja passiivisen kunnostuksen välillä (ks. luku 5.1). Aktiivinen kunnostustoiminta vaatii usein yksityiskohtaisen hydraulisen suunnittelun, jotta uoman koko ja muoto vastaisivat kunnostukselle asetettuja

Taulukko 9.2

Mahdollisia virtavesien kunnostuksen hydraulisia ja hydrologisia vaikutuksia.

Toimenpide	Vaikutukset
<i>Luiskien uudelleenmuotoilu</i>	<ul style="list-style-type: none">• Virtausnopeuksien muutokset• Virtausvastuksen kasvu
<i>Uoman habitaattirakenteet</i>	<ul style="list-style-type: none">• Virtaussuuntien muutokset• Tulvimisen lisääntyminen
<i>Virtapaikka-suvantovaihtelun palauttaminen</i>	<ul style="list-style-type: none">• Virtausvastuksen kasvu• Virtaussuuntien muutokset• Tulvimisen lisääntyminen
<i>Pohjamateriaalin palauttaminen</i>	<ul style="list-style-type: none">• Virtausvastuksen kasvu• Virtausnopeuksien muutokset• Tulvimisen lisääntyminen
<i>Meanderoinnin palauttaminen</i>	<ul style="list-style-type: none">• Virtausvastuksen kasvu• Virtausnopeuksien muutokset• Tulvimistiheyden kasvu

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa muokataan laskelmista tai malleista saatuja keskiarvomittoja, jotta toteutuksessa voidaan päästä luonnonoloja vastaavaan

tavoitteita. Passiivisessa kunnostuksessa luotetaan paljolti siihen, että fluviaaliprosessit eli virtaavan veden kuluttavat ja kasaavat tapahtumat, ts. eroosio ja se-

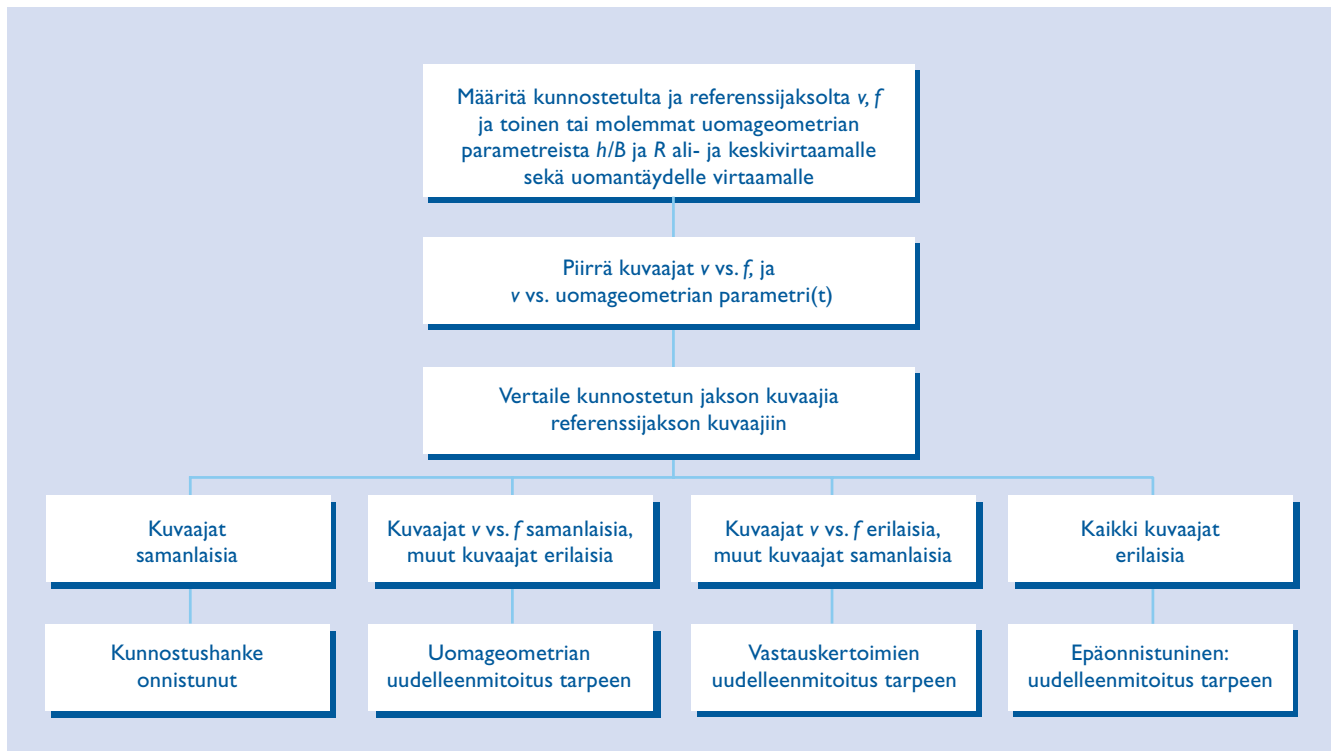
dimentaatio, muovaavat uoman luonnolliseen asuunsa. Suomalaisessa virtavesiympäristössä, jossa kaltevuudet ovat loivia ja virtaus siten matalaenergistä, fluviaaliprosessit ovat verraten hitaita etenkin, jos kyseessä on moreeni- tai koheesioma.

Uoman stabiiliuden varmistaminen on tärkeä osa suunnitteluprosessia. Eroosio ja kasautuminen voivat luonnonmukaisessa vesirakennuksessa olla toivottavia, kun ne tapahtuvat hallitusti (ks. luku 8). Joissakin olosuhteissa voidaan kuitenkin sallia joen muokata itse uomansa, jolloin tarkkaa mitoitusta ei ehkä tarvita, koska sille ei ole esimerkiksi taloudellisia rajoitteita. Odottamattomat luiskasortumat, eroosioauriot tai sedimentin kasautuminen katusoraikkoon voivat kuitenkin pilata koko hankkeen. Siksi uoman pohjien ja luiskien stabiiliuden tarkistaminen voi olla tarpeen. Monille pohjamateriaaleille on taulukoitu suurimpia sallittuja virtausnopeuden arvoja, mutta mutkaisissa, pohjamateriaaliltaan vaihtelevissa uomissa ne voivat olla paikallisesti hyvin epäluotettavia

kriteereitä. Parempi tapa on tutkia suurinta sallittua leikkausjännitystä. Suomessa koheesiomaat tuottavat tässä ongelmia, sillä niiden stabiiliuden arviointi on huomattavasti vaikeampaa. Vaikuttavia tekijöitä ovat mm. maan kemialliset ominaisuudet ja vesipitoisuus.

9.3.3 Seuranta ja arviointi

Jo kunnostusta tai ennallistamista suunniteltaessa tulee asettaa hankkeelle keskeiset tavoitteet, liittyvät ne sitten omahydrauliikkaan (esim. tulvimisen palauttaminen), eliöstöön (esim. kalakannan lisääminen) tai johonkin muuhun. Seurannalla ja arvioinnilla selvitetään, onko halutut tavoitteet saavutettu. Ilman seurantatuloksia palautemekanismit suunnitteluun jää puuttumaan, jolloin samoja virheitä voidaan toistaa vuodesta toiseen tietämättä, ovatko muut kuin esteettiset näkökohdat muuttuneet parempaan suuntaan. Seuranta on tähän asti ollut kaiken kaikkiaan vähäistä, etenkin hydraulisen toimivuuden kohdalla.



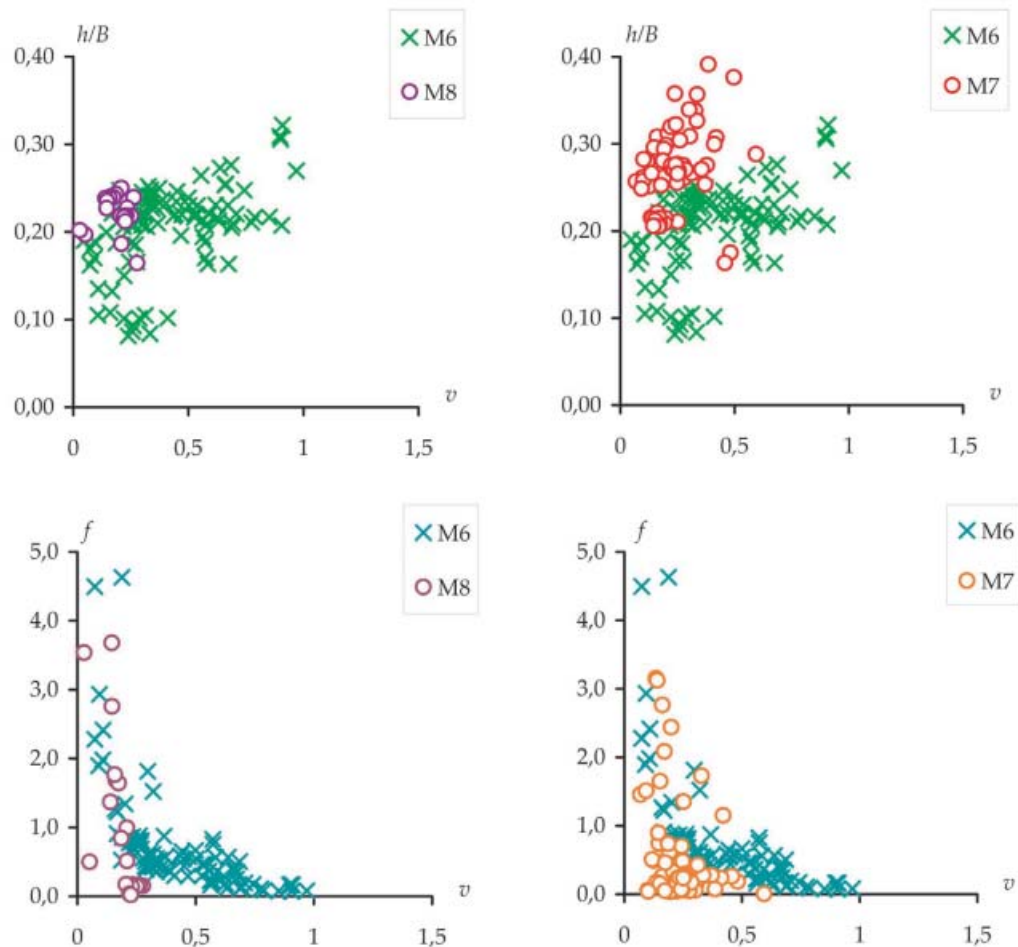
Kuva 9.5

Menetelmä ja kriteeristö, joilla voidaan arvioida hankkeen onnistumista paikallisten hydraulisten olojen ennallistamisessa (Järvelä & Helmiö 2004).

Virtausvastus ja uomageometria, jotka kohdassa 9.2 todettiin tärkeiksi habitaattia määrittäviksi tekijöiksi, ovat verraten yksinkertainen parivaljakko, jota tutkimalla voidaan arvioida hankkeen onnistumista uomahydrauliikan osalta. Kuvassa 9.5 on esitetty TKK:ssa tarkoitusta varten kehitetty yksinkertainen maastotutkimusmenetelmä. Sen perusajatuksena on, että kunnostetun jakson virtausvastuskertoimia ja valittuja uoman koko- ja muotoparametreja verrataan valitun luonnonmukaisen referenssijakson vastaaviin parametreihin eri virtaamilla. Uomageometriaa kuvaavat parametrit on valittu siten, että ne on helppo mitata luonnossa: uoman syvyysleveysuhde h/B ja hydraulinen säde R .

Käytännössä menetelmä toimii niin, että sekä referenssijaksolla että kunnostetulla jaksolla mitataan vastuskertoimia ja uomageometriaparametreja eri virtaa-

milla ja vesisyvyyksillä. Uomajaksot rajataan siten, että niiden geometria ja virtaushäviöitä aiheuttavat tekijät edustavat hyvin tutkimuskohdetta. Käytännössä tämä tarkoittaa uomajaksojen rajaamista sisältämään ominaisuuksiltaan samankaltaista uomaa. Tutkittavan uomajakson pituus valitaan tapauskohtaisesti, mutta suuruusluokka on yleensä 10 - 100 kertaa uoman pintaleveys. Pitkiltä jaksoilta tutkitaan päätepisteiden lisäksi näiden välillä olevia poikkileikkauksia. Kerätystä aineistosta piirretään erilliset kuvaajat f , h/B ja R keskimääräisen virtausnopeuden v funktiona ja verrataan kunnostetun uomajakson kuvaajaa referenssijakson kuvaajaan. Kuvaajien samankaltaisuus indikoi kunnostuksen onnistumista, ja poikkeavuus huonompaa lopputulosta, jota voidaan tarvittaessa korjata jatkotoimenpitein. Menetelmään ei ole vielä kehitetty tilastollista



Kuva 9.6

Esimerkki kunnostuksen arviointimenetelmän käytöstä: ennallistettuja jaksoja M7 ja M8 on verrattu referenssijaksoon M6.

Virtausvastuksen tutkiminen Nuuksion Myllypuron ennallistetulla uomaosuudella

Uomien ennallistamishankkeiden yhteydessä on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota uoman mitoitukseen ja virtausvastukseen. Virtausvastus tarkoittaa käytännössä uoman karkeutta, eli uoman morfologisia muotoja, kasvillisuutta, kariketta, uomassa olevaa kivi- ja puuainesta tms., jotka vaikuttavat veden virtaukseen uomassa. Virtausvastusta voidaan arvioida esimerkiksi Manningin kertoimen n avulla. Uoman mittasuhteiden ja virtausvastusta aiheuttavien tekijöiden perusteella on mahdollista laskea, kuinka korkealle vesi ennallistamisen jälkeen nousee. Ennallistamistöiden jälkeisten vedenkorkeuksien selvittäminen on uoman mitoitusta suunniteltaessa tärkeää erityisesti, jos uoman ennallistamisen tavoitteisiin kuuluu myös uoman luontaisen tulvimisen palauttaminen.

Suomessa eroja peratun, ennallistetun ja luonnontilaisen uoman virtausvastuksissa on tutkittu esimerkiksi Espoossa Nuuksion kansallispuiston alueella virtaavalla Myllypurolla, joka oli myös yksi luonnonmukaisen vesirakentamisen pilottikohteista. Myllypurua alettiin ennallistaa vuonna 1997 ja ennallistamista on myöhemmin jatkettu puron muilla osuuksilla. Ennallistamisen ensimmäisessä vaiheessa osa puron ylileveäksi perattua ja suoristettua uomaa täytettiin ja vesi johdettiin takaisin vanhaan, metsässä mutkittelevaan uomaansa n . 200 metrin matkalta. Myllypuron vuonna 1997 ennallistetulla osuudella tavoitteena oli nimenomaan puron tulvimisen ja puroa ympäröivän tulvametsähabitaaatin palauttaminen.

Hydraulisia mittauksia suoritettiin kesästä 1997 alkaen uoman eri osien virtausvastuskertoimien selvittämiseksi. Myllypuron tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää virtausvastuskertoimia erilaisilla uomaosuuksilla ja erilaisen kasvillisuuden vallitessa, jotta saataisiin selville virtausvastusta merkittävässä määrin aiheuttavia tekijöitä. Virtaamia ja vedenkorkeutta mitattiin useista poikkileikkauksista puron eri osista. Vertailtaviksi valittiin kolme morfologialtaan erilaista osuutta. Osuus M3 kuuluu puron 60-luvulla perattuun ja suoristettuun osuuteen. Uoman poikkileikkaus on tasainen ja pohjan kasvillisuus erittäin vähäistä. Uoman reunoilla kasvillisuus on sitä vastoin melko runsasta. Osuus M6 kuuluu puron luonnontilaiseen osuuteen. Jakso on voimakkaasti meandroiva, mutta kasvillisuuden määrä on samankaltainen kuin osuudella M3. Osuus M7 sijaitsee vuonna 1997 ennallistetulla osuudella. Uoma meandroi voimakkaasti, mutta tutkimusajankohtana uomassa ei ollut lainkaan kasvillisuutta, koska uoma oli avattu äskettäin uudelleen.

Mittausjakson aikana puron virtaamat vaihtelivat erittäin alhaisesta virtaamasta keskiyvirtaamaan ($MHQ = 1,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Lasketut virtausvastuskertoimet vaihtelivat merkit-

sevästi kulloisenkin virtaaman mukaan. Manningin kerroin n oli alueittain noin 0,08 (M3), 0,09 (M6) ja 0,05 (M7). Luonnontilaisissa uomissa Manningin n on yleensä suuruusluokkaa 0,09. Osuuden M7 muista osuuksista selvästi poikkeava keskiarvo johtui uoman sileydestä vasta suoritetun kaivutyön jäljiltä. Lisäksi vaihtelu oli osuudella M7 huomattavasti vähäisempää kuin osuuksilla M3 ja M6. Virtausvastuskertoimien ja uoman kasvillisuuden vuodenaikaisten muutosten välillä ei tutkimuksessa havaittu merkittävää korrelaatiota. Meandroinnin vaikutus virtausvastuskertoimeen ei myöskään ollut huomattava. Kertoimet olivat lähestulkoon samat peratulla ja suoristetulla osuudella M3 ja luonnontilaisella, voimakkaasti meandroivalla osuudella M6.

Käytännössä tulokset tarkoittavat sitä, että ennallistettu ja meandroiva, mutta kaivun jäljiltä huomattavan sileä ja täysin kasviton uoma johti vettä jopa paremmin, kuin vanha, leveä ja suoraksi perattu uoma, jonka reunoille oli kuitenkin vuosikymmenten kuluessa kehittynyt runsaasti kasvillisuutta. Tilanne tulee kuitenkin tulevaisuudessa todennäköisesti muuttumaan. Karkeuden odotetaan osuudella M7 jatkossa kasvavan, kunhan kasvillisuus levittäytyy alueelle ja kariketta ja puuainesta alkaa kertyä uomaan. Pohjoisissa ympäristöolosuhteissa ennallistettujen uomien luonnontilan palautuminen voi kuitenkin olla hidasta, sillä esimerkiksi lyhyt kasvukausi ja pitkä jääpeitteinen aika voivat hidastaa kasvillisuuden kehittymistä ja morfologisia muutoksia uomassa.

Tämän tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että Myllypuron kaltaisessa pienessä uomassa sattumanvaraiset tekijät voivat vaikuttaa suuresti virtausvastuskertoimen arvoihin. Lisäksi mittauksia suoritettiin ainoastaan Myllypurolla ja näytteiden määrä oli melko vähäinen, joten tulosten pohjalta ei ennen lisätutkimuksia voida tehdä valtakunnallisesti yleistettäviä johtopäätöksiä.

