

Jari Niemelä – Inari Helle – Jukka Jormola

Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle

Loppuraportti



HELSINKI 2004

*Julkaisu on saatavana myös Internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>*

*Suomen ympäristö 724
Ympäristöministeriö
Alueidenkäytön osasto*

Taitto: Ainoliisa Miettinen

Kansikuva: Jukka Jormola. Aarrepruistossa Mellunkylänpuro muodostaa näyttävän koskialueen, jossa esiintyy myös puhtaille virtavesille tyyppisiä pohjaeläimiä. Kevättalvella 2003 puro jäätyn pohjaa myöten, jolloin koskesta tuli jäävirta. Veden värissä näkyy sulamisvesien vaikutus.

*ISSN 1238-7312
ISBN 952-11-1822-9 (nid.)
ISBN 952-11-1823-7 (PDF)*

Sinari Oy

Vantaa 2004

Esipuhe

Kaupungistuminen on nykyisin yksi merkittävimmistä maankäyttöön vaikuttavista tekijöistä. Sen myötä on kiinnitetty yhä enemmän huomiota myös kaupunkiluonnon monimuotoisuuteen liittyviin kysymyksiin. Kaupunkiluonnolla katsotaan olevan oma erityinen asemansa koko luonnon monimuotoisuudessa. Monimuotoisuuden ylläpitäminen myös rakennetussa ympäristössä on tärkeää luonnon omien toimintojen, erityisesti uusiutumisosprosessien säilymiseksi.

Lähiluonnon merkitys nähdään myös ihmiselle tärkeäksi. Rakennetussa ympäristössä tarvitaan merkkejä elävästä luonnosta. Luontokokemukset tuottavat mielihyvää, poistavat tehokkaasti stressiä ja edistävät mielen terveyttä. Viher- ja luontoalueiden tarvitsijoiden määrä taajamissa lisääntyy. Muuttovoittoalueilla rakentamispaineet uhkaavat viheralueita. Jäljelle jääneiden kasvava käyttö lisää kulumista ja nostaa keskeiseksi kysymyksen luontoalueiden elinvoimaisuuden turvaamisesta.

Yhdyskuntia pyritään eheyttämään luonnonvarojen säästämiseksi ja päästöjen vähentämiseksi. Lisärakentamisen sijoittelussa tavoitteena on ensisijaisesti yhdyskuntien toimivuuden parantaminen. Luonnon arvojen huomioon ottaminen ja sen elinvoimaisuuden säilyttäminen jäävät tällöin helposti marginaalisiksi tavoitteiksi. Kaupunkirakenteen tiivistämisen seurauksena myös kaupunkihydrologia muuttuu; yhä suurempi osa sadevedestä joutuu rakennusten katoilta ja muilta kovilta pinnoilta hulevesinä sadevesiviemäriverkostoon. Päälystämättömillä alueilla on siten tärkeä merkitys taajama-alueiden pohjavesiolosuhteille ja pienilmastolle.

Kaupungeissa pienvedet ovat tärkeä osa monia viheralueita. Niiden käyttö elinympäristön viihtyisyyden lisäämiseksi ja vesiluonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi on Suomessa vielä varsin uutta. Suunnittelun ja päätöksenteon pohjaksi tarvitaan tutkimustietoa, mutta kaupunkipienvesien tutkimus on maassamme toistaiseksi suppeaa. Tämän julkaisun tavoitteena onkin sekä perustietämyksen lisääminen että sen osoittaminen, miten tietoa hyödynnetään suunnitteluprosessissa.

Tutkimuksen rahoitus on saatu Ympäristöklusterin Eko-Infra -tutkimusosiosta.

Ritva-Liisa Salmi
Yliarkkitehti

Sisältö

<i>Esipuhe</i>	3
JOHDANTO	7
1 Hankkeen tausta	7
2 Tutkimuksen yhteistyökumppanit	7
3 Päätulokset ja johtopäätökset	7
3.1 Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus	8
3.1.1 Kaupunkien pienvesien muutokset ja pohjaeläimet indikaattoreina	8
3.1.2 Helsingin purot, monimuotoisuustutkimukseen valitut purot ja tutkimuskysymykset	9
3.1.3 Monimuotoisuustutkimuksen päätulokset ja johtopäätökset ...	9
3.1.4 Virtavesien monimuotoisuuden arvioiminen kaupungeissa	11
3.2 Kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely: Mellunkylänpuro tiivistyvässä kaupunkirakenteessa	13
3.2.1 Kaupunkirakenteen tiivistämisen vaikutukset vesisuhteisiin	13
3.2.2 Hulevesi- ja purokunnostustutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet	13
3.2.3 Päätulokset	14
3.2.4 Hulevesi- ja purokunnostustutkimuksen johtopäätökset	15
OSA I	
KAUPUNKIEN PIENVESIEN MONIMUOTOISUUS	17
1 Virtavedet elinympäristönä	18
2 Kaupungistumisen vaikutus virtavesiin	19
3 Pohjaeläimet vesiluonnon tilan ilmentäjinä	21
3.1 Pohjaeläinten ekologiaa	21
3.2 Pohjaeläintutkimus	22
4 Helsingin purot ja niiden tutkimus	24
5 Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus -tutkimus	25
5.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	25
5.2 Aineisto ja menetelmät	25
5.2.1 Tutkimuspurot ja näytealueet	25
Mätäpuro	26
Mellunkylänpuro ja Broändanpuro	26
Ramsinkannaksenpuro	27

5.2.2	Ympäristömuuttujat	28
5.2.3	Pohjaeläinnäytteet	28
5.2.4	Monimuotoisuusindeksit	29
5.3	Tulokset	29
5.3.1	Ympäristömuuttujat	29
5.3.2	Pohjaeläinnäytteet ja monimuotoisuusindeksit	30
5.4	Tulosten tarkastelu	33
6	Tutkimuksen haasteet	35
6.1	Näytteenottomenetelmä	35
6.2	Eläinten erottelu pohja-aineksesta	35
6.3	Määrittystarkkuus	35
7	Virtavesien monimuotoisuuden arvioiminen kaupungeissa	36
8	Katse tulevaisuuteen	39
	Lähteet	40
OSA 2		
KAUPUNKIPUROJEN KUNNOSTUS JA HULEVESIEN KÄSITTELY..... 43		
1	Johdanto	45
1.1	Kaupunkirakenteen tiivistämisen vaikutukset vesisuhteisiin....	45
1.2	Kaupunkipurojen ongelmat	45
1.3	Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet.....	46
2	Mellunkylänpuron hydrologiaa	48
2.1	Valuma-alue ja uomarakenteen vaiheet	48
2.1.1	Valuma-alue	48
2.1.2	Uoman historiallisia vaihteita	48
2.2	Virtaamasuhteiden ja veden laadun erityispiirteitä	55
2.2.1	Ylivirtaamat	55
2.2.2	Kiintoaines	55
2.2.3	Veden kemiallinen ja hygieeninen laatu	56
2.2.4	Alivirtaamat ja lähteelliset pohjavedet	56
2.2.5	Pohjaeläimistö veden laadun ja virtausolosuhteiden kuvaajana	57
2.2.6	Veden laadun ja uomarakenteen merkitys kalastolle	58
2.3	Uuden yleiskaavan vaikutuksia vesiolosuhteisiin	58
3	Hulevesien käsittelyperiaatteita ja -menetelmiä	60
3.1	Kokeiluja ja selvityksiä Suomessa	60
3.2	Vesi- ja luonnonsuojelulainsäädäntö Saksassa	63
3.3	Kosteikkojen palauttamista ja hulevesikosteikkoja USA:ssa	65
3.4	Tiepainanteita ja hulevesilampia Skotlannissa	66
3.5	Hulevesistrategia Ruotsissa	68
3.6	Talviajan ongelmia ja ratkaisuja	69
3.6.1	Talviaikainen kuormitus	69
3.6.2	Maaperäimeytys sulamisvaiheessa	70
3.6.3	Lammikot ja kosteikot talvioloissa	70
3.6.4	Soveltaminen Suomeen	71

4	<i>Kaupunkipurojen ekologinen merkitys ja sen parantaminen</i>	71
4.1	Taustaesimerkkejä	71
4.1.1	Purojen avaamista Keski-Euroopassa	72
4.1.2	Urbaaneja taimenpuroja Suomessa	74
4.2	Purokunnostusten suunnittelun lähtökohtia	77
4.2.1	Vesipuitedirektiivi	77
4.2.2	Kunnostuksen tavoiteasettelu	77
4.3	Valumasuhteiden tasapainottaminen ja hulevesiohjelma	79
4.3.1	Viipymän lisääminen suoalueella	80
4.3.2	Imeytymisolosuhteiden parantaminen rakennetulla vedenjakajalla	81
4.3.3	Puistoalueet pintavesien imeytys- ja johtamisalueina	83
4.3.4	Kadunvarsipainanteet ja olemassa olevien hulevesi- viemärien saneeraaminen	83
4.3.5	Kosteikot uuden rakentamisen yhteydessä	85
4.4	Kaupunkipurojen kunnostusohjelma	89
4.4.1	Puruoman tavoitekuva ja kunnostuksen tavoitetilä	90
4.4.2	Uomalinjauksen monipuolistaminen ja vanhojen uomalinjausten palauttaminen	91
4.4.3	Eroosion estämistoimenpiteet	92
4.4.4	Tulva-alueiden lisääminen	93
4.4.5	Sivupurojen viipymän lisääminen	94
4.4.6	Putkitettujen osuuksien avaaminen ja läpikulku- kelpoisuuden parantaminen	94
4.4.7	Uoman monipuolistaminen kalaston kannalta	95
4.4.8	Uoman kunnostusmahdollisuuksia Mellunkylänpuron eri osuuksilla	96
4.4.9	Broändanpuro ja suistoalue	106
5	<i>Johtopäätökset: Purovesistö viheralueiden ja kaupunkiluonnon keskeisenä elementtinä</i>	108
	<i>Lähteet</i>	110
	<i>Kuvailulehdet</i>	113

Johdanto

1 Hankkeen tausta

Tässä raportoitava hanke sai rahoitusta Ympäristöklusterin tutkimusohjelman toisesta vaiheesta nimellä 'Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen kaupunkisuunnittelussa'.

kts. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11711&lan=FI>.

Hankkeen tavoitteena oli yhtäältä kaupunkien pienvesiin liittyvän perustietämyksen lisääminen ja toisaalta tiedon kytkentä suunnitteluprosessiin. Tavoitteiden saavuttamiseksi hanke toteutettiin yliopistotutkijoiden (Helsingin yliopisto) ja Helsingin kaupungin, Suomen ympäristökeskuksen ja Viherympäristöliitto ry:n yhteistyönä. Hankkeessa oli kaksi osaa: (1) 'kaupunkien pienvesien monimuotoisuus' (Inari Helle ja Jari Niemelä, Helsingin yliopisto) ja 'kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely: Mellunkylänpuro tiivistyvässä kaupunkirakenteessa' (Jukka Jormola, SYKE). Molemmat osahankkeet käyttivät pääasiallisena tutkimusalueenaan Broändanpuroa-Mellunkylänpuroa Itä-Helsingissä.

2 Tutkimuksen yhteistyökumppanit

Tutkimukseen ovat osallistuneet seuraavat tahot:

- Helsingin yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos (entinen ekologian ja systematiikan laitos), tutkimuksen johtaja Jari Niemelä ja tutkija Inari Helle.
- Suomen ympäristökeskus, maisema-arkkitehti, tutkija Jukka Jormola.
- Viherympäristöliitto ry. VYL osallistuu aktiivisesti kaupunkivih-

alueita koskevaan kehittämistoimintaan. Liiton kautta tutkimusryhmä saa yhteyden kuntien ja seurakuntien vihertoimen henkilöstöön ja voi näin viedä tutkimustuloksia tehokkaasti tiedon käyttäjille.

- Helsingin kaupunki. Helsingin kaupunki kokee ekologisen tiedon käytön tehostamisen tarpeelliseksi kaupunkisuunnittelussa samoin kuin vuoropuhelun tutkijoiden ja tiedon käyttäjien välillä. Tämä koskee sekä maankäytön suunnittelua että viheraluiden hoitoa, joissa luonnon monimuotoisuus tulisi huomioida entistä paremmin.

Yhteystietoja

Tutkimuksen johtaja:
Professori Jari Niemelä,
bio- ja ympäristötieteiden laitos,
PL 65, 00014 Helsingin yliopisto,
sähköposti: jari.niemela@helsinki.fi

Maisema-arkkitehti Jukka Jormola,
sähköposti: jukka.jormola@ymparisto.fi

3 Päätulokset ja johtopäätökset

Maassamme on käynnissä voimakas muuttoliike kasvukeskuksiin, minkä seurauksena rakentamispaineet muutovoittoalueilla kasvavat. Asuinalueita tiivistetään ja uusia kaavoitetaan, teitä ja muuta infrastruktuuria rakennetaan. Tämä uhkaa johtaa viheralueiden ja luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen sekä jäljelle jääneiden viheralueiden lisääntyvään kulumiseen niiden virkistyskäytön kasvaessa. Tärkeäksi kysymykseksi nousee miten viheralueiden määrä ja korkea laatu voidaan taata sekä asukkaiden virkistysalueina että

luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä kaupunkiympäristöä rakennettaessa.

Pienvedet ovat monimuotoinen ja esteettisesti tärkeä kaupunkirakenteen elementti ja oleellinen osa monia viheralueita. Lisäksi niitä käytetään hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavina. Merkittävyystään huolimatta kaupunkipienvesien tutkimus on maassamme varsin suppeaa. Kuitenkin urbaaneilla alueilla rakentamiseen, virkistykseen ja liikenteeseen liittyvät paineet vielä olemassa olevia edes osittain luonnontilaisia pienvesiä kohtaan kasvavat jatkuvasti. Toisaalta pienvesien käyttö asukkaiden viihtyisyyden lisäämiseksi ja vesiluonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi on Suomessa vielä uutta. Jo muuttuneiden kaupunkipurojen kunnostaminen sellaisiksi, että niiden ekologiset olosuhteet ja maisemallinen merkitys kaupunkiympäristössä pääsisi oikeuksiinsa on haasteellinen tehtävä, jossa on sovitettava yhteen erilaisia teknisiä, hydrologisia, ekologisia ja kaupunkisuunnittelullisia kysymyksiä. Päätöksenteon ja suunnittelun pohjaksi tarvitaan tutkimustietoa kaupunkien pienvesistä.

Tämän hankkeen tavoitteena oli yhtäältä perustietämyksen lisääminen kaupunkien pienvesistä ja toisaalta tiedon kytkentä suunnitteluprosessiin. Hankkeen kaksi osaa kytkeytyvät toisiinsa siten, että molemmissa oli pääasiallisena tutkimusalueena Broändanpuro-Mellunkylänpuro Itä-Helsingissä, mistä saatiin näin kattava kuva sekä luonnon monimuotoisuuden kannalta (erityisesti pohjaeläimistö) että pienvesien hoidon ja kunnostuksen kannalta. Osahankkeet täydentävät toisiaan myös siten, että pohjaeläintutkimuksesta saatavaa tietoa voidaan käyttää arvioitaessa tutkittujen pienvesien ekologista tilaa ja siten esimerkiksi kunnostustarpeita. Pohjaeläintutkimus mm. osoitti, että tutkituissa puroissa esiintyy varsin vaateliaita virtavesien lajeja, mikä viittaa purojen olevan ainakin tietyiltä osiltaan hyväkuntoisia ja mahdollisesti sopivia jopa vaateliaille lohikaloille. Pohjaeläintutkimuksen perusteella on mahdollista pohtia kaupunki-

en pienvesien ekologisen laadun arviointimenetelmiä, joiden pohjalta voidaan arvioida niiden kunnostustarpeita, joita selvitettiin toisessa osahankkeessa. Pohjaeläintutkimus antaa myös osviittaa siihen, miten mahdollinen purojen ja niiden valuma-alueen kunnostus hulevesiä paremmin suodattaviksi, mikä oli toisen osahankkeen tavoitteena, vaikuttaa puron eliölajistoon.

Seuraavassa esitetään tiivistelmä osatutkimusten päätuloksista ja johtopäätöksistä.

3.1 Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus (Inari Helle ja Jari Niemelä)

3.1.1 Kaupunkien pienvesien muutokset ja pohjaeläimet indikaattoreina

Muutokset kaupunkien virtavesien fyysikaalisissa ja kemiallisissa olosuhteissa vaikuttavat veden biologiseen ympäristöön. Vaikutukset voivat vaihdella huomattavasti eliöryhmien välillä. Kaupungistumisen on muiden tutkimusten perusteella esimerkiksi havaittu lisäävän leväyhteisöjen monipuolisuutta ja levien esiintymistä, mikä johtuneen korkeammista ravinnepitoisuuksista. Sitä vastoin kaloilla ja selkärangattomilla pohjaeläimillä useat tutkimukset osoittavat, että yleisimpiä muutoksia ovat yksilömäärien lasku, lajiston köyhtyminen ja herkkien lajien korvautuminen sietokykyisemmällä lajeilla.

Pohjaeläimet ovat selkärangattomia eläimiä, jotka elävät ainakin osan elinkierrostaan hyvin läheisessä yhteydessä vedenalaiseen alustaan kuten sedimenttiin, kasvillisuuteen, leviin tai karikkeeseen. Pohjaeläimistöön kuuluu mm. harvasukasmatoja (Oligochaeta), juotikkaita (Hirudinea), simpukoita (Bivalvia), kotiloita (Gastropoda), äyriäisiä (Crustacea) ja hyönteisiä (Insecta), joista viimeksi mainittujen toukat muodostavat erityisesti makeissa vesissä huomattavan pohjaeläinryhmän. Usein tutkimuksissa keskitytään ns. makrobentokseen eli yli 500 µm kokoisiin eliöihin. Pohjaeläinten esiintymiseen vai-

kuttavat fysikaalis-kemialliset ympäristötekijät kuten virtaus, pohjamateriaali ja orgaanisen aineksen määrä sekä erilaiset biologiset vuorovaikutukset kuten kilpailu ja saalistus.

Pohjaeläimiä pidetään hyvinä veden tilan kuvaajina, mikä johtuu niiden biologisesta monimuotoisuudesta. Pohjaeläimiä esiintyy lähes kaikkialla ja yhteisöjen monipuolisuus tarjoaa mahdollisuuden varsin erilaisten häiriöiden havainnointiin. Pohjaeläimet liikkuvat tyypillisesti varsin vähän, joten ne kuvaavat hyvin häiriöiden alueellista jakautumaa. Eläinten suhteellisen pitkät elin- kierrot vuorostaan mahdollistavat myös ajallisen näkökulman huomioimisen. Pohjaeläimet toimivat siis ”jatku- vina ilmentäjinä” ympäristönsä muu- toksille.

3.1.2 Helsingin purot, moni- muotoisuustutkimukseen valitut purot ja tutkimuskysymykset

Helsingin kaupungin alueella virtaa yli 20 puroa, jotka toimivat osana kaupungin sadevesiviemäriverkostoa eli niihin johdetaan nk. hulevesi. Vedenjoh- tamisjärjestelmän kehittämiseksi pu- roumasto on muokattu mm. suorita- malla, leventämällä ja syventämällä uomia sekä kaivamalla kokonaan uusia uomia. Lisäksi monet purot on ainakin osittain johdettu kulkemaan kanavissa ja putkissa. Helsingin alueelta onkin vaikeaa – ellei peräti mahdotonta – löy- tää koskematonta puroympäristöä. Tästä huolimatta purot tarjoavat kaupun- kilaisille mahdollisuuden virkistykseen ja ulkoiluun. Lisäksi ne ovat arvokkaita eläinten ja kasvien elinalueita sekä kulku- ja leviämisreittejä. Helsingin kaupungilla on ollut kiinnostusta pala- uttaa voimakkaasti muutettuja puro- ympäristöjä monipuolisemmiksi ym- päristöiksi.

Tämä projekti perustuu Helsingin kaupungin tarpeeseen huomioida Bro- ändan puroalakson erityispiirteet uuden yleiskaavan suunnittelussa, missä haluttiin ottaa huomioon puron ylä- juoksulla oleva arvokas luhta-alue, joka rajoittuu Mustavuoren-Porvarinlahden

-luonnonsuojelualueeseen. Projekti kui- tenkin laajeni koskemaan yleisemmin kaupungistumisen vaikutuksia pieniin virtavesiin, ja tarkastelun lähtökoh- daksi päädyttiin ottamaan pohjaeläin- yhteisöt, joiden tiedetään ilmentävän hyvin elinympäristönsä olosuhteita.

Kattavamman aineiston saamiseksi tutkimukseen valittiin Broändanpu- ron lisäksi kolme muuta puroa eli Mel- lunkylänpuro (jonka merkittävin sivu- haara Broändanpuro itse asiassa on), Mätäpuro ja Ramsinkannaksenpuro. Tutkimuksen tavoitteet olivat:

- kartoittaa kaupunkipurujen poh- jaeläimistöä
- tunnistaa kaupunkipurujen poh- jaeläinyhteisöihin vaikuttavat te- kijät
- kehittää pohjaeläintutkimuksen metodiikkaa kaupungeissa.

Tämän raportin osassa 1 selostetaan yksityiskohtaisesti tutkimuspurot, näy- tealueet, näytteenotto ja fysikaalisten ympäristömuuttujien määrittäminen. Valu- ma-alueiden maankäytön arviointi ja tu- losten yksityiskohtainen analysointi selostetaan vuonna 2004 valmistuvassa opinnäytetyössä.

Pohjaeläinnäytteet otettiin tutki- muspuroista toukokuussa 2002. Näy- tealue oli 27 metriä pitkä muodostuen kymmenestä uoman poikkileikkauk- sesta, jotka sijaitsivat kolmen metrin välein. Jokaiselta näytealueelta oteti- tiin yksi näyte, joka koostui viidestä rinnakkaisnäytteestä. Rinnakkaisnäy- teiden ottopaikat arvottiin näytealu- een kymmenen poikkileikkauksen jou- kosta. Näytteitä otettiin yhteensä 13 ja rinnakkaisnäytteitä 65 kappaletta. Näytteenottoon käytettiin käsi- eli pot- kuhaaviminetelmää (SFS 5077).

3.1.3 Monimuotoisuus- tutkimuksen päätulokset ja johtopäätökset

Seuraavassa käsitellään vain Mellun- kylänpuron ja Broändanpuron pohja- eläimistöä ja esitellään näytealueiden tärkeimmät fysikaaliset ympäristö- muuttajat. Lopulliset tulokset esitetään vuonna 2004 valmistuvassa opinnäy- tetyössä.

Mellunkylänpurosta löydettiin yhteensä 19 pohjaeläinlajia tai korkeampaa taksonia ja Broändanpurosta 25. Kaikilla näytteenottoalueilla tavattuja ryhmiä olivat Mellunkylänpuron kohdalla *Baetis*-suvun päivänkorennot, surviaissääskien ja polttiaisten toukat, harvasukasmadot, hyppyhäntäiset ja vesipunkit. Broändanpurolla kaikilta alueilta tavattuja ryhmiä olivat surviaissääskien ja polttiaisten toukat, sukku-lamadot, harvasukasmadot, vesisiirat, raakkuäyriäiset ja piensimpukat.

Eniten yksilöitä löytyi Broändanpuron lähes seisovan veden näytteistä. Runsaslukuisimpia ryhmiä olivat surviaissääskien toukat ja harvasukasmadot. Mellunkylänpuron näytteissä myös esimerkiksi päivänkorentoja esiintyi suhteellisen paljon, kun taas Broändanpuron hitaan virtauksen paikoissa vesisiirtoja oli paljon.

Myös suurimmat biomassat löytyivät Broändanpuron hitaan virtauksen näytteistä. Merkittävimmät ryhmät biomassaltaan olivat päivänkorennot, vesiperhoset, juotikkaat ja hitaasti virtaavissa vesissä erityisesti vesisiirat.

Mellunkylänpurosta ja Broändanpurosta löytyneiden pohjaeläintaksonien määrä vaikuttaa alhaiselta, vaikka vertailu muihin vastaaviin puroihin onkin vaikeaa johtuen kaupunkipurujen pohjaeläintutkimuksen vähäisyydestä. Espoon Monikonpuron koskialueilta on velvoitetarkkailussa löydetty viime vuosina kolmisenkymmentä taksonia ja Espoon Nuuksion osittain luonnontilaisesta Myllypurosta löydettiin 92 pohjaeläintaksonia. Näissä tutkimuksissa määrittystarkkuus oli kuitenkin tätä tutkimusta suurempi, mikä kasvattaa taksonimäärää. Myös tämän tutkimuksen taksonimäärä saattaa kasvaa muutamia määrittäisiä tarkastettaessa.

Herkempiä lajeja edustivat päivänkorennot, vesiperhoset ja koskikorennot. Päivänkorennoista Mellunkylänpurossa tavattiin vain *Baetis*-suvun korentoja, jotka viihtyvät monenlaisissa virtavesiympäristöissä. Myös esimerkiksi Monikonpurosta on löydetty runsaasti saman suvun päivänkorentoja.

Broändanpurossa esiintyi *Baetis*-suvun korentojen lisäksi myös samaan *Baetidae*-heimoon kuuluvia *Cloeon*-suvun päivänkorentoja, jotka ovat ennen kaikkea seisovan tai hitaasti virtaavan veden eläimiä. Toisaalta Broändanpurossa yksilömäärä oli kokonaisuudessaan hyvin alhainen (7) verrattuna Mellunkylänpuroon.

Mellunkylänpurossa esiintyi *Rhyacophila*- ja *Plectrocnemia*-sukujen vesiperhosia. *Rhyacophila*-vesiperhoset ovat vapaana eläviä petoja, joita esiintyy yleensä vain viileissä, nopeasti virtaavissa vesissä. Broändanpurossa löytyi *Limnephilus*- ja *Trichostegia*-sukujen vesiperhosia. Näistä jälkimmäinen esiintyy lampimaisten vesien kasvillisuuden seassa ja sitä löytyikin vain näytealueilta, joissa kasvillisuutta oli huomattavasti.

Koskikorennoista löydettiin molemmista puroista vain *Nemoura*-sukua, Mellunkylänpurosta vain yksi yksilö ja Broändanpurosta 18 yksilöä. Tätä voidaan pitää hieman yllättävänä, sillä koskikorennot elävät nimensä mukaisesti yleensä voimakkaasti virtaavassa vedessä. Toisaalta *Nemoura*-suvusta tunnetaan lajeja, jotka viihtyvät virtaavan veden lisäksi myös esimerkiksi lampien rantavyöhykkeessä. Kaksisiipiset ovat hyvin monipuolinen hyönteisryhmä ja tutkituista puroista löytyikin monia kaksisiipisheimoja. Mellunkylänpurossa esiintyi tyypillisiä virtaavan veden kaksisiipisiä, kuten Simuliidae-heimon mäkäriä. Broändanpurosta löytyi vastaavasti seisovan veden ryhmiä, kuten paarmojojen ja hyttysten toukkia. Molempien purojen kaikilla näytealueilla esiintyi surviaissääskien ja polttiaisten toukkia, jotka elävät hyvin monenlaisissa kosteissa ja vesiympäristöissä.

Suurimmat yksilömäärät löytyivät Broändanpuron hitaan virtauksen näytteistä. Broändanpuron luhta-alueelta löytyi huomattavan paljon vesisiirtoja ja raakkuäyriäisiä, ja toiselta seisovan veden näytealueelta sukku-lamatoja. Ilman näitä ryhmiä näytealueet näyttävät varsin samanlaisilta, eli runsaslukuisimmat ryhmät ovat surviaissääskien toukat ja harvasukasmadot. Nämä

ryhmät yleistyvät virtavesien kaupungistumisen myötä.

Biomassoja tarkasteltaessa tilanne muuttuu. Broändanpuron luhta-alueen ja seisovan veden näytealueet poikkeavat muista pohjaeläinten suuren kokonaisbiomassansa vuoksi, mutta eron syynä ovat vesiperhoset ja siirat. Yleisesti ottaen muiden hyönteisten kuin surviaissääskien toukat muodostavat biomassasta suuren osan etenkin virtaavan veden näytealueilla.

Monimuotoisuusindeksien suurimmat arvot ovat Mellunkylänpurossa, vaikka taksoneita löytyykin enemmän Broändanpuron näytealueilta. Tämä selittyy sillä, että Mellunkylänpuron pohjaeläinyhteisöt ovat tasaisempia kuin Broändanpuron, eli Broändanpurossa yksi tai korkeintaan muutama ryhmä edustaa suurinta osaa yksilöistä. Mellunkylänpuron pohjaeläinyhteisöissä suhteet ovat tasaisemmin jakautuneita.

Pohjaeläinyhteisöjen rakenteen ja toiminnan tunteminen on merkittävässä osassa vesiekosysteemin tilaa arvioidessa, minkä takia myös kaupungeissa on syytä kiinnittää huomiota pienten virtavesien pohjaeläinyhteisöihin. Tutkimukseen liittyy kuitenkin monia haasteita, jotka on huomioitava jatkotutkimuksia suunniteltaessa.

Tutkituissa puroissa pohjanlaatu ja virtausnopeus vaihtelivat voimakkaasti, mikä vaikeutti vertailukelpoisten näytteiden saamista. Broändanpurossa veden hitaasta virtauksesta johtuen uoman pohja oli monin paikoin monen kymmenen sentin – jopa metrin – paksuisen upottavan, lähinnä oksista muodostuneen kerroksen peitossa, mikä vaikeutti näytteiden ottamista haavilla. Toisaalta myöskään pehmeille pohjille tarkoitetut noutimet eivät olisi pystyneet tunkeutumaan tämän kerroksen läpi.

Tehdyssä tutkimuksessa eläinten erottelu pohja-aineksestä tehtiin alkoholiin säilötyistä näytteistä käyttäen preparointimikroskooppia. Tällä menetelmällä yhteisöistä toivottiin saatavan kattavampi kuva, kun myös pienet, vaikeasti havaittavat eliöt kuten harvasukasmadot saatiin poimittua tal-

teen. Toisaalta kymmenien näytteiden läpikäyminen näin tarkasti oli myös hyvin aikaavievää. Tässä tutkimuksessa eläinten määrittämisessä päästiin ajanpuutteen vuoksi vain harvoin lajitasolle.

3.1.4 Virtavesien monimuotoisuuden arvioiminen kaupungeissa

Kaupunkipurojen arviointi pohjaeläimistön avulla on haastavaa, sillä monet arviointimenetelmät on kehitetty luonnonmukaisemmissa ympäristöissä. Tämnäntyyppisten arviointimenetelmien avulla siis päädytään helposti tilanteeseen, jossa kaupunkipurojen ekologinen tila havaitaan jollain tavalla heikentyneeksi – mikä tuskin on kovinkaan yllättävä tulos. Kaupunkipuroille tyypilliset ominaisuudet kuten virtaaman voimakas vaihtelu ja virtauksen hidastuminen suotautumisen vähetessä johtavat eliöstöön, joka on tyypillistä vain tämänkaltaisille ympäristöille. Suomessakin monet pienten virtavesien pohjaeläintutkimukset on tehty metsäisillä alueilla ja puroilla, joissa virtausnopeus on suuri. Esimerkiksi Helsingin alueella monet purot kuitenkin virtaavat alavalla, paikoin savipohjaisella maalla, ja usein veden virtaus vähenee kesän aikana huomattavasti. Tällöin ei ole mielekästä yrittää arvottaa puroja menetelmillä, jotka on kehitetty lähinnä luonnonmukaisten koskipaikkojen eläimistön avulla. Toisaalta moniin kaupunkipuroihin ei voida soveltaa suoraan seisovan veden standardejakaan, sillä virtaava vesi, joka veden vähyyden vuoksi muuttuu seisovaksi, eroaa elinympäristönä varsinaisista seisovista vesistä kuten lammista.

Monet pohjaeläintutkimuksessa käytettävät tunnusluvut ja indeksit ovat kuitenkin sopivia myös kaupunkiympäristöön. Yleisesti käytettyjä lukuja ja indeksejä ovat mm. taksoni- ja lajimäärät, yksilömäärät, yhteisöjen monimuotoisuus- ja samankaltaisuusindeksit, toiminnallisia ryhmiä käsittelevät indeksit ja ns. bioindeksit. Bioindeksien (*engl. biotic indices*) laskuperusteena on eri pohjaeläintaksonille määritetyt arvot,

jotka kuvaavat niiden herkkyyttä ihmisen aiheuttamille häiriöille ja ympäristön pilaantumiselle. Vaikka bioindeksit tarjoavatkin suhteellisen yksinkertaisen ja helpon tavan arvioida ympäristön laatua, on niiden käytössä muistettava myös tietyt rajoitukset. Indeksit on usein kehitetty vain tietylle maantieteelliselle alueelle, jolloin niiden soveltaminen muualla voi vaatia muutoksia indeksin laskutapaan. Myös eläinten erilainen reagoiminen eri tyyppiin häiriöihin voi olla ongelma.

Yksinkertaisin tapa arvioida ihmisen muuttamaa ympäristöä on verrata sitä vastaavaan luonnontilaiseen ympäristöön. Myös esimerkiksi biondeksit on yleensä kehitetty vertailemalla ihmistoiminnan vaikutuksille alttiin alueen ja luonnonmukaisen alueen pohjaeläimistöä. Tämä edellyttää sitä, että tutkittuja kohteita vastaavia luonnontilaisia kohteita on helposti löydettävissä. Pohjaeläimistöön vaikuttavat kuitenkin niin monet kemialliset, fysikaaliset ja biologiset ympäristötekijät, että vertailukohteen löytäminen saattaa olla lähes mahdotonta.

Kaupunkipurojen ekologisen tilan arviointimenetelmää kehitettäessä on huomioitava, ettei arvioinnin kohde ole aina yksiselitteisesti määritettävissä. Pienen virtaveden ja valuma-alueen hyvin tiivis yhteys aiheuttaa sen, että tietyn paikan pohjaeläimistö ei kuvaa välttämättä ainoastaan paikan ominaisuuksia, vaan esimerkiksi ympäröivän valuma-alueen maankäytöstä johtuvaa veden huonoa laatua. Vastaavasti yksipuolinen ympäristö voi johtaa yksipuoliseen eläimistöön, vaikka vedenlaatu olisikin hyvä. Tämän takia arviointimenetelmään on sisällytettävä työkalu, jolla voidaan havainnoida sitä, mitkä tekijät vaikuttavat voimakkaimmin tietyn paikan pohjaeläimistöön. Tämän tyyppinen kokonaisvaltainen lähetystymistapa kaupunkipurojen ekologiseen arviointiin on kehitetty Uudessa-Seelannissa. Menetelmässä tarkastellaan sekä puron laatua elinympäristönä että pohjaeläinyhteisöjen tilaa, joista molemmille lasketaan tietty pistearvo erilaisten fysikaalisten mittaustulosten ja pohjaeläinnäytteiden avulla. Me-

netelmä on kehitetty 59 Uuden-Seelannin kaupunkialueilla virtaavan puron perusteella, joten siinä pyritään arvioimaan kaupunkipurojen tilaa vertaamalla niitä muihin samankaltaisiin ympäristöihin, ei suoraan luonnontilaisiin. Tarkastelu suoritettiin erikseen erityyppisille puroryhmille, jolloin havaittiin, että puroissa pohjaeläimistöön vaikuttivat eri fysikaaliset tekijät. Näin ollen purojen arvioinnissa ja indeksien laskemisessa käytetään tekijöitä, jotka ovat juuri tälle purotyypille ominaisia. Samaa periaatetta sovelletaan myös kehitettyyn pohjaeläinindeksiin. Vertaamalla elinympäristöindeksiä pohjaeläinindeksiin voidaan päätellä, pystytäänkö esimerkiksi kunnostustoimenpiteillä parantamaan myös eliöstön tilaa vai rajoittaako eliöstöä esim. veden laatu.

Pohjaeläimistön tutkiminen tarjoaa hyvän keinon vesiekosysteemin tilan arvioimiseen myös suomalaisissa kaupunkipuroissa, mutta arviointimenetelmän kehittäminen vaatii laaja-alaista tietämystä kaupunkipurojen pohjaeläimöstä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Tätä tietoa on Suomessa toistaiseksi varsin vähän. Kokonaisvaltaisen ekologisen tilan arviointimenetelmän kehittäminen vaatii perustiedon lisäämistä eli systemaattista kaupunkipurojen pohjaeläinyhteisöjen kartoittamista. Helsingissä kartoituksen piiriin olisi syytä sisällyttää mahdollisimman suuri osa kaupungin puroista, ja pohjaeläinnäytteitä olisi kerättävä useampana vuodenaikana, jotta vuodenaikaisuuden vaikutus yhteisöihin tulisi otettua huomioon.

Tämä tutkimus tarjoaa lähtökohdan kaupunkipurojen pohjaeläinyhteisöjen tuntemiselle ja niiden käytölle kaupunkipurojen arvioinnissa. Pohjaeläimistön kartoituksen lisäksi vuonna 2004 valmistuvan lopputyön tarkoituksena on tuoda selvyyttä siihen, vaikuttaako kaupunkipurojen pohjaeläimistöön enemmän mikrotason ympäristötekijät kuin esimerkiksi valuma-alueen maankäyttö. Tällä tiedolla toivotaan olevan käyttöä mm. kaupunkipurojen kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa. Tietoja voitaneen käyttää myös suun-

niteltaessa kaupunkipurojen arviointimenetelmää. Yhtenä vuodenaikana ja yhtenä vuonna muutamasta purosta hankittu aineisto lienee kuitenkin liian rajoittunut ratkaisemaan näin huomattavan monimutkaisten systeemien toimintaa. Tämän tutkimuksen tulokset ja tutkimuksesta saadut kokemukset antavat kuitenkin hyvän lähtökohdan jatkotutkimusten suunnitteluun.

3.2 Kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely: Mellunkylän-puro tiivistävässä kaupunkirakenteessa (Jukka Jormola)

3.2.1 Kaupunkirakenteen tiivistämisen vaikutukset vesisuhteisiin

Kaupunkirakenteen tiivistäminen on yleinen periaate kasvualueiden uudisrakentamisessa, minkä seurauksena kaupunkihydrologia muuttuu. Yhä suurempi osa sadevedestä joutuu rakennusten katoilta ja koviilta pinnoilta hulevesinä sadevesiviemäriverkostoon ja siitä yleensä käsittelemättöminä vastaanotetaan pienvesistöön ja mereen. Tämä lisää ns. purovirtaamaa eli sitä osuutta sadannasta, joka joutuu suoraan purovesistöihin. Rakentamattomassa maastossa suurin osa sadevedestä voi imeytyä pohjavedeksi tai haihtua kasvillisuuden kautta ilmaan. Rakentamattomilla piha- ja viheralueilla on siten tärkeä merkitys taajama-alueiden pohjavesiolosuhteille ja pienilmastolle.

Suomessa vesistöt hyväksytään hulevesien vastaanottoaikoiksi. Kaupunkialueiden purovesistöt ovatkin osa hulevesijärjestelmää ja niitä myös käsitellään usein teknisinä hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavina. Ongelmaksi purouomissa muodostuu kasvanut eroosio ja kiintoaineskuorma. Uomia joudutaan suojaamaan, jolloin niiden ulkonäkö ja ekologinen merkitys kärsii. Kaupunkipurojen kunnostaminen sellaisiksi, että niiden ekologiset olosuhteet ja maisemallinen merkitys kaupunkiympäristössä pääsisi oikeuksiinsa on

haasteellinen tehtävä, jossa on sovittava yhteen erilaisia teknisiä, hydrologisia, ekologisia ja kaupunkisuunnittelullisia kysymyksiä.

3.2.2 Hulevesi- ja purokunnostustutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan toimenpiteitä, jotka tulevat kyseeseen kaupunkialueiden purouomien kunnostamiseksi sekä itse uomassa että laajemmin valuma-alueella. Tarkastelunäkökulmana on ns. luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmien soveltaminen taajamapuron kunnostukseen, johon liittyy hulevesien käsittely ja sen tutkimuksellisenä taustana kaupunkihydrologia.

Tutkimuskohteena on Mellunkylänpuro Itä-Helsingissä. Puron hydrologiaa on tutkittu runsaasti ja puron valuma-alueelle suunnitellaan uutta rakentamista, minkä vuoksi puro on kiinnostava esimerkkikohteena.

Selvityksessä käsitellään erilaisia puron kunnostuksen ja hulevesien käsittelyn keinoja soveltaen suomalaisia kokemuksia ja muualla Euroopassa sekä USA:ssa käytössä olevia menetelmiä, ohjeistoja ja lainsäädäntöä. Koska pohjoiset olosuhteemme edellyttävät huomion kiinnittämistä mm. jäätymiseen ja lumen sulamisvesien käsittelyyn, sovelletaan selvityksessä muissa pohjoismaissa ja Kanadassa tutkittuja toimintamalleja.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää soveltuvia menetelmiä kaupunkipuron ja sen valuma-alueen kunnostukseen, jotka voitaisiin ottaa huomioon kaavoituksessa, viheralueiden suunnittelussa sekä vesialueiden, erityisesti purojen hoidossa ja kunnostuksessa. Lisäksi esitetään näkökohtia hulevesijärjestelmien kehittämiseksi ja saneeramiseksi rakennetuilla alueilla. Sadevesien imeytyksen osalta esitetään toimenpiteitä, joita voidaan lähemmin tutkia rakennettujen korttelien piha-alueilla. Vaikka tutkimuksessa esitetään konkreettisia kunnostussuosituksia, toimenpiteiden toteuttaminen edellyttää käytännön kunnostussuunnittelun kan-

nalta tarkempaa suunnittelua yhteistyössä asianosaisten viranomais- ja maanomistajatahojen kanssa.

3.2.3 Päätulokset

Mellunkylänpuron valuma-alue on noin 10 km². Puro alkaa Slåttmossen -suolta Vantaalta. Puron pituus on 5,5 km ja se yhtyy Mustavuoren Natura-alueelta virtaavaan Broändanpuroon ennen laskemistaan Vartiokylänlahden pohjukkaan. Puron putouskorkeus on 31 metriä ja uoman suurin korkeusero, lähes 10 metrin korkuinen koski, on puron keskivaiheilla Aarrepuistossa. Muita koskia ovat Ojapuistonkoski ja Tankomäen kohdalla oleva koski. Valuma-alueen maaperästä 28,8 % on vettä huonosti läpäisevää savea, hiekkaa ja moreenia on 60 %. Yli puolet valuma-alueesta on kerrostalo-, pientalo- ja teollisuusaluetta. Metsäaluetta on runsas kolmannes ja pelto- ja niittyalueita alle kymmenesosa valuma-alueesta.

Savisesta maaperästä, valuma-alueen pyöreästä muodosta ja rakennettujen pintojen runsaudesta johtuen virtaamasuhteiden erityispiirteinä ovat suuret ylivirtaamat. Tulvien alkuvaiheessa on todettu huomattavia kiintoainepitoisuuksien nousua, mikä johtuu uoman pohjalta nousevasta ja kaduilta tulevasta aineksestä sekä uomaeroosiosta. Vaikka kiintoainepitoisuudet ovat Mellunkylänpurossa ajoittain suuret, veden laatu on kemiallisesti ja hygieenisesti melko hyvää. Piileväyhteisöihin perustuvan analyysin perusteella puron latvavesi on erinomaista, mutta muuttuu tyydyttäväksi yläjuoksun sivupuron kohdalla. Myös pohjaeläintutkimuksen perusteella purolla on puhtaan virtavesistön piirteitä. Hyväksi todettu veden laatu ja puhtaiden pohjaviesien melko suuri määrä talven alivirtaamatilanteessa voi olla merkittävä peruste puron kunnostustavoitteiden asettamisessa ja voisi olettaa, että Mellunkylänpuroon saataisiin kotiutumaan jopa arvokalaa.

Helsingin yleiskaavassa on aiempaa seikkaperäisemmin tarkasteltu rakentamisen vaikutuksia purojen valumasuhteisiin. Vesiolosuhteita kompen-

soivia toimenpiteitä esitetään ehkä ensimmäistä kertaa Suomessa laadituissa yleiskaavoissa. Myös eräissä lähialueelle toteutetuissa asemakaavoissa, kuten Fallpakan asemakaavassa, on edellytetty hulevesienviivytystä ennen niiden joutumista Broändanpuroon. Käytännön toteutusratkaisuja uuden rakentamisen yhteydessä on kuitenkin Helsingissä ja yleensäkin Suomessa vielä melko vähän, joten kaikki uusien alueiden toteutukset hulevesien käsittelyssä ovat pilottikohteita ja edellyttävät sen vuoksi huolellista suunnittelua ja toteutusta mm. ongelmien välttämiseksi.

Viikin ekologinen asuinalue on ollut toistaiseksi Suomessa merkittävin ja laajin aluekokonaisuus, jossa on toteutettu hulevesien käsittelyä ja purouoman muotoilua. Alue toimiikin tavallaan standardina suunniteltaessa vastaavia hankkeita. Arviointiraportin perusteella alueella toteutetut ratkaisut ovat toimineet hyvin. Mellunkylänpuron aluetta koskevassa selvitystyössä on lisäksi esitetty huomioita myös Viikin asuinalueesta. Viikissä on todettu eräitä alueen toteutukseen liittyviä pienehköjä suunnittelullisia ongelmia, jotka olisi syytä ottaa huomioon piha- ja viheralueiden kunnossapidon ja samalla myös muiden vastaavien toteutusten yhteydessä. Korjaustoimenpiteet olisivat tärkeitä alueen esimerkkiluonteen ja edustavuuden kannalta.

Kotimaisen tilanteen lisäksi raportissa selvitetään kaupunkipienvesitysymyksiä ja erityisesti hulevesien ratkaisukeinoja useissa muissa maissa. Ulkomaisten ja suomalaisten kokemusten perusteella esitetään valumasuhteiden parantamiseen tähtääviä toimenpiteitä Mellunkylän valuma-alueen eri osissa. Hulevesi- ja purokunnostustutkimuksen päätuloksena esitetään yleisesti sovellettavissa olevia lähtökohtia kunnalliselle hulevesiohjelmalle sekä kaupunkipurojen kunnostusohjelmalle. Hulevesiohjelmassa esitetään seuraavia toimenpiteitä:

- viipymän lisääminen lähtöalueena toimivalla suoalueella
- imeytymisolosuhteiden parantaminen rakennetulla vedenjakajalla (kerrostaloalueet, pientaloalueet)

- puistoalueet pintavesien imeytys- ja johtamisalueina
- kosteikot uuden rakentamisen yhteydessä
- olemassa olevien hulevesiviemärien saneeraaminen

Purokunnostuksen lähtökohdaksi kuvataan uoman historiallisia vaiheita ja sovelletaan luonnonmukaisessa vesirakentamisessa kehitettyä tavoitekuva-tarkastelua. Linjaukseltaan ja uomarakenteeltaan muutettujen uomaosuuk-sien kunnostuksessa mahdollisuutena on vanhan uomalinjauksen palauttami-nen tai olemassa olevan linjauksen mo-nipuolistaminen. Kaupunkiooloissa mui-naisen uomalinjauksen palauttaminen ei tule yleensä kyseeseen, mutta ole-massa olevan, yleensä suoristetun lin-jauksen monipuolistaminen voi olla mahdollista nykyisen uomalinjauksen puiteissa. Viheralueilla voi myös laaja-muotoisempi uudelleen linjaus tulla kyseeseen. Raportissa esitetään seik-kaperäisiä kunnostussuosituksia puron eri osille. Purokunnostusohjelmassa esi-tetään seuraavia toimenpiteitä:

- purouoman tavoitekuva ja kun-nostuksen tavoitetilän määrittämi-nen
- uomalinjauksen monipuolistami-nen ja vanhojen uomalinjausten pa-lauttaminen
- eroosion estämistoimenpiteet
- tulva-alueiden lisääminen
- sivupurojen viipymän lisääminen
- putkitettujen osuuksien avaaminen ja läpikulkukelpoisuuden paranta-minen
- uoman monipuolistaminen kalas-ton kannalta

Mellunkylän alueella purovesistö on merkittävä kaupunginosan luonnonele-mentti, jolla on myös asuin ympäristön identiteettiä luovaa merkitystä. Ojamai-sesta uomasta on mahdollista kehittää nimensä mukaisesti purovesistö. Hu-levesiuoman kunnostaminen kalave-deksi antaa arvaamattomia ulottuvuuk-sia kaupunginosan kehittämiselle.

Puron hydrologian tasapainotta-minen koskettaa monia kaupunkiraken-tamisen alueita. Etenkin alueelle suun-nitellussa rakentamisessa ja viheralu-eiden suunnittelussa on nykyisin edel-

lytettävä, että lähtökohdaksi otetaan jo muualla käytössä olevat kansainvä-liset toimintaperiaatteet, jotta voidaan samalla täyttää jo voimaan astuneet ve-sistöjen hoidon kriteerit. Samalla esi-merkiksi hulevesien käsittelyalueiden toteuttaminen tuo väistämättä koko-naan uusia elementtejä ja samalla mah-dollisuuksia uusien asuinalueiden lähi-ympäristöön ja viheralueiden toteutuk-seen.

Teknisten ratkaisujen, kuten uusi-en hulevesien käsittelymenetelmien käyttöönnotto ja varsinkin olemassa ole-van järjestelmän saneeraaminen vaatii laajamittaista ja pitkäaikaista toimintaa, jossa toteutetaan vähitellen yksittäisiä ratkaisuja vesistön hyväksi. Uusi nä-kökulma kaupunkipuron tavoitekuvas-ta ja sen käytännön toteutustavoista keskusteleminen voi yhdistää eri viran-omais- ja tutkijatahojen toimintaa ja se voi innostaa myös asukkaita osallistu-maan asuin ympäristönsä kehittämiseen uudella tavalla.

3.2.4 Hulevesi- ja purokunnostustutkimuksen johtopäätökset

Kaupunkipuro on veden laadultaan ää-revä. Suuret ylivirtaamat ja ainekul-keumat osoittavat kaupunkirakentami-sen ja hulevesien yhtäkkistä huuhto-misvaikutusta puron hydrologiassa. Toisaalta alivirtaamilla ja erityisesti kyl-mänä ja lumisena talviaikana puro voi olla veden laadultaan hyvinkin puhdas. Talvella kaupunkipuron hydrologiaan vaikuttavat enemmän kaupunkialueen maaperä ja pohjavesien luontainen vir-taaminen maaperän läpi puroon. Lu-men äkkinäinen sulaminen ja toisaalta kesäaikaiset rankkasateet vaativat hu-levesien käsittelyjärjestelmiltä riittävää mitoitusta ja maaperäimeytyksen hyö-dyntämistä kaikkein likaisimman, en-simmäisen sulamisvaiheen sekä sula-misen jälkeisten ensihuuhtoumien kä-sittelyssä, jotta sulamisessa jääneet kiin-toaineet eivät lähtisi liikkeelle purove-sistöön asti.

