

Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa

Riitta Tornivaara-Ruikka



UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 3 | 2006

Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa

Riitta Tornivaara-Ruikka

Helsinki 2006

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUS



UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 3 | 2006
Uudenmaan ympäristökeskus

Taitto: Martti Salo
Kansikuva: Vantaa, Kartanonkoski
© Riitta Tornivaara-Ruikka

Liitekartat:

Ympäristöhallinnon käytössä olevat paikkatietoaineistot:
Korkeusmalli, kuntarajat, peruskartan vesistö, rantaviiva
© Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/06

Asemakaava-alueiden rajat, Natura-alueajat, pohjavesialueajat,
valuma-alueajat, valuma-alueiden purkupisteiden sijainnit
© SYKE, Alueelliset ympäristökeskukset

Viikinmäen asemakaavan havainnepiirustus
© Suunnittelutoimisto Molino Oy ja Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto,
asemakaavaosasto. Kaava-asiakirja.

Viikin Tiedepuiston asemakaavan koillisosan havainnepiirustus
© Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto,
asemakaavaosasto. Kaava-asiakirja.

Kalkunvuoren asemakaava – hulevesien hallinta
© Suunnittelukeskus Oy ja Tampereen kaupunki,
ympäristötoimi. Kaava-asiakirja.

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/uus/julkaisut

Painotalo Casper Oy, Kurikka 2006

ISBN 952-11-2364-8 (nid.)
ISBN 952-11-2365-6 (PDF)
ISSN 1796-1734 (pain.)
ISSN 1796-1742 (verkköj.)

SISÄLLYS

I Johdanto	5
2 Näkymiä kaupunkihydrologiaan	6
3 Lainsäädäntö ja rakentamista ohjaavat instrumentit	7
3.1 Säädökset	7
3.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki	7
3.1.2 Vesilaki	7
3.1.3 Vesihuoltolaki.....	7
3.2 Kunnan käytettävissä olevat ohjaukeinot	8
3.2.1 Yleiskaava ja asemakaava	8
3.2.2 Rakennusjärjestys	9
3.2.3 Rakentamistapaohjeet ja tontinluovutusasiakirjat.....	9
4 Veden luonnollinen kiertokulku	10
5 Rakennetun ympäristön vaikutus	11
5.1 Yleistä	11
5.2 Vaikutukset pintavesien valuntaan	11
5.2.1 Huleveden määrä	11
5.2.2 Huleveden laatu.....	12
5.2.3 Erityistä tulvasuojelun kannalta.....	13
5.3 Pintavesien imeytyminen maaperään	14
5.4 Pintavalunnan haittavaikutusten vähentäminen ja imeytymisen tehostaminen	14
5.4.1 Kaavoitus.....	14
5.4.2 Kuivatusjärjestelmät.....	15
5.4.3 Hulevesien käsittelyyn liittyvää lainsäädäntöä ja käytäntöjä muualla maailmassa	17
<i>Saksa</i>	17
<i>Yhdysvallat</i>	17
<i>Ruotsi</i>	17
6 Esimerkkejä hulevesien käsittelyn huomioon ottamisesta maankäytön suunnitelmissa	19
6.1 Vaasa, Gerbyn ja Metsäkallion asemakaavat	19
6.1.1 Gerbyn asemakaava ja maisemaselvitys.....	19
<i>Kaavakartta ja -määräykset</i>	20
<i>Kirjoittajan havaintoja</i>	20
6.1.2 Metsäkallion asemakaava	20
<i>Kaavakartta ja -määräykset</i>	20
<i>Kirjoittajan havaintoja</i>	20
6.2 Helsinki, Viikin asemakaavoja	20
6.2.1 Viikin ekologinen asuinalue.....	20
6.2.2 Viikinmäki	21
<i>Kirjoittajan havaintoja</i>	21
6.2.3 Viikin tiedepuisto.....	21
<i>Kirjoittajan havaintoja</i>	22

6.3 Tampere, Kalkunvuoren asemakaava	22
6.3.1 Hulevesien hallintasuunnitelma	23
6.3.2 Kaavamerkinnot	24
6.3.3 Rakentamistapaohjeet.....	24
<i>Kirjoittajan havaintoja</i>	24
Johtopäätökset	25
7.1 Suositukset maankäytön ohjaukseen ja selvitysten tekemiseen.....	25
7.2 Jatkotutkimustarve	26
Lähteet ja kirjallisuus	28
Liitteet	30

1 Johdanto

Tutkielmassa on tarkasteltu hulevesien käsittelymahdollisuuksia ja lainsäädännön asettamia edellytyksiä. Aihetta on tutkittu Suomessa melko vähän. Kansainvälisiä tutkimuksia ei voi suoraan soveltaa maassamme, sillä maaperä, routa ja lumiolosuhteet ovat täällä erilaiset kuin jo esimerkiksi Ruotsissa. Huomattava on myös, että Tukholman alueen talousvesi otetaan läheisistä järvistä, jolloin järviin johdettavan huleveden määrällä ja laadulla on merkitystä.

Julkaisu perustuu tutkielmaan, jonka olen laatinut Teknillisen korkeakoulun yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen kurssilla lukuvuonna 2004 - 2005. Tutkielman tarkoituksena oli selvittää hulevesien käsittelyn keinovalikoimaa ja kehittää maankäytön ohjausta niin, että suunnitelmissa otetaan paremmin huomioon maaperä ja pohjavedet.

Olen havainnut, että huomiota tulisi kiinnittää nykyistä enemmän siihen, kuinka rakennetulla alueella järjestetään sade- ja sulamisvesien, toisin sanoen hulevesien käsittely. Selvityksissä ja suunnitelmissa voitaisiin hyödyntää nykyisin käytävissä olevia paikkatietoaineistoja ja -järjestelmiä. Laatimani esimerkkikartat kaava-alueiden valuma-alueilta havainnollistavat hulevesien käsittelysuunnitelmien tarvetta.

Hulevesien käsittelyä on selvitetty esimerkkien avulla. Yhtenä tarkastelukohteena on Vaasas-

sa sijaitsevan Gerbyn alueen asemakaava, joka on laadittu 1980-luvun alkupuolella. Kaavan maisemaselvityksen ja rakentamisohjeen laatijan Jorma Panun pyynnöstä olen pohtinut hulevesiongelmaa myös Metsäkallion alueen asemakaavassa, joka on vuodelta 2000. Helsingissä Viikin aluetta pidetään ekologisena ja uusia suuntauksia huomioivana, joten alue kiinnosti entuudestaan. Jouko Seppänen Tampereen kaupungilta tarjosi selvitykseen mukaan laatimansa Kalkunvuoren asemakaavan, jonka länsiosan kaavaehdotus on vuodelta 2003 ja itäosan kaavaehdotus on vuodelta 2004.

Tutkimukseen valitut esimerkit osoittavat, että hulevesien käsittelyn huomioon ottaminen kaupunkihydrologian elementtinä ei ole uusi asia. Purot, altaat ja sadevesisäiliöt toimivat maisemaa ja lähiluontoa virkistäen, kun maaperä ja vesisuhteet otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa ja toteutukseen sekä jälkihoitoon paneudutaan.

Jatkotutkimuksissa pitäisi kiinnittää huomiota siihen, mitä vaatimuksia tiivistävä kaupunkirakentaminen tai eheyttävä yhdyskuntarakenteen edellyttävät hulevesien johtamiselta ja käsittelyltä. Alavat rannat tulisi säilyttää viheralueina tulvavaaran takia sekä kaupunkivesien ekologisten ja virkistyskäyttöarvojen säilyttämisen takia. Toisaalta pohjoiset olosuhteet asettavat omat vaatimuksensa kosteikkojen mitoitukselle ja kaavoituksen kannalta aluevarauksille.

2 Näkymiä kaupunkihydrologiaan

Kaupunkirakenteen tiivistyessä on kiinnitetty enemmän huomiota kaupunkiluontoon, sen monimuotoisuuteen ja monimuotoisuuden säilyttämiseen. Lähiluontoa täytyy ylläpitää, sillä sen merkitys ihmiselle on tärkeä. Luontokokemukset tuottavat mielihyvää, poistavat stressiä ja edistävät mielenterveyttä. (Niemelä ym. 2004, 3) Mutta muuttovoittoalueilla rakentamispaineet ovat suuret ja uhkaavat viheralueita. Rakentamatta jäävät viheralueet joutuvat lisääntyvän käytön ja kulumisen kohteiksi.

Kaupunkirakennetta eheyttäessä lisärakentaminen tulee sijoittaa ottaen luonnonarvot huomioon. Tutkimuksissa on huomattu, että kun kaupunkihydrologiaan ei ole kiinnitetty huomiota, lähivesien kuormitus ja uomien eroosio ovat kasvaneet. Päälystämättömillä ja vettä läpäisevillä pinnoilla on tärkeä merkitys taaja-alueiden pinta- ja pohjavesiolosuhteille sekä pienilmastolle.

Sateinen kesä vuonna 2004 vauhditti keskustelua hulevesien kokonaisvaltaisesta hallinnasta ja kaupunkialueella syntyvien hulevesien käsittelemisestä niin, että niiden vesistöjä kuormittava vaikutus vähenee. Vähäisimpänä ei suinkaan ole huoli kaupunkitulvista.

Tiiviin kaupunkirakentamisen on sekä maailmalla että Suomessa todettu muuttavan merkittävästi veden luontaista kiertoa. Taajamien kasvusta aiheutuu tutkimuksien mukaan valuma-aluemuutoksia, jotka vaikuttavat veden kulkeutumiseen valuma-alueella (mm. Kuusisto 2002). Ojitus, kuivatus, maan tiivistyminen sekä päällystettyjen pintojen määrän kasvu lisäävät veden virtausnopeutta ja kasvattavat pintavalunnan osuutta (mm. Metsäranta 2003). Katot, tiet, kadut, kävelytiet ja pysäköintialueet eivät juuri läpäise vettä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat läpäisemättömiltä pinnoilta sadevesiviemäriin ja niistä useimmiten käsittelemättöminä vesistöihin. Pohjaveden pinta laskee, kun imeytyminen estyy.

Kasvillisuuden väistymisen ja kosteikkojen häviämisen seurauksena vettä myös haihtuu vähemmän. Hulevesimäärien kasvu aiheuttaa virtaamavaihteluita, sadevesiviemäreiden mitoitusongelmia ja purkuvesistöissä tulvimista sekä eroosiota (mm. Niemelä ym. 2004).

Valuma-alueella tapahtuvat muutokset maankäytössä vaikuttavat vesien kemialliseen, fysikaaliseen ja hygieeniseen laatuun. Vesistöissä veden laatu heikkenee, sillä pinnoilta valuessaan vesi huuhtoo mukaansa ravinteita, kiintoainetta, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita. Kuormituksen lähteitä ovat liikenteen lisäksi mm. rakentaminen, teollisuus, jätteiden käsittely ja laskeumat (mm. Kotola ja Nurminen 2003). Näin ollen taajamavesien käsittelyn tehostaminen ei koske pelkästään suuria kaupunkeja, vaan myös pienempiä taajamia.

Vesiensuojelun kannalta tavoitteena voisi esittää, että asemakaava-alueelta ei aiheuteta pintavesien virtaamalisäyksiä. Tämä kasvattaisi kaavoitettavan alueen selvitysten määrää, sillä maaperätutkimuksin tulisi selvittää alueen maaperän imeiskyky ja suunnitella tarvittavat viivytyksaltaat ja kosteikot. Lisäksi tulisi selvittää rakennuspaikan ekologiset ja maisemalliset olosuhteet. Jatkotutkimuksia pitäisikin tehdä siitä, mitä altaiden ja kosteikkojen tekeminen sekä ylläpito edellyttävät kaavatekniseltä ja lainsäädännölliseltä kannalta. Pitääkö kunnan lunastaa alueet vai voiko maanomistajalta edellyttää ylläpitoa esimerkiksi tontinluovutusasiakirjoissa? Entä kaupunkirakenteen tiivistyessä yksityisten maanomistajien alueilla? Huomattavaa on, että kunnalla saattaa olla oma mielenkiinto asiaan, sillä hulevesien imeyttämislä tai viherpainanteita pitkin johtamisella voidaan pienentää hulevesiviemäreiden mitoituksia tai lisärakentamista. Nämä menetelmät vaikuttanevat myös lähiympäristön viheralueiden ja pienvesistöjen arvon kasvuun, kun luodaan mielenkiintoista, monipuolista asuin ympäristöä.

3 Lainsäädäntö ja rakentamista ohjaavat instrumentit

Aihetta käsittelevien lakitekstien tulkinta on johtanut keskusteluihin esimerkiksi siitä, voidaanko sadevesiä rakennetulta alueelta imeyttää maaperään. Vesihuoltolaki (119/2001) edellyttää, että alueilla, joilla on erillisviemärointi, hulevesiviemäriverkostoon on liityttävä. Tämän perusteella voitaisiin tulkita, että kaikki hulevedet on johdettava sadevesiviemäriin.

Rakennetulla alueella joudutaan myös pohtimaan, voidaanko kaavamääräyksellä määrätä katoilta tulevien vesien johtamista maastoon imeyttämisaueille. Toisaalta vesilakia (264/1961) voidaan tulkita siten, että pohjavesialueilla järjestetty, keskitetty imeyttäminen saattaisi edellyttää ympäristölupaviraston lupaa. Erään tulkinnan mukaan tähän ei tarvita ympäristölupaviraston lupaa, jos tavoitteena on pohjaveden määrän mahdollisimman vähäinen muuttaminen tilanteessa, jossa rakentamisen vuoksi pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala pienenee.

3.1

Säädökset

3.1.1

Maankäyttö- ja rakennuslaki

Nykyisen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) tavoitteena on alueiden käytön suunnittelun ja rakentamisen ohjauksen avulla luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle ja edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa ei viitata sade- tai hulevesien johtamiseen tai käsittelemiseen kaava-alueilla. Viemäroimisestä on muutamia kohtia, mm.: 16 § (suunnittelutarvealueella tarve rakentaa viemäri), 136 § (rakennusluvan edellytyksenä asemakaava-alueen ulkopuolella, että mm. viemä-

röinnin järjestäminen ei saa aiheuttaa kunnalle erityisiä kustannuksia), 161 § (yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittaminen tontille).

3.1.2

Vesilaki

Vesilaissa (264/1961) ei tunneta termiä sadevesi tai imeytys. Pohjavettä käsitellään useissa pykälissä, joista 1 luvun 18 § (pohjaveden muuttamiskielto) voisi tarjota rajoituksen yhdyskuntarakenteen liialliseen tiivistämiseen ja hulevesien poisjohtamiseen. Rakentamiseen, kaivuuseen ja toimintojen sijoittamiseen voi vaikuttaa 9 luvun 8 §:n perusteella.

3.1.3

Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki (119/2001) ei käsittele termiä sadevesi, mutta hulevedestä ja sen johtamisesta lähinnä viemäroimällä on useita pykäläiä, mm.:

- 10 §: "Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella oleva kiinteistö on liitettävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kiinteistöllä ei kuitenkaan ole velvollisuutta liittyä viemäriin huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamiseksi, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti."
- 11 §: Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen myöntää hakemuksesta kiinteistölle vapautuksen 10 §:ssä tarkoitettua liittämiselvelvollisuudesta, jos "huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista varten tarkoitettuun viemäriin liittämistä vapautettavan kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti."

Asemakaavoitus osaltaan ohjaa ja täydentää kunnan vesihuollon yleissuunnittelua. Vesihuoltolain 5 §:n mukaan kunnan tulee kehittää vesihuoltoa alueellaan yhdyskuntakehitystä vastaavasti. Kunta hyväksyy alueellaan toimivalle vesihuoltolaitokselle toiminta-alueen, jonka tulee olla sellainen, että vesihuoltolaitos kykenee huolehtimaan vesihuollosta taloudellisesti ja asianmukaisesti. Vesihuoltolaitos huolehtii toiminta-alueellaan vesihuollosta yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti ja toiminta-alueen hyväksymispäätöksen mukaisesti.

Toisaalta hulevesien ja muiden luonnon vesien pois johtaminen ei välttämättä ole vesihuoltoa sanan teknisessä ja toiminnallisessa merkityksessä, ainakaan nykyisen lainsäädännön puitteissa. Tämä saattaa johtaa siihen, että sadevesiviemäriverkoston rakentamiseen ja ylläpitoon ei panosteta ainakaan riittävästi tiivistyvässä kaupunkirakenteessa.

3.2

Kunnan käytettävissä olevat ohjauskeinot

3.2.1

Yleiskaava ja asemakaava

Yleiskaavoituksen tehtävänä on palvella mm. kunnan eri osa-alueiden suunnittelua. Taajamien ja muiden osa-alueiden yleiskaavat tähtäävät usein rakennetun ympäristön ja siihen liittyvien viheralueiden kehittämiseen ja parantamiseen. Tähän tarkasteluun voisi kiinteämmin liittää myös pintavesien valuma-aluekohtaisen tarkastelun: miten sade- ja sulamisvesi kertyy miltäkin osa-alueen pinnoilta ja kuinka se johtuu ja minne se imeytyy tai purkautuu? Mikään uusi vaatimus pintavesien ja virtausolosuhteiden huomioon ottaminen ei ole. Jo seutus suunnittelun keskusliiton ohjeissa vuodelta 1986 neuvottiin kartoittamaan alueen topografia, geologia, geohydrologia, sadanta, pintavedet ja virtausolosuhteet sekä kasvillisuus. Kartoituksen avulla saatu tieto tuli esittää esimerkiksi karttojen avulla siten, että tieto voitiin helposti yhdistää itse alueen suunnitteluprosessiin. (Yleiskaavamerkinnot 2003, 10)

Yleiskaavassa annettavien, esimerkiksi ympäristöarvojen säilyttämistä koskevien määräysten on vastattava tarkoitusta ja perustuttava riittäviin selvityksiin. Suojelumääräysten tulee olla yleiskaavan tavoitteiden mukaisia esimerkiksi siten, että ne tukevat alueen pääkäyttötarkoituksen tavoitteita. Toisaalta suojelu voi myös asettaa reunaehtoja

käyttötarkoitukselle, jolloin pääkäyttötarkoituksen tulee tukea suojelutavoitetta. Pintavesialueet ja hulevesien yleispiirteinen johtaminen voidaan tällä periaatteella ottaa yleiskaavaan liittyvissä selvityksissä huomioon. Kaava-asiakirjoista tulee ilmetä mm. millaisiin ympäristönmuutoksiin suunnittelutyöllä on tähdätty ja toisaalta se, mitkä ovat ne asiat, joiden ei haluta muuttuvan. (Yleiskaavamerkinnot 2003, 16)

Jos osa-alueella on säilyttämisen arvoista kosteikkokasvillisuutta, voidaan sen kasvuolot turvata kaavamääräyksellä, esimerkiksi: "Rakennuspaikkoja ei saa osoittaa laki- ja puronvarsialueille. Veden kulku on turvattava niin, että kasvillisuus pysyy elinvoimaisena." (Yleiskaavamerkinnot 2003, 54)

Asemakaavassa annettavilla määräyksillä voidaan merkittävästi vaikuttaa ympäristön laatuun. Ympäristöministeriön laatimassa asemakaavoitusta käsittelevässä oppaassa on painotettu aikaisempaa enemmän olemassa olevan ympäristön huomioon ottamista, koska kaavat laaditaan yhä useammin alueille, joilla on tavoitteena rakennetun ympäristön ja luonnon säilyttäminen. Asemakaavamääräysten tarkoituksena on ehkäistä kaavan toteuttamisesta aiheutuva vesien haitallinen kuormitus. Jos kaavassa annetaan vesiensuojelua koskevia määräyksiä, on muistettava, että lähtökohtana on kaavoituksen tehtävä rakentamisen ohjaamisessa ja alueiden osoittamisessa eri käyttötarkoituksia varten. (Asemakaavamerkinnot 2003, 10, 182)

Vaikka kaavassa annettavilla alueiden käyttötarkoitusta ja rakentamisen sijoittamista koskevilla määräyksillä voidaan vaikuttaa vesiensuojeluun, on usein tarpeen antaa yksityiskohtaisempia vesiensuojelua koskevia määräyksiä. Yleensä nämä ovat koskeneet pohjavesien suojelua pohjavesialueilla. Esimerkit osoittavat, että niitä voidaan antaa myös hulevesien käsittelymisen eli imeyttämiseen, johtamiseen ja viipymä- tai selkeytysaltaiden sijoittamiseen. Mutta asemakaavoituksessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota maankäytön vaikutusten arviointiin: mitä suunniteltava ja toteutettu rakentaminen vaikuttaa alueella veden luonnolliseen kiertokulkuun.

