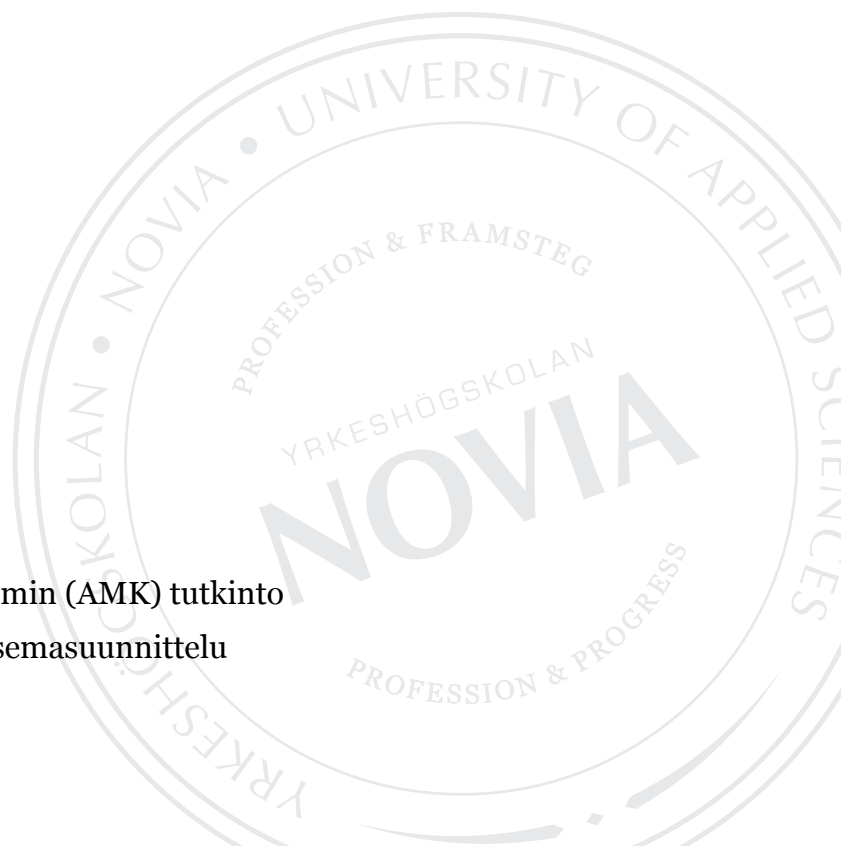


Hulevesien luonnonmukainen hallinta

Käytännön toimenpiteitä ja ratkaisuja

Jaana Hakola

Opinnäytetyö hortonomin (AMK) tutkinto
Koulutusohjelma Maisemasuunnittelu
Espoo 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Jaana Hakola

Utbildningsprogram och ort: Up för landskapsplanering, Esbo

Handledare: Ulla Loukkaanhuhta, Elina Regårdh och Carl Voigt

Titel: Naturenlig dagvattenhantering/**Luonnonmukainen hulevesien hallinta**

Käytännön toimenpiteitä ja ratkaisuja

Datum 8.2.2011 Sidantal 89 Bilagor -

Sammanfattning

Dagvatten är avrinnande regn- och smältvatten som rinner på markytan och andra byggda konstruktioners ytor. Dagvatten bildas när vattnet inte har möjlighet att absorberas i marken eller avdunsta. Urbaniseringen, och den därmed ökande mängden ogenomträngliga ytor, ökar avsevärt mängden dagvatten. P.g.a. klimatförändringarna antas regnmängderna i framtiden öka och regnen bli allt kraftigare, vilket kommer att kräva behandling av större mängder dagvatten. De nuvarande dagvattensystemen i många städer klarar inte av ökande dagvattenmängder.

Genom naturenlig dagvattenhantering kan man inverka på dagvattenmängden betydligt. Med hjälp av litteraturforskning har jag strävat efter att hitta de faktorer som är viktiga i den naturenliga dagvattenhanteringen. Jag försökte hitta för- och nackdelar med olika lösningar. Detta examensarbete är gjort för Vanda stad, som ville befordra den naturenliga dagvattenhanteringen med hjälp av sitt eget dagvattenprogram. Mitt arbete är en litteraturstudie men som en fortsättning på forskningsarbetet har jag gjort upplösningssmodeller för tre olika modellkvarter. Förslagen bygger på fakta ur teoridelen.

Med hjälp av det här arbetet lärde jag känna grunden för naturenlig dagvattenhantering och insåg, hur vidsträckt ämnet är. Det räcker inte att man kan teorin. Man måste granska varje planeringsområde så noggrant och brett som möjligt. Det är viktigt att planeraren har mångsidiga kunskaper om miljövard och praktiskt trädgårdsarbete. Under arbetets gång fick jag en rätt bra uppfattning om problemen men insåg också hur litet de flesta vet om saken och hur mycket fördomar man har i frågan.

Språk: Finska Nyckelord: Dagvatten, naturenlig dagvattenhantering, agvattenplanering, absorption, fördjövning, bortledning, ekologiska balans, översvämning, regnvatten system, klimatförändringen, urban nature, modellkvarter, avrinnade vatten, dagvattensystem, flödighet, vegetation, gröna tak, genomträngliga, ogenomträngliga, regn trädgård, depression

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jaana Hakola

Koulutusohjelma ja paikkakunta: UP för landskapsplanering, Espoo

Ohjaajat: Ulla Loukkaanhuhta, Elina Regårdh ja Carl Voigt

Nimike:**Hulevesien luonnonmukainen hallinta** Käytännön toimenpiteitä ja ratkaisuja

Päivämäärä 8.2.2011 Sivumäärä 89 Liitteet -

Tiivistelmä

Hulevedet ovat rakennetulla alueella sateen ja lumen muodostamia pintavaluntavesiä. Hulevettä muodostuu, kun vesi ei pääse imeytymään maahan tai haihtumaan esimerkiksi kasvillisuuden avulla. Kaupungistumisen ja sen myötä läpäisemättömän pinnan määrän lisääntyminen lisäävät myös hulevesien määrää merkittävästi. Arvellaan, että ilmastonmuutos lisää sateita ja että ne ovat entistä rankempia. Tämä edellyttää yhä suurempien hulevesimäärien käsittelyä. Vesi, joka on olennainen osa ympäristöämme ja ekologista tasapainoa, on rakennetulla alueella paljon resursseja vaativa ja kustannuksia aiheuttava tekijä.

Luonnonmukaisen hulevesienhallinnan avulla hulevesien määrään voidaan vaikuttaa merkittävästi. Pyrin opinnäytetyössäni selvittämään, mitä käytännön ratkaisuja maisemansuunnittelija voi työssään käyttää, jotta hulevedet voitaisiin hyödyntää maisemaa monipuolistavana ja parantavana elementtinä. Pyrin selvittämään erilaisten ratkaisujen edut ja mahdolliset haitat. Olen tehnyt työn Vantaan kaupungille, joka haluaa edistää luonnonmukaista hulevesien käsittelyä mm. oman hulevesiohjelmansa avulla. Työni on kirjallisuustutkimus, jonka jatkoksi olen tehnyt Vantaan kaupungille luonnonmukaisen hulevesien hallintasuunnitelman kolmelle erilaiselle mallikorttelille. Näin olen päässyt hyödyntämään lukemaani teoriaa käytännön suunnittelutyössä.

Työn myötä opin erilaiset hulevesien luonnonmukaisten käsittelymenetelmien perusteet sekä sen, miten laajasta asiasta on kyse. Ei riitä, että tuntee hulevesien käsittelytekniikat, on pystyttävä myös tarkastelemaan suunnittelualuetta tarpeeksi laajasti ja monipuolisesti. Hulevesisuunnittelu vaatii monipuolista ja laajaa osaamista ympäristönsuojelusta aina käytännön ylläpitotyöhön asti. Puolentoista vuoden opiskelu hulevesien käsittelystä antoi minulle yleiskuvan aiheesta, mutta samalla se opetti, miten vähän asiasta yleisesti tiedetään ja miten paljon ennakkoluuloja aiheeseen liittyy.

Kieli: Suomi Avainsanat: hulevedet, luonnonmukainen, hallinta, hallintasuunnitelma, hulevesisuunnittelu, imeyttäminen, viivyttäminen, johtaminen, ekologinen, tasapaino, tulvat, hulevesiratkaisut, ilmaston muutos, kaupunkiluonto, mallikortteli, pintavedet, hulevesijärjestelmä, pienvedet, virtaama, kasvillisuus,

BACHELOR'S THESIS

Author: Jaana Hakola

Degree Programme: Landscape Planning and Design, Espoo Specialization:

Supervisors: Ulla Loukkaanhuhta, Elina Regårdh and Carl Voigt

Title: Natural Ways to Control Stormwater/**Hulevesien luonnonmukainen hallinta**

Käytännön toimenpiteitä ja ratkaisuja

Date 8 February 2011 Number of pages 89 Appendices -

Summary

Stormwater is water that originates from precipitation runoff or snow melting. Because impervious surfaces, such as parking lots, roads, buildings and compact soil, do not allow rain to infiltrate into the ground, more runoff is generated. This additional runoff can erode water courses as well as cause flooding when the stormwater system is overloaded by the additional flow. Urbanization and the consequent increase in the amount of impervious surface will also significantly increase the amount of stormwater. Climate change is expected to increase rainfall, and it is more torrential, which requires larger stormwater treatment. Water, which is an integral part of our environment and ecological balance, is a resource-intensive and costly element.