Vesistöjen kunnostuksen tavoiteku-va, luontaista vastaavan tilan saavutta-minen, on tutkimuksessa osoittautunut

käyttökelpoiseksi suunnitteluvälineeksi myös voimakkaasti rakennetun kaupunkipuron kunnostuksen suunnittelussa. Kaupunkipuron ajoittainen erinomainen veden laatu tukee tavoitteenavata tarkastelun päämääriä ja antaa myös oikeutuksen riittävän kunnianhimoisille tavoitteille kaupunkipuron kunnostuksessa. Kaupunkirakenteen tuomat rajoitteet on otettava huomioon etenkin lyhyellä tähtämellä, mutta, purojen hoidon pitkän tähtäyksen strategioissa voidaan kaupunkipuron tilaa heikentäviä ja kunnostusta rajoittavia tekijöitä vähentää. Purojen rakennettuja ja putkitettuja osuuksia tulee kunnostaa siten, että purot ja niiden rannat toimivat ekologisina käytävinä eliöille. Luonnonmukaisen vesirakentamisen soveltamisen kautta myös kaupungissa on mahdollista saavuttaa vesipuidirektiivin vaatimusten mukainen purovesistöjen hyvä ekologinen tila.

Puron kunnostuksen tavoitekuva voi myös olla kokoavana tekijänä kaupunkisuunnittelussa. Tutkimuksessa on selvinnyt, että yksittäisiä toimintojen sijoitusratkaisuja ei ole välttämättä helppo toteuttaa vesiolosuhteiden ja purovesistön tilan kannalta optimaalisesti. Vertailtaessa Suomen ja monien mui-

den maiden lainsäädännön ja suunnittelukäytäntöjä hulevesien käsittelyssä voidaan todeta edelleen puutteita Suomen standardissa, vaikka askeleita uusien periaatteiden kehittämisessä on jo otettu. Hulevesien käsittelyjärjestelmien kehittäminen voi olla yksi merkittävimpiä toimintamalleja, jolla on vaikutuksia uusien periaatteiden toteutuksessa asuinympäristössä. Hulevesien käsittelyn edellyttämä tilavaraus vaatii uutta orientoitumista kaupungin rakentamattomien piha-alueiden, samoin kuin viheralueiden suunnitteluun. Mikäli hulevesien käsittely saadaan sitovasti vaadituksi toiminnaksi, ei kaupungin hallittu tiivistäminen muodostu välttämättä uhkaksi purovesistöille.

Kaupunkipuron kunnostustoiminnassa asukkailla ja vapaaehtoisjärjestöillä voi olla merkittävä rooli yhteisen asuinympäristön vaalimisessa. Kaupunkipuro yhdistää omalla historiallaan eri ikäpolvien kiinnostusta ja antaa tulevaisuuteen tähtäviä päämääriä kaupunkiluonnon hoitoon. Purovesistön vaatelialimmilla asukeilla, lohikaloilla on kaupunginosalle huomattava symboliarvo ja niiden eteen kannattaa tehdä työtä kaikilla mahdollisilla foorumeilla.

Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus

Osa I

1	<i>Virtavedet elinympäristönä</i>	18
2	<i>Kaupungistumisen vaikutus virtavesiin</i>	19
3	<i>Pohjaeläimet vesiluonnon tilan ilmentäjinä</i>	21
	3.1 Pohjaeläinten ekologiaa	21
	3.2 Pohjaeläintutkimus	22
4	<i>Helsingin purot ja niiden tutkimus</i>	24
5	<i>Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus -tutkimus</i>	25
	5.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	25
	5.2 Aineisto ja menetelmät	25
	5.2.1 Tutkimuspurot ja näytealueet	25
	Mätäpuro	26
	Mellunkylänpuro ja Broändanpuro	26
	Ramsinkannaksenpuro	27
	5.2.2 Ympäristömuuttujat	28
	5.2.3 Pohjaeläinnäytteet	28
	5.2.4 Monimuotoisuusindeksit	29
	5.3 Tulokset	29
	5.3.1 Ympäristömuuttujat	29
	5.3.2 Pohjaeläinnäytteet ja monimuotoisuusindeksit	30
	5.4 Tulosten tarkastelu	33
6	<i>Tutkimuksen haasteet</i>	35
	6.1 Näytteenottomenetelmä	35
	6.2 Eläinten erottelu pohja-aineksestä	35
	6.3 Määrittystarkkuus	35
7	<i>Virtavesien monimuotoisuuden arvioiminen kaupungeissa</i>	36
8	<i>Katse tulevaisuuteen</i>	39
	Lähteet	40

Osan I kuvat I-I I: Inari Helle. Kuva I on piirretty Ruthin ja Tikkasen (2000) pohjalta

Virtavedet elinympäristönä

Virtavedet – joet, virrat ja purot – ovat monipuolisia ekosysteemeitä, joille on ominaista veden yksisuuntainen virtaus ja voimakas yhteys ympäröivään valuma-alueeseen. Valuma-alueen maaperä ja hydrologia vaikuttavat uoman ominaisuuksiin ja kulkuun, veden virtaukseen ja veden laatuun. Tunnusomaista näille ympäristöille on myös se, että huomattavan suuri osa energiasta tulee systeemiin sen ulkopuolelta, eli virtaveden oma perustuotanto on vähäistä. Erityisesti pienet virtavedet voivat olla elinympäristöinä hyvin vaihtelevia ja laikuttaisia (Allan 1995).

Veden virtaus vaikeuttaa eliöiden paikallaan pysymistä, jolloin eliöiden on joko sopeuduttava virtaukseen tai hakeuduttava suojaan. Virtausnopeus vaikuttaa myös uoman pohjan materiaaliin: kovemmassa virrassa hienot

maa-ainekset huuhtoutuvat pois. Suurempien virtausnopeuksien paikoissa pohja onkin usein suurirakeista mineraaliainesta, kun taas suvantokohdissa orgaanisen aineksen määrä kasvaa huomattavasti. Itse pohjamateriaalilla on myös merkitystä eliöstölle. Muita eliöstöön vaikuttavia tekijöitä ovat mm. lämpötila ja happipitoisuus. Puroissa esiintyy harvemmin matalia happipitoisuuksia veden jatkuvan virtauksen vuoksi, mutta esim. likaantuneissa ja hyvin hitaasti virtaavissa vesissä tämä on mahdollista. Virtavesissä ei yleensä – suuria hitaasti virtaavia jokia lukuun ottamatta – esiinny seisoville vesille tyyppilistä lämpötilakerrostuneisuutta. Veden lämpötilavaihtelut voivat olla huomattavia erityisesti pienissä puroissa, joiden rannalla ei kasva varjostavaa kasvillisuutta.

Kaupungistumisen vaikutus virtavesiin

2

Kaupungistuminen on nykyisin yksi merkittävimmistä maankäyttöön vaikuttavista tekijöistä niin Suomessa kuin muuallakin. Yhdistyneiden Kansakuntien (YK) arvion mukaan puolet maailman väestöstä elää kaupunkialueilla vuoteen 2007 mennessä. Myös Suomessa muutos on ollut voimakas: kun vuonna 1950 kaupunkialueilla arvioidaan asuneen noin 32 prosenttia väestöstä, oli osuus noussut lähes kaksinkertaiseksi vuoteen 2001 mennessä (YK 2002).

Kaupungistuneiden alueiden virtavedet ovat muuttuneet fysikaalisilta, kemiallisilta ja biologisilta ominaisuuksiltaan huomattavasti verrattuna vähemmän rakennettujen alueiden virtavesiin (Paul & Meyer 2001). Yleensä nämä muutokset johtavat virtavesien ekologisen tilan heikentymiseen.

Virtaveden fysikaalisiin ominaisuuksiin kaupungistuminen vaikuttaa erityisesti valuma-alueen hydrologiaa muuttamalla. Merkittävin vaikutus hydrologiaan on vettä läpäisemättömän pinnan (esimerkiksi katot, tiet ja paikoitusalueet) pinta-alan kasvulla, joka johtaa sadeveden imeytymisen vähenemiseen ja näin ollen pintavalunnan lisääntymiseen. Kun vesi ei pääse imeytymään maahan, tulvahuiput voimistuvat ja nopeutuvat (Sheeder ym. 2002). Tätä ilmiötä tehostaa vielä kaupunkialueille tyypillinen rakennettujen sadevesiviemärien tiheä verkosto. Vettä läpäisemättömän pinnan pinta-alan kasvu johtaa myös veden suotautumisen vähenemiseen maaperässä. Tällöin pohjaveden pinta laskee, mistä on seurauksena veden vähyyys uomissa sateettomina aikoina (mm. Klein 1979; Barringer ym. 1994; Finkenbine ym. 2000). Kaupungistumisen myötä virtavesien hydrologia siis äärevöityy: tulvat ovat nopeampia ja rajumpia, toi-

saalta vettä on muina aikoina vähemmän. Läpäisemättömän maan pinta-alan on todettu ennustavan hyvin kaupungistumisen vaikutuksia virtavesiin. Kun valuma-alueesta 10–20 prosenttia on huonosti vettä läpäisevää pintaa, havaitaan muutoksia sekä valuma-alueen hydrologiassa ja geomorfologiassa että vesienbiologisessa ympäristössä (Klein 1979; Booth & Jackson 1997).

Myös muita fysikaalisia muutoksia tapahtuu. Kaupunkialueiden virtavesien lämpötila on usein kesäisin luonnollista korkeampi, mikä johtuu mm. rantakasvillisuuden poistamisesta, pohjavesivalunnan vähentymisestä ja kaupunkialueiden ns. lämpösaareke-vaikutuksesta. Kaupungistuneen valuma-alueen virtavesille on tyypillistä myös kiintoaineksen lisääntyminen vedessä (Lenat & Crawford 1994; Ketola 1998). Tämä johtuu niin uoman eroosiosta kuin hiukkasten huuhtoutumisesta valuma-alueelta. Myös uomien ulottuvuudet muuttuvat. Suuremmat tulvavirtaamat johtavat uomien levenemiseen ja syvenemiseen (Hammer 1973; Booth & Jackson 1997). Suuret virtausnopeudet voivat lisäksi muuttaa sedimenttijakaumia, kun hienommat maa-ainekset huuhtoutuvat veden mukana alajuoksulle päin. Samalla karikkeen määrä vähenee (Finkenbine ym. 2000). Kaupungistumisen epäsuorien vaikutusten lisäksi kaupunkialuiden virtavesien uomat joutuvat myös suoran muokkauksen kohteeksi, eli niitä pyritään suoristamaan ja levenyttämään vettä tehokkaasti johtaviksi ojiksi. Kaupungeissa puroja myös johdetaan kulkemaan paikoitellen maanalaisissa putkissa, ja virtavesien jatkuvuuden katkaisevat usein esimerkiksi tienalitukset.

Myös veden kemialliset ominaisuudet muuttuvat kaupungistumisen myötä. Kaupunkivesien fosfori- ja typ-

pipitoisuudet ovat yleensä huomattavan korkeat (Zampella 1994; Meybeck 1998; Wernick ym. 1998). Lisäksi niin vedestä kuin pohjasedimenteistäkin löytyy usein korkeita metallipitoisuuksia. Yleisiä metalleja kaupunkivesissä ovat lyijy (Pb), sinkki (Zn), kupari (Cu), nikkeli (Ni), kromi (Cr), kadmium (Cd), magnaani (Mn) ja rauta (Fe) (Wilber & Hunter 1977; Zampella 1994). Myös muita kemiallisia aineita, kuten PCB- ja PAH-yhdisteitä, erilaisia öljypohjaisia yhdisteitä ja tuholaismyrkköjä havaitaan usein (Foster ym. 2000; Hoffman ym. 2000).

Muutokset virtavesien fysikaalisissa ja kemiallisissa olosuhteissa vai-

kuttavat luonnollisesti virtaveden biologiseen ympäristöön. Vaikutukset voivat vaihdella huomattavasti eliöryhmi- en välillä. Kaupungistumisen on havaittu lisäävän leväyhteisöjen monipuolisuutta ja levien esiintymistä, mikä johtunee korkeammista ravinnepitoisuuksista (Sonneman ym. 2001). Sitä vastoin kaloilla ja selkärangattomilla pohjaeläimillä yleisimpiä muutoksia ovat yksilömäärien lasku, lajiston köyhtyminen ja herkkien lajien korvautuminen sietokykyisemmillä lajeilla (mm. Klein 1979; Garie & McIntosh 1986; Jones & Clark 1987; Lenat & Crawford 1994; Boët ym. 1999; Kennen 1999; Stepenuck ym. 2002).

Pohjaeläimet vesiluonnon tilan ilmentäjinä

3

3.1 Pohjaeläinten ekologiaa

Pohjaeläimet ovat selkärangattomia eläimiä, jotka elävät ainakin osan elin- kierrostaan hyvin läheisessä yhteydes- sä vedenalaiseen alustaan kuten sedi- menttiin, kasvillisuuteen, leviin tai kar- rikkeeseen (Rosenberg & Resh 1993). Pohjaeläimistöön kuuluu mm. harva- sukasmatoja (Oligochaeta), juotikkai- ta (Hirudinea), simpukoita (Bivalvia), kotiloita (Gastropoda), äyriäisiä (Crus- tacea) ja hyönteisiä (Insecta), joista vii- meksi mainittujen toukat muodosta- vat erityisesti makeissa vesissä huo- mattavan pohjaeläinryhmän. Usein tut- kimuksissa keskitytään ns. makroben- tokseen eli yli 500 µm kokoisiin eliöi- hin. Pohjaeläinten esiintymiseen vai- kuttavat fysikaalis-kemialliset ympä- ristötekijät, kuten virtaus, pohjamate- riaali ja orgaanisen aineksen määrä sekä erilaiset biologiset vuorovaikutukset kuten kilpailu ja saalistus. Näiden tekijöiden keskinäinen merkittävyys voi vaihdella huomattavasti.

Veden virtaus lienee voimakkain virtavesien eliöstöön vaikuttava yksit- täinen tekijä (Allan 1995). Vaikutukset voivat olla joko suoria tai epäsuoria. Virtaus vaikuttaa suorasti esimerkiksi eläimen paikoillaan pysymiseen ja epä- suorasti esimerkiksi muuttamalla poh- jan raekokojakaamaa ja orgaanisen ai- neksen määrää. Virtaus myös kuljettaa jatkuvasti mukanaan ravinteita ja ra- vintopartikkeleita. Virtauksen merkit- tävyydestä kertoo se, että monet poh- jaeläimet suosivat juuri tiettyä virtaus- nopeutta ja eläimen esiintymiseen voi- tällöin vaikuttaa jo varsin pieni muu- tos virtauksessa (Allan 1995). Eliöt ovat sopeutuneet virtaavan veden aiheut- tamiin voimiin erilaisin rakenteellisin ja käyttäytymissopeumin. Edellisiin kuuluvat mm. kiinnittäytymistä tehos-

tavat kourut, imukupit, väkäset ja eri- laiset verkkorakenteet sekä mahdolti- simman litteä ja virtaviivainen ruumiin- muoto. Jälkimmäistä edustaa ennen kaikkea virtausta välttelevä käyttäy- tyminen, kuten kaivautuminen ja et- siytyminen suojapaikkoihin, joissa ve- den virtausnopeus on alhainen (An- derson & Wallace 1984).

Uoman pohjan materiaali määrit- telee monet pohjaeläimen elinympäris- tön ominaisuudet, kuten miten hyvin eläin voi kaivautua pohjaan, miten pal- jon suojapaikkoja se löytää tulvavir- taamien aikana, mitä ravinnonhankin- tatapoja se voi käyttää ja mistä materi- aalista se voi rakentaa toukkasuojuk- sensa. Pohjamateriaalin on havaittu vai- kuttavan lajistoon siten, että kasvipo- hjamateriaalilla elää enemmän pohjaeläi- miä kuin kivennäismaalajeilla, suurem- man raekoon pohjamateriaaleilla elää enemmän eliöitä kuin pienempien rae- kokojen pohjilla ja eri lajit suosivat sel- västi erilaisia pohjamateriaaleja (Min- shall 1984). Kasvillisuus pohjien suosi- minen mineraalimaalajeihin verrattu- na ei välttämättä kuitenkaan kerro kas- vien paremmuudesta elinalustana, vaan liittyy kasviaineksen tarjoa- maan suurempaan pinta-alaan. Myös yleisesti todettu seikka, että pohja- eläinten määrä kasvaa pohjamateriaa- lin raekoon kasvaessa, on yksinkertai- sus. Merkittävämpää lieneekin se, mi- ten stabiilia pohjamateriaali on ja kuin- ka paljon siinä on orgaanista detritus- ta (Allan 1995). Näiden lisäksi pohja- eläinten esiintymiseen vaikuttanevat myös pohjamateriaalin keskimääräi- nen raekoko ja pohjamateriaalin moni- puolisuus.

Pohjaeläimillä on merkittävä ase- ma virtaavien vesien ravintoverkois- sa. Virtavesi eroaa muista ekosysteemistä erityisesti siinä, että kuollut

orgaaninen aines on usein tärkeämpi energianlähde kuin perustuotanto. Lisäksi huomattava osa energiasta tulee systeemiin sen ulkopuolelta. Energia- lähteiden monipuolisuus johtaa monipuoliseen kuluttajayhteisöön. Pohjaeläimet käyttävät ravintonaan perifytonia eli päällyskasvustoa, makrofyottejä, detritusta ja muita eläimiä. Pohjaeläimet vuorostaan ovat ravintona ylemmille trofiatasoille, kuten toisille pohjaeläimille ja kaloille (Allan 1995).

Pohjaeläinten ekologista roolia virtavesissä kuvaa hyvin niiden jaottelu nk. toiminnallisiin ryhmiin. Tämä jako perustuu ravinnonhankintatapaan, ei niinkään itse ravintoon (Cummins & Klug 1979; Cummins & Merritt 1984). Pilkkajat (*engl. shredders*) käyttävät ravintonaan lähinnä karkeaa partikkeli- maista orgaanista ainesta (CPOM) – kuten lehtiä – ja tähän kiinnittyneitä mikro-organismeja, jotka lisäävät aineksen ravintoarvoa huomattavasti. Ravinnonhankintatapana on nakertaminen ja jyrsiminen. Pilkkajia ovat mm. monet vesiperhos- ja vaaksiaislajit. Kerääjät (*collector-gatherers*, myös *deposit feeders*) keräilevät hienojakoista orgaanista ainesta (FPOM) virtavesien pohjilta. Myös näiden partikkelien ravintoarvoa lisäävät mikro-organismit, jotka ovat hajottaneet ainesta jo pienemmiksi hiukkasiksi. Kerääjiä ovat mm. monet päiväkorento-, surviaissääski- ja harvasukasmatolajit. Suodattajat (*filterer-collectors*, myös *suspension feeders*) käyttävät ravintonaan samantyyppistä orgaanista ainesta kuin kerääjät, mutta ne hankkivat ravintonsa suodattamalla partikkelit virtaavasta vedestä erilaisten suodatusmekanismien, kuten verkkojen ja erilaistuneiden suuosien avulla. Käytettävien ravintopartikkeleiden koko vaihtelee suuresti ryhmän sisällä. Suodattajia ovat esimerkiksi monet vesiperhos-, mäkärä- ja surviaissääskilajit sekä simpukat. Kaapijat (*scrapers*, myös *grazers*) ovat pohjaeläimiä, joiden ravinto muodostuu pääsääntöisesti pinnoilla elävästä päällyskasvustosta, jota eläimet laiduntavat. Kaapijoilla on yleensä laiduntamiseen erikoistuneita suosia sekä rakenteellisia ja käyttäytymissopeumia,

joiden avulla eläimet pysyvät paikoil- laan alustallaan kovassakin virtaukses- sa. Kaapijoita ovat mm. useat päiväko- rentolajit ja kotilot. Pedot (*predators*) saa- listavat eläviä organismeja joko vapaasti liikkuen tai erilaisia pyyntimekanismeja käyttäen. Petoja ovat mm. eräät koski- korento- ja vesiperhoslajit, juotikkaat ja sudenkorennot.

3.2 Pohjaeläintutkimus

Pohjaeläimiä pidetään hyvinä veden tilan kuvaajina. Rosenbergin ja Reshin (1993) mukaan tämä johtuu suurelta osin niiden biologisesta monimuotoisuudesta. Pohjaeläimiä esiintyy lähes kaikkialla, mikä mahdollistaa hyvin erilaisten vesiympäristöjen tutkimisen. Yhteisö- jen monipuolisuus tarjoaa mahdollisuuden varsin erilaisten häiriöiden havainnointiin. Pohjaeläimet liikkuvat tyypillisesti varsin vähän, joten ne kuvaavat hyvin häiriöiden alueellista jakaumaa. Eläinten suhteellisen pitkät elinkierrot vuorostaan mahdollistavat myös ajallisen näkökulman huomioimisen. Näin ollen pohjaeläimet toimivat ”jatkuvinä ilmentäjinä” ympäristönsä muutoksille.

Näiden biologisten tekijöiden lisäksi pohjaeläinten käyttöä vesien tutkimuksessa tukevat monet tekniset tekijät (Rosenberg & Resh 1993). Näytteenotto on suhteellisen helppoa ja edullista, monien hyönteisryhmien taksonomia tunnetaan hyvin ja määrittämis- kirjallisuutta on tarjolla runsaahkosti. Monen yleisen lajin vaste erilaisille ympäristön muutoksille tunnetaan tarkasti. Lisäksi pohjaeläimiä voidaan käyttää kokeellisessa tutkimuksessa.

Pohjaeläinten käyttöön ympäristön tilan kuvaajina liittyy myös haasteita, jotka on otettava huomioon tutkimuksessa (Rosenberg & Resh 1993). Pohjaeläimille on tyypillistä varsin laukuttainen esiintyminen, mistä johtuen näytteitä on otettava samaltakin näytealueelta useita. Virtaava vesi on varsin monipuolinen elinympäristö, ja usein voi olla vaikeaa tunnistaa eläimistöön voimakkaimmin vaikuttavat tekijät, esimerkiksi onko kyse veden laadusta vai

fysikaalisesta häiriöstä. Lisäksi pohjaeläinten esiintyminen voi vaihdella vuodenaikaisesti huomattavasti, sillä suuri osa eläimistöä on hyönteisten toukkia. Useille pohjaeläinryhmille tyypillinen ajalehtimiskäyttäytyminen (*drift*) voi myös vaikuttaa esiintymiseen huomattavasti eli eläin voi päätyä näytteeseen vain sattumalta. Haastetta tutkimukseen tuo myös eräiden ryhmien, kuten surviaissääskien toukkien, lajinnäärityksen vaikeus.

Pohjaeläintutkimus voi olla joko kvalitatiivista eli laadullista tai kvantitatiivista eli määrällistä. Edellisessä keskitytään siihen, minkälaista eläimistöä alueella esiintyy, jälkimmäisessä tutkitaan myös yksilömääriä ja biomassoja eli sitä, miten paljon eläimiä on. Näytteet otetaan joko haaveilla tai noutimilla riippuen näytteenotto paikan pohjan laadusta ja tutkimuksen tavoitteista. Seisovissa tai hyvin hitaasti virtaavissa vesissä, joissa pohja-aines on pehmeää, käytetään yleensä sedimenttiin painuvia noutimia, joiden pohjapinta-ala tunnetaan. Tällöin saadaan kvantitatiivista tutkimustietoa. Virtaavissa vesissä, joissa pohja-aines on kovempaa ja suurirakeisempaa, käytetään esimerkiksi erilaisia haaveja, jotka voivat olla joko kvalitatiivisia tai kvantitatiivisia.

4

Helsingin purot ja niiden tutkimus

Helsingin kaupungin alueella virtaa yli 20 eri kokoista puroa (Ruth & Tikkanen 2001). Purot toimivat osana Helsingin sadevesiviemäriverkostoa, eli puroihin johdetaan teiltä, kaduilta ja pihoilta tuleva sadevesi eli nk. hulevesi. Tehokkaan vedenjohtamisjärjestelmän kehittämiseksi purouomastoa on muokattu mm. suoristamalla, leventämällä ja syventämällä uomia sekä kaivamalla kokonaan uusia uomia. Lisäksi monet purot on ainakin osittain johdettu kulkemaan kanavissa ja putkissa. Helsingin alueelta onkin hyvin vaikeaa – ellei peräti mahdotonta – löytää alkuperäistä ja koskemattomaa puroympäristöä. Tästä huolimatta purot tarjoavat kaupunkilaisille mahdollisuuden virkistykseen ja ulkoiluun. Lisäksi ne ovat edelleen myös arvokkaita eläinten ja kasvien elinalueita sekä kulku- ja leviämisreittejä (Ruth & Tikkanen 2001). Hel-

singin kaupungilla on ollut kiinnostusta palauttaa voimakkaasti muutettuja puroympäristöjä monipuolisemmiksi ympäristöiksi. Tällainen hanke on käynnissä Viikissä, jossa ekologisen asuinalueen vieressä kulkevaa Viikin-ojaa on pyritty luonnonmukaistamaan.

Helsingin kaupunki seuraa purojen veden laatua kaksi kertaa vuodessa otettavilla vesinäytteillä (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2004). Tutkimuksia on myös tehty mm. purojen veden ja virtaaman laadusta (mm. Ketola 1998; Ruth 1998). Purojen biologinen tutkimus on kuitenkin ollut suhteellisen vähäistä. Helsingissä on tutkittu piilevien käyttöä kaupunkipurojen veden laadun ilmentäjinä (Risco & Pellikka 2002) ja kartoitettu purojen merkitystä ekokäytävinä (Malinen 1998).

Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus -tutkimus

5

5.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

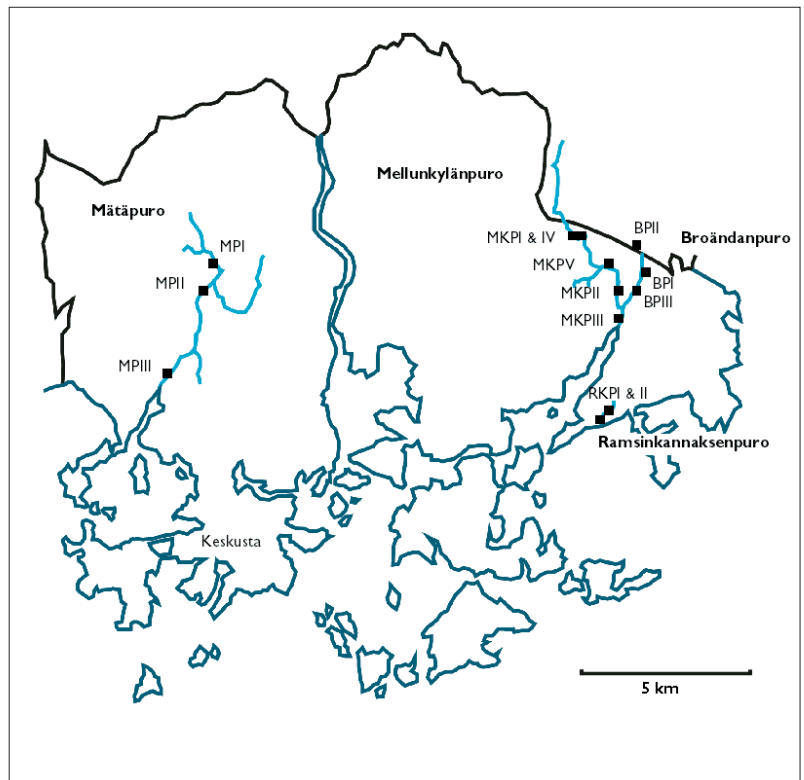
Luonnon monimuotoisuuden huomiointi kaupunkisuunnittelussa -projekti lähti liikkeelle Helsingin kaupungin tarpeesta huomioida Broändanpuron erityispiirteet uuden yleiskaavan suunnittelussa. Broändanpuron on yksi Helsingin kaupungin "vihreistä sormista", ja suunnittelussa haluttiin ottaa huomioon puron yläjuoksulla oleva arvokas luhta-alue, joka rajoittuu Mustavuoren-Porvarinlahden luonnonsuojelualueeseen. Projekti kuitenkin laajeni koskemaan yleisemmin kaupungistumisen vaikutuksia pienten virtavesien biologiaan, ja tarkastelun lähtökohdaksi päädyttiin ottamaan pohjaeläinyhteisöt, joiden tiedetään ilmentävän hyvin elinympäristönsä olosuhteita.

Tutkimukseen valittiin Broändanpuron lisäksi kolme muuta puroa eli Mellunkylänpuro (jonka merkittävin sivuhaara Broändanpuro itse asiassa on), Mätäpuro ja Ramsinkannaksenpuro (Kuva 1). Tutkimuksen tavoitteet olivat:

- kartoittaa kaupunkipurujen pohjaeläimistöä
- pyrkiä tunnistamaan kaupunkipurujen pohjaeläinyhteisöihin vaikuttavat tekijät ja niiden vaikutustaso
- pohtia pohjaeläintutkimuksen metodiikkaa kaupungeissa.

5.2 Aineisto ja menetelmät

Ohessa selostetaan yksityiskohtaisesti vain tutkimuspurot, näytealueet, näytteenotto, fysikaalisten ympäristömuuttujien määrittäminen ja monimuotoisuusindeksien laskeminen. Valuma-alueiden maankäytön arviointi ja tulosten yksi-



Kuva 1. Tutkimuspurot ja näytealueet.

tyiskohtainen analysointi selostetaan vuonna 2004 valmistuvassa pro gradu -työssä.

5.2.1 Tutkimuspurot ja näytealueet

Tutkimuspurot sijaitsevat pääosin Helsingin kaupungin alueella, vain Mellunkylänpuro saa alkunsa Vantaan puolelta (Kuva 1). Purojen valinnassa käytettiin apuna Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen purojen valuma-alueita koskevaa karttatarkastelua (Hämäläinen & Niiranen 1993), Helsingin puroista tehtyä kuntokartoitusta (Pasenius 2001) ja Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen keräämiä vedenlaatutietoja (julkaisematon aineisto). Näytealueet puroilta valittiin maastokäytien perusteella.



Kuva 2. Mätäpuron näytealue II Maunulan uurnalehdon lähellä.



Kuva 3. Mätäpuron Kauppalan puisto Etelä-Haagassa (MPIII).

Mätäpuuro

Mätäpuuro virtaa Länsi-Helsingissä. Puron päähaara saa alkunsa Maununnevalta ja laskee Pikku-Huopalahteen. Puron toinen haara alkaa Suursuolta. Puro on noin 6,9 km pitkä ja sen valuma-alue on kooltaan 11,19 km². Puro virtaa monin paikoin tiiviin asutuksen ja suurten teiden ympäröimänä. Näytteitä otettiin Mätäpuurosta kolmelta näytealueelta, jotka sijaitsivat Maunulassa pienta-

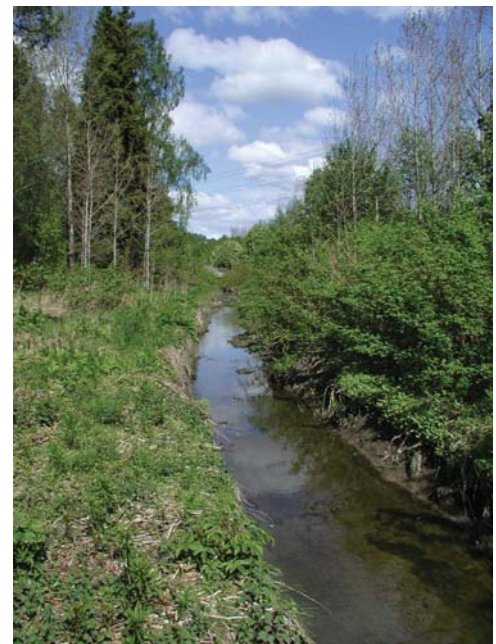
loasituksen keskellä sijaitsevassa puistikossa (MPI), Maunulan uurnalehdon lähellä Keskuspuistossa (MPII, Kuva 2) ja Kauppalan puistossa Etelä-Haagassa (MPIII, Kuva 3).

Mellunkylänpuuro ja Broändanpuuro

Mellunkylänpuuro ja sen suurin sivuhaara Broändanpuuro sijaitsevat Itä-Helsingissä osittain Vantaan puolella. Puro saa alkunsa Slättmossenin suoalueelta ja las-



Kuva 4. Mellunkylänpuron Aarrepuisto (MKPI ja IV).



Kuva 5. Mellunkylänpuron Ojapuisto (MKPII).



Kuva 6. Broändanpuron luhtaa (BPI).

kee Vartionkylänlahteen. Pituutta sillä on noin 5,5 km ja sen valuma-alueen pinta-ala on 10,21 km². Putouskorkeutta kertyy matkalla 31 m, ja Mellunkylänpurossa sijaitsee kolme koskipaikkaa. Puro virtaa tiheästi rakennettujen alueiden läpi, ja se on suurelta osin johdettu kulkemaan keinotekoisissa uomissa, jopa putkissa. Mellunkylänpurosta otettiin näytteitä viideltä näytealueelta, joista kaksi sijaitsi Aarrepuistossa Vesalan lähetyvillä (MKPI ja MKPIV, Kuva 4). Muut näytepaikat olivat Ojapuiston läheisyydessä Mellunkylässä (MKPII, Kuva 5), Linnavuorenpuisto Vartioharjussa (MKPV) ja Varjakanpuisto Vartionkylänlahden lähellä (MKPIII).

Mellunkylänpuron tärkein sivuhaara on Broändanpuro, joka yhtyy Mellunkylänpuroon vähän ennen tämän laskemista mereen. Broändanpuro virtaa Mellunkylän luhtaniittyalueen läpi. Broändanpuro on noin 2,2 km pitkä ja sen valuma-alue on 0,95 km² (Ketola 1998). Putouskorkeus on vain 1,4 metriä, eli puron pituusprofiili eroaa selvästi Mellunkylänpuron vastavasta. Broändanpurosta otettiin näytteitä kolmesta kohtaa. Yksi näytealue sijaitsi lähellä puron latvaa luhtan reunamalla (BPII) ja toinen keskellä luhtaa Mustavuoren luonnonsuojelun alueen



Kuva 7. Ramsinkannaksenpuro (RKPI).

kulmassa (BPI, Kuva 6). Kolmas näytealue oli Kurkimoision puistossa (BPIII).

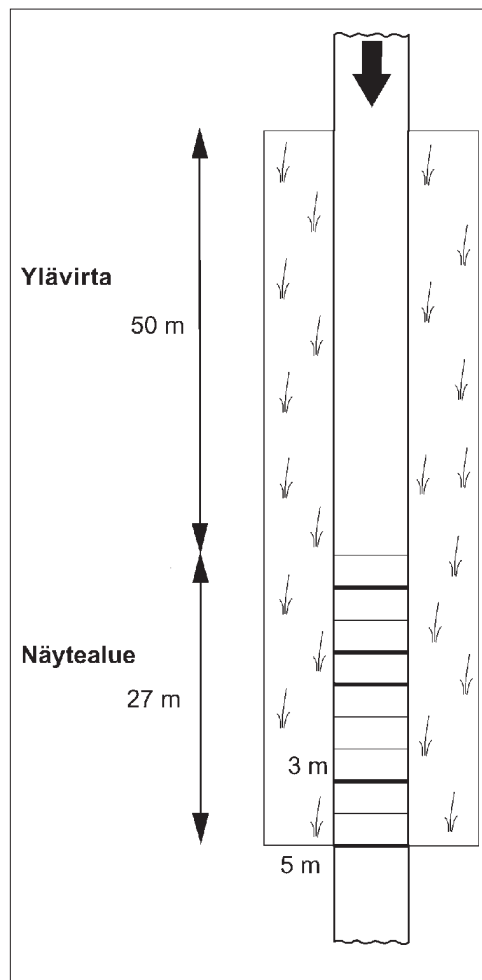
Ramsinkannaksenpuro

Ramsinkannaksenpuro sijaitsee Itä-Helsingissä Ramsinkannaksella lähellä Meri-Rastilaa, ja se laskee Pikku Kortlahteen. Puro on noin 850 metriä pitkä, ja sen valuma-alue on kooltaan 0,38 km². Purosta valittiin kaksi näytealuetta, joista toinen sijaitsi lähellä puron laskusuuta (RKPII) ja toinen hieman ylempänä pientä tietä reunustavassa metsässä (RKPI, Kuva 7).

5.2.2 Ympäristömuuttujat

Ympäristömuuttujat määritettiin näytealueelta kymmenestä uoman poikkileikkauksesta (Kuva 8). Veden syvyys ja virtausnopeus (virtausmittari Schiltknecht MiniAir 2) mitattiin jokaisesta poikkileikkauksesta kolmesta kohtaa. Lisäksi mitattiin uoman leveys ja penkkojen korkeus vedenpinnan tasosta.

Uoman pohjan materiaali arvioitiin silmämääräisesti peittävyysprosentteina. Uoman seinämistä arvioitiin kolme yleisintä materiaalia. Uoman pohjalta määritettiin myös karkean puumateriaalin (pituus yli 10 cm) ja kuolleiden lehtien ja neulasten peittävyys. Jokaisesta poikkileikkauksesta arvioitiin var-



Kuva 8. Kaavakuva näytealueesta. Ympäristömuuttujat arvioitiin kymmenestä uoman poikkileikkauksesta, jotka sijaitsivat kolmen metrin välein. Näistä viidestä otettiin myös potkuhaavinäyte. Yhteensä näytealue oli 27 metriä pitkä. Maankäyttö arvioitiin viiden metrin levyiseltä kaistaleelta uoman molemmin puolin koko näytealueen pituudelta ja 50 metriä ylävirtaan. Kuvaa ei ole piirretty oikeissa mittasuhteissa.

jostus asteikolla 0-5 ja kasvillisuus uoman pohjassa ja seinämissä.

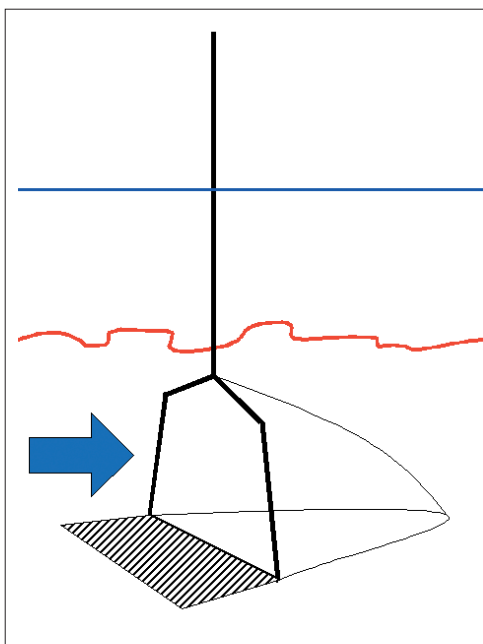
Maankäyttö arvioitiin viisi metriä leveältä kaistaleelta uoman molemmin puolin koko näytealueen pituudelta. Koko näytealueen matkalta laskettiin uomasta yksittäin seuraavat muuttujat: virtapaikka, suvanto, penkan eroosio, kaatunut puu, vedessä elävä puu, tierumpu, silta, ojan ja putken laskusuu, luonnonpato, jäte ihmistoiminnasta ja karkea puumateriaali, kivi ja kasvillisuus vedenpinnan yläpuolella. Sekä maankäyttö viiden metrin kaistaleelta uoman molemmin puolin että yksittäin esiintyvät muuttujat laskettiin myös 50 metrin matkalta ylävirtaan.

5.2.3 Pohjaeläinnäytteet

Pohjaeläinnäytteet otettiin tutkimuspuroista toukokuussa 2002. Näytealue oli 27 metriä pitkä muodostuen kymmenestä uoman poikkileikkauksesta, jotka sijaitsivat kolmen metrin välein (Kuva 8). Jokaiselta näytealueelta otettiin yksi näyte, joka koostui viidestä rinnakkaisnäytteestä. Rinnakkaisnäytteiden ottopaikat arvottiin näytealueen kymmenen poikkileikkauksen joukosta. Näytteitä otettiin yhteensä 13 ja rinnakkaisnäytteitä 65 kappaletta.

Näytteenottoon käytettiin käsi- eli potkuhaavimenetelmää (SFS 5077). Menetelmä on ensisijaisesti kvalitatiivinen, mutta vakioimalla potkinta-aika tai -alue voidaan tuloksia käsitellä ns. semikvantitatiivisina. Tässä tutkimuksessa sekä potkinta-aika että -alue vakioitiin. Näytteenotossa käytetyn haavin suuaukko oli kooltaan 27 cm x 28 cm, ja sen silmäkoko oli 500 µm. Haavi asetettiin tiivisti uoman pohjaa vasten suuaukko kohtisuoraan virtausta vastaan, ja sen edustaa pöyhittiin 60 sekunnin ajan 27 cm x 27 cm:n kokoiselta alueelta (Kuva 9). Tällöin pohjasta irronneet eliöt kulkeutuivat virtauksen mukana haaviin. Jos virtausnopeus oli hyvin alhainen, haavia liikuteltiin 30 sekunnin ja 60 sekunnin kohdalla edestakaisin, jotta eläimet saatiin talteen. Haavimisen jälkeen näytteet seulottiin kentällä silmäkooltaan 500 µm:n seullalla.

Laboratoriossa näytteet säilöttiin noin 75 prosentin vahvuiseen alkoholiin odottamaan määrittystä. Eliöt poimittiin erilleen seulontajännöksestä preparointimikroskooppin alla käyttäen 12-kertaista suurennosta. Eläimet määritettiin alimmalle mahdolliselle taksonomiselle tasolle mikroskooppin avulla 12–50-kertaisella suurennoksella. Lajinmäärittämisessä käytettiin pääasiassa seuraavia teoksia: Olsen ym. (1999), Nilsson (1997), Nilsson (1996), Edington & Hildrew (1995), Hutri & Mattila (1991), Wallace ym. (1990) ja Macan (1970).



Kuva 9. Potkuhaavi.

Määrittämissä yhteydessä eläinten yksilömäärät laskettiin ja niiden biomassat punnittiin. Punnitus tehtiin näytteenottostandardin (SFS 5077) mukaisesti ns. säilöttyinä märkäpainona. Eläimet punnittiin analysivaa'alla (Mettler H80) 0,1 mg:n tarkkuudella.

5.2.4 Monimuotoisuusindeksit

Pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta tarkasteltiin laskemalla näytealuekohtainen Shannonin–Wienerin monimuotoisuusindeksi

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ,$$

jossa S on näytteen taksonimäärä ja p_i

lajin i yksilömäärän osuus kokonaisuksilömäärästä. (Taksoni tarkoittaa eliökunnan taksonomista yksikköä, kuten lajia, sukua, heimoa jne.) Indeksillä saa sitä suurempia arvoja, mitä enemmän yhteisössä on lajeja ja mitä samankaltaisempia lajin runsaudet ovat (Hanski ym. 1998). Tässä tutkimuksessa käytettiin lajien sijasta taksoniteita, sillä määrittämisessä päästiin vain harvoin lajitasolle. Taksonien lukumäärän vaikutus poistettiin laskemalla lisäksi runsausjakautuman tasaisuutta kuvaava indeksi

$$J' = \frac{- \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S} ,$$

joka saa arvon 1, jos kaikkien lajien runsaus on sama, ja tätä pienempiä arvoja, jos lajien runsaus on jakautunut epätasaisesti (Hanski ym. 1998).

5.3 Tulokset

Seuraavassa käsitellään vain Mellunkylänpuron ja Broändanpuron pohjaeläimistöä ja esitellään näytealueiden tärkeimmät fysikaaliset ympäristömuuttujat. Lopulliset tulokset käsitellään vuonna 2004 valmistuvassa opinnäytetyössä.

5.3.1 Ympäristömuuttujat

Näytealueiden fysikaaliset ominaisuudet poikkesivat huomattavasti toisistaan, erityisesti Broändanpuro erottui muista puroista hitaan virtauksensa ja uoman pohjan materiaalin suhteen (Taulukko 1). Broändanpuron luhtaluha-alue (BPI) erottui selvästi myös kasvillisuuden määrän vuoksi; käytännössä puro kulkee paksun luhtakasvillisuuden päällä. Aukealla luhta-alueella myös varjostus oli vähäistä. Monilla näytealueilla niin virtausnopeuden kuin syvyyden vaihtelu oli varsin suurta.

Taulukko 1. Näytealueiden ympäristömuutujat laskettuna kymmenen poikkeileikkauksen arvojen keskiarvoina. Pohjamat.: näytealueen yleisin pohjamateriaali. Kasv.: kasvillisuuden peittävyys näytealueella. MKP: Mellunkylänpuro, BP: Broändanpuro, MP: Mätäpuro, RKP: Ramsinkannaksenpuro.

näytealue	virt.nop. cm/s	haj.	syvyys cm	haj.	pohjamat.	kasv. %	varjostus (0-5)
MKPI	32	15,3	10	4,3	kivi	2,6	2,5
MKPII	18	9,9	15	5,1	savi	2	1,9
MKPIII	24	14,7	13	5,1	kivi	5,8	1,3
MKPIV	16	12,6	12	7	sora	1,9	3
MKPV	16	17,1	18	11,5	sora	11,7	3,8
BPI	0	0	11	5	org.	100	1
BPII	0	0,3	10	3	org.	87,8	3,3
BPIII	1	1	23	4,6	org.	2,1	2,5
MPI	15	17,4	10	8,4	kivi	8	2,2
MPII	13	12,8	16	6,6	sora	0,7	3,9
MPIII	6	2,9	17	6,5	savi	0,9	2,8
RKPI	5	6,2	8	9,9	savi	0	2,9
RKPII	8	9,1	5	2,1	sora	5,5	3,1

5.3.2 Pohjaeläinnäytteet ja monimuotoisuusindeksit

Mellunkylänpurosta löydettiin yhteensä 19 pohjaeläinlajia tai korkeampaa taksonia ja Broändanpurosta 25 (Taulukko 2). Jos yleensä eläinplanktoniin luettavat hankajalkaiset ja vesikirput otetaan mukaan, ovat taksonimäärät vastaavasti 20 ja 27. Yhteensä taksoniteita oli 31, eläinplankton mukaan lukien 33. Kaikilla näytteenottoalueilla tavattuja ryhmiä olivat Mellunkylänpurolla *Baetis*-suvun päivänkorennot, surviaissääskien ja polttiaisten toukat, harvasukasmadot, hyppyhäntäiset ja vesipunkit. Broändanpurolla kaikilta alueilta tavattuja ryhmiä olivat surviaissääskien ja polttiaisten toukat, sukulamadot, harvasukasmadot, vesisiirat, raakkuäyriäiset ja piensimpukat. Myös hankajalkaisia löytyi jokaiselta Broändanpuron näytteenottoalueelta. Broändanpuron pohjaeläimistö oli tyyppillisempää seisovan veden eläimistöä, mikä oli havaittavissa myös eläinplanktereiden määrästä: hankajalkaisia ja vesikirppuja löytyi huomattavasti paljon enemmän Broändanpurosta kuin Mellunkylänpurosta (Taulukko 3).

Eniten yksilöitä löytyi Broändanpuron lähes seisovan veden näytteistä (Taulukko 3). Runsaslukuisimpia ryhmiä kokonaisuudessaan olivat surviaissääskien toukat ja harvasukasmadot (Kuva 10). Mellunkylänpuron näytteissä myös esim. päivänkorentoja esiintyi suhteellisen paljon. Broändanpuron näytteistä löytyi paljon vesisiiroja, raakkuäyriäisiä ja sukulamatoja.

Myös suurimmat biomassat löytyivät Broändanpuron hitaan virtauksen näytteistä (Taulukko 3), tosin jako nopean ja hitaan virtauksen näytepaikkoihin ei ollut niin selvä kuin yksilömäärin kohdalla. Merkittävimmät ryhmät biomassaltaan olivat päivänkorennot, vesiperhoset, juotikkaat ja hitaasti virtaavissa vesissä erityisesti vesisiirat (Kuva 11).

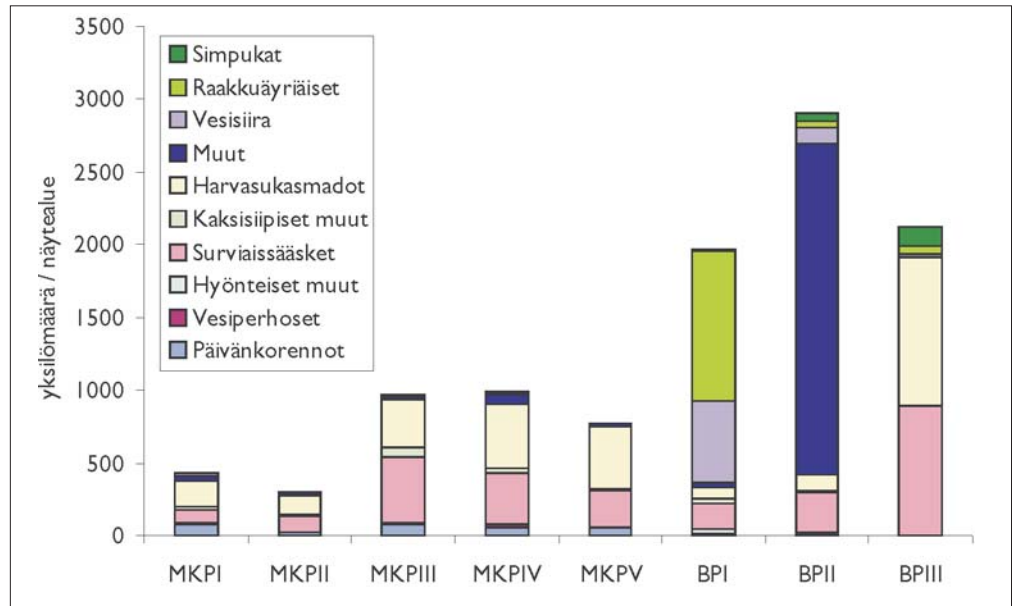
Taulukko 2. Mellunkylänpurosta (MKP) ja Broändanpurosta (BP) löytyneet pohjaeläinryhmät. Roomalaiset numerot viittaavat purokohtaisiin näytealueisiin, joista eläinryhmää on tavattu.