Ympäristöministeriön laatimassa Asemakaavamerkinnot ja -määräykset -oppaassa ei ole suoraan viitattu hulevesien johtamisesta annettaviin merkintöihin ja määräyksiin, mutta vesiensuojelullisista syistä ja ympäristön huomioon ottamiseksi asemakaavassa voitaisiin antaa muitakin kuin oppaan mukaisia merkintöjä. Tällaisia on esimerkiksi Tampereen Kalkunvuoren asemakaavassa (ks. luku 5.3).

3.2.2

Rakennusjärjestys

Kunnan rakennusjärjestyksessä annetaan paikallisista oloista johtuvia suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarpeellisia määräyksiä (Maankäyttö- ja rakennuslaki 14 §). Määräykset voivat koskea myös rakennuksen sijoittumista rakennuspaikalla (esimerkiksi tulvavaaran huomioon ottaminen), rakennuksen sopeutumista ympäristöön ja vesihuollon järjestämistä (esimerkiksi hulevesien johtamista) (Asemakaavamerkinnot 2003, 25 - 26). Kuntien rakennusjärjestyksissä on yleensä esitetty rakentamisen alin sallittu korkeustaso, jota noudatetaan koko kunnan alueella ellei esimerkiksi ranta-alueella ole määrätty erillistä korkeustasoa.

Varsinaisia määräyksiä sade- ja sulamisvesien eli hulevesien johtamiseen ja käsittelemiseen ei ainakaan Helsingin tai Tampereen rakennusjärjestyksissä ole. Niissä on kuitenkin annettu määräyksiä mm. sadevesien käsittelemisestä ja viemäriverkkoon liittymisestä.¹

3.2.3

Rakentamistapaohjeet ja tontinluovutusasiakirjat

Joko kaava-alueelle tai erikseen määritellylle alueelle kuten kunnan alueella oleville pohjavesialueille voidaan laatia myös rakentamistapaohjeita, jotka kunnan kaavoitus- ja rakennusvalvontaviran-

omaiset yhteistyössä laativat. Näillä ei ole välittömiä oikeudellisia vaikutuksia, mutta ne kuvaavat viranomaisten käsitystä siitä, minkälaisia vaatimuksia rakentamista koskevat lait, asetukset, päätökset ja määräykset rakentamiselle kyseisellä alueella asettavat. Rakentamistapaohjeilla voidaan tuoda selkeästi ja havainnollisesti esiin sellaisia kaavan ja sen toteuttamisen keskeisiä periaatteita, joita kaavassa on kaavateknisistä syistä ollut vaikea esittää. (Asemakaavamerkinnot 2003, 6)

Helsingin rakennusvalvontaviranomaiset ovat antaneet rakentamistapaohjeen tärkeälle pohjavesialueelle rakentamisesta. Siinä määrätään mm. pintavesien ja kattovesien imeyttämisestä rakennuspaikalla, mikäli maaperäolosuhteet niin sallivat, sekä sade- ja sulamisvesien johtamisesta sadevesiviemäriin pinnoitetuilta, moottoriajoneuvoille tarkoitetuilta katu-, pysäköinti- ja liikennealueilta. (Helsingin kaupunki 2004)

Tontin luovutus sopimuksiin ja maankäyttösopimuksiin voidaan ottaa määräyksiä monista sellaisistakin ympäristön kannalta keskeisistä asioista, joista ei kaavassa voida määrätä. Ehtoja voidaan antaa esimerkiksi tarpeellisista yhteisjärjestelyistä (ojanteet tai vihersormet hulevesien johtamisessa). Sopimukseen voidaan ottaa myös määräys korttelisuunnitelman tai vastaavan tekemisestä ja saattamisesta kunnan viranomaisen hyväksyttäväksi (Asemakaavamerkinnot 2003, 26). Huomattakoon, että tonttijaossa ei voida ratkaista sade- ja salaojavesien johtamiseen käytettävän ojan kunnossapitoa tai rasitetta koskevia kysymyksiä, vaan ne ratkaistaan tarvittaessa erikseen kiinteistönmuodostamislain säännösten mukaisesti.²

¹ Helsinki: sadevettä käsittelevät pykälät 15 §, 17 §, 32 §; Tampere: sadevettä käsittelevät pykälät 27 §, 30 §, 52 §.

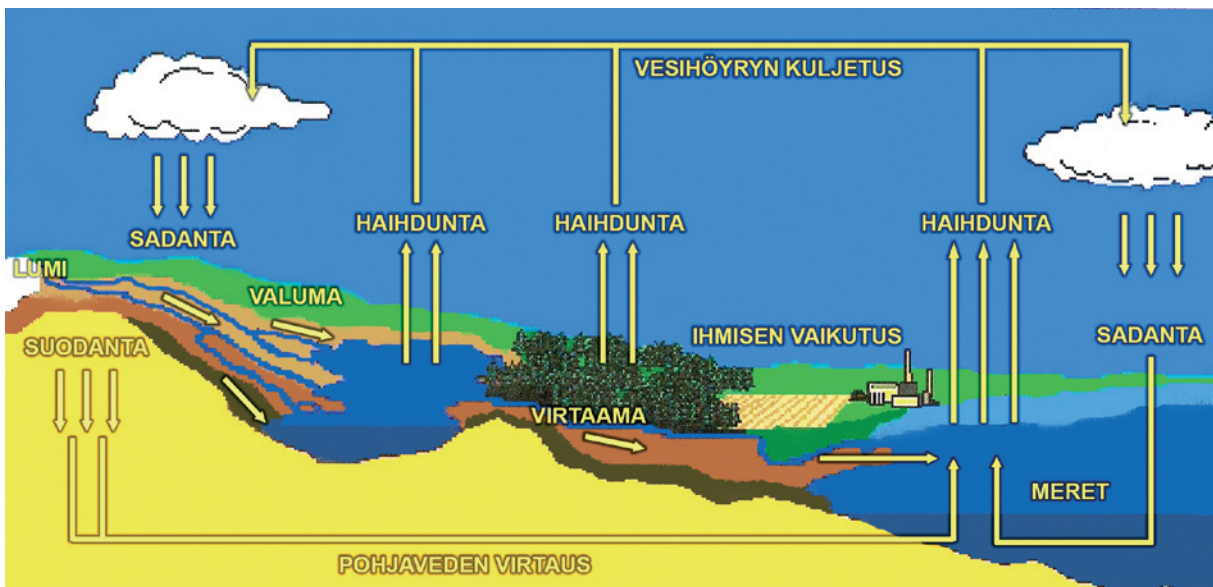
² Helsingin hallinto-oikeuden päätös 8.4.2005, taltio 05/0253/5, dnro 06485/04/4107

4 Veden luonnollinen kierto

Luonnontilaisella alueella vallitsee tietty tasapaino pintavesien, pohjavesien ja maahiukkasiin sitoutuneen maaveden kesken. Sitä säätelevät mm. ilmasto, maaston muodot, kasvillisuus ja maaperän laatu. Veden varastoitumisella maastossa ja maaperässä sekä pohjaveden muodostumisella on erittäin keskeinen rooli alueellisen pinta- ja pohjavesitasapainon säätelijöinä. Tätä tasapainoa voi rakentaminen järkyttää monilla eri tavoin (kuva 1).

Luonnontilaisia alueita rakennettaessa veden normaali kierto häiriintyy, mikä johtuu luonnontilaisen kasvillisuuden sekä vettä pidättävän maan pintakerrosten poistamisesta, painanteiden tasaisamisesta ja vettä läpäisevien pintojen rakentamisesta. Nämä kaikki vähentävät veden imeytymismahdollisuuksia maaperään ja nopeuttavat pintavaluntaa.

Hulevedet on perinteisesti koottu ojilla ja sadevesiviemäreillä ja johdettu pois rakennetuilta alueilta mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti kosteuden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. Ympäröivän luonnon kannalta kestävämpi ratkaisu olisi kontrolloida hulevesien määrää ja laatua ja siten ehkäistä hulevesien aiheuttamia haitallisia vaikutuksia. Näin veden kierto alueella rakentamisen jälkeen olisi mahdollisimman paljon luonnontilaisen kaltainen. Keinoja hulevesien hallintaan ovat mm. päällystettyjen pintojen minimoiminen, syntyneiden hulevesien imeyttäminen maaperään, epäpuhtauksien vähentäminen hulevesistä suodattamalla, laskeuttamalla ja kasvillisuuden avulla sekä pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle.



Kuva 1. Veden kierto (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta).

5 Rakennetun ympäristön vaikutus

5.1

Yleistä

Rakennetuilla alueilla on suuri vaikutus ympäristönsä vesitalouteen. Suomessa maankäyttö on etenkin 1900-luvun jälkipuoliskolla muuttunut voimakkaasti. Kaupungit ja pienemmät taajamat ovat laajentuneet ympäröivälle maaseudulle, tieverkosto on kasvanut ja väestömäärä lisääntynyt. Suurimmissa kaupungeissa keskustat ulottuvat laajalle tiiviisti rakennetun ytimen ulkopuolelle. Ympäristöhallinnossa kehitetyn paikkatietopohjaisen yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmän (YKR) mukaan yli 80 % suomalaisista asuu nykyisin taaja-asutusalueilla. Vuosina 1980 - 2000 esimerkiksi Uudenmaan ympäristökeskuksen toimialueella taaja-asutusalueiden pinta-ala kasvoi lähes 43 %. Taaja-asutusalue on laajentunut kahdenkymmenen vuoden aikana keskimäärin 15 km² vuodessa (Enckell ym. 2002, 59). Taaja-asutuksen kasvua tulisikin suunnata kaupunkirakenteen eheyttämiseen, mikä toisaalta luo juuri paineita kaupunkihydrologian hallitsemiseen.

Suomessa vesistöt hyväksytään hulevesien vastaanottoaikoiksi. Rakennettujen alueiden keskellä sijaitsevat purot ovat osa hulevesijärjestelmää ja ne toimivat hulevesien purku- ja poisjohtamiskanavina (Niemelä ym. 2004, 13). Kaupunkipurot ovat joutuneet paineen alle mm. siksi, että niihin joutuu yhä suurempi osa sadevesistä, jotka huuhtovat kattoja, katuja ja päällystettyjä piha-alueita tuoden mukanaan lika- ja kiintoaineita. Vesistöjä uhkaavat liettyminen, roskaantuminen ja taaja-

ma-alueilta valuvat epäpuhtaudet sekä eroosio. Tutkimuksissa on todettu, että vaikka rakentaminen kohdistuisi varsinaisen virkistyskäytön tai kaupunkiluonnon kannalta toisarvoisille alueille, seurauksena on joka tapauksessa muutoksia kaupunkihydrologiaan. (Niemelä ym. 2004, 45) Kaupunkiympäristössä on paljon vettä läpäisemättömiä pintoja, jotka estävät veden imeytymisen maaperään. Sieltä se olisi kasvien käytettävissä ja muodostuisi myös pohjavedeksi. Toisaalta arvokkaille veden imeytymisalueille kuten harjuille rakennettaessa vaikutetaan vesitalouteen ja sitä kautta tulevan asuinalueen luonnonolosuhteisiin (Ahponen 2003a, 112).

5.2

Vaikutukset pintavesien valuntaan

5.2.1

Huleveden määrä

Tutkimuksissa on todettu, että mitä kaupungistuneempi alue on kyseessä, sitä enemmän ja sitä nopeammin sade valui viemäriin ja vesistöön. Voidaan sanoa, että mitä kaupungistuneempi valuma-alue on, sitä huonokuntoisempi on purkuvesistö. (Kotola ja Nurminen 2003, 16)

Suomen olosuhteisiin on kehitetty tänne soveltuva taajamahydrologista mallia, jolla voidaan mallintaa kaupunkialueella sade- ja sulamisvesien valumisen laskentaan. Kirjallisuustutkimuksen mukaan rakentamisen vaikutuksia on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Lämpäisemättömän pinnan vaikutus hydrologisen kierron osatekijöihin. (Metropolitan Council 2001, Federal Interagency SRWG 2000)

Hydrologisten osatekijöiden osuudet	Luonnontilainen alue (%)	Lämpäisemättömän pinnan osuus (%)		
		10 - 20	35 - 50	75 - 100
Maa-alueelta tapahtuva haihdunta	40	38	35	30
Pintavalunta	10	20	30	55
Suodattuminen maanpinnan lähellä	25	21	20	10
Suodattuminen syvälle maahan	25	21	15	5
Yhteensä	100	100	100	100

Kenttätutkimuksessa tehdyt mittaukset olivat saman suuntaiset. (Metsäranta 2003, 20)

Metsäranta on tutkimuksessaan ryhmitellyt läpäisemättömät pinnat kahteen ryhmään: teiden, katujen ja pysäköintialueiden muodostama liikenneverkko sekä kattopinnat (Schueler 1995). Liikenneverkkoon liittyvä läpäisemätön pinta aiheuttaa myös suuremman hydrologisen vaikutuksen kattoihin verrattuna, sillä katoilta muodostuva pintavalunta ohjataan usein läheisille läpäiseville pinnoille. Esimerkki maankäyttömuodon mukaisesta luokittelusta löytyy taulukosta 2 (Choi ja Ball 2002, Metsäranta 2003, 30 - 31).

Taulukko 2. Läpäisemättömän pinnan osuus maankäyttömuodon perusteella (Choi ja Ball 2002).

Maankäyttömuoto	Läpäisemättömän pinnan osuus
Väljä asuinalue	37 %
Tiivis asuinalue	45 %
Hyvin tiivis asuinalue	55 %
Liikealue	55 %
Avomaa	0 %
Teollisuusalue	55 %
Erityiskäyttö	50 %

Kansainväliset tutkimukset osoittavat (Klein 1979; Booth ja Jackson 1997), että läpäisemättömän maan pinta-alan on todettu ennustavan hyvin kaupungistumisen vaikutuksia vesistöihin. Kun valuma-alueesta 10 - 20 % on huonosti vettä läpäisevää pintaa, havaitaan muutoksia sekä valuma-alueen hydrologiassa ja geomorfologiassa että vesien biologisessa ympäristössä. Myös lähivesien lämpötila on usein kesäisin luonnollista korkeampi, mikä johtuu mm. rantakasvillisuuden poistamisesta, pohjavesivalunnan vähentymisestä ja kaupunkialueiden ns. lämpösaarekevaikutuksesta. Tehty tutkimus Helsingin Mellunkylänpuron valuma-alueella vahvisti, että tehdasalueilta tulee hulevesiä varsin laajoilta kattopinnoilta ja piha-alueilta (Niemelä ym. 2004, 81). Eniten päällystetyn pinnan kokonaismäärään vaikuttaa teollisuusalueiden esiintyminen ja laajuus valuma-alueilla. Näillä päällystetyn pinnan osuus on keskimäärin hyvin suuri. Yhtä paljon päällystettyä pintaa omaavat hyvin tiiviit kerrostaloalueet olivat tutkimusalueilla kuitenkin melko pienialaisia teollisuusalueisiin verrattuna (Kuusisto 2002, 37 - 39).

Katoilta ja asfalttipinnoilta voi virrata pintavaluntana suoraan vesistöön 80 - 100 % sadannasta, kivetyiltä pinnoilta 60 - 80 % (Geiger ja Dreiseitl 2001). Rakentamattomassa maastossa suurin osa sadevedestä voi imeytyä pohjavedeksi tai haihtua

kasvillisuuden kautta takaisin ilmaan. Pintavalunnan kasvu on voimakkainta kesäisin sekä erityisesti pienten, usein toistuvien sateiden yhteydessä.

Huomattavaa maankäytön suunnittelun kannalta on, että päällystetyn pinnan sijoittumisella valuma-alueen sisällä on merkitystä mm. valuntaoloille. Jos valuma-alueen alaosa on eniten päällystettyä pintaa, virtaamanvaihtelujen vaikutukset jäävät pienemmäksi kuin jos päällystettyä pintaa onkin eniten yläosassa. Melko vähän päällystettyä pintaa omaavat latvaosien osavaluma-alueet taas tasaavat paremmin virtaamia puron alajuoksulla. Toisaalta purojen ekologiseen tilaan ovat vaikuttaneet koko valuma-aluetta enemmän paikalliset tekijät, mm. puron välittömän lähiympäristön maankäyttö. (Kuusisto 2002, 54 - 55)

Pintavettä johtavat uomat voidaan luokitella neljään luokkaan (Kuusisto 2002, 25):

1. Luonnontilainen tai lähes luonnontilainen: uomamateriaali vaihteleva, ei juurikaan suojauksia. Uoman muoto mutkainen, huomioon ottaen luontaisen vaihtelun uomien muodossa esim. eri maalajeissa.
2. Hieman muokattu: vain vähän uoman suojausta, uoman reunojen materiaali vaihteleva. Uoman muoto kuitenkin keinotekoinen (ruopattu), uomaa suoristettu jonkin verran.
3. Voimakkaasti muokattu: uoma suojattu kiveyksellä tai betonoinnilla. Uoman muoto hyvin yksinkertainen vakio (matemaattinen). Uoman muoto suora.
4. Hyvin voimakkaasti muokattu: vesi johdettu maan alle hulevesiviemäriin tai rumpuun.

5.2.2

Huleveden laatu

Kaupunkialueilla hulevesien mukana huuhtoutuvat epäpuhtaudet ovat peräisin monenlaisista lähteistä kuten laskeumasta, liikenteestä, rakennustyömailta ja rakennusmateriaalien korroosiosta, teollisuusalueilta, jätteen käsittelystä, kemikaalien käytöstä ja eläinten jätöksistä. Hulevesien aiheuttamat ainehuuhtoumat vaihtelevat erilaisten kaupunkialueiden välillä huomattavasti ja huuhtouma voi joissakin tapauksissa olla merkittävä hulevetä vastaanottavan vesiympäristön kuormittaja. (Kotola ja Nurminen 2003, 16)

Erilaisten ja eri olosuhteissa sijaitsevien kaupunkialueiden hulevesien laadussa on suuria eroja. Monin paikoin vesistöjen pistekuormituslähteiden, kuten teollisuuden ja asutuksen jätevesien merkitys vesistöjen likaajana on tehostuneen jätevesien käsittelyn ansiosta vähentynyt. Tällöin huleveden suhteellinen merkitys vesistöjen pilaa-jana on kasvanut. Asuinalueiden hulevedessä on

yleensä vähemmän metalleja ja orgaanista hiiltä, mutta enemmän fosforia ja bakteereja kuin muiden kaupunkialueiden hulevesissä. (Jormola ym. 2003, 141) Keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus on puhdistetussa jätevedessä noin 10-kertainen sulan kauden huleveteen nähden. Kokonaisfosforin osalta huleveden pitoisuus on lähestulkoon yhtä suuri kuin puhdistetussa jätevedessä. (Kotola ja Nurminen 2002, 173) Mitä suurempi alueen asukastiheys on, sitä suurempi on huleveden biologinen hapenkulutus, kokonaistyyppipitoisuus ja fekaalisten koliformien määrä. Asukastiheys ei juurikaan vaikuta asuinalueiden huleveden metallipitoisuuksiin. Teiden hulevesien pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa tai hieman suurempia kuin muiden kaupunkialueiden hulevesien pitoisuudet. Typen ja kiintoaineen pitoisuuksien osalta ei havaita merkittävää eroa eri kaupunkimaisten maankäyttömuotojen välillä. Myös saman alueen huleveden laatu voi vaihdella voimakkaasti mm. vuodenaikojen ja sadeolosuhteiden mukaan. (Duncan 1999)

Valumaveden ainepitoisuudet ovat yleensä sitä korkeampia, mitä suurempi osa alueen pintaalasta on päällystetty. Eniten päällystetyn pinta-alan määrä vaikuttaa tutkituista aineista kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksiin, ja vähiten kokonaistyyppipitoisuuteen. Ravinnepitoisuudet ovat kaupunkialueiden valumavedessä keskimäärin korkeampia kuin Suomen jokivesissä, mutta monesti alhaisempia kuin peltoalueiden valumavesissä. Suurempi päällystetyn pinnan osuus merkitsee isompia ainehuuhtoumia. Ravinnekkuorma asukasta kohden on puhdistetun jäteveden osalta tavallisesti selvästi korkeampi kuin valumaveden osalta. (mm. Kotola ja Nurminen 2003, 173 - 174)

Paljon päällystettyä pintaa sisältävillä ja tehokkaasti rakennetuilla alueilla keväällä lumen sulaessa hulevedessä on kesäkauden huleveteen verrattuna suuremmat pitoisuudet epäpuhtauksia. Kokonaistypen pitoisuudet ovat suuremmat myös keväällä. Huomattavaa on, että kokonaistypen pitoisuudet ovat lumen sulamiskaudella suuremmat kuin kesällä myös väljästi rakennetuilla alueilla. Sen sijaan kokonaisfosforin ja kiintoaineen osalta väljästi rakennetun alueen sulamisveden ainepitoisuudet ovat monesti pienempiä kuin sulan kauden vesissä. (Kotola ja Nurminen 2003, 168 - 169)

Suurin haitta-aineiden lähde kaupunkien hulevedessä on liikenne. Kaikkein suurinta ravinteiden ja joidenkin raskasmetallien aiheuttama vesistökuormitus on hyvin tiiviisti rakennetuissa kaupunkikeskustoissa ja liikennealueilla (Kuusisto 2002, 10). Lisäksi talven aikana kaupunkialueen lumeen kertyy mm. liikenteen päästöistä lika-aineita, joten huleveden laatu voi sulamiskau-

della olla huonompi kuin sulan kauden aikana (Jormola ym. 2003, 144).