Using organic ways of treating stormwater can have a significant impact. The aim of my thesis was to clarify the practical means used by a landscape designer to control stormwater in order to diversify and reform the landscape. My attempt was to identify advantages and disadvantages of different solutions. This thesis was supported by the city of Vantaa which aims to control the natural ways of stormwater by its own program.

My thesis is a literature survey followed by a natural management plan of stormwater for three different model blocks in the city of Vantaa. Consequently, I learned about the lack of knowledge and preconceptions concerning this matter.

Language: Finnish

Key words: Stormwater, management plan, ecological balance, flood, climate change, urban nature, model block, runoff water, stormwater system, streaming, flow, vegetation, green roof, permeable, impermeable, raingarden, biocontrol, depression

Naturenlig dagvattenhantering

Detta examensarbete är gjort för Vanda stad, som en del av förverkligandet av stadens dagvattenprogram. Syftet med arbetet har varit att samla information och erfarenheter om naturenlig dagvattenhantering och göra ett kompakt sammandrag för Vanda stad.

Examensarbetet stod i anslutning till en 13 veckor lång praktik under sommaren 2010.

Under den här tiden strävade jag efter att utnyttja den kunskap jag redan samlat i form av ett planeringsarbete.

Dagvatten är avrinnande regn- och smältvatten som rinner på markytan och andra byggda konstruktioners ytor och bildas när vatten inte kan absorberas av jorden eller fördröjas på ytan av växtlighet. P.g.a. urbanisering och tät bebyggelse minskar växtligheten och den vattengenomsläppande jorden fortsättningsvis. Detta gynnar tillkomsten av dagvatten betydligt. Läget kommer att tillspetsas i framtiden då man antar att regnmängderna kommer att öka och regnen bli allt kraftigare i samband med klimatförändringar. Dagvatten som inte kan absorberas i marken, rinner på ytan och kan orsaka översvämningar och erosion. Städernas dagvatten innehåller orenheter och partiklar som, när de hamnar i vattendrag, belastar och försvagar den ekologiska balansen.

Nya lösningar till traditionell dagvattenhantering

Traditionellt leds regnvatten i regnvattenbrunnar, varifrån det leds vidare antingen orenat eller via reningsverk till vattendrag. Regnvattenavloppen är ofta dimensionerade så att deras kapacitet vid kraftiga eller långvariga regn är otillräckliga och då uppstår översvämningar och omfattande ytvattenflöden. Som exempel kan nämnas flera översvämningar i städer, som orsakat betydande kostnader. Allt tätare och effektivare byggande och extremare klimat medför att dagens lösningar inte längre är tillräckliga och en utvidgning av avlopps nätet kan vara antingen omöjligt eller mycket kostsamt.

Nu har man börjat utveckla nya lösningar för att förbättra situationen. Genom naturenlig dagvattenhantering försöker man minska mängden dagvatten kännbart. En annan viktig åtgärd är att behandla dagvatten så nära uppkomstplatsen som möjligt samt kontrollerad dirigerad av redan uppstått dagvatten. Naturenlig behandling av dagvatten är absorption i jorden, fördröjning, med vars hjälp man jämnar ut strömningstoppar, samt kontrollerad

bortledning. Av stor betydelse i naturenlig dagvattenkontroll är växtligheten, som renar och saktar upp ytvattenflöden, hjälper till med absorption i marken samt minskar erosion. Genom lokal behandling av dagvatten bevaras stadsnaturens ekologiska balans, luftens kvalitet och fuktbalans förbättras och grundvattennivån består.

Vanda stads dagvattenprogram

Vanda stad har i sin strategi bundit sig till att bära ansvar för miljön och värna om hållbar utveckling. Staden publicerade år 2009 Vandas dagvattenprogram, med vars hjälp man vill att naturenlig dagvattenhantering skall bli en del av planeringen och uppbyggnaden i staden. Med hjälp av programmet vill man även informera om dagvattnets betydelse under stadens planeringsprocess till alla parter, beslutsfattare och invånare.

Huvudmålen i Vanda stads dagvattenprogram går ut att förbättra av dagvattenhanteringen och reducera dagvattenöversvämningar, förbättra vattenkvaliteten innan vattnet förs ut i vattendrag, öka stadsnaturens mångfald, förbättra grundvattenkvaliteten samt bevara grundvattennivån. Man vill lyfta vattenområdenas anseende och utnyttja dagvattnet som en positiv resurs. Detta förutsätter, från myndigheternas sida, ett fungerande samarbete och bättre informationsgång i dagvattenfrågor samt att man utvecklar nya handlingsmodeller (VH 2009, 14).

Planeringens grunder

Inför själva planeringen av dagvattenhanteringen, måste man besluta sig för vilken regnmängd den är avsedd för. Traditionellt har man i Finland utgått från en regnvattensmängd på 10 mm, men nu antar man att den mängden inte längre är tillräcklig. Andra mätningssgrunder i planeringsstadiet är vattenflödet, avrinningsområdets storlek, områdets avrinningskoefficient och regnets styrka. Utgående från dessa variabler görs en dagvattenhanteringsplan där man bl.a. ger akt på områdesreserveringar, där dagvatten absorberas i marken eller fördröjs innan det leds vidare.

Till hjälp för den naturenliga dagvattenhanteringen har man utvecklat olika produkter och lösningar. Till dessa hör ett s.k. biouppsamlingsområde d.v.s. en regnträdgård, dit dagvattnet leds för att sedan absorberas i jorden. Absorptionsgropar eller -fördjupningar

som kan bestå av sten eller vara plastkassetter eller -tunnlar dit vattnet leds för en tids lagring, innan det absorberas i marken. Även våtmarker, dammar och mindre dalar eller lågland kan vara lösningar som lagrar vattnet för en tid, innan det absorberas i jorden eller kontrollerat leds vidare. För att leda dagvatten kan man använda sig av stenbelagda rännor, diken eller bäckar. Olika kanallösningar kan också utnyttjas vid ledning av dagvatten.

Noggrannare information om lösningar med hjälp av modellkvarter

Vid sidan om mitt examensarbete gjorde jag för Vanda stad, under min praktikperiod, dagvattenhanteringsplaner för tre olika modellkvarter. I dessa planer undersökte jag platsernas utmaningar och vilka lösningar som bäst skulle passa varje objekt. Objekten var grundrenoveringen av gårdsplanen vid grundskolan i Mårtensdal samt planläggningen av de nya bostadsområdena Hasselbacken 4 och Sagoparken i Gladas. Eftersom objekten var mycket olika, var jag tvungen att fundera på många olika frågor och lösningar.

Mitt projekt studerades, i enlighet med Vanda stads beställning, av en utomstående konsultbyrå, Finnish Consulting Group (FCG), som har en lång och bred erfarenhet av naturenlig dagvattenhantering. FCG undersökte objekten och planernas funktionalitet med hjälp av Vanda stads dimensioneringsmodell för dagvatten, där man beaktar olika regnmängder och deras inverkan på omgivningen. Informationen som framkom i undersökningen skulle både jag, i min egen inläring, och Vanda stads organisation utnyttja.

Undersökningen bidrog till, att man kunde konstatera att takytans andel i Mårtensdals grundskola utgjorde en så stor del av hela tomtens yta, att den enda effektiva lösningen på detta ställe hade varit ett gröntak. I planläggningen för området Hasselbacken 4, hade man reserverat ett dagvattenområde för hantering av dagvatten. P.g.a. omgivningens höjdskillnader kunde man dock endast utnyttja en del av detta område. I Gladas Sagopark stod grundvattnet så högt att man måste ge akt på det vid planering av lösningar. En gemensam slutsats av inverkan på min undersökning är, att effekten av åtgärderna var bäst vid små, två mm, regnmängder men otillräckliga vid större nederbörd. Ofta är det så, att de mest effektiva slutresultaten uppnås, då man kombinerar många olika lösningar.

Examensarbetets slutsatser

Som en slutsats i examensarbetet kan jag konstatera att en god och lyckad planering av dagvattenhantering kräver en mångsidig och bred kunskap. Inför planeringen måste man utreda områdets jordmån, topografi, regnmängder, omgivningens vattendrag och deras skick, grundvattnets nuläge, områdets naturvärde och den planerade markanvändningen. Planeringsområdet bör granskas omfattande och planläggningen granskas i detalj, med tanke på avrinningen. Man måste även beakta befintliga översvämningsruttor och områdets möjliga nuvarande problem och hur tänkta planer kommer att påverka områdets vattenbalans. På så sätt säkras man ett fungerande och lyckat slutresultat.

Med hjälp av planläggning kan man gynna den naturenliga dagvattenhanteringen, genom att observera utrymmet som krävs vid reservering av området. Med planläggningsanteckningar och bygganvisningar kan man även förmoda att naturenlig dagvattenhantering finns på för dem utmärkta områden. Därför borde man skapa olika sätt att utmärka planerna, som gärna kunde vara gemensamma för alla städer och kommuner. Detta är viktigt av många orsaker. Dagvattenflöden respekterar inte kommungränser och kommuner emellan är det naturligt att göra gemensamma beslut t.ex. då det gäller viktiga grundvattenområden. Om planernas markeringar är enhetliga, är deras betydelse lättare att förstå för alla parter.

I Finland behövs mera information om och erfarenheter av den naturenliga dagvattenhanteringen. Hanteringen har redan länge varit i bruk i Mellaneuropa och USA och därför är det viktigt att erfarenheterna och kunskapen även når oss. Finlands klimat ställer egna utmaningar, men bl.a. i Malmö, i Sverige, har man positiva erfarenheter av förverkligandet av en hel stadsdel, i vilken dagvattnet behandlas på ett naturenligt sätt.