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	MKP	BP
Arthropoda	niveljalkaiset		
Insecta	hyönteiset		
Ephemeroptera	päivänkorennot	I, III, IV, V	II
Baetidae	isosilmäsurviaiset	III, V	II
Baetis sp.	sukeltajasurviainen	I, II, III, IV, V	
Cloeon sp.	kaksisiipisurviainen		II
Trichoptera	vesiperhoset	I, IV, V	
Rhyacophila sp.	koskisirvikkäät	I	
Polycentropodidae sp.	rysäsirvikkäät	IV	
Plectrocnemia sp.		I, II, III, IV	II
Limnephilidae	putkisirvikkäät	III	II
Limnophilus sp.			I, II
Trichostegia minor	isosirvikäs		I, II
Plecoptera	koskikorennot		
Nemoura sp.		IV	I, II
Odonata	sudenkorennot		
Anisoptera sp.	aitosudenkorennot		II
Coleoptera	kovakuoriaiset		
Dytiscidae	sukeltajat		
Hydroporinae sp.			I, II
Agabus sp.	taitosukeltaja		I
Acilius sp.			I
Megaloptera	kaislakorennot		
Sialis lutaria	sorsankaislakorento		III
Diptera	kaksisiipiset	II, IV, V	
Chironomidae spp.	surviaissääsket	I, II, III, IV, V	I, II, III
Ceratopogonidae sp.	polttiaiset	I, II, III, IV, V	I, II, III
Simuliidae sp.	mäkärät	I, II, III, IV	
Empididae sp.	tanhukärpäset	II, V	
Pediciidae sp.		IV	
Culicidae sp.	hyttyset		I, II
Tabanidae sp.	paarmat		I
Dixidae sp.	sinkilähyttyset		I, II
Collembola spp.	hyppyhäntäiset	I, II, III, IV, V	I, II
Crustacea	äyriäiset		
Asellus aquaticus	vesisiira	I, II, III, IV	I, II, III
Ostracoda spp.	raakkuäyriäiset	I, III, IV	I, II, III
(Copepoda spp.)	hankajalkaiset	I, II, III, IV	I, II, III
(Cladocera sp.)	vesikirput		I, II
Arachnida	hämähäkkieläimet		
Hydracarina sp.	vesipunkit	I, II, III, IV, V	I, III
Annelida	nivelmadot		
Oligochaeta sp.	harvasukasmadot	I, II, III, IV, V	I, II, III
Hirudinea sp.	juotikkaat	I, II, IV	I, II
Mollusca	nilviäiset		
Sphaeriidae spp.	piensimpukat	I, III, IV	I, II, III
Physa sp.	touhukotilo	I, II, III, IV	III
Lymnea sp.	limakotilo	II, IV	I
Nematoda sp.	sukkulamadot	I, III, IV	I, II, III
Platyhelminthes	laakamadot		
Turbellaria sp.	värysmadot		I
Yhteensä		19 (20)	25 (27)

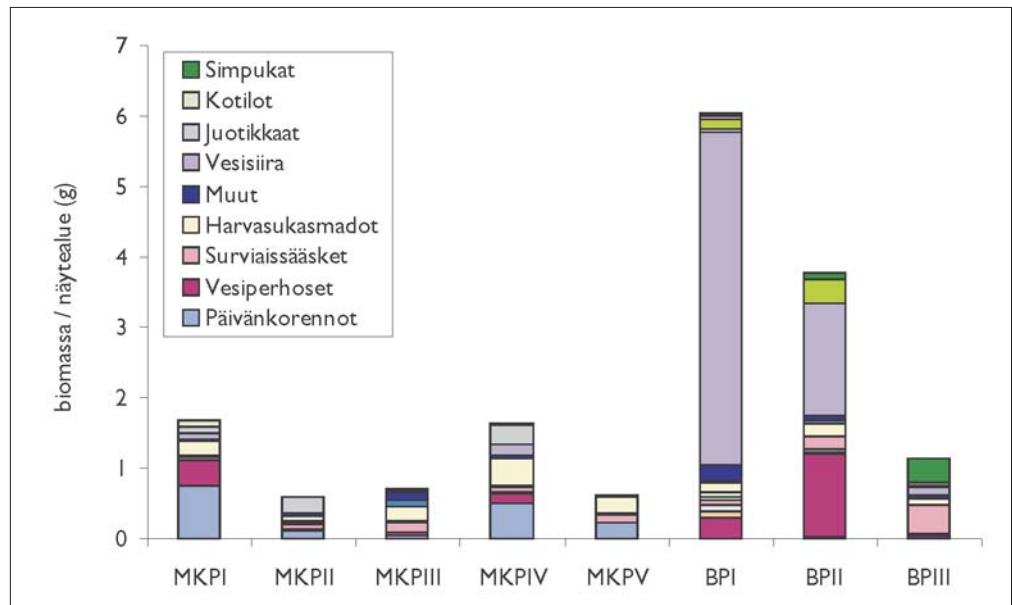
Taulukko 3. Näytealuekohtaiset kokonaisyksilömäärät ja -biomassat sekä hankajalkaisten ja vesikirppujen yksilömäärät ja biomassat (viisi rinnakkaisnäytettä). MKP: Mellunkylän-puro, BP: Broändanpuro.

	MKPI	MKPII	MKPIII	MKPIV	MKPV	BPI	BPII	BPIII
kokonaisyksilömäärä	431	295	967	991	770	1970	2905	2128
kokonaisbiomassa (g)	1,5554	0,5335	0,5862	1,2774	0,6033	5,5087	3,3392	1,061
yksilömäärä (hankajalkaiset)	7	6	13	13	0	3124	4823	973
yksilömäärä (vesikirput)	0	0	0	0	0	58	31	0
biomassa (g) (hankajalkaiset)	0,0002	0,0004	0,0007	0,0006	0	0,145	0,3278	0,0107
biomassa (g) (vesikirput)	0	0	0	0	0	0,0063	0,0064	0

Kuva 10. Pohjaeläinnäytteiden näytealuekohtaiset yksilömäärät (viisi rinnakkaisnäytettä). Hyönteiset muut: koskikorennot, sudenkorennot, kaislakorennot ja sukeltajat. Kaksisiipiset muut: polttiaiset, mäkärät, tanhukärpäset, hyttyset, paarmat, sinkilähyttyset ja Empididae-heimo. Muut: sukkulamadot, värysmadot, hyppyhäntäiset, vesipunkit, juotikkaat ja kotilot.



Kuva 11. Pohjaeläinnäytteiden näytealuekohtaiset biomassat (viisi rinnakkaisnäytettä). Muut: koskikorennot, sudenkorennot, kaislakorennot, sukeltajat, polttiaiset, mäkärät, tanhukärpäset, hyttyset, paarmat, sinkilähyttyset, Empididae-heimo, sukkulamadot, värysmadot, hyppyhäntäiset, vesipunkit ja raakkuäyriäiset.



Näytekohtaiset Shannonin–Wienerin monimuotoisuusindeksin arvot vaihtelivat välillä 0,90–1,80 ja tasaisuusindeksin arvot välillä 0,32–0,67 (Taulukko 4).

Indeksien arvot saavuttivat suurimmat arvonsa nopean virtauksen näytealueilla.

Taulukko 4. Näytealuekohtaiset taksonimäärät, Shannonin–Wienerin monimuotoisuusindeksit H' ja tasaisuusindeksit J'.

taksonimäärä	MKPI	MKPII	MKPIII	MKPIV	MKPV	BPI	BPII	BPIII
	15	13	14	16	7	21	17	10
H'	1,80	1,33	1,23	1,40	0,97	1,36	0,90	1,06
J'	0,67	0,52	0,47	0,50	0,50	0,45	0,32	0,46

5.4 Tulosten tarkastelu

Mellunkylänpurosta löytyi 19 ja Broändanpurosta 25 pohjaeläintaksonia. Taksoniluku vaikuttaa suhteellisen alhaiselta, vaikka vertailu onkin vaikeaa johtuen mm. Suomen kaupunkipurujen pohjaeläintutkimuksen vähäisyydestä. Espoon Monikonpuron koskialueilta on velvoitetarkkailussa löydetty viime vuosina kolmisenkymmentä taksonia (Saura & Könönen 2002; 2003). Nuuksion osittain luonnontilaisesta Myllypurosta löydettiin vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa 92 pohjaeläintaksonia (Könönen 1999). Kaikissa näissä tutkimuksissa määritystarkkuus oli kuitenkin tätä tutkimusta suurempi, mikä kasvattaa taksonimäärää nopeasti. Myös tämän tutkimuksen taksonimäärä saattaa nousta muutamia määriä tarkastettaessa.

Herkempiä lajeja edustivat Mellunkylänpuron ja Broändanpuron näytteissä päivänkorennot, vesiperhoset ja koskikorennot. Näiden hyönteisryhmien on havaittu kärsivän kaupungistumisesta (Hachmöller ym. 1991). Päivänkorennoista Mellunkylänpurossa tavattiin vain *Baetis*-suvun korentoja, jotka viihtyvät monenlaisissa virtavesiympäristöissä (Fitter & Manuel 1996). Myös esimerkiksi Monikonpurosta on löydetty runsaasti saman suvun päivänkorentoja (Saura & Könönen 2002; 2003). Broändanpurossa esiintyi *Baetis*-suvun korentojen lisäksi myös samaan Baetidae-heimoon kuuluvia *Cloeon*-suvun päivänkorentoja, jotka ovat ennen kaikkea seisovan tai hitaasti virtaavan

veden eläimiä (Fitter & Manuel 1996). Toisaalta Broändanpurossa päivänkorentojen yksilömäärä oli kokonaisuudessaan hyvin alhainen (7) verrattuna Mellunkylänpuroon (290).

Mellunkylänpurossa esiintyi *Rhyacophila*- ja *Plectrocnemia*-sukujen vesiperhosia. *Rhyacophila*-vesiperhoset ovat vapaana eläviä petoja, joita esiintyy yleensä vain viileissä, nopeasti virtaavissa vesissä (Solem & Gullefors 1996). Broändanpurosta löytyi *Limnephilus*- ja *Trichostegia*-sukujen vesiperhosia. *Trichostegia*-vesiperhoset elävät lampimaisien vesien kasvillisuuden seassa (Olsen ym. 1999), ja niitä löytyikin vain näytealueilta, joissa kasvillisuutta oli huomattavasti (BP I ja II).

Koskikorennoista löydettiin molemmista puroista vain *Nemoura*-sukua, Mellunkylänpurosta vain yksi yksilö ja Broändanpurosta 18 yksilöä. Tätä voidaan pitää hieman yllättävänä, sillä koskikorennot elävät nimensä mukaisesti yleensä voimakkaasti virtaavassa vedessä. Toisaalta *Nemoura*-suvusta tunnetaan lajeja, jotka viihtyvät virtaavan veden lisäksi myös esimerkiksi lampien rantavyöhykkeessä (Olsen ym. 1999).

Kaksisiipiset ovat hyvin monipuolinen hyönteisryhmä (Allen 1995), ja tutkituista puroista löytyikin useita kaksisiipisheimoja. Mellunkylänpurossa esiintyi tyypillisiä virtaavan veden kaksisiipisiä, kuten Simuliidae-heimon mäkäreitä. Broändanpurosta löytyi vastavasti seisovan veden ryhmiä, kuten paarmojen ja hyttysten toukkia. Molempien purojen kaikilla näytealueilla

esiintyi surviaissääskien ja polttiaisten toukkia, jotka elävät hyvin monenlaisissa kosteissa ja vesiympäristöissä (Olsen ym. 1999).

Suurimmat yksilömäärät löytyivät Broändanpuron hitaan virtauksen näyteistä. Broändanpuron luhta-alueelta (BPI) löytyi huomattavan paljon vesi-siiraja ja raakkuäyriäisiä ja toiselta seisovan veden näytealueelta (BPII) suk-kulamatoja. Ilman näitä ryhmiä näyte-alueet näyttävät varsin samanlaisilta, eli runsaslukuisimmat ryhmät ovat surviaissääskien toukat ja harvasukasma-dot. Näiden ryhmien on havaittu yleis-tyvän virtavesien kaupungistumisen myötä (mm. Garie & McIntosh 1986; Pedersen & Perkins 1986). Kaupungis-tuminen aiheuttamat uoman fysikaali-set muutokset suosivat usein ympäris-tön epävakauteen sopeutuneita lajeja, joihin myös harvasukasmadot ja surviaissääsket kuuluvat.

Biomassoja tarkasteltaessa tilanne muuttuu huomattavasti. Broändanpu-ron näytealueet I ja II poikkeavat edel-leen muista pohjaeläinten suuren ko-konaisbiomassansa vuoksi, mutta nyt eron syynä ovat vesiperhoset ja siirat. Yleisesti ottaen muiden hyönteisten kuin surviaissääskien toukat muodos-tavat biomassasta suuren osan etenkin virtaavan veden näytealueilla. Broän-danpuron näytealueen III suuri yksilö-määrä koostuu hyvin pienikokoisista surviaissääskien toukista ja harvasukas-madoista, sillä näytealueen kokonais-biomassa on suhteellisen pieni. Yksilö-määrältään vähäiset juotikkaat ja sim-pukat muodostavat biomassasta mo-nin paikoin selvän osan.

Monimuotoisuusindeksejä tarkas-teltaessa havaitaan, että Shannonin-Wienerin indeksi saa suurimmat arvon-sa Mellunkylänpuron nopean virtauk-sen näytealueilla. Taksonaitea löytyy kui-tenkin yhtä paljon tai enemmän Broän-danpuron näytealueilta, joilla diversi-teetti-indeksin arvot ovat hieman pie-nempiä. Tämä selittyy sillä, että Mel-lunkylänpuron pohjaeläinyhteisöt ovat tasaisempia kuin Broändanpuron, eli Broändanpurossa korkeintaan muuta-ma ryhmä edustaa suurinta osaa yksi-löistä. Mellunkylänpuron pohjaeläin-

yhteisöissä ryhmien osuudet ovat ta-saisemmin jakautuneita. Pienimmillään monimuotoisuus oli Broändanpuron näytealueella II ja Mellunkylänpuron näytealueella V. Jälkimmäisellä surviaissääskien ja harvasukasmatojen osuus oli huomattavan suuri ja edellisellä suu-rimman osan eläimistöistä muodostivat suk-kulamadot.

Tutkimuksen haasteet

Pohjaeläinyhteisöjen rakenteen ja toiminnan tunteminen on merkittävässä osassa vesiekosysteemin tilaa arvioitaessa (Reice & Wohlenberg 1993). Tämän takia myös kaupungeissa on syytä kiinnittää huomiota pienten virtavesien pohjaeläinyhteisöihin. Tutkimukseen liittyy kuitenkin monia haasteita, jotka on huomioitava jatkotutkimuksia suunniteltaessa.

6.1 Näytteenottomenetelmä

Tutkituissa puroissa pohjan laatu ja virtausnopeus vaihtelivat voimakkaasti (Taulukko1), mikä vaikeutti vertailukelpoisten näytteiden saamista. Käsihaavi on tarkoitettu näytteenottoon lähinnä virtaavassa vedessä, vaikka sitä voidaankin käyttää myös seisovassa vedessä (SFS 5077). Broändanpurossa uoman pohja oli veden hitaasta virtauksesta johtuen monin paikoin monen kymmenen sentin – jopa metrin – paksuisen upottavan, lähinnä oksista muodostuneen kerroksen peitossa, mikä vaikeutti näytteiden ottamista haavilla. Toisaalta myöskään pehmeille pohjille tarkoitetut noutimet eivät olisi pystyneet tunkeutumaan tämän kerroksen läpi. Samantyyppisiä ongelmia on havaittu mm. Vantaanjoen hitaasti virtaavien paikkojen pohjaeläimistöä tutkittaessa (Leinonen & Saura 2000).

6.2 Eläinten erottelu pohja-aineksesta

Tässä tutkimuksessa eläinten erottelu pohja-aineksesta tehtiin alkoholiin säilötyistä näytteistä käyttäen preparointimikroskooppia. Tällä menetelmällä yhteisöistä toivottiin saatavan kattavampi kuva, kun myös pienet, vai-

keasti havaittavat eliöt kuten harvasukasmadot saatiin poimittua talteen. Toisaalta kymmenien näytteiden läpikäyminen näin tarkasti oli myös hyvin aikaavievää. Nyman ym. (1986) totesivat käsihaavin luotettavuutta selvittäneessä tutkimuksessaan, että mikroskoopin käyttö paransi pienikokoisten lajien talteenottoa, mutta lisäsi yhden näytteen käsittelyyn kulunutta aikaa 2–4 tunnista jopa 20–30 tuntiin. Toisaalta näytteiden käsittely eläinten ollessa elossa nopeuttaa työtä huomattavasti, mutta suuren näytemäärän ja tiukan aikataulun takia elävänänpintä tässä tutkimuksessa oli mahdotonta. Jatkotutkimuksia suunniteltaessa onkin mietittävä sitä, mitä tutkimuksella halutaan selvittää, halutaanko esimerkiksi keskittyä muutoksiin suurikokoisten hyönteistoukkien esiintymisessä. Toisaalta kaupunkipurojen yhteisötutkimuksissa on perusteltua pyrkiä ottamaan huomioon myös pienimmät pohjaeläimet kuten harvasukasmadot, joiden tiedetään runsastuvan valuma-alueen kaupungistumisen myötä.

6.3 Määrittystarkkuus

Vesieläinten käyttö ympäristön laadun indikaattoreina edellyttää usein lajituksen määrittystä, sillä saman heimon ja jopa saman suvun sisältä saattaa löytyä vaatimuksiltaan hyvinkin erilaisia lajeja (Resh ym. 1996). Tässä tutkimuksessa määrittäminen jouduttiin ajanpuutteen vuoksi jättämään kaksisiipisten kohdalla heimotasolle ja muiden hyönteisten kohdalla sukutasolle. Tämä vähentää mahdollisuuksia tehdä päätelmiä esimerkiksi veden laadusta.

1

Virtavesien monimuotoisuuden arvioiminen kaupungeissa

Kaupunkien kasvamisen myötä yhä uusia alueita kaavoitetaan esim. rakentamisen käyttöön, jolloin on pystyttävä arvioimaan eri vaihtoehtojen merkitystä ympäristölle. Näin on myös pienvesien kohdalla. Monet Suomessa käytössä olevat pienvesien arviointimenetelmät on kuitenkin kehitetty nimenomaan luonnontilaisille ympäristöille, ja niiden tarkoitus on arvioida ja havaita esim. luonnonsuojelullisesti tai kalataloudellisesti arvokkaat kohteet (esimerkiksi Lammi 1993; Haavisto & Lempiäinen 1999). Näitä menetelmiä ei voida suoraan soveltaa kaupunkiympäristön hyvinkin voimakkaasti muuttuneisiin virtavesiin. Lisäksi menetelmät ottavat usein eläimistöä huomioon vain suurikokoiset lajit, kuten kalat ja ravun, joita esiintyy vain vähäisissä määrin kaupunkien pienvesissä. Pohjaeläimistön tärkeys vesiekosysteemin ekologisen tilan arvioinnissa on kuitenkin huomioitu mm. Euroopan unionin vesipolitiikan puitteiden direktiivissä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY), jossa pintavesien ekologisen tilan arviointiin käytetään planktonia, muuta vesikasvillisuutta, pohjaeläimiä ja kaloja.

Kaupunkipurojen arviointi pohjaeläimistön avulla on haastavaa, sillä monet arviointimenetelmät – esimerkiksi veden laadun selvittämiseen käytettävät indeksit – on kehitetty luonnontilaisemmissa ympäristöissä. Tämmäntyyppisten arviointimenetelmien avulla siis päädytään helposti tilanteeseen, jossa kaupunkipurojen ekologinen tila havaitaan jollain tavalla heikentyneeksi – mikä tuskin on kovinkaan yllättävä tulos (Walsh 2000). Kaupunkipuroille tyypilliset ominaisuudet, kuten virtaaman voimakas vaihtelu ja virtauksen hidastuminen suotautumisen vähetessä, johtavat eliöstöön, joka

on tyypillistä vain tämänkaltaisille ympäristöille. Näiden eliöyhteisöjen monipuolisuutta ja ”hyvyyttä” voi olla vaikea mitata mittareilla, joita kehitettäessä näiden elinympäristöjen erityispiirteitä ei ole otettu huomioon. Suomessakin monet pienten virtavesien pohjaeläintutkimukset on tehty metsäisillä alueilla ja puroilla, joissa virtausnopeus on suuri. Esimerkiksi Helsingin alueella monet purot kuitenkin virtaavat alavalla, paikoin savipohjaisella maalla, ja usein veden virtaus vähenee kesän aikana huomattavasti. Tällöin ei ole mielekästä yrittää arvottaa puroja menetelmillä, jotka on kehitetty lähinnä luonnontilaisien koskipaikkojen eläimistön avulla. Toisaalta moniin kaupunkipuroihin ei voida soveltaa suoraan seisovan veden standardejakaan, sillä virtaava vesi, joka veden vähyyden vuoksi muuttuu seisovaksi, eroaa elinympäristönä varsinaisista seisovista vesistä, kuten lammista (Suren ym. 1998).

Monet yleisesti pohjaeläintutkimuksessa käytettävät tunnusluvut ja indeksit ovat kuitenkin sopivia myös kaupunkiympäristöön. Yleisesti käytettyjä lukuja ja indeksejä ovat mm. taksoni- ja lajimäärät, yksilömäärät, yhteisöjen monimuotoisuus- ja samankaltaisuusindeksit, toiminnallisia ryhmiä käsittelevät indeksit ja ns. bioindeksit (Resh & Jackson 1993). Monissa tutkimuksissa tarkastellaan mm. EPT-lajien (päivänkorennot, koskikorennot ja vesiperhoset) taksonimäärää ja osuutta löydetystä eläimistöä, käytössä on myös esimerkiksi EPT-lajien yksilömäärän suhde surviaissääskien lukumäärään. Näiden tunnuslukujen käyttö perustuu käsitykseen EPT-lajien herkkyydestä veden laadun suhteen. Bioindeksien (*engl. biotic indices*) laskuperusteena on eri pohjaeläintaksoneille määritetyt ar-

vot, jotka kuvaavat niiden herkkyyttä ihmisen aiheuttamille häiriöille ja ympäristön pilaantumiselle. Monet bioindeksit on kuitenkin kehitetty pikeminkin veden laadun tarkkailuun kuin ekosysteemin tilan kokonaisvaltaiseen kuvaamiseen, ja niitä käytetään paljon mm. biomonitoroinnissa. Vaikka bioindeksit tarjoavatkin suhteellisen yksinkertaisen ja helpon tavan arvioida ympäristön laatua, on niiden käytössä muistettava myös tietyt rajoitukset (Norris & Georges 1993). Indeksit on usein kehitetty vain tietyille maantieteelliselle alueelle, jolloin niiden soveltaminen muualla voi vaatia muutoksia indeksin laskutapaan. Myös eläinten erilainen reagoiminen eri tyyppisiin häiriöihin voi olla ongelma.

Periaatteessa yksinkertaisin tapa arvioida ihmisen muuttamaa ympäristöä on verrata sitä vastaavaan luonnontilaiseen ympäristöön. Monet kaupungistumisen vaikutuksia purojen pohjaeläimistöön koskevat tutkimukset perustuvatkin vertailuun luonnonomukaisempiin kohteisiin. Myös esim. biondeksit on yleensä kehitetty vertailemalla ihmistoiminnan vaikutuksille alttiin alueen ja luonnonomukaisen alueen pohjaeläimistöä. Tämä edellyttää sitä, että tutkittuja kohteita vastaavia luonnontilaisia kohteita on helposti löydettävissä. Pohjaeläimistöön vaikuttavat kuitenkin niin monet kemialliset, fysikaaliset ja biologiset ympäristötekijät, että vertailukohteen löytyminen saattaa olla lähes mahdotonta.

Kaupunkipurojen ekologisen tilan arviointimenetelmää kehitettäessä on huomioitava, ettei arvioinnin kohde ole aina yksiselitteisesti määritettävissä. Pienen virtaveden ja valuma-alueen hyvin tiivis yhteys aiheuttaa sen, että tietyn paikan pohjaeläimistö ei kuvaa välttämättä ainoastaan paikan ominaisuuksia vaan esim. ympäröivän valuma-alueen maankäytöstä johtuvaa veden huonoa laatua. Vastaavasti yksipuolinen ympäristö voi johtaa yksipuoliseen eläimistöön, vaikka veden laatu olisikin hyvä. Tämän takia arviointimenetelmään on sisällytettävä työkalu, jolla voidaan havainnoida sitä, mitkä tekijät vaikuttavat voimakkaimmin

tietyn paikan pohjaeläimistöön. Tämän tyyppinen kokonaisvaltainen lähestymistapa kaupunkipurojen ekologiseen arviointiin on kehitetty Uudessa-Seelannissa (Suren ym. 1998). Menetelmässä tarkastellaan sekä puron laatua elinympäristönä että pohjaeläinyhteisöjen tilaa, joista molemmille lasketaan tietypistearvo erilaisten fysikaalisten mitaustulosten ja pohjaeläinnäytteiden avulla. Menetelmä on kehitetty 59 Uuden-Seelannin kaupunkialueilla virtaavan puron perusteella, joten siinä pyritään arvioimaan kaupunkipurojen tilaa vertaamalla niitä muihin samankaltaisiin ympäristöihin, ei suoraan luonnontilaisiin. Pistearvoja kehitettäessä tutkimuspurot jaettiin kolmeen eri ryhmään riippuen mm. niiden geomorfologiasta ja ilmasto-olosuhteista. Näin alavilla mailla hitaasti virtaavat vähävetiset purot pystyttiin erottamaan nopeasti virtaavista suurten korkeuserojen puroista. Tarkastelu suoritettiin erikseen eri puroryhmille, jolloin havaittiin, että erityyppisissä puroissa pohjaeläimistöön vaikuttivat eri fysikaaliset tekijät. Näin ollen purojen arvioinnissa ja indeksien laskemisessa käytetään tekijöitä, jotka ovat juuri tälle purotyypille ominaisia. Samaa periaatetta sovelletaan myös kehitettyyn pohjaeläinindeksiin. Vertaamalla elinympäristöindeksiä pohjaeläinindeksiin voidaan päätellä, pystytäänkö esimerkiksi kunnostustoimenpiteillä parantamaan myös eliöstön tilaa vai rajoittaa ko eliöstöä esimerkiksi veden laatu.

Pohjaeläimistön tutkiminen tarjoaa hyvän keinon vesiekosysteemin tilan arvioimiseen myös suomalaisissa kaupunkipuroissa, mutta arviointimenetelmän kehittäminen vaatii laaja-alaista tietämystä kaupunkipurojen pohjaeläimistöä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Tätä tietoa on Suomessa toistaiseksi varsin vähän. Pohjaeläinten avulla voidaan todeta mahdollisesti muutokset veden laadussa käyttämällä esimerkiksi bioindeksejä tai seurata esimerkiksi kunnostustoimenpiteiden vaikutusta yhteisöjen monimuotoisuuteen. Kokonaisvaltaisen ekologisen tilan arviointimenetelmän kehittäminen vaatii kuitenkin perustiedon lisäämis-

tä eli systemaattista kaupunkipurojen pohjaeläinyhteisöjen kartoittamista. Helsingissä kartoituksen piiriin olisi syytä sisällyttää mahdollisimman suuri osa kaupungin puroista, ja pohjaeläinnäytteitä olisi kerättävä useampana vuodenaikana, jotta vuodenaikaisuuden vaikutus yhteisöihin tulisi otettua huomioon.

Katse tulevaisuuteen

MOKA-tutkimus tarjoaa lähtökohdan kaupunkipurojen pohjaeläinyhteisöjen tuntemiselle ja niiden käytölle kaupunkipurojen arvioinnissa. Pohjaeläimistön kartoituksen lisäksi vuonna 2004 Helsingin yliopistolle valmistuvan pro gradu -työn tarkoituksena on tuoda selvyyttä siihen, vaikuttaako kaupunkipurojen pohjaeläimistöön enemmän mikrotason ympäristötekijät – kuten pohjan laatu ja kasvillisuus – kuin esimerkiksi valuma-alueen maankäyttö. Tällä tiedolla toivotaan olevan käyttöä mm. kaupunkipurojen kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa. Tietoja voitaneen käyttää myös suunniteltaessa kaupunkipurojen arviointimenetelmää. Yhtenä vuodenaikana ja yhtenä vuonna muutamasta purosta hankittu aineis-

to lienee kuitenkin liian rajoittunut ratkaisemaan näin huomattavan monimutkaisten systeemien toimintaa. MOKA-tutkimuksen tulokset ja tutkimuksesta saadut kokemukset antavat kuitenkin hyvän lähtökohdan jatkotutkimusten suunnitteluun.

MOKA-tutkimuksen aihepiiriä on esitelty kirjoituksessa "Kaupungistumisen vaikutus purojen pohjaeläimistöön" Luonnon Tutkijan numerossa 4/2003 (Liite 1). Itse tutkimusta esiteltiin "Benthic Macroinvertebrate Communities in Urbanized Brooks in Helsinki" -posterissa Hanasaarella 8.-9.12.2003 pidetyssä Environmental problems and policies in growing urban areas -symposiumissa.

Lähteet

- Allan, J. D. 1995. Stream Ecology – Structure and Function of Running Waters. London, Chapman & Hall. 388 s. ISBN 0-412-35530-2.
- Anderson, N. H. & Wallace, J. B. 1984. Habitat, Life History, and Behavioral Adaptations of Aquatic Insects. Teoksessa: Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (toim.), An introduction to the aquatic insects of North America: 38-45. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company. 722 s. ISBN 0-8403-3180-0.
- Barringer, T. H., Reiser, R. G. & Price, C. V. 1994. Potential effects of development on flow characteristics of two New Jersey streams. Water Resources Bulletin Vol. 30, No. 2: 283-295. ISSN 0043-1370.
- Boët, P., Belliard J., Berrebi-dit-Thomas, R. & Tales, E. 1999. Multiple human impacts by the City of Paris on fish communities in the Seine River basin, France. Hydrobiologia 410: 59-68. ISSN 0921-8971.
- Booth, D. B. & Jackson, C. R. 1997. Urbanization of Aquatic Systems: Degradation Thresholds, Stormwater Detention, and the Limits of Mitigation. Journal of the American Water Resources Association, Vol. 33, No. 5: 1077-1090. ISSN 1093-474X.
- Cummins, K. W. & Klug, M. J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics 10: 147-172. ISSN 0066-4162.
- Cummins, K. W. & Merritt, R. W. 1984. Ecology and Distribution of Aquatic Insects. Teoksessa: Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (toim.), An introduction to the aquatic insects of North America: 59-65. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company. 722 s. ISBN 0-8403-3180-0.
- Edington, J. M. & Hildrew, A. G. 1995. Caseless caddis larvae of the British Isles: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association Scientific Publications No 53. 134 s. ISBN 0-900386-55-X, ISSN 0367-1887.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, yhteisön vesipolitiikan puitteista, annettu 23.10.2000. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 22.12.2000.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fi/oj/dat/2000/l_327/l_32720001222fi00010072.pdf
- Finkenbine, J. K., Atwater, J. W. & Mavinic, D. S. 2000. Stream health after urbanization. Journal of the American Water Resources Association, Vol. 36, No. 5: 1149-1160. ISSN 1093-474X.
- Fitter, R. & Manuel, R. 1995. Lakes, Rivers, Streams and Ponds of Britain and North-West Europe, Collins Photo Guide. Hong Kong, HarperCollins. 382 s. ISBN 0-00-219999-8.
- Foster, G. D., Roberts, E. C. Jr., Gruessner, B. & Velinsky D. J. 2000. Hydrogeochemistry and transport of organic contaminants in an urban watershed of Chesapeake Bay (USA). Applied Geochemistry 15: 901-916. ISSN 0883-2927.
- Garie, H. L. & McIntosh, A. 1986. Distribution of benthic macroinvertebrates in a stream exposed to urban runoff. Water Resources Bulletin Vol. 22, No. 3: 447-455. ISSN 0043-1370.
- Haavisto, T. & Lempinen, P. 1999. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan kalataloudellisesti ja luonnon-suojelullisesti arvokkaat pienvedet. Helsinki, Uudenmaan ympäristökeskus. Uudenmaan ympäristökeskus -monisteita nro 50. 168 s. ISBN 952-5237-27-3, ISSN 1238-7185.
- Hachmöller, B., Matthews, R. A. & Brakke, D. F. 1991. Effects of Riparian Community Structure, Sediment Size, and Water Quality on the Macroinvertebrate Communities in a Small, Suburban Stream. Northwest Science, Vol. 65, No. 3: 125-132. ISSN 0029-344X.
- Hammer, T. R. 1973. Stream Channel Enlargement Due to Urbanization. Water Resources Research, Vol. 8, No. 6: 1530-1540. ISSN 0043-1397.
- Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiäinen, H. & Ranta, E. 1998. Ekologia: 382-385. Juva, WSOY. 580 s. ISBN 951-0-21981-9.
- Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2004. Helsingin purot. http://www.hel.fi/ymp/ymparistotila/vesi/ymptila_purot.html Päivitetty 5.5.2004, viitattu 7.5.2004.
- Hoffman, R. S., Capel, P. D. & Larson, S. J. 2000. Comparison of Pesticides in Eight U.S. Urban Streams. Environmental Toxicology and Chemistry 19(9): 2249-2258. ISSN 0730-7268.
- Hutri, K. & Mattila, T. 1991. Kotilo- ja simpukkaharrastajan opas. Helsinki, Tammi. 155 s. ISBN 951-30-9696-3.
- Hämäläinen, I. & Niiranen, O. 1993. Helsingin purojen valuma-alueiden ja virtaamien kartta-tarkastelu. Helsingin kaupunki ympäristökeskus 9744. 7 s.

- Jones, R. C. & Clark, C. C. 1987. Impact of watershed urbanization on stream insect communities. *Water Resources Bulletin* Vol. 23, No. 6: 1047–1055. ISSN 0043-1370.
- Kennen, J. G. 1999. Relation of macroinvertebrate community impairment to catchment characteristics in New Jersey streams. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 35, No. 4: 939-955. ISSN 1093-474X.
- Ketola, T. 1998. Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä. Helsinki, Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/98. 45 s. ISBN 951-718-179-5. ISSN 1235-9718.
- Klein, R. D. 1979. Urbanization and stream quality impairment. *Water Resources Bulletin*, Vol. 15, No. 4: 948-963. ISSN 0043-1370.
- Könönen, K. 1999. Nuuksion Myllypuron pohjaeläimistö. Pro gradu, Helsingin yliopisto, Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 40 s.
- Lammi, A. 1993. Pienvesien luonnonarvot ja niiden määrittäminen. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja nro 497. 42 s. ISBN 951-47-7363-2, ISSN 0783-3288.
- Leinonen, K. & Saura, A. 2000 (toim.). Vantaanjoen kalatalous- ja pohjaeläintarkkailu vuosina 1996–1999: 66-67. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja nro 179. 71 s. ISBN 951-776-264-X, ISSN 1238-3325.
- Lenat, D. R. & Crawford, J. K. 1994. Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina Piedmont streams. *Hydrobiologia* 294: 185-199. ISSN 0921-8971.
- Macan, T. 1970. A Key to the Nymphs of British Species of Ephemeroptera with notes on their Ecology. Biological Association Scientific Publication No. 20. 68 s.
- Malinen, J. 1998. Purojen ja purovarsien merkitys ekokäytävänä Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 6/98. 33 s.
- Meybeck, M. 1998. Man and river interface: multiple impacts on water and particulates chemistry illustrated in the Seine river basin. *Hydrobiologia* 373/374: 1–20. ISSN 0921-8971.
- Minshall, G. W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships. Teoksessa: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (toim.), *The Ecology of Aquatic Insects*: 358–367. New York, Praeger Publishers. 623 s. ISBN 0-03-059684-X.
- Nilsson, A. N. (toim.) 1996. Aquatic insects of Northern Europe: A taxonomic handbook. Volume I. Ephemeroptera-Plecoptera-Heteroptera-Neuroptera-Megaloptera-Coleoptera-Trichoptera-Lepidoptera. Stenstrup, Apollo Books. 274 s. ISBN 87-88757-09-9.
- Nilsson, A. N. (toim.) 1997. Aquatic insects of Northern Europe: A taxonomic handbook. Volume II. Odonata-Diptera. Stenstrup, Apollo Books. 404 s. ISBN 87-88757-15-3.
- Norris, R. H. & Georges, A. 1993. Analysis and Interpretation of Benthic Macroinvertebrate Surveys. Teoksessa: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (toim.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*: 240-245. New York, Chapman Hall. 488 s. ISBN 0-412-02251-6.
- Nyman, C., Anttila, M.-E. & Lax, H.-G. 1986. Pohjaeläinnäytteenotto käsihaavilla virtaavasta vedestä. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 3. 97 s. ISBN 951-47-0070-8, ISSN 0783-327X.
- Olsen, L.-H., Sunesen, J. & Pedersen, B. V. 1999. Vesikirppu ja sudenkorento. Porvoo, WSOY. 231 s. ISBN 951-0-21395-0.
- Pasenius, M. 2001. Helsingin purojen kuntokartoitus. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisuja 31/Viherosasto. 121 s. ISBN 951-718-766-1, ISSN 1238-9579.
- Paul, M. J. & Meyer, J. L. 2001. Streams in the urban landscape. † *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 333–365. ISSN 0066-4162.
- Pedersen, E. R. & Perkins, M. A. 1986. The use of benthic invertebrate data for evaluating impacts of urban runoff. *Hydrobiologia* 139: 13-22. ISSN 0921-8971.
- Reice, S. R. & Wohlenberg, M. 1993. Monitoring Freshwater Benthic Macroinvertebrates and Benthic Processes: Measures for Assessment of Ecosystem Health. Teoksessa: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (toim.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*: 287. New York, Chapman Hall. 488 s. ISBN 0-412-02251-6.
- Resh, V. H. & Jackson, V. K. 1993. Rapid Assessment Approaches to Biomonitoring Using Benthic Macroinvertebrates. Teoksessa: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (toim.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*: 196–209. New York, Chapman Hall. 488 s. ISBN 0-412-02251-6.
- Resh, V. H., Myers, M. J. & Hannaford, M. J. 1996. Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. Teoksessa: Hauer, F. R. & Lamberti, G. A. (toim.), *Methods in Stream Ecology*: 649-650. San Diego, Academic Press. 674 s. ISBN 0-12-332905-1.

- Risco, N. & Pellikka, K. 2002. Piilevyyhteisöt Helsingin purojen veden laadun kuvaajana. Helsinki, Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2002. 32 s. ISBN 951-718-992-3, ISSN 1235-9718.
- Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. 1993. Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Teoksessa: Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (toim.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates: 2–5*. New York, Chapman Hall. 488 s. ISBN 0-412-02251-6.
- Ruth, O. 1998. Mätäjoki – nimeään parempi. Kaupunkipuron virtaama, aineskuljetus ja veden laatu sekä valuma-alueen virkistyskäyttö. Helsinki, Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/98. 119 s. ISBN 951-718-178-7, ISSN 1235-9718.
- Ruth, O. & Tikkanen, M. 2001. Purojen Helsinki – Virtaava vesi kaupungin kahleissa. Teoksessa: Laakkonen, S., Laurila, S., Kansanen, P. & Schulman H. (toim.), *Näkökulmia Helsingin ympäristöhistoriaan: 164, 176-177*. Helsinki, Helsingin kaupungin tietokeskus, Edita. 274 s. ISBN 951-37-3457-9.
- Saura, A. & Könönen, K. 2002. Espoon Monikonpuron kalasto- ja pohjaeläintarkkailu vuonna 2001. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja nro 261. 26 s. ISBN 151-776-382-4, ISSN 1238-3325.
- Saura, A. & Könönen, K. 2003. Espoon Monikonpuron kalasto- ja pohjaeläintarkkailu vuonna 2002. Helsinki, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja nro 277. 22 s. ISBN 951-776-402-2, ISSN 1238-3325.
- Sheeder, S. A., Ross, J. D. & Carlson, T. N. 2002. Dual urban and rural hydrograph signals in three small watersheds. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 38, No. 4: 1027-1040. ISSN 1093-474X.
- Solem, J. O. & Gullefors, B. 1996. Trichoptera, Caddisflies. Teoksessa: Nilsson, A. (toim.), *Aquatic insects of Northern Europe: A taxonomic handbook. Volume I. Ephemeroptera-Plecoptera-Heteroptera-Neuroptera-Megaloptera-Coleoptera-Trichoptera-Lepidoptera: 229-234*. Stenstrup, Apollo Books. 274 s. ISBN 87-88757-09-9.
- Sonneman, J. A., Walsh, C. J., Breen, P. F. & Sharpe, A. K. 2001. Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria, Australia. II. Benthic diatom communities. *Freshwater Biology* 46: 553–565. ISSN 0046-5070.
- Stepenuck, K. F., Crunkilton, R. L. & Wang, L. 2002. Impacts of urban landuse on macroinvertebrate communities in Southeastern Wisconsin streams. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 38, No. 4: 1041–1051. ISSN 1093-474X.
- SFS 5077. 1989. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto käsihaavilla virtaavissa vesissä. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto. 6 s.
- Suren, A., Snelder, T. & Scarsbrook, M. 1998. Urban Stream Habitat Assessment method (USHA). NIWA Client report No. CHC98/60. 63 s. <http://www.niwa.cri.nz/ncwr/tools/index.html#USHA>. Viitattu 26.1.2004.
- Wallace, I. D., Wallace, B. & Philipson, G. N. 1990. A Key to the Case-Bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* No. 51. 237 s. ISBN 0-900386-49-5, ISSN 0367-1887.
- Walsh, C. J. 2000. Urban impacts on the ecology of receiving waters: a framework for assessment, conservation and restoration. *Hydrobiologia* 431: 107-114. ISSN 0921-8971.
- Wernick, B. G., Cook, K. E. & Schreier, H. 1998. Land use and streamwater nitrate-N dynamics in an urban-rural fringe watershed. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 34, No. 3: 639-650. ISSN 1093-474X.
- Wilber, W. G. & Hunter, J. V. 1977. Aquatic transport of heavy metals in the urban environment. *Water Resources Bulletin*, Vol. 13, No. 4: 721–734. ISSN 0043-1370.
- Yhdistyneet Kansakunnat (YK) 2002. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision: 5, 166-167. New York, United Nations Publication. 182 s. ISBN 92-1-151371-5.
- Zampella, R. A. 1994. Characterization of surface water quality along a watershed disturbance gradient. *Water Resources Bulletin* Vol. 30, No. 4: 605-611. ISSN 0043-1370.

Kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely

Mellunkylänpuro tiivistyvässä kaupunkirakenteessa **Osa 2**

I	Johdanto	45
1.1	Kaupunkirakenteen tiivistämisen vaikutukset vesisuhteisiin....	45
1.2	Kaupunkipurojen ongelmat	45
1.3	Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet.....	46
2	Mellunkylänpuron hydrologiaa	48
2.1	Valuma-alue ja uomarakenteen vaiheet	48
2.1.1	Valuma-alue	48
2.1.2	Uoman historiallisia vaihteita	48
2.2	Virtaamasuhteiden ja veden laadun erityispiirteitä	55
2.2.1	Ylivirtaamat	55
2.2.2	Kiintoaines	55
2.2.3	Veden kemiallinen ja hygieeninen laatu	56
2.2.4	Alivirtaamat ja lähteelliset pohjavedet	56
2.2.5	Pohjaeläimistö veden laadun ja virtausolosuhteiden kuvaajana	57
2.2.6	Veden laadun ja uomarakenteen merkitys kalastolle	58
2.3	Uuden yleiskaavan vaikutuksia vesiolosuhteisiin.....	58
3	Hulevesien käsittelyperiaatteita ja -menetelmiä	60
3.1	Kokeiluja ja selvityksiä Suomessa	60
3.2	Vesi- ja luonnonsuojelulainsäädäntö ja Saksassa	63
3.3	Kosteikkojen palauttamista ja hulevesikosteikkoja USA:ssa	65
3.4	Tiepainanteita ja hulevesilampia Skotlannissa	66
3.5	Hulevesistrategia Ruotsissa	68
3.6	Talviajan ongelmia ja ratkaisuja	69
3.6.1	Talviaikainen kuormitus	69
3.6.2	Maaperäimeytys sulamisvaiheessa	70
3.6.3	Lammikot ja kosteikot talviolloissa	70
3.6.4	Soveltaminen Suomeen	71
4	Kaupunkipurojen ekologinen merkitys ja sen parantaminen	72
4.1	Taustaesimerkkejä	72
4.1.1	Purojen avaamista Keski-Euroopassa	72
4.1.2	Urbaaneja taimenpuroja Suomessa	74
4.2	Purokunnostusten suunnittelun lähtökohtia	77
4.2.1	Vesipuitedirektiivi	77
4.2.2	Kunnostuksen tavoiteasettelu	77
4.3	Valumasuhteiden tasapainottaminen ja hulevesiohjelma	79
4.3.1	Viipymän lisääminen suoalueella	80
4.3.2	Imeytymisolosuhteiden parantaminen rakennetulla vedenjakajalla	81
4.3.3	Puistoalueet pintavesien imeytys- ja johtamisalueina	83

4.3.4 Kadunvarsipainanteet ja olemassa olevien hulevesi- viemärien saneeraaminen	83
4.3.5 Kosteikat uuden rakentamisen yhteydessä	85
4.4 Kaupunkipurojen kunnostusohjelma	89
4.4.1 Purouoman tavoitekuva ja kunnostuksen tavoitetilä	90
4.4.2 Uomalinjauksen monipuolistaminen ja vanhojen uomalinjausten palauttaminen	91
4.4.3 Eroosion estämistoimenpiteet	92
4.4.4 Tulva-alueiden lisääminen	93
4.4.5 Sivupurojen viipymän lisääminen	94
4.4.6 Putkitettujen osuuksien avaaminen ja läpikulku- kelpoisuuden parantaminen	94
4.4.7 Uoman monipuolistaminen kalaston kannalta	95
4.4.8 Uoman kunnostusmahdollisuuksia Mellunkylänpuron eri osuuksilla	96
4.4.9 Broändanpuro ja suistoalue	106
5 Johtopäätökset: Purovesistö viheralueiden ja kaupunkiluonnon keskeisenä elementtinä	108
Lähteet	110

Osan 2 kuvat: Jukka Jormola, paitsi kuva 3: ©Topografikunta, julkaisulupa nro 47/2004, kuva 22:
Juha Salonen ja kuva 33: Lasse Järvenpää

Johdanto

1.1 Kaupunkirakenteen tiivistämisen vaikutukset vesisuhteisiin

Kaupunkirakenteen tiivistäminen on omaksuttu yleiseksi periaatteeksi kasvualueiden uudisrakentamisessa. Tiivistämisen perusteena on mm. julkisen liikenteen tehokkaampi käyttö, muun julkisen infrastruktuurin sekä palveluiden keskittämisen tuomat toiminnalliset ja taloudelliset edut sekä yhtenäisten luonnonalueiden säilyminen. Ongelmana tiivistämiskehityksessä on, että kun se kohdistuu rakentamattomille alueille, samalla viheralueet pienenevät ja rakennettujen pintojen osuus kaupungin maa-alasta lisääntyy. Vaikka rakentaminen kohdistuisi varsinaisen virkistyskäytön tai kaupunkiluonnon kannalta toisarvoisille alueille, seurauksena on joka tapauksessa muutoksia kaupunkihydrologiaan. Yhä suurempi osa sade- ja sulamisvedestä joutuu rakennusten katoilta ja läpäisemättömiltä pinnoilta hulevesinä suoraan sadevesiviemäriverkostoon ja siitä yleensä käsittelemättömänä vastaanottavaan pienvesistöön ja mereen. Tämä lisää samalla ns. purovirtaamaa eli sitä osuutta sadannasta, joka joutuu suoraan purovesistöihin. Samalla purojen keskimääräiset virtaamat kasvavat.

Katoilta ja asfalttipinnoilta voi virrata pintavaluntana suoraan vesistöön 80-100 % sadannasta, kivetyiltä pinnoilta 60-80 % (Geiger & Dreiseitl 2001), kun taas rakentamattomassa maastossa suurin osa sadevedestä voi imeytyä pohjavedeksi tai haihtua kasvillisuuden kautta takaisin ilmaan. Päälystettyjen pintojen osuus valuma-alueesta vaikuttaa siten valuntakertoimeen, jolla tarkoitetaan valuman ja sadannan suhdetta. RYVE-tutkimuksessa (Kotola & Nur-

minen 2003) kerrostaloalueella, jonka pinta-alasta puolet oli vettä läpäisemättöä, keskimääräinen valuntakerroin oli 0,18 ja pientaloalueella, jonka pinta-alasta viidesosa oli vettä läpäisemättöä, valuntakerroin oli keskimäärin 0,04. Rakentamattomilla piha- ja viheralueilla on siten tärkeä merkitys taajama-alueiden pohjavesiolosuhteille ja myös pienilmastolle.

1.2 Kaupunkipurojen ongelmat

Suomessa ei ole käytössä vaatimuksia sadeveden imeytyksestä tai hulevesien eli rakennetuilta pinnoilta valuvien vesien käsittelystä, vaan vesistöt hyväksytään hulevesien vastaanottopaikoiksi sellaisenaan. Kaupunkialueiden purovesistöt ovatkin osa hulevesijärjestelmää ja niitä myös käsitellään usein lähinnä teknisinä hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavina. Ongelmaksi itse purouomissa muodostuu kasvanut eroosio ja kiintoaineskuorma. Uoma yrittää saavuttaa tasapainon sopeutummalla uusiin virtausolosuhteisiin suurentamalla uoman poikkileikkausta leventämällä ja syventämällä uomaansa (Hammer 1972, 1540). Myös suoristaminen lisää uomien kaltevuutta ja virranopeuksia, mistä voi seurata pohjan ja rantojen syöpymistä. Käytännössä uomia joudutaan yleensä suojaamaan eroosiolta, jolloin niiden ulkonäkö ja ekologinen merkitys kärsii. Purovesistöt ovat kuitenkin tärkeitä osana kaupunkiluontoa ja kaupunkien viheralueita. Kaupunkipurojen kunnostaminen sellaisiksi, että niiden ekologiset olosuhteet ja maisemallinen merkitys kaupunkiympäristössä pääsisi oikeuksiinsa on haasteellinen tehtävä, jossa on sovittava yhteen erilaisia teknisiä,

hydraulisia, ekologisia ja kaupunkisuunnittelullisia kysymyksiä.

1.3 Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä selvityksessä tarkastellaan erilaisia toimenpiteitä, jotka tulevat kyseeseen kaupunkialueiden purouomien kunnostamiseksi sekä itse uomassa että laajemmin valuma-alueella. Tarkastelunäkökulmana on ns. luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmien soveltaminen taajamapuron kunnostukseen (Jormola et al. 2003), mihin liittyy läheisesti hulevesien käsittely ja sen tutkimuksellisenä taustana kaupunkihydrologia. Suunnittelumetodina selvitetään vesistökuunnostuksen tavoiteasettelun soveltamista kaupunkipurujen kunnostukseen.