Lisätietoja

Hosia, L. 1980. Pienten uomien virtausvastuserroin. Vesihallitus. Tiedotus 199. ISBN 951-46-5056-5. ISSN 0355-0745.

Järvelä, J. & Helmiö, T. 1999. Hydraulic features of boreal river rehabilitation – Finnish experience. 3rd International Symposium on Ecohydraulics. Salt Lake City, USA, 12 - 16 July 1999.

arviointia, mutta arviointi voidaan tehdä visuaalisesti. Kuvassa 9.6 on esitetty tarkastelu Nuuksion Myllypuron kahden ennallistetun jakson (M7 ja M8) ja referenssijakson (M6) välillä. Kuvaajista voidaan päätellä jakson M8 kunnostuksen onnistuneen jaksoa M7 paremmin, koska jakson M8 pisteet asettuvat referenssijakson pisteiden lomaan.

9.4 Tulvasuojelun erityiskysymyksiä

Keskeisiä tulvasuojelun keinoja ovat perkaukset, rantojen pengerrykset ja vesistön säännöstely luonnonjärvien tai tekojärvien avulla. Luonnonmukaiseen tulvasuojeluun sisältyy myös tulvavesien pidättäminen valuma-alueella erilaisten jokivarsien, alajuoksun ja yläjuoksun tulva-alueilla. Näistä on kerrottu enemmän luvussa 4. Tässä luvussa on keskitytty menetelmiin, joilla voidaan parantaa jokiuoman virtauskapasiteettia ja samanaikaisesti lisätä uoman stabiliteettia, joka vähentää toistuvien kunnossapitotoimien tarvetta. Näitä menetelmiä ovat mm. poikkileikkauksen suurentaminen, puuaineksen tai kasvillisuuden vähentäminen, uoman suoristus, ohitusuomien ja laajennusten rakentaminen, pengertäminen tai kaksitasouoman rakentaminen (Brookes 1996). Menetelmät voivat olla kuitenkin hyvin yksipuolistavia ja ne heikentävät habitaattikirjoa, jolle niiden käyttö ole hyvin paikallista, esimerkiksi vain uoman toisella reunalla tai lyhyellä osuudella.

Uoman kaivaminen suuremmaksi vaikuttaa sekä uomageometriaan että virtausvastukseen. Pohjan karkeus saattaa vähentää aiheuttaen virtausnopeuden, eroosion ja sedimentin kulkeutumisen lisääntymisen sekä viipymän pienenemisen. Uoma saatetaan mitoittaa liian suureksi, jolloin uoman ja tulvatasanteen keskinäinen vuorovaikutus estetään, kun vesi ei enää nouse tulvatasanteelle, eli joen elinympäristö erotetaan ympäröivästä ekosysteemistä. Tämä heikentää luonnon monimuotoisuutta. Tulva-alueiden vähentämisestä johtuvan viipy-

män eli retention pienenemisen vuoksi tulvahuiput läpäisevät yleensä uoman nopeammin ja auttavat paikalliseen tulvasuojeluun. Samalla ne kuitenkin saattavat lisätä tulvimista alavirrassa, jos jokihaarojen tulvahuiput osuvat sinne uudessa tilanteessa yhtäaikaan.

Puuaineksen poistolla ja kasvillisuuden hakkuulla ja/tai leikkaamisella voidaan vähentää uoman vastuskerrointa ja siten lisätä virtauskapasiteettia puutumatta uomageometriaan, mutta eroosioriski on olemassa. Menetelmä vaatii jatkuvia huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Myös ekologiset näkökohdat on otettava huomioon, eli eri eläinlajeille on turvattava monipuoliset elinolosuhteet.

Uoman suoristus kasvattaa pituuskaltevuutta ja siten virtausnopeutta, ja saattaa vähentää pohjan karkeutta ja mutkaisuuden aiheuttamaa vastusta sekä lisätä eroosiota ja sedimentin kulkeutumista. Lisäksi veden viipymä pienenee.

Tulvauomilla ja laajennuksilla voidaan parantaa virtauskapasiteettia, mutta hitaammin virtaavilla alueilla tapahtuu usein sedimentoitumista, jolloin kunnossapitotoimenpiteet ovat tarpeellisia. Tulvauoman kynnys voidaan suunnitella siten, että vasta tietyssä tulvatilanteessa vesi virtaa tulvauomaan, jolloin aliveden aikaiset virtausolosuhteet pysyvät ennallaan.

Penkereiden rakennus voi kasvattaa tulvahuippuja etenkin, jos mahdolliset olemassa olevat tulva- ja retentioalueet poistetaan käytöstä. Eroosio ja sedimentin kulkeutuminen voivat myös lisääntyä ja aiheuttaa uoman syöpmisen suuremmaksi. Välttämättömät penkereet tulisikin sijoittaa tulvatasanteelle mahdollisimman kauas uomasta, jossa vesi säilyy aliveden aikana. Tällöin uoma saisi vapaasti hakea oman sijaintinsa tulvatasanteella penkereiden asettamien reunaehtoien rajoissa.

Tulvatasanteiden rakentaminen on usein edullinen ja tehokas ratkaisu luonnonmukaisessa tulvasuojelussa. Kaksitasoisella uomalla saadaan aikaan tehokas tulvasuojelu tinkimättä aliveden aikaisista ekologisista, hydraulisista ja geomorfologisista erityispiirteistä (Darby & Thorne 1996). Taajama-alueilla tulva-

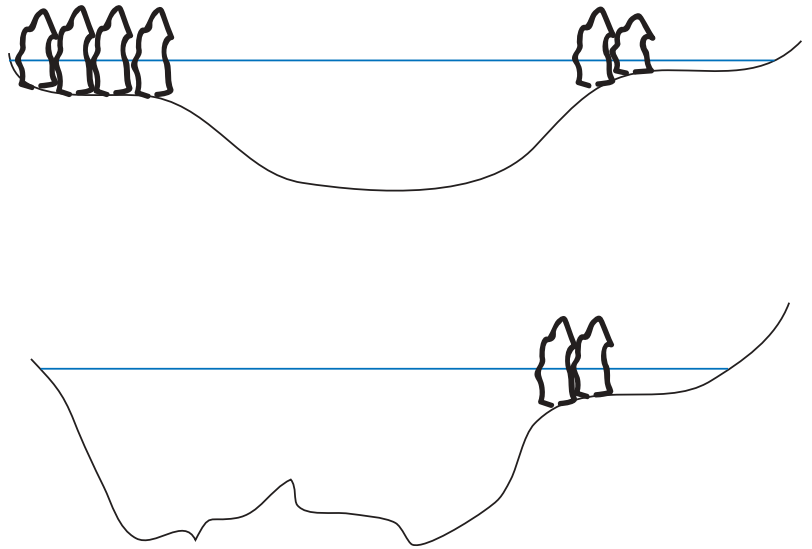
tasanteita voidaan myös hyödyntää virkistyskäyttöön. Eroosion ja sedimentin kulkeutumisen lisääntyminen on mahdollista muuttuneen virtausnopeuskauman takia, mutta niitä voidaan tarvittaessa rajoittaa insinööribiologisilla rantojensuojausmenetelmillä.

Kaksitasouomien mitoitus on vaikeaa monimutkaisten virtausolojen takia. Tulvatasanteen ja pääuoman rajapintaan syntyvä pyörteisyys hidastaa virtausta pääuomassa ja lisää virtausta tulvatasanteella. Lopputuloksena on virtauskapasiteetin pieneneminen koko uomassa. Virtauskapasiteetin vähenemä riippuu lähes täysin tulvatasanteen ominaisuuksista. Mitä tiheämpi kasvillisuus tulvatasanteella on, sitä suurempia häviöt ovat tulvatasanteen ja pääuoman rajapinnassa. Tietyn kasvillisuustiheyden ylityttyä häviöt alkavat kuitenkin vähetä. Jos tulvatasanne on kasviton, sekä pääuoman ja tulvatasanteen välisen luiskan kaltevuuden loiventaminen että tulvatasanteen leventäminen pienentävät rajapinnassa syntyviä häviöitä ja kasvattavat vedenjohtokykyä. Luiskan kaltevuuden loiventamisesta ei ole kuitenkaan apua, jos tulvatasanteella on kasvillisuutta.

9.5 Mallinnus

Nykyään mallinnusta käytetään tehokkaasti apuvälineenä sekä uomien suunnittelussa ja mitoituksessa että habitaattien palauttamisessa. Habitaattimalleja käsiteltiin kohdassa 9.2; tässä keskitytään uomahydrauliikan mallinnukseen. Yleensä virtausmallit jaetaan yksi-, kaksi- ja kolmiulotteisiin malleihin. Lisäksi mallit voidaan numeerisen ratkaisutavan perusteella jakaa esim. differenssi- ja elementtimenetelmämalleihin.

Virtausmallien soveltuvuus riippuu huomattavasti joen mittakaavasta. Suomen virtavesiä voidaan kohtalaisella luotettavuudella mallintaa yksiulotteisesti, koska ne ovat suhteellisen pieniä ja stabiileja. Habitaattimallinnuksessa suomalaiset joet ovat sen sijaan jo melko suuria. Yksinkertaisemmissa tapauksissa pysyvän virtauksen malli on usein riittävä. Muuttuvan virtauksen mallia tar-



Kuva 9.7

Esimerkkejä kaksitasoisista poikkileikkauksista. Tulvatasanteet voivat olla kasvittomia tai osittain tai kokonaan kasvillisuuden peittämiä.

vitaan, kun halutaan mallintaa esimerkiksi tulva-aallon etenemistä ja viipymää vesistöissä. Pikkupuroissa muuttuvan virtauksen mallinnus on tarpeetonta, koska jo yksittäiset karkeuselementit (puunrungot, kivet, kasvillisuus jne.) voivat aiheuttaa moninkertaisesti suurempia virheitä kuin malliin sisältyvä epätarkkuus. Tällöin jopa yksinkertaisessa epätasaisessa virtauksessa voidaan tehdä suuria virheitä. Suuremmisakin virtavesissä muuttuvan virtauksen mallinnustarve on tapauskohtaista.

Kaksi- tai kolmidimensioinen malli tulee tarpeeseen, kun halutaan mallintaa ilmiötä uoman leveys- ja/tai syvyyssuunnassa, esimerkiksi uomassa tapahtuvia poikittaisvirtauksia, virtausta uomasta tulvatasanteelle tai virtausta tulvatasanteella. Tosin joihinkin tapauksiin on kehitetty myös yksiulotteisia tai näennäisesti kaksiulotteisia malleja, jotka ovat yleensä helppokäyttöisempiä kuin useampidimensioiset mallit.

Virtausta mallinnettaessa saavutettujen tulosten kannalta keskeisiä tekijöitä ovat mm. sopivan mallin valinta, mallin asianmukainen käyttö, oikeanlaiset lähtötiedot mallinnettavasta tilanteesta ja tulosten oikeellisuuden arviointi. Luotettava mallinnus edellyttää aina sitä, että mallin käyttäjä tuntee sekä mallin että mallinnettavan ilmiön kunnolla. Mallin luotettavuutta vähentäviä tekijöitä on

lukuisia: lähtödata on epätarkkaa tai siinä on systemaattisia mittausvirheitä, mallissa voi olla liian suuria yksinkertaisuuksia, jolloin se ei kuvaa enää todellisuutta tai sitä ilmiötä, jota mallin käyttäjä haluaa mallintaa, tai ongelmanasettelu on niin huono, ettei ole olemassa yksikäsitteistä ratkaisua. Yleinen virhe onkin, että käytetään liian monimutkaista mallia yksinkertaisen ongelman ratkaisuun ja saatetaan huonojen lähtötietojen takia päätyä mallintamaan jotain ihan muuta kuin oli tarkoitus. Toinen yleinen virhe on, että kaupallista virtausmallia käyttävä henkilö syöttää malliin lähtötiedot ja saa mallista jotain tuloksia, mutta käyttäjällä ei ole selvää kuvaa, millä periaatteella tulokset on saatu, minkälainen numeerinen virhe mallissa on tai mitä tulokset lopulta kertovat.

Luonnonmukaisten uomien mitoituksessa ja mallinnuksessa on olennaista ottaa huomioon a) vaihteleva karkeus/vastus uoman eri osissa, b) pääuoman ja tulvatasanteen tai kasvittoman ja kasvillisuuden peittämän uoman osan välisen liikemäärän siirtymisen aiheuttama häviö ja c) uoman mahdollisen epä säännöllisyyden eli äkillisen laajenemisen tai supistumisen aiheuttamat hävi-

öt. Edellä mainittujen a- ja b- kohdan huomioonottavia pysyvän virtauksen yksiulotteisia laskentamenetelmiä on kehitetty mm. Saksassa (Mertens 1989, Nuding 1998, Pasche & Rouvé 1985). Yhteistä näille menetelmille on se, että pääuoman ja tulvatasanteen/kasvillisuusvyöhykkeen rajapintaa käsitellään kuvitteellisena seinämänä, jolle lasketaan kitkahäviökerroin. Menetelmät on kuitenkin kehitetty ainoastaan pysyväälle virtaukselle, joten tulvatasanteiden/kasvillisuuden aiheuttaman viipymän arviointi on hankalaa. Tämän vuoksi on alettu kehittää myös muuttuvan virtauksen malleja tulvatasanteisille uomille, ks. esim. Helmiö (2002).

Vähimmäisvaatimuksena joka tapauksessa on, että malliin voidaan syöttää eri karkeusparametreja virtaustilanteista tai uomankohdista riippuen eikä oleteta, että ali- ja ylivirtaamalla uomassa on sama vakiona pysyvä Manningin kerroin. Tällöin myös tulvatasanteen ja pääuoman rajapintaan voidaan lisätä suurempi vastus kompensoimaan liikemäärän siirtymisen aiheuttamaa häviötä. Mallin numeerisella ratkaisutavalla ei ole merkitystä käyttäjälle, kunhan ratkaisun tarkkuus on riittävä.

Kirjallisuus

- Allan, J.D. 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London. 388 s.
- Broadhurst, L.J., Heritage, G.L., van Niekerk, A.W., James, C.S., and Rogers, K.H. 1997. Translating discharge into local hydraulic conditions on the Sabie River: an assessment of channel flow resistance. Water Research Commission WRC Report 474/2/97.
- Brookes, A. 1996. Floodplain Restoration and Rehabilitation. In: Anderson, M.G., Walling, D.E., Bates, P.D. (toim.). Floodplain processes. John Wiley & Sons Ltd. s. 553 - 576.
- Copeland, R.R., McComas, D.N., Thorne, C.R., Soar, P.J., Jonas, M.M. & Fripp, J.B. 2001. Hydraulic design of stream restoration projects. Technical Report, ERDC/CHL TR-01-28. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Darby, S. & Thorne, C. 1996. Predicting Stage-Discharge Curves in Channels with Bank Vegetation. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 122, No. 10., s. 583 - 586. ISSN 0733-9429.
- DVWK 1991. Hydraulische Berechnung von Fließgewässern. Merkblätter 220. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. 64 s. ISBN 3-490-32097-2.
- Fisher, K. 2001. Handbook for assessment of hydraulic performance of environmental channels. Report SR 490. HR Wallingford, Great Britain. (CD-ROM)
- Helmiö, T. 1997. Avouoman vastuskertoimien määrittäminen – laskentaohjelman kehitys ja soveltaminen. Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osasto. 123 s. (diplomityö)
- Helmiö, T. 2001. Friction measurements of ice cover: theory and practise in River Päntäneenjoki. 2nd IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, 10-14.9.2001, Obihiro, Japan. s. 179 - 187.
- Helmiö, T. 2002. Unsteady 1D flow model of compound channel with vegetated floodplains. Journal of Hydrology. Vol. 269, No. 1 - 2, s. 89 - 99.
- James, C.S. 1994. Evaluation of Methods for Predicting Bend Loss in Meandering Channels. J.Hydr.Engng, ASCE, 120(2), s. 245 - 253.
- Järvelä, J. 1998. Luonnonmukainen vesirakennus: periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, VTR-1. 129 s. ISBN 951-22-4296-6, ISSN 1456-2596.
- Järvelä, J. & Helmiö, T. 1999. Hydraulic features of boreal river rehabilitation – Finnish experience. 3rd International Symposium on Ecohydraulics, Salt Lake City, USA, 12. - 16.7.1999. 9 s. (CD-ROM)
- Järvelä, J. & Helmiö, T. 2004. Hydraulic Considerations in Restoring Boreal Streams. Nordic Hydrology. (hyväksytty julkaistavaksi)
- Lahti, M. 1999. Elinympäristömalli vesistöjen kunnostusten suunnittelussa. Tutkimusraportteja, 2. Fortum, Vantaa.
- Leclerc, M. 2002. Ecohydraulics, last frontier for fluvial hydraulics: research challenges and multidisciplinary perspectives. Bousmar, D. & Zech, Y. (toim.). River Flow 2002. Swets & Zeilinger, Lisse. s. 13 - 25. ISBN 9058095096.
- Madsen, B.L. 1995. A riverkeeper's field book. Ministry of Environment and Energy, Danish Environmental Protection Agency. 57 s. ISBN 87-7810-481-5.
- Mertens, W. 1989. Zur Frage hydraulischer Berechnungen naturnaher Fließgewässer. Wasserwirtschaft, 79, 4, s. 170 - 179. ISSN 0043-0978.
- Nuding, A. 1998. Zur Durchflußermittlung bei gegliederten Gerinnen. Wasserwirtschaft, 88, 3, s. 130 - 132.
- Pasche, E. & Rouvé, G. 1985. Overbank Flow with Vegetatively Roughened Flood Plains. Journal of Hydraulic Engineering, 111, 9, s. 1262 - 1278. ISSN 0733-9429/85/0009-1262.
- Patt, H.; Jürging, P. & Kraus, W. 1998. Naturnaher Wasserbau: Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer, Berlin. 358 s. ISBN 3-540-61666-7.
- Rouvé, G. (toim.). 1987. Hydraulische Probleme beim naturnahen Gewässerausbau. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Weinheim. 267 s. ISBN 3-527-27125-2.
- Saari, S. 1955. Hankauskertoimen arvosta pienissä vesiväylissä. Teknillinen korkeakoulu. 105 s. (diplomityö)
- Savolainen, M. 1997. Nuuksion Myllypuron luonnontilan kunnostussuunnitelma. Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osasto. 115 s. (diplomityö)
- Shen, H.W. 1979. Modeling of Rivers. John Wiley & Sons Inc, USA.
- USDA 2001. Stream corridor restoration: principles, practices and processes. Revised edition, August 2001.

www.usda.gov/stream_restoration/

10.1 Kaupunkirakentamisen hydrologiset vaikutukset

10.1.1 Johdanto

Kaupunkirakentaminen muuttaa veden kiertoa ja aiheuttaa hydrologisia ongelmia. Vaikutukset ovat lisääntyneet väestön kasvun ja kaupungistumisen myötä. Kaupunkiväestön määrä kasvaa sekä maailmanlaajuisesti että Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen (2002) mukaan yli 80 % suomalaisista asuu nykyisin taaja-asutusalueilla ja vuosina 1980-1995 Suomen taaja-asutusalueiden pinta-ala kasvoi lähes 1 600 km².