Man har idag fått upp ögonen för dagvattenhanterings nya lösningar och ökat den yrkesinriktade skolningen i branschen, men de som redan arbetar inom sektorn behöver mera information om saken. Den naturenliga dagvattenhanteringen förutsätter även en ny inställning hos oss alla. De lösningar vi redan länge vant oss vid, behöver parallellt nya idéer. Detta betyder att det i olika berörda organisationer förutsätts att man förenar mångsidigt kunnande, för att slutresultatet skall bli fungerande.

De senaste åren har många kommuner och städer börjat främja naturenlig dagvattenhantering genom att utarbeta egna dagvattenprogram, där man som mål har ställt att öka den naturenliga dagvattenhanteringen. Detta skapar en grund att stå på och säkrar idéers och planeringars förverkligande även i praktiken. Det garanterar en bredare yrkeskunskap, en mångsidigare och mera ekologisk stadsnatur, ett bättre mikroklimat i städerna samt renare lokala vattendrag för rekreation i framtiden.

Sisällysluettelo

- Alkusanat 11
- 1. Johdanto 12
- 2. Vantaan hulevesiohjelma 13
 - 2.1. Ohjelman lähtökohdat 13
 - 2.2. Hulevesiohjelman visio 14
 - 2.3. Ohjelman tavoitteet ja toimenpiteet 15
- 3. Hulevesisuunnittelun perusteita 18
 - 3.1. Hydrologia ja sen perussuureet 18
 - 3.2. Hydrologisesti terve kaupunki 20
- 4. Hulevesisuunnittelu uusien haasteiden edessä 20
 - 4.1. Haasteet lisääntyvät kaupungistumisen myötä 21
 - 4.2. Haittojen ennaltaehkäisy on aina parasta suunnittelua 22
 - 4.3. Kasvillisuuden hyödyntäminen hulevesien hallinnassa 23
 - 4.4. Lämpäisevät päällysteet vähentävät pintavaluntaa 26
- 5. Hulevesien hallintasuunnittelun perusteet 27
 - 5.1. Mitoitusperusteet 27
 - 5.2. Talviaikainen kunnossapito on huomioitava suunnittelussa 31
- 6. Luonnonmukaiset hulevesien käsittelykeinot 32
 - 6.1. Imeyttäminen 32
 - 6.2. Viivyttäminen 37
 - 6.3. Johtaminen 40
- 7. Teoriasta käytäntöön - Vantaan kaupungin mallikorttelit 45
 - 7.1. Martinlaakson yhtenäiskoulu 46
 - 7.2. Pähkinärinne 4 55
 - 7.3. Ilolan Satupuisto 69
- 8. Johtopäätökset 81
 - 8.1. Kaavamääräykset ja rakentamisohjeet ovat kunnan työkaluja 81
 - 8.2. Yleissuunnitelmasta yksityiskohtaisempaan suunnitelmaan 82
 - 8.3. Omaa pohdintaa aiheesta 82
- 9. Ehdotus jatkotutkimuksesta 84
- Lähteet 86

Alkusanat

Tämä opinnäytetyö on tehty Vantaan kaupungille osana kaupungin hulevesiohjelman toteuttamista. Työn tavoitteena on ollut kerätä tietoa ja kokemuksia luonnonmukaisesta hulevesien hallinnasta ja tehdä niistä tiivis ja selkeä yhteenveto Vantaan kaupungille.

Vantaan kaupunki julkaisi vuonna 2009 hulevesiohjelmansa osana Vantaan maankäytön ja ympäristön toimialan ympäristöohjelman 2008-2013 toteuttamista. Hulevesiohjelman tavoitteena on, että luonnonmukainen hulevesien käsittely otetaan huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa. Aihe kiinnostaa minua tulevana suunnittelijana ja siksi olen paneutunut siihen opinnäytetyössäni. Vesi kuuluu olennaisena elementtinä luontoon. Sen ideaali määrä takaa luonnon ekologisen tasapainon. Veden tuonti näkyvänä maisemaan ja sen hyödyntäminen ympäristöä rikastavana elementtinä on kiinnostavaa.

Käytän Vantaan hulevesiohjelmaa työni taustana ja pyrin löytämään sen tavoitteisiin vastauksia jo aikaisemmin julkaistuista kirjoituksista. Opinnäytetyöni rinnalla teen viimeisen harjoittelujaksoni Vantaan kaupungin Maankäytön ja ympäristön toimialan Kuntatekniikan kehittämissyksikössä. Sen aikana suunnittelen kolme mallisuunnitelmaa, joissa pyrin noudattamaan Vantaan hulevesiohjelman tavoitteita mahdollisimman hyvin.

Koulussa minua ohjaavat Elina Regårdh ja Carl Voigt. Lopputyöni varsinaisena ohjaajana toimii Ulla Loukkaanhuhta, jolla on vahva osaaminen niin maisemansuunnittelusta kuin luonnonmukaisesta hulevesien hallinnastakin. Käytännön vinkkejä ja ohjeita olen saanut myös Vantaan kaupungin vesisuunnittelusta Marika Oravalta, joka on myös ollut pitkään tekemisessä hulevesisuunnittelun kanssa. Samoin Matti Holtari geo-osastolta teki minulle kysymyksiä, jotka avasivat silmäni näkemään koko asian laajuuden. Olen ollut onnekas päästessäni mukaan tähän monialaiseen, laajaan ja kiehtovaan hulevesimaailmaan. Lämmin kiitos kaikille, jotka ovat olleet oppaanani tässä jännittävässä tutkimustyössäni!

1. Johdanto

Nykypäivän taajamat rakennetaan yhä tiiviimmin ja ne ovat aikaisempia suurempia. Tehokas ja tiivis rakentaminen on monelta suunnasta tarkasteltuna ekologista, mutta se tuo mukanaan haasteita suunnitteluun. Hyvä suunnittelu sisältää uuden ja vanhan tasapainoisen sovittamisen. Tämä sisältää myös luonnon ja sen arvojen huomioimisen. Asuinalueet on saatettu kaavoittaa valuma-alueiden kannalta siten, että ne muuttavat tai estävät veden luontaista kiertoa. Koska tiivis rakentaminen vaikuttaa aina veden kiertoon, on näiden alueiden hulevesien eli sade- ja sulamisvesien suunnitteluun kiinnitettävä erityistä huomiota. Hulevettä muodostuu, kun vesi ei pääse imeytymään maahan tai haihtumaan esimerkiksi kasvillisuuden avulla (Jormola 2008).

Työni tavoite on luoda selkeä tiivistelmä, mitä ratkaisuja on käytettävissämme, jotta hulevesien määrää voidaan vähentää ja syntyneet hulevedet voidaan ottaa haltuun jo heti niiden syntypaikoilla. Tavoitteena on säilyttää vesi myös rakennetulla alueella, jolloin se voi taata alueen asukkaille viihtyisämmän, monimuotoisemman ja ekologisemman kaupunkiympäristön.

Pyrin keskittymään ennalta ehkäisevään suunnitteluun, koska se on asiakkaani Vantaan kaupungin tavoite. Samat ratkaisut toimivat niin uusissa rakennuskohteissa kuin täydentämässä jo olemassa olevaa rakentamista. Silloin joitakin ratkaisuja on jo tehty ja uudet suunnitelmat on sopeutettava niihin. Tällöin hulevesien luonnonmukainen hallinta voi olla rakentamisessa haastavampaa ja ehkä kalliimpaakin, mutta ei suinkaan mahdotonta.

Opinnäytetyössäni en ota kantaa tarkemmin kustannuksiin muuten kuin pohtimalla ratkaisujen kokonaismerkityksiä ja pohtimalla ylläpidon aiheuttamia kustannuksia. Keskityn työssäni vain luonnonmukaiseen hulevesien hallintaan, joten olen jättänyt pois siitä sadevesiviemäroinnin, tekniset laitteet ja perusvesien kuivatuksen. Pääpaino työssäni ovat hulevedet taajama-alueella ja tarkastelen niitä Vantaan hulevesiohjelman näkökulmasta.

2. Vantaan hulevesiohjelma

Luonnonmukainen ja ympäröivää luontoa huomioiva suunnittelu ja rakentaminen ovat monessa Euroopan maassa olleet jo pitkään käytäntöjä rakentamisessa. Nyt tähän ollaan havahduttu myös Suomessa. Monet kaupunkimme kiinnittävät asiaan huomiota laatimalla erilaisia ohjeita ja ohjelmia asiaan eteenpäin viemiseksi. Myös uudistuva vesihuoltolaki sekä Euroopan unionin vesipuitedirektiivi asettavat haasteita kunnille ja kaupungeille. Vesipuitedirektiivin mukaan sisävesien ja rannikkovesien tulisi olla hyvässä kunnossa vuoteen 2015 mennessä. Sisävesiä ovat tässä tapauksessa kaikki maanpinnalla altaassa olevat tai virtaavat vedet sekä pohjavedet (Vantaan hulevesiohjelma 2009, 8) myöhemmin (VH 2009).