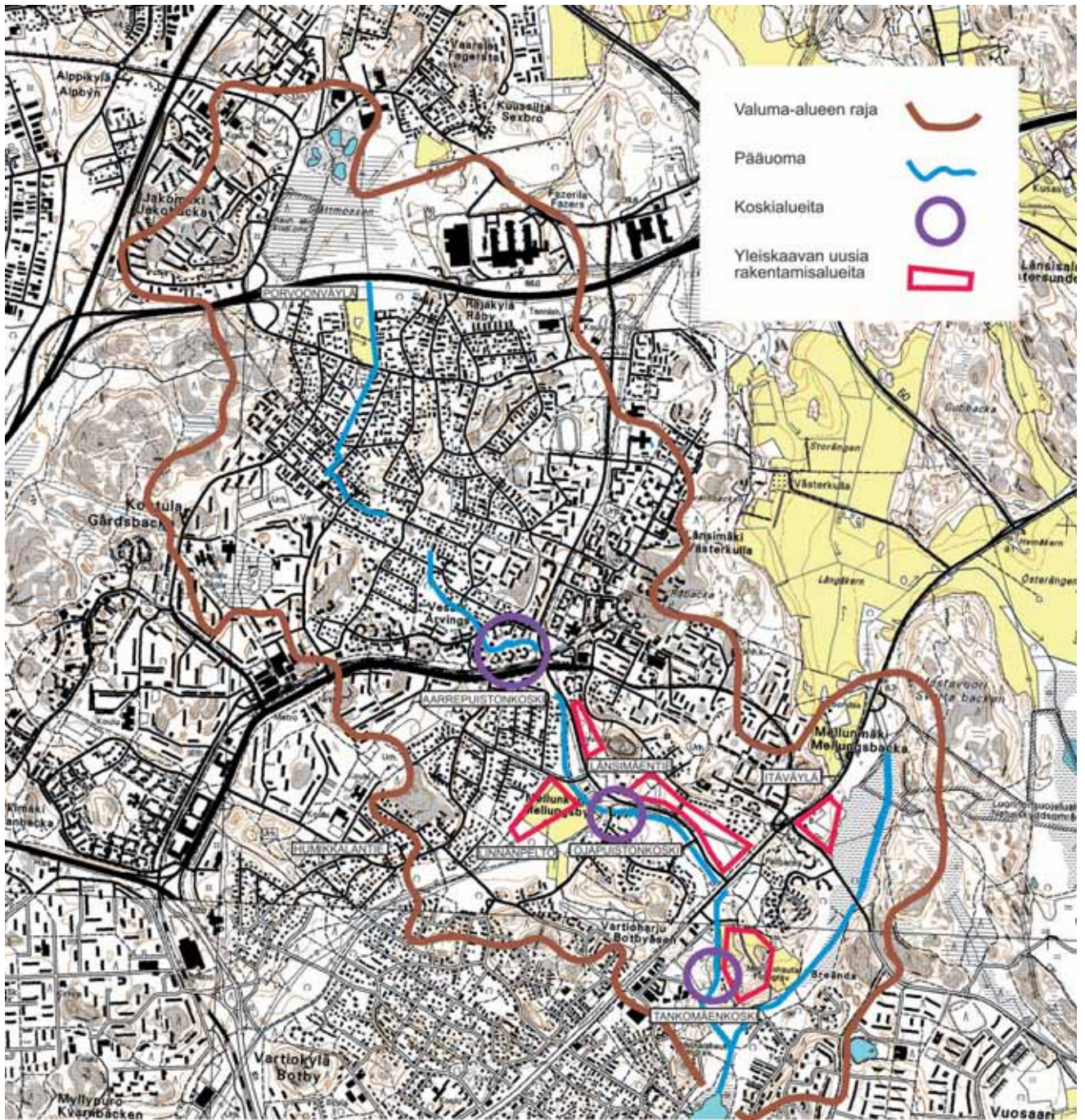
Tutkimus- ja esimerkkikohteena on Mellunkylänpuro Itä-Helsingissä. Puron hydrologiaa on tutkittu runsaasti mm. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksella (esimerkiksi Tikkanen 1999), ja puron valuma-alueelle suunnitellaan uutta rakentamista Helsingin uudessa yleiskaavassa (Yleissuunniteluosasto 2003). Puro on sen vuoksi kiinnostava esimerkkikohteena.

Selvityksessä käsitellään erilaisia puron kunnostuksen ja hulevesien käsittelyn keinoja soveltaen Suomessa toteutettujen esimerkkikohteiden kokemuksia ja lisäksi muualla Euroopassa sekä USA:ssa käytössä olevia menetelmiä, ohjeistoja ja lainsäädäntöä. Koska pohjoiset olosuhteemme edellyttävät huomion kiinnittämistä routaantumiseen, jäätymiseen ja sulamisvesien käsittelyyn, tutkimuksessa sovelletaan myös muissa pohjoismaissa, kuten Ruotsissa ja Norjassa sekä Kanadassa käytössä olevia toimintamalleja.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää soveltuvia menetelmiä kaupunkipuron ja sen valuma-alueen kunnostuksesta niin, että ne voitaisiin ottaa huomioon kaavoituksessa, viheralueiden suunnittelussa sekä vesialueiden, erityisesti purojen hoidossa ja kunnostuksessa. Toimenpidesuosituksset valuma-alueelle ja purouomalle esitetään yleis-

tetyssä muodossa siten, että suosituksia on sovellettavissa myös laajemmin, kun laaditaan kunnallisia hulevesi- ja purokunnostusohjelmia tai -strategioita. Tutkimuksessa esitetään näkökohtia myös hulevesijärjestelmien kehittämiseksi ja saneeraamiseksi jo valmiiksi rakennetuilla alueilla. Sadevesien imeytyksen osalta esitetään toimenpiteitä, joita voidaan lähemmin tutkia rakennettujen korttelien piha-alueilla. Vaikka tutkimuksessa esitetään konkreettisia suunnittelunäkökohtia ja kunnostussuosituksia esimerkkivesistön alueella, varsinaisten toimenpiteiden toteuttaminen edellyttää kunnostussuunnittelun kannalta tarkempaa suunnittelua yhteistyössä asianosaisten kunnallisten viranomaisten ja mm. kiinteistönomistajien kesken.

Kiitän Helsingin ja Vantaan kaupunkia selvitykseen liittyvästä materiaalista, prof. Matti Tikkasta ja leht. Olli Ruthia vedenlaatukysymyksiin liittyvistä tiedoista ja keskusteluista, Juha Salosta kaupunkipurujen kalastollista kunnostusta koskevasta tausta-aineistosta ja Lasse Järvenpäästä teknisestä avusta.



Kartta 1. Mellunkylänpuron ja Broändanpuron valuma-alue, avoimina olevat pääuomat sekä suunniteltu lisärakentaminen. Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 71MYY104.

2.1 Valuma-alue ja uomarakenteen vaiheet

Kaupunkirakenteen kehittyminen on vaikuttanut olennaisesti purovesistöjen tilaan. Nykyisten kaupunkipurojen kehityshistoria kytkeytyy tiivistä jo taajamia edeltäneisiin maatalouden vaiheisiin, koska kuivatustoiminta on ollut tärkeä asema kosteiden alueiden saamisessa viljelyyn. Myöhemmin erityisesti hulevesiviemärointi on muuttanut purojen virtaussuhteita, uomarakennetta ja myös valuma-alueiden rajoja. Kuivatustoiminnan historian selvittäminen antaa pohjaa myös kaupunkipurojen kunnostuksen suunnittelulle, kun harkitaan mahdollista tiettyjen historiallisten piirteiden palauttamista ja kaupunkipurojen ekologisen tilan parantamista.

2.1.1 Valuma-alue

Mellunkyläpuron valuma-alue on n. 10 km² ja valuma-alueen pohjoisosa kuuluu Vantaan kaupungin alueeseen, missä puro alkaa Slättmossen -suolta. Puron pituus on 5,5 km ja se yhtyy Mustavuoren läheltä alkavaan Broändanpuroon ennen laskemistaan Vartiokylänlahden pohjukkaan (Kartta 1). Valuma-alueen rajoja määriteltäessä on otettu maaston luontaisten korkeussuhteiden lisäksi huomioon nykyinen pääosin katualueilla kulkeva hulevesiviemäriverkosto, joka vaikuttaa valumasuhteisiin erityisesti vedenjakaja-alueilla. Valuma-alueiden rajauksessa on käytetty kartta- ja maastotarkastelun lisäksi tietoja Helsingin (Helsingin vesi 2003) ja Vantaan kaupungin sadevesiviemäreistä.

Valuma-alueella on suhteellisen suuria korkeuseroja ja itse puron putouskorkeus on 31 metriä. (Ruth & Tikka-

nen 2001) Uoman suurin korkeusero, lähes 10 metrin korkuinen koski on puron keskivaiheilla Aarrepuistossa lähellä Mellunkylän metroasemaa (Kansikuva). Muita koskia ovat Ojapuistonkoski ja alimpana Tankomäenkoski. Valuma-alueen maaperästä on 28,8 % vettä huonosti läpäisevää savea, hiekkaa ja moreenia on 60 % (Ketola 1998). Etenkin valuma-alueen pohjois- ja itäosassa on pohjavettä kerääviä harjumuodostumia ja Länsimäessä ja Vartiokylänlahden alueella on pohjavesialueiksi määritellyt alueet. Yli puolet valuma-alueesta on kerrostalo- pientalo- ja teollisuusaluetta. Metsäaluetta on runsas kolmannes ja pelto- ja niittyalueita alle kymmenesosa valuma-alueesta (Ruth & Tikkanen 2001).

2.1.2 Uoman historiallisia vaiheita

Maiseman historian selvittäminen kaupunkialueilla on olennaista, jotta voidaan ymmärtää nykyisen kaupunkirakenteen ja kaupunkiluonnon suhteita. Helsingin luonnon historiaa on tarkasteltu luomalla kuvaa siitä, millainen kaupunki olisi tällä hetkellä, jos rakennettujen paikkojen tilalla olisi edelleen alkuperäistä luontoa (Malmberg & al. 2004). Historiallisen maiseman kuvaaminen on merkittävä tausta keskusteltaessa myös purovesistöjen nykytilasta suunnittelijoiden ja alueen asukkaiden kesken ja se voi lisätä asukkaiden kiinnostusta kotiseutuunsa uudella tavalla. Purojen historiallisen tilan kuvaaminen voi antaa myös käytännön lähtökohtia harkittaessa visioita purojen kunnostukselle. Tulkittaessa vesistöjen kulkua historiallisissa kartoissa on syytä pyrkiä monipuoliseen tarkasteluun, koska kartoissa saattaa olla virheellisyksiä.



Kartta 2. Mellunkylänpuro Kuninkaan kartastossa vuosilta 1776-1805. Kuvan keskellä Mellunkylänpuro virtaa lännestä ja Bröändanpuro pohjoisesta ja purot virtaavat yhtyneinä Vartiokylänlahteen (Botbyviken). Kuva: Alanen & Kepsu 1989.

Kuninkaan kartta ja alkuperäinen uomasto

Merkittävimpiä lähteitä selvitettäessä Helsingin seudun luonnon ja maiseman historiallisia vaiheita on Ruotsin vallan lopulla julkaistu Kuninkaan kartasto, josta on julkaistu näköispainos (Alanen & Kepsu 1989). Kartastossa kuvataan maastonmuodot, maisemarakenne ja purovesistöt havainnollisesti, vaikka esimerkiksi purovesistöjen mutkitelutapa voi olla esitetty viitteellisesti (Kartta 2). Mellunkylänpuron päähaara alkaa kartassa tuolloin asumattomalta ja raivaamattomalta Vesalan seudulta. Vesalan ja Myllypuron välillä kartassa on korostettu koillis-lounaissuuntaista harjannetta, jonka reunalla myös tielinja (nykyinen Humikkalantie) on kulkenut. Harjanteen ja Mellunkylänpuron risteyskohta on kuvattu selkeästi ja siihen on piirretty nykyisessä Aarrepuistossa koskena virtaava puro-uoma (Kansikuva), joka kaartaa etelään nykyisen Mellunkylän metroaseman seudulla. Alue on kuvattu suoperäisenä ja puroon yhtyy tällä kohdalla idästä, nykyisen Mellunmäen suunnasta pieni sivupuro. Linnanpellon niittyalueen keskellä puroon yhtyy lännen suunnasta sivu-uoma, joka on kartassa ko-

konaispituudeltaan yhtä pitkä kuin nykyinen pääuoma. Sivuuoma virtaa suoalueilta nykyisen Kontulan alueen lounaispuolelta. Uoman latvahaarat alkavat nykyisestä Kurkimäestä asti ja uoma kulkee harjualueen ja Humikkalantien eteläpuolelle. Kartan esitystapa antaa viitteen Mellunkylänpuron ja lännen suuntaa virtaavan Mustapuron valuma-alueiden alkuperäisestä rajauksesta. Nykyisestä rajasta on erilaisia käsityksiä (Pasenius 2001), sillä valuma-alueen latvaosa on johdettu hulevesiviemärisä Itäkeskuksen suuntaan laskevaan Mustapuroon.

Alajuoksun kaksi haaraa

Ojapuistonkosken kohdalla kuninkaan kartassa kuvataan selvä pohjois-eteläsuuntainen moreeniselänne ja kosken kohdalla pohjoisen suunnasta virtaa pieni sivupuro Mellunmäestä mäkien välisestä kapeasta laaksosta. Kosken alapuolella puro on esitetty voimakkaasti mutkittelevana pelto- ja niittyalueiden keskellä. Uoma kaartaa mutkitellen etelään ja risteää nykyisen Itäväylän seudulla olleen polun kanssa. Tämän jälkeen puro kääntyy itään, kun taas nykyisin puro virtaa Itäväylän jälkeen etelän suuntaan.

Kuva 1. Mellunkylänpuron alkuperäinen pääuoma valuma-alueen alaosassa, kuvan oikeassa laidassa tulvatasannetta. Uoman vesi on nykyisin peräisin lähteiden pohjavesipurkaumista, mikä ilmenee vedessä saostuvana rautana.



Kuva 2. Nykyinen päähaara on uurtanut laakson ja syövyttää edelleen Tankomäenkosken penkkoja tulvavirtaamilla.



Tähän Mellunkylänpuron alajuoksulla tapahtuneeseen virtaussuhteiden muutokseen ovat viitanneet jo Ruth ja Tikkanen (2001). He toteavat, että vanha pääuoma, johon nykyisin virtaa vain tulvavesiä, on täytetty haarautumiskohdassa. Uoman alkupään muodostaa nykyisin enää pieni, 1990-luvulla kaivettu oja. Vanha pääuoma on muilta osin edelleen jäljellä vähävetisenä uomana, johon tulee pienten tulvavesimäärien lisäksi lähinnä lähdevesiä (Kuva 1). Nykyinen, alun perin kaivettu pääuoma esiintyy vasta 1930-luvun kartoissa

(Kartta 6). Maastotarkastelun perusteella nykyinen pääuoma on uurtanut alaosassa nykyisen kosken kohdalla varsin selvän laakson, joten kulutus kaihuvun jälkeen on ollut voimakasta. Nykyisin suuret hulevesien aiheuttamat ylivirtaamat lisäävät uoman kulumista alajuoksulla (Kuva 2).

Nykyisen Mellunkylänpuron pääuoman alaosaan on yhtynyt lännestä myös Vartiokylästä tullut sivupuro nykyisen teollisuusalueen kohdalla. Uoman alapää on suuntautunut nykyistä etelämmäksi Vartiokylänlahden pohju-

kan länsirannalla. Entisen päähaaran alapää on suuntautunut pohjoiseen ja yhtynyt Broändanpuroon lähellä nykyistä Kallvikintietä. Yhtymäkohdan jälkeen idästä on laskenut uomaan sivupuro.

Broändanpuro on virrannut niittyalueen keskellä ja puron latva on merkitty alkavaksi lännen suunnasta Mellunmäen mäkialueen takaa Nybondaksen kohdalla. Nybondaksen mäkialue olisi tuolloin, kuten nykyisinkin muodostanut vedenjakajan. Mustavuoren ja Itäväylän kohdalle on merkitty lampi, josta vedet ovat virranneet Porvarinlahden suuntaan. Lammen kohdalla on vielä nykyisinkin lähde.

Puruomat venäläisissä kartoissa

Venäjän vallan aikaisessa kartassa noin vuodelta 1850 on kuvattu pelkästään päävesistöt (Kartta 3), mutta siinä on esitetty mielenkiintoisia tietoja erityisesti Broändan laakson vaiheista. Kartan tarkka ajankohta ei ole tiedossa, mutta kartassa on mm. Lapinlahden sairaala, joka on rakennettu vuonna 1841. Broändan laakson keskellä on ollut suuri lampi, jota ei kuitenkaan ole esitetty kuninkaan kartassa. Sen on täytynyt olla jäänne maan kohotessa syntyneestä glo-järvestä. 1800-luvulla merivesi nousi vielä nykyistä useammin Broändan laaksoon. Lammen vesi on kartan mukaan laskenut Westerkullan suuntaan jo kuninkaan kartassa esitetyn pienemmän lammen kautta, mutta uoman jatkoyhteyden puuttuessa virtaussuunta jää tulkinnanvaraiseksi. Broändan lammen kuivattaminen lienee ollut lähökohtana pian kartan tekemisen jälkeen alkaneelle toimeliaisuudelle alueen ojittamisessa.

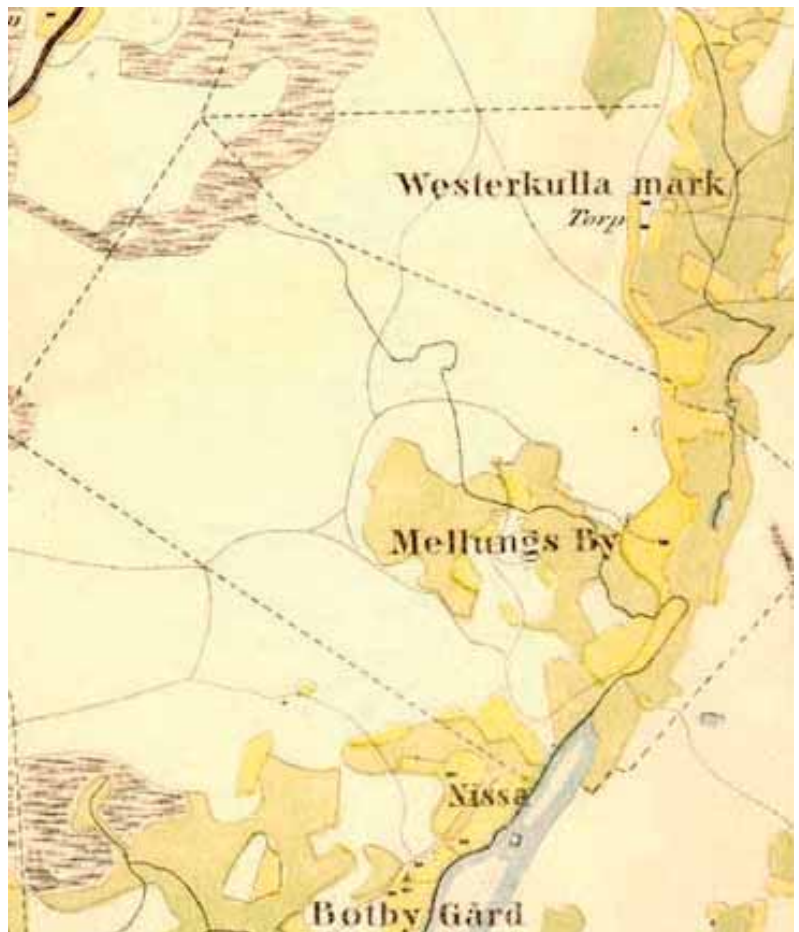
Valuma-alueen raja Mellunkylänpuroon ja Vartiokylänlahden suuntaan olisi kartan mukaan ollut nykyisen Kallvikintien seudulla. Varhaisemmassa kuninkaan kartassa on kuitenkin esitetty alkuperäinen Broändanpuro, joka olisi kulkenut lammen länsipuolelta, vinottain nykyisen Itäväylän poikki. Ero virtaussuuntien esittämisessä vaatisi edelleen lisäselvityksiä, jotka

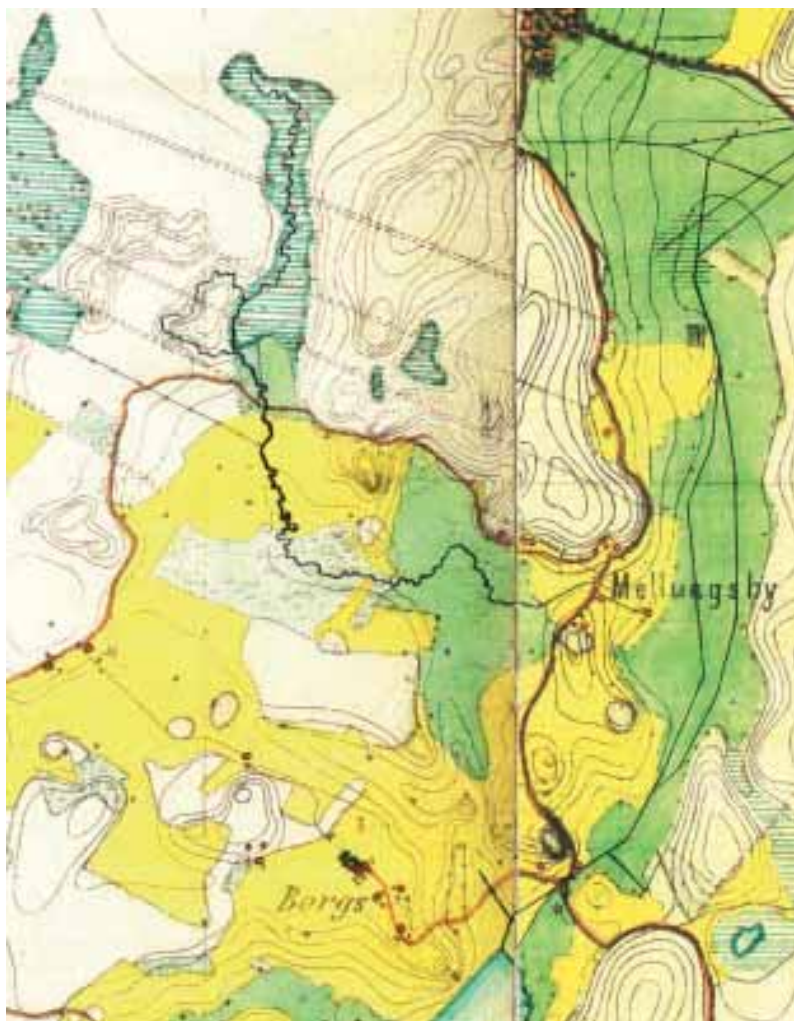
eivät kuulu tämän tutkimuksen aiheeseen.

Mellunkylänpuro alkaa kartassa sualueelta Vesalassa ja uoman alapäänä on kuvattu pelkästään vanha pääuoma. Nykyisen pääuoman kohdalla on maankäyttöluokkien rajaviiva. Kartta osoittaa selvästi vanhan uoman merkityksen alkuperäisenä varsinaisena pääuomana Vartiokylänlahteen asti.

Venäjän vallan aikaisissa 1800-luvun lopun kartoissa alettiin esittää korkeuskäyriä (korkeusyksikkö sashen, 2,13 m), mutta silti vesistöjen virtaam-suhteita ei ole Mellunkylänpuron osalta käsitelty enää yhtä luotettavan tuntuisesti kuin esimerkiksi varhaisemmassa kuninkaan kartassa. Varsinaisesta yläjuoksun pääuomasta on kartan piirtäjällä ollut epäselvyyttä, samoin puron koko alajuoksusta, joka on jätetty piirtämättä 1870-luvun senaatin kartassa (Kartta 4). Mellunkylänpuron yläjuoksu on kuvattu siten, että pääuomaksi on esitetty nykyisen Länsimäentien varressa pohjoisesta laskenut sivupuro. Puro on virrannut pienenä metsä-

Kartta 3. 1800-luvun puolivälin aikaisessa kartassa on kuvattu Mellunkylänpuron vanha pääuoma. Broändan laakson keskellä on ollut lampi, josta vedet ovat virranneet ilmeisesti Westerkullan suuntaan. Kartan lähde tuntematon, julkaistu www.sivuna.





Kartta 4. Senaatin kartta 1870-luvulta. Puron alku- ja loppupäässä on epäselvyyksiä. Broändanpuro on ennen kartan tekoa ojitettu suoraviivaiseksi.



Kartta 5. Venäläinen sotilaskartta vuodelta 1902. Mellunkylänpuro näkyy mutkittelevana oikeassa alakulmassa. Uoman mutkittelu vastaa edellistä karttaa paitsi että alaosa on jo oikaistu.

purona vielä 1970-luvulla Länsimäentien pohjoisosan rakentamiseen saakka (Tikkanen 2004). Linnanpellon peltotalueella uoman linjausta on kuvattu tarkemmin. Uoma on tehnyt ison kaaroksen pohjoiseen Ojapuistonkosken jälkeen.

Broändanpuron laaksoa on senaatin kartan mukaan ojitettu voimakkaasti 1800-luvun puolenvälin jälkeen ja uomasto on kaivettu suoraviivaisena. Niittyalue on ojitettu kahdella ojalla, joista itäisempi vastaa suunnilleen nykyistä Broändanpuron linjausta. Uomille on kaivettu yhteys sekä alkuperäiseen suuntaan Westerkullan puolelle että jo kuninkaan kartassa esitettyyn tapaan Vartiokylänlahden suuntaan.

Venäläisessä sotilaskartassa vuodelta 1902 Mellunkylänpuron päähaaraksi on edelleen kuvattu, ilmeisesti senaatin karttaan tukeutuen, pohjoisesta tuleva metsäpuro (Kartta 5). Myös maaston korkeus- ja viettosuhteet piirretty virheellisesti. Oikea päähaara eli Vesalan suunnasta tuleva uoma on kuvattu alkavaksi 1800-luvun loppupuolella raivatulta pieneltä peltotalueelta Aarrepuistonkosken yläpuolelta. Ojapuiston kohdalla pääuoman mutkittelu on piirretty tarkasti siten, että kartta onkin paras lähde arvioitaessa puron alkuperäistä mutkittelutapa Ojapuiston yläosan kohdalla. Lähempänä Itäväylää pohjoiseen kaartanut mutka on oikaistu verrattuna 30 vuotta aikaisempaan tilanteeseen.

Puruoman suoristukset 1900-luvulla

Mellunkylänpuron linjaa alettiin muokata voimakkaasti 1900-luvun alkupuolella maatalouden kuivatustoiminnan yhteydessä. Vuoden 1935 varuskuntakartassa (Kartta 6) pellonraivaus on ulottunut jo puron latvoille Vesalassa ja uoma on kaivettu suorana ja ojamaisena. Myös keskijuoksu Ojapuiston kohdalla on esitetty varsin suorana tai maaston viettosuunnan mukaan kaartuvana. Tässä vaiheessa Mellunkylänpuro on jo käännetty Itäväylän kohdalla etelään. Alajuoksulla vanhaa pää-

uomaa ei ole enää merkitty ollenkaan, ei myöskään muita sivu-uomia, joten esitystapa on vesistöjen osalta varsin pelkistetty. Kartasta ei sen vuoksi ehkä voi täysin päätellä uomien tarkkaa linjausta.

Ruth ja Tikkanen (2001) ovat käsitelleet (myös pois) kysymystä Broändanpuron historiasta ja esittävät, että Broändanpuroon olisi laskenut vielä 1930-luvulla vesiä Westerkullan kartanon alueelta, mutta vedet olisi käännetty Porvarinlahteen. Vuoden 1935 ja jo vuoden 1870 kartan perusteella voidaankin päätellä, että Broändanpuron valuma-alue oli tuona aikana huomattavasti nykyistä suurempi ojitusten seurauksena.

Uomien kaivu ja vanhojen uomanosien jäänteet näkyvät hyvin vuonna 1943 otetussa ilmakuvassa (Kuva 3). Sekä Mellunkylänpuro että Broändanpuro on lähes kokonaan suoristettu. Mellunkylänpuron vanhaa, mutkittelevaa linjausta näkyy tummana juovana kuvan keskellä suoristetun uomanyläpuolella. Mellunkylänpuron vanhan, kuivilleen jääneen uoman alapään entinen linja näkyy ilmakuvassa vielä vaaleana kaa-

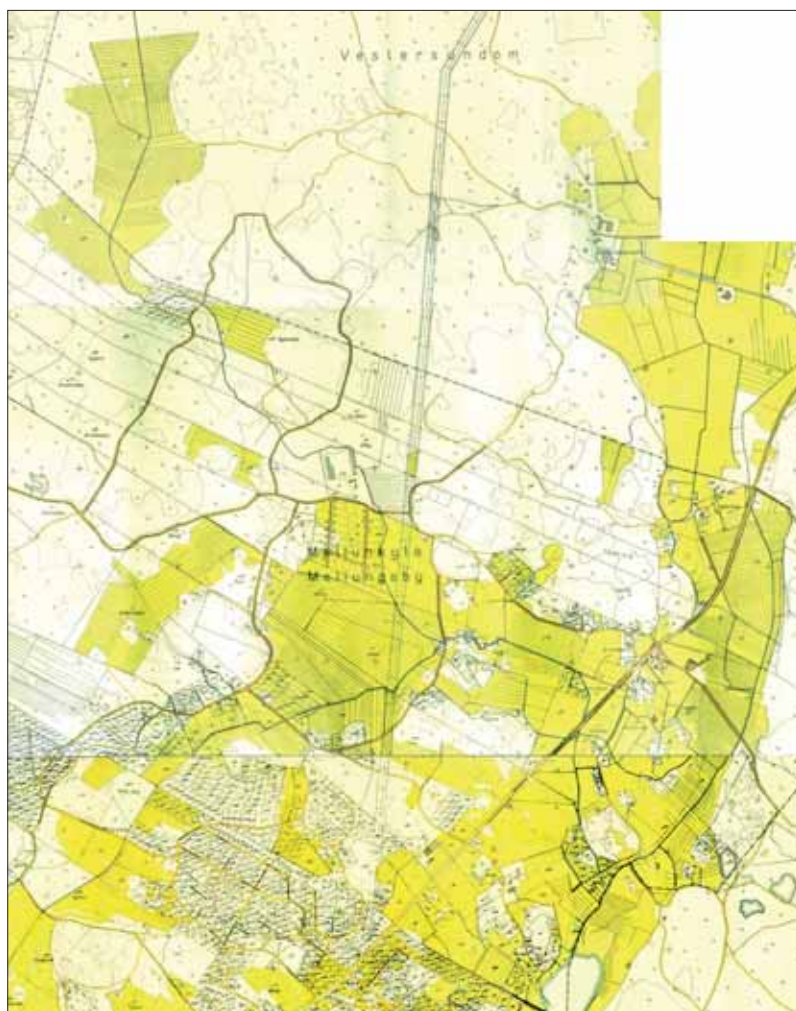


Kartta 6. Mellunkylänpuron aluetta on raivattu runsaasti pelloksi vuoden 1935 varuskuntakartassa ja uomat on kuvattu jo voimakkaasti suoristettuina. Westerkullan vedet ovat virranneet Broändanpuroon.

Kuva 3. Vuonna 1943 otettu ilmakuva. Puruuomat on kaivettu suoriksi, mutta entisiä, mutkittelevia linjauksia on vielä nähtävissä pellon pinnan värityksestä.



Kuva 4. Mellunkylänpuro virtaa Aarrepuiston jälkeen noin 300 metriä pitkässä putkiosuudessa Mellunkylän metroaseman seudun ali ja sen jälkeen lyhyessä kanavaosuudessa.



Kartta 7. Vuoden 1948 kartassa näkyvät ojitukset ja alkava asuntorakentaminen. Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/04.

rena kuvan oikeaan alakulmaan menevän Kallvikintien alapuolella.

Toisen maailmansodan jälkeen, kun Mellunkylän alue oli tullut Helsingin kaupungille, alkoi alueella asuntotuotanto ja maatalousalue alkoi muuttua pientaloalueeksi. Vuoden 1948 kartassa näkyvät suoristetut uomat, peltojen ojitukset ja alkava peltoalueiden tontittaminen (Kartta 7). Kartta on piirretty mitataavaan 1:10 000, joten uomien esitystapa on tarkkaa. Alkuperäinen päähaara puron alaosassa on merkitty selväpiirteisenä uomana.

Viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana Mellunkylänpuron uomaa on rakennettu voimakkaasti (Kartta 1) ja samalla kaupunkirakenne on levittäytynyt lähes koko valuma-alueelle. Viimeiset yhtenäiset rakentamattomat alueet uoman varressa on suunniteltu asuntotuotantoon. Vesialassa ja metroaseman kohdalla puro on pantu virtaamaan putki- ja kanavaosuuksiin (Kuva 4). Alemman putkiosuuden jälkeen uoma on kaivettu suoraksi ja syväksi ja Länsimäentien rakentamisen yhteydessä uoma siirrettiin kulkemaan tien eteläpuolelle. Itäväylän itäpuolella puro kulkee ahtaalla kaistalla teollisuusalueen keskellä.

2.2 Virtaamasuhteiden ja veden laadun erityispiirteitä

2.2.1 Ylivirtaamat

Mellunkylänpuron keskivirtaama on 41 litraa sekunnissa (Tarkkala 2002). Puron virtaamia ja aineskuljetusta on tutkittu Helsingin yliopiston maantieteen laitoksella ja kaupungin ympäristökeskuksessa. Savisesta maaperästä, valuma-alueen pyöreästä muodosta ja rakennettujen pintojen runsaudesta johtuen virtaamasuhteiden erityispiirteinä puron virtaamahavainnoissa ovat valuma-alueen kokoon nähden poikkeuksellisen suuret ylivirtaamat, yli 3000 l/s, joka mitattiin 40 mm ukkossateella vuonna 1998 (Tikkanen 1999). Ukkossateen nostattama tulva rikkoi puron keskivaiheilla mm. maantiesillan ja mittapadon. Kesäsateiden on todettu nostavan virtaamia nopeammin kuin sulamisvirtaamien. Tulvan nousuvaihe voi kestää vain pari tuntia ja tulva voi olla ohi 4-5 tunnissa. (Ruth & Tikkanen 2001).

2.2.2 Kiintoaines

Tulvien alkuvaiheessa on todettu huomattavia kiintoainepitoisuuksien nousua, mikä johtuu uoman pohjalta nousevasta ja kaduilta tulevasta aineksesta. Vuonna 1996 mitattiin kiintoainepitoisuus 3257 mg/l, mikä on suurin Suomessa mitattu kiintoainepitoisuus valuma-alue tutkimusten yhteydessä (Ketola 1998). Enimmillään puro kuljetti kiintoainetta Vartiokylänlahteen 11,5 tonnia tunnissa. Kiintoaineksen määrään vaikutti tällöin rakennetuilta pinnoilta huuhtoutuneen aineksien lisäksi purossa tapahtunut uomaerosio, sillä tuohon aikaan uoman keskiosaa rakennettiin voimakkaasti. Etenkin uoman alajuoksulla on edelleen havaittavissa uomaerosiota sekä pääuomassa että teollisuusalueelta laskevasa sivujojassa (Kuva 5). Suuret ylivirtaamat, savinen maaperä, suhteellisen jyrkkä maasto ja aikanaan toteutettu uoman suoristaminen lisäävät eroosion vaikutusta uoman alaosassa. Uoma on edelleen laajentumassa lisääntyneitä tulvavirtaamia vastaavaan kokoon.



Kuva 5. Alajuoksulla sekä pääuomassa että teollisuusalueelta tulevassa sivujojassa (kuvassa) esiintyy voimakasta uomaerosiota, mikä lisää puron kiintoaineskuljetusta Vartiokylänlahteen.

2.2.3 Veden kemiallinen ja hygieeninen laatu

Vaikka kiintoainespitoisuudet ovat Mellunkylänpurossa ajoittain poikkeuksellisen suuret, veden laatu on kemiallisesti ja hygieenisesti melko hyvää. Kolibakteerien osalta puro vastasi tutkimusjaksolla 1995-1996 hyvää uimavettä jokaisella tutkimuskerralla alajuoksun tutkimuspisteessä, jossa Mellunkylänpruo ja Broändanpuro ovat jo yhtyneet. Streptokokkien osalta vesi oli hyvää uimavettä 39 kertaa 51 näytteenotosta. Puron vedenlaatu oli parantunut kolibakteerien osalta selvästi 1980- ja 1990-luvulla (Ketola 1998). Vielä 1960-luvulla puroon laskettiin jätevesiä. Mm. Fazerilan tehdasalueelta laskettiin puroon jätevesiä vuoteen 1971 asti (Vesala 2004). Happipitoisuus oli purossa vuonna 1995-1996 hyvä kautta vuoden. Typpipitoisuudet olivat suurempia kuin metsävaltaisilla, mutta pienempiä kuin peltovaltaisilla pienillä valuma-alueilla (Ketola 1998). Poikkeuksellisella pakkaskaudella kevättalvella 2003 puron yläjuoksun sivupurosta virtasi aistinvaraisesti todettuna ilmeinen viemäri- vesipäästö.

Liukoisten aineiden osalta talviaikainen katujen suolaus lisää merkittävästi Mellunkylänpuron suolapitoisuutta erityisesti lumen sulamisaikaan. Ruthin (2003) Mellunkylänpurossa tekemi-

en tutkimusten mukaan yhden vuorokauden aikana on havaittu suolapitoisuuden nousu lähes kymmenkertaiseksi, arvosta 132 mg/ litrassa arvoon 1181 mg/l.

Vuonna 2000 puroa tutkittiin pillevyhteisöihin perustuvalla menetelmällä, jossa vesistöä arvioidaan ja luokitellaan mm. pilaantumisindeksin ja rehevöitymisindeksin avulla. Analyysin perusteella Mellunkylänpuron latvavesi on laadultaan erinomaista, mutta muuttuu tyydyttäväksi yläjuoksun sivupuron kohdalla (Risco & Pellikka 2002). Vaikka pilaantumisindeksin mukaan huononemista tapahtuu heti yläjuoksulla asutusalueelta tulevan sivupuron jälkeen, rehevöitymisindeksin perusteella puro säilyy samalla kohdalla laadultaan edelleen muuttumattomana eli oligo-mesotrofisena, suhteellisen niukkaravinteisena. Alajuoksun sivupuroissa Ojapuiston alueella esiintyi lievää pilaantuneisuutta ja ravinteisuutta, mutta ne eivät heikentäneet pääuoman luokitusta.

Syynä yllättävänkin hyvään veden laatuun, hulevesikuormitus huomioon ottaen, voidaan etsiä valuma-alueen eri puolilla esiintyvistä lähteellisten pohjavesien jatkuvasta virtaamisesta puroon.

2.2.4 Alivirtaamat ja lähteelliset pohjavedet

Ketolan (1998) tutkimuksessa puron virtaamat vaihtelivat vuosina 1995-1996 välillä 1,5-1280 l/s. Alin virtaama mitattiin helmikuussa ja suurimmat talvikauden virtaamat olivat tuolloin 8 l/s. Kesäaikaisia alivirtaamia pienentää mm. haihtuminen. Uoman alajuoksulla paloaseman kohdalla on lähde, joka tuo puroon merkittävän alivirtaamaliikityksen. Lähde purkautumiskohta kuuluu pohjavesialueeseen. Lisäksi lähdevesiä tulee useimmista sivupuroista, minkä näkee silmämääräisesti mm. talvella sulana pysyvistä uomista ja uomien rautasaostumista (Kuva 6).

Jalavan (1987) mukaan syy siihen, että purossa riittää vettä kuivimpinaikin aikoina johtuu puron alkamisesta suolta. Suolla onkin varmasti merki-



Kuva 6. Lähteellisyys pitää pääuomaa ja sivupuroja sulana talvipakkasellakin ja mahdollistaa veden hyvän laadun alivirtaamilla. Kuva Ojapuistoon laskevasta sivupurosta, jossa esiintyy myös lievää pilaantuneisuutta ja ravinteisuutta.

tystä virtaamasuhteisiin. Suurempi merkitys alivirtaamiin puroon latvoilla saat-
taa kuitenkin olla Fazerilan tehdasalueella, josta virtaa puroon laitoksen omasta vedenottamosta otettua pohjavettä lauhdutusvesiprosessin ylivuotoina. Virtaamista ei ole tarkkaa tietoa, mutta niiden määrä on suhteessa tuotantoon, joka on suurimmillaan sesonkiaikana heinä-marraskuussa, mutta jatkuvastikin tulee jonkin verran vettä (Vesala 2004). Fazerilan tehdasalueelta tulevan virtaaman arvioitiin 22.1.2004 olleen suuruusluokkaa 20 l/s. Arvio perustui silmämääräiseen laskelmaan tulo-uoman mittasuhteiden ja virtausnopeuden perusteella. Määrä vaikuttaisi olevan jo sellaisenaan huomattavasti suurempi kuin Ketolan (1998) mitaamat suurimmat talviaikaiset alivirtaamat alajuoksulla. Lisävedellä voi olla myönteistä vaikutusta puron veden laatuun etenkin talviaikoina, mutta veden lämpimyyttä ei ole tutkittu eikä sen merkityksestä eliöille esimerkiksi ke-säaikana ole esitetty arvioita. Tehdasalueelta tulee lisäksi hulevesiä varsin laajoilta kattopinnoilta ja piha-alueilta.

2.2.5 Pohjaeläimistö veden laadun ja virtausolosuhteiden kuvaajana

Mellunkylänpuron ja Broändanpuron pohjaeläimistöä on selvitetty tähän tutkimushankkeeseen kuuluvassa toisessa osatutkimuksessa (Helle & Niemelä 2004). Mellunkylänpurosta tavattiin virtavesille tyypillisiä hyönteisryhmiä, kuten päivänkorentoja, vesiperhosia ja koskikorentoja. Päivänkorennoista tavattiin monissa virtavesiympäristöissä esiintyvää Beatis -suvun lajeja. Vesiperhosista tavattiin Aarrepuiston koskialueen näytealalta koskisirvikkäitä (*Rhyacophila* sp.), joita tavataan yleensä viileissä, nopeasti virtaavissa vesissä. Kaksisiipisten ryhmästä Mellunkylänpurossa esiintyy virtaaville vesille tyypillisiä Simuliidae -suvun mäkäreitä. Toisaalta sekä Mellunkylänpurossa että Broändanpurossa esiintyy runsaasti surviaissääskien toukkia ja harvasukasmatoja, jotka kuvastavat kaupunkivesille tyypillisiä epävakaita oloja. Bro-

ändanpurosta tavattiin enemmän seisovissa vesissä esiintyviä eliöryhmiä, kuten Cloeon -suvun päivänkorentoja ja lampimaisten vesien vesiperhosia. Broändanpurolla esiintyi myös runsaasti seisoville vesille ominaisia vesisiirroja, raakkuäyriäisiä ja sukku-lamatoja.

Pohjaeläinryhmät kuvastavat kaupunkipuroissa ensisijaisesti veden virtaussuhteita eli virtavesille ja toisaalta seisovalle vedelle ominaisia olosuhteita samaan tapaan kuin muissa vesistöissä. Kaupunkipuroissa voi esiintyä myös tyypillisesti viileiden, virtaavien vesien lajeja, mikä viittaa puhtaiden ja viileiden lähdevesien osuuteen purossa. Ajoittainen voimakas hulevesien vaikutus ei näyttäisi muuttavan tätä pohjavesivirtaaman ja toisaalta koskialueille ominaisen virtausnopeuden vaikutusta kaupunkipuron ominaisuuksiin. Hulevesien vaikutus kuvastuu mm. runsaassa surviaissääskien ja harvasukasmatojen esiintymisessä.

Kaupunkipurojen kunnostuksen kannalta olisi kiinnostavaa seurata sekä hulevesien käsittelyn että uomarakenteen monipuolistamisen vaikutuksia pohjaeläimistöön. Erilaisten uomaosuuksien, kuten nopeasti ja hitaasti virtaavien osuuksien vertailu voisi tuoda esiin mm. hulevesien mukana kulkeutuvan aineksen liikkumisen ja sedimentoitumisen vaikutuksia. Vertailemalla kaupunkipurojen ja luonnon-tilaisten vertailuvesistöjen pohjaeläinseurantoja voidaan arvioida kaupunkipurojen hyvän ekologisen tilan saavuttamista. Mahdollisten hulevesien käsittelyalueiden, kuten vaihtelevasti muotoiltujen ja osittain lähdevetisten kosteikkojen pohjaeläimistö voisi osaltaan ilmentää puhdistustoimenpiteiden tehokkuutta ja toisaalta uusien kosteikkojen merkitystä kaupunkiekologian kannalta.

Pohjaeläinten lisäksi vesikasvillisuuden perusteella kehitetyn monimuotoisuusindeksin avulla on vertailtu maatalousalueiden jokien, purojen, ojien ja lampien monimuotoisuutta (Williams ym. 2003) Kaikki vesistötyypit toivat oman lisänsä alueen monimuotoisuuteen, mutta lampien lajirunsaus

osoittautui selvityksessä kaikkien suurimmaksi. Voidaan olettaa, että myös taajama-alueella kosteikot ja lammet voisivat lisätä viheralueiden ekologista merkitystä yhdessä purovesistöjen kanssa.

2.2.6 Veden laadun ja uomarakenteen merkitys kalastolle

Alivirtaamatilanteet ovat merkittäviä vesieliöiden, erityisesti kalaston selviytymiselle kaupunkipuroissa kautta vuoden, mutta toisaalta hulevesien aiheuttamat ylivirtaamalisäykset ja veden laatu heikentävät lyhytaikaisesti kalojen olosuhteita. Kalalajeista Mellunkylänpurossa ja Broändanpurossa elää nykyisin lisääntyvänä lajina varmuudella kolmipiikkiä (Malinen 1998, Saura 2004). Broändanpuroon nousee myös haukea. Mellunkylänpuron suualueella mittapadon alapuolella on tavattu lisäksi särki, pasuri ja lahna ja vimpa. Kaloja on nähty kutemassa Mellunkylänpuron alaosassa (Salonen 2004). Mittapato haittaa kalojen nousua ylempänä Mellunkylänpurossa. Keskijuoksulla nousua haittaavat lisäksi Ojapuistonkosken patorakenteet ja ylempänä Aarrepuiston tierumpu ja patokynnykset ja mahdollisesti myös kaksi pitkää putkiosuutta. Keinotekoinen uomarakente on nykyisin todennäköisesti muutoinkin haitta kalojen pysyvälle esiintymiselle Mellunkylänpurossa.

Vastaavan kokoisissa puroissa elää pääkaupunkiseudulla mm. taimenkantoja. Lähdevesien perusteella voitaisiin olettaa, että taimen kuuluu myös Mellunkylänpuron alkuperäisiin kalalajeihin, vaikka tästä ei ole tietoja olemassa. Taimenten on todettu nousevan taajamapuroihin kutemaan suoraan merestä ja poikaset palaavat mereen parin vuoden ikäisinä. Toisaalta samoissa puroissa esiintyy myös paikallista, jatkuvasti puroissa pysyttelevää ja puroissa lisääntyvä kantaa, joten meritaimenen ja purotaimenen eroa ei pidetä nykyisin selvästi rajattavana. Pienilläkin taajamapuroilla voi olla huomattava arvo sekä paikallisten että meressä kasvavien taimenkantojen lisääntymisessä.

Jo nykyisen veden laadun puolesta Mellunkylänpurolla voisi olla edellytyksiä taimenvesistöksi. Kokeilunomaisesti on vastakuoriutuneita taimenia on jo istutettu Mellunkylänpuroon vuonna 1999 (Salonen 2001). Istutusalueilta oli näköhavaintoja taimenista tämän jälkeen (Salonen 2004). Kalat olivat mitä todennäköisimmin puroon istutettuja poikasia, jotka ovat selvinneet ja kasvaneet purossa ainakin parin vuoden ajan. Puron suulla mittapadon alla on myös saatu kalastamalla 15 cm pituinen taimen. Kesällä 2003, kun haluttiin varmistaa istutusten onnistuminen, löytyi Riistaja kalatalouden tutkimuslaitoksen tekemässä sähkökalastuksessa kuitenkin vain kolmipiikkiä Ojapuistonkosken molemmin puolin (Saura 2004). Muita puro-osuuksia ei tässä yhteydessä tutkittu, joten kaloja on saattanut säilyä puron muissa osissa tai kalat ovat vaeltaneet alavirtaan, mihin puron suulta saatu taimen viittaa. Kevättalvella 2003 tapahtunut uoman jäätyminen paikoitellen pohjaa myöten saattoi olla kaloille kohtalokasta.

Uoman ja valuma-alueen kunnostuksen haasteena on, miten hulevesien haittoja ja saataisiin vähenemään ja uomarakennetta paranemaan niin paljon, että Mellunkylänpuro voisi vastata myös kalastollisesti luontaisia edellytyksiään lähdevetisenä purona. Nykyistä monimuotoisempi uomarakente voisi tarjota kaloille suojapaikkoja sekä yli- että alivirtaamatilanteissa, samoin kuin poikkeuksellisia pakkastalvina.

2.3 Uuden yleiskaavan vaikutuksia vesiolosuhteisiin

Helsingin yleiskaavaehdotuksessa 2002 esitetään lisärakentamista Mellunkylänpuron laaksoon Länsimäentien molemmin puolin (Kartta 1). Asemakaava on laadittavana Fallpakan alueelle Broändanpuron laaksoon ja lisäksi selvitetään Tankomäen kaavoitusta. Yleiskaavaehdotukseen liittyvässä erilliselvityksessä (Tarkkala 2002) on laskettu yleiskaavan vaikutuksia purovesistö-

jen virtaamiin. Mellunkylänpurolle on arvioitu aiheutuvan virtaamalisäyksiä siten, että puron keskivirtaama 41 l/s nousisi arvoon 43 l/s ja purovaluman osuus nousisi arvosta 19 % arvoon 20 %. Keskivirtaaman ja purovaluman osuuden lisäykset kuvastavat virtaamien äärevöitymistä, kun entistä pienempi osa sadevedestä pystyy imeytymään maaperään ja haihtumaan ilmaan, jolloin vettä virtaa enemmän hulevesiviemäröinnin kautta suoraan puroon. Selvityksessä esitetään, että laajempia alueita suunniteltaessa tulisi varata vesialueita, joilla kompensoidaan vettä läpäisemättömien pintojen rakentamista ja maaveden varastointikyvyn vähentämisen aiheuttamaa vaikutusta. Sellaisen vesialueiden suunnittelu, jotka mahdollistaisivat ylivaluman tulvimisen täydennysrakentamisen yhteydessä, todetaan selvityksessä vaikeaksi, mutta ei mahdottomaksi. Imeyttämistä kerrostaloalueille pidetään selvityksessä helpompana kuin pientaloalueille.

Helsingin yleiskaavassa on aikaisempaa yleistä käytäntöä seikkaperäisemmin tarkasteltu uuden rakentami-

sen vaikutuksia purojen valumasuhteisiin. Vesiolosuhteita kompensoivia toimenpiteitä esitetään ehkä ensimmäistä kertaa Suomessa laadituissa yleiskaavoissa. Myös eräissä lähialueelle toteutetuissa asemakaavoissa, kuten Fallpakan asemakaavassa, edellytetään hulevesien viivytystä ennen niiden joutumista Broändanpuroon (Rakennusvirasto 2002). Vaatimukseen vaikuttaa kaava-alueen sijainti Vartiokylänlahden pohjavesialueella ja vaikutukset viereiseen Mustavuoren lehdon ja Östersundomin lintuvesien Natura-alueeseen. Siten Helsingissä ovat ennakkotapauksen omaisesti vesisuhteiden huomioiminen ja uuden tyyppiset toteutusvaatimukset tulossa periaatteeksi kaavoituksessa. Käytännön toteutusratkaisuja uuden rakentamisen yhteydessä on kuitenkin Helsingissä ja yleensäkin Suomessa vielä melko vähän, joten kaikki uusien alueiden toteutukset hulevesien käsittelyssä ovat edelleen pilottikohteita ja edellyttävät sen vuoksi huolellista suunnittelua ja toteutusta mm. ennakoitavissa olevien ongelmien välttämiseksi.

Hulevesien käsittelyperiaatteita ja -menetelmiä

3.1 Kokeiluja ja selvityksiä Suomessa

Kaupunkialueiden vesisuhteiden parantaminen ja hulevesien käsittely on ollut esillä viimeisen 20 vuoden aikana eri puolilla Suomea. Vaasassa on selvitetty vesiolosuhteiden parantamista osana kaupungin luontoperustan elvyttämistä laajassa Vital Vaasa -projektissa ja sen yhteydessä on toteutettu mm. hulevesiaihe ruutukaava-alueella (Vaasan kaupunki 2004). Useilla asuntomessuilla on ollut teemana myös hulevesien käsittely. Tuusulassa vuonna 2000 oli esimerkkejä pohjaveden suojelusta. Kajaanissa vuonna 2001 esiteltiin maanalaista hulevesien imeytystä. Ajankohtaisena suunnittelu- ja rakentamisprojektina on vuoden 2005 asuntomessualue Oulun Toppilansaassa, jossa hulevesiteema on tulossa esille monipuolisesti (Oulun kaupunki 2004). Toteuttavana on hulevesien käsittelyä pääkadun viherpainanteessa ja pistokatuojen ylivuotovesien johtamista kaivojen ohi viheralueille. Asuinkortteleiden suunnittelussa edellytetään sadevesien imeytystä ja pinnanmyötäistä johtamista eri tavoin ja keskeiselle puistoalueelle toteutetaan sadevesiaihe.