5.2.3

Erityistä tulvasuojelun kannalta

Taajamavesistöissä yleensä voimakkaasti vaihteleva virtaama saattaa aiheuttaa tulva-aikaan huomattavaa uomien eroosiota. Ihmisen aiheuttamat muokkaustoimet, kuten uomien suoristaminen, syventäminen tai kanavointi muuttavat myös taajamavesistöjen luonnetta. Niiden ekologinen monimuotoisuus saattaa olla uhattuna, mikäli uomiin ja virtausolosuhteisiin kohdistuvat muutokset ovat liian voimakkaita. (Kuusisto 2002, 7)

Luonnonmukaisen vesirakentamisen tutkimuksissa on havaittu, että vesistöissä virtaamavaihtelut ovat äärevöityneet. Toisin sanoen vähävetiset kaudet ovat muuttuneet kuivemmiksi ja runsasvetiset kaudet runsaammiksi. Tämä lisää mahdollisuuksia tulvavahinkoihin. Vaikutukset johtuvat mm. muutoksista vesistöjen valuma-alueiden ja tulvasanteiden maankäytössä, lisääntyneen asutuksen, teiden ja muun infrastruktuurin ja sitä kautta päällystettyjen pintojen määrästä sekä vesistöjen rakentamisesta ja mahdollisesta ilmastonmuutoksesta johtuvasta sääilmiöiden vaihtelusta. Perustellusta syystä esitetään, että tulvasuojeluhankkeissa tulisi paikallisen tulvasuojelun sijasta keskittyä koko valuma-alueen tarkasteluun. (Jormola ym. 2003, 44)

Rakennettujen alueiden tehokas viemäröinti voi aiheuttaa tulvintaa puron tai joen alajuoksulla. Vanhat tai puutteellisesti suunnitellut viemäröintijärjestelmät saattavat puolestaan olla riittämättömiä kaupungistumisen myötä kasvaneelle hulevesivalunnalle. Samalla kun hulevedet muokkaavat esimerkiksi purojen tai jokien muotoa, myös niiden eliöyhteisöt saattavat olla uhattuina hulevesien mukanaan tuoman lämmön ja epäpuhtauksien heikentäessä vastaanottavien vesistöjen elinolosuhteita. (Herricks 1995)

Kaupunkialueella tulviminen voi tapahtua muutamien minuuttien kuluessa, kun taas luonnontilaisilla alueilla aika sadetapahtuman ja valuntatapahtuman välillä voi venyä tunneista jopa vuorokausiin. Tarkasteltavan vedenkuljetusjärjestelmän paikalliset etäisyydet ja yhteys esimerkiksi puroon tai jokeen sekä valunnan syntynopeus muuttuvat siis olennaisesti kaupunkialueille siirryttäessä. (Urbanas ja Roesner 1993)

Kaupunkivesien hallintaan kuuluu myös tulvaherkkyuden huomioon ottaminen maankäytön suunnittelussa. Vaikka kartoituksia on tehty, ei kartoituksista ja tulvasuojelusta ole tiedotettu riittävästi. Rakentamispaineeet ottaa käyttöön tul-

vaherkkiä alueita ovat suuret. Tämän vuoksi tulvasuojelutietoutta tulee jakaa kaavoittajien lisäksi myös maanomistajille, kansalaisille ja kuntien päättäjille. (Tiainen 2005, 5, 31 - 32)

5.3

Pintavesien imeytyminen maaperään

Valuma-alueen maaperällä vaikuttaa olevan vähintään yhtä suuri merkitys veden kierrolle kuin kaupunkirakentamisen tyypillä tai laajuudella. Hyvin vettä läpäisevästä maaperästä koostuvilla valuma-alueilla kaupunkirakentaminen muuttaa erittäin voimakkaasti valuntaprosesseja, sillä luonnontilassa suuri osa sateesta päätyy pohjavalunnaksi. Vettä läpäisemättömällä kaupunkialueella veden imeytyminen maahan ja pohjaveden muodostuminen saattavat vähentyä. Sora- ja hiekka-alueilla kaupunkirakentamisella saattaa siten olla vaikutuksia myös vedenhankintaan. (Kuusisto 2002, 56)

Kaupungistuminen yleensä vähentää pintakerros- ja pohjavesivaluntaa. Kaupunkialueen päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen pohjaveteen. Tällöin pohjaveden pinta tavallisesti alenee ja pohjavesivirtaus uomiin pienenee (Walesh 1989). Talvella maaperän ja vesialueiden jäätyminen aiheuttaa ongelmia hulevesien imeytymiselle ja puhdistumiselle pohjoisissa olosuhteissa, mikä korostuu erityisesti talviaikaisten vesisateiden sekä lumen sulamisen yhteydessä. Huomattavaa on se, että lumen läjitysalueilla maaperään sekä sulamisvesiin voi kertyä suuria määriä lika-aineita. (Jormola ym. 2003, 144)

Kaupungistumisen vaikutuksia pohjaveden määrään ja laatuun on tutkittu vähemmän kuin vaikutuksia pintavesistöön. Tienpito ja pohjavedelle vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittaminen pohjavesialueelle on kasvattanut riskiä maaperän ja pohjaveden pilaantumiseen. Pohjaveden suo- laantuminen tai liuottimien tai bensiinin joutuminen vedenhankinnan kannalta tärkeälle pohjavesialueelle on johtanut kalliisiin ja mittaviinkin maaperän ja pohjaveden puhdistustoimiin.

Kuusisto on julkaisussaan todennut, että maan tiivistymisen ja päällystettyjen pintojen määrän kasvu johtaa myös veden varastotilavuuden vähenemiseen valuma-alueen maaperässä, mikä nopeuttaa osaltaan valuntaa (Booth ja Jackson 1997; Preliminary data summary... 1999: 4 - 24). Veden imeytymisen väheneminen heikentää pohjaveden muodostumista ja saattaa pitkään jatkuneina kuivina kausina alentaa pohjavedenpinnan tasoa. Tästä on seurauksena ainakin kohtalaisesti rakennetuilla alueilla myös jokien pohjavirtaaman pienenemi-

nen, kun kuivina kausina tapahtuva pohjaveden tihkuminen uomaan vähenee (Preliminary data summary... 1999: 4 - 24; Wang ym. 2001: 261).

5.4

Pintavalunnan haittavaikutusten vähentäminen ja imeytymisen tehostaminen

Kaupunkivesien tilaa tulee parantaa. Haasteena on se, että tiivistyvällä kaupunkialueella nykyiset sadevesien johtamisjärjestelmät eivät riitä suurempien, laajemmalla alueella kerättävien vesimäärien johtamiseen. Vaihtoehtoja tulee olla ja niille tulee varata tilaa maankäytön suunnitelmiin. Toisaalta luonnonmukaiset hulevesien käsittelyjärjestelmät saattavat edellyttää asukkailta sopeutumista, sietämistä ja sen hyväksymistä, että kosteikat ja altaat ovat välillä tyhjiä. Huoltotoimenpiteisiin pitää varautua, roskat poistaa ja liettyneet pohjamateriaalit vaihtaa.

Viikin tutkimusalueella suoritettut haastattelut osoittavat, että luonnonmukaisuus tarjoaa mahdollisuuden asuinalueen viherkeitaan rakentamiseen ja yhteiseen ylläpitoon. Huoltotoimenpiteillä ja kunnossapidolla tulee olemaan suurempi merkitys vaihtoehtoisen järjestelmän toimivuuteen tulevaisuudessa, kun sitä verrataan perinteiseen sadevesiviemäröintiin. Pelko rakenteiden kosteusvaurioista on olemassa. (Perttula 2004, 11 - 12, 24, 27 - 28)

5.4.1

Kaavoitus

Aluesuunnittelussa kohdealuetta tulee tarkastella valuma-alueen mittakaavassa. Valuma-alueelta erotetaan erilaiset vyöhykkeet: vesitalouden kannalta herkäät imeytymisvyöhykkeet ja kerääntymisvyöhykkeet sekä näiden väliin jäävät rinnealueet, joille rakentaminen aiheuttaa vähiten haittaa vesitalouden ja muiden luonnonolosuhteiden kannalta. Jokainen kaavoitettava kohdealue on kuitenkin käsiteltävä omana kokonaisuutenaan, eikä kaikille alueille välttämättä voida soveltaa valuma-alueen jakoa suoraviivaisesti. Kohdealueiden sisäiset rajoittavat tekijät kuten mahdollinen olemassa oleva yhdyskuntarakenne tai erityisesti suojeltavat luontokohteet ja maastomuodot on aina otettava tapauskohtaisesti huomioon. (Panu 1998) Ympäristön tulee täyttää myös turvallisuuden ja esteettisyyden vaatimukset.

Kaupunkirakenteen tiivistämisestä aiheutuvien haittojen estämiseksi voidaan yleiskaavassa suositella kiinnitettäväksi huomiota vesiolosuhteiden säilyttämiseen sekä purojen ja jokien esteettömään

virtaukseen (Helsingin yleiskaavaluonnos 2003). Yksityiskohtaisemmassa kaavassa voidaan puron yhteyteen muodostaa laajempia tulvatasanteita tai lampia, mikäli kaupunkipuro liittyy viheralueeseen. Niillä voidaan jossakin määrin tasata uoman virtaamasuhteita, mutta niillä on merkitystä myös tulvakasvillisuuden ja uoman monimuotoisuuden lisääjinä. Hulevesien käsittelyyn tarkoitetuilla alueilla on otettava huomioon imeytymisalueiden varoetäisyydet rakenteista sekä jäätyksen ja yllätyksellisten rankkasateiden aiheuttamat tilanteet rakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa, sillä sade- ja pohjavesistä voi olla myös joko pysyvää tai ajoittaista haittaa rakenteille ja taajamatoiminoille. (Jormola ym. 2003, 145 - 147)

Kaupunkialueiden kaavoituksessa voidaan tonttikokoja pienentämällä tiivistää asuinalueen rakennetta, mutta samalla jättää enemmän luonnontilaisia alueita asuinalueiden sisälle. Luonnontilaiset alueet toimivat huleveden imeytysalueina ja muodostavat osan viheralueverkostoa, joka sitoo asuinalueet ympäröivään luontoon. Tonteilta vapaata tilaa voidaan käyttää hyväksi myös hulevedenkäsittelyrakenteiden kuten viivytysalaiden ja kosteikkojen sijoittamiseen. Rakentamiselta vapaat alueet ovat myös puskurivyöhykkeitä, jotka suojelevat vesistöjä suoralta hulevesikuormitukselta. (Schueler 1995) Pihoilta ja katoilta tulevat vedet voidaan johtaa esimerkiksi korttelien keskelle, asemakaavassa pintavesien kuivatukselle varatuille ojanteille, vihersormille, joihin tonttirajoista riippumatta voidaan johtaa koko korttelin pintavedet. Vihersormet ojapainanteineen päätyvät puistoalueelle ja edelleen ojaan (Perttula 2004, 16 - 19).

5.4.2

Kuivatusjärjestelmät

Hulevesien käsittelymenetelmillä voidaan tasa-painottaa taajamavesistöjen virtaamasuhteita, parantaa pohjaveden muodostumisedellytyksiä ja saada aikaan uusia kosteikko- ja vesialueita, jotka lisäävät kaupunkiympäristön viihtyisyyttä ja kaupunkiluonnon monimuotoisuutta. Hulevesien imeytyksellä voidaan samalla estää pohjaveden tason laskua. Imeytysalueet voidaan haluttaessa suunnitella esim. nurmipintaisina alueina, jotka soveltuvat muuhun käyttöön kuivina aikoina. Hulevesilammista ja -kosteikoista voidaan suunnitella asuinympäristön viihtyisyyttä ja arvostusta lisääviä vesiaiheita. (Jormola ym. 2003, 147)

Kuivatusjärjestelmät voidaan ryhmitellä karkeasti kahteen pääryhmään. Ns. passiivista kuivatusta voidaan käyttää, kun vesimäärät ovat pieniä eli lakialueilla, rinteiden yläosissa ja esimerkiksi

peltoalueilla. Passiivinen kuivatus toteutetaan normaalien alue- ja tonttitekniisten mitoitus- ja muotoilujen avulla sekä normaaleilla varustelu- ja materiaalivalinnoilla. Passiivisella kuivatuksella pyritään edistämään pienten vesimäärien virtaamien hidastumista sekä luonnollista imeytymistä maaperään. Aktiivista kuivatusta tarvitaan, kun käsiteltävät vesimäärät ovat suuria. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi rinteiden alaosat ja alavat alueet. Aktiivinen kuivatus toteutetaan rakentamalla varastointialtaita ja erityyppisiä imeytysrakenteita. (Helsingin kaupunki 2000b, 11)

Imeytysmenetelmät soveltuvat parhaiten käytettäväksi valuma-alueen yläosissa, joissa imeytymistä tapahtuu luonnostaankin. Pohjaveden likaantumiseriski on otettava aina huomioon imeyttäessä erityisen likaisia, esimerkiksi katualueilta valuvia hulevesiä. Kosteikkokäsittelyyn ja viivyttämiseen parhaiten soveltuvat alueet sijaitsevat valuma-alueen alaosissa, joissa maaperä voi olla huonosti vettä läpäisevää. Huleveden johtamiseen tarkoitettuja kasvillisuuspainanteita voidaan käyttää yhdysväylinä eri käsittelymenetelmien välillä. (Ahponen 2003a, 113)

Kosteikon sijoittamiseen, muotoon ja rakenteisiin kaupunkialueilla voidaan soveltaa ohjeistusta, joka on laadittu kosteikkoratkaisuille haja-asutus- ja maatalousalueella. Kosteikon muotoon ja siihen liittyviin rakenteisiin vaikuttaa suuresti rakentamipaikka, eikä yhtä ainoaa aina oikeaa ratkaisua voida esittää. Merkitystä on kosteikkopaikan maaperän ominaisuuksilla, kuten geoteknisillä ominaisuuksilla ja vedenläpäisevyydellä. Usein soveltu- vassa paikassa onkin ennen ollut kosteikko. Kosteikkoon kannattaa liittää syvyydeltään vaihtelevia alueita, jolloin syvä alue jää avovesipintaiseksi ja se toimii lisäksi maisemaelementtinä. Syvän alueen jälkeen kosteikon vesisyvyys voi olla esimerkiksi 30 - 50 cm. (Majoinen 2005, 60 - 63, 88)

Vesisyvyydeltään vaihtelevat alueet lisäävät kosteikkoalueella viihtyvien lajien määrää. Ne palauttavat paikoitellen kokonaan hävinneen luontotyyppin takaisin ja lisäävät mielenkiintoa vesiensuojellisiin kysymyksiin. Kasvien osuus ravinteiden sitomisessa vaikuttaa olevan pieni ja osittain yliarvostettu, mutta kasvillisuuden merkitys on kasvukauden aikana huomattavin silloin, kun kosteikkokasvillisuus on kehittymässä. Kosteikon kuivuminen voi parantaa fosforin pidättymistä. Ajoittain kuivana oleva osa kosteikosta voi myös toimia lisäkapasiteettina ylivirtaamatilanteissa. Kosteikon kasvillisuutta kannattaa niittää ajoittain. Niittämällä ja keräämällä niittojäte pois kosteikkoalueelta voidaan poistaa ravinteita. Niittäminen tulee ajoittaa kasvukauteen. (Majoinen 2005, 88 - 89, 93)

Talviaika tuo erityisiä ongelmia hulevesien käsittelylle pohjoisissa olosuhteissa maaperän routaantumisen, lampien ja kosteikkojen jääty-
misen ja lumen sulamisen aiheuttaman kuormi-
tushuipun takia. Sen vuoksi pohjoiset erityisolo-
suhteet on otettava huomioon, kun kehitetään hu-
levesien käsittelyjärjestelmiä Suomessa. Tällainen
voisi olla esim. imeytyspainanteen ja lammikon
yhdistelmä, jonka pohjalla oleva salaoja kuivattaa
lammikon talveksi. (Oberts 2003)

Kaikissa hulevedenkäsittelymenetelmis-
sä yhdistyy useampia hulevedenkäsittelyn
tavoitteista. Taulukossa 3 on esitetty luonnon-

mukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien
vaikutukset huleveden laatuun ja määrään.
(Ahponen 2003b, 2, 10 - 14)

Tulvasuojelun mielessä latvavesistöihin pitäisi
rakentaa tai siellä pitäisi säilyttää viipymäaltaita,
mikäli alavirran alavilla alueilla ei ole mahdolis-
ta rakentaa tulvavesien pidättämiseen soveltuvia
menetelmiä. Vanhojen tulva-alueiden käyttöön
ottoa ja ennallistamista tai uusien tulva-alueiden
luomista voidaan harkita niillä alueilla, missä
tulvasuojelu on tarpeen ja missä luontaisia tul-
vametsiä, -kosteikkoja ja -niittyjä ei enää esiinny.
(Jormola ym. 2003, 45 - 46)

Taulukko 3. Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutustavat ja sovelluskohteet
(Ahponen 2003b, sovellus Riitta Tornivaara-Ruikka).

Huleveden käsittelymenetelmä		Maa- ja pohjavesivarastojen ylläpitäminen	Virtaamahuippujen pienentäminen	Viipymän lisääminen	Kiintoaineen laskeuttaminen	Puhdistaminen suodattamalla	Mikrobiologinen puhdistaminen	Huoltotoimenpiteet	Sovelluskohteet
Johtaminen	Kasvillisuus-painanteet	x	x	x	x	x	x	Lietteen ja roskien poisto pohjalta	Teiden varret, tonteilta kattovesien johtaminen, yhdysväylä
Imeyttämismenetelmä									
	Imeytyspinnat, vihreät pinnat	x	x	x		x	x	Irtolehdet ja roskat pois, pintamaa-aineksen vaihto, läpäisevän päällysteen puhdistus	Vettä hyvin läpäisevät alueet, valuma-alueen yläosat, piha- ja puistoalueet, teiden varret
	Imeytysaltaat	x	x	x	x	x	x		
	Maanalainen imeytysra- kenne	x	x	x		x	x		
	Yhdistetty imeytysallas ja -oja	x	x	x	x	x	x		
	Läpäisevät päällysteet	x	x	x		x	x		Hidaskadut, pysäköintialueet
Viivyttäminen	Viivytyksaltaat		x	x	x		x	Pohjamaan vaihto	Vesivaraston tasaus, valuma-alueiden alaosat
Kosteikko-käsittely	Kosteikot		x	x	x		x	Kosteikkokasvillisuuden niitto, pohjamaan vaihto	Puistot ja viher- alueet, valuma-alueiden alaosat

Hulevesien käsittelyyn liittyvää lainsäädäntöä ja käytäntöjä muualla maailmassa

Saksa

Rakentamistoiminnan aiheuttamalle luonnonalueiden tuhoutumiselle ja vesiolosuhteiden muuttumiselle on vaadittu Saksassa kompensoivia toimenpiteitä jo 1980-luvulta alkaen. Hulevedet nähdään Saksan vesilaissa toisaalta vesien suojelun kannalta jätevesinä, jotka edellyttävät jonkin tyyppistä käsittelyä. Hulevedet voidaan johtaa sekaviemäröinnin yhteydessä jätevesipuhdistamoon tai nykyisin yleensä hajautettuun huleveden käsittelyyn.