Vantaan kaupunki on sitoutunut strategiassaan ympäristövastuun kantamisen ja kestävän kehityksen vaalimiseen. Kaupunki julkaisi vuonna 2009 Vantaan hulevesiohjelman osana kaupungin maankäytön ja ympäristön toimialan ympäristöohjelman 2008-2013 toteuttamista. Hulevesiohjelman avulla kaupunki haluaa, että luonnonmukainen hulevesien käsittely otetaan huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa (VH 2009, 4). Ohjelman tavoitteena on ollut parantaa hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa ja määrittellä yhteiset hulevesien hallintaa edistävät periaatteet. Tavoitteena on myös välittää tietoa huleveden merkityksestä kaupungin suunnitteluprosessin kaikille osapuolille, päättäjille ja asukkaille. Ohjelman avulla selvennetään ja vahvistetaan hulevesistä vastuussa olevien viranomaisten yhteistyötä (VH 2009, 5).

2.1. Ohjelman lähtökohdat

Rakennettaessa veden luontainen kiertokulku muuttuu. Hulevesien johtaminen sadevesiviemäriin vaikuttaa tähän merkittävästi. Kasvillisuuden ja maan pintakerroksen poistaminen, tehokas kuivatus, painanteiden tasaaminen ja vettä läpäisemättömien pintojen lisääntyminen muuttavat veden luontaista kiertokulkua. Edellisten johdosta pintavalunta lisääntyy merkittävästi, josta seurauksena ovat tulvat, eroosio maanpinnalla ja vesistöissä sekä epäpuhtauksien lisääntymistä. Tulvahuiput kasvavat suurilla sateilla ja lumen sulamisen aikana. Kesällä ympäristö ja vesistö voivat kärsiä kuivuudesta, virtaamien vähenemisestä tai loppumisesta kokonaan. Tästä on seurauksena veden lämpeneminen, joka heikentää eläimistön ja kasvillisuuden elinolosuhteita merkittävästi (VH 2009, 6).

Hulevedet sisältävät kaupunkialueilla erilaisia epäpuhtauksia, joista suurin on liikenteen laskeumat. Kuormitusta hulevesiin aiheuttavat myös päästöt rakennustyömailta ja rakennusmateriaaleista, käytettävät kemikaalit kuten tiesuola, eläinten jätökset ja erilaiset mahdolliset onnettomuudet. Kun hulevedet johdetaan puhdistamattomina suoraan vesistöön, lähivesien laatu heikkenee merkittävästi (VH 2009, 7).

Ilmastonmuutoksen arvellaan lisäävän seuraavan sadan vuoden aikana rankkasateiden voimakkuutta 10-30 %. Etelä-Suomessa vastaava lisäys on jopa 40 %. Talvisateiden määrän arvellaan kasvavan ja kesäsateiden vähenevän, vaikka ne ovatkin nykyistä rankempia. Seurauksena tästä on talvitulvien lisääntyminen etenkin Etelä-Suomessa. Tämä kaikki merkitsee lisääntyviä haasteita hulevesien hallintaan ja käsittelyyn (VH 2009, 7).

Vantaan lähtökohdat

Vantaan veden toiminta-alueella hulevesiputkiverkosto on nuorta ja siksi vielä suhteellisen hyvässä kunnossa. Sitä on yhteensä 412 kilometriä ja määrä lisääntyy noin 20 kilometrin vuosivauhdilla. Tästä huolimatta viemärijärjestelmät ja katurummut ovat paikoin riittämättömät rakentamisen myötä syntyneelle pintavalunnalle.

Kaupungilta on puuttunut yhteinen näkemys hulevesien hallinnasta. Viranomaisten toimiva yhteistyö edellyttää laaja-alaista ja monipuolista ammattiosaamista suunnittelu- ja rakentamisprosessissa sekä hyvää tiedonkulkua näiden välillä. Määräykset ja nykyiset käytännöt eivät tue hulevesien luonnonmukaista käsittelyä ja viivytystä. Ne edellyttävät hulevesien johtamista hulevesiviemäriin. Kiinteistöillä ei ole vastuuta hulevesien määrän vähentämisestä. Avo-ojien vastuut ja kunnossapidon velvollisuudet ovat osittain auki ja siksi hoitamatta (VH 2009, 13).

2.2. Hulevesiohjelman visio

Kestävin ratkaisu luonnon kannalta on säädellä huleveisen määrää niin, että rakentamisen jälkeen veden kiertokulku on mahdollisimman lähellä tilannetta ennen rakentamista. Luonnonmukaisessa hulevesienhallinnassa pyritään joustaviin ratkaisuihin, jotka toimivat hyvin erilaisissa ja muuttuvissa tilanteissa. Näitä ovat rankkasateet, jäätyminen ja lumen sulamisen aika sekä pitkät kuivat kaudet (VH 2009, 14).

Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan positiivisia vaikutuksia ovat pienilmaston parantuminen, pohjavesivarojen säilyminen ja laadun paraneminen, pintavirtaaman säilyminen ja pintaveden laadun parantuminen, vesi- ja kosteikkoluonnon tulo osaksi rakennettua maisemaa, luonnon monimuotoisuuden lisääntyminen (mm. vesieläimet- ja kasvit) sekä virkistysmahdollisuuksien lisääntyminen (VH 2009, 14).

Vantaan hulevesiohjelman päätavoitteet on ohjelmassa kirjattu seuraavasti:

1. Hulevesien hallinnan parantaminen ja hulevesitulvien vähentäminen
2. Hulevesien laadun parantaminen ennen vastaanottavaan vesistöön laskemista
3. Kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen
4. Pohjaveden laadun parantaminen ja pohjaveden pinnantason säilyttäminen
5. Vesialueiden arvostuksen nostaminen ja huleveden hyödyntäminen positiivisena resurssina
6. Toimiva viranomaisyhteistyö ja tiedonkulun parantaminen hulevesiasioissa
7. Vantaan hulevesiin liittyvän toimintamallin kehittäminen (VH 2009, 14).

Ohjelman mukainen hulevesien käsittelyn prioriteettijärjestys:

- I Ensisijaisesti hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan = hulevesien käyttö ja imeyttäminen
- II Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä = suodattaminen maassa ja maan pinnalla
- III Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemäriin yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyalueille ennen vesistöön johtamista.
- IV Hulevedet johdetaan hulevesiviemäriin suoraan vastaanottavaan vesistöön (VH 2009, 15).

2.3. Ohjelman tavoitteet ja toimenpiteet

Ohjelman tavoitteena on hulevesien hallinnan parantaminen ja hulevesitulvien vähentäminen. Tämä merkitsee sitä, että hulevesijärjestelmää on suunniteltava jatkossa valuma-alueiden mukaisesti, mikä ennakoii myös tulevan maankäytön vaikutukset ja valuma-alueiden alapuolisten alueiden kapasiteetin (VH 2009, 17).

Hulevesien hallintasuunnitelma on tehtävä asemakaavan laatimisen yhteydessä huomattavasti kaava-aluetta suuremmaksi. Asemakaavoituksessa on huomioitava alueen vesitalous ja sijoitettava ja mitoitettava rakennettavat alueet siten, että hulevesien hallinta voidaan toteuttaa toimivasti ja kustannustehokkaasti. Kaavoituksessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota paljon hulevesiä tuottaviin kohteisiin. Tulvaherkkyuden huomioiminen on myös tärkeää (VH 2009, 17).

Luonnonmukainen hulevesien hallinta on hulevesien muodostumisen ehkäisemistä, niiden imeyttämistä pohjavedeksi, hulevesien paikallista ja väliaikaista varastointia, hallittua johtamista, tulvien hallintaa sekä hulevesien puhdistamista suodattamalla, laskeuttamalla ja kasvillisuuden avulla. Hallinta tasaa myös virtaamia. Hulevesijärjestelmän tulee olla osa muuta maankäyttöä ja maisemaa. Järjestelmän on oltava pitkäikäinen ja kokonaistaloudellinen (VH 2009, 18).

On huomioitava, että peruskuivatuksen tarkoitus on estää rakennusten ja rakenteiden kosteushaitat ja ne ovat aina kiinteistökohtaisia. Sade- ja hulevesiä ei saa päästää tähän järjestelmään. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että maastollisesti alavimmat alueet on syytä kaavoittaa vesihuollon tarpeisiin tai viheralueiksi (VH 2009, 18).

Hulevesien laadun parantaminen ennen vastaanottavaa vesistöä

Virtaamien hallinnan lisäksi suunnittelussa on huomioitava myös veden laadun parantaminen. Maankäytön muoto vaikuttaa pintavalunnan epäpuhtauksien määrään. Suunnittelussa on huomioitava vastaanottavan vesistön herkkyys. Tätä edellyttää myös EU:n vesipuitedirektiivin ja vesienhoitolain tavoitteet (VH 2009, 21).

Rakentamisaikaista kiintoainehuuhtoutuman määrää on vähennettävä. Tämä edellyttää, että hulevesijärjestelmä tulisi rakentaa ensin, jotta sen puhdistava ja viivyttävä vaikutus voitaisiin hyödyntää jo rakentamisen aikana. Riskialttiilla alueilla hulevesijärjestelmien on oltava suljettavissa, jolloin esimerkiksi likaavien onnettomuksien haitat voidaan minimoida. Likaantuneita hulevesiä ei saa johtaa vesistöön tai hulevesijärjestelmään (VH 2009, 22).

Monimuotoisuuden lisääminen kaupunkiluonnossa

Kaavoituksessa ja rakentamisessa on huomioitava olemassa olevat vesialueet, luontaiset tulvimisalueet ja kosteikot sekä viivytyksalueiksi soveltuvat maastopainanteet ja soistumat. Kaupungin hulevesistä riippuvaiset luonto- ja virkistyskohteet kartoitetaan, jolloin niitä voidaan suojella. Rakentamisen ja kunnossapitämisen lähtökohtana on olemassa olevien luonnonarvojen säilyminen, luonnon monimuotoisuuden lisääminen sekä Vantaalla uhanalaisten tai huomionarvoisten lajien elinolosuhteiden parantaminen (VH 2009, 24).