10.1.2 Kaupunkirakentamisen vaikutukset pintavaluntaan

Pintavalunnan määrä

Rakentamattoman alueen kaupungistuksessa päällystettyjen ja vettä läpäisemättömien pintojen osuus kasvaa. Lisääntynyt läpäisemätön pinta-ala yhdessä virtausta kiihdyttävien teknisten rakenteiden, kuten ojien ja sadevesiviemäreiden kanssa lisää pintavalunnan määrää ja nopeuttaa veden virtausta. Kaupungin ja muiden rakennettujen alueiden pintavaluntavesiä, jotka suurimmaksi osaksi

muodostuvat päällystetyillä, vettä läpäisemättömillä pinnoilla, sanotaan hulevesiksi. Rakennetuilla ja päällystetyillä alueilla pintavalunnan määrä ja virtaamahuiput ovat suurempia, sade- ja sulamisvedet muodostavat pintavaluntaa nopeammin ja pintavalunnan ajalliset vaihtelut ovat voimakkaampia kuin luonnontilaisilla alueilla. Pintavalunnan kasvu on voimakkainta kesäisin, sekä erityisesti pienten, usein toistuvien sateiden yhteydessä. Etelä-Ruotsissa (Hogland 1986) verrattiin Lundin keskustan ja ympäröivän maaseudun vesitaseita. Keskustassa 41 % ja maaseudulla 25 % vuosisadannasta muodosti pintavaluntaa.

Valuntakerroin ilmaisee, kuinka suuri osuus sadannasta tai sulannasta muodostaa välitöntä valuntaa. Välitön valunta koostuu sateen tai sulamisen välittömästi aiheuttamasta pinta- ja pinta-kerrosvalunnasta. Valuntakerroin on sitä suurempi, mitä suurempi osa valuma-alueesta on päällystetty vettä läpäisemättömillä materiaaleilla. Valuma-alueen keskimääräinen valuntakerroin on yleensä hieman pienempi kuin läpäisemättömän pinta-alan osuus koko valuma-alueen pinta-alasta. Valuntakerroin voi mm. hydrometeorologisten tekijöiden vuoksi vaihdella huomattavasti eri sade- ja sulantapahtumissa.

Suomalaista kaupunkihydrologiaa on tutkittu laajimmin vuosina 1977 - 79 Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen yhteydessä (Melanen 1982) sekä Kaupunkivedet ja niiden hallinta (RYVE) -projektissa vuosina 2001 - 2003 (Kotola

& Nurminen 2003a ja b). Vuosien 1977 - 1979 tutkimus suoritettiin eri puolella Suomea sijaitsevilla erillisviemäröidyillä kaupunkikoealueilla. Kunkin koealueen valuntakerroin vaihteli voimakkaasti, mutta alueen päällystettyjen pintojen osuus määräsi selvästi valuntakertoimen. Pienin keskimääräinen valuntakerroin 0,10 mitattiin pientaloalueella, jonka pinta-alasta 29 % oli päällystetty. Suurin keskimääräinen valuntakerroin 0,39 oli keskusta-alueella, jonka pinta-alasta 67 % oli päällystetty.

RYVE-projektissa tutkittiin kaupunkihydrologiaa kolmella Espoossa sijaitsevalla tutkimusalueella. Kerrostaloalueen, jonka pinta-alasta noin puolet oli vettä läpäisemätöntä, keskimääräinen valuntakerroin oli 0,18 vaihteluvälin ollessa 0,00 - 0,48. Pientaloalueella, jonka pinta-alasta noin viidesosa oli vettä läpäisemätöntä, valuntakerroin oli keskimäärin 0,04 ja vaihteluväli 0,00 - 0,27.

Huleveden laatu

Yleensä kaupunkirakentaminen heikentää pintavesien laatua. Kaupunkivaluma-alueiden pintavesien ainepitoisuudet ovat yleisesti 1 - 2 kertaluokkaa suurempia kuin metsäisten valuma-alueiden pintavesien pitoisuudet (Snodgrass ym. 1999). Hulevesi voi sisältää ympäristölle vaarallisia kemikaaleja, kuten raskasmetalleja, PAH-yhdisteitä ja dioksiineja. Kaupunkialueilla hulevesien mukana huuhtoutuvat lika- ja haitta-aineet ovat peräisin mm. ajoneuvoista ja pakokaasuista; rakennuksien materiaalien korroosiosta, asfaltin kulumistuotteista, teollisuusalueilta ja huoltoasemilta, vuotavista viemäreistä ja jätteen käsittelystä, eläinten jätöksistä, kemikaalien käytöstä sekä kaukolaskeumasta.

Erilaisten ja eri olosuhteissa sijaitsevien kaupunkialueiden hulevesien laadussa on suuria eroja. Asuinalueiden hulevedessä on yleensä vähemmän metalleja ja orgaanista hiiltä mutta enemmän fosforia ja bakteereja kuin muiden kaupunkialueiden hulevesissä. Mitä suurempi alueen asukastiheys on, sitä suu-

rempi on huleveden biologinen hapenkulutus, kokonaistyyppipitoisuus ja fekaalisten koliformien määrä. Asukastiheys ei juurikaan vaikuta asuinalueiden huleveden metallipitoisuuksiin. Teiden hulevesien pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa tai hieman suurempia kuin muiden kaupunkialueiden hulevesien pitoisuudet. Typen ja kiintoaineen pitoisuuksien osalta ei havaita merkittävää eroa eri kaupunkimaisten maankäyttömuotojen välillä. (Duncan 1999)

Myös saman alueen huleveden laatu voi vaihdella voimakkaasti mm. vuodenaikojen ja sadeolosuhteiden mukaan. Usein huleveden laatu on huonoimmillaan sateen alussa, jolloin hulevesi huuhtoo mukaansa läpäisemättömille pinnoille kertyneen lian.

Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen (Melanen 1982) tuloksia verrattiin Siuntionjoen valuma-alueella suoritetun valumavesien laatututkimuksen tuloksiin (Maasilta ym. 1980). Lähes kaikkien tutkittujen vedenlaatuparametrien osalta kaupunkialueen hulevesien pitoisuuksien havaittiin olevan suurempia kuin metsävaltaisen ja peltovaltaisen alueen valumavesien pitoisuudet. RYVE-projektissa huleveden laatua on toistaiseksi tutkittu kiintoaineen, ravinteiden ja kemiallisen hapenkulutuksen osalta. Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen ja RYVE-projektin tuloksia huleveden ainepitoisuuksien osalta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 10.1

RYPE-projektin (Kotola & Nurminen 2003b) ja valtakunnallisen hulevesitutkimuksen 1977 - 1979 (Melanen 1982) keskimääräisiä, virtaamalla painotettuja huleveden pitoisuuksia.

	Kotola & Nurminen 2003b		Melanen 1982	
	Kerrostaloalue	Pientaloalue	Sula kausi	Sulamiskausi
COD _{Mn} (mg/l O ₂)	9	8	15 - 26	
COD _{Cr} (mg/l O ₂)	54	57	93 - 200	59 - 260
Kokonaistyyppi (mg/l N)	2,1	1,4	1,1 - 2,2	1,9 - 5,5
Kokonaisfosfori (mg/l P)	0,10	0,08	0,25 - 0,52	0,22 - 1,2
Kiintoaine (mg/l)	53	34	89 - 490	50 - 750
Sähkönjohtokyky (mS/m)	18	35	3,3 - 12	22 - 110
BOD (mg/l O ₂)			9 - 28	10 - 34
Pb (mg/l)			0,092 - 0,43	0,046 - 0,65
Zn (mg/l)			0,14 - 0,50	0,20 - 0,37
Cu (mg/l)			0,013 - 0,19	0,028 - 0,31
Cd (mg/l)			0,001 - 0,004	0,001 - 0,003

Huleveden on todettu useissa maissa olevan merkittävä vesistöjen pilaaja (mm. Akan 1993, Lawrence 1999, Swietlik 1999, US EPA 1998). Monin paikoin vesistöjen pistekuormituslähteiden, kuten teollisuuden ja asutuksen jätevesien merkitys vesistöjen likaajana on tehostuneen jätevesien käsittelyn ansiosta vähentynyt. Tällöin huleveden suhteellinen merkitys vesistöjen pilaajana on kasvanut. Lähes kaikkien Tukholman järvien osalta suurin osa vesistökuormituksesta johtuu hulevedestä ja Saltsjöhön kulkeutuu ympäristölle haitallisia aineita enemmän huleveden kuin puhdistetun jäteveden mukana (Stockholms stad 2002). On arvioitu, että 12 % USA:ssa inventoitujen järvien huonosta vedenlaadusta johtuu kaupunkialueiden hulevesihuutoumasta (US EPA 1998).

Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen 1977 - 1979 (Melanen 1982), Vaasan keskustan hulevesitutkimuksen (Kannala 2001) ja RYPE-tutkimuksen huleveden ainehuuhtoumia vuositason esitetty taulukossa 2. Kiintoaineen, kokonaisfosforin, kemiallisen hapenkulutuksen ja kadmiumin vuosihuutoumien osalta Siuntionjoen valuma-alueen metsä- ja peltovaltaisen alueen huutoumat (Maa-

silta ym. 1980) sijoittuvat valtakunnallisen hulevesitutkimuksen 1977 - 1979 kaupunkialueiden suurimman ja pienimmän huuhtouman väliin. Kokonaistyyppien ja sulfaatin osalta eniten huuhtoumaa muodostui Siuntionjoen peltoalueelta. Lyijyn osalta kaupunkialueiden ainehuuhtoumat olivat selvästi suurimmat. Verrattaessa kaupunkialueiden huleveden ravinnehuuhtoumia ympäristöhallinnon Hovin ja Savijoen maatalousvaltaisten pienten valuma-alueiden (Silvo ym. 2002) vuosihuutoumiin 1981 - 2000 havaitaan kaupunkialueiden fosforihuutouman olevan samaa suuruusluokkaa ja typpihuutouman pienemmän kuin pienillä peltovaltaisilla valuma-alueilla.

Kaupunkialueella lumen sulamisen synnyttämä kevätvalunta voi aiheuttaa huomattavan osan vuotuisesta huleveden ainehuuhtoumasta. Valtakunnallisessa hulevesitutkimuksessa 1977 - 1979 lumen sulamisvesien laatu todettiin sulan kauden hulevesien laatua selvästi huonommaksi keskusta-alueilla. Sulamisvalunnan osuus vuotuisesta ainehuuhtoumasta vaihteli suuresti ollen välillä 5 - 79 %. Siuntionjoen pelto- ja metsävaltaisilla alueilla osuus oli 22 - 59 %.

Taulukko 10.2

Suomalaisia hulevesihuuhtoumia

(Melanen 1982, Kannala 2001 ja RYVE-tutkimus).

Ainehuuhtouma (kg/km ² /a)	Valtakunnallinen hulevesitutkimus (Melanen 1982)	Vaasan keskusta (Kannala 2001)	RYVE (Kotola ja Nurminen 2003b)	
			Kerrostaloalue	Pientaloalue
Kiintoaine	8 700 - 120 000	50 000	21 000	10 000
Kokonaisfosfori	25 - 190	42	38	24
Kokonaistyppi	200 - 950	520	880	500
COD _{Cr}	11 000 - 54 000		20 000	20 000
COD _{Mn}		5 000	3 600	2 700
BOD	1 300 - 10 000			
Pb	11 - 160	3		
Zn	18 - 150	50		
Cu	2,7 - 64	7		
Cd	0,13 - 0,67			
Cr		5		
Ni		3		
SO ₄	1 700 - 5 700			

10.1.3 Kaupunkirakentamisen vaikutukset puroihin ja vesistöihin

Kaupunkipurojen ja luonnontilaisen valuma-alueen purojen hydrologia ja veden laatu ovat hyvin erilaisia. Kaupungistumisen hydrologiset vaikutukset riippuvat mm. ilmastollisista tekijöistä, kaupungin koosta ja väestömäärästä, teollistumisasteesta ja viemäröinnistä (Melanen 1986). Kaupungistumisen vaikutuksesta puron virtaamavaihtelut kasvavat, alivirtaama pienenee ja ylivirtaama kasvaa. Ylivirtaaman kasvu yhdessä kaupunkialueilla usein tapahtuvan purouoman oikaisemisen kanssa johtaa suurentuneisiin virtausnopeuksiin ja kasvaneeseen

eroosioon. Hulevesi- ja jätevesiviemäreiden vuodot heikentävät kaupunkipurojen vedenlaatua.

RYVE-hankkeessa tutkittiin viittä kaupunkipuroa valuma-alueineen (Kuusisto 2002). Tutkimuksessa havaittiin, että esikaupunkialueillaakin ekologiset ja uomamorfologiset vaikutukset ovat todennäköisiä päällystettyjen pintojen suuren määrän vuoksi. Rakennetuilla alueilla purojen uomasto pysyy vain harvoin luonnontilaisena ja uomia perataan myös pientaloalueilla. Voimakkaimpia muutokset ovat hyvin tiiviisti rakennetuilla kerrostalo- tai teollisuusalueilla, joilla purot johdetaan melko usein keinotekoiseen kanavaan tai putkeen.

Taulukko 10.3

Virtaveden tilan ja valuma-alueen läpäisemättömän pinta-alan välinen yhteys Arnoldin ja Gibbons'n (1996) mukaan.

Kaupunkivaluma-alueen läpäisemättömien pinta-alojen osuus (%)

0 - 10

10 - 30

30 - 100

Vaikutus virtaveden tilaan

Ei vaikutusta

Haitallisia vaikutuksia saattaa esiintyä

Haitallisia vaikutuksia ei voi välttää

Roesner ym. (2001) mukaan kaupungistuminen kasvattaa virtaamahuippuja siten, että ylivirtaama vähintään kaksinkertaistuu luonnontilaan verrattuna, eikä kasvu yli 10-kertaiseksi ole harvinaista. Myös virtaamahuippujen esiintymistiheys kasvaa. Marylandissa (USA) havaittiin että ylivirtaama, joka ennen kaupungistumista toistui keskimäärin kerran kahdessa vuodessa, esiintyy kaupungistumisen jälkeen keskimäärin 3 - 8 kertaa vuodessa (Schueler 1987).

10.1.4 Kaupunkirakentamisen muut hydrologiset vaikutukset

Useissa eri puolilla maailmaa tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että kaupungistuminen vaikuttaa sadantaa lisäävästi (Kratzer 1956, Changnon 1970). Sademäärien on yleisesti havaittu lisääntyneen noin 10 %, mutta yksittäisissä tutkimuksissa lisäystä on ollut selvästi tätä enemmän (Heino 1978). Heinon (1978) mukaan on mahdollista, että kaupungistuminen on aiheuttanut myös Suomessa vuosisadannan lisääntymistä.

Tavallisesti kaupunkirakentaminen vähentää haihduntaa. Yleensä haihdunta kaupunkialueilla on suhteellisen vähäistä, koska välitön valunta tapahtuu melko nopeasti (Hogland 1986). Kaupungistumisen edetessä alueen kasvillisuuden määrä vähenee, joten kasvien elintoimintoihin liittyvää haihduntaa tapahtuu kaupunkialueilla vähemmän kuin maaseudulla. Myös interseptiohäviö on kaupungissa pienempi kuin maaseudulla. Etelä-Ruotsissa suoritettussa tutkimuksessa (Hogland 1986) todettiin, että vuosisadannasta haihtui Lundin keskustassa 43 % ja ympäröivällä maaseudulla 66 %. Haihdunnan vähentyminen merkitsee kokonaisvalunnan lisääntymistä.

Kaupungistuminen lisää pintavaluntaa voimakkaasti, mutta toisaalta yleensä vähentää pintakerros- ja pohjavesivaluntaa. Kaupunkialueen päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen pohjaveteen. Tällöin pohjaveden pinta tavallisesti alenee ja pohjavesivirtaus uomiin pienenee (Walesh 1989). Tämä saattaa aiheuttaa

uomien virtaaman pienenemistä kuivan kauden aikana.

Kylmän ilmaston alueilla lumella on suuri merkitys hydrologisessa kierrossa, esimerkiksi Suomessa kevätsulun osuus vuosivalunnasta on 40 - 60 % (Hyvärinen 1986). Kaupunkialueella lumiolosuhteet voivat olla hyvinkin erilaiset kuin vastaavalla maaseutualueella. Kaupungistumisen katsotaan lisäävän lumisateen määrää, erään arvion mukaan lisäys on 5 % (Landsberg 1970). Lisääntyneestä lumisateesta huolimatta lumikausi on kaupungeissa noin 10 % lyhyempi kuin ympäröivällä maaseudulla (Heino 1976). Kaupungissa lumen sulaminen alkaa aikaisemmin ja on nopeampaa kuin maaseudulla, mutta koska auringon säteily on yleensä voimakainta sulamiskauden lopulla, kaupunkialueen sulannan maksimi-arvo ei välttämättä ole maaseutualueen maksimi-arvoa suurempi (Bengtsson & Westerström 1992). Luulajassa suoritettujen tutkimusten perusteella vuorokausisulanta kaupungissa on noin 10 mm suurempi kuin maaseutualueella (Bengtsson & Westerström 1992).

Kaupunkialueen sisällä lumioloit vaihtelevat suuresti: joiltakin alueilta lumi on poistettu kokonaan ja joillakin alueilla lumi on säilynyt lähes koskemattomana. Lumen auraus, läjitys ja poisto vaikuttavat kaupunkialueen lumioloihin sitä enemmän mitä tiiviimmin rakennettu alue on kyseessä. Kaupungin keskustassa lähes kaikki lumi saatetaan siirtää pois alueelta, mikä vähentää sulamisvalunnan määrää huomattavasti. Kaupunkialueen lumeen kertyy talven aikana mm. liikenteen päästöistä lika-aineita, joten huleveden laatu voi sulamiskaudella olla huonompi kuin sulan kauden aikana. Varsinkin lumen läjitysalueiden sulamisvesiin ja maaperään voi kertyä suuria määriä lika-aineita.