Saksan uudessa, vuonna 2002 voimaan astuneessa luonnonsuojelulaissa myös rakentamisesta aiheutuva pohjavesisuhteiden alentuminen katsotaan vastiketoimenpiteitä edellyttäväksi luonnonolojen muuttamiseksi. (Niemelä ym. 2004, 63)

Yhdysvallat

New Yorkin osavaltiossa rakentamisen aiheuttaman 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. (Niemelä ym. 2004, 65)

Yhdysvalloissa hulevesien käsittelyä ja johtamista on tutkittu paljon. Erään esityksen mukaan myös siellä hulevedet johdetaan usein käsittelemättöminä suoraan vesistöön. Toisaalta tutkimuksissa on todettu, että huleveden viivyttäminen tasapainottaa selvästi virtaamahuippuja. Monet tutkimukset ovat näyttäneet suuntaviivoja suomalaisille tutkijoille. Uutta voisi olla markkinahenkisempi ote asiasta tiedottamisessa. Se, mitä tapahtuu paikallisesti maisemassa ja maankäytössä asukkaiden nähtävissä ja koettavissa, on suoraan sovellettavissa suuremman virran ja vastaanottavan vesistön vedenlaatuun. (Impacts of Land Development 2005, 2, 4, 46)

Yhdysvaltalaisista esitystä yleistäen kaupungistuneella alueella virtaus alkaa kasvaa, kun läpäisemättömän pinnan osuus kasvaa 10 %:iin valuma-alueen pinta-alasta. Tutkimusten mukaan 8 – 10 %:n läpäisemättömän alueen osuus saattaa aiheuttaa uomas- eroosion merkkejä. Kun vettä läpäisemättömän pinnan osuus nousee 40 %, on uomat usein jouduttu kanavoimaan tai uoman seinämät rakentamaan virtauksen kestäväksi. Ja kun vettä läpäisemättömän pinnan osuus on 50 %, vesi on useimmiten johdettu viemäreihin maan alle. Näitä periaatteita soveltaen suositellaan samankaltaista vastaanottavien vesis-

töjen ja uomien luokittelua kuin Ruotsissa, Tukholman hulevesistrategiassa. Luokituksessa tulee ottaa huomioon vesistön varren maankäytön historia (maatalous, insinöörirakenteet, pohjasedimentin vaikutukset). (Impacts of Land Development 2005, 8 - 10, 26 - 28, 73)

Ruotsi

Tukholmassa paikallinen sadeveden käsittely otettiin periaatteeksi uudisrakentamisessa jo vuonna 1994. Vuonna 2000 julkistettiin hulevesistrategia, joka on osa kaupungin vesiohjelmaa 'Vattenprogram för Stockholm 2000 – sjöar och vattendrag'. Siihen myös kaupungin poliittiset päättäjät (kaupunginvaltuutetut) ovat sitoutuneet. Strategian mukaan mm. rakennetulla alueella hulevesi pitää käsitellä tai erotella niin, että maahan ja järviin voidaan johtaa niin paljon vettä kuin mahdollista, ilman että epäpuhtaudet kohoavat kriittisille tasoille. Sitä täydennettiin tehtävällä etsiä uusia lumenkaatopaikkoja.

Kaupunki laati mm. toimenpidelistan eri toimijoille (Dagvattenstrategi 2002, 11):

- Parhainta ja suositeltavinta on rajoittaa erilaisia epäpuhtauksia jo syntypaikalla, ennen kuin ne johtuvat järviin ja vesistöihin. Kaupunki voi vaikuttaa näihin asemakaavoituksella, rakennusluvilla ja sopimuksien avulla, mutta myös tiedottamalla hulevesistä.
- Mm. kaupungin rakennusviranomaisten tulee huolehtia yhdessä Stockholms Vatten AB:n ja ympäristö- ja terveysviranomaisten kanssa siitä, että hulevesikysymykset otetaan huomioon kaavoituksessa, rakennusluvuissa ja -ohjeissa.
- Kaupungin hulevesistrategia ja kaupungin vesiohjelma tulee käydä ilmi yleiskaavassa. Asemakaavoituksella ja rakennuslupamenettelyllä ohjataan rakennuksen korkeus- asemaa, sijaintia tontilla ja rakennusmateriaalien valintaa. Uusissa asemakaavoissa pitää osoittaa, kuinka hulevesikysymykset ratkaistaan ja kuka vastaa toimeenpanosta.

Käytännössä suuri merkitys on huleveden syntypaikkakohtaisella käsittelemisellä (LOD, Lokalt omhändertagande av dagvatten). Sen mukaan kaikki sopiva, riittävän puhdas hulevesi imeytetään maahan tai viivytetään altaissa, jos vain se on mahdollista ja sopivaa, maaperä, pohjavesiolosuhteet ja huleveden laatu huomioon ottaen. Keinoina ovat asemakaavamääräykset, sopimukset rakennuttajien kanssa sekä veroluonteiset hulevesimaksut. Lumen käsittelyyn suositellaan paikallista käsittelyä tai lyhyitä kuljetusmatkoja lumenkaatopaikoille. Siitä ei saa aiheutua

haittaa maaperään, veteen tai virkistysalueille. (Dagvattenstrategi 2002, 7 - 9) Taulukkoon 4 on koottu yleisohjeistusta huleveden puhdistamisesta eri alueilla. Yksittäisessä tapauksessa ratkaisu valitaan myös teknis-taloudelliset seikat huomioon ottaen.

Hulevesistrategian mukaisesti asiasta laadittiin myös kansalaisille tiedotusmateriaalia, joka on luetta-

vissa internetissä. Oppaassa on esimerkkivalokuvien havainnollistettu läpäisevien pintojen ja kiveyksien käyttöä sekä sadevesien johtamista viheralueille kasvillisuuden käyttöön. Huleveden syntypaikkakohtainen käsittely tarjoaa monia mahdollisuuksia, rikastuttaa lähiympäristöä ja lisää luonnonmukaisuutta. (Ta hand om ditt vatten 2001, 3, 5 - 11)

Taulukko 4. Tukholman hulevesistrategia – maankäyttö ja huleveden puhdistusvaatimukset (Dagvattenstrategi 2002, 20, käännös Riitta Tornivaara-Ruikka)

Maankäyttö	Huleveden likaisuusaste	Huleveden purkupaikka				
		Maaperä	Järvet tai muut vesistöt			
		Sopiva suodattamiseen	Ei sovi suodattamiseen	Hyvin herkkä ihmistoiminnan vaikutuksille	Herkkä ihmistoiminnan vaikutuksille	Vähemmän herkkä ihmistoiminnan vaikutuksille
Korttelialue						
Ydinkeskusta (sisäkaupunki) * keskustan (kivi-kaupungin) asuin- ja työpaikka-alueet mkl. paikalliskadut	Kohtuullinen	Suodatus ja viivytys	Hulevesiviemäri tai oja	Tietty puhdistustapa tai hulevesiviemäri ¹	Ei puhdistusta ¹	Ei puhdistusta ¹
Ulkotaajama (ulkokaupunki) * asuin (pientalo)- ja työpaikka-alueet mkl. paikalliskadut	Alhainen - kohtuullinen	Suodatus ja viivytys	Hulevesiviemäri tai oja	Ei puhdistusta - tietty puhdistustapa tai hulevesiviemäri ¹	Ei puhdistusta - tietty puhdistustapa tai hulevesiviemäri ¹	Ei puhdistusta ¹
* omakotitaloalue mkl. paikalliskadut	Alhainen	Suodatus ja viivytys	Hulevesiviemäri tai oja	Ei puhdistusta ¹	Ei puhdistusta ¹	Ei puhdistusta ¹
Ydinkeskusta ja ulkotaajama * suurehkot pysäköintialueet ja linja-autoasemat	Kohtuullinen - korkea	Puhdistus ennen suodatusta	Hulevesiviemäri	Puhdistus	Tietty puhdistustapa tai hulevesiviemäri - puhdistus	Ei puhdistusta - puhdistus
* teollisuuskiinteistöt, joiden toiminta ympäristölle vaarallista	Riippuu toiminnasta	Hulevesiviemäri	Hulevesiviemäri	Puhdistus	Riippuu toiminnasta	Riippuu toiminnasta
Yleiset alueet						
Paikalliskadut, < 8 000 ajoneuvoa / vrk	Alhainen	Suodatus ja viivytys	Hulevesiviemäri tai oja	Ei puhdistusta	Ei puhdistusta	Ei puhdistusta
Tiet, 8 000 - 15 000 ajoneuvoa /vrk	Alhainen - kohtuullinen	Suodatus ja viivytys	Hulevesiviemäri tai oja	Ei puhdistusta - tietty puhdistus tai hulevesiviemäri	Ei puhdistusta - tietty puhdistus tai hulevesiviemäri	Ei puhdistusta
Maantiet, 15 000 - 30 000 ajoneuvoa /vrk	Kohtuullinen - korkea	Puhdistus ennen suodatusta	Hulevesiviemäri tai oja	Puhdistus	Tietty puhdistus tai hulevesiviemäri - puhdistus	Ei puhdistusta - puhdistus
Maantiet, > 30 000 ajoneuvoa /vrk	Korkea	Puhdistus ennen suodatusta	Hulevesiviemäri tai oja	Puhdistus	Puhdistus	Puhdistus
Puistot, luonnonmaat tai vastaavat	Alhainen	Suodatus	Hulevesiviemäri tai oja	Ei puhdistusta	Ei puhdistusta	Ei puhdistusta

¹Kuparikatoilta tuleva hulevesi vaatii puhdistuksen, peltikatoilta tuleva hulevesi saattaa vaatia sinkin tai kadmiumin poiston.

6 Esimerkkejä hulevesien käsittelyn huomioon ottamisesta maankäytön suunnitelmissa

6.1

Vaasa, Gerbyn ja Metsäkallion asemakaavat

6.1.1

Gerbyn asemakaava ja maisemaselvitys

Gerbyn asemakaava on vahvistettu 27.10.1983. Kaava-alue sijaitsee Vaasan keskusta-alueen tuntumassa sen luoteispuolella. Asemakaavaa laadittaessa oli käytössä maisemaselvitys, joka oli laadittu alueen osayleiskaavoituksen yhteydessä, osana kaavoitusta. Maaperä on pääosin kallioista ja vettä jonkin verran läpäisevää moreenia. Kallioalueiden väliin jää painanteita, jotka tasaavat tulvahuippuja. Painanteisiin oli muodostunut muutamia ohutkeroksia turve-esiintymiä. (Vaasan kaupunki 1983)

Kaava-alueella kiinnitettiin erityistä huomiota vesimaiseman kehittämiseen ja luontaisen hydrologisten olosuhteiden ylläpitämiseen. Maisemaselvityksessä (Panu 1981) annettiin selkeät ohjeet pintavesien johtamisesta olemassa oleviin painanteisiin, metsäpuroihin ja metsälampiin. Kokonaisvesitasapaino säilytetään pienten patolampien avulla. Näistä pintavedet painuvat pohjavedeksi. Asuntoalueilla hulevedet imeytyvät jo tontilla pohjavesiksi sorakaivojen ja painanteiden avulla. Painannepuroilla jäsennetään puistojärjestelmää, polkuverkostoa ja uutta kaupunkirakennetta. (Vaasan kaupunki 1983)

Maisemaselvityksessä on havainnollisesti kuvattu veden luonnollista kiertokulkua. Tavoitteena on, että kaikilla toimenpiteillä pyritään edistämään pintaveden viivettä maisemassa. Vesi kulkee mutkittelevassa luonnonuomassa, eri korkeusvaihteluita sisältävässä maastossa, eri nopeuksilla niin, että sitä voi vapaasti imeytyä maaperään, kasvillisuuden käyttöön ja pohjavesiksi. Tämän lisäksi se puhdistuu ja hapettuu ennen johtumista järveen tai mereen. (Panu 1981)

Maisemaselvityksen mukaan kosteikkokasvillisuutta ja lehtipuustoa tulisi kaikkialla puron varsilla kehittää ja suojata sekä istuttaa. Vettä ei tule kuljettaa pois putkessa tai muuten maan ja

kasvillisuuden ulottumattomissa, vaan avo-ojissa ja puroissa. Räystä-, katu- ym. hulevedet imeytetään maaperään painanteiden sorasaartojen ja kivikaivojen avulla tai johdetaan pihan painanteisiin maaperäominaisuuksiltaan rehevää kasvillisuutta tuottaviin kohtiin. (Panu 1981)

Kaava-alueen tontinostajille laadittiin ohjevihkonen (Panu 1983), jossa on todettu mm. seuraavaa:

- Jos pelkää sadevesihaittoja asuinpihasi alueella, voit asettaa sisääntulotien sidemaa-kerroksen reunoille matalaan syvennykseen reiällisen salaojaputken juuri pintakasvillisuuden alapuolelle tai jättää reunoille matalat syvennykset, joita myöten sadevesi pääsee valumaan tien vierustalla kasvavien kasvien käyttöön tai kadunvarren oja-painanteeseen. Tavoitteena on saada kaikki luonnonvesi johdetuksi tontin kasvien käyttöön.
- Huolehdi sitä, että rakentamiesi talojen katoilta tulevat sadevedet johdetaan sadevesikourulla tai sadevesiketjuilla salaojakai-voon, josta viettää reiällinen salaojaputki tont-tisi kasvillisuudelle osille. Salaojakaivo voi olla esim. mukulakivillä tai soralla täytetty 50 cm läpimitaltaan ja 20 - 30 cm syvä painanne tai sorasaarroke talon jokaisessa kulmassa ja reiällinen salaojaputki siitä piha-alueelle voi kulkea 20 - 30 cm syvyydellä maanpinnasta tai se voi kulkea juuri kent-täkerroskasvillisuuden alapuolella. Tämän salaojan jäätymisestä tai routaantumisesta kun ei ole haittavaikutuksia.
- Vältä läpäisemättömien pintojen (kuten asfaltti tai betoni) käyttöä, käytä mieluummin soraa, reiällisiä sidekiviä ns. nurmikkokiviä tai nurmikkoa niiden sijasta. (Panu 1983)

Kaavakartta ja -määräykset

Kaavakartassa on ohjeelliset kosteikkoalueet sekä niitä yhdistävä ojasto tai painanteet. Kaavassa on myös vesilammikoiden paikat. Kaavakartasta saa sen vaikutelma, että kosteikkojen ja altaiden paikat on mietitty luontaisiin paikkoihin. (Vaasan kaupunki 1983)



Ohjeellinen kosteikkoalue, joka on pintavesien imeyttämisaluetta. Aluetta tulee hoitaa ja kehittää kasvupaikkatyypinsä mukaisesti.

Kirjoittajan havaintoja

- On mielenkiintoista nähdä yli kaksi kymmentä vuotta vanha asemakaava, jossa hulevesien käsittely on otettu huomioon ja kosteikoille on aluevaraukset ja kaavamerkin-tä.
- Ilmeisen toimiva hulevesien käsittelyjärjestelmä, joka perustuu tonttikohtaisiin imeytyk-siin kaikkialla siellä, missä se on mahdollista. Toisaalta siellä, missä maaperä on tiivistä, ovat veden johtamismatkat lyhyitä, kosteikkoaltai-ta ja pintavesilammikoita on runsaasti.

Kaava-alueen sijainti on esitetty liitteen 2 kohoku-vakartalla.

Jälkiseurannassa Gerbyn alueen toteutus onnis-tui hyvin ja vesialueet ovat toimineet halutussa tarkoituksessa.

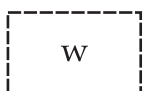
6.1.2

Metsäkallion asemakaava

Metsäkallion kaava on käsitelty kaupunginvaltuustossa 16.5.2000. Kaava-alue sijaitsee kallioi-sella, osin arviolta kohtalaisesti vettä läpäisevällä moreenipeitteisellä ylänköalueella Vaasan keskus-taan rajautuen sen itäpuolella. Kalliopaljastumien väliinjää kosteikkoalueita, joista vesi johtuu valtaojaa pitkin mereen. Alueelle on suunniteltu pääosin pientaloja. (Vaasan kaupunki 2000)

Kaavakartta ja -määräykset

Kaavakarttaan, jonka päiväys on 10.5.2000, on merkitty pintavesialtaiden ohjeelliset pai-kat olemassa olevaa valtaojalinjaa noudattaen. (Vaasan kaupunki 2000)



Ohjeellinen vesialtaaksi varattu alueen osa.

Kirjoittajan havaintoja

- Pelkän kaavakartan ja -määräysten perusteel-la on vaikea arvioida hulevesien käsittely-mahdollisuuksia ja -menetelmiä. Jos alueelle on laadittu hulevesien hallintasuunnitelma, niin kaavamääräyksissä voisi olla viittaus siihen.
- Kaavakartan perusteella voisi arvioida, että pientalojen katto- ja pihavedet voisi osalla aluetta imeyttää maaperään.
- Alueella on paljon pieniä pihakatuja ja pussikatuja, joiden sadevedet voisi myös johtaa maastoon.
- Viherpainanteille olisi saattanut olla käyttöä kortteleiden 52 - 57 keskellä.

Kaava-alueen sijainti on esitetty myös liitteen 2 kohokuvakartalla.

6.2

Helsinki, Viikin asemakaavoja

6.2.1

Viikin ekologinen asuinalue

Viikkiin toteutetun puutarhamaisen alueen suunta-viivat esitettiin Viikin yleiskaavassa, jonka Helsingin kaupungin valtuusto hyväksyi keväällä 1995. Alu-eella on pyritty soveltamaan normaalista poikkeaa-va kuivatusjärjestelmää. Asemakaavamääräysten mukaan "Alueella tulee rakenteellisin ja muin toi-menpitein mahdollisimman suuressa määrin hidas-taa sade-, sulamis-, katto- ja salaojavesien virtausta ja imeyttää vedet maaperään." Tämän lisäksi alueen rakentamista ovat ohjanneet kaupunkisuunnitte-lulautakunnan ja rakennuslautakunnan hyväksy-mät rakentamistapamääräykset, jotka täydentävät asemakaavoissa esitettyjä suunnitteluperiaatteita. (Helsingin kaupunki 2000b, 2, 8)

Viikin asuinalueella toteutuksessa on pyritty ekologisten periaatteiden mukaisiin ratkaisuihin teknisissä järjestelmissä, pihoissa ja alueen ympä-ristössä. Suurin osa sadevesistä pyritään imeyttä-mään ja viivyttämään alueella. Periaatteena on, että pienet vesimäärät imeytetään tontti- ja katu-alueilla mm. pohjattomien kaivojen avulla. Alueen rakentamisen yhteydessä paikalle ajettu sorakerros mahdollistaa imeytystä. Imeyttämättömiä pintave-siä johdetaan tonttialueisiin kuuluvien viherkais-tojen kautta kulkevissa ojapainanteissa Viikinojaan ja varajärjestelmänä on lisäksi sadevesiviemärointi. (Niemelä ym. 2004, 14, 60 - 61)

Viikin tutkimukset osoittavat selvästi maaperän merkityksen hulevesien kuivatusmenetelmää valittaessa ja suunniteltaessa. Pintarakenteet toimivat ja imeytysaltaat ovat tasoittaneet sateiden jälkeisiä valumia ja kaivoista on saatu kasteluvettä kasvimaille ja istutuksille. Hulevesijärjestelmän pintarakenteet toimivat. (Perttula 2004, 26, 31 - 37) Maaperätietojen pitäisikin olla paremmin tiedossa kaavoituksen alkuvaiheessa. Tietopalvelua kehitetään Geologian tutkimuskeskuksessa, jossa osin käyttöön otettu GeoTieto -järjestelmä tarjoaa testi-alueen kunnista asemakaavoitetulta alueelta mm. maaperä- ja pohjavesitietoja (Geologian tutkimuskeskus 2006).