Muut hulevesiohjelman tavoitteet

Tavoitteina on turvata pohjaveden laadun parantuminen ja lisämuodostuminen sekä sen pinnan korkeustason säilyttäminen. Tällöin pohjavesi olisi tarvittaessa hyödynnettävissä. Tämä edellyttää, että uusilla alueilla pohjavedenpinnan aleneminen minimoidaan ja vanhoilla alueilla se pyritään palauttamaan lähelle luonnonmukaista tasoa (VH 2009, 25).

Vantaan vesialueiden kuten jokien, purojen, lampien ja kosteikkojen arvostusta halutaan nostaa. Avoimet kuivatusjärjestelmät tuovat kaupunkiympäristöön viihtyisyyttä ja monimuotoisuutta lisääviä kosteikko- ja vesialueita. Puhtaat vesistöt ja niiden eteen tehtävä työ lisäävät myönteistä mielikuvaa Vantaan kaupungista. Toimiva asukasryhteytyö edellyttää vuorovaikutteista suunnittelua ja avointa tiedottamista asiasta. Myös asukasryhmät ja yksittäiset asukkaat voivat osallistua ohjauksen avulla vesialueiden hoitoon (VH 2009, 25).

Yhteistyön merkitys korostuu uusien käytäntöjen omaksumisessa

Toimiva viranomaisyhteistyö ja tiedonkulku ovat merkittävässä asemassa hulevesiasioiden suunnittelussa. Se vaatii koko kaupungin yhteistä näkemystä asiasta. Onnistuakseen suunnittelu- ja rakentamisprosessi edellyttävät laaja-alaisuutta ja erilaista monipuolista osaamista. Erityisiä haasteita on maankäytön, rakentamisen ja vesihuollonsuunnittelun yhdistämisessä (VH 2009, 26).

Luonnonmukainen hulevesienkäsittely aiheuttaa muutoksia nykyiseen asemakaava-prosessiin, rakennuslupamenettelyyn, yleisten alueiden suunnitteluun, rakentamiseen ja kunnossapitoon. Luonnonmukaisten menetelmien käyttöönotto edellyttää uudenlaista ja monipuolisempaa osaamista kaikilta tahoilta (VH 2009, 27).

Toimintamallit ja tyyppikuvat onnistuneista hulevesiratkaisuista auttavat suunnittelua. Näiden laatimisessa hyödynnetään valtakunnallista ja Vantaan omista hankkeista kerättyä osaamista. Tämän lisäksi selvitetään laajempaa yhteistyömahdollisuutta valuma-alueen kuntien kesken ja Uudenmaan ympäristökeskuksen kanssa. On varauduttava avoimien hulevesijärjestelmien hallinnan ja ylläpidon vaatimiin resursseihin. Näiden taloudellisia vaikutuksia on selvitettävä (VH 2009, 28).

3. Hulevesisuunnittelun perusteita

Hulevedet on johdettava pois rakennetuilta pinnoilta, jotta ne eivät haittaisi alueen toimintoja ja rakenteita. Suomessa hulevedet johdetaan yleensä erillisviemäröintinä, joka merkitsee sitä, että ne johdetaan vesistöihin puhdistamattomina. Vanhemmilla keskusta-alueilla käytetään usein sekaviemäröintiä, jolloin hulevedet johdetaan jätevesien mukana puhdistamoihin. Tällöin hulevedet puhdistuvat, mutta rankkasateet ja tulvat voivat aiheuttaa isoja ongelmia puhdistamon toiminnassa ja jopa jätevesipäästöjä ympäristöön (Jormola 2008).

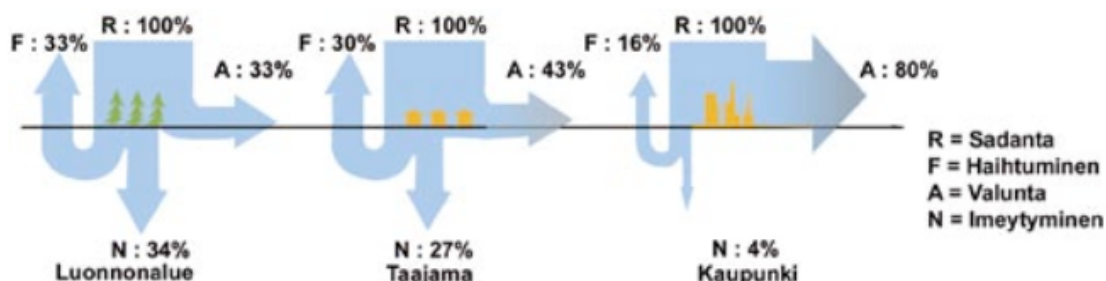
Kun hulevedet johdetaan heti sateen jälkeen sadevesiviemäreillä pois kaduilta, parkkipaikoista, pihoilta ja joissakin tapauksissa myös viheralueilta, estetään hulevesien pääsy maahan, kasvillisuuteen ja maan mikro-organismeihin. Tällöin jätetään kokonaan käyttämättä maaperän puhdistava vaikutus hulevesiin (Aphonon 2003). Samalla vaikutetaan suuresti veden luontaiseen hydrologiaan eli kiertokulkuun rakennetuilla alueilla.

3.1. Hydrologia ja sen perussuureet

Hydrologia tutkii veden esiintymistä, ominaisuuksia ja kiertokulkua maapallolla, veteen liittyviä ilmiöitä ja veden vuorovaikutuksia muun ympäristön kanssa (www.ymparisto.fi).

Hydrologian perussuureita ovat sadanta, haihdunta ja valunta. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että suurissa kaupungeissa sademäärät ovat noin 10% suurempia kuin niitä

ympäröivällä maaseudulla. Samalla kaupungistuminen vähentää haihduntaa, koska vesi ei imeydy rakentamisessa käytetyn tiiviin pinnan läpi maaperään. Tämä johtuu kasvillisuuden vähäisyydestä ja hulevesien tehokkaasta johtamisesta. Koska haihdunta vähenee, satanut vesi poistuu alueilta pintavaluntana (Kotola 2003, 24).



Kuva 1. Veden kierto luonnonalueella, taajamassa ja kaupungissa (Loukkaanhuhta 2005/a, 29).

Sadanta

Taajamissa hulevesien hallinnan ongelmana ovat ilmastonmuutoksen myötä kasvavat sademäärät ja lisääntyvät rankkasateet. Konkreettinen esimerkki rankkasateiden aiheuttamista mittavista ja laaja-alaisista vahingoista on kesän 2007 tapaus Porissa. Siellä hulevesien aiheuttamat vahingot olivat arviolta 20 miljoonaa euroa (Aaltonen, J., Hohti, H., jne. 2008, 8). Arvioidaan, että sademäärät tulevat kasvamaan Suomessa touko-syyskuun välisenä aikana 10-15 % vuosiin 2071-2100 mennessä ja pohjois-Suomessa ehkä vielä hiukan eteläistä maata enemmän. Vaikka sademäärien kasvu ei prosentuaalisesti ole suuri, on huomioitava, että rankkasateet tulevat voimistumaan. Kesäkauden rankimpien vuorokausisateiden arvioidaan kasvavan 10-30 % ja niistä kuuden tunnin rankimmat sateet vähintään saman verran, karkeasti arvioiden 15-40 % (Aaltonen, Hohti, jne. 2008, 112).

Haihdunta

Haihdunnan määrään vaikuttaa merkittävästi sadannan suuruus. Haihdunta voidaan jakaa erilaisiin muotoihin ja ne ovat haihdunta maan, lumen tai veden pinnasta, haihdunta kasvien ilmaraoista eli transpiraatio sekä kasvien pinnoille pidättyneen sadannan haihdunta eli interseptio. Haihdunnan erilaiset muodot ovat riippuvaisia ilmastollisista tekijöistä, haihdunnalle alttiin veden määrästä sekä kasvillisuuden ja maanpinnan laadusta (Koivusalo & Kokkonen 2003).

Valunta

Tiivis rakentaminen ja päällystetyt pinnat lisäävät pintavaluntaa voimakkaasti. Samalla veden imeytyminen maaperään ja pohjavesiin vähenee. Tästä on seurauksena pohjavesien pinnan merkittävä aleneminen. Mitä enemmän käytetään rakentamisessa tiivistä pintaa, sen nopeammin muuttuu sadanta pintavalunnaksi. Sadanta-valuntatapahtuman valuntakerroin eli välittömän valunnan ja sadannan suhde vaihtelee merkittävästi samallakin alueella. Yleensä voidaan sanoa, että mitä suurempi on sademäärä, sen suurempi on pintavalunta. Toisaalta tiivis pinnoite voi aiheuttaa pienilläkin sateilla jo suuren valunnan (Koivusalo & Kokkonen 2003).