10.2 Kaupunkivesien käsittely

Hulevedet vaikuttavat haitallisesti taajamien pienviesien ekologiaan ja ne ovat

osasyynä rannikkovesiä edelleen vaivaille vedenlaatuongelmille. Hulevesien käsittelyä varten olisi myös Suomessa syytä ottaa nykyistä yleisempään käyttöön menetelmiä, jotka voivat samalla luoda mahdollisuuksia taajamaympäristön laadun monipuoliselle parantamiselle. Hulevesien käsittelyllä ja taajamien pienvesistöjen kunnostuksella voidaan parantaa olemassa olevia vesistöjä ja lisäksi saada aikaan uusia taajamaympäristöä monipuolistavia vesi- ja kosteikkoaiheita.

10.2.1 Hulevesien käsittelyn tilanne Suomessa ja muualla

Suomessa taajamien hulevedet johdetaan yleensä hulevesiviemäreiden kautta lähes käsittelemättöminä vesistöihin, lukuun ottamatta esim. hiekan keruuta sadevesikaivoista. Sekaviemärointi eli hulevesien johtaminen yhdessä jätevesien kanssa puhdistamoihin on käytössä vain eräillä vanhoilla keskusta-alueilla, kuten Helsingissä. Erillisviiemärointiin on siirrytty mm. puhdistamoille ongelmia aiheuttavien virtaamahuippujen takia.

Sadevesiviemäreiden kautta virtaa huomattavia vesimääriä yhtäkkisesti vastaanottavina vesistöinä toimiviin purovesistöihin, joissa aiheutuu suuria ylivirtaamia sateen ja lumen sulamisen yhteydessä. Lisääntyneistä virtaamista on seurauksena mm. eroosiota ja toisaalta alavilla alueilla tulvimista, minkä vuoksi monia kaupunkipuroja on suoristettu ja levennetty tai johdettu maanalaisiin putkiin. Putkitukseen ja kanavointiin ovat vaikuttaneet myös tarve maa-alueen tehokkaaseen hyötykäyttöön. Toisaalta sadeveden imeytymismahdollisuuden vähentyminen pienentää purovesien alivirtaamia ja huonontaa eliöiden elinolosuhteita. Seurauksena on purovesien arvon heikkeneminen veden laadun, kaupunkiympäristön viihtyisyyden ja kaupunkiekologian kannalta.

Monissa maissa edellytetään uuden aluerakentamisen yhteydessä toimenpiteitä, joilla kompensoidaan rakentamisen aiheuttamien virtaamasuhteiden ääre-voitymistä ja puhdistetaan hulevesiä.

Esim. Saksassa vesilaki edellyttää monissa osavaltioissa hulevesien käsittely- ja viivytysrakenteiden toteuttamista siten, että virtaamasuhteet alapuolisessa vesistöissä eivät muutu (Rantakokko 2002).

Suomessa hulevesien käsittely ja johtaminen avouomissa on ollut mukana eräissä kokeiluhankkeissa. Jo 1980-luvulla hulevesien käsittely liittyi maisemasuunnitteluun ja ns. kevennettyyn kunnallistekniikkaan, jonka tarkoituksena oli mahdollistaa hulevesiviemäröinnin mitoituksen pienentäminen hulevesien osittaisella imeytyksellä ja viivytyksellä. Ensimmäisiä kokeiluhankkeita olivat Gerbyn asuinalue Vaasassa (Panu 1981) ja Pihlajarinteen alue Espoossa (Leminen & Helander 1985). Vaasassa on toteutettu hulevesiaihe myös vanhalla ruutukaava-alueella. Viikin ekorakentamisalueeseen Helsingissä on liittynyt sadevesien imeytys ja hyötykäyttö sekä Viikinojan luonnonmukainen uudelleenuotoilu osaksi viheraluetta. Hulevesiteema on ollut mukana myös asuntomesualueilla, kuten Kajaanissa 2001 ja on suunnitteilla monipuolisesti Oulun asuntomessuille 2005. Kaupunkirakenteen tiivistämisestä aiheutuvien haittojen estämiseksi suositellaan Helsingin uudessa yleiskaavaluonnoksessa kiinnitettäväksi huomiota vesiolosuhteiden säilyttämiseen sekä purojen ja jokien esteettömään virtaukseen (Yleissuunnitteluosasto 2003).

10.2.2 Hulevesien käsittelymenetelmiä

Hulevesien käsittelymenetelmiä on tarkasteltu RYVE-projektiin liittyvässä erillisselvityksessä (Ahponen 2003). Hulevesien käsittelymenetelmät voidaan jakaa imeyttäviin, johtaviin ja viivyttäviin menetelmiin, joiden käyttökelpoisuus yleensä vaihtelee valuma-alueen eri osissa.

Sade- ja huleveden imeytys

Etenkin vedenjakaja-alueilla, joilla maaperä on usein karkeampaa ja vettä läpäisevämpää kuin alavilla laaksoalueilla,

voidaan helpoimmin toteuttaa sadeveden imeytystä maaperään myös rakennetuilla tonttialueilla. Tämä voi tapahtua yksinkertaisesti esim. maaston muotoilun ja piha- ja kattovesien ohjaamisen avulla. Imeytystä varten voidaan tehdä imeytyspainanteita, joissa vesi viiptyy matalana vesialueena jonkin aikaa sateen yhteydessä ja imeytyy maaperään. Tarvittava imeytysalueen pinta-ala riippuu maaperäolosuhteista, mutta sopivana pinta-alana on esitetty 10 % kohdealueen kattopinta-alasta (König 1996). Erittäisiä imeytyspainanteita on kehitetty mm. katualueiden viherkaistoille. Saksassa on käytössä kadunvarsien imeytävä sorapainannejärjestelmä, jossa kadunvarsipainanteen imeytystä tehostetaan sorapatjalla ja painanteen alapuolisella salaojalla (Jormola & Pajula 1999). Imeytyspainanne soveltuu käytettäväksi myös vettä huonosti läpäisevässä maaperässä. Painanteen vesitila ja sorapatjan huokostila voivat vastaanottaa tietyn suuruisen hetkellisen sadannan vesimäärän, joka imeytyy viiveellä maaperään. Painanteen ruokamultakerros toimii epäpuhtauksia suodattavana kerroksena. Imeytysrakenteita voidaan tilan puutteessa rakentaa myös maanalaisina säiliöinä. Laajamittainen imeytysjärjestelmä uuden asunton alueen kaikkien sadevesien imeyttämiseksi ja viivyttämiseksi on toteutettu mm. Kronsbergin asunton alueella Hannoverin EXPO 2000-näyttelyn oheiskohteena (KUKA 2000).



Kuva 10.1
Hannoverin Kronsbergissä on toteutettu laajamittainen hulevesien imeytys- ja viivytyjärjestelmä, jossa hulevesiä imeytetään katujen varsilla ja piha-alueilla.
Jukka Jormola

Hulevesien johtaminen

Kadunvarsipainanteet toimivat samalla myös hulevesiä johtavina rakenteina, joissa mm. ruohokasvillisuus viivyttää huleveden virtausta. Kadunvarsipainanteita on tutkittu mm. Skotlannissa ja muualla Britanniassa. Saksassa Hampurissa on monilla alueilla käytössä ns. avoin kuivatusjärjestelmä, jossa hulevedet johdetaan avoimena pintavirtauksena lähimpiin purovesistöihin hulevesi-



Kuva 10.2
Kadunvarsivesiä voidaan johtaa ja samalla puhdistaa matalissa ruohopeitteisissä painanteissa. Kuva Skotlannista, Dundee (yllä). Avoin sadevesijärjestelmä muodostaa samalla näyttävän vesiaiheen asutusalueelle. Kuva Hampurista, Travrennbahn (alla).
Jukka Jormola

viemäröinnin sijaan. Hulevesiä voidaan samalla hyödyntää osana asuin ympäristön piha- ja viheralueita.

Hulevesien viivyttäminen, varastoiminen ja puhdistaminen lammissa ja kosteikoissa

Se osa hulevesistä, jota ei pystytä imeyttämään, voidaan johtaa imeytysrakenteiden ylivirtauksena tai suoraan esim. kaatoilta, piha-alueilta tai hulevesiviemäreistä joko normaalisti kuivina oleviin viivytyksaltaisiin tai pysyvämmiin vesialueena oleviin hulevesilampiin ja kosteikkoihin. Vedenkorkeuden vaihtelu mahdollistaa virtaamien tasaantumista. Viivytyksalueilla voi tapahtua myös imeytymistä maaperään maalajisuhteista ja veden varastoitumisajasta riippuen. Varastoaltaiden, hulevesilampien ja kosteikkojen merkitys hulevesien puhdistuksessa perustuu ensisijaisesti kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden myrkyllisten aineiden laskeutumiseen. Lammissa ja kosteikoissa voi lisäksi tapahtua ravinteiden mikrobiologista puhdistumista samaan tapaan kuin maatalousalueille rakennetuissa kosteikoissa.

10.2.3 Hulevesien käsittelyalueet osana kaupunkiympäristöä

Hulevesien käsittelymenetelmillä voidaan tasapainottaa taajamavesistöjen virtaamasuhteita, parantaa pohjaveden muodostumisedellytyksiä ja saada aikaan uusia kosteikko- ja vesialueita, jotka lisäävät kaupunkiympäristön viihtyisyyttä ja kaupunkiluonnon monimuotoisuutta. Hulevesien imeytyksellä voidaan samalla estää pohjaveden tason laskua. Imeytysalueet voidaan haluttaessa suunnitella esim. nurmipintaisina alueina, jotka soveltuvat muuhun käyttöön kuivina aikoina. Hulevesilammista ja -kosteikoista voidaan suunnitella asuin ympäristön viihtyisyyttä ja arvostusta lisääviä vesiaihteita. Kosteikkomaiset hulevesiaiheet kehittyvät luonnostaan kasvistollisesti ja eläimistöllisesti monipuolisiksi.

Luonteensa mukaisesti hulevesikosteikat voivat ajoittain kuivua ja niissä voi esiintyä leviä.

Koska sade- ja pohjavesistä voi olla myös joko pysyvää tai ajoittaista haittaa rakenteille ja taajamatoiminnoille, on hulevesien käsittelyyn tarkoitetuilla alueilla otettava huomioon imeytymisalueiden varoetäisyydet rakenteista sekä jäätyneen ja yllätyksellisten rankkasateiden aiheuttamat tilanteet rakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa. Rakenteiden puhdistus ja kunnossapito on otettava huomioon, jotta laskeutuva kiintoaine ei lähtisi uudelleen liikkeelle ja jotta alueet säilyvät riittävän siisteinä asuin ympäristön kannalta. Rakenteet on syytä suunnitella mahdollisuuksien mukaan yhteistyössä asukkaiden kanssa etenkin, kun toimenpiteitä suunnitellaan jo olemassa olevaan asuin ympäristöön.

10.2.4 Hulevesien käsittelyn ongelmia pohjoisissa olosuhteissa

Maaperän ja vesialueiden jäätyminen aiheuttaa ongelmia hulevesien imeyttämiseksi ja puhdistamiseksi pohjoisissa olosuhteissa, mikä korostuu erityisesti talviaikaisten vesisateiden sekä lumen sulamisen yhteydessä. Kuitenkin myös routaantuneeseen maaperään voi imeytyä vettä edellyttäen, että maa on päässyt kuivumaan ennen jäätymistään, jolloin siinä on huokostilavuutta (Oberts 2003). Hulevesilampien ja -kosteikkojen ongelmana on jäätyminen, jolloin hulevesi voi virrata sulamis- ja sadetilanteessa jään päällä tai aiheuttaa pohjasedimentin liikkeellelähtöä virratessaan jään alla. Matalassa olevat sadevesiputket voivat myös jäätyä. Jäätymisestä aiheutuvia ongelmatilanteita voidaan estää riittävän suurilla vesisyvyyksillä, putkien lämpöeristyksellä ja vedenpoistojärjestelyillä, joilla kosteikko voidaan tyhjentää ennen jäätymistään.

Toisena pohjoisten alueiden ongelmana ovat teiden ja katujen suolauksen vaikutukset vesistöihin. Lumen sulamisen yhteydessä tulee pieniin kaupunkipuroihin huomattavasti vaihtelevia suo-

lapitoisuuksia. Esim. Helsingin Mellunkylänpurossa on havaittu yhden vuorokauden aikana suolapitoisuuden muutoksia arvosta 132 mg/l arvoon 1 181 mg/l eli lähes kymmenkertaisia vaihteluita (Ruth 2003). Suolapitoisuus on suurimmillaan sulamisen alkuvaiheessa ja laimenee sulamisen edetessä. Suolan on todettu lisäävän raskasmetallien, mm. sinkin ja raudan liukenemistä, mikä lisää hulevesien myrkyllisyyttä vesieliöstölle (Ruth 2003, Marsalek 2003). Suola voi aiheuttaa pohjaveden suolaantumista ja heikentää imeytysalueiden maaperän läpäisevyyttä, minkä lisäksi suolapitoisen veden kerrostuminen voi haitata hulevesikosteikkojen toimintaa (Marsalek 2003). Hulevesilampien ja -kosteikkojen mitoituksella ja rakenteella voidaan auttaa sulamisvesien sekoittumista ja laimenumista, mikä pienentää vesieliöstölle mahdollisesti aiheutuvaa shokkivaikutusta.

10.2.5 Kaupunkipurojen kunnostus

Hulevesien käsittelymenetelmillä voidaan vähentää etenkin uuden rakentamisen haitallisia vaikutuksia kaupunkipuroihin, mutta olemassa olevaan hulevesiverkostoon ja siten virtaamasuhteisiin voi olla vaikea vaikuttaa ainakaan lyhyellä tähtäyksellä. Sen vuoksi kaupunkipurojen kunnostuksessa on usein otettava lähtökohdaksi tilanne, jossa ylivirtaamat ovat merkittävästi kasvaneet alkuperäisestä luonnontilasta, kuten esim. Mellunkylänpurossa Helsingissä (Tikkanen 1999). Kaupunkirakentamisessa on Suomessa on edelleen usein tilanteita, joissa on korostettava kaupunkipurojen säilyttämistä avoimina, mutkittelinä uomina maankäytön paineissa (ks. Tietoa tiiviisti 18). Monissa maissa taajamapurojen kunnostus ja putkitettujen puroosuuksien avaaminen uudelleen taajamakuovan osaksi on tullut kaupunkisuunnittelun tavoitteeksi. Esim. Zürichissä on ohjelma putkitettujen tai muutoin rakennettujen purovesistöjen kunnostamiseksi (Göldi 1988). Kanavamaisia uomia on yleisesti palautettu mutkittelinä tai muutoin rakenteeltaan

vaihteleviksi (Hanski & Jormola 2000).

Suomessa taajamapurojen kalastollinen elvyttäminen jopa lohikaloille soveltuviksi on arvokasta toimintaa, joka lisää purojen merkitystä asuin ympäristön vetovoimatekijänä. Pienetkin taajamapurot voivat olla tärkeitä poikastuotantoalueita paitsi paikalliselle kalakanalle, myös laajemmalle vesistöalueelle. Esimerkkejä talkoovoimin kunnostetuista, kalastollisesti arvokkaista puroista ovat mm. Monikonpuro Espoossa ja Longinoja Helsingissä.

Uomarakenteen monipuolistaminen

Hulevesien käsittelyn tehostamisen lisäksi taajamapurojen kunnostuksen lähtökohdaksi on uomien rakenteellisen tilan parantaminen siten, että uoman linjaus, poikkileikkaus sekä pohjan ja rantojen rakenne sovitetaan vallitseviin virtaamasuhteisiin. Suuret ylivirtaamat, tilan puute ja turvallisuusvaatimukset edellyttävät kaupunkipuroilta yleensä hyvää pohjan ja rantojen eroosiosuojautusta, joka tulisi kuitenkin toteuttaa esim. louheverhoilun tai muurimaisten rakenteiden sijaan pyöreämuotoisella kiviaineksella tai ainakin osittain kasvillisuuteen perustuvilla eroosiosuojauksilla. Suositeltavinta on pyrkiä kaivamaan uoma ns. kaksoisprofiilina, jossa alivirtaamia varten on kapea uoma ja tulvatilanteita varten riittävästi mitoitettu tulvatasanne. Oikaistujen purojen linjaus on syytä pyrkiä palauttamaan ainakin josakin määrin mutkittelinä, mikä voi olla mahdollista myös suhteellisen rajoitetussa tilassa. Mikäli kaupunkipuro liittyy viheralueeseen, voidaan puron yhteyteen muodostaa laajempia tulvatasanteita tai lampia. Niillä voidaan jossakin määrin tasata uoman virtaamasuhteita, mutta pääasiassa niiden merkitys voi olla tulvakasvillisuuden ja uoman monimuotoisuuden lisääjinä. Laajoja vesialueita voi olla syytä välttää mm. leväongelmien takia. Mikäli puron vesipinnan ja ympäröivien ranta-alueiden korkeusero on suuri ja tilaa on vähän, voidaan esim. muurirakenteiden sisälle muodostaa vaihteleva alivirtaamauma.

Monikonpuro kaupunkirakentamisen puristuksessa

Espoon Monikonpuro on esimerkki kaupunkipurosta, joka on voimakkaista maankäyttöpaineista huolimatta säilynyt arvokkaana taimenpurona ja joka osoittaa samalla pienten purovesistöjen merkityksen kaupunkikuvan ja asumisviihtyvyyden kannalta.

Monikonpuro sijaitsee Itä-Espoossa, latvaosiltaan myös Vantaan ja Helsingin puolella ja laskee Leppävaaran aluekeskuksen kautta mereen Iso-Huopalahdes- sa. Monikonpuron valuma-alueesta 40 % on rakennettua aluetta ja päällystetyn pinnan osuus valuma-alueesta on 16,7% (Kuusisto 2002). Pientaloalueiden osuus rakennetuista alueista on kuitenkin melko suuri ja päällystettyjä pintoja on laajoina alueina lähinnä vain valuma-alueen alaosissa.

Monikonpuroa ja sen haaroja on perattu ja muokattu suurelta osalta, mutta päähaarassa on myös luonnontilaisia osuuksia usean kilometrin matkalla Leppävaaran keskuksen ylä- ja alapuolella ja lisäksi latvaosissa. Niiden ansiosta purosa elää varsin voimakas taimenkanta, jota RKTL:n selvityksen mukaan pidetään geneettisesti alkuperäisenä (Tuominen-Halomo 2002).