Kevennetty kunnallistekniikka

Suomessa hulevesien käsittelyyn ja viivytykseen on kiinnitetty huomiota ensimmäistä kertaa laajemmassa mitassa 1980-luvulla, jolloin selvitettiin ns. kevennettyä kunnallistekniikkaa. Sen periaatteisiin kuului pyrkiä mm. sadevesiviemäröinnissä tarvittavan putkimitoituksen pienentämiseen johtamalla katto-, piha- ja katualueiden vesiä ensin maastoon. Ensimmäisiä laajamittaisesti toteutettuja kohteita oli Gerbyn asuntoalue Vaasassa ja Pihlajarinteen

asuinalue Espoossa. Gerby alueeseen liittyvässä maisemasuunnitelmassa kiinnitettiin erityistä huomiota vesimaiseman kehittämiseen ja luontaisten hydrologisten olosuhteiden ylläpitämiseen. (Panu 1981). Gerbyssä mahdollisimman suuri osuus hulevesistä pyrittiin imeyttämään maahan käyttäen mm. rei'itettyjä putkia. Hulevesiä johdettiin puroon, jonka yhteyteen rakennettiin lampia verkostoksi viivyttämään hulevesiä. Gerbyn alueen toteutus onnistui hyvin ja vesialueet ovat toimineet halutussa tarkoituksessa.

Pihlajarinteen alueella haluttiin kokeilla vaihtoehtoisia hulevesien imeytysmenetelmiä pientaloalueella. Alueella toteutettiin katujen kohdalle maanalaisia imeytysrakenteita, joiden tarkoituksena on vähentää sadevesiviemäriverkostoon joutuvan veden määrää ja turvata alueen pohjavesipinnan säilyminen. Imeytysrakenteet toimivat hyvin ja pohjavesipinnan voitiin todeta säilyneen katualueen viemärikaivannossa. Sadevesijärjestelmästä saatiin kokonaiskustannusten säästöä, koska järjestelmän ansiosta viemäriverkoston putkikokoja voitiin pienentää (Leminen & Helander 1985).

Viikin ekorakentamisalue

Helsingissä on saatu kokemuksia hulevesien käsittelystä ja uomakunnostuksesta Viikin ekologisella asuinalueella, jonka toteutuksessa on pyritty ekologisten periaatteiden mukaisiin ratkaisuihin teknisissä järjestelmissä, pihoissa ja alueen ympäristössä. (Helsingin rakennusvirasto 2000). Suurin osa sadevesistä pyritään imeyttämään ja viivyttämään alueella. Lisäksi alueen läheltä virtaavaan Viikinojaan rakennettiin ns. biologinen vesiaihe. Periaatteena on, että pienet vesimäärät imeytetään tontti- ja katualueilla mm.



Kuva 7. Viikin ekologisella asuinalueella sadevesiä johdetaan imeytyspainanteisiin.



Kuva 8. Viikinojaan on linjattu mutkitteleva alivesiuoma ja uoman yhteyteen on rakennettu tulvatasanne.

pohjattomien kaivojen avulla. Alueen rakentamisen yhteydessä paikalle ajettu sorakerros mahdollistaa imeytystä, mikä olisikin ollut vaikeaa pelkästään alueen saviseen pohjamaahan. Imeytymättömiä pintavesiä johdetaan tontti-alueisiin kuuluvien viherkaistojen kautta kulkevilla ojapainanteissa Viikinojaan ja varajärjestelmänä on lisäksi sadevesiviemäröinti. Kortteleiden toteutuksen yhteydessä rakentajat saattoivat painottaa haluamiaan ekologisia periaatteita. Eräiden pihojen yhteydessä on toteutettu näyttäviä sadevesien johtamis- ja viivyttämiskäytöksiä, jotka toi-

mivat hyvin mm. portaiden, kävelyteiden ja leikkipaikkojen suunnitteluteemoina (Kuva 7). Viikinoja siirrettiin alueen rakentamisen yhteydessä alueen reunalle ja se toteutettiin vaihtelevasti mutkittelevaksi viheralueen vesiaiheeksi (Kuva 8). Uoman yhteyteen rakennettiin kapea tulvatasanne, joka mahdollistaa uoman laajenemisen tulvatilanteessa (Kuva 9). Vesiaiheen yli on tehty siltoja ja laiturirakenteita ja rantavyöhykkeisiin on istutettu vesikasveja.

Viikin ekologinen asuinalue on ollut toistaiseksi Suomessa merkittävin

Kuva 9. Tulvatilanteessa vesi nousee Viikinojan tulvasanteelle ja muodostaa yhtenäisen laajan vesialueen, jolloin virtausnopeus jää pieneksi. Suurella tulvala veden on laskettu nousevan myös osalle taustalla olevaa nurmialuetta.



ja laajin aluekokonaisuus, jossa on toteutettu monipuolisesti hulevesien käsittelyä ja purouoman muotoilua. Alue toimii tavallaan standardina suunniteltaessa vastaavia hankkeita muualle. Vesisuhteisiin liittyvistä ratkaisuista ja niiden toimivuutta on arvioitu seuranta tutkimuksessa (Helsingin kaupunki 2003). Sadevesien imeyttäminen rakennettuihin pintakerrokseen on onnistunut hyvin. Imeytymistä ovat edesauttaneet vihersormien nurmi- ja istutusalueet, pintavesipainanteiden pienet pituuskaltevuudet, tulvapainanteet ja imeytyskaivot. Imeytysaltaat ovat tasoittaneet sateiden jälkeisiä valumia ja kaivoista on saatu kasteluvettä kasvimaille ja istutuksille. Viikinoja ja vihersormet antavat positiivisen kuvan ekologisen asuinalueen hulevesien hallintajärjestelmästä. Ongelmia todetaan olevan eräin paikoin kattovesien johtamisessa piha-alueille, mikä voidaan korjata pintavesikouruilla.

Viikkiin tehtyjen paikalla käyntien ja ekskursioiden yhteydessä on lisäksi todettu eräitä alueen toteutukseen liittyviä pieneköjä suunnittelullisia ongelmia, jotka olisi syytä ottaa huomioon piha- ja viheralueiden kunnossapidon ja samalla myös muiden vastaavien toteutusten yhteydessä. Korjaustoimenpiteet olisivat tärkeitä alueen esimerkkiluonteen ja edustavuuden kannalta.

Viikissä esiintyy eräin paikoin piha- ja kävelytiepinnoitteiden painumista, mikä aiheuttaa tahatonta lammikoitumista. Eri suunnitteluratkaisuista johtuen tonttien väliset korkeuserot eivät kaikissa tapauksessa täsmää, jolloin esiintyy reuna-alueiden epämääräisyyttä pintavesien johtamisen ja alueen viimeistelytason kannalta. Tonttikorkeuksien liittyminen toisiinsa on tärkeää tasisilla alueilla. Sadeveden hyötykäyttöön tarkoitettuihin, käsipumpulla varustettuihin säiliöihin pääsee valumaanpuhtaiden kattovesien lisäksi piha-alueiden pintavesiä, mikä voi olla haitallista veden hygieenisyydelle. Talviaikana on syytä kiinnittää huomiota siihen tasaisten alueiden ongelmaan, että aurauslumi ja sen mukana kasautuva hiekoitushiekka eivät aiheuttaisi sulaamisvesien patoutumista ja uudelleen jäätymistä, mistä on haittaa mm. piha-alueiden turvallisuudelle. Valuntareitien puhtaana pitämiseen lumesta on kiinnitetty huomiota myös seuranta tutkimuksessa.

Viikinoja on suunniteltu linjaukseltaan vaihtelevaksi ja monipuoliseksi, mutta parhaillaan toteutettavana olevan lisärakentamisen yhteydessä myös yläjuoksulle olisi syytä tehdä tulvasanteita, jotta odotettavissa olevaa virtaamien äärevöitymistä voitaisiin lieventää. Hulevesiä viivyttäviä kosteikkoja olisi syytä toteuttaa myös uoman

latvoilla moottoriteiden yhteydessä ja lisäksi uoman alaosalla. Viikinojan tarkastelua alajuoksulle asti esitetään myös seurantatutkimuksessa. Uoman kunnostamisesta on tehty ideasuunnitelmia Teknillisen korkeakoulun luonnottomukaisen vesirakentamisen kurssin harjoitustöinä.

3.2 Vesi- ja luonnonsuojelulainsäädäntö Saksassa

Rakentamistoiminnan aiheuttamalle luonnontuhoalueiden tuhoutumiselle ja vesiosuhteiden muuttumiselle on vaadittu Saksassa kompensoivia toimenpiteitä jo 1980-luvulta alkaen. Vaatimukset toimenpiteistä on kirjattu liittovaltion luonnonsuojelulakiin, jota osavaltioiden on sovellettava omissa laeissaan ja ohjeissaan. Luonnonsuojelulaisissa esitetään kahden tyyppisiä toimenpiteitä ja alueita: vastikebiotooppeja (Ausgleichbiotop) ja korvausbiotooppeja (Ersatzbiotop) (Virkkunen 2002). Vastikebiotooppeilla tarkoitetaan uusia rakennettavia biotooppeja, usein esimerkiksi kosteikkoja tai karukkobiotooppeja, joita rakennetaan talojen ja esim. teiden rakentamisen yhteydessä tuhoutuvien luonnontuhoalueiden tilalle vastaavan suuruisina pinta-aloina. Biotooppien rakentamispaikka voi olla uudella tonttialueella tai myös esimerkiksi läheisellä vihialueella. Korvausbiotooppeilla tarkoitetaan alueita, joilla korvataan laadullinen tai toiminnallinen osuus biotoopista, jolloin korvattava alue voi olla myös pienempi tai suurempi kuin menetetty biotooppi. Rakentamalla korvattavaksi tulevan alueen koko riippuu tällöin menetettävän alueen ekologisesta arvosta tai ominaisuuksista. Kaupunkiympäristöön on kehitetty ns. biotooppi-indeksi (BFF, Biotopflächenfaktor), jonka perusteella arvioidaan ja edellytetään erilaisia ekologisia toimenpiteitä asutussa ympäristössä. Myös esimerkiksi kattopuutarhat lasketaan mukaan indeksiin. Menetelmää on sovellettu Suomessa mm. Viikin alueella.

Saksan uudessa, vuonna 2002 voimaan astuneessa luonnonsuojelulaisissa

myös rakentamisesta aiheutuva pohjavesisuhteiden alentuminen katsotaan vastiketoimenpiteitä edellyttäväksi luonnontuhoalueiden muuttamiseksi. Vesiosuhteiden korvausperusteet katsotaan suhteellisen helposti arvioitaviksi maaperän alkuperäisen imemiskyvyn ja rakennettavien imeytysalueiden mitoituksen perusteella (Auhagen & Partner 1994). Vastike- ja korvaustoimenpiteiden toteutuksessa pyritään nykyisin entistä enemmän joustavuuteen ja käytännöllisyyteen.

Myös Saksan vesilaissa viitataan luonnonsuojelulakiin ja edellytetään vastike- ja korvaustoimenpiteitä vesiosuhteille aiheutuvien muutosten kompensoimiseksi. Osavaltioiden vesiviranomainen voi antaa tarkempia säädöksiä ja suosituksia lain pohjalta paikallisviranomaisille. Rakentamista varten on annettu rakennusohjeita, joiden mukaan on vaadittu toteutettaviksi imeytymistä edistäviä vastikealueita pinnoitetuille alueille (Virkkunen 2002).

Saksan vesilaissa vaaditaan palauttamaan rakentamisella muutettuja vesistöjä takaisin luonnontilaan. Tulva-alueita edellytetään suojattaviksi rakentamiselta ja mahdollisuuksien mukaan palautettaviksi. Luontaiseen tapaan toimivien tulva-alueiden lisääminen nähdään Saksassa nykyään merkittävänä keinona, jolla voidaan suojata vesistöalueella olevaa asutusta tulvilta (Rantakokko 2002). Tulvantorjunta ja vesistöjen luonnontilan palauttaminen katsotaan päämääriltään täysin saman suuntaiseksi. Jokivesistöissä esiintyneiden suurten tulvien takia rakentamiselle annettavat määräykset ja ohjeet painottuvat Saksassa hulevesien käsittelyssä erityisesti hydrologisiin perusteisiin. Myös pienten purovesistöjen valuma-alueilla korostetaan, että rakentaminen ei saa lisätä tulvia eikä pienentää alivirtaamia (Rantakokko 2002). Hulevedet nähdään Saksan vesilaissa toisaalta vesien suojelun kannalta jätevesinä, jotka edellyttävät jonkin tyyppistä käsittelyä. Hulevedet voidaan joutaa sekaviemäroinnin yhteydessä jätevesipuhdistamoon tai nykyisin yleensä hajautettuun huleveden käsittelyyn (dezentrale Niederschlagswasserbesei-

Kuva 10. Hannoverin Kronsbergin alueella kaikki sadevedet johdetaan maaperäimeytykseen ja viivytysuomiin, jotta alapuolisen puron virtaamasuhteet eivät muutu. Korttelipihojen vesiaiheet ja imeytysalueet on tehty monin eri tavoin.



Kuva 11. Potsdamer Platzilla Berliinissä kattovedet johdetaan pohjavedestä erillään olevaan vesialtaaseen ja puhdistetaan vesikasvivyöhykkeen avulla, jolloin on saatu aikaan puhtaana säilyvä urbaani vesiaihe.



tigung). Käsittelymääräykset ja vastuu käsittelyn järjestämisestä kiinteistön omistajan ja kunnan kesken vaihtelevat osavaltioittain. (Geiger & Dreiseitl 2001). Osavaltiosta riippuen hajautettua käsittelyä on vaadittu esimerkiksi vuoden 1996 tai 1999 jälkeen rakennettuihin kiinteistöihin, joten nykyisin käytäntö sitoo lähes kaikkea rakentamista. Rakentamista koskevat ohjeet ja tekniset mitoitusperusteet ovat pitkäaikaisten kokemusten pohjalta monipuolisia (esimerkiksi Geiger & Dreiseitl 2001).

Ohjeita ja esimerkeiksi kelpaavia toteutuskohteita on Saksassa runsaasti, niin pien- ja kerrostaloalueilla kuin

tiivissä suurkaupunkien ydinkeskustoissa. Hannoverin Kronsbergissa toteutettiin EXPO 2000 -oheiskohtena 13000 hengen kaupunginosan kaikkien hulevesien imeytys- ja käsittelyjärjestelmä, jonka tavoitteena oli pohjavesipinnan ja alapuolisen puron virtaamien säilyttäminen (Kuva 10). Berliinin uudessa ydinkeskustassa on laaja rakennettu vesiaihe, johon vedet kerätään katoilta ja puhdistetaan vesikasvisuodattimen läpi. Altaaseen on istutettu leviä syöviä kaloja. Ilman kaiteita toteutettujen vesiaiheiden turvallisuus on hoidettu sillä periaatteella, että ihmiset osaavat varoa näkyväksi tehtyä turvallisuusriskiä (Dreiseitl 2003) (Kuva 11).

3.3 Kosteikkojen palauttamista ja hulevesikosteikkoja USA:ssa

Hulevesien käsittelyperiaatteita on kehitetty USA:ssa erityisesti itärannikon osavaltioissa. New Yorkin osavaltiossa hulevesien käsittely liittyy keskeisesti mm. New York Cityn vedenhankinta-alueen ja suurten järvien alueen vesiensuojeluun. Hulevesikosteikkojen rakentamisen eräänä taustana USA:ssa voidaan pitää luonnontilaisten kosteikkojen suojelua ja ennallistamista. Tulva-alueita ja kosteikkoja alettiin suojella mm. luontaisina tulvanpidätysalueina. Jo vuonna 1972 tuli vesilain mukaan luvanvaraiseksi täyttää tai kuivata luonnontilaisia kosteikkoja (Rantakokko 2002). Vuonna 1993 sattuneiden laajojen tulvien jälkeen perustettiin tulva-alueiden ennallistushjelmia, joilla voitiin korvata maatalousmaan muuttamista kosteikoiksi. 1990-luvun alussa tuli käyttöön ns. no-net-loss -periaate, jonka mukaan sellaisen rakennushankkeen yhteydessä, joka tuhoaa kosteikkoa, on kunnostettava tai rakennettava vastaava tai suurempi pinta-ala kosteikkoa samalla valuma-alueella. Tätä periaatetta kehitettiin 1990-luvun lopulla niin, että rakentaja, joka tuhoaa kosteikon, voi vaihtoehtoisesti korvata sen hyödyntämällä ns. kosteikkojen korvauspankkia (Wetland Mitigation Ban-

king) (Virkkunen 2002). Kosteikon menetys voidaan korvata maksamalla osuus viranomaisen ohjauksessa kunnostettavasta tai rakennettavasta suuremmasta kosteikosta, jolloin kosteikkojen toteutus saadaan palvelemaan laajempia ympäristöhyötyjä. Järjestelmä muistuttaa myöhemmin ilmastovaiikutusten yhteydessä maailmanlaajuiseen käyttöön tullutta päästökauppaa.

Kosteikkojen korvauksen periaatteella on rakennettu myös hulevesien käsittelykosteikkoja ja lampia mm. suurten järvien alueella (Kuva 12). Toteutukset ovat yleensä useampiosaisia ja lampien poistoputki on usein lammen syvässä osassa, millä pyritään estämään hulevesikosteikon aiheuttamaa lämpenemistä alapuoliselle vesistölle. Lämpeneminen katsotaan haitalliseksi mm. lohikaloille (Harjula 2003). New Yorkin osavaltiossa rakentamisen aiheuttamaa hulevesikuormituksen estämiseksi on esitettävä toimenpideohjelma, jos aluerakennuskohde on suurempi kuin 2,5 ha. New Yorkin vedenhankinta-alueella edellytetään uuden rakentamisen yhteydessä erilaisia hulevesien käsittelymenetelmiä, jotka voivat kosteikkojen lisäksi olla suodatinkenttiä tai esim. normaalisti kuivina olevia viivytyksaltaita (Kuva 13).

USA:n ja Saksan vesi- ja luonnon-suojelulainsäädännöt muistuttavat monin tavoin toisiaan. Niiden perusteella on luotu toimivat järjestelmät, joilla



Kuva 12. Kosteikkojen korvauksen perusteella rakennettu hulevesikosteikko asuntoalueen yhteydessä. Asumisympäristöön on muodostunut samalla vesiaihe, jota asukkaat arvostavat ja hoitavat. Perinton, New York, USA.



Kuva 13. New York Cityn vedenhankinta-alueella piha- ja kattovesiä kerätään muotoiltuun, normaalisti kuivana olevaan viivytysaltaaseen. Allas toimii samalla pankin sisääntuloväylän piha-aiheena. Marketville, New York, USA.

haitan aiheuttaja eli aluerakentaja joutuu korvaamaan ympäristölle ja vesisuhteille aiheutuvat muutokset uusien kosteikkoalueita rakentamalla. Hulevesien käsittelyyn rakennettavat erilaiset toteutukset alkavat olla normaaleja uuden aluerakentamisen yhteydessä. Kosteikkojen rakentaminen on muodostunut Keski-Euroopassa ja USA:ssa laajaksi erityistä ammatillista osaamista vaativaksi suunnittelu- ja rakentamistoiminnaksi, joka vaikuttaa merkittävästi asuin ympäristön luonteeseen.

3.4 Tiepainanteita ja hulevesilampia Skotlannissa

Britanniassa erityisesti Skotlanti on ollut aloitteellinen hulevesien käsittelymenetelmien kehittämisessä. Britanniassa taajamien vesisuhteiden hoitamisesta käytetään nimitystä kestävä taajamavesien kuivatus (Sustainable Urban Drainage SUD) (SEPA 1999). Lähtökohta menetelmien kehittämiselle on Saksan tapaan hydrologinen eli aluerakentamisesta aiheutuvien virtaamassuhteiden muuttumisen ja tulvien estäminen. Lisäksi korostetaan veden laadun parantamista ja hulevesien käsittelyalueiden merkitystä luonnon monimuotoisuudelle. Menetelmät jaetaan kolmeen tyyppiin: lähtöalueen tekniikat (source control techniques), läpäisevät huleveden johtamisjärjestelmät (permeable

conveyance systems) ja passiiviset käsittelyjärjestelmät (passive treatment systems). Lähtöalueen tekniikoita ovat mm. sadeveden varastointi ja hyötykäyttö kasteluvetenä sekä esim. läpäisevät pinnoitteet. Erityistä huomiota kiinnitetään siihen, että estettäisiin ns. ensihuuhtouman (first flush) mukana aiheutuva kuormitus mahdollisimman hyvin.

Hulevesien johtamisjärjestelmistä keskeisiä ja yleisimmin käytettyjä ovat loivamuotoiset kadunvarsien painanteet (swales), joita hoidetaan yleensä nurmipäällysteisinä (Kuva 14). Niissä tapahtuu huleveden virtauksen hidastumista ruohokasvillisuuden vaikutuksesta ja niissä voi myös imeytyä vettä pohjamaahan erityisesti sateen alkuvaiheessa. Imeytymistä voidaan edistää patoamalla painanne tietylle tasolle siten, että ylivuotojärjestelmänä toimivan hulevesiviemärin kannet ovat joi-takin kymmeniä senttimetrejä painanteen pohjan pintaa ylempänä. Lisäksi painanteen kohdalle voidaan tehdä saloitettu sorapatja, jolloin painanteen imukyky ja veden suotautuminen savi-pitoiseen pohjamaahan paranee. Passiivisilla käsittelyjärjestelmillä tarkoitetaan erilaisia biologiseen puhdistukseen perustuvia hulevesien käsittely-alueita, kuten imeytyskaistoja (filter strips), säännöstelyaltaita, lammikoita ja kosteikoita. Imeytyskaistoja suositellaan toteutettaviksi kosteikkoihin



Kuva 14. Kadunvarsipainanne kerää katuvesien epäpuhtauksia. Ylivuotokaivojen kannet ovat pohjan tasoa ylempänä. Suomen oloissa painanteisiin johtavien aukkojen tulee olla avonaisempia tukkeutumisen estämiseksi. Dundee, Skotlanti.



Kuva 15. Hulevesilampi toimii tievesien puhdistajana ja samalla asuinalueen vesi-aiheena. Etualalla tievesien imeytyskaista. Turvallisuutta pyritään lisäämään viitteellisellä aidalla. Dunfermline, Skotlanti

valuvien vesien käsittelyssä siten, että vesi valuu tasaisesti niiden yli. Niitä voidaan käyttää myös teiden varsissa.

Kuivat säännöstelyaltaat (detention ponds) ovat alueita, joihin hulevesi kerääntyy vain rankkasateilla. Ne voivat toimia lähinnä vain kiintoaineksien saostajina ja ongelmana voi olla saostuneen aineksen lähtö uudelleen liikkeelle. Alueet voivat soveltua kuivana aikana esimerkiksi virkistyskäyttöön. Säännöstelylammissa (retention ponds) on aina tietty vesialue ja lisäksi vesipinta pääsee nousemaan ja vesitilavuus kasvamaan, mikä tulee ottaa huomioon

muotoilussa. Pysyvistä vedestä on etua ravinteiden hajoamiselle ja alueiden visuaaliselle ilmeelle. Ravinteisuus voi kuitenkin aiheuttaa mm. levänkasvua. Valuma-alueeksi suositellaan veden riittävyyden takia vähintään 5 ha tai lampeen pitäisi tulla perusvirtausta (Kuva 15). Kosteikot ovat tavallaan tehostettuja säännöstelylampia, joissa vedenvaihtelualue on laajempi ja se muodostuu tulvakasvillisuudesta. Niillä voi olla merkitystä myös eliöstön kannalta. Hulevesien käsittelyyn rakennettujen lampien ja kosteikkojen eliöstöllistä arvoa suositellaan parannettavaksi

vaihtelevalla muotoilulla (SEPA 2000). Erilaisia vesisyvyyskäsiä ja vain ajoittain tulvan alle jääviä alueita tulisi olla eri puolilla kosteikkoja. Koska puhtas vesi lisää vaateliiden eliöiden viihtymistä kosteikossa, suositellaan muotoiltavaksi muusta vesialueesta erillisiä, suojaisia lampareita.

Skotlannissa käytössä olevat menetelmät ovat periaatteessa samantapaisia kuin esimerkiksi Saksassa ja USA:ssa. Suomen oloihin käyttökelpoisimpia voivat olla esimerkiksi tienvarsipainanteet ja kosteikot. Kumpiakaan ei Suomessa ole vielä juuri toteutettu hulevesien käsittelyyn. Hulevesikosteikkojen ja lampien muotoiluperiaatteet eliöstön kannalta ovat merkittävä tutkimusalue, jolla voisi olla huomattava merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle myös Suomessa. Mellunkylän alueen suunnittelussa luontainen lähteellisyys antaa mahdollisuuden vesiolosuhteiltaan monipuolisten kosteikkojen toteuttamiseen.

3.5 Hulevesistrategiaa Ruotsissa

Ruotsissa on kokeiltu pitkään kosteikkoja maatalousalueiden ja sittemmin myös taajama-alueiden valumavesien

käsittelyyn erityisesti Etelä-Ruotsin kaupungeissa. Asutusalueiden yhteydessä puhutaan paikallisesta sadeveden käsittelystä (lokal omhändertagandet av dagvatten, LOD). Tukholman hulevesistrategian (Stockholms stad 2002) tarkoituksena on selvittää, miten hulevesien likaantumista voidaan estää valuma-alueella, millaisia puhdistustoimenpiteitä olisi otettava käyttöön ja miten voidaan levittää tietoa sadeveden käsittelystä ja hyödyntämisestä asuntoalueiden suunnittelussa (Kuva 16). Haitallisten, liukenevien aineiden käyttöä pyritään rajoittamaan rakentamisessa, esimerkiksi kattomateriaaleissa.

Tukholmassa paikallinen sadeveden käsittely otettiin periaatteeksi uudisrakentamisessa jo vuonna 1994. Paikallista käsittelyä edistetään kaavamääräyksillä, rakennuttajien informoisella ja jätevesimaksuilla. Kiinteistöille, jotka käsittelevät hulevesiä paikallisesti, annetaan alennusta jätevesimaksusta. Maksualennukset pyritään määrittämään riittäviksi, jotta menetelmät tulisivat houkutteleviksi.

Koska kaikkia hulevesiä on vaikea käsitellä, puhdistustarvetta pyritään arvioimaan vastaanottavan vesistön ja toisaalta hulevesien likaisuusasteen mukaan, ottaen lisäksi huomioon tekniset



Kuva 16. Uudella asuntoalueella sadevedet johdetaan etualalla olevalle imeytysalueelle, Hammarby Sjöstad, Tukholma.

ja taloudelliset edellytykset. Stockhoms Vatten AB arvioi yksittäistapaukset yhdessä kaupungin ympäristöhallinnon kanssa. Sen vastuulle kuuluu myös edistää sitä, että mahdollisimman suuri osa puhtaista sadevesistä imeytetään ja että sadeveden esiintyminen tehdään havaittavaksi kaupungissa esteettisistä ja pedagogisista syistä. Laitos myös hoitaa kaupungin vastuulla olevia hulevesien käsittelyalueita. Rakennettaessa kosteikkoja myös esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden takia sovitaan kustannusten jaosta katu- ja kiinteistöosaston kanssa. Lumenkäsittelyn yleisperiaatteena on lumen pois kuljetuksen välttäminen ja paikallisten, pienien lumenkaatopaikkojen etsiminen. Lumen kaataminen pienten järvien jäälle on kielletty.

Tukholman hulevesistrategia on esimerkki kattavasta ja monipuolisesta politiikasta hulevesien haittojen vähentämiseksi ja huleveden hyödyntämiseksi asuinympäristössä. Myös Suomessa, erityisesti kasvukeskusalueiden kunnissa, olisi syytä aloittaa vastaavan tyyppisten strategioiden valmistelu.

3.6 Talviajan ongelmia ja ratkaisuja

Talviaika tuo erityisiä ongelmia hulevesien käsittelylle pohjoisissa olosuh-

teissa maaperän routaantumisen, lampien ja kosteikkojen jäätyksen ja lumen sulamisen aiheuttaman kuormitushuipun takia. Sen vuoksi pohjoiset erityisolosuhteet on otettava huomioon, kun kehitetään hulevesien käsittelyjärjestelmiä Suomessa. Pohjoisia erityisvaatimuksia on tutkittu USA:n pohjoisilla alueilla, Kanadassa ja viime aikoina myös Ruotsissa, jossa järjestettiin ensimmäinen aihetta käsittelevä kansainvälinen kongressi keväällä 2003. Seuraavassa esitetään kongressissa esiintulleita näkökohtia ja menetelmiä.

3.6.1 Talviaikainen kuormitus

Talviaikainen kuormitus on yleisesti 60% hulevesikuormituksesta (Marsalek ym. 2003). Välittömästi kaupunkiympäristöstä tulevat (liikenne, lämmitys, teollisuus) ja lisäksi kauempaa tulleet, ilmassa lumihiutaleisiin sitoutuneet epäpuhtaudet varastoituvat lumeen. Sade- ja sulamisveden imeytyminen maaperään talviaikaan on vähäistä ja sulamisaikana seuraa tulvimista ja aineiden liikkeelle lähtöä. Lumen käsittelytapa vaikuttaa aineiden kulkeutumiseen kaupunkioissa, minkä lisäksi tulvan aikana lähtee liikkeelle muita epäpuhtauksia. Tiealueilta tulee huomattavaa kuormitusta, joka kohdistuu erityisesti noin 5 metrin levyiselle lähialueelle. Lumettomiin aikoihin verrat-



Kuva 17. Sulamisvaiheessa lähtevät ensin äkillisesti liikkeelle liukoiset aineet, kuten tiesuola. Kuva Itävälän varresta, missä ajoradan ja kevyen liikenteen väylän välinen painanne toimii sulamisvesien laskeutusaltaana.

tuna kemikaalien ja materiaalin kasaantumisen on voimakkaampaa kylmänä aikana, mikä johtuu lämmityksestä, autonmoottoreiden heikommasta toiminnasta sekä liukkaudentorjuntaan käytetyistä aineista. Sulamisen yhteydessä vesistöihin aiheutuu äkillisiä tai jatkuvampia ekologisesti haitallisia muutoksia, sillä kuormitus on tällöin suurempaa kuin tavallisten sateiden yhteydessä kesäaikaan (Marsalek ym. 2003). Lumen sulamisen alkuvaiheessa lähtevät liikkeelle liukoiset aineet, kuten tiesuola, jonka on lisäksi todettu edistävän mm. raskasmetallien liikkeelle lähtöä. Mellunkylänpurolla on todettu huomattavia suolapitoisuuden vaihteluita yhden vuorokauden aikana sulamisen alkuvaiheessa (Ruth 2003) (Kuva 17). Vaikka esimerkiksi suola ei sellaisenaan ole välttämättä eliöille myrkyllinen, arvellaan voimakkaan suolapitoisuuden vaihtelun, liittyneenä muiden myrkyllisten aineiden samanaikaiseen liikkeellelähtöön, aiheuttavan eliöille shokki-vaikutuksen.

3.6.2 Maaperäimeytys sulamisvaiheessa

Sulamisveden ensimmäisen huuhtoutumisen käsittelyssä paras tapa on veden suodattaminen tai imeyttäminen maahan, jossa voi tapahtua kiinnittymistä maahiukkasiin ja hajoamista mikrobien vaikutuksesta. (Oberts 2003). Myös routaantuneeseen maahan voi tapahtua imeytymistä, jos maa on päässyt kuivumaan syksyllä ennen jäätymistään. Muut ainekset kuin suola sitoutuvat varsin tehokkaasti maaperään, kun sulamisvesi valuu kohti pohjavettä. Imeyttäminen, suodattaminen ja laimentaminen ovat käsittelytoimenpiteiden tavoitteina sulamisvaiheen alussa. Sulamisen keski- ja loppuvaiheen toimenpiteiden tulisi keskittyä kiintoaineksen laskeuttamiseen, suodattamiseen ja pois keräämiseen. Sulamisvaiheen jälkeen jäljelle jääneet epäpuhtaudet saattavat lähteä helposti liikkeelle ensimmäisen sateen yhteydessä (ensihuuhtouma), minkä vuoksi saostuneet ja kuivuneet ainekset tulisi puhdistaa esimerkiksi keväisen katujen puhdis-

tuksen yhteydessä. Hulevesipainanteisiin voi kertyä huomattavia määriä hiekoitushiekkaa, mikä voi mataloittaa painanteita ja pienentää niiden veden varastoitumistilavuutta nopeasti, ellei hiekkaa poisteta. Loivia nurmipintaisia painanteita on puhdistettu kaduilla käytettävillä harjakoneilla.

Hiekkaisessa maaperässä imeytyminen voi hulevesien imeyttämistä varten rakennetuissa altaissa olla 15 mm tunnissa ja maaperään on todettu sitoutuvan suolaa, PAH-aineita ja orgaanisia aineita ilman, että pohjaveteen aiheutuisi haitallisia suolapitoisuuksia (Oberts 2003). Ensihuuhtouma, jossa on suurimmat pitoisuudet, olisi suositeltavaa johtaa imeytettäväksi esimerkiksi kasvillisuuden peittämiä painanteita pitkin imeytyskosteikkoihin. Ne estävä haitallisimpien sulamisvesien pääsyä vesistöön, vaikka myöhemmin tulevat, laimeammat vedet eivät enää pystyisikään imeytymään maaperän kylästyksen takia. Painanteiden muotoilulla ja pintauomien ahtaalla mitoituksella voidaan johtaa suurempia ja laimeampia vesimääriä myös imetyspainanteiden ohi, jos niiden mitoitus ei riitä suurille vesimäärille. Lisäksi erilaiset maanalaiset imeytysjärjestelmät toimivat hyvin talviolosuhteissa.

3.6.3 Lammikot ja kosteikot talviolloissa

Hulevesien käsittely lammikoissa on yleisimpiä käsittelymenetelmiä, mutta pohjoisissa oloissa niiden käytössä on ongelmia etenkin jäätyamisen takia. Esimerkiksi jos lampeen jäätyy metrin paksuinen jääkerros, kiintoaineksen laskeutumiselle tarpeellinen varastotilavuus vastaavasti pienenee. Jään alle sulamisvaiheessa virtaava vesi voi aiheuttaa pohjassa suuria virrannopeuksia ja jopa irrottaa aikaisemmin laskeutuneita kerrostumia (Marsalek ym. 2003). Myöhemmin runsaammat virtaamat nousevat helposti jään päälle. Lammikoilla voi kuitenkin olla merkitystä etenkin ensimmäisen huuhtoutumisen varastoinnissa ja laimennuksessa, jos jäätyminen haittoja pyritään estämään. Eräänä versiona pohjoihin oloihin ke-

hitetystä lammikosta on imeytyspainanteen ja lammikon yhdistelmä, jonka pohjalla oleva salaoja kuivattaa lammikon talveksi. Ensihuuhtouma imeytyy huokoisesta materiaalista tehtyyn lammikon pohjaan. Suurempia virtaamia varten on pato- ja poistoputkijärjestelmä, jotka mahdollistavat vedenpinnan nousun ja sulamisvesien määrän mukaan mitoitettun veden varastilavuuden (Oberts 2003).

Toisena mahdollisuutena on lammikon vedenpoistojärjestely, jolla lammikon vesi pidetään talvella alemmalla tasolla kuin kesällä. Keväällä ennen sulamiskautta poistoputken alempi aukko suljetaan ja sulamisvesi voi nousta ylemmälle tasolle, kun sulaminen alkaa. Kiintoaineksen laskeutuminen on siten mahdollista. Toimivien sulkujärjestelmien kehittäminen voi edellyttää paikallisia sovellutuksia. Jäätymisongelmien välttämiseksi lammikkoon johdettavat hulevesiputket suositellaan mitoittamaan suuriksi ja sijoittamaan tarvittaessa routa- ja jäätymisrajan alapuolelle.

Myös hulevesien käsittelyyn tarkoitettuja kosteikkoja voidaan kehittää pohjoisiin olosuhteisiin sopiviksi. Kosteikon pohjamaa voidaan kuivattaa samaan tapaan kuin lammikko tai imeytyspainanne, jolloin se toimii aluksi imeytyskenttänä. Veden noustessa kosteikkoon voidaan saada paremmin säännöstelytilavuutta kuin lammikkoon ja lisäksi veden virtausta voidaan ohjata matalien pohjakynnysten avulla oikovirtausten välttämiseksi.

3.6.4 Soveltaminen Suomeen

Arvioitaessa talviolosuhteisiin kehitettyjä menetelmien soveltamista Suomeen voidaan ainakin sulamisvesien maaperäimeytystä pitää melko helposti Suomessa sovellettavana. Tienvarsipainanteista on myönteisiä tutkimustuloksia mm. Luulajassa Pohjois-Ruotsissa. Suomessa on kokemusta mm. harmaiden jätevesien maaperäimeytyksestä ja -suodattuksesta, jotka menetelminä rinnastuvat maanalaisiin hulevesien imeytysjärjestelyihin. Riittävän suuriksi mitoitettuina niitä voitaisiin käyttää

myös olemassa olevien hulevesiviemäreiden yhteydessä jälkikäsitteilynä. Kaajanissa ja Oulussa on kokemuksia maanalaisesta hulevesien imeytyksestä louhoskerrokseen. Suomessa on toteutettu varsinaisia hulevesilampia tai -kosteikoita lähinnä vain moottoritien ympäristössä, sielläkin yleensä ilman erityisiä vedenjohto- ja patojärjestelyjä. Säädeltyjä patojärjestelyjä ja tyhjennettäviä altaita on kuitenkin toteutettu muuhun tarkoitukseen, joten vastaavien järjestelmien käyttöä hulevesilampien- ja kosteikoiden yhteydessä voitaisiin selvittää.

Mellunkylänpuron alueella sulamisvesien käsittelyä voitaisiin edistää helposti esimerkiksi valtaväylien ja katujen varrelle rakennettavilla imeytyspainanteilla. Erityisen tärkeitä tällaiset olisivat Porvoon moottoritien, Itäväylän, Länsimäentien ja Kontulantien varressa. Pohjavesialueilla on otettava huomioon pohjaveden suojeleminen. Tarvittaessa on estettävä imeytyminen syvemmälle ja johdettava vedet käsitteilyyn pohjavesialueen ulkopuolelle. Mellunkylän metroasemanseudulla on laaja pysäköintialue, jonka viherkaisuilla imeyttäminen olisi mahdollista. Uuden rakentamisen yhteydessä Länsimäentien varressa voitaisiin soveltaa talvioloihin kehitettyjä suunnitelluperiaatteita laajempien hulevesikosteikkojen toteutuksessa.

4

Kaupunkipurojen ekologinen merkitys ja sen parantaminen

Kaupunkipurot ovat merkittävä osatekijä kaupunkien viheralueilla sekä kaupunkikuvan että kaupunkiekologian kannalta. Puron virtaamasuhteissa ilmenee kaupunkialueelle satavan veden valunta, jonka luonne riippuu alkuperäisistä maastosuhteista ja kaupungin rakentamistavasta. Kaupunkipuro kulkee vesialueena viheralueiden ja rakennettujen alueiden läpi ja puron ja sen ranta-alueiden käsittelytapa vaikuttaa siihen, mikä merkitys purolla on yhtenäisenä jatkuvana ekologisena käytävänä.

Vesiuoma sinänsä toimii eliöiden liikkumisreitteinä siten, että pienet vesieliöt ajelehtivat virran mukana ja ryömivät pohjaa pitkin myös vastavirtaan. Kalat voivat nousta suistoalueelta puron latvoille. Padot, teitä alittavat rummut ja pitemmät putkiosuudet, samoin kuin mahdolliset luontaiset nousuesteet voivat rajoittaa vesieliöiden liikkumista. Lyhyillä tierummuilla ei ilmeisesti ole suurta estevaikutusta selkärangattomien liikkumiseen vastavirtaan, mutta esimerkiksi Longinojalla Malmilla todettiin 200 metriä pitkän Kehä I:n alituksen alapuolella huomattavasti enemmän pieneliöstöä kuin yläpuolella (Malinen 1998). Kalojen, esimerkiksi taimenten on voitu todeta kulkevan pitkienkin putkiosuuksien läpi, jos vesisyvyys on riittävä. Esimerkiksi Longinojalla on nähty saman putkiosuuden yläpuolella Vantaanjoesta nousseita taimenia.

Purokäytävä on paitsi leviämisen- ja liikkumisväylä, myös itsekin elinympäristö ja toimii siten runsaan ja monipuolisen eliöstönsä ansiosta varastona ympäröivän luonnon uudistumiselle (Forman & Collinge 1993). Purouoman merkitys ekologisena käytävänä korostuu silloin, kun purolla on yhtenäisinä jatkuvat rantavyöhykkeet, koska

tällöin myös puron ranta-alueilla kulkevat maaeläimet voivat käyttää puronvartta liikkumiseensa. Purossa voidaan erottaa useita itsellisiä käytäviä rinnatusten: purouoma, puron penkereet, puroa seuraileva tie ja sitä reunustava viheralue jne. (Malanson 1993).

Teitä alittavat rummut ja pitemmät putkiosuudet katkaisevat puron rantojen maayhteyden, minkä vuoksi rummut tulisi pyrkiä korvaamaan silloilla tai avarilla tunneleilla. Luonnonvaraisten kasvien ja eläinten leviämisen ohella puronvarsi voi toimia myös ihmisten liikkumisreitteinä viheralueelta toiselle. Parhaiten puron merkitys ekologisena käytävänä ja samalla virkistysreitteinä esim. teiden ali voidaan turvata siltaratkaisuilla. Purouomien avaaminen, uomarakenteen monipuolistaminen ja yhtenäisten ranta-alueiden aikaansaaminen kuuluu keskeisenä tehtävänä kaupunkien viheralueiden verkoston kehittämiseen.

4.1 Taustaesimerkkejä

4.1.1 Purojen avaamista Keski-Euroopassa

Kaupunkialueiden purovesistöjen ekologisen tilan elvyttäminen muodostui vesistöjen kunnostuksen päämääräksi Keski-Euroopassa 1980-luvulta alkaen. Sveitsissä Zürichin kanttoonissa perustettiin laaja virtavesien kunnostusohjelma vuonna 1987 ja siihen liittyen erillinen Zürichin kaupunkipuro-ohjelma, jonka tarkoituksena oli erityisesti putkitettujen ja kanalisoitujen purojen avaaminen ja palauttaminen luontaiseen tilaan (Göldi 1988). Ohjelmalla pyrittiin saamaan yhteisviemäriintiin johdetut puhtaat puro- ja lähdevedet elävöittämään uudelleen kaupungin viheraluei-

ta. Ideana oli, että purolaaksot saataisiin muodostamaan ekologisesti yhtenäisiä ja samalla virkistysreittejä toimivia vyöhykkeitä korkeilta metsäselän-teiltä Zürich-järven ja Reiniin laskevan Limmat-joen ranta-alueille. Alunperin katsottiin yli 60 puron avaamisen tai kunnostamisen olevan mahdollista. Vuoteen 1999 mennessä oli 35 putkitet- tua puroa jo kunnostettu (Hanski & Jormola 2000). Osa kunnostetuista pu-rouomista on mitoitettu vain esimer- kiksi keskiylivirtaamille, jolloin suurim- mat virtaamat varaudutaan johtamaan edelleen putkissa päävesistöön.

Purojen kunnostuksen periaattei- na oli mahdollisimman luonnonmukai- sen uomarakenteen ja rantavyöhykkei- den aikaansaaminen. Purojen muotoi- lussa kiinnitettiin huomiota seuraaviin seikkoihin (Villiger & Heim 1988)

- purouoman pitää olla linjauksel- taan vaihtelevasti mutkitteleva
- puron ranta on merkittävä puro- eliöiden elinympäristö, jota tulee tarpeen vaatiessa suojata eroosiol- ta, mutta mieluiten kasvillisuuteen perustuvilla suojausmenetelmillä
- purouoman yhteyden kuuluu ta- sainen tai loivasti nouseva tulva-

tasanne, jolla voi olla myös esimer- kiksi tulvatilanteessa veden alle jää- viä kävelypolkuja

- tulvatasanne rajautuu uomapenke- reen reunaan, johon voidaan ra- kentaa varsinainen kävelytie

Esimerkkinä Zürichin avatuista, aikai- semmin putkessa kulkeneista puroista on Döltsibach, joka on kaivettu mutkit- telemaan kerrostalojen välissä. Puro li- sää asuinympäristön arvoa ja mm. eri- laisten hyönteisten määrää alueella. Asukkaat ovat olleet tyytyväisiä hank- keen toteuttamiseen (Hanski & Jormo- la 2000) (Kuva 18).

Toisena esimerkkinä Zürichissä on Nebelbach, joka avattiin tilan puuttees- sa kulkemaan täysin rakennetussa, va- jaa 2 metriä leveässä uomassa kadun ja jalkakäytävän väliin. (Kuva 19) Reuna- muurien sisään on muotoiltu kivistä ja vesikasveista pieni mutkitteleva uoma. Puro laskee Zürichjärveen ja siinä esiin- tyy purotaimenia. Puro on osoitus sii- tä, että kaupunkipuron saaminen toi- mimaan ekologisesti arvokkaana uo- mana on tarvittaessa mahdollista hy- vinkin ahtaissa paikoissa.



Kuva 18. Asuntoalueen keskelle putkesta avattu puro elävöittää piha-alueetta Zürichissä.



Kuva 19. Katualueelle avattu puro Zürichissä. Purossa elää taimenia.

4.1.2 *Urbaaneja taimenpuroja Suomessa*

Suomessa kaupunkipurojen asema vesistöinä ei ole yhtä selvästi tiedostettu kuin Keski-Euroopassa, vaan edelleen on tapauksia, että suunnitellaan ja toteutetaan purovesien putkitusta ja kanavointia myös pääkaupunkiseudulla. Tilan puute ja myös hulevesien johtamistarve ovat johtaneet jopa eliöstöllisesti arvokkaiden purojen tekniseen rakentamistapaan viime aikoihin asti. Kaupunkipuroissa on ilmennyt, huolimatta hulevesien suuresta määrästä, yllättäviä arvoja jopa lohikalojen elinympäristöinä. Asukkaiden ja kalaston hoitoa harrastavien kansalaisjärjestöjen aktiivisuuden ansiosta kuntien toimintavoissa on jo ainakin osittain nähtävissä muutoksia.

Monikonpuro rakennustyömaana

Espoon Monikonpuro on tunnettu esimerkki kaupunkialueella olevasta taimenpurosta, joka on kokenut huomattavia muutoksia, mutta joka on kuitenkin säilynyt edelleen kalastollisesti merkittävänä muutoksienkin keskellä.

Kalastusharrastajien järjestö Taimeninstituutti istutti Monikonpuroon Ingarskilanjoen taimenta vuonna 1994, mutta vuonna 2000 tehdyssä tutkimuksessa tavattiin purosta myös geneettisesti alkuperäisiä taimenia (Saura 2001). Taimeninstituutti kunnosti Monikonpurossa olleita taimenen kutualueita mm. rantaradan varressa Kehä I:n sillan alla 1990-luvulla. Kunnostettu puron alin kutualue, johon nousi merestä taimenia kutemaan, oli kuitenkin joutumassa suurten muutoksien kohteeksi, kun esitettiin suunnitelmat Leppävaaran kaupunkiradan ja Leppävaaran uuden liikekeskuksen toteuttamiseksi.

Puro uhkasi alkuperäisen kaavaehdotuksen mukaan joutua putkitettavaksi 800 metrin matkalla Leppävaaran uudella keskusta-alueella. Puron säilyttämisen takia perustettu kansalaisjärjestö Monikonpuroliike kääntyi SYKEN luonnonmukaisen vesirakentamisen asiantuntijoiden puoleen, jotta voitaisiin estää puron laajamittainen putkit-

taminen. Monikonpuroliikkeen tavoitteena oli kaavan muuttaminen niin, että puro olisi ollut kokonaan avoin ja sille olisi jäänyt reilusti tilaa. Espoon kaupunki halusi kuitenkin pysyä alkupe- räisessä kaavallisessa perusratkaisussa. Myös olemassa olevat ja suunnitellut maanalaiset rakenteet haittasivat pitemmän avouoman toteuttamista. Neuvottelujen tuloksena Espoon kaupunki päätti muuttaa suunnitelmia siten, että osa putkiosuudesta toteutettaisiin samalla paikalla avokanavana ja lisäksi keskeisen torialueen ja puiston koski- aiheena. Putkiosuuksina toteutettiin lopullisessa suunnitelmassa yhteensä noin 500 metriä. Koska taimenen tiedetään kulkevan myös putkiosuuksissa, pyrittiin kalaston vaatima uintisyvyys ottamaan huomioon rakentamalla putkeen välikynnyksiä. Avokanavaosuudet jouduttiin mm. kellarien takia toteuttamaan täysin rakenteellisena ja vedenpitävänä betonikaukalona, mutta kanavan sisään toteutettiin kapea luonnonkivillä verhoiltu alivesiuoma noin 3 metrin syvyyteen kadun tasosta. Purolla on siten jossakin määrin luonnon- tilaisen puron ominaisuuksia, vaikka se onkin kokonaan keinotekoisesti rakennettu. Torialueen ja korttelipuiston yhteyteen toteutettiin koskiaiheet, joiden ääreen on pääsy portaita pitkin (Jormola et al. 2003) (Kuva 20).

Keskusta-alueen itäreunassa Leppäviidan ekologisen asumisen korttelialueella Monikonpuroon uoma hyödynnettiin vesiaiheena osana asunto- alueeseen kuuluvaa korttelin omaa piha- aluetta. Uomaan tehtiin suvantomainen laajennus, rakennettua laiturirantaa ja tulvauoma. Uoman käsittelytapa osoittaa, että kun puro otetaan kaavasuu- nittelun teemaksi jo alunperin, voidaan puroa hyödyntää asuinalueen viihty- syyden lisääjänä. Uoman kunnostami- sen kustannukset sisältyvät myös luon- tevasti koko alueen toteutukseen ja to- dennäköisesti korvautuvat alueen ar- vostuksessa (Kuva 21).

Tulvauoman toteuttamisessa on pyritty ottamaan huomioon purovesis- tön vaihteleva luonne eri virtaamilla ja veden korkeuksilla. Jotta tulvauomal- la olisi merkitystä puron virtaamien ta-



Kuva 20. Monikonpuroon on tehty kapea alivesiuoma ja torin koskiaihe muurien sisään rakennettuun avouomaan. Kuvassa olevasta Ratsutorin koskesta on tavattu yksittäisiä taimenia, mutta pysyvämpää taimenien oleskelua ei ole todettu.



Kuva 21. Monikonpuroa on hyödynnetty Leppäviidan asuntoalueen vesiaiheena. Kuvan oikeassa laidassa on tulvauoma, jossa kulkee vettä vain ylivirtaamatilanteissa.

saamisessa, alapuolisen koskikynnyksen pitäisi ehkä olla kapeampi ja ahtaampi, jolloin suuret virtaamat nostaisivat herkemmin veden pintaa. Ongelmana laajan suvannon toteuttamisessa on todettu levähaittoja kesällä vähäisen virtaaman aikaan, minkä vuoksi pienissä kaupunkipuroissa on ilmeisesti varmintä pitäytyä melko kapeissa, virtaveden tyyppisissä vesiaiheissa.