3.2. Hydrologisesti terve kaupunki

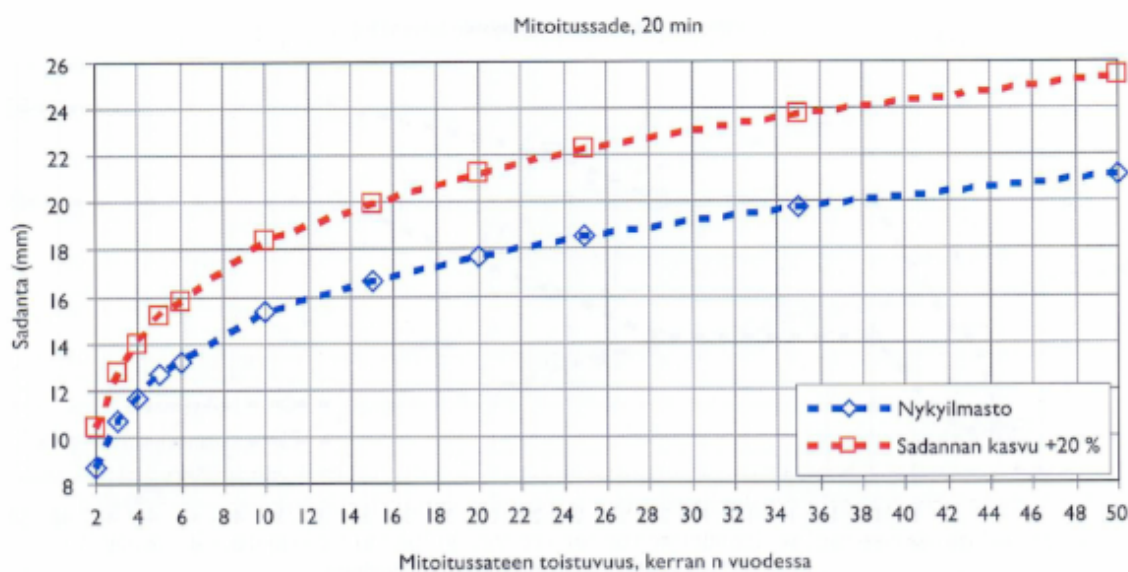
Kaupunkia, jonka hydrologia on tasapainossa, voidaan kutsua hydrologisesti terveeksi kaupungiksi. Monet kasvi- ja eläinlajit ovat sopeutuneet kaupunkiympäristöön, jolloin kaupunkiin muodostuu ehkä aivan ainutlaatuinen ekosysteemi. Tämä voi poiketa kaupunkia ympäröivän alueen ekologiasta melkoisesti. Vesi on tärkeää elementti kaupunkiympäristölle monella tavalla. Hydrologisesti terveessä kaupungissa maaperän vesiolosuhteet ja pienilmasto luovat kasvuedellytykset kaupunkien kasveille ja eläimille sekä lisäävät alueen viihtyisyyttä (Aphonen 2003, 27).

4. Hulevesisuunnittelu uusien haasteiden edessä

Kaupungistuminen lisääntyy kiihtyvällä vauhdilla. Tavoitteena on myös tiivistää jo olemassa olevaa kaupunkirakennetta. Tämän katsotaan olevan ekologista suunnittelua, koska suurempien keskittymien myötä arvellaan liikennemäärien vähenevän ja ilmastonsaastemäärien pienentyvän. Tiivistävän rakentamisen ekologisia vaikutuksia on kuitenkin tutkittava monipuolisesti ja kriittisesti. Tiivistävä rakentaminen vähentää ehkä liikennetarpeita ja parantaa joukkoliikenteen käyttömahdollisuuksia, jolloin infrastruktuurin käyttö on tehokkaampaa. Tiivistämisen seurauksena on kuitenkin rakentamattomien luonnonalueiden väheneminen. Rakentamisen myötä alueiden vesitalous, kasvillisuus, eläinlajit, ilmanlaatu ja pienilmasto muuttuvat (Jormola 2008, 41).

4.1. Haasteet lisääntyvät kaupungistumisen myötä

Kaupungistumisen myötä sademäärät lisääntyvät kaupunkialueilla keskimäärin 10 %. RATU-tutkimuksessa sademäärien on arveltu lisääntyvät jopa 20 %, mikä selviää kuvasta 2. Sadannan lisääntyminen johtuu ilmansaasteiden aiheuttamasta lisätiivistymisestä, karkeiden pintojen aiheuttamasta pyörteisyydestä sekä kohonneesta lämpötilasta. Tiivis rakentaminen ja lisääntynyt sateisuus lisäävät kokonaisvaluntaa, mikä lisää voimakkaasti pintavaluntaa. Nopea pintavalunta vähentää taas imeytymistä pohjavesivalunnaksi (Aaltonen, Hohti, jne. 2008).



Kuva 2. Ilmastonmuutoksen vaikutus sateisiin (Aaltonen, Hohti, jne. 2008, 95).

Tiiviissä rakentamisessa vettä pidättävän ja haihduttavan kasvillisuuden poistaminen, painanteiden tasaaminen, kaltevuuksien muuttaminen sekä maan pintakerroksen kuoriminen ja korvaaminen läpäisemättömällä rakennekerroksella lisäävät kaikki pintavaluntaa ja vähentävät veden haihduntaa ja imeytymistä maahan. Lisääntynyt pintavalunta ja sen tehokas johtaminen lisäävät minimi- ja maksimivalunnan eroja. Tämä aiheuttaa tulva- ja eroosio-ongelmia (Suunnittelukeskus 2007/4, 3).

Veden imeytymisen vähenemisen myötä pohjaveden pinta alenee ja pohjaveden virtaama uomiin vähenee. Kanadassa Ontariossa alueen rakentaminen pienensi pohjavesivaluntaa 50 %:sta 32 %:iin. Laajoilla kaupunkialueilla voi pohjaveden pinnan lasku vaikuttaa

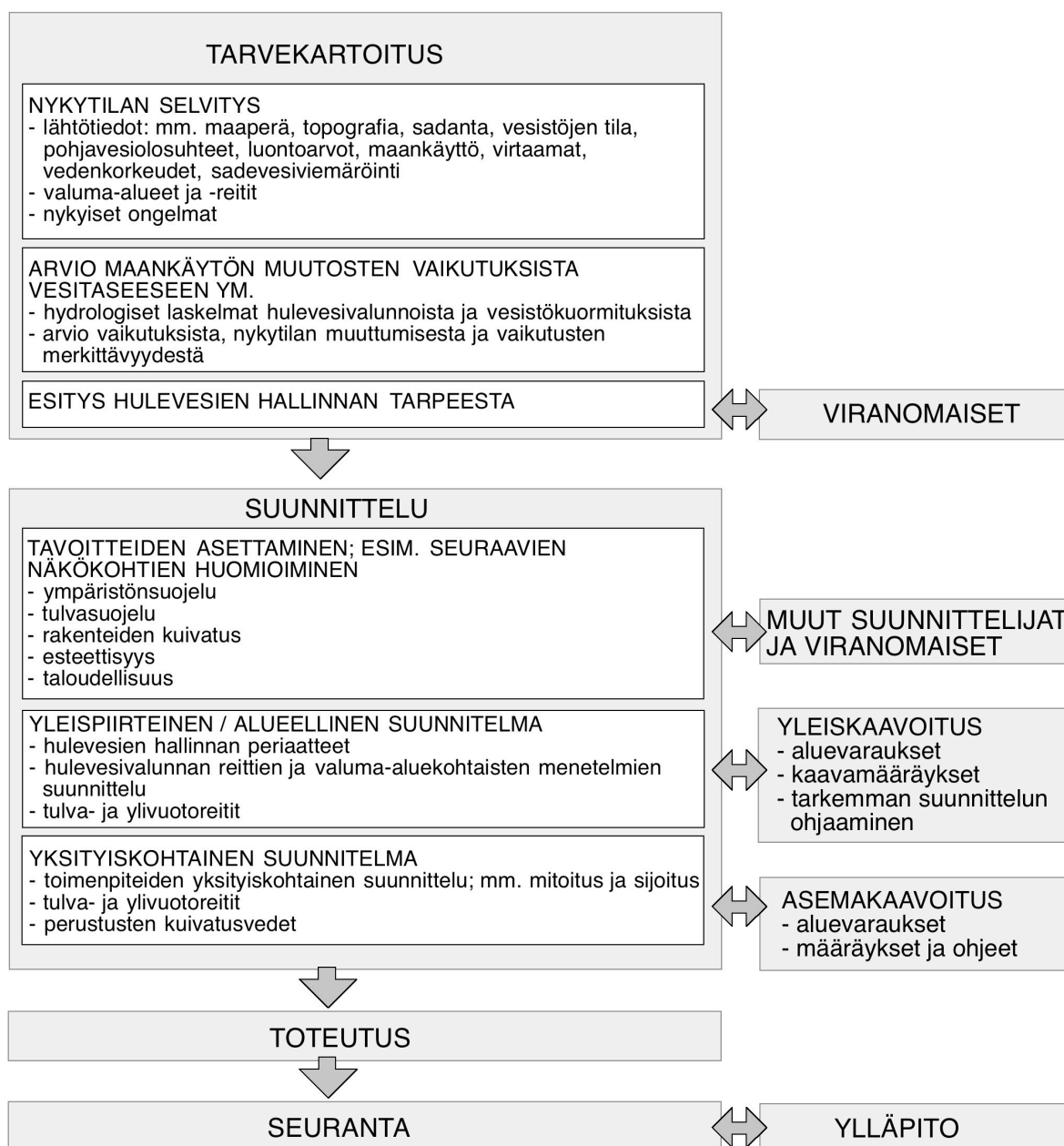
maaperän vesitalouteen merkittävästi. Tästä voi seurata kasvillisuuden elinolosuhteiden merkittävä heikkeneminen (Vakkilainen, Kotola & Numminen (toim.) 2005, 16).