Monikonpuro tuli tunnetuksi Leppävaaran liikekeskuksen ja kaupunkiradan rakentamisen yhteydessä, kun Espoon kaupunki esitti suunnitelmat puron siirtämiseksi putkeen 800 metrin matkalla. Hanke uhkasi mm. hävittää talkootyönä kunnostetun taimenten kutualueen rautatieaseman vieressä Kehä I:n sillan alla, minkä vuoksi puron suojelemiseksi perustettu kansalaisjärjestö Monikonpuroliike esitti kaavasunnitelmien muuttamista ja puron käsittelyä luonnonmukaisen vesirakentamisen periaattein.

Koska Leppävaaran kaavoitus ja kaupunkiratahanke oli jo edennyt varsin pitkälle ja koska tiejärjestelyt ja olemassa olevat viemärit asettivat rajoitteita avouoman

toteutukselle, kompromissiksi tuli osittaisten muutosten tekeminen putkitussuunnitelmaan. Alunperin esitetty putkiosuus lyheni noin puoleen ja pisimpään putkiosuuteen tehtiin veden korkeutta sääteleviä kynnyksiä taimenten olojen parantamiseksi. Avonaisina rakennettavat osuudet toteutettiin jyrkkäreunaisena kanavana pääkadun ja liikekeskuksen väliselle kapealle kaistalle siten, että liikekeskuksen puolella on osittain pääsy uoman äärelle terassimaisia portaita pitkin. Uoman pohjaa verhoiltiin luonnonkivillä ja kanavan pohjalle muotoiltiin kapea alivesiuoma. Torialueen ja korttelipuiston yhteyteen rakennettiin koskiaiheet ja osuuden alapää Kehä I:n itäpuolella toteutettiin osittain kallioon louhittu-

Monikonpuron kanavamaiseen osuuteen on muotoiltu vaihteleva alivesiuoma luonnonkivistä.

Jukka Jormola





Monikonpurosta on tehty asuinviihtyvyyttä lisäävä puistoaihe Leppäviidän ekologiselle korttelialueelle.

Jukka Jormola

na avouomana. Lisäksi hyödynnettiin puroa vesiaiheena ekologisen rakentamisen korttelin yhteydessä alkuperäisen tavoitteen mukaisesti. Asuntoalueen keskellä kulkeva purouoma rakennettiin suvantomaiseksi lampiaiheeksi, jonka rannat on toteutettu laiturirakenteina ja toisella puolella loivempänä, kosteikkomaisena rantana. Vesiaiheeseen sisältyy myös tulvauoma.

RKTL tutki Monikonpuron kalastoa kesällä 2002 ja uomassa todettiin olevan yllättävän hyvä taimenkanta puron rakentamisesta huolimatta (Tuominen - Halomo 2002). Merkittävimmät taimenten esiintymisalueet olivat liikekeskuksen yläpuolella, mutta keväällä tavattiin taimenia myös putkiosuuksien välisistä tekokoskista. Taimenia löytyi 4 - 5 ikäluokkaa ja keväällä 2002 kudesta syntyneitä poikasia oli eniten. Puron taimentuotto on Suomen huippuluokkaa vesistön pinta-alaan nähden. Lähteiden ansiosta puro ei jäädy talvellaan ja puroon nousee keväisin suuria määriä kolmipiikkettä, joita suuremmat taimenet käyttävät ravintonaan.

Monikonpuron vaiheet osoittavat, että kansalaisten kiinnostus kaupunkivesistöihin voi muuttaa totuttuja vesistöjen käsittelytapoja ja parantaa pienvesien asemaa kau-

punkisuunnittelussa. Luonnonmukaisen vesirakentamisen toteutustapoja voidaan tarvittaessa sovittaa vaikeisiin maankäytön reunaehtoihin. Myöhäisessä vaiheessa toteutettavat kompromissiratkaisut eivät välttämättä ole ideaalisia ja aiheuttavat lisäkustannuksia, mutta Monikonpuron osalta on saavutettu ekologisesti ja kaupunkikuvallisesti kohtuullinen lopputulos. Kun pienvesistön kunnostus liitetään jo alun perin aluesuunnitteluun, kuten toteutetun ekologisen asuinkorttelin yhteydessä, vesistöistä voidaan saada asuin ympäristön arvoa lisäävä elementti, jonka toteutuskustannukset sisältyvät kiinteistöjen rakentamiseen.

Vaikka Monikonpuro on säilynyt taimenille elinkelpoisena, olisi purovesistön kunnostamiseksi ja hulevesien haittojen vähentämiseksi tehtävissä vielä paljon. Rakennettujen kanava- ja koskiosuuksien habitaattirakennetta voitaisiin edelleen parantaa, niin että syntyisi kalojen oleskelulle sopivia elinympäristöjä. Alaosan kallioon louhitulle osuudelle olisi syytä muotoilla alivesiuoma samaan tapaan kuin kanavaosuudella. Yläpuolisilla peratuilla ja syöpyvillä uomaosuuksilla tulisi monipuolistaa uomarakennetta ja estää eroosiota esim. kasvillisuudella. Uomaan laskevien hulevesiviemärien yhteyteen voitaisiin tehdä virtaamia tasaavia ja vettä puhdistavia kosteikkoja, joista olisi mahdollista saada uusia kaupunkiluontoa monipuolistavia vesiaiheita.

Lisätietoja

Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisu B 48. Helsinki. 69 s.

Tuominen-Halomo, A. 2002.

Taimen viihtyy, vaikka puro pantiin putkeen – Monikonpurossa elää ainutlaatuisen runsas taimenkanta. Länsiväylä 28.8.2002.

Kirjallisuus

- Ahponen H. 2003. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. 118 s. (diplomityö)
- Akan, A.O. 1993. Urban Stormwater Hydrology – A Guide to Engineering Calculations. Technomic Publishing Co., Lancaster, Pennsylvania. 268 s. ISBN 0-87762-966-6.
- Arnold, Chester L. Jr. & Gibbons, C. James. 1996. Impervious Surface Coverage, the Emergence of a Key Environmental Indicator. Journal of the American Planning Association, Vol. 62, Issue 2, s. 247 - 258
- Changnon, S.A. Jr. 1970. Recent studies of urban effect on precipitation in the United States. In Urban Climates, Techn. Note No 108, WMO, Geneva, s. 325 - 341. ref Heino 1978.
- Duncan, H.P. 1999. Urban Stormwater Quality: a Statistical Overview. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Report 99/3, February 1999. 80 s. ISSN 1039-7361.
- Göldi, C. 1988. Das bachkonzept der Stadt Zürich und das Revitalisierungsprogramm für Fließgewässer des Kantons. Sonderdruck 1164. Gas-Wasser-Abwasser 1988 (8):398 - 400.
- Hanski, M. & Jormola, J. (toim.). 2000 Luonnonmukainen vesirakentaminen Sveitsissä ja Itävallassa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 187. 44 s. ISBN 952-11-0730-8. ISSN 1455-0792.
- Heino, R. 1976. Urban climatology and its relevance to urban design. Tech. Note No. 149, WMO, Geneva, 61 s. ref Heino 1978.
- Heino, R. 1978. Urban effect on climatic elements in Finland. Geophysica 15:2, s. 171 - 188. ISBN 951-45-1796-2. ISSN 0356-6641.
- Hogland, W. 1986. Rural and urban water budgets: a description and characterization of different parts of the water budgets with special emphasis on combined sewer overflows. Lund University, Institute of Science and Technology, Department of Water Resources Engineering. Report No 1006. Lund, Sweden. 278 s. ISSN 0346-8062.
- Hyvärinen, V. 1986. Valunta. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.). 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys r.y. Helsinki. 503 s. S. 152 - 223. ISBN 951-95555-1-X. ISSN 0782-9612.
- Jormola, J. & Pajula, H. (toim.). 1999 Luonnonmukainen vesirakentaminen Saksassa ja Tanskassa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 137. 56 s. ISBN 952-11-0389-2. ISSN 1455-0792.

www.ymparisto.fi

- Kannala, M. 2001. Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentäminen. Alueelliset ympäristöjulkaisut 216, Länsi-Suomen ympäristökeskus- Vaasa. 95 s. ISBN 952-11-0899-1.
- Kotola, J. & Nurminen, J. 2003a. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 1: kirjallisuustutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, 7. (TKK-VTR-7). 95 s. ISBN 951-22-6495-1 (nid.). ISBN 951-22-6496-X (PDF). ISSN 1456-2596.
- Kotola, J. & Nurminen, J. 2003b. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koeluetutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja, 8. (TKK-VTR-8). 203 s. ISBN 951-22-6497-8 (nid.). ISBN 951-22-6498-6 (PDF). ISSN 1456-2596.
- Kratzer, A. 1956. "Das Stadtklima," Die Wissenschaft, Vol 90 (1st ed), 145 s. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- KUKA 2000. Wasser am Kronsberg. Stadtentwässerung Hannover, Kronsberg-Umwelt-Kommunikations-Agentur GmbH (KUKA). 6 s.
- Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja B 48. 69 sivua. ISBN 952-10-0874-1. ISSN 0355-1105.
- König K. 1996. Regenwasser in der Architektur: Ökologische Konzepte. Staufen bei Freiburg: Ökobuch Verlag. 236 s. ISBN 3-922964-60-5. ref. Ahponen 2003.
- Landsberg, H.E. 1970. Climates and urban planning. Urban climates. WMO-No 254, s. 366 - 374. ref McPherson 1974.
- Lawrence, I. 1999. Canberra Stormwater Management: An Australian Case Study. Teoksessa: Rowney, C.A., Stahre, P. and Roesner, L.A. (toim.). 1999. Sustaining Urban Water Resources in the 21st Century (Proceedings of Conference held in Malmo, Sweden, Septembter 7-12, 1997). Reston, VA: ASCE, s. 327 - 341. ISBN 0-7844-0424-0
- Leminen, K. & Helander, R. 1985. Hulevesien imeytyskokeilu Espoon Pihlajarinteessä. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 49.s.

- Maasilta, A., Pekkarinen, M., Tuononen, E. & Vakkilainen, P. 1980. Ainehuuhtoutumista pelto- ja metsävaltaisella valuma-alueella Siuntionjoen vesistöissä. Teknillinen korkeakoulu, Vesitekniikan laitos, Julkaisu 18. 36 s. ISBN 951-752-116-2.
- Marsalek J. 2003. Road salt in urban stormwater: An emerging issue in stormwater management in cold climate. 1st international conference on urban drainage and highway runoff in cold climate. ss 65-73. Luleå University of Technology.
- McPherson, M.B. (toim.). 1974. Hydrological effects of urbanization. Studies and reports in hydrology, 18. The UNESCO Press. ISBN 92-3-101223-1. ISSN 0081-7449.
- Melanen, M. 1982. Quantity, composition and aerial load of urban runoff water in Finland. Acta Polytechnica Scandinavica, Civil Engineering and Building Construction Series, No. 80. ISBN 951-666-139-4. ISSN 0355-2705
- Melanen, M. 1986. Kaupungistuminen. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.) 1986. Sovellettu hydrologia, s. 408 - 411. Vesiyhdistys r.y., Helsinki. 503 s. ISBN 951-95555-1-X. ISSN 0782-9612.
- Oberts, J. 2003. Cold climates BMP:s: solving the magement puzzle. 1st international conference on urban drainage and highway runoff in cold climate. ss. 13 - 31. Luleå University of Technology.
- Panu, J.1981. Gerbyn maisemanhoitosuunnitelma. Vaasa: Kaupunkisuunnitteluvirasto 46 s.
- Roesner, L.A., Bledsoe, B.P. & Brashear, R.W. 2001. Are best-management-practice criteria really environmentally friendly. Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 127, No. 3, May/June, 2001, s. 150 - 154. ISSN 0733-9496.
- Ruth, O. 2003. Road salt as a pollutant in Helsinki Urban streams, Southern Finland. 1st international conference on urban drainage and highway runoff in cold climate. ss. 35 - 45. Luleå University of Technology.
- Schueler, T.R. 1987. Controlling urban runoff: A practical manual for planning and designing urban BMPs, Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, D.C. 240 s. ref. Roesner ym. 2001
- Silvo, K., Hämmäläinen, 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. & Rönkä, E. 2002. Päästöt vesiin 1990 - 2000: vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste nro. 242. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 68 sivua. ISBN 952-11-1066-X (nid.) 952-11-1067-8 (pdf)
www.ymparisto.fi
[WWW päivitetty 6.3.2002, viitattu 2.9.2002]
- Snodgrass, W.J., Kilgour, B.W., Leon, L., Eyles, N., Parish, J. & Barton, D.R. 1999. Applying Ecological Criteria for Stream Biota and an Impact Flow Model for Evaluating Sustainable Urban Water Resources in Southern Ontario. Teoksessa: Rowney, Charles A.; Stahre, Peter & Roesner, Larry A. (toim.). 1999. Sustaining Urban Water Resources in the 21st Century (Proceedings of Conference held in Malmo, Sweden, Septembter 7 - 12, 1997), s. 263 - 279. Reston, VA: ASCE. ISBN 0-7844-0424-0.
- Stockholms stad, 2002. Dagvattenstrategi för Stockholms stad. 24 s.
www.miljoporten.stockholm.se/Dagvatten
- Suomen ympäristökeskus. 2002. Suomi keskittyy taaja-asutusalueille. Ympäristöhallinto, Helsinki.
www.ymparisto.fi
[WWW päivitetty 12.4.2002, viitattu 28.8.2002]
- Swietlik, W.F. 1999. Stormwater management in the United States - key challenges and possible solutions. Teoksessa: Rowney, C.A.; Stahre, P. & Roesner, L.A. (toim.). 1999. Sustaining Urban Water Resources in the 21st Century (Proceedings of Conference held in Malmo, Sweden, Septembter 7 - 12, 1997). Reston, VA: ASCE, s. 68 - 77. ISBN 0-7844-0424-0.
- Tikkanen M. 1999. Kaupunkipuron tulvat ja niiden merkitys - esimerkkinä Helsingin Mellunkylänpuron valuma-alue. Terra 111:1, 3-15.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1998. National Water Quality Inventory: 1998 Report to Congress. United States Environmental Protection Agency, Office of Water.
www.epa.gov/305b/98report/index.html
[WWW päivitetty 2.8.2002, viitattu 23.8.2002]
- Walesh, S.G. 1989. Urban surface water management. John Wiley & Sons, Inc. 518 sivua. ISBN 0-471-83719-9.
- Yleissuunnitteluosasto 2003. Helsingin yleiskaava 2002, ehdotus. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2002:17. 234 s.

Rahoitusmahdollisuudet



Heli Harjula, Eija Lehtonen & Auri Sarvilinna

Luonnonmukaisen vesirakentamisen toimenpiteitä rahoitetaan pääasiassa samoilla periaatteilla kuin vesistö- ja kunnostushankkeita yleensä. Rahoituskanavia on monenlaisia ja ne muuttuvat nopeasti, mutta tässä tekstissä esitetään pääpiirteittäin tämänhetkinen kansallinen ja EU-rahoitustilanne.

11.1 Kansallinen rahoitus

Kansallista rahoitusta säätelee valtionavustuslaki, jonka puitteissa valtionavustuksella tarkoitetaan tuenluontoista rahoitusta tietyn toiminnan tai hankkeen avustamiseksi. Laissa säädetään niistä perusteista ja menettelyistä, joita noudatetaan valtionavustuksia myönnettäessä. Valtionavustuslakia sovelletaan valtion talousarvioon otetusta määrärahasta tai talousarvion ulkopuolella olevan valtion rahaston varoista myönnettävään valtionavustukseen. Kyseistä lakia sovelletaan myös, kun valtion talousarviossa myönnetään valtuus tehdä sopimuksia tai antaa sitoumuksia valtionavustuksesta. Lisäksi valtionavustuslakia sovelletaan toissijaisesti myös Euroopan unionin varoista myönnettäviin tukiin.

Vesien kunnostusrahoitus tulee vuosittain valtion talousarviosta ympäristöministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön pääluokista. Valtion osallistumisessa vesistöjen kunnostukseen noudatetaan erityisesti ympäristöministeriön tehtäväalueella valtioneu-

voston 3.5.1990 tekemää periaatepäätöstä. Periaatepäätöksen mukaan hankkeilla, joihin valtio osallistuu tulee olla huomattava yleinen merkitys vesistöjen käytön, hoidon tai kunnostuksen kehittämisessä. Vesistön kunnostus, johon valtio osallistuu, voidaan suunnitella ja tehdä valtion talousarvion rajoissa osittain tai kokonaan valtion työnä tai rahoittamana. Kunnostuksiin voidaan lisäksi käyttää myös palkkaperusteisia työllisyysmäärärahoja.

Ympäristöministeriön vesienkunnostusmäärärahat on enimmäkseen suunnattu vesistöjen suojeluun. YM:n 13.9.2000 asettaman ympäristöhallinnon rakentamisorganisaation kehittämistä selvittäneen työryhmän (RAKE 5) mietinnön (2001) mukaan rahoitettavat toimenpiteet tähtäävät vesistön suojeluarvolle ja käyttötarkoitukselle aiheutuneiden haittojen vähentämiseen ja poistamiseen sekä vesistöjen tilan ja käyttökelpoisuuden säilyttämiseen tai parantamiseen. Kunnostusmenetelminä on käytetty mm. ruoppausta, vedenpinnan nostoa, alusveden poisjohtamista, vesikasvien niittoa, fosforin saostamista, lisäveden johtamista, hapetusta, neutralointia, ravintoketjukunnostusta ja hoitokalastusta sekä näiden yhdistelmiä. Alueiden käytön ja luonnonsuojelun tehtäväalueella rakentamistehtävät jakautuvat vesistöjen hoito- ja ennallistamistöihin, virkistyskäyttöä ja veneilyä palveleviin hankkeisiin ja maisemanhoitotöihin.

Maa- ja metsätalousministeriön tehtäväalueen vesistökuunnostukset ovat

Valtioneuvoston asetus vesistötoimenpiteiden tukemisesta

Maa- ja metsätalousministeriöstä vesistöille osoitettavaa rahoitusta säätelee valtioneuvoston asetus vesistötoimenpiteiden tukemisesta (651/2001). Elinympäristöjen säilyttämis- ja parantamistarpeet on otettu asetuksessa huomioon. Tuesta päättävät alueelliset ympäristökeskukset. Tuettava toimenpide voi olla

- 1) tulvista tai muista luonnonolosuhteista taikka vesistöön jääneistä rakenteista vesistössä tai sen ranta-alueella aiheutuvan vaaran, haitan tai vahingon vähentäminen, esimerkiksi tulvavahinkojen vähentämiseksi tarpeellinen rannan pengerrys tai jokiuoman perkaus
- 2) valtion tuella aiemmin toteutetun vesistötoimenpiteen täydentäminen tai parantaminen
- 3) valtion tuella muualla kuin vesistössä aiemmin toteutetun toimenpiteen vuoksi tarpeellinen kunnostustoimenpide, esimerkiksi vesistön yläpuolisen valuma-alueen ojitushanke
- 4) vesistön monipuolisen käytön sekä hoidon edistäminen.