Tutkittaessa kalastoa putkiosuuden rakentamisen jälkeen kesällä 2002 havaittiin, että purossa on edelleen erinomainen taimenkanta ja poikasia oli runsaasti (Tuominen-Halomo 2002). Lisääntyvien taimenten arvellaan olevan lähinnä purossa pysyvästi elävää, paikallista purotaimenkanta. Myös kanavaosuiden keskelle rakennetussa tekokoskessa tavattiin taimenia, vaikka varsinai-

set arvokkaat poikastuotantoalueet ovatkin rakennetun alueen yläpuolella (Saura & Könönen 2002). Alkuperäinen kunnostettu kutualue radan varressa kuitenkin menetettiin uoman uuden linjauksen seurauksena, joten on epävarmaa, voivatko merestä mahdollisesti nousevat taimenet enää kutea puron alaosissa, rakennetun puro-osuuden alapuolella. Rakennetulle kanavaosuudelle nousee runsaasti pienempää kalaa, mm. kolmi- ja kymmenpiikkejä, joita taimenet käyttävät ravintonaan, joten myöskään taimenen nousulle merestä yläpuolisille kutualueille ei pitäisi olla mitään estettä (Saura & Könönen 2002).

Monikonpuro on monipuolinen esimerkki kaupunkipurosta, joka kuvastaa muuttuneita käsityksiä kaupunkipurujen merkityksestä ja arvostuksesta kaupunkisuunnittelussa. Kalastoon liittyvän tutkimustiedon perusteella Espoon kaupunki pyrki puron suunnittelussa kalaston olojen turvaamiseen putkiosuuksissa ja mm. uoman pohjan pienipiirteisellä muotoilulla kanavaseinämien välissä. Toteutustapa ei silti täysin vastaa luonnonmukaisen vesirakentamisen perustavoitteita monimuotoisesta uomasta, jolla tulisi mielellään olla edes kapeat rantavyöhykkeet. Luonnonkivillä verhoillulla alivesiuomalla voitiin kanavaosuuksiin kuitenkin saada jonkin verran monimuotoisuutta ja ratkaisu on selvästi parempi kuin esimerkiksi putkiosuus tai aina koko leveydeltään hitaasti virtaava kanava. Puron toteutustapa oli kompromissi, jossa kaupunki halusi pysyä alkuperäisessä kaavan perusratkaisussa, jossa ei jäänyt puron varteen tilaa, mutta pyrki samalla aktiivisesti muokkaamaan kanavauoman ja putkiosuuksien toteutustapaa sekä kansalaisyhteistyön painostuksen että uusien lupaprosessin vaatimusten takia. Toteutuksesta osittain avouomana aiheutui kaupungille lisäkustannuksia, mutta samalla kanavaosuudet ja koskiaiheet lisäävät mm. torialueen ja kerrostaloympäristön vetovoimaisuutta.

Longinojan kalastokunnostukset

Kalastusharrastajien vapaaehtoisjärjestöt Virtavesien hoitoyhdistys (VIRHO) ja viime aikoina erityisesti Suomalaisen kalastusmatkailun edistämisseuran (SKES) nuorisajaos Taimentiimi ovat kunnostaneet Helsingin pohjoisosassa sijaitsevaa Longinojaa vuodesta 1998 alkaen (Pirhonen 2003). Longinoja on Vantaajoen alin sivupuro. Uoman yläjuoksu on suoraksi kaivettua ojaa Puistolassa ja Tapanilassa, uoma virtaa luonnonmukaisempana purona Malmin keskusta läpi ja laskee edelleen suoraksi kaivettuna uomana Vantaanjokeen Pukimäessä. Puroon virtaa lähdevesiä. Talkoolaiset ovat kunnostaneet lähinnä uusia taimenen kutualueita tuomalla uomaan käsin kutusoraa (SKES 2004). Osittain istutettuina, osittain Vantaanjoesta nousseina lajeina Longinojasta on tavattu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen sähkökalastuksissa taimenta ja harjasta tavallisten Vantaanjoessa esiintyvien kalojen lisäksi (Halonen 2003) (Kuva 22). Puroon on istutettu myös lohen poikasia ja niitä on saatu koekalastuksissa. Suurikokoisten, Vantaanjoesta nousseiden taimenparien on nähty kutevan purossa, mutta toistaiseksi ei ole voitu kuitenkaan osoittaa kudun onnistuneen ja poikasten kuoriutuneen. Syyksi epäillään mm. hulevesien kiintoaineksen ja tiesuolan haitallisia vaikutuksia ja lisäksi vähäsateisuudesta johtuvaa veden vähyyttä sekä kutualueiden jäätymistä talvella.

Longinoja on esimerkki ennakkoluulottomien harrastajien toiminnasta kaupunkipuron kunnostamiseksi puroksi, jossa elää perinteisen ajattelutavan mukaan vain Lapin joissa esiintyviä kalalajeja. Jos taimenen ja mahdollisesti myös lohen kutu alkaa onnistua purossa, sille voi muodostua merkittävä rooli Vantaanjoen omien vaelluskalakantojen poikastuotantoalueena. Puron tulevaisuutta uhkaa mm. parhailaan laajentumassa oleva asutus. Lisääntyvät hulevedet uhkaavat kaupunkipuroja mm. koirien jätösten aiheuttaman ravinnelisyksen takia (VIRHO 2004). Longinojaa on muokattu kanavamaiseksi ojaksi uuden rakentamisen yhtey-

Longinojan Taimen (koiras + pituus 316 mm, paino 310 g)



Longinojan Taimen (naara + pituus 274 mm, paino 192 g)



Kuva 22. Longinojasta koekalastettuja, mitattavina olevia taimenia. Kuva: Juha Salonen.

dessä mm. Tapanilan alueella. Yleiskaa-
vassa on esitetty Malmin lentokentän
rakentamista laajaksi asuntoalueeksi,
joten perinteisesti toteutettuna puron
valuma-alueen luonne olisi heikenty-
mässä ratkaisevasti. Puron tulevaisuus
tulisi turvata siten, että estetään haital-
liset hulevesivaikutukset. Uoman ka-
lastollista merkityksen perusedellytyk-
siä tulee parantaa kaikissa tilanteissa,
joissa se on mahdollista uuden raken-
tamisen yhteydessä. Vapaaehtoisjärjes-
töt tulee ottaa mukaan purovesistön
tilaan vaikuttaviin hankkeisiin. Kau-
pungin tulisi omassa toiminnassaan tu-
kea puron kalastollista kunnostusta ja
samalla puron kehittämistä alueen asu-
tuksen ja viheralueiden arvokkaimmak-
si osaksi.

4.2 Purokunnostuksen suunnittelun lähtökohtia

4.2.1 Vesipuidedirektiivi

Virtavesien kunnostuksen lähtökohta-
na on vuonna 2000 voimaan tullut EU:n
vesipolitiikan puitedirektiivi, joka vel-
voittaa EU:n jäsenmaita huolehtimaan
vesistöjen ekologisesta tilasta. Hyvä
ekologinen tila tulisi saavuttaa 15 vuo-
dessa direktiivin voimaan astumisesta
eli vuoteen 2015 mennessä. (Euroopan
parlamentin ja neuvoston direktiivi
2000/60/EY). Luokiteltaviksi tulevien
vesistöjen valuma-alueen koon alaraja-
na on pidetty Suomessa 10 km², joten
tilan arviointi koskee tällä perusteella

myös pieniä kaupunkipuroja. Tavoit-
teena olevaan vesistöjen hyvään eko-
logiseen tilaan kuuluu paitsi hyvä ve-
den laatu, myös hyvä vesistön raken-
teellinen tila. Vesistön rakenteella tar-
koitetaan kaikkia jokiuoman ja sen ym-
päristön piirteitä sikäli kuin ne vaikut-
tavat hydraulisesti, jokimorfologisesti
tai hydrobiologisesti (Hanski 2000). Yk-
sittäinen rakenteellinen piirre voi olla
kehittynyt luontaisesti tai se voi olla
ihmisen toiminnan aikaansaama. Alue-
elle asettuvien kasvien ja eläinten mää-
rä ja lajikoostumus riippuvat suurelta
osin joen rakenteesta (Landesumwel-
tamt Nordrhein-Westfalen 1998). Hy-
vän tilan saavuttamista arvioidaan ver-
taamalla kutakin vesistöä luonnontilai-
siin vertailuvesistöihin.

Kaupunkipurojen rakenne on usein
huomattavalta osin muutettu. Kunnos-
tuksella tulee pyrkiä muutettujen omi-
naisuuksien korjaamiseen ja monipuo-
listamiseen. Vesistö voidaan nimetä voi-
makkaasti muutetuksi, jos hyvään eko-
logiseen tilaan pääsemistä ei voida koh-
tuudella saavuttaa. Myös voimakkaasti
muutetuksi luokiteltujen vesistöjen ti-
laa tulee parantaa saavutettavissa ole-
vaan hyvään tilaan. Vaikka ympäristö-
tavoitteet ovat lievempiä, on silti py-
rittävä parhaaseen mahdolliseen tilaan,
joka voidaan rajoitteet huomioiden saa-
vuttaa (Järvenpää 2004). Käytännössä
varsinaista voimakkaasti muutetuksi
nimeämistä tarkastellaan ainakin tois-
taiseksi vain suurempien jokivesien
osalta, mutta tarkastelu saattaa myö-
hemmin koskea myös purovesistöjä.

4.2.2 Kunnostuksen tavoiteasettelu

Suunniteltaessa kunnostustoimia, joil-
la pyritään virtaveden rakenteellisen
ja ekologisen tilan parantamiseen, so-
velletaan nykyisin ns. luonnonmukais-
ta vesirakentamista, jonka tavoitteet
vastaavat vesipuidedirektiivin tavoit-
teita. Sillä tarkoitetaan vesistön raken-
teeseen kohdistuvia toimenpiteitä, joil-
la pyritään luonnontilan ja maisema-
arvojen säilyttämiseen tai palauttami-
seen, ottaen samalla huomioon vesis-
töjen käyttötarpeet ja niissä tapahtuvat

muutokset (Jormola et al. 2003). Kaupunkipurojen osalta voidaan todeta tietty käyttötärpeen painopisteen muutos, joka tukee purojen kunnostustoimintaa. Esimerkiksi Helsingin purovesistöt ovat siirtyneet Helsingin vedeltä Rakennusviraston viheryksikön hoitoon. Purojen käyttöintressien painopiste on aikaisemmin ollut enemmän purovesistöjen teknisessä toimivuudessa kaupungin kuivatusjärjestelmän osana. Myös kiinnostus vesiaiheiden käyttöön ja uusien vesiaiheiden rakentamiseen kaupunkisuunnittelussa voidaan nähdä kaupunkipurojen kunnostusta tukevana käyttötärpeen muutoksena. Nyt on entistä paremmat mahdollisuudet suunnata purovesien hoito purojen maisemallisen ja kaupunkiekologisen arvon parantamiseen, unohtamatta kuitenkin turvallisuutta ja teknisiä ja taloudellisia edellytyksiä.

Purot kuuluvat oleellisena osana viheralueiden kehittämiseen. Purojen kunnostusta on ennakoitu uudessa Helsingin purojen kuntokartoituksessa (Pasenius 2001), jossa viitataan vesipuitedirektiivin tuomaan kunnostustarpeeseen. Koska purovesistöihin kytkeytyvän, olemassa olevan hulevesiviemäröinnin hoito ja myös uusien kuivatusjärjestelmien suunnittelu kuuluu edelleen Helsingin vedelle, uusia suunnitteluperiaatteita on kehitettävä yhteistyössä.

Vesistöjen kunnostustoimenpiteiden suunnitteluun on luonnonmukaiseen vesirakentamisen kautta tullut uutena suunnittelumetodina ns. tavoitekuvatarkastelu. Sitä on Suomessa kehitetty toistaiseksi kansallispuisto-olosuhteissa Nuuksion Myllypuron ennallistuksessa (Järvenpää 2004), jolloin toteutuksessa on voitu päästä varsin kokonaisvaltaiseen ja täydelliseen luonnontilan palauttamiseen. Tässä tutkimuksessa tavoitekuvatarkastelua sovelletaan kaupunkiolosuhteisiin, jolloin on otettava huomioon runsaasti pysyviä tai vain pitkän ajan kuluessa muutettavissa olevia reunaehtoja.

Tavoitekuva on kuvaus virtaveden toivotuista ominaisuuksista ja kehityksestä pitkällä aikavälillä (Järvelä 1998). Tavoitekuva on siis vesistön kunnos-

tuksen päämäärä, joka on vesistökohtaisesti yksilöity ja konkretisoitu kuvaus vesipuitedirektiivin edellyttämästä hyvästä ekologisesta tilasta. Vesistön tavoitekuva muodostetaan kaksivaiheisena siten, että aluksi arvioidaan vesistön tavoitteellinen ekologinen tila ilman mitään ulkoisia rajoitteita ja vasta sen jälkeen toiminnallinen tavoitekuva, jossa rajoitteet ja reunaehdot otetaan huomioon. Ensiksi muodostettavaa tavoitekuvaa kutsutaan visionääriseksi tavoitekuvaksi ja se muodostaa kunnostukselle vertailuolosuhteet, joihin vesistön nykytilaa verrataan (Jormola ym. 2003). Vertailuolosuhteiden perusteena voi olla seuraavia lähteitä:

- luonnontilainen vertailuosuus joko samasta tai muusta vesistöstä, jossa olosuhteet ovat riittävän samankaltaiset
- vanhat kartta- ja ilmakuvatiedot vesistön aikaisemmasta tilasta
- vanhat kalastotiedot ja muu vanha tieto uoman historiasta
- mahdollinen hydrologinen mallinnus ja esim. habitaattimallien laatiminen eliöiden vaatimista virtausoloista. Hydrologisia malleja, joilla voitaisiin ennustaa maankäytön vaikutuksia, on toistaiseksi vähän käytettävissä.

Visionaarista tavoitekuvaa verrataan uoman nykyisessä tilassa todettuihin epäkohtiin. Samalla todetaan reunaehdot, jotka eivät ole muutettavissa uoman kunnostuksessa. Tällaisia ovat kaupunkialueella mm. uomassa tai sen lähellä olevat pysyväisluonteiset rakenteet ja tilan puute sekä turvallisuuden ja rakenteiden vaurioitumiseen liittyvät seikat, kuten tulvanvaaran esittäminen. Lisääntyvä rakentaminen määrittellen tulevaisuudessa kaavoissa, mutta sen toteutustapaa on mahdollista ohjata. Osa reunaehdoista voi olla myös kunnostusta tukevia, kuten vesipuitedirektiivi ja vesistöjen kunnostuksia koskevat kunnalliset ohjelmat. Reunaehto- ja visionaarisen tavoitekuvan perusteella muodostetaan toiminnallinen tavoitekuva, jonka perusteella esitetään varsinaiset kunnostuksen käytännölliset tavoitteet.

Vesistön kunnostuksen tavoitekuvassa arvioidaan vesistöä monipuolisesti mm seuraavien tavoitekuvan rakenneosien perusteella (Järvelä 1998) Samoja rakenneosia käytetään arvioitaessa vesistön hyvää ekologista tilaa ja sen saavuttamista:

- Virtaamadynamiikka, jonka perustana ovat luonnontilaisella valuma-alueella tyypilliset ominaisuudet. Kaupunkirakentaminen on muuttanut niitä voimakkaasti.
- Uomadynamiikka, jonka lähtökohdiana on virtaveden linjauksen ja uoman muodon vapaa kehitys, kuten luontainen mutkittelu. Myös tämä on mm. maankäytön takia kaupunkioiloissa rajoitettua
- Tulvadyynamiikka, jolla tarkoitetaan vesistön yhteyttä ympäröiviin maa-alueisiin vesistön tulviessa. Uoman hyväksyttävissä oleva tulviminen taajamaoloissa edellyttää erityisiä maankäytöllisiä olosuhteita, joissa tulvumiseen on varauduttu esimerkiksi tulvatasanteita rakentamalla.
- Ainesdynamiikalla tarkoitetaan virtavedelle tyypillisiä kulkeutumisprosesseja, pyrkimyksenä luonnontilaista vastaava veden laatu. Hulevesien ja virtaamasuhteiden takia veden laadussa on kaupungeissa voimakkaita, luonnonvesistä poikkeavia vaihteluita.
- Eliöyhteisödynamiikalla tarkoitetaan eliöiden sopeutumista kyseisen vesistön vesiolosuhteisiin. Edellä mainitut tavoitekuvan muut rakenneosat luovat edellytykset eliöstön esiintymiselle. Kunnostuksen onnistuminen kaupunkioiloissa on haasteellista, mutta esimerkiksi pohjavesivirtaamat ja meren läheisyys voivat mahdollistaa mm. kalaston levittäytymisen purovesistöön, jos olosuhteet ovat riittävän hyvät.

Edellä esitettyjä tavoitekuvan eri rakenneosia käsitellään seuraavissa kappaleissa, kun arvioidaan käytettävissä olevien kunnostusmenetelmien soveltuvuutta kaupunkipuroon. Aluksi tarkastellaan puron virtaamia ja aineskulkeumia ja niiden tasapainottamis- ja kor-

jaamistoimenpiteitä valuma-alueella ja myöhemmin uoman kunnostusta ja siihen liittyen myös tulva-alueiden aikaansaamista. Mellunkylänpuron alueella virtaamasuhteiden tasapainottaminen on keskeistä itse purouoman kunnostukselle.

4.3 Valumasuhteiden tasapainottaminen ja hulevesiohjelma

Toimenpiteet kaupunkien purovesistöjen ekologisen tilan parantamiseksi jakaantuvat kahteen toimenpideryhmään, joita tulisi suunnitella ja ohjata pitkäjännitteisesti kahdella toisiinsa kytkeytyvällä ohjelmalla, hulevesiohjelmalla ja purokunnostusohjelmalla tai strategialla. Kaupungin kaikkien hallintokuntien tulisi sitoutua niihin. Vesistö-kunnostuksessa on jo pitkään painotettu valuma-alueen merkitystä itse vesistön kunnostuksen lähtökohdiana, ts. vesistön ja uoman kunnostustoimenpiteet tarvitsevat tuekseen valuma-alueella tehtäviä toimenpiteitä, joilla estetään vesistöön kohdistuvien haittojen jatkuminen. Varsinaisella vesistö-kunnostuksella eli uoman rakenteen ekologisen monimuotoisuuden lisäämisellä voidaan myös edistää veden laadun parantumista, kun näkökulmana on vesistön oman puhdistuskyvyn lisääminen uomakunnostuksen avulla. Myöhemmin tarkasteltavien, uomassa tehtävien kunnostustoimenpiteiden vaikutus veden laadun parantamiseen voi olla vain rajoitettu, mutta kuitenkin nopeammin toteutettavissa kuin esimerkiksi hulevesijärjestelmiin tehtävät saneerausohjelmat. Seuraavassa esitetään lähtökohtia kunnalliselle hulevesiohjelmalle, jota voidaan soveltaa yleisemminkin taajama-alueilla.

Hulevesiohjelma jakaantuu seuraaviin toimenpideryhmiin:

- Valumasuhteiden säätely olemassa olevissa latvavesistöissä tai esimerkiksi suoalueilla. Toimenpiteet muistuttavat muussa vesistöjen virtaamien ja veden korkeuksien säätelyssä käytettyjä menetelmiä. Niillä pyritään lisäämään viipymää

pääuoman latvaosissa ja vähentämään hulevesiviemäröinnin aiheuttamaa alivirtaamien pienentymistä kuivana aikana. Toimenpiteellä ei voida siten vaikuttaa itse hulevesijärjestelmän aiheuttamiin ylivirtaamiin, mutta koska luonnonvesistöillä ja suoalueilla voi olla suuri säännöstelykapasiteetti, voidaan lieventää hulevesistä aiheutuvia virtaamavaihteluita.

- Sadeveden imeytymisen edistäminen erityisesti vedenjakaja-alueilla, joissa maaperä mahdollistaa luontaista vastaavan pohjavesimuodostuksen myös rakennetuilla alueilla. Suhteellisen puhtaiden katto- ja pihavesien ja esimerkiksi pysäköintipaikkojen vesien imeyttäminen ovat perustoimenpiteitä valuma-alueen vesisuhteiden tasa-painottamisessa.
- Hulevesienjohtaminen ja lumen varastointi tarkoitusta varten suunnitelluille käsittelyalueille ja viheralueille. Alueet voivat olla esimerkiksi maastopainanteita, joissa hulevesi ja sulava lumi voi imeytyä ja osittain valua noromaisina uomina esimerkiksi alempana olevaan sadevesiviemäriin.
- Kadunvarsiluiskat ja painanteet likaisten katuvesien imeytys- ja viivytytysalueina. Pääkatujen varsilla on yleisesti ajoradan ja kevyen liikenteen väylän välisiä viherkaistoja, joita voitaisiin helposti muotoilla hulevesipainanteiksi. Näin voitaisiin saada suuri osa kaikkein likaisimmista hulevesistä käsittelyyn sen sijaan, että vedet valuvat suoraan viemäriin. Olemassa oleva viemärijärjestelmä säilyisi ylivuotojärjestelmänä.
- Hulevesikosteikot asutusalueiden hulevesien imeytyksessä ja viivytyksessä. Uuden täydennysrakentamisen yhteydessä tulee jo alun perin edellyttää hulevesien imeytys- ja viivytyksratkaisujen toteutusta osana modernia asuin ympäristöä, kompensatona lisääntyvistä kovista pinnoista. Sijainnista, maaperäolosuhteista ja asuinkorttelien suunnitteluratkaisuista riippu-

en voidaan toteuttaa normaalisti kuivina olevia ja muuhun käyttöön soveltuvia imeytysalueita tai pysyvästi vesi- ja kosteikkoalueina olevia hulevesien viivytytysalueita. Laajempiin kosteikkoihin ja lampiin voidaan johtaa hulevesiä myös olemassa olevilta korttelialueilta.

Toimenpiteiden suunnittelu kohdistuu hyvin erilaisille ja eri tahojen hallinnassa oleville alueille, joten kunnostusohjelmien toteutuksessa on sovittava yhteen kaupunkisuunnittelun, viheralueiden toteutuksen, viemärisuunnittelun, kadunrakennuksen ja kiinteistöjen hoidon intressejä. Koska toimenpiteillä on monia vaikutuksia taajamatoimintoihin, ne tulee suunnitella kaupunkiekologian, asuin ympäristön viihtyisyyden, hygieenisyyden, turvallisuuden ja teknisen toimivuuden näkökulmasta.

Seuraavassa tarkastellaan toimenpiteitä, jotka voisivat tulla kyseeseen Mellunkylän valuma-alueen eri osissa. Toimenpiteitä on esitetty karttaliitteessä 8. Toimenpiteet esitetään esimerkinomaisesti siten, että voitaisiin keskustella suunnittelun tavoitteista ja toimenpiteiden tarkemmasta suunnittelusta mahdollisten hankesuunnitelmien yhteydessä.

4.3.1 Viipymän lisääminen suoalueella

Mellunkylänpuron lähtöalueena on Slättmossen -suo joka sijaitsee osittain Vantaan kaupungin alueella. Suon alapäähän, lähelle Porvoonväylän alitusta johdetaan hulevesiä myös Helsingin puolelta Jakomäestä, joten myös nämä hulevedet kuormittavat suoraan Mellunkylänpuroa. Suoalue on melko luonnontilainen, mutta sen läpi on kaivettu suora kuivatusoja, joka näkyy Porvoonväylälle. Ojaan yhtyy Fazerilan tehtailta tuleva oja lähellä moottoritien alitusta. Suolta tuleva oja todennäköisesti johtaa vesiä pois nopeammin kuin suon ollessa aikanaan luonnontilassa. Vaikka suon osuus valuma-alueesta on suhteellisen pieni, on suolta tihkuvilla vesillä, Fazerilasta tulevan puhtaan lauhdeveden lisäksi, tärkeä merkitys niiden turvatessa puron alivirtaamia



Kuva 23. Fazerilan tehdas-alueelta oikealta tulevan, usein sulana virtaavan ja suolta suoraan tulevan, Jakomäen hulevesiä tuovan ojan risteys Porvoonväylän varressa. Alueelle voitaisiin tehdä patorakenne, joka nostaa väliaikaisesti sulamis- ja sadevesiä suoalueelle.

sekä kesä- että talviaikaan. Jakomäen lisäksi myös Fazerilan laajalta teollisuusalueelta tulee kuitenkin myös hulevesiä sateen ja sulamisen aikaan. Kunnostuskeinona tulisi kyseeseen kuivatusojan sellaisen patojärjestelyn rakentaminen, joka mahdollistaisi vedenpinnan nousun sulamis- ja sadetilanteessa ja purkaisi vettä suolta tasaisesti vedenpinnan laskiessa ja veden suotautuessa suoalueelta. Pohjaveden pinnan tason pysyvä korottaminen ei olisi virtauksen säätelyn kannalta välttämättä edullista eikä ehkä olisi mahdollistaakaan ympäröivien alueiden, mm. yksityisomistuksessa olevien metsien kannalta, ellei tavoitteeksi tulisi suoalueen määrätietoisempi ennallistaminen myös suokasvillisuuden kannalta.

Suon läntisin osa on Helsingin kaupungin omistama suojelualue, jolla oijen kaivaminen ja veden patoaminen on kielletty. Suojelualueelta on matkaa laskuojalle kuitenkin noin 300 metriä. Välissä on ojitettua rämettä ja suojelualueen korkeustaso on korkeuskäyrien perusteella padotuspaikkaa korkeammalla. Laskuojan ajoittainen padotusmäärä voisi olla esimerkiksi 1 metri, jolloin lyhytaikaisesta vedenpinnan noususta ei todennäköisesti aiheutuisi vaikutuksia suojelualueelle, hule-

vesiviemärin toiminnalle eikä metsän kasvulle. Padotus voisi olla edullista suojelualueelle ominaiselle kasvillisuudelle, koska toimenpide merkitsi välissä olevan ojitetun suon osittaista ennallistamista. Suon optimaalisesta kunnostamisesta alapuolisen purovesistön virtaamien tasapainottamisen ja toisaalta suoalueen käytön kannalta voitaisiin kehittää tutkimus- ja kokeilukohde.

4.3.2 Imeytymisolosuhteiden parantaminen rakennetulla vedenjakajalla

Kerrostaloalueet

Valuma-alueen korkeammat vedenjakaja-alueet ovat maaperältään pääasiassa hiekkaa ja moreenia ja kalliota, joten valuma-alueella on periaatteessa hyvät edellytykset sadeveden imeytymiseen. Kontulan, Vesalan ja Mellunmäen kerrostaloalueet sijaitsevat pääasiassa näillä alueilla. Sadeveden imeytyminen edellytykset riippuvat paikallisista kaltevuussuhteista. Valuma-aluekunnostuksen perustavoitteita kaupunkialueella on saada mahdollisimman suuri osa sadevesistä imeytymään valuma-alueen rakentamattomille piha- ja



Kuva 24. Kerrostaloalueiden pihoilla olevat painanteet toimivat luontaisina sadeveden imeytysalueina. Kuva Kontulasta.

puistoalueille ja estää turha sadevesien johtaminen hulevesiviemäriin. Kerrostalojen pihoilla on painanteita, jotka toimivat luontaisina imeytyspainanteina, kuten oheisessa kuvassa Kontulassa (Kuva 24) Imeytymisen lisääminen kovilta pinnoilta, joilta vesi valuu tällä hetkellä sadevesiviemäriin, onnistuu parhaiten kerrostaloalueiden pihoilta silloin, kun piha-alueiden kallistuksia on suunnattavissa loivasti viettävälle kasvustoisille alueille. Läpäisevillä pinnoitteilla, kuten kiveyksillä ja etenkin nurmikivillä, voidaan saada imeytymistä aikaan myös pysäköintialueilla.

Nykyisin kiinteistöiltä edellytetään liittymistä sadevesiviemäriin tai erillistä lupaa saada imeyttää vesiä haittottomasti maastoon. Imeytyksen periaatteita ja edellytyksiä tulisi selvittää kaupungin ympäristökeskuksessa ja rakennusvalvonnassa. Kerrostaloissa on yleensä sisäpuoliset sadevesirännit. Sisäpuolisella sadevesiviemäröinnillä varustetuissa taloissa kattovedet menevät yleensä perustusten kuivatusvesien kanssa suoraan hulevesiviemäristöön ja vesien saaminen piha-alueille jälkeenpäin edellyttää rakenneselvityksiä. Alueella tulisi tehdä kartoitus siitä, miten suuresta osasta kerrostaloalueita sadevesiä olisi helposti johdettavissa

maastoon ja minkä tyyppisiä rakenteellisia muutoksia tämä vaatisi putkitoihin ja piha-alueisiin. Koska kerrostalot sijaitsevat vaihtelevassa maastossa ja usein korkeimmilla mäkiseuduilla, voi myös syvemmällä olevien sadevesiputkien avaaminen ennen viemärijärjestelmää olla mahdollista. Lupaavista kohteista voitaisiin tehdä esimerkkikohteita yhteistyössä taloyhtiöiden kanssa.

Pientaloalueet

Pientaloista kattovedet on periaatteessa helppo johtaa maastoon, vaikka tontilla tai kadulla olisi sadevesiviemäri. Mellunkylässä, Vartioharjussa, Vesalassa ja Rajakylässä pientaloja on kuitenkin runsaasti alavilla savikkoalueilla, missä sadevesien imeytyminen on ajoittain hidasta. Maaston alavuudesta johtuen alueella voi olla myös Mellunkylänpuron aiheuttamaa tulvan vaaraa. Piha-alueiden muotoilun avulla on savikkoalueilla mahdollista tehdä sadevesipainanteita ja -lampia, jos varoetäisyydet rakennuksiin otetaan huomioon. Pientaloalueilla sadevesiä johdetaan myös avo-ojiin (Kuva 25). Avo-ojiin voidaan tehdä imeytymistä ja viipymää lisääviä pohjakynnyksiä, ellei esimer-

kiksi rakennusten kuivatus ole sille esteenä. Avo-ojista voitaisiin myös kaivamalla saada mielenkiintoisia, alueen monimuotoisuutta lisääviä uomia.

4.3.3 Puistoalueet pintavesien imeytys- ja johtamisalueina

Kerrostaloalueiden keskellä olevat puistoalueet soveltuvat rakentamattomina alueina sadevesien imeyttämiseen ja myös hajautettuun puhtaan lumen varastointiin. Puistoalueiden rakentamisessa ja saneeraamisessa tulisi käyttää kaikki mahdollisuudet sadevesien imeyttämiseen ja johtamiseen pintavirtauksena sekä haitattomien lumen sulamispaikkojen järjestämiseen valuma-alueella, ottaen kuitenkin huomioon mm. hygieenisyyksivaatimukset. Jos hulevesiä johdetaan puistoalueille yksittäisistä taloista tai pienemmiltä kortteli- ja katualueilta, voi käsittelypaikka olla esimerkiksi puistoalueella oleva painanne, johon suurin osa vedestä pystyy imeytymään. Pintavesien saaminen kaduilta puistoalueelle voi edellyttää muutoksia jalkakäytävien alaviin kohtiin. Jos hulevesiä johdetaan laajemmalla alueelta esimerkiksi avaamalla hulevesiviemäriin vesiä kulkemaan pintavirtauksena, voidaan kosteikkopainanteen lisäksi tarvita ylivirtaamia varten noromaisia, muuna aikana kuivina olevia uomia, jotka johtavat alempana olevaan sadevesiviemäriin. Esimerkkinä puistoalueesta, jossa olisi hyvät mahdollisuudet pintavesien johtamiseen on Kontulan vanhainkodin ja urheilukentän välisessä puisto, jonka kautta kulkee hulevesiviemäri. Viemäri voitaisiin avata avouomaksi puiston osuudelle, minkä jälkeen vesi voitaisiin johtaa uudelleen viemäriin. Kontulan Lampipuistoon, joka sijaitsee maastollisesti muuta ympäristöä alempana, voitaisiin johtaa hulevesiä. Vesalanpuiston itäreuna pitkin voitaisiin johtaa pintavesiä läheisistä taloista, mahdollisesti myös Rekipellontien kohdalla kulkevasta hulevesiviemäristä. Mahdollisuudet esimerkkikohteiden toteutukseen puistoalueilla tulisi selvittää.



Kuva 25. Pientaloalueilla vesiä johdetaan avo-ojiin, joihin voitaisiin tehdä virtausta hidastavia kynnyksiä tai niitä voitaisiin kaivaa nykyistä mielenkiintoisemmiksi vesiaiheiksi. Kuva Rajakylästä.

4.3.4 Kadunvarsipainanteet ja olemassa olevien hulevesiviemärien saneeraaminen

Alueelle rakennettu hulevesiviemäri- verkosto purkaa vetensä pitkän matkaa Mellunkylänpuron varteen. (Kuva 44). Putkien päihin tulisi tehdä laskeutusaltaita, jotta edes kiintoainesta saataisiin pysäytetyksi ennen puroa. Mahdollisuudet putkien avaamiseen ja hulevesien johtamiseen pitemmältä matkalta pintavirtauksina ovat melko rajoitetut etenkin tasaisilla alueilla, mut-

Kuva 26. Kerrostalojen läheisiä puistoalueita voidaan käyttää hulevesien johtamiseen ja lumen sijoitusalueina. Kuva Länsimäentien varresta alueelta, johon on suunniteltu lisärakentamista.



ta rinteissä hulevesiviemäreitä olisi mahdollista saada pintavirtauksiksi, koska sopivaa tilaa on esimerkiksi katujen varressa. Helpointa olisi johtaa esim. katu- ja pysäköintialueiden vesiä olemassa oleville viherkaistoille tehtäviin painanteisiin ja vähentää siten suoraan hulevesikaivoihin valuvan veden määrää. Periaatteena olisi kaivojen ohitus aina kun se on mahdollista tekemällä kaivojen läheisyyteen painanteita viherkaistoille. Painanteiden pohjalta voitaisiin tehdä tarvittaessa salaajituksia, jolloin painanteet toimisivat suodattimina ja kuivuisivat riittävästi esimerkiksi lumen sulamisaikaa varten.

Myös kapeita kadunvarsien ja pysäköintialueiden viherkaistoja voitaisiin käyttää hulevesien johtamiseen ja imeyttämiseen. Kadunvarsipenkat toimivat jo nykyisin likaisen lumen sulamisalueina ja imeytyskaistoina, joten osa sulamisvesistä pääsee suodattumaan tien lähialueelle. Yleensä ilman korotettua jalkakäytävää olevien pääväylien ja -katujen viherkaistoja voitaisiin melko helposti muotoilla painanteiksi, joille voitaisiin johtaa katu- ja pysäköintialueiden vesiä. Tilaa voi olla esimerkiksi kaistan toisessa reunassa siten, että istutetut katupuut voivat jäädä kaistalle. Painanteiden ja niihin ka-

dulta johtavien urien kaivamisesta juuristolle aiheutuva haitta voidaan arvioida. Erityisen tärkeää viherkaistojen hyödyntäminen olisi Mellunkylän metroasemanseudulla, jossa on laajoja katu- ja pysäköintialueita (Kuva 27). Nykyisin suoraan hulevesikaivoihin viettävät katupinnat tulisi kallistaa kohti viherkaistojen painanteita. Viemärijärjestelmä toimisi yli virtaavan, imeytymättä jäävän veden vastaanottajana. Vaikka painanteiden imemiskapasiteetti ei olisi suuri, painanteet vastaanottaisivat ensimmäisen, kaikkein likaisimman huuhtouman, jolloin myöhemmin tulevan, puhtaamman veden voi paremmin päästää suoraan hulevesiviemäriin. Painanteet toimisivat siten samalla perusajatuksella kuin esimerkiksi Itäväylän varren pohjavesialueelle on suunniteltu öljynerotuskaivot, jotka on tarkoitettu toimimaan lähinnä ensimmäisen huuhtouman puhdistajina (Rakennusvirasto 2002). Katujen kuivatusjärjestelmä huolehtii osaltaan viherkaistojen kuivatuksesta, jolloin viherkaistoista muodostuu suodatin. Viherkaistoista voi rakentaa myös varsinaisen maasuodattimen täyttämällä painanteen pohjan soralla ja asentamalla pohjalle salaajan. Sorapatjasta vesi voi imeytyä viiveellä myös savipitoiseen ympärysmää-



Kuva 27. Kadunvarsien viherkaistoja voitaisiin muotoilla painanteiksi katuvesien käsittelemiseksi. Kuva Länsimäentien varresta metroasemalta pohjoiseen.

han. Salaoja varmistaa painanteen imeiskyvyn ja sen avulla ylimääräinen, suotautunut valumavesi voidaan johtaa haitattomasti hulevesiviemäriin, koska se on puhdistunut ja virtaa puuroon tasaisesti sateen tai sulamisen jälkeen.

Kadunvarsipainanteiden toteuttaminen edellyttää uutta ajattelutapaa kuivatusjärjestelmälle, joka perustuu nykyisin hulevesikaivojen rakentamiseen katujen ja laajempien pintojen, kuten pysäköintialueiden alimpiin kohtiin. Kun valumavesiä johdetaan painanteisiin ja halutaan tietty padotusvaikutus, hulevesikaivojen kansien tulee olla sen verran ylempänä, että olemassa oleva hulevesiviemäri toimii vain vara- ja ylivuotojärjestelmänä. Jalkakäytävien reunakivet estävät helposti veden johtamisen kadunvarsipainanteisiin esimerkiksi kokoojakaduilla. Jalkakäytäviin pitäisi sen vuoksi tehdä syvennyksiä tai esimerkiksi ritilällä varustettuja pintakouruja vesien johtamiseksi maastoon tai rakennettuihin painanteisiin. Vesiä voidaan johtaa painanteisiin myös toisen ajoradan puolelta, jos katu muotoillaan koko leveydeltään samaan suuntaa kaltevaksi tai katuun muotoillaan painanteita veden johtamiseksi toiselle puolelle katuja. Esimerkiksi Malmössä on toteutettu ns. negatiivisia hidastetöyssiä vesien johtamiseksi toisella puolella katuja sijaitsevaan imeytyspainanteeseen (Kuva 28).

Metroaseman seudulla osa hulevesiviemäreistä laskee maanalaisesti suoraan putkessa olevaan puro-osuuteen. Koska maasto laskee Naulapuiston suuntaan Länsimäentien varressa, voitaisiin selvittää mahdollisuuksia uuden hulevesien kokoojaputken rakentamiseen ja hulevesien johtamiseen uuden rakentamisen yhteydessä rakennettaviin kosteikoihin.

4.3.5 Kosteikot uuden rakentamisen yhteydessä

Uutta pientalorakentamista on suunniteltu yleiskaavassa Mellunmäkeen Mellunkylänpuuron laakson alueelle. Asutus sijoittuu Naulakallion puistoon ja idempänä Länsimäentien pohjois-



puolelle. Länsimäentien eteläpuolella asutus sijoittuisi Linnanpellon peltoalueelle (Kartta 1). Alueet ovat entistä peltoaluetta ja maaperä niillä on lähinnä savea, joten sadeveden imeytyminen on suhteellisen hidasta. Sen vuoksi hulevesiä johtavat ja viivyttävät menetelmät, kuten avopainanteet ja kosteikot tulisivat alueella ensisijaisesti kyseeseen. Imeytystä varten voitaisiin tehdä pohjamaan kuivatuksella varustettuja, sorastettuja painanteita, jotka voivat soveltua kuivana aikana esimerkiksi nurmipintaisiksi pelialueiksi. Pienten sivupurojen yhteyteen ja lähteellisille alueille voidaan tehdä lampia ja kosteikkoja, joissa on pysyvämmän vettä. Yleisperiaatteena tulisi olla alueille laadittavien asemakaavojen laadinnassa, että kaava-alueille varataan riittävästi alueita hulevesien viivyttämiseen, jotta Mellunkylänpuorolle ei aiheutettaisi enää lisää virtaamasuhteiden äärevöitymistä. Mikäli esimerkiksi hulevesiä varten rakennettavista kosteikoista saadaan riittävän isoja, niitä voidaan käyttää myös ympäröiviltä alueilta johdettavien hulevesien käsittelyyn.

Länsimäentien uutta asutusta varten suunniteltavissa asemakaavoissa tulisi vähintään edellyttää hulevesien imeytys- ja viivytysohjainten ja mahdollisesti laajemman kosteikon rakentamista. Kosteikko tai useampia kosteikkoja sopisi Länsimäentien varteen, missä ne muodostaisivat asutusalueelle näkyvän vesiaiheen. Länsimäentien varteen voitaisiin haluttaessa tehdä matalahko pengerrys, joka toimii samalla kosteikon patona ja käve-

Kuva 28. Hidastetöyssiä vastaava katupainanne, jota pitkin johdetaan katuvesiä kuivaa puroumaa muistuttavaan, hiekkapäälysteiseen imeytyspainanteeseen Malmössä.



Kuva 29. Mellunkylänpuron vanha omaisuus, joka jäi kuivilleen Länsimäentien rakentamisen yhteydessä. Alueelle suunnitellaan katulinjaa ja huoltoasema.



Kuva 30. Suunnitellun huoltoaseman alue toimii nykyisin keväällä Itäväylän liikaisten valumavesien käsittelyssä

lytienä Länsimäentien varressa. Kosteikkoalueeseen voisi saada näkymän lähestyttäessä Länsimäentietä pitkin lännestä. Kosteikkojen vesi johdettaisiin Länsimäentien ali Mellunkylänpuroon nykyisiä tierumpuja pitkin (Kartta 8).

Naulakallion puistoon metroase-
man itäpuolelle suunniteltu asutus si-
joittuu luontevasti rinteen reunaan,
mutta sen tarkemmassa sijoittamisessa
tulisi jättää riittävästi tilaa Länsimäen-
tien varteen, koska alueelle kannattaa
rakentaa hulevesien käsittelyalueita

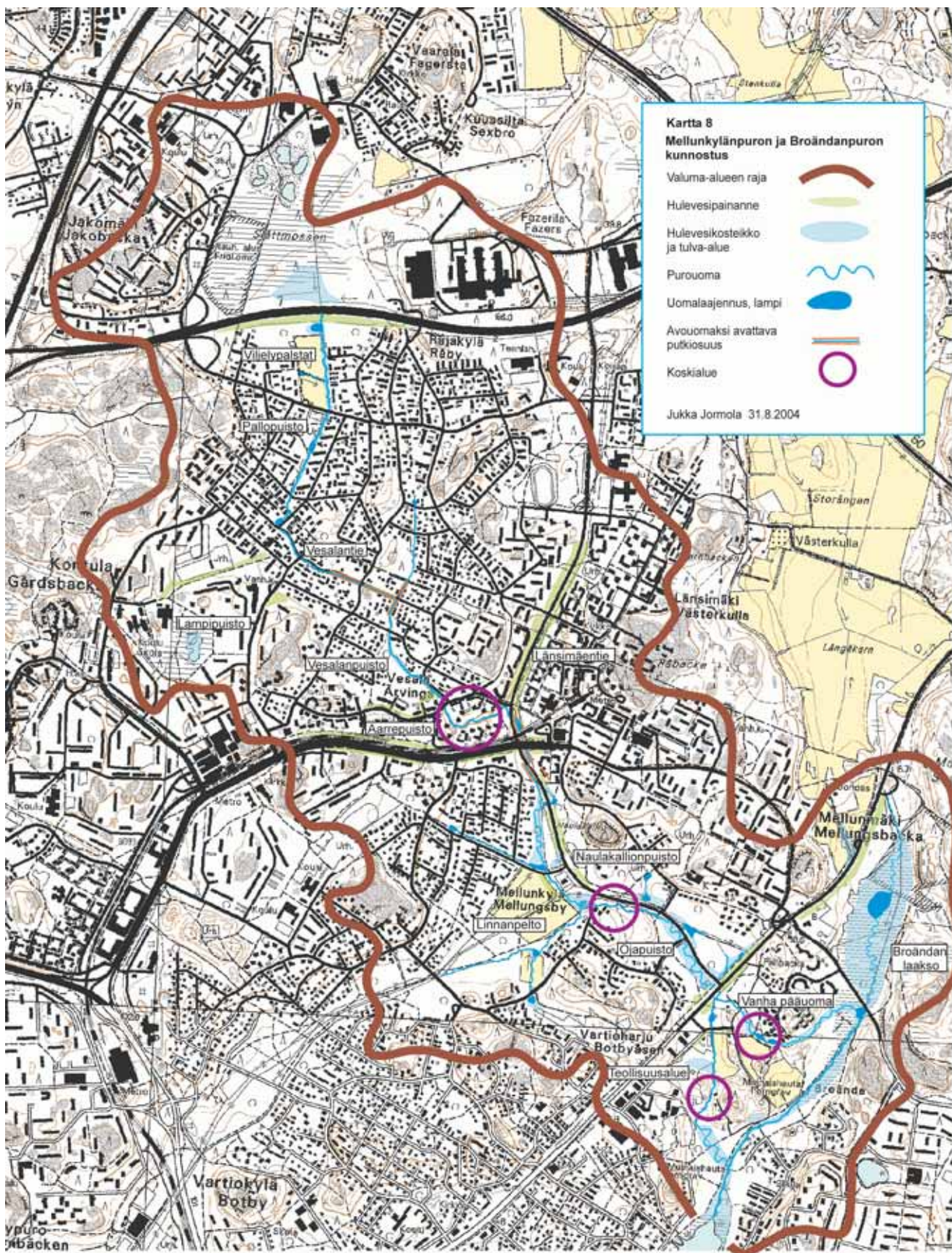
vastaavaan tapaan kuin lähelle Itäväy-
lää. Alueelle voitaisiin harkita isompaa
kosteikkoa, johon voisi olla mahdollis-
ta johtaa pintavesiä myös metroase-
man itäpuolisten kerrostalojen alueelta. Hu-
levesiä voidaan johtaa käsiteltäviksi
myös Länsimäentien eteläpuolelle, kos-
ka Ojapuiston yläosassa on jonkin ver-
ran tilaa Länsimäentien ja puron välis-
sä.

Linnanpellon alueelle suunnitellul-
le asutukselle on reuna-alueillaan riit-
tävästi tilaa, joten asianmukainen hule-
vesien imeytys ja viivytyks on mahdol-
lista. Ongelmaksi voi kuitenkin muo-
dostua peltoalueen alavuus ja huleve-
sien käsittelyalueiden, samoin kuin pu-
ron vesipintojen vaikutus rakennusten
perustuksiin tulvatilanteessa. Puron
varteen tulee sen vuoksi jättää riittä-
västi tilaa. Rakennusten perustusten
kuivatus on tarvittaessa johdettava esi-
merkiksi Ojapuistonkosken alapuolel-
le.

Uusi huoltoasema

Hulevesien kannalta ongelmallisimpia
on ovat Länsimäentien pohjoispuolelle
sijoittuvat rakentamisalueet. Itäväylän
lähellä kulkee mm. Mellunkylänpuron
vanha, aikanaan kaivettu, mutta myö-
hemmin luonnontilaisen uoman piirtei-
tä saanut uoma (Kuva 29). Uoman koh-
dalle on uudessa asemakaavaluonnok-
sessa suunniteltu katuyhteys ja huolto-
asema. Itäväylän varsi toimii tällä het-
kellä viereisen asutuksen hulevesien ja
lisäksi Itäväylän tievesien käsittelyalu-
eena (Kuva 30). Itäväylän reuna-alue
kuuluu Vartiokylänlahden pohjavesi-
alueeseen ja Itäväylän varren ojassa
esiintyykin selvää lähteellisyyttä, mikä
ilmenee rautasaostumista. Ojassa vir-
taa vettä pakkasellakin (Kuva 31).

Jotta huoltoasema ei vaikuttaisi
yleiskaavan tavoitteiden vastaisesti
Mellunkylänpuron virtaamiin ja veden
laatuun, sen hulevedet tulisi vaatia kä-
siteltäviksi. Itäväylän leventämisessä ja
huoltoaseman rakentamisessa tulisi so-
veltaa vesisuhteille aiheutuvien haitto-
jen korvaamisen periaatetta. Koska alu-
eelle jää vain vähän tilaa ja Mellunky-
länpuron nykyinen uoma on lähellä,



Kartta 8. Mellunkylänpuron ja Brändänpuron kunnostus. Ehdotuksia toimenpiteiksi. Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 71/MYY/04.

Kuva 31. Itäväylän varren ojassa näkyy lähteellisyttä pohjavesialueen reunassa. Huoltoasema kuivattaisi alueen. Itäväylän varsi sopisi parhaiten hulevesien käsittelykosteikoksi.



Kuva 32. Mellunkylänpuro alittaa putkessa Itäväylän. Kevyen liikenteen väylän takana on tilaa puron tulva-alueelle ja sen eteläpuolella mahdolliselle pumpaamalla hoidettavalle huoltoaseman hulevesien käsittelykosteikolle

hulevesiä varten tulisi järjestää hulevesien käsittelyalue joko Itäväylän varressa tai kauempana pumppauksen avulla. Itäväylän uudelleenrakentamisen yhteydessä tulisi leventyvälle tiealueelle edellyttää tievesien käsittelyalueet, jotka voitaisiin luontevasti toteuttaa tiealueen molemmiin puolin. Paras ratkaisu olisi toteuttaa huoltoasema muualle ja rakentaa tiealueiden väliin pelkästään hulevesikosteikko. Vähintään tulisi Itäväylän varren kevyenliikenteen reitin ja huoltoaseman väliin toteuttaa imeytyspainanne. Jos

kosteikon rakentaminen Itäväylän itäpuolelle ei ole mahdollista, tulisi huoltoaseman hulevedet pumpata esimerkiksi Itäväylän itäpuolelle, jossa on paremmin tilaa. Pohjavesialue saattaa kuitenkin olla täällä imeyttämisen esteenä. Johtaminen Länsimäentien eteläpuolelle Mellunkylänpuron varteen saattaisi tulla kyseeseen. Mellunkylänpuron tulvimiselle tällä alueella pitäisi jättää riittävästi tilaa eikä hulevesiä tulisi johdeta huoltoasemalta suoraan puron tulva-alueelle, koska hulevesien käsittelyvaikutusta ei saavutettaisi. Hulevesien pumppaaminen puron eteläpuolelle ja Itäväylän länsipuolelle rakennettavaan kosteikkoon saattaisi tulla kyseeseen hulevesien käsittelyssä, jos huoltoasema päätetään sijoittaa suunniteltuun paikkaan eikä riittävän suurta käsittelykosteikkoa voida toteuttaa Itäväylän varteen.

Tankomäkeen suunniteltu asutus

Itäväylän itäpuolelle Mellunkylänpuron nykyisen ja entisen uoman ja Broändanpuron väliselle Tankomäelle on suunniteltu uutta tiivistä pientaloasutusta. Alue on maastonmuodoiltaan laidoiltaan melko jyrkkää etenkin idän ja etelän suuntaan ja siten alueelta tulevi-

en hulevesien käsittelyn kannalta ongelmallista. Mahdollisimman suuri osa hulevesistä pitäisi pyrkiä imeyttämään maanlakialueelle. Hulevesiä varten voidaan mahdollisesti järjestää rinneimeytystä, mutta koska rinteet ovat jyrkkiä, pintavesiä varten olisi tehtävä pintakouruja esimerkiksi alas johtavien kävelyteiden yhteyteen. Purolaaksojen yläreunaan voidaan tehdä imeytys- ja viivytyspainanteita ennen vesien valumista Mellunkylänpuron kahteen haaraan tai alas Broändanpuroon.