Pohjaveden pinnan alentuessa maan pintakerrokset kuivuvat, mikä vaikuttaa kasvien vedensaannin heikkenemiseen. Maan mikrobitoiminta ja kasvien juuristo pitävät maanpinnan huokoisena, jolloin osa pintavalunnasta imeytyy. Kasvillisuuden puuttuessa maan pintakerros kuivuu ja tiivistyy entisestään, jolloin imeytyminen vähenee huomattavasti (Aphonen 2003, 16).

4.2. Haittojen ennaltaehkäisy on aina parasta suunnittelua

Tehokkainta hulevesien hallintaa on huomioida ne jo kaavoitusvaiheessa. Suunnittelu ei saa perustua pelkästään rakennettavan alueen hallinnollisten rajojen määrittämiseen, vaan sen lähtökohtana pitää huomioida maankäytön vaikutukset vedenkiertoon- ja laatuun koko valuma-alueella (Salminen & Rapola 2007). Hulevesityöryhmä on yhdessä Suunnittelukeskuksen kanssa laatinut hulevesien suunnitteluprosessista kuvan 3. Se kuvaa koko prosessin tarvekartoituksesta ylläpitoon asti.

Koska suunniteltavat alueet ja niissä virtaavat hulevedet ovat erilaisia, on mielekästä, että suunnitteluprosessi määritellään ja kuvataan aina etukäteen tarkasti. Tämän avulla kaikki mukana olevat osapuolet tietävät omat vastuualueensa prosessissa. Jos huomataan, että prosessin läpivieminen edellyttää lisäosaamista, tarpeen määrittely on helpompaa. Hulevesien hallinta on tärkeää rakennustyön alkamisesta työn valmistumiseen saakka. Rakentamisaikainen hulevesien hallinta on erityisen tärkeää, koska silloin vesiin liukenee erityisen suuri määrä kiintoainesta ja muita epäpuhtauksia, jotka kuormittavat lähivesiä ja muuta ympäristöä. Näiden vaikutukset pienvesistöön voivat olla hyvin suuret ja pitkäkestoiset (Suunnittelukeskus 2007/a).



Kuva 3. Hulevesien suunnitteluprosessi (Suunnittelukeskus 2007/a, 27).

4.3. Kasvillisuuden hyödyntäminen hulevesien hallinnassa

Kasvillisuuspintojen hyödyntäminen on tehokasta hulevesien hallintaa. Kasvillisuus sitoo, imee ja haihduttaa vettä, ja näin ehkäisee pintavaluntaa. Kasvillisuuden vastaanottamasta sadevedestä 95 % palautuu takaisin ilmakehään (Södertälje kommun 2001, 10). Kun hulevesi imeytyy maanperään kasvillisuuden peittämän pinnan läpi, se puhdistuu samalla tehokkaasti (Loukkaanhuhta 2005/a, 33). Kaikki viheralueet toimivat imeyttävinä pintoina.

Kerran tai pari kertaa kesän aikana niitettävä luonnonnurmi imeyttää ja viivyyttää vettä huomattavasti tehokkaammin kuin leikattu nurmipinta (Loukkaanhuhta 2005/a, 32).

Viherkatto ja kattopuutarha

Rakentamistehokkuuden lisääntyessä kattomassan suhteellinen määrä lisääntyy. Koska kattopinnan kautta vesi ei imeydy, hulevedet ovat suuri haaste erityisesti alueilla, joissa on joko suuria yhtenäisiä kattopintoja tai hyvin tiivistä pientä rakennetta. Usein näillä alueilla, joita ovat isot logistiset kohteet ja liikealueet, myös muun läpäisemättömän päällysteen määrä on suuri. Yhtä paljon päällystettyä pintaa omaavat tiiviit kerrostaloalueet olivat useilla tutkimusalueilla melko pienialaisia. Tämän vuoksi logistiikkakohteiden ja teollisuusalueiden kohdalla kannattaa miettiä kaikkia ratkaisuja, joiden avulla voidaan vähentää hulevesien kertymistä tai helpottaa niiden viivyttämistä ja imeytymistä (Tornivaara-Ruikka 2006).

Viherkatto viivyyttää ja haihduttaa kosteina jaksoina 10-35 % sadannasta ja kuivina kausina 65-100 %. Määrä on merkittävä erityisesti suuria kattomassoja sisältävillä alueilla. Tämä vähentää huomattavasti käsiteltävien hulevesien tarvetta (Cantor 2008, 17). Kattoja toimittaneen Vectegh Oy:n omien tutkimusten mukaan keskimäärin 50 % vuotuisesta sadannasta imeytyy ja viivästyy viherkattoon, mikä viittaa samoihin määriin kuin Cantorin tutkimukset. Toinen etu viherkatoissa perinteisiin kattoratkaisuihin verrattuna on niiden eristeomaisuus, joka kannattaa huomioida investointia mietittäessä. Vegtech on itse tutkinut, että niiden lämmöneristyshyöty perinteiseen kattorakenteeseen verrattuna on noin 8 %. Viherkatto suojaa kattorakenteita UV-säteilyltä, joka joidenkin tutkimusten mukaan voi vähentää lämpötilavaihteluita jopa 70 % (Rakennustietosäätiö Oy 1999, 1).

Viherkatoissa on kaksi eri tyyppistä rakennetta. Ekstensiivinen kansirakenne eli laaja-alainen kattokasvillisuus on matalaa, ja se voidaan asentaa kattoihin, joiden kaltevuus on 0 - 30 astetta. Kasvit, jotka soveltuvat tähän kattoratkaisuun, ovat mehikasvit ja sammaleet, koska ne eivät vaadi varsinaista kasvualustaa. Katon hoito edellyttää keväistä lannoitusta ja roskien poistamista (Vegtech Oy/Envire VRJ Grop 2009).

Intensiivinen viherkatto soveltuvat pienempimuotoisiin ratkaisuihin. Kasvillisuutena voidaan käyttää kestäviä perennoja, maanpeitekasveja, heiniä, pensaita ja puita sekä

rajoitetuissa määrin havukasveja. Kasvilajikkeita valittaessa on kiinnitettävä huomiota niiden soveltuvuuteen katoilla oleviin ankariin kasvuolosuhteisiin. Kasvit, joiden juuret ovat paalujuuria eli syvälle kasvavia, eivät sovellu kattokasveiksi, koska kasvualusta ei voi olla kovin syvä. (Vegtech Oy/Envire VRJ Group 2009).

Rakennustietosäätiön suunnitteluohjeiston mukainen viherkattotyyppien jako

Rakennustietosäätiön 1999 julkaisemissa ohjetiedoissa kattokasvillisuus jaetaan kolmeen eri ryhmään katon käyttötarkoituksen ja rakenteen sallimien kuormien mukaan. Hoitoluokka näissä noudattaa Kaupunginpuutarhurien Seura Ry:n taajaman viheralueiden hoitoluokitusta.

Jako ryhmiin on seuraavanlainen:

Rehevä kattopuutarha VIH1, joka on tasakaton soveltuva, oleskeluun sopiva ja hoitoa vaativa kasvillisuusalue. Kasvialustan vahvuus mahdollistaa puiden ja pensaiden istuttamisen. Ainoa rajoite on puun koko ja juuriston kasvutapa. Hoitoluokka on AI.

Karu kattopuutarha VIH2, joka soveltuu tasakatoille, on hoitoa vaativa ja oleskeluun soveltuva ratkaisu. Ratkaisussa kasvialustan syvyys rajoittuu rakenteiden kantavuuden vuoksi. Istuksissa voidaan käyttää matalia pensaita ja maanpeittokasveja, jotka sietävät karuja kasvuolosuhteita. Hoitoluokka AII.

Viherkatto VIH3 on tasa- tai kalteva kattorakenne, jota ei käytetä oleskeluun ja joka on myös helppohoitoinen. Kasvillisuutena on karujen luontotyyppien kasvillisuutta kuten sammalia, maksaruohoja ja kuivan niityn kasveja. Kasvillisuus valitaan siten, että se selviytyy ja uusiutuu karuissa olosuhteissa omavaraisesti. Enemmän hoitoa vaativat turvekatot, jotka niitetään ajoittain, kuuluvat myös tähän ryhmään. Hoitoluokka AIII (Rakennustietosäätiö Oy 1999, 2).

Kerroksellinen kasvillisuus

Erityisen tehokasta hulevesien kannalta on kerroksellinen kasvillisuus. Tällöin kasvimassan määrä on suuri, jolloin imevää ja haihduttavaa pintaa on paljon. Juuriston määrä on myös suuri, joka pitää kasvialustan huokoisena ja huokoinen kerros on laaja, jolloin veden imeytyminen maahan on tehokasta. Suuri juuristomassa hyödyntää vettä

tehokkaammin kuin yksittäiset kasvit tai kasviryhmät. Kerroksellinen kasvillisuus merkitsee käytännössä, että samassa tilassa kasvaa puita, joiden alla pensaita ja näiden alla aluskasvillisuutta kuten peittoperennaa (Hirst 2008).