6.2.2

Viikinmäki

Viikinmäen kaava-alue (5,7 ha) on lähes kokonaan samalla valuma-alueella kuin Viikin ekologinen asuinalue, jolla hulevesitutkimus tehtiin vuosina 1999 - 2003. Alue sijoittuu Lahden väylän toiselle puolelle kortteliin 36062. Kaava hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa 14.2.2001. Maaperältään Viikinmäki poikkeaa Latokartanossa sijaitsevista ekologisesta asuinalueesta. Alue on kallioista, ohuen maapeitteen peittämää ja maastonmuodoltaan jyrkkää, paikoin hyvin jyrkkää. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo sijoittuu osin tälle alueelle. Kerrostalo- ja yleisten rakennusten korttelialueet ovat yhteensä 64,5 % sekä kadut, tiet ja pysäköintialueet yhteensä 23,5 % kaava-alueen pinta-alasta. Viher- ja virkistysalueiden osuus on 3,9 % ja erityisalueiden osuus 8 %. Erityisalueet ovat suojaviheralueita Lahden väylän varrella. (Helsingin kaupunki 2000a)

Kasvillisuus lakialueella on mäntyvaltaista kalliometsää sekä rinteillä ja notkoissa kangasmetsää. Alueen rakennusten suunnittelun yhteydessä on tehty erittäin tarkka ympäristön rakentamissuunnitelma, jossa alueen luonteen huomioiden on pyritty löytämään optimiratkaisu rakentamisen, maastonmuotojen ja kasvillisuuden yhteensovittamisessa. (Liite 4) (Helsingin kaupunki 2000a)

Hulevesien käsittelyyn liittyvässä kaavamääräyksessä sanotaan: "Sekä tonteilla että muilla alueilla tulee rakenteellisin tai muin toimenpitein mahdollisimman suuressa määrin hidastaa sade-, sulamis-, katto- ja salaojavesien virtausta ja imeyttää vedet maaperään." Kaavaselostuksen liitteenä on vesihuoltosuunnitelmapiirustus, jonka mukaan kaikki katualueiden hulevedet johdetaan viemäreissä Lahdenväylän ja Latokartanonkaaren toiselle puolelle ja puretaan - ainakin suunnitelma-

piirroksen mukaan - suoraan ojaan. Vesi virtaa ojaa pitkin Säynäslahden kautta Vanhankaupunginselälle. Kaavaselostuksen liitteenä olevan havainnepiirroksen ja kaavan lähtötietojen (tarkka rakentamissuunnitelma) perusteella on oletettavissa, että kattovedet puretaan maastoon. (Helsingin kaupunki 2000a)

Kirjoittajan havainnot

- Kaava-alue on valuma-alueen latvavesialuetta, jolle sijoittuu paljon rakennettua pintaa. Kaavassa on merkitty istutettavat alueen osat samoin kuin osat, joilla puusto säilytetään. Kaavaselostuksen mukaan puustoa tulee hoitaa elinvoimaisena ja tarvittaessa uudistaa siten, että puuston maisemallinen merkitys säilyy. Näin ollen olisi entistä tärkeämpää säilyttää veden luonnollinen kiertokulku ja liittää kaavaselostukseen selvitys vesitasapainon ylläpitämisestä.
- Lahdenväylä toimii pintavesivalunnan esteenä. Heti tielinjan toisella puolella on peruskartassa valtaoja, jonka alkuun voisi rakentaa viipymäaltaiston, josta hulevedet voisi purkaa turvallisesti Säynäslahden luonnonsuojelualueelle.
- Tällä alueella olisi voinut soveltaa paremmin Viikin Latokartanon ekologista alueen hulevesien käsittelyn periaatteita.

Kaava-alueen sijainti on esitetty liitteen 3 kohokuvakartalla.

6.2.3

Viikin tiedepuisto

Tiedepuiston kaava-alue (12,1 ha) on samalla valuma-alueella kuin Viikin Latokartanon alue, mutta sen pintavesien laskuoja on sama kuin Viikinmäen kaava-alueen laskuoja. Kaava-alue käsittää korttelit tai osat kortteleista 36000, 36201 ja 36207. Kaupunginvaltuusto on hyväksynyt kaavan 6.6.2001. Kaava-alueen pinta-alasta yleisten rakennusten ja asuinkerrostalojen kortteleiden osuus on yhteensä 93,7 %, katu- ja pysäköintialueiden osuus 5,4 % sekä viheralueiden osuus alle 1 %. (Helsingin kaupunki 2001)

Maisemallisesti asemakaava-alue sijoittuu avoimen viljelymaiseman reunavyöhykkeelle. Maisemassa selvästi erottuva ylioppilaskylän mäki idässä, yliopiston laitoseräkkeet pohjoisessa ja Biokeskukset lännessä rajaavat alueen keskelle jäävän laakson, joka liittyy etelässä yliopiston koeviljelyalueen kautta Viikin peltomaisemaan.

Kaava-alueen eteläpuolella on tiheä istutettu koi-
vikko, joka on yliopiston tutkimusalueen vieressä,
mutta väistyy myöhemmin rakentamisen myötä.
Sen vieressä on ruusutarha, joka on myös osit-
tain tutkimusaluetta. Yliopistoalueella, varsinkin
Latokartanonkaaren varrella on reheviä vanhoja
lehtipuita. Ylioppilaskylän mäki on osittain avo-
kalliota, osittain ohutmultaista männikkömetsää.
(Helsingin kaupunki 2001)

Alueen poikki pohjois-eteläsuunnassa kulkee
alueellisen pintavesikuivatuksen kannalta tär-
keä uoma, joka kerää sadevedet laajalta alueelta
Lahdenväylän pohjoispuolelta ja yliopistoalueel-
ta. (Helsingin kaupunki 2001)

Maaperä kaava-alueella on pääasiassa karkei-
den kivennäismaiden aluetta. Keskiosassa alueen
täydennysrakentamisen alueella sekä alueen ete-
läosassa on matalaa savikkoa. (Helsingin kaupun-
ki 2001)

Kaavan tavoitteiden mukaan Viikin rakenta-
misessa on tavoitteena luontoa ja luonnonvaroja
säästävät ratkaisut, joihin pyritään noudattamalla
rakentamisessa kestävä kehityksen periaatteita.
Viikin ekologisella koerakentamisalueella saatuja
kokemuksia on tarkoitus käyttää hyväksi koko
Viikin rakentamisessa. Kaavaselostuksessa ker-
rotaan, että alueen poikki pohjois-eteläsuunnassa
kulkeva alueellisen kuivatuksen kannalta tärkeä
pintavesiuoma siirretään kaava-alueella sadevesi-
viemäriin. Nykyisten ja rakennettavien rakennus-
ten sekä uuden kadun väli on liian kapea avouo-
man säilyttämiseksi. Sadevesiviemäri rakennetaan
osin katualueelle ja osin tonteille, joilla sille vara-
taan johtokuja. Nykyiset uomaan laskevat sade-
vesiviemärit johdetaan uuteen kokoojaviemäriin.
Sadevesiviemäri johdetaan toistaiseksi nykyiseen
uomaan kaava-alueen rajalla. Tiedepuiston itä-
reunan suunnittelun edetessä on osa ojasta tarkoi-
tus muokata pintavesiuomaksi uuteen kampus-
puistoon. (Liite 5) (Helsingin kaupunki 2001)

Viikin - Vanhankaupunginlahden luonnonsuo-
jelualueen suojeluarvojen säilyttämiseksi kaava
sisältää määräyksen sade-, sulamis-, katto ja
salaojavesien virtauksen hidastamisesta ja maa-
han imeyttämisestä. (Helsingin kaupunki 2001)

Asemakaavaan on lisätty tulvareitti (tu)
Latokartanonkaarelta Agnes Sjöbergin kadulle ja
kadun käänköpaikalta edelleen etelään johtavalle
johtokujalle. Mustialankadulta voidaan tilapäises-
ti johtaa tulvareitti tontin 36207/12 eteläpuolitse
valtaojaan. Tulevaisuudessa tulvareitti tulee kul-
kemaan tasaisesti etelään laskevaa Mustialanka-
tua pitkin Tilanhoitajankaarelle, eikä poikittaisia
tulvareittejä kadun länsipuolisten uusien kortte-

leiden läpi vanhalle tulvaojalle tulla osoittamaan.
(Helsingin kaupunki 2001)

Kaavaselostuksen liitteenä on vesihuoltosuun-
nitelman kartta, josta käy ilmi, että alue on jo nyt
varsin tehokkaasti sadevesiviemäroity. (Helsingin
kaupunki 2001)

Kirjoittajan havainnot

- Vettä läpäisemätöntä pintaa tulee lisää,
joten herää kysymys siitä, riittääkö avo-ojan
jälkeinen 'peltoalueen alla' oleva viemäri
kuljettamaan kaikkea hulevettä. Toisaalta
tulvareitin lisääminen kaavaan on osoitus
siitä, että yläpuolisen valuma-alueen vedet
voitaisiin johtaa tai olisi voitu johtaa kaava-
alueen läpi avoimessa kanavassa, joka olisi
voinut olla myös maisema-aihe. Tällaista on
käytetty Espoon Leppävaarassa Monikon-
purossa.
- Kaavasta ja selostuksesta ei käy ilmi, kuinka
hulevesien käsittelyä tai johtamista voitai-
siin tällä kaava-alueella ekologisesti toteut-
taa. Viittaus tulvareitin varaamiseen ei sitä
vielä ole. Kirjallisen materiaalin perusteella
vaikuttaa siltä, että hulevesiä koskeva
määräys jää tällä kaava-alueella merkitykset-
tömäksi.
- Valtaojan putkittaminen ja tehokas raken-
taminen aiheuttaa vaikutuksia alapuolisella
valuma-alueen osalla, joka on kaavoitettu
rakennettavaksi. Valuma-alueen alaosan
poikki kulkee Viikintie.
- Tarvittaisiin koko valtaojan valuma-alueen
sade- ja sulamisvesien käsittelyn ja johta-
misen suunnitelma. Rakennettua, läpäise-
mätöntä aluetta on tulossa lisää valuma-
alueen latvaosiin. Huomion arvoista on, että
vesien purkupaikkana on Säynäslahden
luonnonsuojelualue, josta vesi virtaa
Vanhankaupunginselälle.

Kaava-alueen sijainti on esitetty liitteen 3 kohoku-
vakartalla.

6.3

Tampere, Kalkunvuoren asemakaava

Tampereella Kalkunvuoren asemakaavaa on laa-
dittu kahdessa osassa (Tampereen kaupunki 2003
ja 2004a). Alueelle on laadittu hulevesien hallin-
tasuunnitelma (Suunnittelukeskus 2003) sekä
kaava-alueen länsialueen rakentamistapaohjeet
(Tampereen kaupunki 2004b).

Hulevesien hallintasuunnitelma

Kaava-alueelle laaditussa hulevesien hallintasuunnitelmassa selvitetään seikkaperäisesti asemakaavaluonnoksen mukaisen maankäytön aiheuttamien hulevesien määrä ja valumareitit sekä tehdään esitys alueen hulevesien hallintamenettelyistä sekä niiden huomioimisesta asemakaavatyössä. Huomattakoon, että hulevesiselvitys on tehty oikea-aikaisesti luonnoksen perusteella ja niin, että siinä esitetyt ehdotukset on voitu viedä asemakaavaehdotukseen. (Liite 7) (Suunnittelukeskus 2003)

Kalkunvuoren asemakaava-alue on kokonaisuudessaan noin 76 ha, josta tontti- ja katualueita on noin 17,7 ha. Alue on osittain tärkeällä pohjavesialueella ja alue rajoittuu Natura 2000 -alueeseen. Alueen maaperä on suurimmalta osin vettä läpäisevää, mutta alueella on myös vettä huonosti läpäisevää maata sekä kalliopintaa. (Tampere 2003)

Tarkastelualueen hulevesien hallinnan lähtökohdaksi on esitetty imeyttämistä maaperään joko minimoimalla läpäisemättömien pintojen määrä tai toteuttamalla erityisiä imeytysratkaisuja. Sijainti pohjavesialueella asettaa omat vaatimuksensa imeytettävälle hulevesille. Selvityksessä esitetään, että pohjavesialueella käytetään laskeutukseen ja kasvillisuuden puhdistavaan vaikutukseen perustuvia ratkaisuja. Liikennealueilla tulisi välttää liikennealueilta tulevien hulevesien imeyttämistä niiden sisältämien liukoisten suolojen sekä vaikeasti erottuvien epäpuhtauksien vuoksi. (Suunnittelukeskus 2003)

Talviolosuhteiden vuoksi alueella tulisi olla myös hulevesien viivytyksen kapasiteettia, esim. altaita tai lammikoita, sulamisvesiä sekä talvella tapahtuvia sateita varten. (Suunnittelukeskus 2003)

Hulevedet tulisi johtaa mahdollisimman paljon ojien ja painanteiden kautta virtaamaan hidastamiseksi. Tiheästi rakennetuissa kortteleissa tai erityistä kuivatusta vaativilla katualueilla, joilla ei ole tilaa ojille tai painanteille, voidaan hulevesien keräämiseen ja käsiteltäväksi johtamiseen käyttää myös sadevesiviemäreitä, mutta yhtenäiset sadevesiviemäroidyt alueet tulisi pitää pieninä, jottei hulevesimäärä purkupaikoissa kasvaisi hankalasti hallittavaksi. (Suunnittelukeskus 2003)

Hulevesien käsittelymenetelmiä valittaessa ja järjestelmiä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös alueen luontoarvot ja muinaismuistolain alaiset kohteet. Hulevesien hallintaa suunniteltaessa tulisi menetelmät toteuttaa siten, että ne sijoittuvat katu- ja tonttialueiden välittömään läheisyyteen tai ainakin kohtiin, joissa ne eivät haittaa suojeltavia kohteita tai virkistyskäyttöä. Käytännössä tämä tarkoittaa hulevesien hallinnan hajauttamista pienemmiksi yksiköiksi. (Suunnittelukeskus 2003)

Viranomaisenkin mielestä pohjavesialueella hulevedet voidaan tonttialueilla imeyttää. Liikennealueilta tulevien hulevesien imeyttämistä tulisi välttää. (Suunnittelukeskus 2003)

Tarkastelu tehtiin osavaluma-alueittain maaperä, pinnanmuodot, tontti- ja katualueiden sijoittelu sekä suunniteltu toiminta huomioon ottaen. Alueilta laskettiin kattopinta-ala, päällystetty pinta-ala ja päällystämätön pinta-ala. Valumiskertoimina käytettiin kattopinnoilla 0,8, päällystetyillä alueilla 0,8 ja päällystämättömillä alueilla 0,2. (Suunnittelukeskus 2003)

Kaavaan liittyvän selvityksen mukaan oleellista on tarkastella lyhytaikaisten ja rankkojen sadejaksojen aiheuttamia hulevesimääriä. Sadevesiviemäreitä ja ojia mitoitettaessa on käytetty lyhytkestoisen ja rankan sateen vesimäärää (kerran viidessä vuodessa toistuvaa, kymmenen minuuttia kestävää sadetta, joka on rankkuudeltaan 160 l/s^xha). Hulevesien viivyttämiseen ja imeyttämiseen on käytetty pitkäkestoisemman sateen aiheuttamaa vesimäärää (keskimäärin kerran vuodessa toistuvaksi vuorokausisateeksi on arvioitu 20 mm). (Suunnittelukeskus 2003)

Hulevesien hallinnan yleissuunnitelmakartta on esitetty liitteessä 7. Tavoitteena on imeyttää mahdollisimman suuri osa tontti- ja katualueilta tulevasta hulevedestä maahan sekä hidastaa ja viivyttää huleveden virtausta. Etenkin lumen sulamisvesiä varten tarvitaan viivytyksen ja hidastusmenetelmiä. Yksityiskohtaisemman suunnitelman mukaan hulevedet johdetaan viherpainanteita (ojanteita) pitkin biopidätysalueille, joista hulevesi imeytyy maaperään ja joissa vesi voi hetkellisesti lammikoitua. Näistä ylivuotovesi johtuu viivytyslammikoihin, joita jokaisella osa-alueella on yksi ja ne sijaitsevat osa-alueen valuma-alueen purkupisteessä. Lammikoilla on suuri merkitys lumien sulamisvaiheessa suuren hulevesivalunnan aikana sekä talvella sateiden aikana. Yksi lammikko koostuu itse asiassa useasta pienestä lammikosta ja osalla niistä on myös ylivuotoreitti. Pohjavesialueella osa liikennealueiden sadevesistä pystytään viemäroimään ja vedet johtamaan pohjavesialueen ulkopuolelle. Yhdellä osa-alueella liikenteen päästöt arvioidaan jäävän pieniksi (pientaloalue). Alueelle on maastonmuotojen vuoksi hankala toteuttaa sadevesiviemärointiä. Ne hulevedet, joita ei pystytä johtamaan pohjavesialueen ulkopuolelle, johdetaan biopidätysalueille. Painanteet (ojanteet) ja biopidätysalueen pohja ovat vettä heikosti läpäisevää maa-ainesta, kasvillisuutta suositellaan käytettäväksi paljon. Biopidätysalueen pintakerrokseen kertyneiden epäpuhtauksien poistamista suositellaan tehtäväksi joidenkin vuosien välein. (Suunnittelukeskus 2003)

Kaavamerkinnyt

Kaava-alue on selkeästi hahmotettavissa osa-alueisiin, joiden väliin jää tilaa viherpainanteille (ojanteille). Yhteen kohtaan kaavaa on merkitty varaus avo-ojaa varten. Hulevesisuunnitelman mukaan siihen tulisi viherpainanne. (Tampereen kaupunki 2003 ja 2004a)

Molemmissa kaavoissa on hulevesien käsittelyyn liittyvä aluumerkintä ja kaavamääräys:

hule-1

Alueen osa, jolle tulee tehdä allas tai suodatin hulevesien imeyttämistä tai sakeuttamista varten. Sen viereen saa tehdä huoltoa varten ajotien.

Pohjavesimerkintänä ja määräyksenä on:

pv-1

Vedenhankinnalle tärkeä pohjavesialue. Alueen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon pohjaveden suojelu.

Muuta huomion arvoista, jolla on positiivinen merkitys hulevesien imeytymiseen tai luonnonmukaiseen käsittelyyn:

ki-1

Betoni-, tiili- tai luonnonkivellä kivettävä alueen osa, jolle saa istuttaa yksittäisiä pensaita tai puita.

oja-1

Avo-ojaa varten varattu alueen osa.

ro-7984

Merkintä osoittaa, että tätä asemakaavaa varten on laadittu rakentamistapaohjeistot, jotka ovat asemakaavaselostuksessa. Ensimmäinen luku tarkoittaa asemakaavan numeroa ja toinen luku viittaa siihen ohjeistoon, joka koskee kyseistä tonttia tai tontteja.

kopsu-2

Korttelialueiden pihat on rakennettava rakennuslupaviranomaisen hyväksymän korttelipihasuunnitelman mukaisesti. (Määräys on vain itäosan kaavaehdotuksessa.)

Rakentamistapaohjeet

Länsiosan asemakaava-alueelle on laadittu tontikohtaiset rakentamistapaohjeet. Tarkoin ohjeistuksin opastetaan myös hulevesien käsittelymenetelmän rakentamisessa esimerkiksi seuraavasti: "Tontin Kalkunvuorenkadun puoleisen rajan tuntumassa olevalla istutettavalla tontinosalla on mm. rakennusaikaisin suojatoimin huolehdittava alueella olevan suuren männyn elinolosuhteiden säilyminen. Tonttien pintavedet on ohjattava hallitusti alueelta laaditun hulevesisuunnitelman ja kaupungin teknisen toimen ja Tampereen veden edellyttämällä tavalla, jotta pintavedet saadaan suodatettua niin puhtaiksi, ettei haitallisia aineista pääse Myllypuroon tai eteläpuolella olevan alueen pohjaveteen." (Tampereen kaupunki 2004b)

Pohjavesialueella sijaitsevien tonttien osalta huomautetaan lisäksi seuraavaa: "Tontit ovat pohjavedenhankinnalle tärkeällä pohjavesialueella. Alueen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon pohjaveden suojelu." "Tontin hulevedet tulee ohjata ja käsitellä Kalkunvuoren hulevesien hallintaselvityksen ja vesihuolto- ja ympäristöviranomaisen edellyttämällä tavalla." (Tampereen kaupunki 2004b)

Kirjoittajan havainnot

- Saadun materiaalin perusteella erittäin hyvin maastoon istutettu aluekokonaisuus, jossa hulevesien käsittely on osana aluesuunnittelua. Tätä voisi kuvailla paikan henkeä noudattavaksi suunnitteluksi myös hulevesien käsittelyn ja johtamisen suhteen.
- Voisi toimia esimerkkinä muuallakin Suomessa.
- Suosittelen seurantatietojen keräämistä pohjaveden laadusta ja määrästä. Kuinka valittu hulevesien käsittely vaikuttaa pohjavesialueella ja miten toimiva järjestelmä on?
- Suosittelen myös pintavesivalunnan seuraamista, vaikka vain muutaman vuoden ajan alueen rakentamisen jälkeen. Näin saataisiin arvokasta tietoa hulevesien viivytys-, imeytys- ja johtamismenetelmistä tällä alueella maastonmuodot ja maaperä huomioon ottaen.

Kaava-alueen sijainti on esitetty liitteen 6 kohokuvakartalla.

7 Johtopäätökset

7.1

Suosituksset maankäytön ohjaukseen ja selvitysten tekemiseen

Kaupunkialueiden hydrologiassa on parantamisen varaa. Kuten aiemmin on todettu, asia ei ole uusi. Tarkastelun on lähdettävä valuma-alueiden tasolta ja luonnon olosuhteiden kartoituksesta. Sen tulee olla yhtenäinen prosessi yleiskaavoituksesta alueiden yksityiskohtaiseen kaavoitukseen ja hulevedenkäsittelymenetelmien suunnitteluun saakka. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös vastaanottavan purkuvesistön tiedot ja tilavuus. Jo nyt tonttisuunnittelussa lähtökohtana on, ettei maaston mukaan valuma-alueella yläpuolella olevalta tontilta saa johtaa pintavesiä alapuolella olevalle tontille, koska se saattaa aiheuttaa haittaa alapuolella olevalle rakennukselle tai piha-alueelle.