4.4 Kaupunkipurojen kunnostusohjelma

Vesistön hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi tarvitaan sekä hyvä veden laatu että hyvä uomien rakenne, joka mahdollistaa kyseisissä olosuhteissa parhaat edellytykset purovesistölle tyypilliselle tai muuten monimuotoiselle eliöstölle. Kaupunkipuroissa suuren osan vuotta oleva hyvä veden laatu oikeuttaa asettamaan uomien kunnostustavoitteet ainakin lähes vastaavalle tasolle kuin maaseutualueilla. Hulevesiohjelman toteuttamisesta ja hulevesien käsittelyyn liittyvistä toimenpiteistä riippuu, missä määrin hyvän veden laadun tavoitteista joudutaan ajoittain tinkimään ja missä määrin luontaisesta lisääntyneet purovirtaamat vaikuttavat uomien mitoitus- muotoilu- ja eroosiosuojaustarpeeseen. Kaupunkipurojen pitkäjännitteinen kunnostaminen edellyttää kunnallista purojen kunnostusohjelmaa. Purojen kunnostusohjelma tai -strategia tukee myös vesipuiderektiivin mukaisia vesistöjen hoitosuunnitelmia.

Kaupunkipurojen kunnostusohjelmassa käsitellään seuraavia aiheita:

- Purokunnostuksen tavoitetilan määrittäminen. Suunnittelumetodina voidaan myös kaupunkipuroissa soveltaa tavoitekuvatarkastelua, jossa lähtökohtana on uoman alkuperäisten ominaisuuksien selvittäminen historiallisen kartta-aineiston, säilyneiden luonnontilaisien uomaosuuksien ja vertailukelpoisten referenssivesistöjen avul-

la. Kaupunkialueilla korostuvat sekä kunnostusta rajoittavat että sitä tukevat reunaehdot. Kunnostusta rajoittavia reunaehdot ovat tiivis maankäyttö ja infrastruktuuri, ylivirtaamien suuruus ja siihen liittyvä tulvanvaara ja riskit rakenteille. Kunnostusta tukevia reunaehdot on direktiivi vesistöjen hyvän ekologisen tilan saavuttamisesta, kaupunkissuunnittelulliset, kaa-voituksessa asetettavat tavoitteet hyvästä asuinympäristöstä sekä viheralueiden hoitoon ja asukkaiden omatoimiseen aktiivisuuteen perustuvat tavoitteet puroluonnon ekologisen ja kalastollisen arvon parantamisesta.

- Uomalinjauksen monipuolistaminen ja voimakkaasti rakennettujen uomaosuuksien kunnostaminen. Tavoitekuvatarkastelun perusteella etsitään konkreettisia, toteuttamiskelpoisia uomakunnostuksen vaihtoehtoja eri uomaosuuksille. Uomalinjauksen monipuolistamisen keinot voivat olla esim. uoman kaivaminen uudelleen mutkittelevaksi, jos tilaa on riittävästi tai uoman pienimuotoisempi kunnostaminen habitaattirakenteen monipuolistamiseksi. Pienten virtaamien takia alivesiuoma ei saisi eliöstön kannalta olla liian iso, jotta vesisyvyys olisi riittävä uomassa elävälle eliöstölle, erityisesti kaloille kaikissa tilanteissa.
- Tulva-alueiden ja tulvatasanteiden aikaansaaminen veden laadun parantamiseksi ja virtaamasuhteiden tasaamiseksi. Vaikka hulevesien haittavaikutuksia veden laatuun ja virtaamasuhteisiin ei voida korjata välittömästi, voidaan silti uomakunnostuksen yhteydessä edistää myös veden puhdistumista etenkin kiintoaineesta. Keinona on tulvavirtaamia hidastavien tulvatasanteiden sekä tulvavirtaamien kasvua viivyttävien laajempien tulva-alueiden rakentaminen. Haitallisen vedennousun estämiseksi kaupunkialueilla tulevat yleensä kyseeseen alkuperäistä maanpintaa alemmalle tasolle kaivamalla

tehtävät tulvatasanteet, mutta kaikki luontaiset mahdollisuudet haitattomien, laajempien tulva-alueiden muodostamiseen myös padottamalla tulee selvittää. Tulvavirtaamien hallinnassa tulvatasanteita toteuttamalla voidaan soveltaa uuden tyyppistä uomien mitoitustapaa ns. ekohydrauliikan pohjalta (Järvelä & Helmiö 2003).

- Uoman eroosiosuojaustoimenpiteisiin on kaupunkialueella kiinnitettävä erityistä huomiota suurten ylivirtaamien takia. Eroosiosuojauksen eri menetelmät on mahdollista suunnitella sellaisiksi, että ne samalla palvelevat uoman habitaattirakenteen monipuolistamista.
- Uoman ekologisen monimuotoisuuden lisääminen pienimuotoisilla toimenpiteillä liittyy uoman eliöiden, erityisesti kalaston hyväksi tehtävään työhön. Kalojen elinkieron turvaaminen vaativissa olosuhteissa edellyttää mm. nousuesteiden poistamista, vesisyvyyden turvaamista alivirtaamilla ja kalojen lisääntymisolosuhteiden parantamista. Kaupunkipurujen kalastollisen kunnostamisen organisointi on syytä järjestää siten, että kaupunki huolehtii uomaan liittyvästä yleissuunnittelusta ja mm. koneotyötä vaativista kunnostustoimenpiteistä sekä uomien ulkoiseen ilmeeseen vaikuttavasta uoman ja ranta-alueiden rakentamisesta etenkin vilkkaassa käytössä olevilla alueilla. Syrjäisemmällä ja toisaalta ekologisesti merkityksellisillä alueilla voitaisiin sopia työnjaosta myös vapaaehtoisjärjestöjen talkookunnostuksien koordinoimiseksi.

4.4.1 Purouoman tavoitekuva ja kunnostuksen tavoitetilä

Kun etsitään tavoitekuvaa Mellunkylänpuron kunnostukselle, Mellunkylänpuron muinaisen linjauksen ja esimerkiksi mutkittelutaipumuksen arvioimiseksi löytyy jonkin verran lähtöaineistoa. Kuninkaan kartassa (Kartta 2) Mel-

lunkylänpuron linjaus on piirretty mutkittlevana sekä ylä- että alajuoksultaan. Kartan yleispiirteisen mittakaavan takia uoman tarkasta mutkittelusta ei voi vetää tarkkoja johtopäätöksiä, mutta uoman voidaan joka tapauksessa päätellä olleen ennemmin mutkittleva kuin suoralinjainen.

Venäläisessä sotilaskartassa 1800-1900-lukujen vaihteesta on kuvattu Mellunkylänpuroa kartan rajalta, nykyisen Itäväylän kohdalta länteen. Mellunkylän puro on kulkenut peltojen keskellä mutkittlevana nykyisen metroaseman seudulta alaspäin. Tällä kohdalla kartassa esitetty linjaus kuvaa ilmeisen hyvin Mellunkylänpuron alkuperäistä mutkittelutapaa keskijuoksulla. Itäväylän yläpuolella uoma on kuvattu suoraviivaisempana, pienimuotoisesti mutkittlevana.

Edellä esitetyistä tavoitekuvan rakennosista uomadynamiikka on käytännön suunnittelun kannalta havainnollisin lähtökohta uoman suunnittelulle. Mellunkylänpuro on lähes kauttaaltaan voimakkaasti muutettu eikä luonnontilaista vastaavaa vertailuosuutta nykyisin juuri löydy. Vesalanpuiston itäpäässä on kaksi vanhaa mutkaa ja Aarrepuiston alaosassa on uomaosuus, jotka ovat jääneet kuivilleen, kun uoma on suoristettu. Ne kuvastavat lähes ainoina historiallisina jäänteinä entistä mutkittlevaa Mellunkylänpuroa. Toisena lähtökohtana on pitempi, varsin luonnontilaiselta vaikuttava uomaosuus pääuomasta erkanevassa sivuhaarassa eli entisessä pääuomassa (Kuva 1). Tämä osuus ei kuitenkaan vastaa virtaamiltaan eikä uomamorfologialtaan nykyistä uoma, koska alivirtaamatilanteessa uomaan ei pääse vettä päähaarasta. Uomassa on nykyisin pientä mutkittelua ja se on ainoita paikkoja Mellunkylänpuron alueella, jossa purolla on selvä tulvatasanne. Tasanteen leveys on noin 10 metriä mutta kävelytie kaventaa sitä nykyisin.

Kolmantena vertailukohtana voidaan pitää Nuuksion Myllypuron luonnontilaista osuutta, joka virtaa myös savimaaperässä (Kuva 33). Se on valuma-alueeltaan kyseisessä kohdassa noin 13 km² ja ylivirtaama on laskennallises-



Kuva 33. Nuuksion Myllypuron luonnontilainen osuus vastaa olosuhteiltaan Mellunkylänpuron alkuperäisiä olosuhteita ja voisi toimia vertailukohtana kunnostustavoitteille. Kuva: Lasse Järvenpää.

ti noin 1,3 m³/s. (Savolainen 1997). Myllypuro mutkittellee ja uoman rannat ovat pystysuorat tai koverat eli rantapenkkojen alla on suojapaikkoja kaloille. Mellunkylänpuron valuma-alue on samaa luokkaa (10 km²), joten Mellunkylänpuro on ollut varhaisessa luonnontilassaan todennäköisesti vertailukelpoinen Myllypuron kanssa. Mellunkylänpuron ylivirtaamat ovat nykyisellään huomattavasti suurempia, ainakin mitatun 3 m³/s suuruisia. Näin suuret virtaamat muovaisivat Mellunkylänpurolle eri tyyppisen uoman samanlaisissa maaperäolosuhteissa. Myllypuron uomaa voidaan pitää Mellunkylänpuron visionäärisen tavoitekuvan eräänä lähtökohtana, mutta toiminnallisen tavoitekuvan muodostamisessa ja kunnostussuunnitelmassa tulee ottaa huomioon nykyinen hydrologinen ja maankäytön tilanne.

Tarkempiasteisessa tavoitekuvan etsimisessä nykyisessä sivuhaarassa oleva osuus (Kuva 1) voisi lähinnä vastata luonnontilaista vastaavaa tavoitekuvaa uoman ja tulvatasanteen keskinäisen suhteen osalta. Toisena lähtökohtana Vesalanpuiston vanhat mutkat muistuttavat linjaukseltaan ja uomaleveydeltään Myllypuroa, joten Myllypuron uomamuotoa ja -linjausta voidaan perustellusti pitää eräänä mielikuvan omaisena tavoitteena Mellunkylänpuron kunnostuksessa. Siitä edelleen

kehitettyä Mellunkylänpuron luonnontilasta vastaavana tavoitekuvana loivasti viettäville uomaosuuksille voitaisiin pitää uoman muotoa, jossa alivirtaama-oma vastaa jossakin määrin Myllypuron uomaa mutta uomalla on lisäksi tulvatasanne samaan tapaan kuin alajuoksun entisessä päähaarassa.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan kunnostuksen tavoitekuvan soveltamista Mellunkylänpuron kunnostukseen periaatteellisella tasolla päätöksenteon pohjaksi. Varsinaisessa yksityiskohtaisemmassa kunnostussuunnittelussa tulee selvittää vielä konkreettisemmin kullekin uomaosuudelle mahdollinen kunnostuksen tavoitetila siten, että otetaan huomioon mm. uoman tarvitsema tilavaraus sekä alajuoksua kohti lisääntyvä hulevesien vaikutus ylivirtaamiin, mikä vaikuttaa uoman muotoutumiseen ja eroosiosuojaustarpeeseen.

4.4.2 Uomalinjauksen monipuolistaminen ja vanhojen uomalinjausten palauttaminen

Linjaukseltaan ja uomarakenteeltaan kokonaan muutettujen uomaosuuksien kunnostuksessa mahdollisuutena on periaatteessa vanhan uomalinjauksen

palauttaminen tai olemassa olevan linjauksen monipuolistaminen. Kaupunkioiloissa muinaisen uomalinjauksen palauttaminen entiselle paikalle ei tule yleensä kyseeseen, jos rakentamista tai muuta maankäyttöä on sijoitettu vanhan uomalinjauksen kohdalle. Mellunkylänpuro virtaa kuitenkin keski- ja alaosaltaan viheralueilla, joissa on tilaa uoman linjaamiselle mutkittelevaksi samaan tapaan kuin ennen suoristuksia. Vesalanpuistossa voidaan palauttaa kaksi vanhaa, lyhyttä mutkaa uoman yhteyteen. Aarrepuiston alaosassa voidaan palauttaa virtaus vanhaan kuivilaan olevaan uomaan parin kymmenen metrin matkalta. Laajamittaisin vanhan uoman palauttaminen on mahdollista alajuoksulla johtamalla osa uoman virtaamista vanhaan päähaaraan.

Uoman uudelleenlinjauksen periaatteena puistoalueilla voisi Mellunkylänpurolla olla nykyisen uoman ja aikaisempien, kuivilleen jääneiden uomaosuuksien yhdistäminen siten, että linjaus muistuttaa vanhoista kartoissa esitetyn linjauksen mutkittelutapaa. Tiiviisti rakennetuilla alueilla voidaan olemassa olevaa, suoristettua linjausta monipuolistaa pienimuotoisesti nykyisen uomalinjauksen puitteissa.

Ekologiselta kannalta tavoitteellisena on pidettävä pääosin melko kapeaa purouomaa, koska kapea uoma mahdollistaa suuren vesisyvyyden esimerkiksi kalastolle alivirtaamatilanteessa ja uomassa säilyy edelleen virtausta. Kaupunkikuvan kannalta leveä ja ehkä pohjakynnyksillä padottu tai kaivamalla paikoin levennetty uoma voisi olla tavoiteltava ja uomalaajennuksista on sinänsä hyötyä mm. veden puhdistamisen kannalta. Liian suuri vesipinta kuitenkin lisää haihduntaa ja lämpenemistä kesäaikana ja muuttaa purovesistöä enemmän seisovavetiseksi. Lisääntyvän haihtumisen takia uomalaajennukset eivät saisi olla liian suuria alivirtaamiin nähden. Hulevesien mukana tulevat ravinteet aiheuttavat helposti myös levien kasvua. Kapeassa uomassa rantapenkat ja rantakasvillisuus suojaavat uomaa varjostuksellaan. Rantapuusto suojaa leveämpääkin uomaa etelän puolella.

Uomalaajennuksista on kaupunkikuvan lisäksi hyötyä kiintoaineksen laskeutussaltaina ja pohjakulkeuman pysäyttäjänä. Muuta uomaa syvemmät lammet voivat olla myös ekologisesti arvokkaita esimerkiksi kalaston suojapaikkoina talviaikaan ja mahdollisesti myös suurilla virtaamilla. Allastus voi tuoda uomaan maisemakuvallista ja myös eliöstöllistä monimuotoisuutta, mutta liian laajamittaisesti toteutetut altaat tai suvantoalueet voivat muuttaa puron tyyppiä virtavetenä. Pelkästään monimuotoisuuden lisäämisen ohella vesitökunnostuksessa on siis otettava huomioon myös tavoiteltava purovesistön tyyppi kokonaisuutena ja eri uomaosuuksilla. Kartassa 8 on esitetty yleispiirteinen ehdotus uoman uudeksi linjaukseksi ja tulvatasanteiden ja uomalaajennusten toteuttamiseksi.

4.4.3 Eroosion estämistoimenpiteet

Ylivirtaamien pienentäminen ja uomalinjaus, erityisesti uoman pidentäminen vaikuttaa uoman syöpymistä hillitsevästi. Valuma-alueella ja uoman yleislinjauksessa tehtävät ratkaisut ovat ensisijaisia, koska ne vaikuttavat pysyvästi ja tasapainottavat uoman morfologiaa sekä teknisessä että ekologisessa mielessä. Uomaeroosio voi olla myös myönteinen ilmiö, jos se on tasapainossa ja liittyy osana uoman omaan morfodynamiikkaan. Eroosiota voidaan myös hyödyntää ns. passiivisena kunnostuskeinona uomakunnostuksessa ja ekologisessa elpymisessä (Jormola ym.2003). Sen sijaan hulevesien mukana tuleva, pintaeroosion mukana irronnut aines tulisi mahdollisuuksien mukaan pyrkiä pysäyttämään jo ennen sen joutumista uomaan, koska se rasittaa kulkeutuessaan ja kasautuessaan itse uomaa ja sen ekologiaa olosuhteita peittäessään uoman pohjaa.

Koska luonnontilaiseen nähden lisääntyneet ylivirtaamat ja siten myös virrannopeudet ovat kaupunkipurossa yleensä väistämättömiä ja koska virtaamasuhteisiin ja uoman laajamittaiseen muotoiluun ei lyhyellä tähtäyksellä ole yleensä mahdollisuuksia, on

huolehdittava riittävästä eroosiosuojauksesta. Haitallinen uoman pohjan ja rantojen eroosio on estettävä. Eroosion estämismenetelmät voidaan jakaa pituussuuntaisiin ja poikittaissuuntaisiin menetelmiin. Pituussuuntaisia ovat erilaiset uoman suuntaiset rantojen ja pohjan suojausmenetelmät, kuten kivisuojaus ja rannan myötäisesti asennettavat kasvillisuussuojaukset. Poikittaissuuntaisia ovat veden virtausnopeutta hillitsevät pohjakynnykset sekä syöpyvän tai syöpymisalttiin kohdan yläpuolelle asennettavat virranohjaimet eli suisteet, joilla ohjataan virtausta syöpyvän kohdan ohi. Kansainvälisesti pyritään nykyään suosimaan erityisesti suisteita, koska samalla voidaan usein lisätä uoman virtauksen monimuotoisuutta. Suisteen taakse muodostuu sedimenttiä keräävä pyörre, ja suiste voi toimia samalla esim. kalaston suojapaikkana.

Kaupunkipuroissa joudutaan usein suojaamaan sekä rantoja että uoman pohjaa. Tällöin tulisi ensisijaisesti käyttää pyöreämuotoista luonnonkiveä ja erilaisia kasvillisuuteen perustuvia suojausmenetelmiä. (Ympäristöhallinto 2004). Ahtaissa ja korkeuserojen ja rakenteiden takia jyrkissä kohdissa on käytettävä erilaisia vahvistettuja luiska- ja muurirakenteita. Voidaan harkita, missä määrin Mellunkylänpuron tapaiseen, nykyisellään suoralinjaiseen uomaan kannattaa tehdä laajamittaisia eroosiosuojaukstoimenpiteitä ennen uoman uudelleen linjaamista ja tulvatasanteiden muotoilua.

4.4.4 Tulva-alueiden lisääminen

Tulva-alueiden lisääminen on esitetty tavoitteena yleiskaavassa virtaamien tasaamiseksi. Lisättävät tulva-alueet voidaan periaatteessa jakaa kahteen ryhmään, tulvatasanteisiin ja laajempiin tulva-alueisiin. Uoman varteen kaivamalla aikaansaatavien terassimaisten tulvatasanteiden tehtävänä on johtaa tulvavirtaamia tulvatilanteessa. Kun alivesiuoma tehdään mutkitteluksi ja kapeaksi, tulvavirtaama nousee tulvatasanteelle. Uoma levenee siten nor-

maalia leveämmäksi ja muodostaa saateella ja sulamisen yhteydessä kaupunkikuvaan mielenkiintoisen uuden elementin. Jo kapeallakin tulvatasanteella uoman virtausnopeus pienenee verrattuna nykyisen kaltaiseen syvään ja leveään uomaan. Tulvatasanteilla on merkitystä karkeamman aineksen laskeutumiselle verrattuna siihen, että aines kulkeutuu pelkästään uomassa kohti alajuoksua.

Varsinaisina virtaamia tasaavina tulva-alueina voivat toimia parhaiten laajemmat nykyisten viheralueiden alavat osat puron varressa, niiltä osin kuin tulvan nouseminen on maankäytöllisesti mahdollista. Tällaisia on mm. Länsimäentien varressa ja Ojapuiston alaosassa sekä Itäväylän alapuolisessa vanhassa pääuomassa ja lisäksi laajemmin Broändanpuron laaksossa. Asutuksen lähellä etenkin Länsimäentien ja Ojapuiston alueella on selvitettävä korkein mahdollinen taso, jolle tulva voi nousta aiheuttamatta haittaa rakennusten kuivatukselle. Lisäksi veden haitallinen nousu nykyisellä putkiosuudella tulee estää.

Tulvatasanteen mitoituksessa kasvillisuuden virtausta hidastava vaikutus on otettava huomioon arvioitaessa tulvatasanteen vedenjohtokykyä (Järvelä & Helmiö 2003). Kaivettavat tulvatasanteet, joilla on tarkoitus korvata nykyisen suoristetun ja alivirtaamiin nähden ylisuuren uoman vedenjohtokykyä, olisivat pääasiassa matalan ruohokasvillisuuden peitossa. Korkea ruohokasvillisuus, samoin kuin tiheä pensasto ja puuntaimisto jarruttaa virtausta etenkin, jos vedenkorkeus tulvatasanteella jää pieneksi. Tulvatasanteella voi olla jonkin verran puuvartista kasvillisuutta, esimerkiksi eroosiosuojan kannalta tarpeellisia pajusuojauksia ja lähinnä yksittäisiä rantapuita tai puuryhmiä. Sen sijaan laajemmilla tulva-alueilla, joiden on tarkoitus hidastaa uoman virtaamia tulvan nousuvaiheessa, voi olla nuorta lehtimetsää ja pensaikkoa. Kasvillisuuden virtausta hidastava vaikutus on tällöin edullista tulva-alueen toiminnalle. Virtaaman hidastuessa yhä hienompaa kiintoainesta laskeutuu kasvillisuuden sekaan, jolloin

tulva-alueet puhdistavat hulevesien kuormittamaa purovettä.

Tarkempia tulvatasanteiden mitoitussperusteita hydrauliselta kannalta tulisi selvittää varsinaisessa puron kunnostussuunnitelmassa. Kartassa 8 esitettyjen tulva-alueiden laajuus ei perustu laskennalliseen selvittämiseen, vaan kuvastaa maastosuhteiden kannalta mahdollisia tulva-alueita. Mielikuvan saamiseksi tulva-alueiden merkityksestä virtaamien tasaukselle voidaan yksinkertaistetusti laskea niiden vaikutusta tulvavirtaamiin tulvan alkuvaiheessa. Esimerkiksi 30 kertaa 30 metrin suuruinen tulva-alue, jolle vesi nousee metrin kerrokseksi, täyttyy uoman alaosassa havaitulla 3 m³/s huippuvirtaamalla 5 minuutissa. Vastaavasti 20 metriä leveä ja 200 metriä pitkä tulva-alue täyttyy 22 minuutissa, ottamatta vielä huomioon uoman viiveellä lisääntyvää virtaamaa tulva-alueelta eteenpäin. Voidaan päätellä, että uoman yhteyteen muodostettavilla tulva-alueilla on merkitystä etenkin lyhytaikaisten rankkasateiden aiheuttamien ylivirtaamien säätelyssä.

Jos alivirtaama uoma tehdään pieneksi ja mutkitteluksi, vesi alkaa tietyllä virtaamalla nousta tulvatasanteelle, jolloin uoman virtaus alkaa lisääntyä. Tulvan nousu yläpuolisella tulva-alueella alkaa pysähtyä ja tulva asettuu tietylle tasolle tulvatasanteen purkautumiskyvyn mukaan. Tulva-alueiden alapäähän tierumpujen yläpuolelle voidaan tarvita lisäksi virtaamia hallitusti säätelviä, esimerkiksi luonnonkivistä rakennettavia kynnyksiä.

Suurin merkitys tulva-alueella ja kaivettavalla tulvatasanteella olisi heti putkiosuuden jälkeen Länsimäentien suojaviheralueella, koska tälle alueelle tulisi kerätä voimakkaasti rakennetulta alueelta tulevien hulevesien epäpuhtauksia. Kiintoaineksen pysäyttäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa olisi tärkeää, koska Ojapuiston osuudesta voisi muodostua on kalastollisesti arvokas ja kiintoaineksen haittaa sen kunnostamista.

4.4.5 Sivupurojen viipymän lisääminen

Mellunkylänpuroon suoraan laskevien hulevesiviemärien lisäksi sivupurojen mukanaan tuomalla virtaama- ja ravinnelisäyksellä on vaikutusta pääuoman virtaamasuhteisiin ja veden laatuun. Sen vuoksi on tärkeää pyrkiä tasaamaan virtauksia jo sivu-uomien yhteydessä. Sivuuomia, joihin laskee hulevesiviemäreitä, voidaan käyttää hulevesien puhdistuksessa. Sivuuomiin voidaan esimerkiksi kaivaa uomalaajennuksia, jotka lisäävät viheralueiden monimuotoisuutta ja uomien kalastollista merkitystä.

Ojamaisiin puroihin, jotka kulkevat kapealla alueella asutuksen keskellä, voi olla vaikea saada varsinaista varastotilavuutta. Uomiin kaivamalla tehtävillä kapeillakin tulvatasanteilla saadaan lisätilavuutta ylivirtaamatilanteissa. Uoman pohjalla luonnostaan kasvava vesikasvillisuus ja sinne lisätty aines, esimerkiksi kivet, nostavat vesipintaa, millä on merkitystä virtaamisen kasvuvaiheessa. Tämä viivyttää virtaamien valumista pääuomaan ja pienentää pääuoman tulvahuippuja. Puistoalueille, etenkin Linnanpellon alueen itäreunassa virtaavan Linnanpellonjojan yhteyteen voidaan puistoalueen suunnittelun yhteydessä suunnitella laajempia tulvaa tasaavia kosteikkolampia. Länsireunan oja kulkee katu- ja tontti-alueiden välissä, mutta jo nykyisellään vesikasveja kasvavana se toimii ainakin kiintoaineksen laskeuttajana. Uomaa voitaisiin hiukan laajentaa ja virtauksen säätelykykyä tehostaa sopivalla kynnystämällä. Koska sivupuroissa esiintyy lähteellisyyttä, voi niilläkin olla merkitystä kalastolle. Kalojen kulku pääuomasta tulee sen vuoksi mahdollista kynnysten toteutuksessa.

4.4.6 Putkitettujen osuukien avaaminen ja läpikulkukelpoisuuden parantaminen

Putkitettujen purouomien avaaminen on ollut yleistä Keski-Euroopassa viimeisen 20 vuoden aikana. Sveitsin li-

säksi mm. monissa Saksan kaupungeissa on laajoja ohjelmia putkitettujen ja kanavoitujen uomien avaamiseksi ja USA:ssa putkien avaaminen (daylighting) on tullut tavoitteeksi. Viime aikoina myös Oslossa on herännyt aloitteita putkitettujen uomien saamiseksi osaksi kaupunkikuvaa.

Putkitettujen osuuksien muuttaminen avouomiksi on usein vaikeaa tilan puutteen takia, mutta koska rakentamista on harvoin sijoitettu suoraan putkiosuuden päälle, voi putken korvaaminen esimerkiksi tuettuna kanavauomana olla mahdollista. Teiden alituksessa putkiosuudet ovat tarpeen, mutta niiden korvaaminen silloilla olisi suositeltavinta. Silta mahdollistaa myös maaeliöiden kulkemisen rantavyöhykkeitä pitkin, jolloin uoma toimii ekologisenä käytävänä paremmin kuin pelkkä putken vesiyhteys. Riittävän korkea silta toimii myös viheralueen alikulkureittinä, joten purojen ja ihmisten pääsy samaa reittiä teiden ali tulisi olla tavoitteena.

Mellunkylänpuron alueella pitkä yhtenäinen putkiosuus metroaseman alueella ei pelkästään tilan puutteen takia olisi ilmeisesti välttämätön, joten kannattaisi selvittää mahdollisuuksia uoman osittaiseen avaamiseen esimerkiksi metroaseman seudun kaupunkikuvallisen kehittämisen yhteydessä.

Putkiosuuksien läpikulkukelpoisuuden mahdollistaminen on ensisijainen toimenpide vesistön kokonaisvaltaisessa kalastollisessa kunnostamisessa. Kalasto pystyy liikkumaan putkiosuuksien ja tierumpujen läpi ja taimen jopa oleskelemaan putkiosuuksissa, mikäli vesisyvytydet ovat riittäviä. Ensimmäisenä toimenpiteenä Mellunkylänpuron pitkien, samoin kuin katuja alittavien putkiosuuksien ja rumpujen kunnostamiseksi tulisi tarkistaa niiden vesisyvytydet alivirtaama-aikana ja tehdä niiden alapuolelle ja tarvittaessa myös sisälle vesisyvytyttä nostavia kynnyksiä samaan tapaan kuin Espoon Monikonpurossa (Jormola et al. 2003).

4.4.7 Uoman monipuolistaminen kalaston kannalta

Kaupunkipuroilla voi lähdevesien ansiosta olla huomattavaa arvoa oman paikallisen kalakannan ja myös laajemman vesistöalueen kannalta poikastuotantoalueina. Arvokkaan ja asukkaita kiinnostavan kalaston esiintyminen lisää samalla asuin ympäristön arvostusta ja antaa pitkäjännitteisyyttä purojen kunnostuksen eteen tehtävälle työlle. Purojen kalastollinen kunnostaminen on tärkeää vapaaehtoistyötä, joka luo edellytyksiä mielekkäälle toiminnalle omaksi koetun ympäristön hyväksi. Uomassa esiintyvä kalasto on omiaan myös lisäämään asukkaiden vastuuta purovesistön puhtaudesta ja se lisää uomaan kohdistuvaa omaehtoista tarkkailua. Kalakannan seuraaminen auttaa myös kaupungin viranomais- ja virkatyötä mm. veden laadun tarkkailun ja mahdollisesti myös roskaamisen vähentämisen muodossa. Toimivien yhteistyömuotojen kehittäminen kaupungin oman vastualueen ja vapaaehtoistoiminnan kesken olisi tärkeää.

Mellunkylänpuron voidaan arvioida soveltuvan jo nykyisen veden laadunsa puolesta lohikaloille, kuten taimenille, mutta niiden pitkäaikainen selviäminen ja etenkin lisääntyminen on vielä epävarmaa. Habitaattirakenteen monipuolistaminen parantaa kalojen selviämisedellytyksiä vaikeissa hulevesien aiheuttamissa vedenlaatu- ja virtaamatilanteissa ja syvänteet myös kovina pakkastalvina. Peruslähtökohtana on kalaston vapaa hakeutuminen uomaan luontaisena vaelluksena merestä, mutta myös kalaistutukset voivat uomien erityisluonteesta johtuen olla tarpeen. Istutuskantojen valinnassa olisi syytä ottaa huomioon kalatalousviranomaisten näkemys kalojen geneettisestä taustasta.

Uomien kunnostus talkootyönä tulisi ohjata kohteisiin, joille todennäköisesti ei tarvita laajamittaisia kunnostustöitä, esimerkiksi uoman linjauksen, uomaprofiilin muutosten tai eroosiosuojauksen takia, jotta tehdyt kunnostukset eivät menisi hukkaan mahdol-

listen laajempien kunnostustöiden yhteydessä. Kunnostuskeinoina voivat olla tyypillisesti mm. uoman sorastus, kivien ja puuaineksen asettelu sekä pienten suisteiden tekeminen. Toimenpiteillä luodaan monipuolisia habitaatteja kalojen kutemista, poikasten kehittymistä ja uomassa eläviä suurempia kaloja varten. Eroosion hyödyntäminen ja uoman kunnostuksessa toisaalta myös eroosiosuojaus esimerkiksi suisteiden avulla voi olla hyödyllinen keino uoman kunnostuksessa, mutta Mellunkylänpuron varressa toimenpiteet on syytä tehdä yhteistyössä kaupungin kanssa. Toimenpiteisiin voi liittyä eroosio- ja vedenlaatu- ja tulvariskejä yllätyksellisissä virtaamatilanteissa. Koska alivirtaamauoman tulisi joka tapauksessa olla kalojen kannalta melko pieni, tulisi varautua tulvatasanteiden kaivamiseen tai hallittujen tulva-alueiden muodostamiseen, jolloin alivirtaamauomalla ei enää ole välttämättä mitoituksellista merkitystä tulvavirtaamilla. Tällöin siihen voidaan lisätä vapaammin kalojen elinoloja parantavia, virtausta hidastavia uomarakenteita.

4.4.8 Uoman kunnostusmahdollisuuksia Mellunkylänpuron eri osuuksilla

Suoristetut latvaosat

Mellunkylänpuron latvaosa ja pohjoinen sivuhaara on kaivettu pääosin täy-

sin suoraksi ojaksi. Koska uomaan tulee koko matkalla lähdevesiä ja koska yläjuoksulla hulevesien vaikutus virtaamiin on vielä vähäinen, voi uoman kalastollinen kunnostaminen olla perusteltua lähes koko uoman matkalla, myös sivu-uomissa ja latvaosassa. Alitettuaan Porvoon moottoritien puro kulkee viljelypalsta-alueen ja Pallopuiston reunassa ja näillä osuuksilla puron linjauksen monipuolistamiselle olisi tilaa. Moottoritien varteen voitaisiin kaivaa lampi, joka toimisi moottoritien epäpuhtauksien laskeuttajana ja laimentaisi sulamisvesien aiheuttamaa suolapitoisuuden lisääntymistä. Lampeen voitaisiin kaivaa syväne, jolloin se ei jäätyisi missään olosuhteissa pohjia myöten. Se voisi siten toimia mm. kalaston suojapaikkana.

Uomaa voitaisiin kaivaa mutkittelevaksi siten, että se kulkisi välillä tonttialueiden reunassa ja välillä viljelypalsta-alueella. Uoma on viljelypalsta-alueella nykyisin melko kapea. Myös mutkittelevaksi kaivettava uoma saisi olla kapea ja kasvillisuuden suojaama, jotta ei tapahtuisi turhaa lämpenemistä kesäaikana (Kuva 34). Asutukselle aiheutuva tulvimisvaara estettäisiin kapean tulvatasanteen kaivamisella. Viljelypalsta-alueella lännestä virtaava oja voitaisiin monipuolistaa ja asutusalueen lähelle voitaisiin kaivaa hulevesiä tasaava pieni lampi asuntoalueen vesiaiheeksi.

Pääuoman latvaosat ja sivu-uomat ovat melko tasaisia ja virtaamat ovat vielä kohtuullisia, joten erityisiä eroosiosuojastoimenpiteitä niihin ei juuri tarvita. Tulvatasanteen kaivaminen vähentää uomaan kohdistuvaa syöpymistä. Uomien laidat saavat yleensä kasvaa vesi- ja tulvakasvillisuutta. Paikotellen voidaan rantoja kivetä ja uoman pohjaa kynnystä.

Myös Pallopuiston kohdalla on uomalle tilaa ja alivirtaamauoma voisi olla mutkitteleva ja nykyistä kapeampi. Alavalla alueella puron vieressä olevan asutuksen takia kaivettaisiin uoman yhteyteen tulvatasanne. Helsingin puolella uomaa voitaisiin monipuolistaa Vesalantielle asti. Risteykseen sopisi uoma-laajennus.

Kuva 34. Latvaosat ovat suoraa ojaa, mutta mutkittelulle olisi hyvin tilaa paltaviljelyalueen kohdalla. Alivesiuoma voisi olla kapea ja se voisi mutkitella sekä viljelyalueella että tonttien reunassa.





Kuva 35. Vesalantie on linjattu mutkittelevaksi Mellunkylänpuron alkuperäisen linjauksen mukaan. Vaikka purolla on vähän tilaa, se muodostaa viherkaistana arvokkaan ekologisen käytävän.

Vesalantien varressa on ennen putkiosuutta osuus, joka on koskialueiden lisäksi koko puron ainoita yleislinjaukseltaan alkuperäisiä osuuksia (Kuva 35). Vesalantie on tehty mutkittelevaksi puron linjauksen mukaan. Puro kulkee ahtaalla kaistalla kadun ja kevyen liikenteen reitin välissä, mutta se muodostaa rantapuustoineen arvokkaan ekologisen käytävän. Uoman rakennetta olisi mahdollista hiukan monipuolistaa kalaston kannalta, esimerkiksi kiviaineksellä.

Vesalassa koillisesta tulevan, osittain putkitetun sivu-uoman latvaosa on myös kaivettu ojamaiseksi. Ojan pohjalle on kehittynyt kapea alivesiuoma, joka johtaa tasaisesti virtaavia lähdevesiä (Kuva 36). Uomaa voitaisiin muotoilla vaihtelevammaksi uomaksi asutuksen keskellä. Uomaan voitaisiin kaivaa uomalaajennus samaan tapaan kuin yläjuoksulla olevaan sivu-uomaan.

Putkiosuudet

Mellunkylänpuron pääuomassa on kaksi pitkäköä putkiosuutta, joista pitempi on metroaseman alueella (Kuva 37). Putkiosuuden korvaamisesta Leppävaaran Monikonpuron tapaisella kanavaratkaisulla voitaisiin tutkia osana Mellunkylän metroaseman seudun muuta



Kuva 36. Vesalassa koillisesta virtaavaan lähteelliseen sivu-uomaan on kehittynyt itsestään kapea alivesiuoma. Kuvan etualalle voitaisiin tehdä muutaman neliömetrin suuruinen uomalaajennus.

kunnostamista tai julkista rakentamista. Avattavassa uomassa voisi olla levennys ja tarvittaessa porrasmaisesti terassoitu keskeinen vesiaihe. Länsimäentien varsi viherkaistoinen vaikuttaa riittävän väljältä avouoman toteuttamiseen. Mellunmäentien alitus metroaseman kohdalla voitaisiin suunnitella kävelytien kanssa yhteisellä tunneliratkaisulla. Mahdolliset risteävät viemärilinjat voivat vaikuttaa avouo-

Kuva 37. Mellunkylänpuron putkitettu osuus voitaisiin avata viherkaistan kohdalle esimerkiksi mahdollisen metroaseman alueelle suunniteltavan julkisen rakentamisen vesiaiheeksi.



mana toteuttamiskelpoisein osuuksiin.

Vesalassa on putkitettu pääuomaa ja lisäksi koillisesta tuleva sivu-uoma parin sadan metrin matkalta. Toive putkitukseen on tullut on Helsingin vedestä saatujen selvityksen mukaan alun perin asukkailta mm. turvallisuuden takia. Uoman syöpyminen vaikeutti puron kunnossapitoa. Puron mahdollisessa avaamisessa tulisi sen vuoksi varautua rantojen suojaamiseen ja hankkeen suunnitteluun asukkaiden kanssa uusista lähtökohdista, joihin kuuluu puron tilan monipuolinen kunnostaminen ja myös kalaston edellytysten parantaminen. Kadun vartta kulkeva pääuoman osuus voitaisiin avata kadun ja kävelytien väliin toteuttamalla rannat paikoitellen muureina tai muuten tuettuina. Sivuuoman putkiosuus on rakennettu kadun kohdalle, joten tilaa on varsin vähän. Kyseeseen voisi tulla pääuoman tapaan jyrkkäreunainen kanavaratkaisu. Harkittavaksi voisi tulla myös uoman sijoittaminen osittain tonttialueille, jos asukkailla on siihen kiinnostusta. Tavoitteena voisi olla uusi tonttien vesiaihe.

Siltarummut voivat olla paha noususte kalastolle. Kävelyteiden ali tehdyistä siltarummuista Aarrepuiston alimmassa kohdassa on liian suuri pu-

touzero, jotta kalat voisivat nousta rumpuun ja sen läpi koskialueelle. Rummun alapuolella tapahtuu myös syöpymistä uoman hiekkamaarinteissä, mikä johtuu uoman oikaisemisesta putkiosuuden rakentamisen yhteydessä. Nykytilanteessa soraikon syntyminen kosken alapuolelle lisää omalla tavallaan uoman monimuotoisuutta. Jotta rummusta saataisiin kaloille läpikulkukelpoinen, alapuolelle pitäisi tehdä kynnyksen, jonka avulla alapuolinen vesipinta nousisi rumpuun asti. Rummussa täytyy turvata riittävä vesisyvyys koko matkalla. Kynnyksen on tiivistettävä, mutta se tulisi verhoilla luonnonkivillä. Käytännössä jouduttaisiin rakentamaan tavallaan uusi koski putken alapuolelle Länsimäentien varteen. Mieluiten rumpu tulisi korvata sillalla ja uoma tulisi loiventaa kulkemaan alkuperäistä, nykyisin kuivillaan olevaa uomaa pohjoiseen ja takaisin etelään Länsimäentien vartta.

Vesalanpuiston uomaosuus

Vesalanpuistossa Mellunkylänpuron uoma noudattaa putkiosuuden jälkeen vanhaa linjausta, mutta uomaa on perattu ja jonkin verran suoristettu. Uoman rannoilla on puustoa ja uoman vir-

tausnopeus on suurempi kuin yläjuoksulla joten siinä on paljon luonnontilaisen uoman piirteitä. Maaperä on karkeampaa ja uomassa näkyy joitakin kiviä. Putkiosuuden jälkeen näkyy jälkiä kallion louhinnasta aikaisemman perkauksen yhteydessä.

Vesalanpuiston itäpäässä on jääniteitä vanhoista mutkista, jotka voitaisiin liittää nykyisen uoman osiksi, samalla täyttämällä suoristettua uomaa. Täytettävät osuudet on suojattava kiviaineksella tai puusuisteilla ylivirtaamien kulutusta vastaan. Koska Vesalanpuiston kohdalla uomalle on tilaa, myös ylemmälle uomaosuudelle, keskeiseksi puiston maisema-aiheeksi, voitaisiin pyrkiä saamaan aikaan vaihteleva uoma, jossa poluilta avautuu näkymiä korostettaviin mutkiin (Kuva 38). Uoma on jonkin verran mutkitteleva, mutta mutkittelua voitaisiin vielä korostaa. Uoma ei voi alivirtaamien pienuuden takia olla kovin leveä, ennemmin alivirtaamauomaa tulisi paikoitellen kaventaa, jotta riittävä vesisyvyys olisi mahdollinen. Asutuksen tulvanvaaran takia uoman reuna-aluetta voi olla syytä madaltaa nykyistä maanpintaa hiukan alemmaksi tulvatasanteeksi muuttaman metrin leveydeltä, jolloin uoma levenee ylivirtaamatilanteessa. Olemassa olevaa rantapuustoa on kuitenkin syytä säilyttää. Alivirtaamauoman

ja tulvatasanteen poikkileikkaukset on suhteutettava virtaamiin tarkemman laskennan avulla, ottaen huomioon tulvatasanteen kasvillisuuden vaikutus tulvavirtauksen hidastumiseen.

Aktiivisen, kaivamalla tehtävän kunnostuksen ja uomalinjauksen lisäksi voitaisiin Vesalanpuiston kohdalla kokeilla passiivisia eli uoman omaan toimintaan perustuvia kunnostuskeinoja, koska uoman vietto ja lisäksi tulvavirtaamien voima mahdollistaisi jonkin asteista uoman omaa dynamiikkaa. Maaperässä on lisäksi savea karkeampaa ainesta, joka lajittuneena voi muodostua uomassa monimuotoisuutta lisääväksi tekijäksi. Virtausta ja uomarakennetta voitaisiin monipuolistaa asettelemalla uomaan kiviä ja jotakin puunrunkoja suisteiksi. Niillä voidaan ohjata virtausta siten, että uomaa voi vähitellen kehittää pienimuotoista mutkittelua ja syvänteitä ja että pohjamaa alkaisi lajittua ja kasautua särkiksi. Vesalanpuiston kohdalla uomaan laskevien hulevesiviemärien suuhun olisi syytä tehdä laskeutusaltaita tai poukamia ennen vesien laskemista puroon.

Uomassa on kaltevuutta ja jonkin tyyppiseen rantojen suojaamiseen tulee varautua erityisesti asutuksen puoleisella itärannalla. Koska alue jää nykyiseen tapaan metsäiseksi ja varjoiseksi, ei rantoja suojaavaa vesikasvillisuutta



Kuva 38. Vesalanpuiston kohdalla uomaa voitaisiin olemassa olevaa mutkittelua korostaa ja uomaa monipuolistaa.

voi juuri levittäytyä. Jos uomaan kaivetaan mutkia, rantojen suojaaminen paikoitellen luonnonkivellä eroosiolle herkissä vastamutkissa on luontevinta.

Aarrepuiston koskialue

Aarrepuistossa Mellunkylänpuro on nykyisin näyttävimmillään. Koskessa olevan sivu-uoman ja rantojen suojaukseen on käytetty taidokkaasti luonnonkiveä. Hiekkaiseen moreeniin uurtunut koski on melko jyrkkä ja hienompi materiaali on huuhtoutunut aikojen kuluessa alajuoksulle. Puistoon on rakennettu polkuja ja silta, jolloin koskialue antaa huolitellun, mutta samalla luonnonmukaisen vaikutelman.

Puiston rakentamisessa on lähtökohtana visuaalisen koskimaiseman korostaminen. Koskialuetta voitaisiin edelleen kunnostaa myös kalaston näkökulmasta. Suvantojen patoamiseksi tehdyt puukynnykset tulisi korjata kalloille helpommin noustaviksi korvaamalla ne tiivistetyillä kivikynnyksillä tai asettelemalla puukynnysten alapuolelle kiviä. Kosken jyrkennettyä alaosaa Länsimäentien varressa pitäisi loiventaa palauttamalla uoman linjaus kävelytierummun jälkeen vanhaan, kuivil-

laan olevaan uomaan. Aarrepuiston alaosaan lähelle Länsimäentietä on siten mahdollista kunnostaa usean kymmenen metrin pituinen loiva koskiuoma.

Länsimäentien suojaviheralue

Pitkän putki- ja kanavaosuuden jälkeen Mellunkylänpuro virtaa louhekevillä verhoiltuna kanavana Länsimäentien eteläpuolella. Putkiosuuden kaivussyvyyden takia uoma on kaivettu syväksi ja suoraksi (Kuva 39). Koska puistoalueella on hyvin tilaa, tulisi uoman linjausta parantaa monipuolisesti mutkittelevaksi, varmistaen uoman vetokyky ja rantojen luonteva muotoilu laajemman, kaivettavan tulvatasanteen avulla. Tulvatasanteella olisi heti putkiosuuden jälkeen erityinen merkitys hulevesien mukana tulevan kiintoaineksen laskeuttamisessa.

Kaivettavien mutkien eroosiosuojaus tulisi varmistaa kiviainekseen ja kasvillisuuteen perustuvilla suojauksilla. Vesirajassa voidaan käyttää rannan suuntaista risunkia eli yhtenäistä oksakimppua mutkan suojaksi niissä kohdissa, joissa linjaus käännettäisiin nykyisestä uomasta kohti vanhaa kaivettua uoma. Mutkien ulkokaarteeseen voidaan istuttaa jonkin verran ranta-



*Kuva 39. Länsimäentien suojaviheralueelle Metroase-
man putkiosuuden jälkeen
tarvittaisiin suoraksi ja sy-
väksi kaivettuun uomaan
mutkittelu ja tulvatasanne,
jolle kiintoaines voisi laskeu-
tua. Kuvassa entisen uoman
jäänne laskee suoristettuun
uomaan vasemmalta taustalta
näkyvien talojen suunnasta.*

puustoa, mm. tervaleppää lähinnä yksittäisinä rantapuina. Sopiva mutkitellun lisääminen pidentää ja loiventaa uomaa, mikä vähentää uoman pohjaan ja laitoihin kohdistuvaa kulutusta.

Suunnitelmapakartassa 8 on esitetty linjaus, jossa on sovitettu yhteen venäläisen sotilaskartassa kuvatun vanhan uoman piirteitä, kuivilleen jääneen, aikanaan suoristetun uoman jäänteitä ja nykyisen suoran, syväksi kaivetun uoman osuuksia. Untamalantien varressa kulkevan sivupuron ja pääuoman liittymäkohtaan esitetään lampimaista uomalevennystä ja patojärjestelyä, joka säätelee hallitusti uoman ja tulva-alueen vedenkorkeuksien vaihtelua.

Puroon tulee pintavesiputkia Länsimäentien ali. Niiden kautta pyrittäisiin jatkossa johtamaan käsiteltyjä hulevesiä Länsimäentien pohjoispuolelta. Hulevesiputkien laskukohtaan voitaisiin tehdä laskeutusaltaita tai poukamia puron yhteyteen.

Linnanpellon alue

Yleiskaavassa Linnanpellon alueelle suunniteltu uusi asutus sijoittuisi varsin alavalle peltoalueelle, jonka pinnan taso on lähellä puron pinnan tasoa varsinakin tulva-aikaan (Kuva 40). Alavuus

asettaa vaatimuksia perustusten kuiva- tukselle. Asutuksen ja puron väliin tulisi varata tilaa joko imeytysalueille, jotka ovat normaalisti kuivina tai kosteikoille, joissa on jatkuvammin hiukan vettä. Suunnitellun asutusalueen kohdalla on rantaviivalla luonnostaan syntynyttä puustoa, joka on syytä pääosin säilyttää.

Ojapuistonkosken yläpuolella on nykyisin uomalaajennus, joka tuo merkittävää vaihtelua uoman rakenteeseen. Alueella on aikaisemmin ollut myllypadon patoama, myös uimakäytössä ollut lampi. Koska uoman veden laatu on todettu jo uimakelpoiseksi, olisi perusteltua harkita lammen kunnostamista mahdolliseen uimakäyttöön. Toisaalta alue soveltuu erinomaisesti myös uoman virtaamia ainakin hetkellisesti tasaavan, tulvivan uomalaajennuksen rakentamiseen. Hulevesien mukanaan tuoman kiintoaineksen selkeyttäminen on alapuolisen vesistön kannalta toivottavaa, mutta kiintoaineksesta voisi aiheutua epäsiisteyttä ja ajoittaista epähygieenisyyttä, minkä vuoksi veden laatua tulisi seurata ennen varsinaisen uimapaikan suunnittelua. Joka tapauksessa uomalaajennukseen kannattaa tehdä matalaa rantaa, jossa voi turvallisesti päästä veden äärelle.



Kuva 40. Ojapuistonkosken yläpuolinen uomalaajennus, josta voitaisiin kunnostaa tulvakosteikko, mahdollisesti myös uimalampi, edellyttäen että veden laatu on jatkossa riittävän hyvää. Uutta asutusta on suunniteltu taustalla olevalle alavalle Linnanpellon alueelle.



Kuva 41. Ojapuistonkosken myllypadon rakenteita tulisi kunnostaa kaloille nousukelpoisiksi säilyttäen kuitenkin joitakin rakenteita. Kosken alapuolella on luontaista kutusoraa.

Kävelytien rumpu toimii tällä hetkellä padotuksena joissakin virtaamatilanteissa, mutta sen yläpuolelle voitaisiin rakentaa virtaamia luonnonmukaisesti säätelevä pohjapato. Pato voidaan rakentaa kivistä kapealla aukolla esimerkiksi siten, että vesi virtaa alivirtaama- aukosta kivien välistä ja nousee virtaamaan kivien yli suurilla virtaamilla.