Kohta 4 olisi asetuksen perustelujen (Maa- ja metsätalousministeriö 2001) mukaan tarkoitettu ymmärrettäväksi laajasti ja voisi katkaa esimerkiksi kosteikon rakentamisen silloin, kun tätä varten ei myönnetä muuta tukea.

Tukemisen edellytyksenä on, että

- 1) toimenpiteellä on yleistä merkitystä hyödynsaajien lukumäärän, hyödyn laadun, vaikutusalueen laajuuden tai jonkin muun vastaavan syyn vuoksi
- 2) toimenpiteen tarve on aiheutunut luonnonolosuhteista tai tarpeen aiheuttajaa ei voida osoittaa siten, että tämä voitaisiin velvoittaa kokonaisuudessaan vastaamaan tarpeellisista toimenpiteistä tai niiden kustannuksista
- 3) toimenpiteen kustannukset ovat kohtuulliset siitä saavutettaviin hyötyihin verrattuna.

Kohdassa 3 tarkoitetut hyödyt olisi asetuksen perustelujen mukaan ymmärrettävä laajasti niin, että niihin luettaisiin myös toimenpiteestä aiheutuvat ei-taloudelliset hyödyt. Tällöin voitaisiin ohjata rahoitustukea luonnon monimuotoisuutta lisääviin vesistötoimenpiteisiin.

Tukea voidaan myöntää asetuksen 4 §:n mukaan periaatteessa kaikkiin suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen aikaisiin kustannuksiin, mutta ei toteuttamisvaiheen jälkeisiin käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin. Valtion tuen osuus hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista voi pääsääntöisesti olla enintään 50 prosenttia. Vesistöhankkeen hyödynsaajien osallistuminen hankkeen kustannuksiin on siis tärkeää.

Avustuksen maksamisen edellytyksenä on, että avustuksen hakijalla on toimenpiteen edellyttämät vesilain mukaiset ja muut tarvittavat luvat, sekä hakija on sitoutunut huolehtimaan asianmukaisesti rakenteiden käytöstä ja kunnossapidosta sekä muista toimenpiteen valmistumisen jälkeisistä velvoitteista.

pääsääntöisesti valtion varoin aiemmin toteutettujen hankkeiden parantamiseen tai hankkeista aiheutuneiden haittojen vähentämiseen tai poistamiseen liittyviä toimenpiteitä. Kunnostusta edistäviä määrärahoja on suunnattu esimerkiksi tulvasuojeluhankkeiden peruskorjaukseen, säännöstelyn kehittämiseen ja kalataloudellisiin sekä uittosääntöjen kumoamiseen liittyviin hankkeisiin. Maa- ja metsätalousministeriön vesivarastrategian (1999) eräänä päämääränä on, että vesistö- ja kuivatushankkeissa otetaan huomioon vuorovaikutteisen suunnittelun, vesistöjen monipuolisen käytön ja luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteet. Valtion rahoituksen saamista edesauttaa se, että vesistötoimien suunnittelussa huomioidaan luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteet. (RAKE 5 2001)

TE-keskukset rahoittavat virtavesien kalataloudellisia kunnostuksia vuosittain lähes miljoonalla eurolla. Maa- ja metsätalousministeriön vapaa-ajan kalatalouden kehittämisstrategian yhtenä hankkeena on virtavesien kalataloudellisten kunnostuksien jatkaminen nykyisessä laajuudessaan poistamalla vaellusesteitä tai rakentamalla niihin kalateitä sekä entisöimällä koskia kalastukselle sekä kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiksi. Kunnostukset toteutetaan osana vesistö- tai valuma-aluekohtaisia käyttö- ja hoitosuunnitelmia (Maa- ja metsätalousministeriö, kala- ja riistaosasto 2002).

Pienimuotoisia ympäristönsuojelua ja -hoitoa edistäviä töitä voidaan toteuttaa myös palkkaperusteisilla työllisyysmäärärahoilla (nk. YTY-työt). Projekteihin palkattavien henkilöiden tulee olla työttömiä työnhakijoita, jotka palkataan alueellisiin ympäristökeskuksiin työvoimatoimistojen osoittamalla määrärahoilla. YTY-työt ovat merkittävä työttömien työnhakijoiden työllistäjä etenkin syrjäisillä alueilla (RAKE 5 2001). Luonnonmukaisen vesirakentamisen pilottikohteista esimerkiksi Koillismaan purokunnostusprojekteja ja Pohjois-Karjalan vesistö-kunnostuksia on toteutettu osin työllisyystöinä (Ympäristöhallinto 2003).

11.1.1 Peruskuivatustoiminnan tukeminen

Valtion osallistumien kuivatushankkeen toteuttamiseen perustuu peruskuivatustoiminnan tukemisesta annettuun lakiin (947/1997) ja asetukseen (530/1998). TE-keskus voi myöntää valtion tuen avustuksena, lainana tai näiden yhdistelmänä. Tukea voidaan myöntää joko ojitusyhtiölle tai kiinteistön omistajille yhteistä hanketta varten. Tuettavassa hankkeessa tuen tulee kohdistua pääasiassa viljelymaahan ja useampaan kuin yhteen maatilaan. Valtion tukea voidaan myöntää myös peruskorjaustöille, joilla aiemmin toteutettu hanke uusitaan kokonaan tai osittain. (Pajula 2003)

Uusien ojitustoimitusohjeiden (Pajula 2003) mukaan ojitushankkeissa tulee nykyisin soveltaa luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteita. Avustusta voidaan yleensä myöntää enintään 50 % hyväksyttävistä kustannuksista, erityisistä syistä avustuksen enimmäisosuutta voidaan korottaa enintään 20 prosenttiyksikköä. Harkinnanvaraiset ympäristönsuojelu- ja -hoitotoimenpiteet voidaan myös rahoittaa kokonaan avustuksella. Peruskuivatustoiminnan tuen myöntämisen ehtona on muun muassa ympäristönsuojeluun ja -hoitoon liittyvien seikkojen riittävä ja asianmukainen huomioon ottaminen. Tukea myöntäessään rahoittaja voi tarvittaessa asettaa em. seikkoihin liittyviä erityisehtoja, jotka voivat olla kireämpiä kuin yleisesti laeissa vaaditut. Peruskuivatushankkeiden rahoitus tarjoaa siis hyvät mahdollisuudet luonnonmukaisten menetelmien soveltamiseen ja myös edellyttää niitä (ks. 4.4.2). Tätä rahoitustapaa ei kuitenkaan ole juuri käytetty hyväksi.

11.1.2 Metsätaloustoimenpiteiden rahoitus

Valtion rahoittamia yksityismetsien metsänhoitotöitä ja muita metsätaloudellisia toimenpiteitä säätelee laki kestävän metsätalouden rahoituksesta (1094/1996). Rahoitusta myönnetään etupäässä yksi-

tyisille metsänomistajille. Muutkin hakijat voivat tulla kysymykseen, jos rahoitettavat toimenpiteet edistävät yksityismetsien kestävä hoitoa ja käyttöä. Rahoitettavia toimenpiteitä ovat mm. lain 1 §:ssä mainitut metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitäminen ja metsäluonnon hoitohankkeet. Tuettavia vesistötöitä olisivat lähinnä tulvametsien ennallistaminen (tulvien pidättäminen valuma-alueella) sekä soiden ojituksen yhteydessä perattujen purojen ennallistaminen. Metsäkeskuksilla on myös muuta rahoitusta luonnonhoitohankkeisiin, joilla pyritään vähentämään metsäojituksesta aiheutuvia vesistöhaittoja (Rantakokko 2002).

Metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitämisestä aiheutuvat lisäkustannukset tai taloudelliset menetykset voidaan korvata maanomistajille osittain tai kokonaan. Tällä lain 19 §:ssä kuvatulla metsätalouden ympäristötuella voidaan rahoittaa esimerkiksi tulva-alueiden palauttamisesta aiheutuvia kustannuksia. Tulvavesien säätelyyn liittyen metsätalouden ympäristötuen avulla olisi myös mahdollista edistää metsäojitusten yhteydessä suoristettujen puronomien mutkittelun palauttamista ja purovarsien tulvametsien ennallistamista (Rantakokko 2002).

Tuettavia metsäluonnonhoitohankkeita ovat myös erilaiset 20 §:n mukaiset tärkeiden elinympäristöjen hoito- ja kunnostustyöt: vesien ja vesiluonnon kannalta merkityksellinen metsäojituksista aiheutuneiden vesistöhaittojen estäminen tai korjaaminen, metsäojitusten ennallistaminen luonnonarvoiltaan tärkeällä alueella sekä muut metsäluonnonhoitoa sekä metsien moninaiskäyttöä, maise- ma-, kulttuuri- ja virkistysarvoja korostavat, alueellisesti merkittävät hankkeet. Tuki voisi täten kattaa monenlaisia vesistötöitä, esimerkiksi hajakuormitusta ehkäiseviä, metsätalouden valuma-alueella tehtäviä toimenpiteitä, joita ovat mm. ojakatkokset, pintavalutus, vanhojen uomanosien palauttaminen. Luonnonmukaisen vesirakentamisen pilotti-kohteista tämän tyyppisiä toimenpiteitä on tehty mm. Pohjois-Karjalan vesistö-

kunnostusten yhteydessä (ks. 3.1). Lisäksi tuella voisi olla mahdollista rahoittaa esimerkiksi soiden ojituksen yhteydessä perattujen purojen ennallistamista.

11.1.3 Maatalouden ympäristötuki ja ympäristötuen erityistuet

Maatalouden ympäristötuki kuuluu osana Horisontaaliseen maaseudun kehittämisohjelmaan vuosille 2000 - 2006. Tuen avulla pyritään ensisijaisesti vähentämään maataloudesta aiheutuvia ympäristöhaittoja. Maatalouden ympäristötuen tavoitteina ovat mm. maataloudesta aiheutuvan kuormituksen väheneminen, luonnon monimuotoisuudesta huolehtiminen, maatalousmaiseman hoito ja tuotantomenetelmien muuttaminen ympäristöä entistä paremmin huomioon ottaviksi (Ympäristöministeriö 2003). Maatalouden ympäristötuki koostuu kahdesta osasta: kaikille viljelijöille tarkoitettuista perus- ja lisätoimenpiteistä sekä tehokkaampia ympäristönsuojelu- ja hoitotoimia vaativista erityistukimuodoista. Tuen hakijana voi toimia yksittäinen viljelijä tai useamman henkilön ryhmä, joka koostuu joko luonnollisista tai oikeushenkilöistä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002c).

Suurin osa suomalaisista maanviljelijöistä kuuluu maatalouden ympäristötuen perustuen piiriin. Ympäristötuen perustukea saava viljelijä sitoutuu tiettyihin ympäristönsuojelua edistäviin toimenpiteisiin, joista osa on vaihtoehtoisia. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. peltojen kasvipeitteisyys, viljavuusanalyysiin pohjautuvat lannoitusta koskevat ohjeet sekä vesistöjen varsille perustettavat suojakaistat ja valtaojien varsien pientareet. Maatalouden ympäristötuen perustuki esimerkiksi edellyttää perustettavaksi vesistöjen varteen kolmen metrin levyiset, monivuotisen kasvillisuuden peittämät suojakaistat, joilla ei käytetä lainkaan lannoitteita tai kasvinuojeluaineita.

Maatalouden ympäristötukien erityistukea voidaan hakea ympäristötuen

perusosan edellyttämiä toimenpiteitä tehokkaampaa ympäristönsuojelu ja -hoitotoimintaa varten. Tukisopimuksia voidaan tehdä mm. suojavyöhykkeiden sekä kosteikkojen ja laskeutusaltaiden perustamiseen ja hoitoon tai luonnon monimuotoisuuden edistämiseen ja maiseman hoitoon liittyvissä toimenpiteissä. Esimerkiksi kosteikkojen ja laskeutusaltaiden perustamista on vuodesta 1995 lähtien rahoitettu maatalouden ympäristötuen erityistuella. Ohjelmakaudella 2000 - 2006 kosteikkoja ja laskeutusaltaita koskeva erityistukisopimus sisältää uutena tukimuotona myös uomien luonnonolojen parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden, kuten uomien mutkaisuuden lisäämisen ja tulva-alueiden palauttamisen ja hoidon rahoitusta. Korvaus maksetaan pinta-alan perusteella siitä alasta, joka jää kosteikon, laskeutusaltaan tai tulvaniityn alle sekä alueen hoidon kannalta riittävästä reuna-alueista. Vuosittainen enimmäiskorvaus pellolle toteutettavasta hankkeesta on 449,90 euroa/ha tai pellon ulkopuolelle toteutettavasta hankkeesta 336,38 euroa/ha. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002a)

Keskimäärin 15 metriä leveiden suojavyöhykkeiden perustamista rahoitetaan niin ikään ympäristötuen erityistuella. Suojavyöhykkeitä koskeva erityistukimuoto soveltuu hyvin esimerkiksi tulvaherkille peltoalueille. Suojavyöhykkeillä on merkitystä paitsi vesiensuojelun, myös luonnon monimuotoisuuden kannalta. Suojavyöhykkeen perustamiseen ja hoitoon myönnettävä vuosittainen tuki on enintään 449,90 euroa/ha. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002b)

Erityistukea on mahdollisuus saada myös luonnon monimuotoisuuden edistämiseen ja pienen kosteikon tai avoijan säilyttämiseen. Erityistukihakemukset toimitetaan TE-keskuksen maaseutuosastolle. Tukea myönnetään pääosin pinta-alan perusteella, joten sitä ei kohdisteta suoraan esim. kosteikkoa varten tarvittavan padon rakentamiskustannuksiin. Vähimmäispinta-ala, jolle tukea myönnetään, on 1/3 ha.

11.2 EU-rahoitus

EU:n rakennerahastoista on mahdollista saada osarahoitusta alue- ja rakennepolitiikan toteuttamiseen. Rahastot ovat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), Euroopan maatalouden tuki- ja ohjausrahasto (EMOTR) ja Euroopan sosiaalirahasto (ESR). Kalatalouden ohjauksen rahoitusväline (KOR) on tarkoitettu elinkeinokalatalouden tukemiseen.

Rakennerahastovarojen suuntaamiseen on sovittu yhteiset tavoitteet ja jäsenmaat ovat valmistelleet omat ohjelmansa, joiden kautta tukea myönnetään yksittäisille hankkeille. Suomessa ohjelmakauden 2000 - 2006 tavoite 1 -ohjelmat on laadittu Itä- ja Pohjois-Suomeen ja tavoite 2 -ohjelmat Länsi- ja Etelä-Suomeen. Tavoite 1 -alueen ulkopuolella toteutetaan lisäksi tavoite 3 -ohjelmaa ja alueellista maaseudun kehittämissuunnitelmaa ALMAa.

EU rahoittaa tavoiteohjelmien lisäksi neljää ns. yhteisöaloitetta. Näitä ovat maaseudun kehittämissuunnitelma LEADER+, valtioiden ja alueiden välistä yhteistyötä edistävä Interreg III, työmarkkinoihin liittyvän syrjinnän ja eriarvoisuuden torjumiseksi tarkoitettu ylikansallinen Equal -ohjelma ja kestävän kaupunkikehittämisen Urban II -ohjelma.

Vesistöjen kunnostushankkeita on mahdollista rahoittaa lähinnä tavoite 1- ja 2 -ohjelmista, ALMA-ohjelmasta ja LEADER+ -ohjelmasta. Myös Interreg IIIA -ohjelmista voidaan rahoittaa lähinnä kunnostushankkeisiin liittyviä kehittämistoimia ja hankkeiden suunnittelua. Tavoiteohjelmat ja yhteisöaloitteet eivät ole varsinaisia ympäristöhankkeiden rahoitusvälineitä, mutta ympäristön tilaa parantavina ja virkistyskäyttöä ja matkailua tukevin hankkeina mm. vesistöjen kunnostamisen on katsottu edistävän tasapainoista aluekehitystä ja ainakin välillisesti parantavan myös työllisyyttä.

Pienimuotoisia vesistöjen kunnostushankkeita on tähän mennessä rahoitettu tavoite 1 - ja 2-ohjelmista, joitakin hankkeita myös ALMA-ohjelmasta ja LEADER+ -ohjelmasta ja aivan yksittäisiä hankkeita Interreg IIIA -ohjelmasta. Varsinaisia luonnonmukaisen vesirakentamisen hankkeita on toistaiseksi rahoitettu EU-tuella vain muutamia.