Lakitekstit mahdollistaisivat vesihuoltolaitosten toiminta-alueilla, jotka useimmiten ovat myös asemakaavoitettua aluetta, katoilta tulevien sadevesien johtamisen vaikkapa kortteleittain yhteen imeytyspaikkaan ainakin silloin, kun siihen haetaan erillinen lupa. Toisaalta ainakin Helsingin ja Tampereen rakennusjärjestyksissä pohjavesialueella olevien asuintalojen ajoneuvoliikennealueilta sadevedet on johdettava viemäriverkkoon, jos se vain on rakennettu. Kummankaan kaupungin rakennusjärjestyksessä ei ole mainintaa kaikkien sade- ja sulamisvesien johtamispakosta viemäriin, näin ollen kattovesien imeyttäminen olisi mahdollista.

Nykyisin laaditaan pikemminkin hankekaavoja ja asemakaavoitetaan pieniä alueita (ns. postimerkkikaavoja), jolloin kokonaisuuden hahmottaminen taajama- tai kaupunkihydrologiselta kannalta ei välttämättä onnistu. Laadittaisiin esim. maisemanhoitoselvitys, jossa on mukana hulevesiasiat, kuten on tehty Vaasan Gerbyssä (1983) ja Tampereen Kalkunvuorella (2003). Hulevesien käsittelyn edellyttämä tilavarauus vaatii orientoitumista kaupungin rakentamattomien piha-alueiden, samoin kuin viheralueiden suunnitteluun. Mikäli hulevesien käsittely saadaan sitovasti vaadituksi toiminnaksi, ei kaupungin hallittu tiivistäminen muodostu välttämättä uhkaksi taajama-alueen purovesistöille (Niemelä ym. 2004, 109).

Kaupunkipuroille tulisi laatia hulevesi- ja puorokunnostusohjelmat. Kaupunkipurot kunnostettaisiin sellaisiksi, että niiden ekologiset olosuhteet ja maisemallinen merkitys kaupunkiympäristössä pääsisi oikeuksiinsa. Tässä joudutaan ottamaan huomioon myös olemassa olevien hulevesiviemäreiden saneeraaminen ja uomien suojaaminen, vaikkakin niiden ulkonäkö ja ekologinen merkitys kärsisi. Ohjelmat toimisivat myös maankäytön suunnittelun taustaselvitysaineistona ja niiden perusteella voitaisiin kehittää kaavamääräyksiä kaupunkivesien hallintaan. Ohjelmat sisältäisivät mm. seuraavaa:

- Sadeveden imeyttäminen siellä, missä se suinkin on mahdollista. Kerrostalojen keskelle jätetään rakentamattomia päällystämättömiä alueita, jonne kattovedet johdetaan imeytettäväksi ja joita voidaan hyödyntää puhtaan lumen varastointiin.
- Alueet kosteikkopainanteille ja avouomille
- Sadevesiviemärien päihin tulisi varata tilaa laskeutus- ja/tai viipymäaltille
- Pienten sivupurojen yhteyteen ja lähteellisille alueille voidaan tehdä lampia ja kosteikkoja
- Tulva-alueiden (tulvatasanteet tai laajemmat tulva-alueet) varaaminen
- Teollisuusalueella mahdollisesti hulevesien käsittely ja imeyttäminen esim. viherkaistoilla. (Niemelä ym. 2004, 79 - 104)

Tiivistyvässä kaupunkirakenteessa hyvät maapohjat on käytetty ensin. Jäljelle jäävät tiiviimmät, huonosti vettä johtavat maat, joille imeyttäminen on vaikeaa. Tämän vuoksi täydennysrakentamisen alueille tulisi varata hulevesien imeytysalueita, jos maapohja on vettä läpäisevää. Tausta-aineistona tulee olla riittävät maaperä- ja pohjavesitutkimukset, jotta rakentamisen vaikutukset vesiympäristöön voidaan arvioida.

Tutkimusten ja selvitysten laatimisessa voidaan hyödyntää paikkatietojärjestelmiä. Tutkimuksessaan

Paula Kuusisto arvioi kaupunkirakentamisen vaikutuksia Suomessa viiden esimerkkivaluma-alueen avulla. Vesistöjen ja valuma-alueiden muutoksia tarkasteltiin mahdollisimman laajasti ottaen huomioon niin valuntatapahtumien muutokset, vesistökuormitus kuin puroihin kohdistuneet muokkaustoimetkin. Tutkimuksessa hyödynnettiin paikkatieto-ohjelmia ja numeerisia aineistoja sekä karttamateriaalia 1930-luvulta, 1940-luvulta, 1950-luvulta ja vuonna 2001 (Kuusisto 2002, 20 - 25). Kaupunkirakenteen tiivistäminen ja pientaloalueiden muuttaminen esim. teollisuus- tai liikekiinteistöiksi voi kuitenkin kasvattaa päällystettyjen pintojen määrää valuma-alueilla. Kaavoituksessa voidaan yksittäisiä uomanosuksia suojella, mutta erityistä huomiota tulisi kiinnittää uoman välittömän lähiympäristön ohella koko valuma-alueen maankäyttö (Kuusisto 2002, 62).

Hulevedenkäsittelyrakenteiden tulee toimia myös talvella ja erityisesti lumen sulamisaikaan. Sopivia menetelmiä ovat kosteikot, viivytyksaltaat sekä imeyttämiseen ja huleveden johtamiseen perustuvat menetelmät. Valuma-alueajattelumallia tulee soveltaa myös lumen poiskuljettamiseen. Poiskuljetetun lumen vesimäärä on pois valuma-alueen vesitaseesta. Lumenkaatopaikat tulisi valita siten, että ne eivät ole lähellä vesistöjä tai pohjavesialueita. Kaatopaikka-alueen olisi sijaittava tarpeeksi tasaisella ja alavalla paikalla ja maaperän tulisi olla tarpeeksi läpäisevää, jotta sulamisvesi ei virtaisi alueelta pois. Jos kaatopaikalla on kasvillisuutta ja lumi sisältää liukkaudentorjuntaan käytettyä suolaa, on hyvä suosia suolaa hyvin kestäviä lajeja. Lumenkaatopaikat tulisi siivota lumen mukana kulkeutuneista roskista joka kevät lumen sulettua.

Kaupunkivedet ja niiden hallinta (RYVE) sekä Hulevesiin ja kiinteistöjen kuivatukseen liittyvän lainsäädännön ja hallinnon kehittäminen -tutkimuksissa (Vakkilainen 2005) todettiin myös tarve laatia kokonaisvaltaisia alueellisia hulevesisuunnitelmia. Suunnitelma tulisi olla osa kaavoitusprosessia ja siinä tulisi esittää tässä julkaisussa olleiden Gerbyn ja Kalkunvuoren esimerkkitapausten kaltaisesti vesien keruu- ja johtamisjärjestelmät, purkupaikat ja mm. lumenkaatopaikat. Ehdotuksen mukaisesti pitäisi arvioida myös vesi- ja haitta-ainemääriä sekä vastuutahot ja maksuperusteet (Vakkilainen 2005, 88).

Vaikka purojen maisemallinen ja virkistyskäytöllinen arvo tukisi purojen säilyttämistä avoimina taajamaympäristössäänkin, pitäisi hyväksyä myös se, että kaupunkiympäristössä puro voitaisiin johtaa keinoitekoiseen kanavaan, kuten Monikonpuro Espoon Leppävaarassa. Kaikkien kaupunkipurojen ei tarvitse olla luonnonmukaisia.

7.2

Jatkotutkimustarve

Tässä tutkielmassa ei ole tutkittu tai otettu kantaa vesipuidedirektiivin (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY) mukaisiin toimiin vesistön kunnostamiseksi kaupunkiympäristössä. Tämä olisi jatkotutkimuksen paikka, sillä direktiivin määriteltyyn hyvään ekologiseen tilaan pyrittäessä ennallistus, kunnostaminen ja muut luonnonmukaiset toimenpiteet saattavat kuitenkin tulla kysymykseen keinoina.

Vuonna 2005 tuli voimaan ns. SOVA-laki (laki suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista 200/2005) ja sitä täydentävä asetus (Valtioneuvoston asetus viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista 347/2005). Maankäyttöä koskevat asiat on ajantasaisesti maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999). Kaavoissa tulee tarkastella vaihtoehtoja ja haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisemistä myös kaupunkihydrologia kannalta.

Käytännön toteutusratkaisuja uuden rakentamisen yhteydessä tai vanhan alueen tiivistämisessä on Suomessa vielä melko vähän, joten kaikki uusien menetelmien toteutukset hulevesien käsittelyssä ovat pilottikohteita ja edellyttävät sen vuoksi huolellista suunnittelua, toteutusta ja seuranta (mm. Niemelä ym. 2004, 58 - 59). Jatkotutkimuksessa voisi selvittää kaavamääräysten ja rakentamistapaohjeiden toteutumista ja toiminnallisuutta sekä hulevesiviemäroinnin kapasiteetteja tiivistyvillä kaupunkialueilla.

Amerikassa valuma-alueiden suojelukeinona on käytetty mm. päällystetyn pinnan määrää, jolla kaupunkirakentamista ohjataan ja rajoitetaan (Osborne 2000: 20). Suunniteltaville rakennusalueille on asetettu päällystetyn pinnan ylärajat, jotka vaihtelevat esikaupunki alueilla pientaloalueiden 45 - 60 %:sta kaupallisten alueiden 65 - 70 %:iin. Kantakaupungissa sallitaan suuremmat päällystetyn pinnan osuudet. Juomaveden suojelualueilla rajat ovat esikaupunkialuetta tiukemmat (Osborne 2000: 21). Vaikka tämä järjestelmä ei välttämättä suoraan ole sovellettavissa Suomeen, olisi taajama-alueiden suunnittelussa syytä ottaa huomioon eri suunnitteluratkaisujen vesistövaikutukset. Erityisesti tämä pätee pohjavesialueille rakennettaessa. (Kuusisto 2002, 63) Miten tätä voitaisiin soveltaa Suomessa ja onko aiheellista asettaa samankaltaisia rajoitteita pohjavesialueille rakentamiselle?

Kaupunkivesien hallinnassa pitää varautua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Suomessa tai

pohjoismaissa olisikin aihetta tutkia sitä, missä määrin kaupunkivesien nykyinen hoitaminen – nopeasti pois viemäreihin, ojiin ja vesistöihin – vaikuttaa kaupunki-ilmaston muutokseen ja sitä kautta maapallon ilmastonmuutokseen. Ja miten kaupunkiympäristön ns. lämpösaarekeilmiö vaikuttaa, jos veden saatavuus ei rajoita haihduntaa. Sopivissa meteorologisissa olosuhteissa kaupunkialueen haihdunta voi olla ympäröivien alueiden haihduntaa suurempi (Melanen 1986). Ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulisi selvittää ja tutkia kaupunkiympäristössä. Vaikuttaako ilmastonmuutos kaupunkipuroissa veden lämpötilan nousuun ja miten se muuttaa sadantaa ja valuntaa?

Selvitys Vaasan kaupunkitulvasta osoitti, että pohjoisella pallonpuoliskolla on voitu tilastollisesti havaita myrskyisyyden lisääntyminen. Tästä syystä myrskyjen ja sateiden vaikutuksia tulisi tarkastella myös itsenäisenä kokonaisuutena eikä vain ilmastonmuutoksen osana. Selvityksessä ha-

vaittiin pintamaan alkavan päästää vettä lävitseen pitkän kuivuuden jälkeen vasta useamman tunnin jälkeen sateen alettua, joten pelkästään vettä läpäisevien pintojen riittävään määrään ei voida luottaa kaupunkitulvaan varauduttaessa. Kaupunkitulvien estämiseksi saattaisi olla järkevämpää erottaa rakennusten kuivatusverkostot ja piha- sekä katualueiden hulevesiverkostot toisistaan ja tehdä ainoastaan sadevesiverkosto tulvivaksi. Yhteistyötä vesihuoltolaitoksen ja kaupungin kuntateknisen suunnittelun kanssa tulee lisätä. Suunnittelu- ja rakennuslupakäytännöissä tulee ottaa veden tulvimisen riski nykyistä selvemmin huomioon. (Lonka ja Raivio 2003, 17, 21 - 22)

Yhteistyötä kunnan eri viranomaisten ja hallintokuntien välillä tulee tiivistää, jotta hulevesien käsittelyn valuma-aluekohtainen tarkastelu saadaan osaksi maankäytön suunnittelua ja toteutusta. Tavoitteena pitää olla luonteva, monimuotoinen ja ympäristön kuormitusta vähentävä elinympäristö.

LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

- Ahponen, H. 2003a. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo. Diplomityö. 120 s. [Elektroninen dokumentti: viittaus 10.2.2005]
- Ahponen, H. 2003b. Luonnonmukainen taajamahydrologia, Tiivistelmä diplomityöstä 'Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa', Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo. 17 s.
- Asemakaavamerkinnot ja -määräykset. 2003. Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, opas 12. Ympäristöministeriö, Helsinki. 236 s. ISBN 951-37-3978-3.
- Booth, D. B. ja 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. (Viitt. Kuusisto, P. 2002; Niemelä, J. ym. 2004)
- Choi, K.-S. ja Ball, J. E. 2002. Parameter estimation for urban runoff modelling. Urban Water. No 4. S. 31-41. (Viitt. Metsäranta, N. 2003)
- Dagvattenstrategi för Stockholm. 7.10.2002. 28 s. <http://www.miljoporten.stockholm.se/Dagvatten>. [Elektroninen dokumentti: viittaus 6.2.2005]
- Duncan, H.P. 1999. Urban Stormwater Quality: a Statistical Overview. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Report 99/3, February 1999. 80 s. (Viitt. Jormola, J. ym. 2003)
- Enckell, E., Airola, H., Tornivaara-Ruikka, R., Villa, L. ja Salasto, R. (toim.). 2002. Ympäristön tila muuttuu, Uudenmaan ympäristökeskuksen seurantaraportti. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Alueelliset ympäristöjulkaisut 269. 96 s. ISBN 952-11-1168-2 (nid.), ISBN 952-11-1169-0 (pdf).
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23.10.2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. 2000. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti. L 43(327):1-72.
- Ferguson, B. 1998. Introduction to stormwater: concept, purpose and design. New York: John Wiley & Sons, Inc. 255 s. ISBN 0-471-16528-X
- Geiger, W. ja 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. (Viitt. Niemelä, J. ym. 2004)
- Geologian tutkimuskeskus. 2006. GeoTIETO-järjestelmä. <http://geotieto.gtk.fi>. [www-dokumentti: viittaus 19.6.2006]
- Helsingin kaupunki. 2000a. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Viikinmäki, asemakaavan muutos, kortteli 36062. Kaavakartta 14.2.2001 ja kaavaselostus 28.9.2000.
- Helsingin kaupunki. 2000b. Rakennusvirasto. Katuosasto. Kuivatusvesien ekologinen hallinta – case Viikki. Selvitys 2000:7. 33 s.
- Helsingin kaupunki. 2001. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Viikin tiedepuisto, asemakaava ja asemakaavan muutos, korttelit tai osat kortteleista 36200, 36201 ja 36207. Kaavakartta 11.6.2001 ja kaavaselostus 4.1.2001.
- Helsingin kaupunki. 2004. Rakennusvalvontavirasto. Rakentamistapaohje tärkeälle pohjavesialueelle rakennettaessa. 15.6.1999 / 20.11.2004. 4 s. [Elektroninen dokumentti: viittaus 19.7.2005]
- Herricks, E. E. 1995. A context for Understanding Stormwater Effects in Receiving Systems. Teoksessa: Herricks, E. E. ym. (toim.) Stormwater runoff and receiving systems – Impact, monitoring and assessment. Florida: CRC Press, Inc. 458 s. ISBN 1-56670-159-7. (Viitt. Metsäranta, N. 2003)
- Impacts of Land Development. Miten kaupungistuminen vaikuttaa vesiin? Yhdysvaltalainen 75-kohtainen esitys asiasta. 75 s. <http://www.stormwatercenter.net/Slideshows/impacts%20for%20smrc/sld001.htm>. [www-dokumentti: viittaus 6.2.2005]
- Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna, A. (toim.). 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 631. 168 s. ISBN 952-11-1424-X [Elektroninen dokumentti: viittaus 10.2.2005]
- Klein, R. D. 1979. Urbanization and stream quality impairment. Water Resources Bulletin, Vol. 15, No. 4: 948-963. (Viitt. Niemelä, J. ym. 2004)
- Kotola, J. ja Nurminen, J.. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla. Osa 2: Koaluetutkimus. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. Vesitalous ja vesirakennusjulkaisu 8. 205 s. ISBN 951-22-6498-6 (pdf) ja ISBN 951-22-6497-8 (nid.). <http://www.water.hut.fi/pdl/TKK-VTR-8.pdf>. [Elektroninen dokumentti: viittaus 5.2.2005]
- Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsingin yliopisto, Helsinki. Julkaisu B 48. 74 s. ISBN 952-10-0874-1. [Elektroninen dokumentti: viittaus 8.6.2005]
- König K. 1996. Regenwasser in der Architektur: Ökologische Konzepte. Stauf bei Freiburg: Ökobuch Verlag. 236 s. ISBN 3-922964-60-5. (Viitt. Jormola, J. ym. 2003)
- Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristö-vaikutusten arvioinnista, säädös 200/2005. Ns. SOVA-laki. <http://www.finlex.fi>.
- Lonka, H. ja Raivio, T. 2003. Case-selvitys Vaasan kaupunkitulvasta 31.7.2003, 24 s. <http://www.gaia.fi>. [Elektroninen dokumentti: viittaus 14.6.2005]
- Maankäyttö- ja rakennuslaki, säädös 132/1999. <http://www.finlex.fi>.
- Majoinen, L. 2005. Vesiensuojelukosteikot. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo. Diplomityö. 106 s. [Elektroninen dokumentti: viittaus 8.6.2005]
- Melanen, M. 1986. [Luku 14.5:] Kaupungistuminen. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.) Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys r.y. S. 408-411. ISBN 951-95555-1-X. (Viitt. Metsäranta, N. 2003)