Ojapuistonkoski

Ojapuistonkoski on Mellunkylänpuron historian ja maiseman kannalta merkittävä kohde, joka kuitenkin nykyisellään edellyttää perusteellista kunnostamista. Myllypadon jäänteitä tulee osittain purkaa, mutta alueen historiasta on syytä jättää merkkejä jäljelle. Historiasta kertova informaatiotaulu olisi alueelle paikallaan. Vanhat patorakenteet haittaavat merkittävästi mahdollista yläjuoksulle pyrkivää kalastoa, joten nousureitti tulisi kunnostaa tai rakentaa loivana patorakenteiden ohi (Kuva 41).

Kosken alapuolella näkyy uomassa hiekkaa ja soraa, mikä osoittaa alueen karkeampaa maaperää, Koskialueen kunnostuksessa tulisi varoa peittämästä tai poistamasta luontaista maaperää. Tällä kohdalla, jossa maaperä on melko karkeaa, on perusteltua antaa rantojen sopivasti erodoitua, jolloin materiaalia lajittuu luontaisesti uoman pohjalle ja voidaan hyödyntää uoman

omaa eroosiodynamiikkaa. Kosken alapuoli vaikuttaa tällä hetkellä ehkä puron otollisimmalta alueelta ajatellen mahdollisia arvokalaston lisääntymisalueiden kunnostamista ja kehittymistä.

Ojapuisto

Länsimäentien rakentamisen yhteydessä on tehty puron viimeisin laaja muutostyö, kun uoma on siirretty kulkemaan tien eteläpuolella melko suoralinjaisena uomana. Uoman varteen on siirron jälkeen lähtenyt kasvamaan tiheästi puuntaimia Itäväylälle asti. Kaltevuudesta ja virtausnopeudesta johtuen uomassa on lähtenyt käyntiin lieviä uomaprosesseja, jotka saattavat aiheuttaa myös haitallista uomaerosiota. Laajempia sortumia ei kuitenkaan esiinny. Purosta voisi Ojapuistossa kehittyä merkittävä erityisesti uoman ekologian ja kalaston kannalta, vaikka osuudella ei ehkä olisi niin suurta merkitystä virkistyskäytölle (Kuva 42).

Kunnostuskeinona olisi uoman kaivaminen mutkittelevaksi, jolloin uomalle tulisi lisää pituutta ja kaltevuus pienenesi. Puistoalueella on mutkitte- lulle riittävästi tilaa. Tarkemman maaperäanalyysin perusteella tulisi arvioida maaperän eroosioherkkyys, mahdollisen karkeamman materiaalin osuus ja sen perusteella se, miten paljon uomaprosesseja voitaisiin sallia osuudel-

la. Uoma saisi kehittyä rannoiltaan osittain puustoiseksi, monimuotoiseksi uomaksi. Tällä osuudella voitaisiin pyrkiä lähelle aiemmin luonnehdittua kunnostuksen tavoitekuvaan. Tulva-alue voisi olla leveä ja tulva voisi nousta ilmeisen haitattomasti varsin kauas uomasta nykyiseen metsään. Tulva-alue voisi olla jatkossa osittain puoliavoimaa tulvaniittyä ja osittain tulvametsää. Tulva-alue voisi toimia tehokkaana tulvavesien viivyttäjänä ja kiintoaineksen laskeuttajana. Ojatien kohdalla voisi olla pieni uomalaajennus.

Teollisuusalue

Itäväylän alitettuaan puro kulkee Itäväylän vartta ja suunta kaakkoon teollisuusalueelle. Itään haarautuu sivu-uoma eli entinen pääuoma, johon pääsee nykyisin vain tulvavesiä pienen ojan kautta veden ollessa korkealla. Paloaseman kohdalla uomaan purkautuu uoman edellisen kaivamisen yhteydessä syntynyt lähde (Ketola 1998), josta tulee vettä ilmeisen tasaisesti, myös kuivan kesän 2002 jälkeen talvella. Lähteen antama puhdas lisävesi on merkittävä uoman alaosan ekologian kannalta. Lähteen aluetta, joka pitää uoman yleensä sulana myös talvella, tulisi muotoilla suvannoksi (Kuva 43).



Uoma tulisi säilyttää avouomana teollisuusalueen kohdalla. Uomalle voisi muodostua teollisuusalueella jopa kalastollista merkitystä poikastuotantoalueena, koska uoman virtaus on sopivan vuolasta. Uomalle varattavaa tilaa tulisi ainakin hiukan laajentaa loiventuen luiskia, mikä ei vielä rajoittaisi teollisuusalueen toimintoja. Luiskiinkin voitaisiin istuttaa suojaiksi pensaita ja puita teollisuusalueen kohdalla, jolloin uoman merkitys näkyisi myös visuaalisesti alueella ja uoman varsi toimisi ekologisesti käytävänä (Kuva 44).

Kuva 42. Ojapuistossa Itäväylälle asti olisi hyvää tilaa luonnontilaisen kaltaiselle mutkittelevalle uomalle ja tulva-alueelle. Uomasta voisi tällä alueella tulla kalastollisesti merkittävä.



Kuva 43. Paloaseman kohdalla on lähde, joka pitää uomaan tehokkaasti sulana myös talvella. Lähteen kohdalle voitaisiin muotoilla suvantoalue.



Kuva 44. Teollisuusalueella purolla on vähän tilaa, mutta uomalle voisi tulla alueella kalastollista merkitystä vuolaan virtauksen ansiosta. Rantapuuston lisääminen parantaisi uoman merkitystä ekologisena käytävänä. Hulevesiputkista (etualalla) tulevien vesien osuutta tulisi pyrkiä vähentämään imeytyksellä ja putkien päähän pitäisi tehdä lasketusaltaita.

Hulevesien käsittely ja imeyttäminen esim. viherkaistoilla olisi teollisuusalueella tärkeää, jotta voidaan vähentää hulevesiviemärien kautta tulevia virtaamia (Kuva 44). Hulevesiputkien päähän tulisi tehdä laskeutusaltaita kiintoaineksen laskeuttamiseksi. Teollisuusalueen alapuolella luontainen kosteikko, jota voitaisiin hyödyntää alueen hulevesien käsittelyssä (Kuva 45).

Kuva 45. Teollisuusalueen alapuolella on alueen vesien käsittelyyn soveltuva luontainen kosteikko.



Tankomäenkoski ja Linnavuorenpuisto

Teollisuusalueen jälkeen uoman kaltevuus lisääntyy ja uoma virtaa varsin luonnontilaisen oloisena, kivikkoisena koskena kasvillisuuden keskellä (Kuva 2). Tankomäenkosken syöpymistä tulee tarvittaessa hillitä sorastamalla ja kiveämällä, jos rannoista alkaa syöpyä saviainesta. Karkeamman soran syöpymistä ja lajittumista uomaan on hyötyä kalaston olojen parantamisen kannalta, koska lajittuminen muodostaa soraikkoa kosken alapuolelle.

Uoman alaosa Linnavuorenpuistossa on 1900-luvun alkupuolella eli suhteellisen vähän aikaa sitten kaivamalla tehtyä suoraa uomaa, jossa tapahtuu voimakasta ja haitallista uomaeroosiota. Varsin jyrkkinä pysyvät uoman seinämät viittaavat kuitenkin siihen, että savi on melko kiinteää ja pystyseinäisyys uomille siten myös luontaista, kuten monille Etelä-Suomen savialueiden puroille.

Alaosan savisella osuudella olisi tärkeää pysäyttää uoman syöpyminen. Puistoalueella on käytettävissä tilaa uoman halutulle linjaukselle. Koska maasto on viettävää, tulisi uoman pituutta lisätä mutkittelun avulla. Lähtökohtana voitaisiin pitää voimakasta mutkittelua siten, että uoman pituudesta tulisi kaksinkertainen verrattuna suoran uoman pituuteen. Kapea ja pintakasvillisuuden suojaama uoma voitaisiin mahdollisesti kaivaa tiiviiseen saveen pystyseinäisenä varsinkin siinä tapauksessa, että ylivirtaamia saadaan rajoitetuksi yläjuoksulla. Jos savi ei pysy jyrkkänä rantana uudelleen kaivetussa uomassa pelkästään pintakasvillisuuden tai puiden juuriston suojaamana, voidaan rantojen suojaukseen käyttää pajusuojauksia ja lähinnä puusta tehtyjä suisteita.

Uoman alaosassa oleva mittapato tulisi pikimmiten purkaa, koska se estää kalojen nousun uomaan. Jos virtaustutkimuksia halutaan edelleen tehdä, pato tulisi korvata virtaama-aukolla, jossa virtaamia on mahdollista tutkia ilman uoman sulkemista. Perinteisen mittapadon purkaminen, korvaa-

minen tai kiertäminen ohitusuomalla Mellunkylänpurolla olisi myös yleiseltä kannalta merkittävää, koska mittapadot ovat ongelma nousuesteinä tutkittavissa pienissä uomissa (Kuva 46).

Alaosan vanha pääuoma

Itäväylän kohdalta erkaantuva Mellunkylänpuron vanha pääuoma on nykyisellään vähävetisenäkin maisemallisesti merkittävä kulkiessaan vesiaiheena asuntoalueen läheltä. Uomaan on muotoiltu uomalaajennuksia pientaloalueen rakentamisen yhteydessä ja se on hyvä esimerkki puron maisemallisesta arvosta asuinympäristössä (Kuva 47).

Itäväylän varressa olevan haarautumiskohdan ja asuntoalueen välillä on alava pajukkoinen painanne, joka soveltuisi hyvin tulvavesien laajentumisalueeksi (Kuva 48). Tulva-alueen toteuttaminen ei vaadi paljoa toimenpiteitä, samoin uoman alaosassa on valmiina luontainen tulvatasanne.

Virtausta nykyisestä pääuomasta sivu-uomaan tulisi lisätä esim. siten, että siihen johdetaan noin puolet pääuoman alivirtaamamäärästä ja merkittävä osa tulvavirtaamista. Virtaamasuhteiden jakamista varten Itäväylän varteen on rakennettava molempien uomien virtaa-



Kuva 46. Puron alaosassa oleva mittapato tulisi purkaa, koska se on nousueste kaloille.

mia sopivasti säätelevät kynnykset. Virtauksen tarkaksi säätelemiseksi kynnyksrakenteista täytyy tehdä suhteellisen kestäviä, jotta rakenteita ei liikuteltaisi, mieluummin kuitenkin luonnonkivirakenteisena Pajukkopainanne voisi toimia sellaisenaan hyvänä tulvavirtaamien viivytyalueena vanhassa pääuomassa. Lisävirtaus parantaisi uomalaajennusten arvoa pientaloalueen yhteydessä.

Alaosan tulvatasanne toiminee hyvin lisääntyvillä virtaamilla ilman toimenpiteitä (Kuva 1). Alivirtaamauma



Kuva 47. Mellunkylänpuron vanhasta pääuomasta on muotoiltu asuntoalueen vesiaihe. Suvantoon purkautuu lähdevettä.



Kuva 48. Vanhaan pääuomaan tulisi johtaa lisää virtausta. Oikealla näkyvä pajukko soveltuu hyvin tulvavirtaamia tasaavaksi tulva-alueeksi.

ja sen rantakasvillisuus, kuten runsaat rentukkakasvustot kannattaa säilyttää, koska uomien ennallistuksista saatujen kokemusten mukaan uoma laajenee itsestään vastaamaan uusia virtausolosuhteita.

Vanhassa pääuomassa ei ehkä tarvita erityisiä rantasuojauksia, koska nykyisessä uomassa ja sen tulva-alueella on jo runsas rantakasvillisuus ja koska alueen rakentamisen yhteydessä lampien rantoja on jo suojattu. Korkeuserojen takia uomaan muodostuu koskialue tai useampia virtapaikkoja asutusalueen kohdalle. Syntyvissä virtapaikoissa on mahdollisesti vanhastaan kiviainesta, mutta lisäksi uomaa voidaan sorastaa.

Vanhan pääuoman lasku Broändanpuroon on epämääräinen ja tapahtuu entisiä kuivatusoja pitkin. Uoman alaosaan ehdotetaan kaivettavaksi muinaista linjausta vastaava kaartuva uoma lähelle Kallvikintietä ja sen varressa olevaa asuntoaluetta, missä puro yhtyisi Broändanpuroon. Samalla voidaan saada aikaan tulva-aluetta tekemällä alivirtaamauomasta riittävän pieni ja täytämällä vanhat kuivatusojat.

4.4.9 Broändanpuro ja suistoalue

Broändanpuron ja kosteikkoalueen ennallistus

Broändanpuron laakson pohjoisosa on Natura-aluetta ja alueella esiintyy mm. ruisräikkä ja ajoittain luhtahuitti. Muuten Broändan niityn alue ei ole erityisen merkittävä linnustoalueena (Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto 2001, Ranta et al. 2002). Puro itsessään on keinotekoinen uoma, jolla ei ojana ole maisemallista itseisarvoa, mutta sillä on vesialueena eliöstöllistä merkitystä rakenteestaan riippumatta. Suorana uomana se kuitenkin kuivattaa niittyaluetta. Koska uoma ja niitty kuuluu osaksi suojelualuetta, jonka ominaisuutena nimenomaan kostean luhdan esiintyminen on merkityksellistä, voisi olla perusteltua muuttaa uoma vähemmän kuivattavaksi ja palauttaa samalla vanhaa sarkaojitettua peltoaluetta hydrologialtaan luonnontilaisen kaltaiseksi kosteikkoniityksi. Niityn kosteuden lisääminen tukisi esitettyä tavoitetta säilyttää niitty avoimena (Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto 2001).

Broändan niityllä on alunperin ollut glo-järven luonne ja harkittavaksi voisi tulla myös ajoittaisen vesialueen palauttaminen niityn keskelle. Vesialue olisi edullinen myös Fallpakan uuden asuntoalueen lähimaiseman kannalta ja se toisi todennäköisesti Broändan niityn alueelle uusia linnustollisia arvoja. Kalastollista merkitystä vesialueella voisi olla mm. hauen kutualueena. Vesialue pitäisi toteuttaa kaivamalla poistaen lähinnä pintamaata. Maata voitaisiin osittain käyttää Nykyisen Broändanpuron ja niityn vanhojen avoimien täyttämiseen. Osa sarkaojista voitaisiin säilyttää, jos niillä on linnustollista merkitystä. Myös syvänteen kaivaminen lampeen voisi olla perusteltua mm. kalaston takia.

Broändanpuro voitaisiin kaivaa uudelleen linjattuna mutkittavana, noromaisena uomana keskemälle laaksoa siten, että se kulkee mahdollisen kaivettavan vesialueen kautta.

Uoma voitaisiin kaivaa niitylle ehkä puolen metrin levyisenä ja pystyseinäisenä uomana, koska ruohokasvillisuus pitäisi todennäköisesti rannat sortumatomina. Uomassa voisi olla syvyyttä joi-takin kymmeniä senttimetrejä, jolloin siinä olisi vesisyvyyttä kaloille. Vesi-pinta voitaisiin pitää kynnestyksillä lähellä niityn pintaa, jolloin uoma ei kui-vattaisi niittyä. Nykyisestä uomasta teh-dyt tutkimukset olisivat arvokasta läh-tömateriaalia tulevassa eliöiden koloni-saation seurannassa.

Suistoalue

Alaosastaan Broändanpuro on virtaa-miin nähden leveäksi kaivettu uoma, jonka vesipinnan korkeus on ajoittain yhteydessä merenpintaan. Myös silta-rumpu ja viemäriputki säätelevät vedenpintaa. Uoman vesipinta on luon-taisen kehityksen seurauksena alene-massa maan kohotessa. Mahdollisesti myös Mellunkylänpuron virtaamat vai-kuttavat Broändanpuron vedenkorke-uksiin pitemmältä matkalta tulvatilan-teessa. Kallvikintien kohdalla puroon tulee pohjavesiä viemärikaivannosta, mikä pitää uoman alaosa sulana tal-velle.

Broändanpuron suistoalueen kun-nostuksessa ja hoidossa ovat mahdolli-sia eri kehityssuunnat. Merenpinnan las-kiessa uoman vesipinnat laskevat ja tul-vat vähenevät siinä tapauksessa, että uoman suuta ruopataan eikä uoman pa-dotusta esiinny. Toisena mahdollisuu-tena on, että Broändanpuron koko ala-osan vesipinta on tulevaisuudessa enemmän riippuvainen Broändanpu-ron omista ja myös Mellunkylänpuron virtaamista ja toisaalta siitä, onko ala-juoksulla ennen mereen laskemista pa-dotusta. Uoman ruoppaamistarve liit-tyy alavalle alueelle rakennettuun asu-tukseen. Asutuksen kuivatustarve suh-teessa meren pintaa helpottuu maan kohotessa, mutta purovesistön tulvien vaikutus asutukselle periaatteessa säi-lyy.

Mellunkylänpuron ja myös Broän-danpuron kunnostuksen kannalta voi-taisiin harkita suualueen vähäistä, lähinnä alhaisilla meriveden korkeuksil-

la vaikuttavaa patoamista, koska pu-rojen yhtymäkohdan seutu voisi pa-remmin toimia tulva-alueena ja viimei-senä vaiheena Mellunkylänpuron tul-vavesien puhdistuksessa ennen Vartiokylänlahtea. Uoman lievä kynnystämi-nen tukisi myös Vartiokylänlahden pohjukan tervaleppälehdon kasvuolo-suhteiden säilyttämistä. Puron tulva-alueetta voitaisiin kehittää tietoisesti Vartiokylänlahden pohjukan tulvametsänä. Mellunkylänpuron mukana tul-lut kiintoaines on kasautunut deltamuo-dostumaksi lahden suistoalueelle ja kiintoaines lisää edelleen pohjan tason nousua maan kohoamisen ohella. Suis-toa on jouduttu ruoppaamaan. Uoman suualueelle voitaisiin tehdä uomaan matala, mutta niin leveä pohjakynnys, että tulvakorkeudet eivät nousisi hai-tallisesti asutuksen kannalta. Broän-danpuron alaosan suoraksi kaivetun uoman linjausta voitaisiin monimuo-toistaa kaivamalla uomaan mutkitte-lua nykyisen uomalinjauksen puitteis-sa, mahdollisesti myös uomalaajennuk-sia tekemällä ja ohjaamalla virtausta uoman sivussa oleviin vanhan uoman jäänteisiin.

Pienveneily voisi olla Broändan-puron alaosalla mahdollista, mikä ko-rostaisi alueen vanhaa merkitystä vii-kinkiaikaisena ja vielä myöhemminkin käytettynä venereittinä (Helsingin kau-punkisuunnitteluvirasto 2001). Kyn-nyksen kohdalla voisi olla meren ali-veden aikaan käytettävä veneenveto-paikka. Voitaisiin selvittää, millä tavoin kunnostettuina tulva-alueet ja suiston kosteikot voisivat toimia parhaiten ka-lojen, mm. haukien lisääntymisaluei-na.

5

Johtopäätökset: Purovesistö viheralueiden ja kaupunkiluonnon keskeisenä elementtinä

Purovesistö on kaupunginosan ehkä merkittävin yksittäinen luonnonelementti, jolla on myös asuin ympäristön identiteettiä luovaa merkitystä. Ojamaisista uomista on mahdollista kehittää puron mielikuvaa vastaavia vesistöjä. Hulevesiuoman kunnostaminen kalavedeksi antaa arvaamattomia ulottuvuuksia kaupunginosan kehittämiseksi.

Puron hydrologian tasapainottaminen koskettaa monia kaupunkirakentamisen alueita. Etenkin alueelle suunnitellussa uudessa rakentamisessa ja viheralueiden suunnittelussa on nykyisin edellytettävä, että lähtökohdaksi otetaan jo muualla käytössä olevat kansainväliset toimintaperiaatteet. Vain siten voidaan täyttää jo voimaan astuneet vesistöjen hoidon kriteerit. Samalla esimerkiksi hulevesien käsittelyalueiden toteuttaminen tuo väistämättä kokonaan uusia elementtejä ja samalla mahdollisuuksia uusien asuinalueiden lähiympäristöön ja viheralueiden toteutukseen.

Teknisten ratkaisujen, kuten uusien hulevesien käsittelymenetelmien käyttöönotto ja varsinkin olemassa olevan järjestelmän edes osittainen saneeraaminen vaatii laajamittaista ja pitkäaikaista toimintaa, jossa toteutetaan vähitellen yksittäisiä ratkaisuja vesistöjen hyväksi. Uusi näkökulma kaupunkipuron tavoitekuvasta ja sen käytännön toteutustavoista voi yhdistää eri viranomais- ja tutkijatahojen toimintaa ja se voi innostaa myös asukkaita osallistumaan asuin ympäristönsä kehittämiseen uudella tavalla.

Kaupunkipuron vedenlaatu vaihtelee äärimmäisyydestä toiseen

Kaupunkipuro on veden laadultaan yllätyksellinen, ellei äärimmäinen. Suu-

ret ylivirtaamat ja ainekulkeumat osoittavat kaupunkirakentamisen ja hulevesien yhtäkkistä huuhtomisvaikutusta puron hydrologiassa sekä veden laadun että virtaamien kannalta. Toisaalta alivirtaamalla ja erityisesti kylmänä ja lumisena talviaikana puro voi olla veden laadultaan yllättävän puhdas. Talvella kaupunkipuron hydrologiaan vaikuttavat enemmän kaupunkialueen maaperä ja pohjavesien luontainen virtaaminen maaperän läpi puroon. Puro on talvella lähdevesien ansiosta tavallaan alkuperäisessä, muinaista luonnontilaansa lähentelevässä tilassa. Talvella puro elää omaa elämäänsä kaupungin varsinaisen luontoperustan eli maaperän yhteydessä, tavallaan irrallaan sen päälle rakennetusta kaupunkirakenteesta. Heti sulamisaikana purot joutuvat kuitenkin alttiiksi talven aikana kertyneille epäpuhtauksille.

Talviolosuhteet tuovat erityisvaatimuksia hulevesien käsittelyn tekniikkaan

Talvi tuo hulevesien käsittelyn pohjoisissa olosuhteissa täysin eri asemaan kuin eteläisillä alueilla, joissa on jo pitkäaikainen kokemus hulevesien käsittelyn tekniikoista. Lumen äkkinäinen sulaminen ja toisaalta kesäaikaiset rankkasateet vaativat hulevesien käsittelyjärjestelmiltä riittävää mitoitus- ja maaperäimeytyksen hyödyntämistä kaikkein likaisimman, ensimmäisen sulamisvaiheen sekä sulamisen jälkeisten ensihuuhtoumien käsittelyssä, jotta sulamisessa jääneet kiintoaineet eivät lähtisi liikkeelle purovesistöön asti.

Vesistöjen kunnostuksen tavoitekuva tuo uusia näkökulmia kaupunkipurojen suunnitteluun

Kuivatustoiminnan ja tulvasuojelun ja toisaalta maankäytön paineiden kautta syntynyt kaupunkipurojen heikko rakenteellinen tila edellyttää uutta orientoitumista purojen kunnostukseen kaupungeissa. Vesistöjen kunnostuksen tavoitekuva, jossa kunnostuksen pitkän tähtäyksen päämääräksi otetaan puron alkuperäistä, luontaista vastaavan tilan saavuttaminen, on tutkimuksessa osoittautunut käyttökelpoiseksi suunnitteluvälineeksi myös voimakkaasti rakennetun kaupunkipuron kunnostuksen suunnittelussa. Kaupunkipuron ajoittainen, olosuhteisiin nähden erinomainen veden laatu tukee täysin tavoitekuvatarkastelun päämääriä ja antaa myös oikeutuksen ottaa alun pitäen riittävän kunnianhimoiset tavoitteet kaupunkipurojen kunnostukselle. Kaupunkirakenteen tuomat rajoitteet on otettava huomioon etenkin lyhyellä tähtämellä, mutta purojen hoidon pitkän tähtäyksen strategioissa voidaan kaupunkipurojen tilaa heikentäviä ja kunnostusta rajoittavia tekijöitä pyrkiä määrätietoisesti vähentämään. Pohjaeläintutkimuksilla voidaan arvioida purojen tilan kehittymistä. Purojen rakennettuja ja putkitettuja osuuksia tulee kunnostaa siten, että purot ja niiden rannat voivat toimia ekologisina käytävinä eliöille. Luonnonmukaisen vesirakentamisen soveltamisen kautta on realistista toivoa, että myös tiivistä rakennetussa kaupungissa on mahdollista saavuttaa vesipuitedirektiivin vaatimusten mukainen purovesistöjen hyvä ekologinen tila kohtuullisessa ajassa.

Hulevesien käsittelyn standardit saatava Suomessa ajan tasalle

Puron kunnostuksen tavoitekuva voi myös olla kokoavana tekijänä kaupunkisuunnittelussa, kun toteutetaan modernien periaatteiden mukaista aluerakentamista ja olemassa olevan kaupunkirakenteen saneerausta. Tutkimuksen yhteydessä on selvinnyt, että

yksittäisiä toimintojen sijoitusratkaisuja ei ole kuitenkaan välttämättä helppo toteuttaa vesiolosuhteiden ja purovesistön tilan kannalta optimaalisesti. Vertailtaessa Suomen ja monien maiden lainsäädännön ja suunnittelukäytäntöjä hulevesien käsittelyssä voidaan todeta edelleen suuria puutteita Suomen yleisessä standardissa, vaikka askeleita uusien periaatteiden kehittämisessä on jo otettu. Hulevesien käsittelyjärjestelmien kehittäminen voi olla yksi merkittävimpiä toimintamalleja, jolla on vaikutuksia uusin periaattein toteutetussa asuinympäristössä. Hulevesien käsittelyn edellyttämä tilavaraus vaatii uutta orientoitumista kaupungin rakentamattomien piha-alueiden, samoin kuin viheralueiden suunnitteluun. Mikäli hulevesien käsittely saadaan sitovasti vaadituksi toiminnaksi, ei kaupungin hallittu tiivistäminen muodostu välttämättä uhkaksi purovesistöille.

Puron kunnostus yhdistää kaupungin asukkaita

Kaupunkipurojen kunnostustoiminnassa asukkailla ja vapaaehtoisjärjestöillä voi olla merkittävä rooli yhteisen asuinympäristön vaalimisessa. Kaupunkipuro yhdistää omalla historiallaan eri ikäpolvien kiinnostusta ja antaa pitkälle tulevaisuuteen tähtääviä päämääriä kaupunkiluonnon hoitoon. Purovesistön vaateliaimmilla asukeilla, lohikaloilla on kaupunginosalle huomattava symboliarvo ja niiden eteen kannattaa tehdä työtä kaikilla mahdollisilla foorumeilla.

Lähteet

- Ahponen, H. 2003. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. 118 s.
<http://www.hut.fi/Yksikot/Rakennus/Vesitalous/index.html>
- Alanen, T. & Kepsu, S. 1989. Kuninkaan kartasto Suomesta 1776-1805. Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki. Kartta 37, s. 65. ISBN 951-717-568-X, ISSN 0355-178.
- Auhagen & Partner 1994. Wissenschaftliche Grundlagen zur Berechnung einer Ausgleichs-abgabe. Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin, Abt. III. 30 s. Moniste.
- Dreiseitl, H. 2003. Atelier Dreiseitl. Suullinen tiedonanto.[Luennot Helsingin rakennusvirastossa ja kaupunkisuunnitteluvirastossa syyskuussa 2003].
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 22.12.2000.
- Forman, R.T.T. & S.K. Collinge. 1996. The "spatial solution" to conserving biodiversity in landscapes and regions. Teoksessa R.M. DeGraaf and R.I. Miller (toim.), Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes, ss. 537-568. London, Chapman and Hall.
- Geiger, W. & Dreiseitl H. 2001. Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. 2. Auflage. München. 303 s. ISBN 3-486-26459-1.
- Halonen, J. 2003. Taimen viihtyy Longinojalla – sähkökalastuksesta saatu hyviä tuloksia. Alueuutiset 3.9.2003.
- Hammer, T.R. 1972. Stream channel enlargement due to urbanization. Water Resources Research 8: 6, ss. 1530-1540.
- Hanski, M. 2000. Jokien rakenteellisen tilan arviointi, taustaa EU:n vesipolitiikan puitteiden toimenpanolle Suomen virtavesissä. Suomen ympäristö 379, Helsinki, Suomen ympäristökeskus. 96 s. ISBN 952-11-0651-4, ISSN 1238-7312.
- Harjula, H. 2003 (toim.). Kosteikkoja ja jokikunnostuksia USA:ssa. Tutustuminen luonnonmukaisen vesirakentamisen kohteisiin New Yorkin osavaltiossa 14.-23.8.2002. 32 s. Ympäristöhallinnon www-sivut. www.ymparisto.fi
- Helle, I. & Niemelä, J. 2004. Kaupunkien pienvesien monimuotoisuus. Julkaisussa Niemelä, J., Helle, I. & Jormola J. 2004. Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle. Osa 1. Suomen ympäristö 724. ISBN 952-11-1822-9 (nid.), ISBN 952-11-1823-7 (PDF), ISSN 1238-7312.
- Helsingin kaupungin rakennusvirasto 2000. Kuivatusvesien ekologinen hallinta – case Viikki. Tilannekatsaus 2000. Helsingin kaupungin rakennusviraston selvityksiä 2000:7. 24 s.
- Helsingin kaupunki 2003. Viikin ekologisen koerakentamisalueen hulevesien hallinnan seuranta tutkimus. Helsinki. Rakennusvirasto, Kaupunkisuunnitteluvirasto 31.12.2003. 28 s.
- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2001. Broändan purolaakso. I Maisemaselvitys, II Luontoselvitys, III Maankäytön ympäristövaikutukset. 100 s. Helsinki. ISBN 951-718-637-1, ISSN 0787-9024.
- Helsingin vesi 2003. Helsingin viemärikartta. [Ote Itä-Helsingin alueelta, tulostettu 11.3.2003].
- Jalava, H. 1987. Helsingin purot. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta, julkaisu 5/1987. 97 s. ISBN 951-771-740-7, ISSN 0783-9111.
- Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. 168 s. Helsinki. ISBN 952-11-1424-X, ISBN 952-11-1425-8 (PDF), ISSN 1238-7312. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut> > Suomen ympäristö 2003, SY631
- 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. 2003. Ekohydrauliikka. Teoksessa: Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 2003. Helsinki. ss. 125-139. ISBN 952-11-1424-X, ISBN 952-11-1425-8 (PDF), ISSN 1238-7312.

- Järvenpää, L. 2004. Tavoitetilan määrittäminen virtavesikunnostuksissa – Esimerkkinä Nuuksion Myllypuro. Suomen ympäristö 737. Helsinki. 123 s. ISBN 952-11-1891-1, ISBN 952-11-1892-X (PDF), ISSN 1238-7312. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
- Ketola, T. 1998. Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/98. 46 s. ISSN 1235-9718, ISBN 951-718-179-5.
- Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtoutuman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus. 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.
- Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsinki. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja B 48. 69 s.
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 1998. Gewässergüte in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung. Merkblätter Nr. 14. Essen. 160 s. ISSN 0947-5788.
- Leminen K. ja Helander, R. 1985. Hulevesien Imeytyskokeilu Espoon Pihlajarinteessä. Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 49 s.
- Malanson, G.P. 1993. Riparian Landscapes. Cambridge, Cambridge university Press.
- Malmberg, I., Soinio, K & Nieminen, L. 2004. Koskematon Helsinki. Helsingin sanomien kuukausiliite. Helmikuu 2004. ss. 42-57. Helsinki, Sanoma Osakeyhtiö. ISSN 0780-0096.
- Malinen, J. 1998. Purojen ja purovarsien merkitys ekokäytävänä Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Selvityksiä 6/98. 33 s.
- Marsalek J., Oberts G., Exall K and Viklander M. 2003. Review of operation of urban drainage systems in cold weather: water quality considerations. ss. 1-11. Teoksessa: 1st International Conference on Urban Drainage and highway Runoff in Cold Climate 25-27 March 2003 Riksgränsen, Sweden. Proceedings. Luleå University of Technology.
- Oberts G. 2003. Cold climate BMPs: Solving the management puzzle. ss. 13-31. Teoksessa: 1st International Conference on Urban Drainage and highway Runoff in Cold Climate 25-27 March 2003 Riksgränsen, Sweden. Proceedings. Luleå University of Technology.
- Oulun kaupunki 2004. Oulun Toppilansaaren [www-sivu](http://oulu.ouka.fi/tekninen/toppilansaari/): <http://oulu.ouka.fi/tekninen/toppilansaari/>
- Panu, J. 1981. Gerbyn maisemanhoitosuunnitelma. Vaasa, Kaupunkisuunnitteluvirasto. 46 s.
- Pasenius, M. 2001. Helsingin purojen kuntokartoitus. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisuja 2001:31 /Viherosasto. 121 s. ISBN 951-718-766-1, ISSN 1238-9579.
- Pirhonen, H. 2003. Longinojasta luodaan urbaani taimenpuro. Pohjois-Helsingin Uutiset 10.9.2003.
- Rakennusvirasto 2002. Mellunmäen niityn ja Nybondaksen ympäristön hoito- ja kehittämisuunnitelma. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisuja 2002:15/ Viherosasto. 36 s.
- Ranta, P., Mäkinen, S., Railo, H. Rautiainen, A. Yrjölä, R. 2002. Arviointi Helsingin yleiskaavan 2002:n vaikutuksista Natura-alueisiin. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2002:5. 109 s. ISSN 1458-9664.
- Risco, N. & Pellikka, K. 2002. Piileväyhteisöt Helsingin purojen veden laadun kuvaajana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2002. 32 s.
- Rantakokko, K. 2002. (toim.) Tulvavesien tilapäinen pidättäminen valuma-alueella. Suomen ympäristö 563. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. 88 s. ISBN 952-11-1170-4 (nid.), ISBN 952-11-1171-2 (PDF), ISSN 1238-7312.
- Ruth, O. 2003. Road salt as pollutant in Helsinki urban streams, Southern Finland. Teoksessa: 1st international conference on urban drainage and highway runoff in cold climate. 25-27 March 2003 Riksgränsen, Sweden. Proceedings. ss. 35-45. Luleå University of Technology.
- Ruth, O. & Tikkanen, M. 2001. Purojen Helsinki. Teoksessa: Laakkonen, S. ym. (toim.) Näkökulmia Helsingin ympäristöhistoriaan. Helsinki, Helsingin kaupungin tietokeskus. ss.164-179. ISBN 951-37-3457.
- Salonen, J. 2001. Helsingin purot taimenvesinä. 28. s. [Seminaariesitelmä, Savonlinnan Ammatti-Instituutti Varpalan yksikkö.]
- Salonen, J. 2004. Suullinen tiedonanto. [Henkilökohtaisesti, sähköpostitse ja puhelimitse saadut tiedot Länginojan ja Mellunkylänpuuron kalastosta kevään 2004 aikana]
- Saura, A. 2001. Espoon Monikonpuuron kalaston nykytilan selvitys. Kala- ja riistaraportteja nro 213, 2001. 10 s., liitt. <http://www.rktl.fi/?view=publications&id=390>
- Saura, A. 2004. Suullinen tiedonanto. [Puhelinkeskustelu helmikuussa 2004].

- Saura, A. & Könönen, K. 2002. Espoon Monikonpuron kala- ja pohjaeläintarkkailu vuonna 2002. Kala- ja riistaraportteja nro 277. Helsinki, RKTL. 22 s. <http://www.rktl.fi/?view=publications&id=5380>
- Savolainen, M. 1997. Nuuksion Myllypuron luonnontilan kunnostussuunnitelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut 46. Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki. 101 s. ISBN 952-11-0142-3, ISSN 1238-8610
- SEPA 1999. Sustainable Urban Drainage, An Introduction. Scottish Environment Protection Agency, Environment Agency. 21 s. ISBN 1.901322-12-8.
- SEPA 2000. Ponds, Pools and Lochans. Guidance on good practice in the management and creation of small waterbodies in Scotland. Scottish Environment protection Agency. Stirling. 69 s. ISBN 901322-16-5.
- SKES 2004. Suomalaisen kalastusmatkailun edistämisseura SKESin [www-sivu: www.skes.org](http://www.skes.org) [Viitattu helmikuu 2004]
- Stockholms stad 2002. Dagvattenstrategi för Stockholm. <http://www.miljoporten.stockholm.se/Dagvatten/index.htm> [Päivitys 2003-10-16]
- Tarkkala, J. 2002. Helsingin yleiskaavaluonnos 2002, vaikutusten arviointi. Vaikutukset pinta-vesiin ja maaperään. Helsingin yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2002:9, 19.12.2002. Osa 1. 13.s. ISSN 1458-9664.
- Tikkanen, M. 1999. Kaupunkipuron tulvat ja niiden merkitys – Esimerkkinä Mellunkylänpuron valuma-alue. Terra 111:1 (1999). ss. 3-15. http://www.helsinki.fi/maant/geofi/terra111_1.htm
- Tikkanen, M. 2004. Suullinen tieto. [Puhelinkeskustelu helmikuussa 2004]
- Tuominen-Halomo A. 2002. Taimen viihtyy, vaikka puro pantiin putkeen – Monikonpurossa elää ainutlaatuisen runsas taimenkanta. Länsiväylä 28.8.2002.
- Vaasa 2004. Vital Vaasa- projektin [www-sivu www.vaasa.fi/vitalvaasa/](http://www.vaasa.fi/vitalvaasa/)
- Vesala, R. 2004. Karl Fazer Oy Ab Suullinen tiedonanto. [Puhelinkeskustelu helmikuussa 2004]
- Venäläinen sotilastopografikunta 2004. Helsinki, Helsingin yliopiston kirjasto. [Orientaatiokartan pohja: I.J. Inbergin Uudenmaan läänin kartta. Julkaistu Suomen Matkailija- ja Yhdistyksen Suomi-kartastossa 1902. Alkuperäinen mittakaava 1:21000] <http://www.histdoc.net/gelsingf/helsinki.html>
- VIRHO 2004. Virtavesien hoitoyhdistys VIRHON [www-sivu: http://www.kalassa.net/artikkelit/urbaani/urbaani.shtml](http://www.sivu: http://www.kalassa.net/artikkelit/urbaani/urbaani.shtml) [Viitattu helmikuu 2004]
- Virkkunen, H. 2002. Ekologinen vesi- ja ympäristörakentaminen – Sade- ja huleveden käsittely sekä biotooppien kehittäminen ulkomaisissa kaupunkiympäristön mallikohteissa. Oulu, Oulun kaupungin tekninen keskus. Moniste. 69 s.
- Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G., Nicolet, P., Sear, D. 2003. Comparative biodiversity of streams, ditches and pond in an agricultural landscape in biodiversity in Southern England. Biological Conservation 115(2003) ss. 329-341. www.sciencedirect.com
- Yleissuunnitteluosasto 2003. Helsingin yleiskaava 2002, ehdotus. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2002:17. 234 s.
- Ympäristöhallinto 2004. Ympäristöhallinnon luonnonmukaisen vesirakentamisen [www-sivut: www.ymparisto.fi/vesivarojenkaytto](http://www.ymparisto.fi/vesivarojenkaytto) > Vesirakentaminen > Luonnonmukainen vesirakentaminen, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=658&lan=fi>

Kuvailulehti

Julkaisija	Ympäristöministeriö Alueidenkäytön osasto	Julkaisuaika	Marraskuu 2004
Tekijä(t)	Niemelä Jari, Helle Inari & Jormola, Jukka		
Julkaisun nimi	Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle		
Tiivistelmä	<p>Pienvedet ovat monimuotoinen ja esteettisesti tärkeä kaupunkirakenteen elementti, minkä lisäksi niitä käytetään hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavina. Kaupunkipienviesien tutkimus on maassamme varsin suppeaa ja pienviesien käyttö sekä kunnostaminen viihtyisyyden lisäämiseksi ja luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi on vielä uutta. Tämän hankkeen tavoitteena oli tietämyksen lisääminen kaupunkien pienviesistä ja tiedon kytkentä suunnitteluprosessiin. Kaksiosainen hanke toteutettiin Helsingin yliopiston, Suomen ympäristökeskuksen, Helsingin kaupungin ja Viherympäristöliitto ry:n yhteistyönä: (1) 'kaupunkien pienviesien monimuotoisuus' (Inari Helle ja Jari Niemelä, HY) ja (2) 'kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely' (Jukka Jormola, SYKE). Osat kytkeytyvät toisiinsa siten, että molemmissa oli pääasiallisena tutkimusalueena Broändanpuro-Mellunkylänpuro Itä-Helsingissä, mistä saatiin kattava kuva luonnon monimuotoisuuden (erityisesti pohjaeläimistö) ja pienviesien hoidon ja kunnostuksen kannalta.</p> <p>'Kaupunkien pienviesien monimuotoisuus'-osahankkeessa tutkittiin neljän Helsingin puron pohjaeläimistöä, joista käsitellään lähinnä Mellunkylänpuroa ja Broändanpuroa. Molemmissa puroissa eliöstöä hallitsivat harvasukasmadot ja surviaissääskien toukat, joita pidetään epävakaisiin oloihin sopeutuneina eläiminä. Biomassoja tarkasteltaessa merkittäviä ryhmiä olivat mm. päivänkorennot ja vesiperhoset, Broändanpurossa myös vesisiirat. Broändanpuron pohjaeläimistö edusti enemmän seisovan veden lajistoa, kun taas Mellunkylänpurosta löytyi hyvin voimakkaaseenkin virtaukseen sopeutuneita eliöitä kuten <i>Rhyacophila</i>-vesiperhosen toukkia. Broändanpuron näytteissä oli suuremmat yksilömäärät ja biomassat kuin Mellunkylänpuron näytteissä. Monimuotoisuusindeksien arvot olivat kuitenkin korkeimpia Mellunkylänpuron nopean virtauksen näytealueilla.</p> <p>'Kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely'-osahankkeessa selvitettiin menetelmiä, joiden avulla voidaan vähentää hulevesien haitallisia vaikutuksia kaupunkipuroihin ja parantaa purovesistöjen merkitystä kaupunkiympäristössä. Tutkimuksessa esitetään tavoitteita kunnalliseksi hulevesi- ja purokunnostusohjelmaksi kasvavilla kaupunkialueilla ja esitellään koti- ja ulkomaisissa esimerkkihankkeissa kokeiltuja hulevesien käsittelymenetelmiä etenkin talviolosuhteiden kannalta. Kaupunkipurojen kunnostukseen esitetään käytettäväksi suunnittelumetodiikkaa, jossa lähtökohdaksi otetaan vesistön alkuperäiset olosuhteet. Kaupunkipurojen ekologisten piirteiden palauttamisen ja kalastollisen merkityksen elvyttäminen muuttuneissa olosuhteissa vaatii kunnan eri hallintokuntien sitoutumista. Kunnostusmenetelmillä voidaan parantaa veden laatua, tasapainottaa virtaamasuhteita, monipuolistaa uomarakennetta ja parantaa purojen merkitystä ekologisina käytävinä.</p>		
Asiasanat	hulevesi, kaupunkien pienvedet, kaupunkiekologia, kaupunkipurojen kunnostus, kaupunkivesien monimuotoisuus		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 724		
Julkaisun teema	Alueiden käyttö		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen kaupunkisuunnittelussa (YM:n rahoituspäätös 65/221/2000)		
Rahoittaja/toimeksiantaja	Ympäristöministeriö, Ekoinfra II		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot	Helsingin yliopisto, Suomen ympäristökeskus, Viherympäristöliitto, Helsingin kaupunki		
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	952-11-1822-9 (nid.), 952-11-1823-7 (PDF)	
	Sivuja	Kieli	
	116	suomi	
	Luottamuksellisuus	Hinta	
	julkinen		
Julkaisun myynti/jakaja	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö		
Painopaikka ja -aika	Sinari Oy, Vantaa 2004		
Muut tiedot	Yhteyshenkilö ympäristöministeriössä: Ritva-Liisa Salmi, puh. (09) 1603 9340		

Presentationsblad

Utgivare	Miljöministeriet Markanvändningsavdelningen	Datum	November 2004
Författare	Niemelä Jari, Helle Inari & Jormola Jukka		
Publikationens titel	Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle (Betydelsen av bäckar och källflöden för variationsrikedomen i stadsnaturen)		
Sammandrag	<p>Småvatten är mångsidiga och estetiskt betydelsefulla element i stadsstrukturen, och därutöver utnyttjas de för avledning av dagvattnen. Forskningen kring småvatten i städerna är anspråklös i Finland, och det är en stor utmaning att nyttja och restaurera dem så att de ökar trivsamteten och naturens variationsrikedom säkras. Detta projekt syftade till att öka den grundläggande kännedomen om småvattnen i städerna och föra in denna information i planlägningsprocessen. Projektet utfördes i samarbete mellan Helsingfors Universitet, Finlands miljöcentral SYKE, Helsingfors stad och Grönmiljöförbundet. Första delen gällde mångsidiga småvatten i städerna (Inari Helle och Jari Niemelä, HU) och den andra restaurering av bäckar i städerna och hantering av dagvattnen (Jukka Jormola, SYKE). Projektets två delar kopplades samman av att vardera huvudsakligen fokuserades på Broändabäcken-Mellungsbybäcken i östra Helsingfors, vilket gav en täckande bild såväl av biodiversiteten (särskilt bottenfaunan) som av värden och iståndsättningen av småvatten.</p> <p>Delprojektet Mångsidiga småvatten i städerna omfattade en undersökning av bottenfaunan i fyra bäckar i Helsingfors, av vilka Broändabäcken och Mellungsbybäcken undersöktes närmare. I vardera dominerade arterna <i>Lumbriculus variegatus</i> och <i>Chironomus riparius</i>, som anses ha anpassat sig till instabila förhållanden. Viktiga grupper i biomassorna var bl.a. dagsländor och nattsländor, i Broändabäcken också vattengråsugga. Sammansättningen av bottenfaunan i Broändabäcken påminde mest om den i stillastående vatten, medan Mellungsbybäcken också omfattade organismer som anpassat sig till kraftig strömning, typ larver av nattfjärilen <i>Rhyacophila</i>. Proverna från Broändabäcken innehöll ett större antal individer och mer biomassa än de från Mellungsbybäcken. Indexen för biodiversitet var dock högst i Mellungsbybäckens provtagningsområde där strömningen var kraftig.</p> <p>I delprojektet Restaurering av stadsbäckar och behandling av dagvatten utreddes olika metoder att minska de skadliga verkningarna av dagvatten på bäckarna och att öka bäckarnas betydelse i stadsmiljön. Utredningen lägger fram sådana mål som allmänt kan tillämpas i kommunala program för behandling av dagvatten och restaurering av bäckar i stadsområden i tillväxt. Vidare presenteras hur man i Finland och utomlands har gjort försök med olika metoder för behandling av dagvatten särskilt med tanke på vintern. Det föreslås att man vid restaureringen av bäckar i städerna skall använda en metodik där de ursprungliga förhållandena utgör utgångspunkten. Ett återställande av de ekologiska särdragen hos bäckar i städerna och återupplivning av fiskbeståndet i förändrade förhållanden kräver att samtliga förvaltningar i kommunen gemensamt engagerar sig. Genom att använda olika restaureringsmetoder kan man förbättra vattenkvaliteten, jämna ut vattenföringen och strömningen, göra fåroras struktur mångsidigare och förbättra bäckarna som ekologiska korridorer.</p>		
Nyckelord	dagvatten, restaurering av bäckar i städerna, stadsekologi, variationsrikedom		
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 724		
Publikationens tema	Markanvändning		
Projektets namn och nummer	Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen kaupunkisuunnittelussa (Beaktande av naturens variationsrikedom i städerna). Miljöministeriets beslut 65/221/2000 om finansiering		
Finansiär/uppdragsgivare	Miljöministeriet, Ekoinfra II		
Organisationer i projektgruppen	Helsingfors Universitet, Finlands miljöcentral, Grönmiljöförbundet, Helsingfors stad		
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	952-11-1822-9, 952-11-1823-7 (PDF)	
	Sidantal	Språk	
	116	finska	
	Offentlighet	Pris	
	offentlig		
Beställningar/distribution	Edita Publishing Ab, Kundenservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket		
Förläggare	Miljöministeriet		
Tryckeri/tryckningsort och -år	Sinari Ab, Vanda 2004		
Övriga uppgifter	Kontaktperson vid miljöministeriet Ritva-Liisa Salmi, tfn 1603 9340.		

Documentation page

Publisher	Ministry of the Environment Land Use Department	Date	November 2004
Author(s)	Niemelä Jari, Helle Inari & Jormola Jukka		
Title of publication	Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle (Significance of small surface waters for natural diversity in urban environments)		
Abstract	<p>Small surface waters constitute a varied and aesthetically important element in urban structure, and brooks are also used for leading off stormwater. So far, little research has been done in Finland on such waters, and the use and restoration of small surface waters to improve human living environments and to preserve aquatic diversity is still a novelty. The project was to provide more information on small surface waters in towns and to channel this information into the land use planning process. Helsinki University, the Finnish Environment Institute (SYKE) and the Finnish Association of Landscape Industries were engaged in the two parts of the project: 1) Biodiversity in small urban aquifers (Inari Helle and Jari Niemelä, Helsinki University); and 2) Restoration of urban brooks and treatment of stormwater (Jukka Jormola, SYKE). The connection between these is the geographical location: the brooks Broändanpuro and Mellunkylänpuro are in eastern Helsinki. A good coverage was obtained for aquatic diversity (especially bottom fauna) and the management and restoration of small brooks.</p> <p>The study on biodiversity in small urban aquifers covered the bottom fauna in four brooklets but focused on Broändanpuro and Mellunkylänpuro. In both, the bottom fauna was dominated by the species <i>Lumbriculus variegatus</i> and <i>Chironomus riparius</i>, which have adapted to unstable circumstances. In the biomass, dragonflies and caddis flies dominated, in Broändanpuro there were also water slaters. The Broändanpuro bottom fauna was more characteristic of stagnant waters, whereas the Mellunkylänpuro also displayed species adapted to strong streams, such as larvae of the <i>Rhyacophila</i> fly. Samples from Broändanpuro had a bigger number of individuals and biomass, yet the biodiversity index of the rapidly streaming stretches of Mellunkylänpuro were highest.</p> <p>The study on restoration of urban brooks and treatment of stormwater focused on methods to reduce harmful stormwater impacts on urban brooks, and to enhance their significance in the urban environment. The study sets goals for a municipal programme for stormwater management and restoration of brooks in growing urban areas. It also presents Finnish and foreign projects for handling rainwater and melting snow in cold climate. The restoration of urban brooks should be based on the original state of the waters as target vision. The restoration and enhancement of the ecological features, including fish populations, requires cooperation between all municipal administrations. Restoration may improve water quality, balance rates of flow, diversify brook channel structures and improve the significance of brooks as ecological corridors.</p>		
Keywords	stormwater, small urban aquifers, urban ecology, restoration of urban brooks, urban aquatic diversity		
Publication series and number	The Finnish Environment 724		
Theme of publication	Land Use		
Project name and number, if any	Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen kaupunkisuunnittelussa (Significance of natural biodiversity in urban planning). Ministry of the Environment financing decision 65/221/2000		
Financier/ commissioner	Ministry of the Environment, Ekoinfra II		
Project organization	The Helsinki University, the Finnish Environment Institute (SYKE) and the Finnish Association of Landscape Industries		
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	952-11-1822-9, 952-11-1823-7 (PDF)	
	No. of pages	Language	
	116	Finnish	
	Restrictions	Price	
	for public use		
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, Box 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket		
Financier of publication	Ministry of the Environment		
Printing place and year	Sinari Ltd. Helsinki 2004		
Other information	Contact at the Ministry of the Environment: Ritva-Liisa Salmi, phone +358-9-1603 9340		