EU:n varsinainen ympäristöhankkeiden rahoitusväline on LIFE, jonka kautta tuetaan luonnonsuojelu- ja ympäristöhankkeita EU:n ympäristöpolitiikan ja -lainsäädännön kehittämiseksi. Tuen määrä voi kattaa maksimissaan 50 % hankkeen rahoituksesta. LIFE-Ympäristö rahoittaa innovatiivisia demonstraatioprojekteja, joiden tarkoituksena on edistää kestävästä kehityksestä. LIFE-Luonto tukee luonnonsuojeluhankkeita eli toimenpiteitä, jotka ovat ”välttämättömiä luonnonvaraisten eläin- ja kasvilajien luontaisten elinympäristöjen ja populaatioiden ylläpitämiseksi suotuisalla tasolla tai palauttamiseksi tälle tasolle”. Käytännössä LIFE-Luonnon on edistettävä yhteisön lintudirektiivin (79/409/EEC) ja luontodirektiivin (92/43/EEC) toimeenpanoa sekä erityisesti eurooppalaisen suojelualueverkoston – Natura 2000 – perustamista, mikä tähtää yhteisön arvokkaimpien eläin- ja kasvilajien ja luontotyyppien hoitoon ja suojeluun. Vesistöjen kunnostushankkeita voidaan rahoittaa molemmilta LIFE-rahoituksen osa-alueilta (LIFE-Ympäristö ja LIFE-Luonto). Jos edellä kuvatuilla tavoiteohjelmilla, ALMAlla ja yhteisöaloiteohjelmilla rahoitetaan pienimuotoisia hankkeita, antaa LIFE puolestaan mahdollisuuden toteuttaa merkittäviä hankkeita, tosin tukea myönnetään vain harvoille hankkeille. Hankkeen pitää täyttää vuosille 2000 - 2004 annettussa LIFE III -asetuksessa asetetut ehdot ja menestyä suhteessa muihin hakemuksiin kansainvälisellä tasolla. (Ympäristöhallinto 2003)

Kirjallisuus

- Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Vesivarastrategia. Helsinki 3.9.1999. 6 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2001. Valtioneuvoston asetus vesistötoimenpiteiden tukemisesta. Ehdotuksen pääasiallinen sisältö ja perustelut. Muistio 25.6.2001. 6 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö kala- ja riistaosasto 2002. Virkistyskalastus Suomessa nyt ja tulevaisuudessa. MMM:n julkaisuja 58/2002. 88 s.
www.mmm.fi/kalastus/
[WWW, viitattu 10.4.2002.]
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002a. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000-2006. 12 s.
www.mmm.fi/tuet/ymparisto/maatalouden_ymparistotukioppaat/
[WWW, viitattu 20.2.2002.]
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002b. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000-2006. 12 s.
www.mmm.fi/tuet/ymparisto/maatalouden_ymparistotukioppaat/
[WWW, viitattu 20.2.2002.]
- Maa- ja metsätalousministeriö 2002c. Hakuopas 2002. 16 s.
www.mmm.fi/tuet/ohjeet_oppaat_tiedonannot/oppaat/2002/
[WWW, viitattu 29.1.2003]
- Pajula, H. (toim.). 2003. Ojitusohjeistus. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 4/2003. 79 s. ISBN 952-453-126-7. ISSN 1238-2531.
- RAKE 5. 2001. Alueellisten ympäristökeskusten rakentamistoiminnan ja organisaation kehittäminen (RAKE 5). Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriön moniste 76. 66 s.
- Rantakokko, K. (toim.) 2003. Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella. Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 563. 88 s. ISBN 952-11-1170-4 (nid.) 952-11-1171-2 (pdf). Elektroninen versio:
www.ymparisto.fi
- Ympäristöhallinto 2003. Life-Environment -rahoitus.
www.ymparisto.fi
[WWW, viitattu 12.2.2003]
- Ympäristöministeriö 2003. Maatalouden ympäristötuki 2000 - 2006.
www.ymparisto.fi
[WWW, viitattu 29.1.2003]

Oikeudelliset näkökohdat

Heli Harjula, Antti Lehtinen & Heikki Pajula

Luonnonmukaiseen vesirakentamiseen liittyviä säädöksiä voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Vesilaki ja osaltaan myös ympäristönsuojelulaki määrittelevät, mitä vesistöhankeissa voi tehdä ja millä edellytyksillä, niin myös luonnonmukaiseen vesirakentamiseen luettavien toimenpiteiden osalta. Näistä edellytyksistä voi toisaalta olla johdettavissa tarve eräisiin luonnonmukaisen vesirakentamisen keinovalikoimaan kuuluviin toimenpiteisiin silloin, kun muiden suunniteltujen toimenpiteiden tavoitteena on esim. tulvasuojelu tai vesistön hyötykäyttö. Mitään kunnostusta, ennallistamista tai muuta luonnonmukaista vesirakentamista nimettynä koskevaa kohtaa nämä lait eivät sisällä.

Luonnonmukaista vesirakentamista voidaan edistää ja tehdä mahdolliseksi myös rahoitussäädöksillä. Tällaisia liittyy Suomessa mm. vesistötoimenpiteiden, peruskuivatushankkeiden ja metsänhoidollisten toimenpiteiden rahoitukseen sekä myös maatalouden ympäristötuen erityistukeen. Rahoituskysymyksiä on tarkasteltu erikseen luvussa 11.

Muualla Euroopassa, esim. Tanskassa ja Saksassa, lainsäädännön avulla tuetaan selvästi vahvemmin ympäristöä palauttavaa, hoitavaa ja suojelevaa rakentamista. Tanskassa vesistölain säännökset ovat ohjanneet virtavesien luonnonmukaista kunnostusta vuodesta 1982. Valtio ei rahoita maankuivatusta, mutta tulvasuojelulle sovittu ja määritelty taso on hankkeita uudistettaessa edelleen saavutettava. Saksan luonnonsuo-

jelulakiin on kirjattu erilaisissa hankkeissa tuhoutuvien biotooppien korvaaminen uusilla vastaavilla biotoopeilla. Vaatimus on johtanut moniin luonnonmukaista vesirakentamista sisältäviin toimenpiteisiin. Tulvasuojelussa pyritään yleisesti tulvien pidättämiseen valuma-alueilla säilyttäen ja palauttaen luontaisia pidätysalueita (esim. Jormola & Pajula 1999).

Suomen lainsäädäntöön valmistellaan parhaillaan muutoksia, joilla määritellään vesipolitiikan puitedirektiivin kansallinen toimeenpano. Muutokset eivät koske välittömästi luonnonmukaista vesirakentamista. Direktiivin määritelyyn hyvään ekologiseen tilaan pyrittäessä ennallistus, kunnostaminen ja muut luonnonmukaiset toimenpiteet saattavat kuitenkin tulla kysymykseen keinoina, ja direktiivi vahvistaa vesirakentamisen jo muutoinkin voimistunutta suuntautumista tämällytyypiseen toimintaan.

12.1 Vesilain mukainen luvantarve

Myös luonnonmukaisissa vesirakentamishankkeissa on vesilain 2:2 §:n mukaan rakentamiseen hankittava ympäristölupaviraston lupa, jos ne aiheuttavat 1 luvun 12 - 15 §:n mukaisia muutoksia. Ns. sulkemiskiellon perusteella hankkeelle tarvitaan lupa, jos rakentaminen sulkee valtavyölyän tai muun säännöllisesti käytettävän kulku- tai uittoväy-

län tai kalankulkutien tai supistaa sitä (VL 1:12 - 14 §). Toimenpiteet ovat luvanvaraisia myös, jos niistä voi aiheutua vesistön muuttamiskiellon (VL 1:15 §) mukainen vesistön aseman, syvyyden, vedenkorkeuden, vedenjuoksun tai muun vesiympäristön muutos, joka

- 1) aiheuttaa vahinkoa tai haittaa toisen vesialueelle, kalastukselle, maalle, rakennukselle tai muulle omaisuudelle;
- 2) aiheuttaa tulvan vaaraa, yleistä vedenvähyyttä tai vesiluonnon ja sen toiminnan vahingollista muuttumista;
- 3) melkoisesti vähentää luonnon kauneutta, ympäristön viihtyisyyttä, kulttuuriarvoja tai vesistön käyttökelpoisuutta vedenhankintaan tai sen soveltuvuutta virkistyskäyttöön;
- 4) huonontaa vesistön puhdistautumiskykyä tai muuttaa valtavyylää tai vaikeuttaa yleisen kulku- tai uittovyylän käyttämistä;
- 5) aiheuttaa vaaraa terveydelle; tai
- 6) muulla edellä mainittuun verrattavalla tavalla loukkaa yleistä etua.

Lisäksi pohjaveden muuttamiskiellon perusteella tarvitaan ympäristölupaviraston lupa, jos toimenpide vaikeuttaa pohjaveden hankintaa (VL 1:18 §). Luvantarve syntyy myös, mikäli maa-alue muutetaan pysyvästi vesialueeksi (VL 2:2.4 §).

Luonnonmukaisia vesistöitä toteutetaan usein esim. järjestelyhankkeen yhteydessä, jolloin hankkeelle tarvitaan lupa joka tapauksessa. Ojituksiin ympäristölupaviraston lupa tarvitaan käytännössä harvoin, jos perattava uoma on jokea vähäisempi. Lupa voi olla tarpeen, jos puron perkauksesta saattaa aiheutua haittaa kalastukselle. Liettyneiden uomien puhdistaminen esim. imuruoppamalla lienee VL 2:30 §:n perusteella sallittua, ellei siitä aiheudu edellä mainittuja muutoksia. Vanhojen uomanosien palauttaminen saattaa merkitä maa-alueen muutosta vesialueeksi.

Tulva-aldaiden padottamiseen purojen varsiin ei tarvita ympäristölupaviraston lupaa sulkemiskiellon perusteella,

koska purossa ei ole valtavyylää. Sen sijaan jokea padottaessa lupa tarvitaan. Käytännössä patoaminen toisen alueelle aiheuttaa aina muuttamiskiellon mukaista haittaa, joten lupa on tarpeen aina, jos alueen omistaja ei anna suostumusta alueen käyttöön. Lupa on myös tarpeen suostumuksista riippumatta, jos padottaminen aiheuttaa haittaa yleiselle edulle, esim. arvokkaille luontokohteille tai kalastolle. Jos maa-alue muutetaan pysyvästi vesialueeksi, lupa tarvitaan aina.

12.2 Voivatko vesilain säädökset edellyttää luonnonmukaista vesirakentamista?

Päivi Korkee (2003) on Luomujoki-projektissa tarkastellut luonnonmukaista vesirakentamista paitsi vesilain hankesääntelyn valossa myös mahdollisina lupaviranomaisen määrääminä vahinkoja vähentävinä toimina. Kansainvälisestä lainsäädännöstä on esiintuotu ajatus lupamääräyksestä ja velvoitteesta käyttää nk. korvausbiotooppeja monimuotoisuutta uhkaavissa hankkeissa. Monimuotoisuutta lisäävä toimenpide lupamääräyksenä ja velvoitteena voidaan nähdä vesirakentamislupahakemuksen määrittämisen alan ja vahinkoja vähentävän toimenpiteen rajanvetona sekä VL 2:3 §:n haittojen minimointivelvoitteen soveltamismahdollisuuksien rajoina. Käytännön soveltamistapaukset asiasta lienevät harvinaisia. VL 2:3 on varsin avoin ja mahdollistaa myös luonnon monimuotoisuuteen liittyviä velvoitteita koskevan punninnan joustavasti eri tilanteissa lailisuusperiaatetta rikkomatta. Tärkeimmät rajoitukset lupavelvoitteen käytölle tulevat suoraan VL 2:3 §:n sanamuodosta:

- luonnon monimuotoisuutta koskevaan toimenpiteeseen voidaan velvoittaa lähinnä silloin, kun hanke vaarantaa nimenomaan sitä luonnon monimuotoisuuden osaa, jota toimenpide korjaa
- kustannusten tulee olla erityisesti

kokonaiskustannuksiin nähden kohtuulliset, koska luonnon monimuotoisuuden raha-arvon kustannuksia on hankala määrittää.

Kustannuksia olisi ehkä mahdollista verrata luonnon monimuotoisuuden tärkeyteen kyseisellä alueella.

Erityiset rakentajan velvollisuudet koskevat luonnon monimuotoisuutta kalatalousvelvoitteen (kalanistutus, kalatie tai muu toimenpide tai näiden yhdistelmä, VL 2:22.1) osalta. Vesirakentamishankkeita koskevassa luvussa 2:14 - 24 § intressien suojaaminen täydentää VL 2:3 §:n haittojen minimointia, jolloin voidaan katsoa, että

- jos hanke aiheuttaa kalakannalle vahinkoa, kalatalousvelvoitteena voitaisiin lain sanamuodon mukaan (mutta poiketen oikeuskäytännöstä) asettaa kalanhoitovelvoitteena istutusten sijaan tai niiden oheen velvoite kunnostaa vahinkoalueella esimerkiksi salmi virtavesi-habitaatiksi, tehdä ohitusuoma, tulvauoma, poikastuotantoalue tai vesisammaleiden siirto. Edellytyksenä lienee, että hankkeesta olisi hyötyä luonnon monimuotoisuuden lisäksi myös kalataloudelle
- jos rakentamishanke vaarantaa veden puhdistautumiskykyä, veden laatuun voitaisiin vaikuttaa positiivisesti esim. rakentamalla kosteikko.

Lupamenettelyn kannalta ongelmallista saattaa olla, jos luonnon monimuotoisuutta parantava toimenpide velvoitteena saattaa muistuttaa vesilain mukaista omaa hanketta. Luvanvaraisuus tutkitaan ympäristölupavirastossa itse hanketta koskevan lupakäsittelyn yhteydessä, mutta jos kyseinen vahinkojen vähentämistoimi ei kuulukaan kuulutettavaan suunnitelmaan, eivät asianosaiset saa käytännössä tietää toimenpiteestä. Asian korjaamiseksi viranomaisen voisi esim. ehdottaa tietyille alueelle tiettyä hanketta, ja kyseinen muistutus annettaisiin nykyisestä poiketen tiedoksi asianosaisille ja muille viranomaisille hakijan ohella.

Luomujokiprojektin yhteydessä

käydyissä keskusteluissa on tullut esille ajatus voimassaolevan hankkeen lupamääräysten muuttamisesta luonnonmukaisempaan suuntaan luvan haltijan vapaaehtoisesta aloitteesta. Menettelylle ei ole vesilaissa estettä, sillä lupakäsittelyssä kuullaan niitä, joita muutos koskee, ja lisäksi lupaharkinnassa pyritään turvaamaan myös muut intressit ja edut. Kalatalousmääräysten muuttamiselle on lainsäädännössä kuitenkin omat tarkistamisedellytyksensä (VL 2:22, 4 §).

12.3 Eroosion salliminen sekä insinööribiologiset rannansuojaukset vesilain valossa

Vesilain kannalta eroosio koetaan yleensä negatiivisena. Luomujoki-projektin Kemijoen case-tarkastelussa (Korkee 2003) on otettu esille eroosion salliminen jokiympäristöön kuuluvana, luonnon monimuotoisuutta lisäävänä luontaisena ilmiönä. Eroosio ei luonnonilmiönä liene vesilain mukainen hanke tai toimenpide, mutta jos eroosiota edistetään jollain toimenpiteellä, kyse voi olla ihmisen aiheuttamasta seurauksesta, jolloin hanke voisi ehkä kuulua vesilain alaan. Nykyisessä lupamenettelyssä eroosio koetaan erityisesti rannanomistajan kannalta negatiivisena seikkana. Lupa-asioiden ongelmatilanteet liittyvät siihen, onko rannan sortuminen luontaista eroosiota vai esim. säännöstelyhankkeen aiheuttamaa.

Rannansuojauksessa voi olla kyse yksityiselle edulle aiheutuvien haittojen minimoinnista ja korvauksen sijaan määrättävistä toimenpiteistä. Tällöin vesirakentamishankkeen hakija voi suunnitelluvaiheessa suosia insinööribiologisia menetelmiä, eli kyse on oikeudellisesti mahdollisuudesta. Luonnonmukaisten menetelmien tai luonnon monimuotoisuutta lisäävien rannansuojausmenetelmien käyttöön velvoittaminen on ongelmallisempaa.

Korkean mielestä olisi kuitenkin mahdollista voimassa olevankin vesi-

lain mukaan antaa lupamääräyksessä teknisiä velvoitteita rannansuojauksen toteuttamisesta mahdollisimman luonnonmukaisesti ja toisaalta rajoittaa rannansuojaustoimet luonnollisen eroosion suojaamistarkoituksessa vain yksityisen edun kannalta välttämättömiin kohteisiin. Toisaalta luontaisen ja vesirakentamisesta aiheutuvan eroosion erottaminen voi olla mahdotonta. Mi-

käli insinööribiologiset menetelmät ovat luonnon kannalta vähemmän haitallisia kuin kivisuojaukset, lupaviranomaisen on ehkä VL 2:3 §:n sanamuodon nojalla punnittava luonnonmukaisten rannansuojausmenetelmien kustannuksia hankkeen kokonaiskustannuksiin ja aiheutettaviin vahinkoihin verrattuna.

Yhteenveto luonnon monimuotoisuutta korostavan näkökulman haasteista vesilainsäädännön kehittämisessä

Vesilaki joustavine normeineen ja periaatteineen sopeutuu muutoksiin, jos oikeuskäytännön sallitaan tähän suuntaan kehittyvän. Vakiintuneen oikeuskäytännön muuttaminen saattaa kuitenkin edellyttää lainsäädäntötoimia. Seuraavassa on esitetty esimerkkinä

Kemijokea koskevassa ryhmätyössä esille tulleita vesilain uudistamishdotuksia luonnonmukaisten menetelmien käyttöönoton ja luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi (Korkee 2003):

- luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen tai edistämisen lisääminen vesilain turvaamiin yleisiin intresseihin
 - periaate- tai tavoitesäännöksissä
 - lupakynnyksessä (läpikulkukelpoisuuden edistäminen esim. VL 1:12 §:ään sekä myös vesistöä pienempiin uomiin esim. pienen uoman muuttamiskieltoa kehittämällä, luonnon monimuotoisuus VL 1:15 § intressiksi)
 - lupaharkinnassa erityisesti intressivertailun osana (VL 2:6,2 § ja 2:11 §) sekä hanketyypeistä erityisesti järjestelyluvussa (VL 7 -luku)
 - VL 2:3 §:n haittojen minimointisäännöksessä tai ehkä uudessa, suoraan lupamääräyksiä koskevassa säännöksessä (vrt. YSL 43 - 47 §), jossa voitaisiin haluttaessa vahvistaa mahdollisuus hankkeen johdosta vaarantuvien luontoarvojen parantamistoimiin muualla (korvausbiotooppien ja -habitaattien toteuttaminen)
 - myös vesistöjä pienempiä uomia koskevaan luvanvaraisuuteen ja lupaharkintaan
 - yksityisiä vahinkoja vähentävien toimenpiteiden edellytyksiin
- luonnon monimuotoisuutta koskevan selvitysvelvollisuuden lisääminen vesiasetukseen siten, että jo vesilain mukaiseen hankehakemukseen tulisi sisältyä hankkeen suhde luonnon monimuotoisuuteen tai sitä turvaavat/lisäävät toimenpiteet
- yleisen valvontaviranomaisen roolin korostaminen luonnon monimuotoisuuden intressin edistäjänä lupaprosesseissa
- vesilain joustavien säännösten säilyttäminen, jotta oikeuskäytäntö voi reagoida käytännön erilaisiin tilanteisiin ilman yksityiskohtaisia lainsäädäntötoimia
- vanhojen hankkeiden luvanhakuvelvollisuuden varmistaminen silloin, kun kyse on tosiasiallisesti vanhan, käyttämättömän hankkeen uusimisesta luonnon monimuotoisuutta vaarantavalla tavalla. Esimerkiksi järjestelyalueen uudelleen ojitus voidaan katsoa joko kunnossapidoksi (VL 7:13 §), uudeksi ojitukseksi (VL 6:1,3 §) tai poikkeamiseksi vanhasta luvasta (VL 2:2,1 §).
- huomion kiinnittäminen vesialueen epämääräiseen määrittelyyn sekä vesistöä vähäisemmän uoman määrittelyyn negatiivisen määrittelyn kautta, joka aiheuttaa epäselvyyttä luvanhakuvelvollisuuteen.