- Metropolitan Council. 2001. Minnesota Urban small sites BMP manual – Stormwater best management practices for cold climates. Minneapolis: Metropolitan Council. Saatavissa PDF-tiedostona [viitattu 15.8.2003]:
[<http://www.metrocouncil.org/environment/watershed/BMP/manual.htm>] (Viitt. Metsäranta, N. 2003)
- Metsäranta, N. 2003. Valunnan muodostuminen taajama-alueilla. Laskentamallin kehitys ja soveltaminen. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo. Diplomityö. 109 s.
[Elektroninen dokumentti: viittaus 8.6.2005]
- Niemelä, J., Helle, I. ja Jormola, J. 2004. Purovesistöjen merkitys kaupunkiluonnon monimuotoisuudelle. Loppuraportti. Ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 724. 116 s. ISBN 952-11-1822-9
[Elektroninen dokumentti: viittaus 10.2.2005]
- 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. (Viitt. Niemelä, J. ym. 2004)
- Osborne, K. 2000. A water quality GIS tool for the City of Austin incorporating non point sources and best management practices. Center for research in Water Resources, CRWR Online Report 2000–10. 180 s.
<http://civil.ce.utexas.edu/centers/crwr/reports/online.html>. (Viitt. Niemelä, J. ym. 2004; Kuusisto, P. 2002)
- Panu, J. 1981. Gerbyn maisemanhoitosuunnitelma. Vaasan kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto. Vaasa. 46 s.
- Panu, J. 1983. Gerby, luonnonmukainen tontti; Neuvoja uuden tontin omistajille luonnonmukaisen asuinpihan kehittämiseksi. Vaasan kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto. Vaasa. 12 s.
- Panu, J. 1998. Maisemarakenteen ja taajamarakenteen yhteensovittaminen. Vantaa: Sinari Oy. 80 s. (Suomen Ympäristö 264). ISBN 952-11-0387-6. (Viitt. Ahponen, H. 2003a)
- Perttula, P. 2004. Viikin ekologisen koerakentamisalueen hulevesien hallinnan seuranta tutkimus. SCC Viatek-Vesihydro. Helsingin kaupungin rakennusvirasto, Katu- ja puisto-osasto, Helsinki. Julkaisut 2004:8. 40 s. ISBN 952-473-319-6
- Preliminary data summary of urban storm water best management practices. 1999: 4-24. United States, Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA-821-R-99- 012. 216 s. (Viitt. Kuusisto, P. 2002)
- Schueler, T. 1995. Site planning for urban stream protection. Washington D.C.: Metropolitan Washington Council of Governments. 188 s. Saatavissa PDF-tiedostona. http://www.cep.org/pubs_download.htm. [Viitattu:15.7.2003] (Viitt. Metsäranta, N. 2003; Ahponen, H. 2003a)
- Suunnittelukeskus Oy, Länsi-Suomen aluetoimisto. 2003 Tampereen kaupunki. Kalkunvuoren asemakaava - Hulevesien hallintasuunnitelma 7.11.2003. 17 s + 3 liitekarttaa.
- Ta hand om ditt vatten. [2001.] Stockholms stad. 16 s. <http://www.miljopoorten.stockholm.se/Dagvatten>.
[Elektroninen dokumentti: viittaus 8.6.2005]
- Tampereen kaupunki. 2003. Ympäristötoimi, kaavoitusyksikkö. Kalkunvuoren asemakaava. Länsiosan kaavaehdotus 28.11.2003.
- Tampereen kaupunki. 2004a. Ympäristötoimi, kaavoitusyksikkö. Kalkunvuoren asemakaava. Itäosan kaavaehdotus 29.11.2004.
- Tampereen kaupunki. 2004b. Ympäristötoimi, kaavoitusyksikkö. Kalkunvuori 1. Asemakaavaan nro 7934 (länsiosa) liittyvät rakentamistapaohjeet 30.8.2004. 48 s.
- Tiainen, J. 2005. Tulvasuojelu maankäytön suunnittelussa. Espoo – Vantaa teknillinen ammattikorkeakoulu, maanmittaus-tekniikan koulutusohjelma, Espoo. Insinööritoimi. 41 s. Julkaisematon.
- Urbanas, B. R. ja Roesner, L. A. 1993. [Chapter 28:] Hydrologic design for urban drainage and flood control. Teoksessa: Maidment, D. R. (toim.) Handbook of Hydrology. USA: McGraw-Hill. S. 28.1-28.52. ISBN 0-07-039732-5. (Viitt. Metsäranta, N. 2003)
- Vaasan kaupunki. 1983. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Gerbyn asemakaava, kaupunginosa 31, korttelit 19 - 51. Kaavakartta 27.10.1983.
- Vaasan kaupunki. 2000. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Metsäkallion asemakaava ja asemakaavan muutos, kaupunginosa 21, korttelit 62 - 72, ja kaupunginosa 40, korttelit 43 - 60. Kaavakartta 10.5.2000.
- Vakkilainen, P., Kotola, J. ja Nurminen, J. (toim.). 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 776. 116 s. ISBN 951-731-318-7 (nid). ISBN 951-731-319-5 (pdf).
- Valtioneuvoston asetus viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista, säädös 347/2005. Ns. SOVA-asetus. <http://www.finlex.fi>.
- Vesihuoltolaki, säädös 119/2001. <http://www.finlex.fi>.
- Vesilaki, säädös 264/1961. <http://www.finlex.fi>.
- Walesh, S. G. 1989. Urban surface water management. John Wiley & Sons, Inc. 518 s. ISBN 0-471-83719-9. (Viitt. Jormola, J. ym. 2003)
- Wang, L., Lyons J., Kanehl P. ja Bannerman R. 2001. Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales. *Environmental management* 28: 2, 255–266. (Viitt. Kuusisto, P. 2002)
- Yleiskaavamerkinnät ja -määräykset. 2003. Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, opas 11. Ympäristöministeriö, Helsinki. 127 s. ISBN 951-37-3977-5
- Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta, Vesivarat, Vesistömallit ja vesistöennusteet. <http://hertta.vyh.fi>.
[Elektroninen dokumentti: viittaus 8.6.2005]

LIITTEET

Liite I. Käsitteet ja määritelmät

Hulevesi

on sade- ja sulamisvettä, joka muodostuu rakennetuilla alueilla pintavaluntana.

Pohjavesi, pintavesi, veden luonnollinen kiertokulku

Katso kaaviokuva luvussa 4.

Sade- ja huleveden imeytys

Imeyttäminen tarkoittaa sitä, että hulevettä pidetään esim. imeytys- tai viipymäaltaissa, joista sitä imeytyy maahan ja osa mahdollisesti myös pohjaveeseen saakka. Maaperä toimii suodattimena. Savi- tai humuspitoinen maaperä pidättää vedestä paremmin haitallisia aineita ja ravinteita kuin vähäsavisempi ja vähemmän humuspitoisempi maaperä. Alueilla, joilla maaperä on usein karkeampaa ja vettä läpäisevämpää, voidaan helpoimmin toteuttaa sadeveden imeytystä. Tarvittava imeytysalueen pinta-ala riippuu maaperäolosuhteista, mutta sopivana pinta-alana on esitetty 10 % kohdealueen kattopinta-alasta. (König 1996, Jormola ym. 2003, 146)

Imeytysallas

on matala, maan pinnalla oleva syvennys tai painanne, johon sade- ja sulamisvesi johdetaan. Vesi varastoituu imeytysaltaaseen, kunnes imeytyy maahan. Samalla vedestä suodattuu kiintoainetta maaperään, kasvit hyödyntävät ravinteita ja osa vedestä haihtuu. Imeytysaltaita voidaan rakentaa useita peräkkäin, jolloin edellisen altaan ylivuotovesi virtaa seuraavaan alemmalla tasolla olevaan altaaseen. (mm. Ahponen 2003a, 48)

Maanalainen imeytysrakenne

Imeytysallas tai -rakenne voidaan sijoittaa maan alle, jos maan pinnalla ei ole tilaa tai maan pintakerros on huonosti vettä läpäisevää. Maanalainen imeytysrakenne on maahan tehty kaivanto, joka on täytetty hiekalla, soralla tai muulla karkealla materiaalilla sekä ympäröity suodatinkankaalla. Maan pinta voi olla päällystetty tai se voi olla esimerkiksi multaa tai kariketta. Vesi johdetaan maanalaiseen imeytysrakenteeseen joko läpäisevän päällysteen tai muun hyvin vettä läpäisevän pinnan tai sadevesikaivojen kautta. Vesi suodattuu täyhteessä ja jatkaa imeytymis-

tä ympäröivään maaperään. Kun rakenteeseen lisätään rei'itetty putki tehostamaan veden jakautumista maaperään, puhutaan imeytysojista. (mm. Ahponen 2003a, 49)

Luonnonmukainen hulevesien johtaminen

Luonnonmukaisella hulevesien johtamisella tarkoitetaan sitä, että hulevesi johdetaan kasvillisuuden peittämiä painanteita, ojanteita, pitkin tonteilta ja katualueilta vastaanottavaan vesistöön. Sen viipymä lisääntyy ja virtaamahaiput pienenevät. Painanteiden kasvillisuus voi myös suodattaa hulevedestä kiintoainetta. Fergusonin (1998) mukaan kasvillisuuspainanteen on oltava tarpeeksi pitkä, jotta sillä olisi vaikutusta myös veden laatuun. Virtausta voidaan hidastaa ja veden viipymää lisätä rakentamalla hidastus- ja imeytysaltaita painanteen yhteyteen. Tiheä kasvillisuus ja uoman poikkileikkauksen epäsäännöllinen muoto pienentävät veden virtausnopeutta ja lisäävät veden viipymää. (mm. Ahponen 2003a, 46)

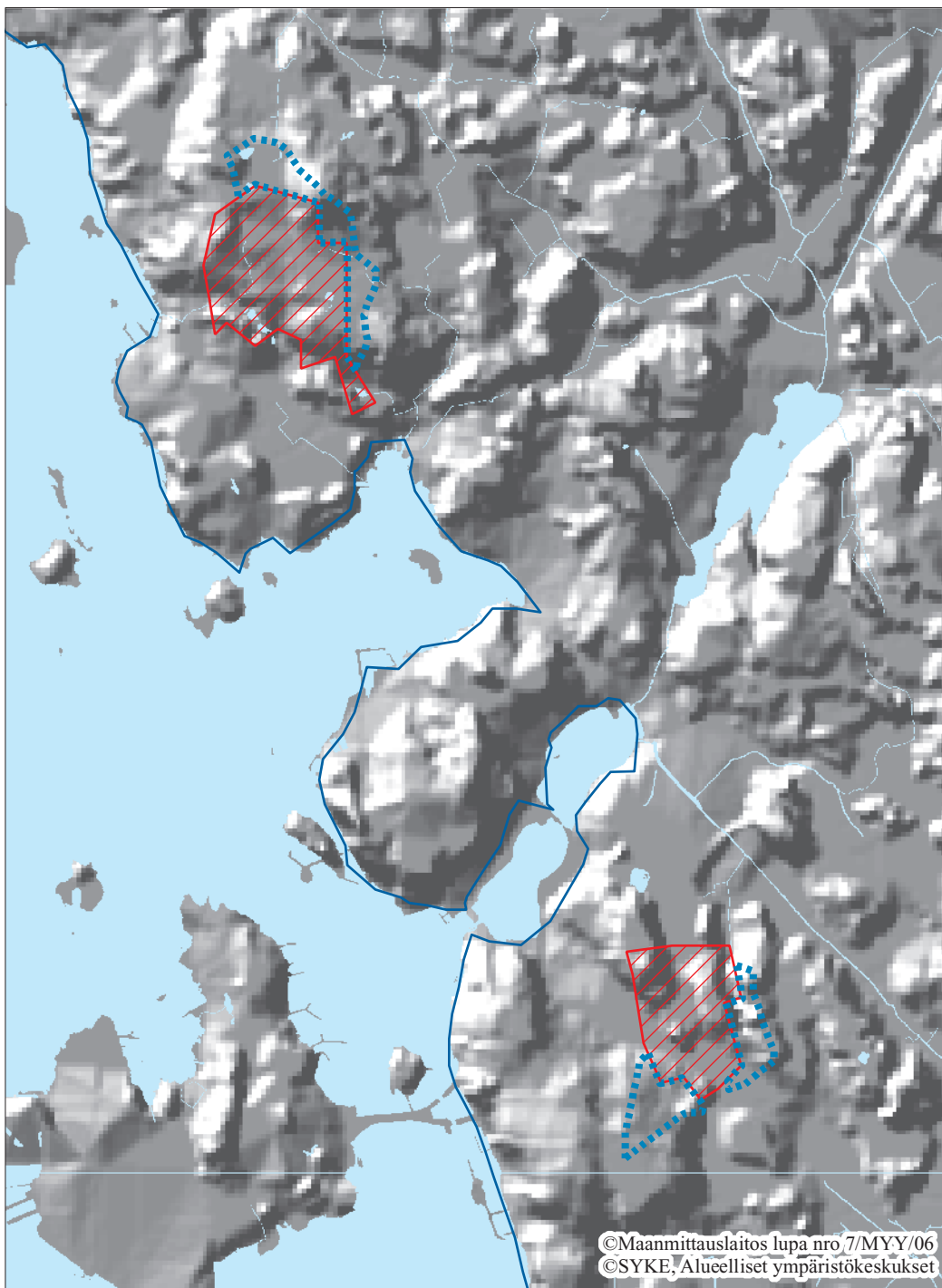
Hulevesien viivyttäminen, varastoiminen ja puhdistaminen lammissa ja kosteikoissa

Se osa hulevesistä, jota ei pystytä imeyttämään, voidaan johtaa imeytysrakenteiden ylivirtauksena tai suoraan esimerkiksi katoilta, piha-alueilta tai hulevesiviemäreistä joko normaalisti kuivina oleviin viivytyksaltaihin tai pysyvämmiin vesialueena oleviin hulevesilampiin ja kosteikkoihin. Vedenkorkeuden vaihtelu mahdollistaa virtaamien tasaantumista. Viivytyksalueilla voi tapahtua myös imeytymistä maaperään maalajisuhteista ja veden varastoitumisajasta riippuen. Altaiden, hulevesilampien ja kosteikkojen merkitys hulevesien puhdistuksessa perustuu ensisijaisesti kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden haitallisten aineiden laskeutumiseen. (mm. Ahponen 2003a, 56, 59)

Kosteikko







Kosteikko, joko luonnontilainen tai luonnonmukaisesti rakennettu, on alue, joka ainakin ajoittain on veden peittämä joko kokonaan tai osittain. Veden peittämä alue on yleensä matala ja pohjavedenpinta on lähellä maanpintaa. Kosteikkoalueilla kasvaa kosteille paikoille ominaisia kasveja, mahdollisesti myös pensaita ja puita. Kosteikkoja ovat mm. tulvaniityt, rantatasanteet, suot, mataloituneet järvet ja merenlahdet sekä vuorovesialueet. Rakennetut kosteikot voidaan luokitella esimerkiksi käyttötarkoituksen perusteella. Ne voidaan jaotella myös sen mukaan, onko kosteikko vesipintainen vai ei. (Ahponen 2003a, 61; Majoinen 2005, 26)

Liite 2.Vaasa. Gerbyn ja Metsäkallion tutkimusalueet valuma-aluekartalla.

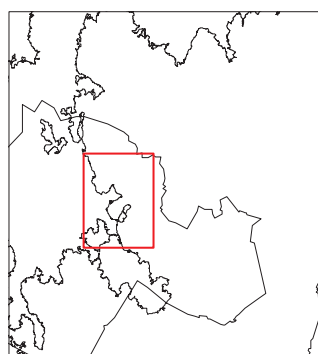


Mittakaava 1:40000

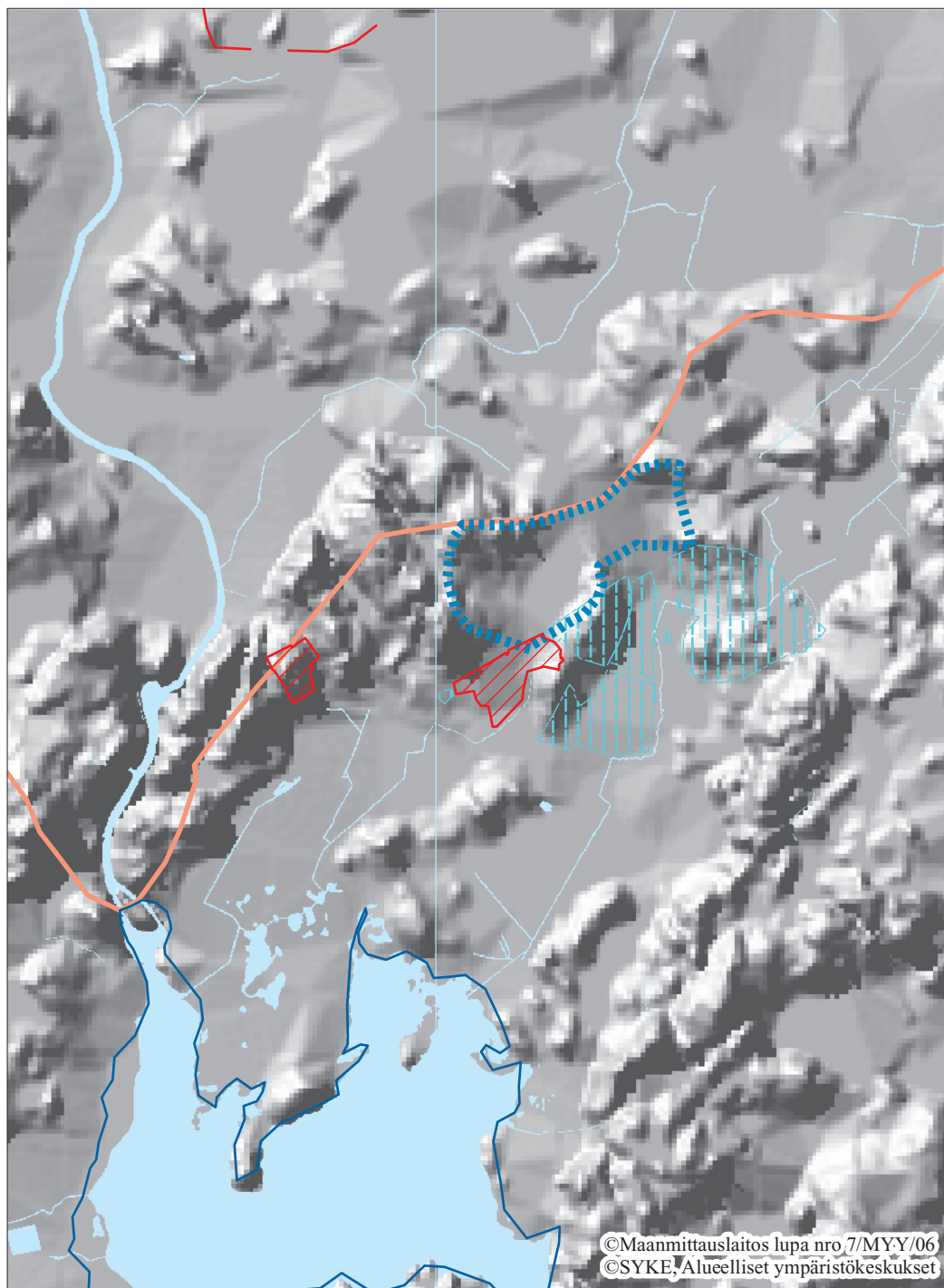
0 200 400 800
m

-  Omat tutkimusalueet
-  Valuma-alue tarkastelualueen yläpuolella
-  Päävaluma-alueen raja
-  1. jakovaiheen raja
-  2. jakovaiheen raja
-  3. jakovaiheen raja

Koordinaatisto: YKJ
Uudenmaan ympäristökeskus
/RTR,7.7.2006










Liite 3. Helsinki.Viikin tutkimusalueet valuma-aluekartalla.

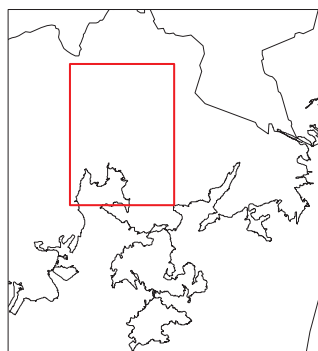


Mittakaava 1:40000

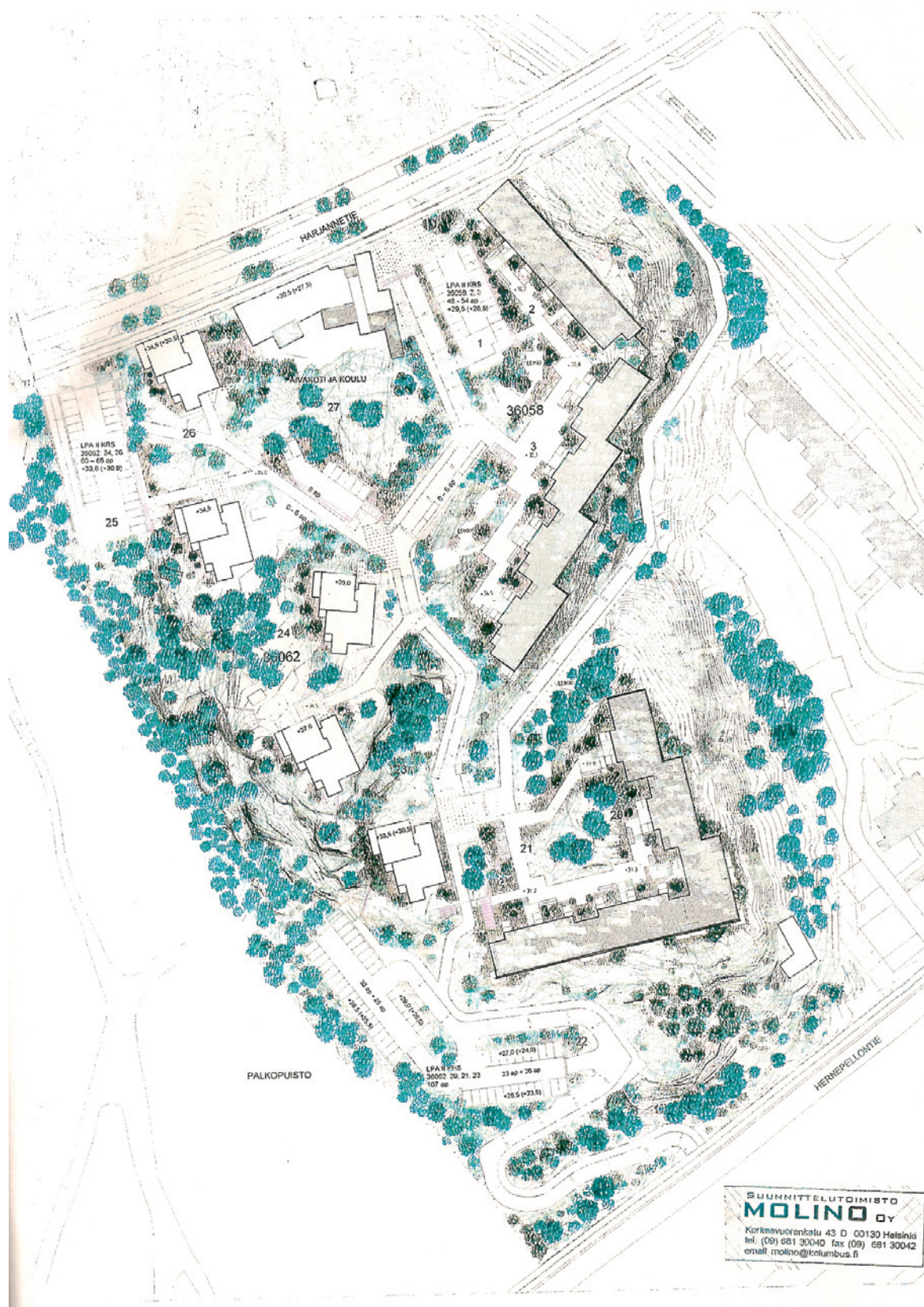
0 200 400 800
m

-  Omat tutkimusalueet
-  Viikin asemakaava-alueita
-  Valuma-alue tarkastelualueen yläpuolella
-  Päävaluma-alueen raja
-  1. jakovaiheen raja
-  2. jakovaiheen raja
-  3. jakovaiheen raja