Kirjallisuus

- Jormola, J. ja Pajula, H. (toim.). 1999 Luonnonmukainen vesirakentaminen Saksassa ja Tanskassa. Suomen ympäristökeskuksen moniste 137. Helsinki. 56 s. ISBN 952-11-0389-2 www.ymparisto.fi
- Korkee, P. 2003. Oikeudellinen näkökulma Kemijoen vesialueen vesipuitedirektiivi-tarkasteluun ja vesistön monimuotoisuutta lisääviin kunnostus- ja parantamistoimenpiteisiin. Julkaisussa: Kerätär, K. (toim.) Pohjoisten rakennettujen vesistöjen monimuotoisuus sekä luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 627. s. 75-95. ISBN 952-11-1411-8 (nid.). ISBN 952-11-1412-6 (PDF). ISSN 1238-7312. www.ymparisto.fi

Liite

Luonnonmukaisen vesirakentamisen keskeistä sanastoa

aktiivinen kunnostaminen toimenpiteet, joilla uoma pyritään saattamaan mahdollisimman lähelle suunniteltua tavoitetilaa

biotooppi tärkeimmiltä ympäristötekijöiltään ja sisäiseltä rakenteeltaan yhtenäinen alue
ekohydrauliikka tieteenala, joka pyrkii sovittamaan yhteen vesivarojen hyödyntämisen ja ekologiset näkökohdat, sekä edistämään vesiekosysteemien ennallistamista

ekologinen käytävä kapea vyöhyke erillisten suurempien elinympäristölaikkujen välillä, jota pitkin eliöstö voi siirtyä elinympäristöstä toiseen

ekologinen vesirakentaminen toimenpiteet, joiden tavoitteena on vesistön rakenteellinen ja toiminnallinen kokonaisuus, jossa alueelle tyypilliset eliöt esiintyvät luonnollisine laji- ja runsaussuhteineen ja jossa vallitsevat luonnolliset ekologiset vuorovaikutussuhteet

elvytys pienimuotoiset toimenpiteet, joilla pyritään parantamaan uoman tilaa luonnonmukaisemmaksi

ennallistaminen, entistäminen, entisöinti toimenpiteet, joilla pyritään palauttamaan alue tai ekosysteemi häiriötä edeltäneeseen tilaan

habitaatti erityisten elottomien ja elollisten tekijöiden perusteella määritelty ympäristö, jossa laji elää jossakin elinkiertonsa vaiheessa

habitaattihydrauliikka habitaattihydrauliikassa tarkastellaan virtausoloja eliöstön ja kasvillisuuden menestymisen kannalta

habitaattimalli mallilla kuvataan eliöstölle soveltuvia habitaatteja tunnettujen elinympäristövaatimusten perusteella

hulevedet kaupunkien ja muiden tehokkaasti rakennettujen alueiden pinnoilla muodostunut valunta

insinööribiologiset menetelmät pääasiassa kasvillisuuden käyttö eroosiosuojauksessa

kaksoisprofiili, kaksitasoinen poikkileikkaus kaksitasoinen uoman poikkileikkaus, jossa on alivirtaamaa varten tehty pieni uoma ja tulvavirtaamaa varten tulvatasanne

kalakouru, kalaluiska patoon yhdistetty, uomassa oleva rakenne, jossa on sopiva virtaus kalannousun turvaamiseksi ja jossa virtausta hidastetaan tarvittaessa yksittäiskivillä tai kivikynnyksillä

kalataloudellinen kunnostus vesistöön vaikuttava aktiivinen ja kertaluonteinen kalatalouden tarpeista tehtävä toimenpide, joka parantaa kala-, nahkiais- ja rapukantojen tilaa, kalastus- ja ravustusmahdollisuuksia sekä vesistön ekologista tilaa

kalatie rakenne, jota pitkin kala pääsee padon ohitse

kalaväylä jokivesistä järveen tai mereen jatkuva, yleensä veden syvimmillä kohdalla oleva valtaväylä, jossa kalan kulku on turvattu

korvausbiotooppi, korvaushabitaatti luonnonmukaisten ja ekologisten rakentamismenetelmien avulla toteutettu alue, joka on tarkoitettu korvaamaan rakentamisen yhteydessä tuhoutunut elinympäristö

koski-suvanto-vuorottelu koskikynnysten ja laajempien, hitaasti virtaavien alueiden muodostama joen porrasmainen rakenne

kosteikko matala vesialue tai erittäin kostea maa-alue, jolle on tyypillistä erityisen kosteaa elinympäristöä vaativa kasvilajisto

kunnostaminen yleistermi erilaisille vesistön tilaa parantaville toimenpiteille

liekopuu vedessä pitkään ollut, vettynyt puun runko

luonnonmukainen kalatie luonnonmukaisista rakennusaineista, lähinnä luonnonkivestä rakennettu kalatie, jonka esikuvana on puro tai koski

luonnonmukainen ohitusuoma ohitusuoma tai kalatie, joka kiertää patorakenteen hieman kauempaa luonnonpuroa muistuttavana uomana ja jossa voi olla myös kutualueita ja muita virtavesihabitatteja

luonnonmukainen pohjapato, tekokoski luonnonkoskea jäljittelevä rakenne, jolla pidetään yläpuolista vedenpintaa halutulla korkeudella ja joka mahdollistaa kalan kulun

luonnonmukainen vesirakentaminen vesistön rakenteeseen kohdistuvat toimenpiteet, joilla pyritään vesistön luonnontilan ja maisema-arvojen säilyttämiseen tai palauttamiseen ottaen samalla huomioon vesistön eri käyttötarpeet ja niissä tapahtuvat muutokset

luonnonmukaiset eroosiosuojaukset luonnossa esiintyvien materiaalien, kuten kasvillisuuden sekä puu- ja kiviaineksen hyödyntäminen eroosiosuojauksessa

ohitusuoma uoma, kouru, putki tms. veden ohjaamiseksi vesirakenteen ohi

ojakatkos, perkauskatko, kaivukatko kuivatusojan alaosan kaivun lopettaminen tai ojan täyttäminen siten, että vedet johdetaan maastoon

passiivinen kunnostaminen toimenpiteet, joilla luodaan edellytykset uoman muotoutumiselle erilaisten luontaisten prosessien seurauksena

pintavalutuskenttä alue, jossa kuivatusvedet johdetaan kokoojaojasta vesistöön pintakasvillisuuden läpi

pohjapato kiinteä rakenne, jonka yli vesi virtaa ja jolla pidetään yläpuolista vedenpintaa halutulla korkeudella

suiste yleisimmin puusta tai kivistä tehty rakenne, jolla virtausta suunnataan uomassa; käytetään sekä uomaerosion vähentämiseen että lisäämiseen

suojakaista peltoalueella purojen ja muiden vesistöjen varsille, sekä talouskaivojen ympärille jätettävä, vähintään kolme metriä leveä pellon osa, jota peittää monivuotinen kasvillisuus ja jota ei saa käsitellä kasvinsuojeluaineilla eikä lannoittaa

suojavyöhyke vähintään 15 metriä leveä, vesistöön rajoittuva pellon osa, jota peittää monivuotinen kasvillisuus ja jota ei saa käsitellä kasvinsuojeluaineilla eikä lannoittaa. Lisäksi suojavyöhykkeeseen kuuluu vesistön luontainen rantavyöhyke

syväne-virtapaikka-vuorottelu mutkittelevan joen ulkokaarteisiin syöpyy syvempiä alueita ja mutkien väliin kasautuu särkkiä tai matalampia virtapaikkoja, jotka määräävät vedenpinnankorkeuden alivirtaamien aikana

säännöstelevä pohjapato pohjapato, jonka harja on muotoiltu siten, että pato purkaa halutun määrän vettä suhteessa yläpuolisen vedenpinnan korkeustasoihin

tavoitekuva kuvaus virtaveden toivotuista ominaisuuksista pitkällä aikavälillä. Tavoitekuvatarkastelussa tavoitekuvasta muodostetaan visionaarinen tavoitekuva, joka kuvaa oletettuja alkuperäisiä olosuhteita, sekä toiminnallinen tavoitekuva, joka on sovitettu olemassa oleviin rajoitteisiin

tavoitekuvatarkastelu tavoitekuviin perustuva vesistökuunnostushankkeen päämäärien asettelu

tulvasanne, tulvaterassi uoman yhteydessä oleva tasanne, joka on veden peittämä vain suurten virtaamien aikana

valuma-aluekunnostus vesistön valuma-alueella toteutettavat toimenpiteet, joilla vähennetään alapuolisiin vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta ja parannetaan valuma-alueen hydrologisia ja ekologisia olosuhteita

valuntakerroin valuntakertoimella kuvataan sitä, kuinka suuri osa sadannasta tai sulannasta muodostuu valunnaksi

virtausvastus uoman ominaisuuksista johtuva, virtausta hidastava vaikutus

Kuvailulehti

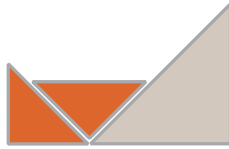
Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika Marraskuu 2003
Tekijä(t)	Jukka Jormola, Heli Harjula, Auri Sarvilinna (toim.)	
Julkaisun nimi	Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut	
Tiivistelmä	<p>Vuosina 2000 - 2002 toteutettu "Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen" -projekti oli osa laajempaa "Pohjoisten rakennettujen vesistöjen monimuotoisuus ja luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät" -projektia. Julkaisu vetää yhteen osaprojektin tuloksia, mutta käsittelee samalla luonnonmukaista vesirakentamista myös laajemmin antaen kattavan tietopaketin menetelmien soveltamisesta suomalaisessa vesirakentamisessa ja rakennettujen vesistöjen kunnostuksessa. Luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmiä on viime vuosina testattu Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä eri puolilla maata sijaitsevilla koekohteilla, erityisesti tulvasuojelu- ja peruskuivatushankkeiden yhteydessä muutettujen vesistöjen tilan parantamiseksi. Menetelmistä saadut tutkimustulokset ja kokemukset ovat olleet rohkaisevia ja ne antavat pohjaa myös luonnonmukaiseen vesirakentamiseen liittyville jatkotutkimuksille. Uutena näkökulmana vesistöjen kunnostukseen sovelletaan vesistöjen luonnontilaan perustuvaa tavoitekuva, jonka käyttöä hankkeen suunnittelussa on selvitetty koekohteessa pienehkön purovesistön ennallistamisessa. Muita julkaisussa käsiteltäviä aiheita ovat mm. luonnonmukaisten menetelmien käyttö tulvasuojelu- ja peruskuivatushankkeiden yhteydessä, uomien ennallistaminen ja monimuotoistaminen, maa- ja metsätalousalueiden vesiensuojelutoimenpiteet, valuma-aluekunnostukset, kalataloudelliset kysymykset sekä ekohydrauliikka ja kaupunkihydrologia.</p>	
Asiasanat	joet, luonnonmukainen vesirakentaminen, vesistöjen kunnostus, ennallistaminen, maisemanhoito, kalataloudellinen kunnostus, kalatiet, ohitusuomat, tavoitekuva, tulvasuojelu, eroosio, ekohydrauliikka, kaupunkihydrologia	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 631	
Julkaisun teema	Rakentaminen	
Projektihankkeen nimi ja projektinnumero	Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen	
Rahoittaja/toimeksiantaja	Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, TEKES	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot	Suomen ympäristökeskus, Uudenmaan-, Pirkanmaan-, Länsi-Suomen- ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskukset, Teknillinen korkeakoulu	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1424-X 952-11-1425-8 (PDF)
	Sivuja 168	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 25 e
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu PL 800, 00043 Edita, puh. 020450 05, faksi 020 450 2380 sähköpostiosoite asiakaspalvelu@edita.fi , http://www.edita.fi/netmarket	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Dark Oy, Vantaa 2003	

Presentationblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum November 2003
Författare	Jukka Jormola, Heli Harjula, Auri Sarvilinna (red.)	
Publikationens titel	Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun (Naturenlig vattenbyggnad – Nya synpunkter på planering av vattendrag)	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig även på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut	
Sammandrag	<p>Det under åren 2000 - 2002 genomförda projektet "Naturenlig vattenbyggnad av älvar och bäckar" var en del av ett större projekt, "Mångfalden i och naturliga istandsättningsmetoder för nordliga byggda vattendrag." Publikationen är ett sammandrag av delprojektets resultat, men behandlar samtidigt naturenlig vattenbyggnad i ett bredare perspektiv.</p> <p>Den är ett täckande informationspaket om hur naturenliga metoder kan tillämpas i vattenbyggandet i Finland. Naturenliga vattenbyggnadsmetoder har provats i Finland på testlokaler i olika delar av landet som ett samarbete mellan Finlands miljöcentral och de regionala miljöcentralerna. Det har speciellt varit frågan om vattendrag som ändrats i samband med översvämningsskydd och basdränering. Erfarenheterna av metoderna har varit uppmuntrande och de ger en grund för fortsatta undersökningar gällande naturenlig vattenbyggnad. Som en ny synpunkt i utvecklandet av renoveringen av vattendrag tillämpas en sk. målbild, som utgår från vattendrag i naturtillstånd. Dess utnyttjande beskrivs i samband med planeringen av ett mindre bäckrenoveringsobjekt. Användningen av naturenliga metoder i samband med översvämningsskydd och basdränering samt vid restaurering och diversifiering av flodbäddar behandlas i publikationen. Därtill behandlas vattenskyddsåtgärder i jord- och skogsbruksområden, renovering av tillrinningsområden, fiskerifrågor, ekohydraulik och stadshydrologi.</p>	
Nyckelord	älvar, naturenlig vattenbyggnad, restaurering av vattendrag, landskapsvård, fiskeri, fiskvägar, översvämningsskydd, erosion, hydraulik, urban hydrologi, målbild, renovering	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 631	
Publikationens tema	Byggande	
Projektets namn och nummer	Naturenlig vattenbyggnad av älvar och bäckar	
Finansiär/uppdragsgivare	Jord- och skogsbruksministeriet, miljöministeriet, TEKES	
Organisationer i projektgruppen	Finlands miljöcentral, Nylands, Birkalands, Västra Finlands och Norra Österbottens regionala miljöcentraler, Tekniska högskolan	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1424-X 952-11-1425-8 (PDF)
	Sidantal 168	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 25 e
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, 00043 Edita, tel. 020450 05, fax 020 450 2380 elpostadress : asiakaspalvelu@edita.fi , www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Finlands miljöcentral	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Dark Ab, Vanda 2003	

Dokumentation page

Publisher	Finnish Environment Insitute	Date November 2003
Author(s)	Jukka Jormola, Heli Harjula, Auri Sarvilinna (eds.)	
Title of publication	Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkemyksiä vesistösuunnitteluun (Environmental river engineering – New viewpoints for planning river systems)	
Parts of publication/ other project publications	Available also on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut	
Abstract	<p>The project "Environmental river and brook engineering" of 2000 - 2002 was part of a larger project called "The Biodiversity, Ecological Management and Restoration Methods of Northern Water Systems." The publication is a summary of the results of the part project, but deals also with environmental river engineering in a more extensive sense and gives comprehensive information about applying environmental methods in river engineering and restoration in Finland. Methods of environmental river engineering have been tested in Finland during recent years as joint projects between the Finnish Environment Insitute and regional environment centres in different parts of the country. The test areas have been rivers which have been modified for flood protection and basic drainage. The test results and the experiences have been encouraging and serve as a base for further research about environmental river engineering. A new point of view is the "leitbild concept" (guiding view), based on the natural state of river systems, which can be applied to river enhancement. The concept was tested at the planning of the restoration of a minor brook. The use of environmental methods in flood protection and basic drainage projects and the restoration of river beds and the diversifying of them are dealt in the publication. Further subjects in this publication are water protecion in agricultural and forestry areas, enhancement of catchments, fishery problems, ecohydraulics and urban hydrology.</p>	
Keywords	rivers, environmental river engineering, restoration, landscape maintenance, fishery, fishpasses, bypasses, leitbild concept, ecological guiding view, flood protection, erosion, ecohydraulics, urban hydrology, enhancement	
Publication series and number	The Finnish Environment 631	
Theme of publication	Building	
Project name and number, if any	Environmental river and brook engineering	
Financier/commissioner	Ministry of Agriculture and Forestry, The Ministry of Environment, TEKES	
Project organization organisaatiot	Finnish Environment Insitute, The regional environment centres of Uusimaa, Pirkanmaa, West Finland, North Ostrobothnia, Helsinki University of Technology	
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1424-X 952-11-1425-8 (PDF)
	No. of pages 168	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 25 EUR
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, P.O.Box 800, 00043 Edita, tel. +358 20450 05, telefax +358 20 020 450 2380 e-mail : asiakaspalvelu@edita.fi , www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Financier of publication	Finnish Environment Institute	
Printing place and year	Dark Ltd, Vantaa 2003	



RAKENTAMINEN

Luonnonmukainen vesirakentaminen Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun

Luonnonarvojen huomioon ottaminen ja palauttaminen on vakiintumassa osaksi suomalaista vesistöjen hoitopolitiikkaa. Suomen ympäristökeskus, alueelliset ympäristökeskukset ja Teknillinen korkeakoulu toteuttivat yhteistyössä projektin "Luonnonmukainen joki- ja purorakentaminen". Sen tarkoituksena oli selvittää luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmiä ja niiden soveltuvuutta Suomen olosuhteissa, erityisesti tulvasuojelun ja maankuivatuksen vuoksi muutetuissa virtavesissä. Lisäksi käsiteltiin mm. vesivoimataloutteen ja kaupunkivesiin liittyviä kysymyksiä. Projektissa tarkasteltiin toimenpiteitä virtavesien ekologian, maisemallisten arvojen, hydrauliiikan, lainsäädännön ja rahoitettavuuden kannalta.

Luonnonmukainen vesirakentaminen – uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun – julkaisussa annetaan suuntaviivoja vesistöjen käytön ja vesirakentamisen yleisperiaatteiden uudistamiseen virtavesien ekologiaa paremmin huomioivaan suuntaan sekä esitetään uusia suunnittelumetodeja vesistöjen kunnostuksen ja kalatalouden tarpeisiin. Julkaisussa käsitellään yksityiskohtaisten esimerkkien avulla luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmin toteutettuja hankkeita ja niistä saatuja kokemuksia Suomessa.

ISBN 952-11-1424-X
ISBN 952-11-1425-8 (PDF)
ISSN 1238-7312

Edita Publishing Oy
Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita
puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä
Annankatu 44, puhelin 020 450 2566



9 789521 114243