Koordinaatisto: YKJ
Uudenmaan ympäristökeskus
/RTR, 7.7.2006

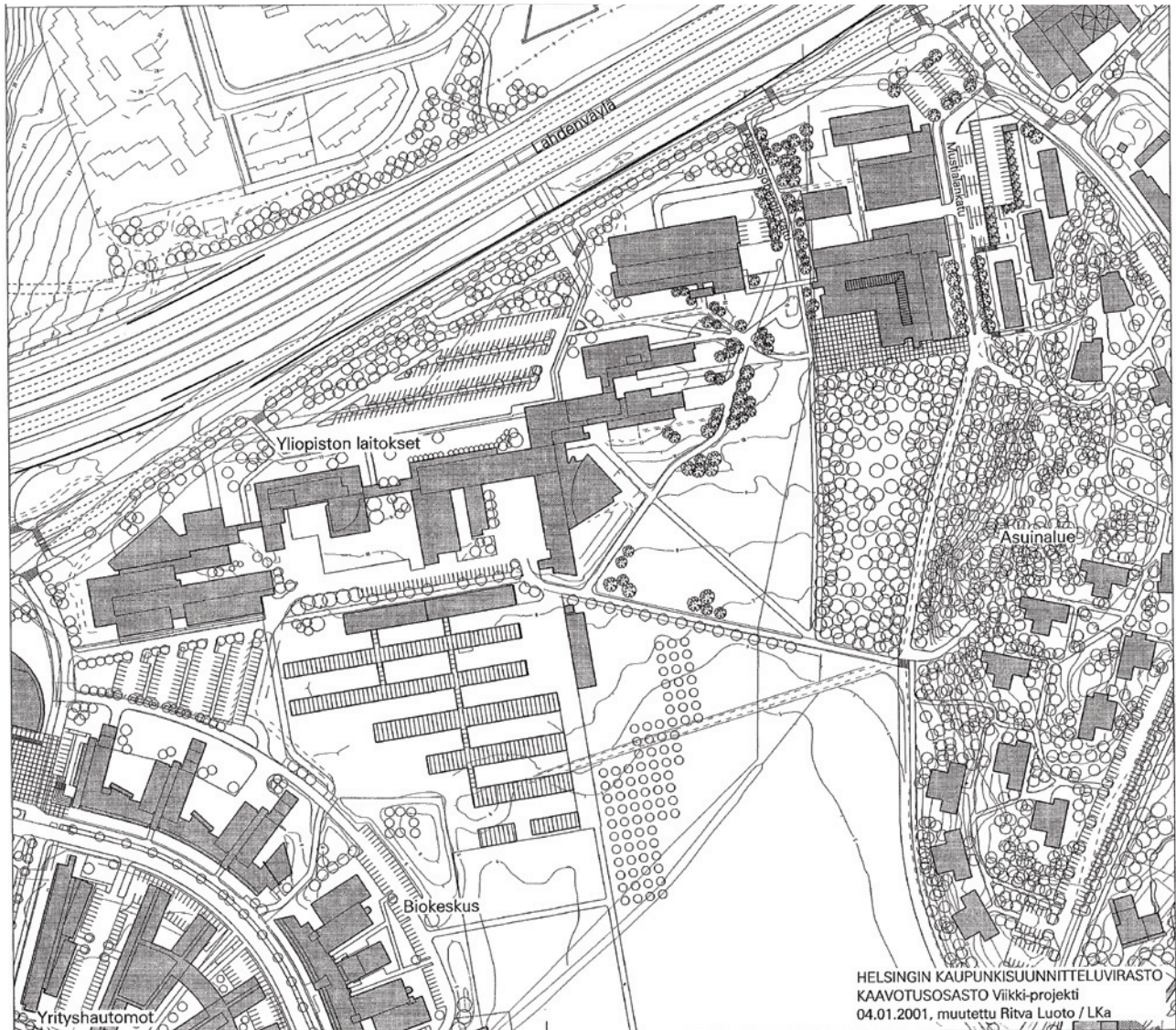


Liite 4. Helsinki.Viikinmäki. Havainnepiirros.



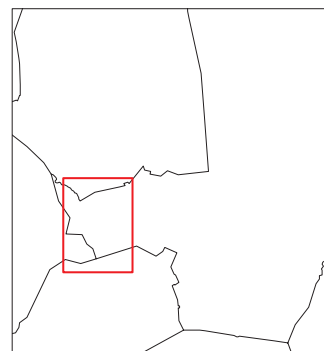
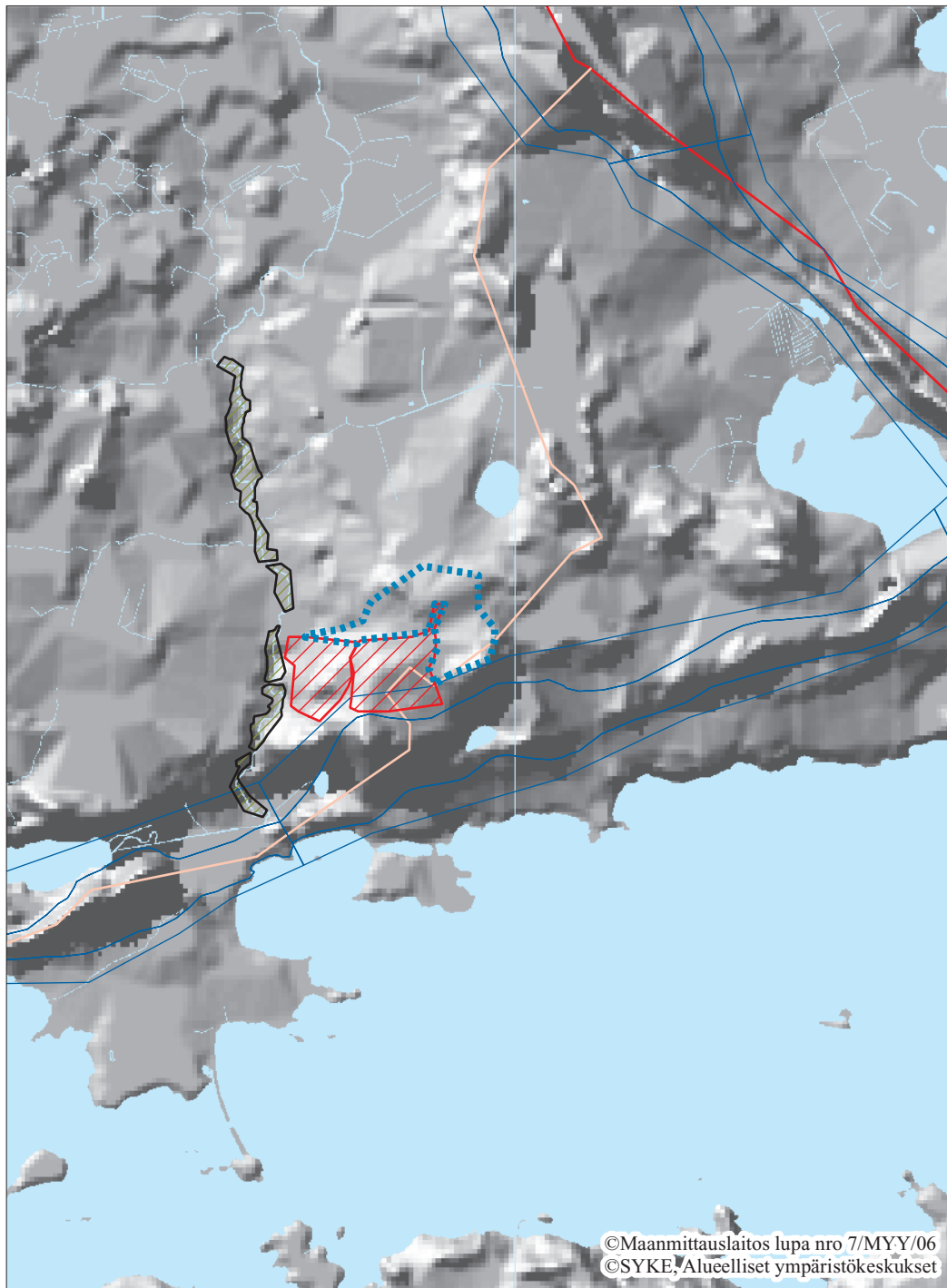
SUUNNITTELUYRITYS
MOLINO OY
 Korkeavuorokatu 43 D 00130 Helsinki
 tel. (09) 681 30040 fax (09) 681 30042
 email: molino@telumbus.fi

Liite 5. Helsinki.Viikin tiedepuisto. Havainnepiirros.

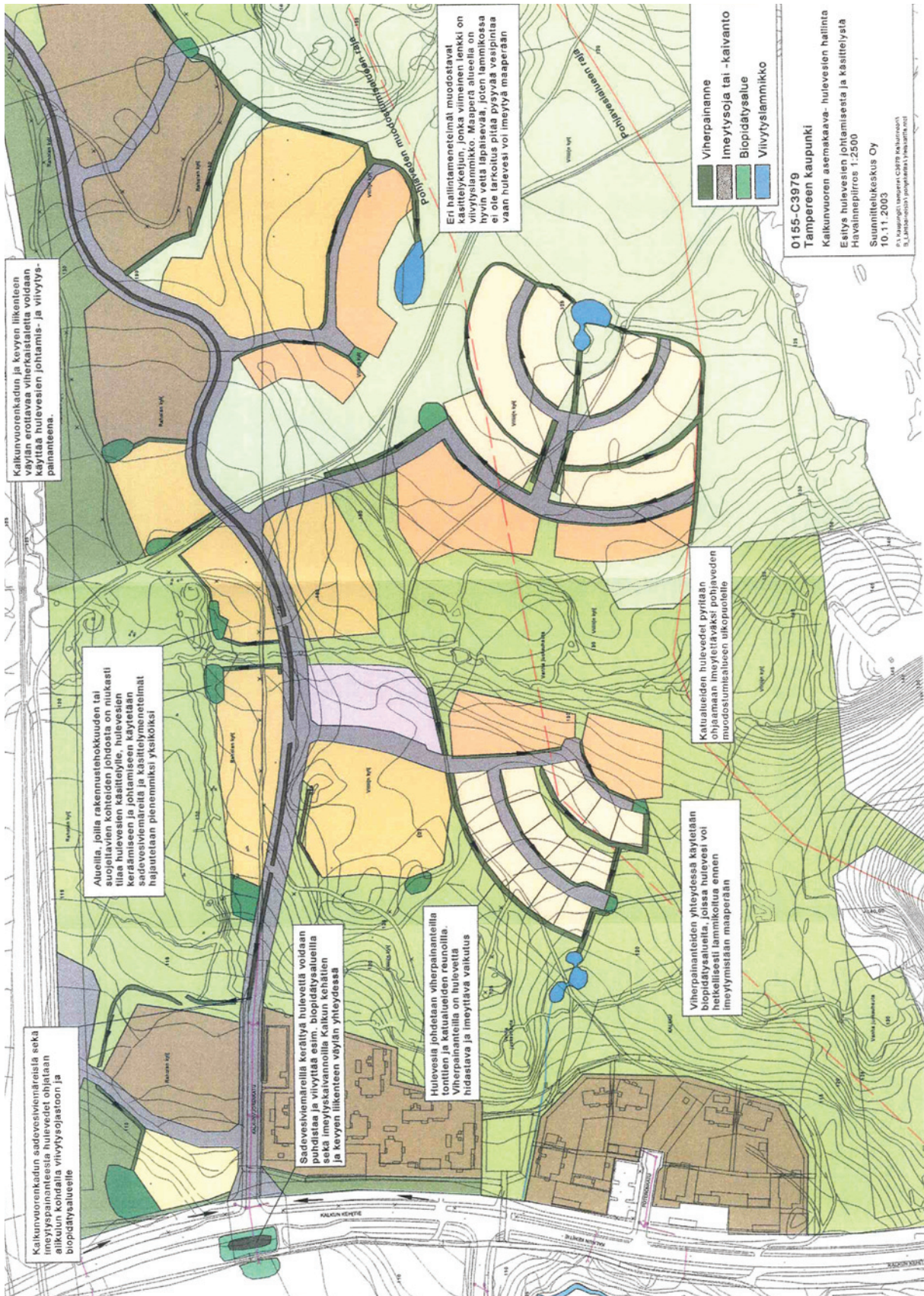


VIIKKI Tiedepuiston koillisosa

Liite 6. Tampere. Kalkunvuoren tutkimusalue valuma-aluekartalla.



Liite 7. Tampere. Kalkunvuoren asemakaava-alue, hulevesien hallinta. Esitys hulevesien johtamisesta ja käsittelystä. Havainnepiirros.



KUVAILEHTI

Julkaisija	Uudenmaan ympäristökeskus	Julkaisu-aika	Syyskuu / 2006
Tekijä(t)	Tornivaara-Ruikka Riitta		
Julkaisun nimi	Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006		
Julkaisun teema			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Raportissa on tarkasteltu hulevesien käsittelymahdollisuuksia ja lainsäädännön asettamia edellytyksiä. Tarkoituksena on, että hulevesien käsittelyä ja maankäytön ohjausta kehitetään niin, että suunnitelmissa otetaan paremmin huomioon maaperä ja pohjavedet.</p> <p>Hulevesien käsittelyn ohjaaminen kaavoituksessa ei sinänsä ole aivan uusi asia, mitä valaisee asemakaavaesimerkki Vaasan Gerbyn alueelta. Kaksikymmentä vuotta nuoremmissa kaavoissa Tampereen Kalkunvuoren alueelta on noudatettu samaa kokonaisvaltaista suunnitteluajatus. Kaikki esimerkit osoittavat, että purot, altaat ja sadevesisäiliöt toimivat maisemaa ja lähiluontoa virkistäen, kun maaperä ja vesisuhteet otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Hyvä elinympäristö syntyy, kun myös toteutukseen sekä jälkihoitoon paneudutaan.</p> <p>Hulevesien käsittelyä niin kaavoituksen, lainsäädännön kuin toteutuksen osalta on tutkittu Suomessa melko vähän. Jatkotutkimuksissa pitäisi kiinnittää huomiota siihen, mitä vaatimuksia tiivistävä kaupunkirakentaminen edellyttää hulevesien johtamiselta ja käsittelyltä. Tulisiko alavat rannat säilyttää viheralueina tulvavaaran takia tai kaupunkivesien ekologisten ja virkistyskäyttöarvojen säilyttämisen takia? Toisaalta pohjoiset olot asettavat omat vaatimukset kosteikkojen mitoitukselle ja kaavoituksen aluevarauksille. Tarkastelun on lähdettävä valuma-alueiden tasolta ja luonnon olosuhteiden kartoituksesta. Sen tulee olla yhtenäinen prosessi yleiskaavoituksesta alueiden ja huleveden käsittelyn yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja vastaanottavan purkuvesistön tietoihin saakka.</p>		
Asiasanat	hulevesi, sadevesi, sulamisvesi, kaavoitus, maankäyttö, suunnittelu, periaatteet, rakentaminen, ohjaus		
Rahoittaja/toimeksiantaja	Uudenmaan ympäristökeskus		
	ISBN 952-11-2364-8 (nid.)	ISBN 952-11-2365-6 (PDF)	ISSN 1796-1734 (pain.)
	Sivu 38	Kieli Suomi	Hinta (sis. alv 8 %) 12 €
Julkaisun myynti/jakaja	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita. Puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi , Internet: www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Uudenmaan ympäristökeskus		
Painopaikka ja -aika	Painotalo Casper Oy, Kurikka 2006		

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Nylands miljöcentral	<i>Datum</i>	September / 2006	
<i>Författare</i>	Riitta Tornivaara-Ruikka			
<i>Publikations titel</i>	Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa (Omhändertagande av dagvattnen i markanvändningsplanering)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Nylands miljöcentrals rapporter 3/2006			
<i>Publikationens tema</i>				
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig också på internet: http://www.miljo.fi/uus/publikationer			
<i>Sammandrag</i>	<p>Focus i rapporten har lagts på alternativa sätt att omhänderta dagvattnet och på de krav lagstiftningen ställer. Målet är att förbättra omhändertagande av dagvattnen och markanvändningsstyrningen så, att jordmånen och grundvattnet bättre beaktas i planer.</p> <p>Omhändertagande av dagvatten i markanvändningsplaneringen är inte något helt nytt, det visar t ex detaljplanen för Gerdbby i Vasa. Tjugo år senare har samma övergripande synsätt legat som grund för de planer som utarbetats för Kalkunvuori i Tammerfors. Alla exempel åskådliggör att bäckar, dammar och regnvattenreservoarer bidrar till att liva upp landskapet och närmiljön, förutsatt att jordmånen och vattenförhållandena beaktas redan i planeringsskedet. Det går att bygga upp en god livsmiljö, men det förutsätter seriöst engagemang också visavi byggande och efterbehandling.</p> <p>I Finland har omhändertagandet av dagvatten i markplanering, lagstiftning och konkret byggande studerats relativt lite. Framtida studier bör fästa uppmärksamhet vid de krav som tätbebyggelse ställer på omhändertagande och avledningen av dagvatten. Är det skäl att lämna låglänta stränder som grönområden och bufferzon vid översvämnningar eller för att bevara den ekologiska mångfalden och rekreativvärdena i stadsmiljön? Å andra sidan ställer våra nordliga breddgrader sina egna krav på dimensioneringen av våtmarker och på områdesreserveringar vid planläggningen. Planeringen bör utgå från hela avrinningsområdet och de rådande naturförhållandena och sedan löpa som en röd tråd från generalplaner till planeringen av områden och dagvattenhanteringen i detalj fram till information om den mottagande recipienten.</p>			
<i>Nyckelord</i>	dagvatten, regnvatten, smältvatten, planläggning, markanvändning, planering, principer, byggande, styrning			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Nylands miljöcentral			
	ISBN 952-11-2364-8 (hft.)	ISBN 952-11-2365-6 (PDF)	ISSN 1796-1734 (print)	ISSN 1796-1742 (online)
	<i>Sidantal</i> 38	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i> 12 €
<i>Beställningar/ distribution</i>	Edita Publishing Oy, Kundservice, PB 800, 00043 Edita. Tel +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 E-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi , Internet: www.edita.fi/netmarket			
<i>Förläggare</i>	Nylands miljöcentral			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Painotalo Casper Oy, Kurikka 2006			

Raportissa on tarkasteltu hulevesien käsittelymahdollisuuksia ja lainsäädännön niille asettamia edellytyksiä. Kaavoituksella pyritään edistämään yhdyskuntarakenteen eheytymistä, jolloin myös elinympäristöön kohdistuu erilaisia paineita. Rakentaminen muuttaa aina hulevesiä. Tutkimustulokset osoittavat, että vaikutukset ovat näkyvissä rakennettujen alueiden lähivesissä. Siksi hulevesien käsittelyyn ja johtamiseen tulee kiinnittää enemmän huomiota jo maankäytön suunnittelussa.

Tässä julkaisussa hulevesien huomioon ottamista maankäytön suunnittelussa valaistaan muutamia esimerkein. Ne osoittavat, että purot, altaat ja sadevesisäiliöt voivat toimia maisemaa ja lähiluontoa virkistäen. Suunnittelu-prosessin tulee lähteä pintavesien valuma-alueiden ja luonnon olosuhteiden kartoituksesta. Vaikutuksien arviointi ulotetaan vastaanottavaan purku-vesistöön saakka.



**UUDENMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS**
NYLANDS
MILJÖCENTRAL

Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 Edita
Asiakaspalvelu:
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 952-11-2364-8 (nid.)

ISBN 952-11-2365-6 (PDF)

ISSN 1796-1734 (pain.)

ISSN 1796-1742 (verkkokj.)