4.4. Läpäisevät päällysteet vähentävät pintavaluntaa

Läpäisevien pintojen käyttö edistää hulevesien imeytymistä maaperään. Periaatteena on, että mitä parempi on alueella veden läpäisykyky, sitä pienempi määrä vedestä jää lammikoitumaan maan pinnalle tai kulkemaan pintavaluntana. Taulukossa 2 sivu 25 esitetään erilaisten pinnoitteiden valumakertoimet. Valumakerroin on hulevesistä prosentuaalisesti se määrä, joka ei imeydy pinnoitteen läpi maan alimpiin kerroksiin vaan kulkeutuu pintavaluntana. Imeytyminen on riippuvainen sateen kestosta ja määrästä. Esimerkiksi lyhyenkään rankkasateen aikana vesi ei ehdi imeytyä maan pinnan läpi vaan se kulkeutuu pintavaluntana pinnan muodon mukaan. Läpäisemättömien pintojen, kuten asfaltin mitoitus on suunniteltava tarkoin, jolloin pintavaluntaa voidaan vähentää (Aphonon 2003, 39).

Avoin asfaltti

Tavarantoimittajat ovat kehittäneet erilaisia tuotteita, kuten avointa asfalttia, joiden valumakerroin on perinteistä asfalttia pienempi. Asfalttirakenteiden suunnitteluoppaan mukaan avoin asfaltti (AA) on kehitetty ensisijaisesti pysäköinti- ja urheilualueiden sekä suhteellisen kevyesti liikennöityjen kenttien ja pihojen päällysteeksi. Huokoisen rakenteen ansiosta päällyste läpäisee hyvin vettä ja soveltuu siksi kohteisiin, joissa hulevesien johtaminen sadevesiverkostoon ei ole mahdollista (Lemminkäinen Oyj 2006). Jotta rakenne toimii tarkoitetulla tavalla, on alla olevan rakenteen oltava läpäisevä. Läpäisevien asfalttien ongelmana on pidetty rakenteen huokostilavuuden nopeaa tukkeutumista (Suunnittelukeskus Oy 2007/1).

Päällysteiden valinnalla on suuri merkitys

Rakennetut päällysteet voidaan jakaa sorakäytäviin ja -kenttiin, hiekkasaumoin kivettyihin pintoihin, tiivissaumaiseen kiveykseen sekä betoniin ja asfalttiin. Sorapinnoitteisten alueiden läpi hulevesistä imeytyy keskimäärin 50 % maanpinnan alapuolisiin kerroksiin. Määrä on tietysti riippuvainen pinnan muodosta. Jos alue on hyvin rinteinen, osa vedestä

kulkeutuu pintavalunta matalammille alueille ja siten vähentää imeytymisen suhteellista määrää. Asfalttiin verrattuna ero on kuitenkin merkittävä, joten siellä, missä sorapintainen päällyste on luonnollinen ja toimiva, se kannattaa valita asfaltin sijasta (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003). Tiivissaumaisen kiveyksen valumakerroin on 0,80 eli sama kuin asfaltilla, mutta käytämällä leveämpiä samoja kiveyksen välissä, saadaan valumakerroin putoamaan n. 10 % eli 0,70:een.

5. Hulevesien hallintasuunnittelun perusteet

Kun ryhdytään laatimaan hulevesien hallintasuunnitelmaa, on päätettävä, minkä sademäärän mukaan mitoitus tehdään. Tämä vaikuttaa mm. imeytys- ja viivytystä varten varattavien alueiden kokoon. Perinteisesti mitoitusmääränä on Suomessa käytetty 10 mm sadetta eli 125 l/s/ha (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 121), mutta opinnäytetyössäni mallikorttelien suunnittelua tarkastelteltiin Vantaan hulevesien mitoitusperiaatteen mukaisesti 2, 8, 20, 30 ja 40 mm sademäärillä (Määttä 2010a, 5). Vantaan hulevesijärjestelmän mitoitusperusteena on pääsääntöisesti käytetty kerran 2-3 vuodessa toistuvaa 15 minuutin kestoista sadetta, jossa sademäärä on 120 l/s/ha. Sekä valumakertoimet että hidastuvuudet on määritelty yleisesti käytössä olevien 1970-luvulla määriteltyjen ohjeiden mukaan (VH 2009, 13). Mitoitussade määritellään ottamalla huomioon sateen rankkuus, kesto aika ja toistuvuus. Pienellä paikkakunnalla ja maaseudulla käytetään usein pienempiä mitoitusstateita kuin kaupunkien keskusta-alueilla, koska harvaan rakennetuilla alueilla tulvimisen aiheuttamat vahingot ovat usein vähäisempiä (Aaltonen, Hohti, jne. 2008, 11).

5.1. Mitoitusperusteet

Kuivatussuunnitelman teko perustuu mitoitushydrologian kaavoihin. Vaikuttavia suureita ovat virtaama (Q), valuma-alue (F), valumakerroin (u) ja sateen rankkuus (i) (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Virtaama

Virtaama on aikayksikössä uoman tietyn poikkileikkauksen kautta virtaavan veden määrä. Yksikköinä käytetään joko l/s tai m³/s. Mitoitusvirtaama eli pintaveden maksimivirtaama

lasketaan kesäkauden rankkasateen tai lumen kevät sulamisen perusteella. Perinteinen sadevesiviemärin mitoitus perustuu yleensä rankkasateen aiheuttamaan mitoitukseen ja avo-ojituksen mitoitus valuma-alueen pinta-alaan. Kun valuma-alueen koko on 10-100 ha (taulukko 1), valitaan rankkasateesta tai lumen sulamisen seurauksena syntyvästä virtauksesta suurempi (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Taulukko 1. Mitoitusvirtaama on riippuvainen valuma-alueen pinta-alasta (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119)

Valuma-alue (ha)	Mitoitusvirtaaman aiheuttaja
< 10	Rankkasade
10 - 100	Rankkasade tai lumen sulaminen
> 100	Lumen sulaminen, poikkeuksena rakennetut ja viemäroidyt alueet

Valuma-alue

Valuma-alueella tarkoitetaan vedenjakajan rajaamaa kokonaisuutta, jolta pintavedet, purot ja joet virtaavat ja kerääntyvät siirtyäkseen eteenpäin yhä suurempiin vesistöihin (Suomen ympäristökeskus 2009). Valuma-alueen koko määräytyy maaston pinnanmuotojen, katujen, alueen rakennusten ja muiden veden virtaamista estävien rakenteiden ja jo sadevesiviemäroityjen alueiden mukaan (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Valumakerroin

Rakennetuilla alueilla pois valuvan veden osuutta sadannasta kuvataan valumakertoimella, jolla tarkoitetaan alueelle keskimäärin satavan vesimäärän ja sieltä pois virtaavan veden suhdetta. Valumakertoimen suuruuteen vaikuttaa myös se, huomioidaanko sadannoissa pienet sateet, jotka eivät yleensä aiheuta valuntaa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Melanen on tutkimuksissaan vuonna 1982 esittänyt pientaloalueiden valumakertoimeksi 0,10 ja kerrostalo-alueiden, joista 69 % on päällystettyä pintaa, valumakertoimeksi 0,39.

Pientaloalueilla valumakerroin voi olla lähellä luonnontilaista aluetta, kun taas kerrostaloalueilla ne ovat moninkertaiset. Kerrostaloalueilla voi jo pienikin sademäärä aiheuttaa pintavaluntaa heti sateen alkamisen jälkeen, kun taas pientaloalueilla sade

imeytyy tonttialueille (Jormola 2008). Melasen tutkimusten jälkeen on päällystetyn pinnan käyttö lisääntynyt myös pientaloalueilla, joten Suomen kuntatekniikan yhdistyksen Katu 2002 julkaisussa näiden alueiden valumakertoimeksi on määritelty 0,25 -0,20, mikä ilmenee taulukossa 2.

Taulukko 2. Kaupunkiolosuhteisiin soveltuvat alueelliset valumakertoimet (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 120)

Alueen laatu	Valumakerroin
Umpinaiset kerrostalokorttelit /kestopäällysteiset pihat	0,80
Umpinaiset kerrostalokorttelit /sorapäällysteiset ja istutuksia sisältävät pihat	0,70
Avoimet kerrostalokorttelit	0,60 - 0,40
Rivitaloalueet tai vastaavat	0,35
Omakotialueet / pienet tontit	0,30 - 0,25
Omakotialueet / suuret tontit	0,25 - 0,20
Suurehkot puistoalueet, joutumaat	0,10 - 0,05

Valumakerroin on siis luku, joka kertoo, kuinka iso osa vedestä on huomioitava kuivatuksen mitoituksessa. Muu osa vedestä imeytyy maahan pohjavedeksi, haihtuu tai pidättyy kasveihin. Valumakertoimeen vaikuttavat mm. valuma-alueen koko, pinnan vedenläpäisevyys ja maaston kaltevuus. Kertoimen arvo sijoittuu lukujen 0,1 - 1,0 välille ja esimerkiksi luku 1,0 kertoo sen, että kaikki vesi valuu pintavaluntana pois alueelta. Taulukossa 3 on esimerkkilukuja, jotka kertovat pintavalunnan eroista ja joita voidaan käyttää suunnittelun apuna.

Sateen rankkuus

Sateen rankkuus kertoo lyhyenä ajanjaksona tietylle alueelle sataneen veden määrästä. Sateen kestoksi on määritelty sama aika kuin viemärintialueella esiintyvä pisin virtausaika, kuitenkin vähintään 10 minuuttia. Yleensä Suomessa käytetään 10-15 min. kestoaikaa. Sateen rankkuus on riippuvainen myös sen kestosta. Mitä suuremmasta rankkasateesta on kysymys, sen harvemmin se esiintyy. Suomessa mitoitetaan viemärit

yleensä 1 - 3 vuoden väliajoin toistuvien sateiden mukaan. Helsingissä mitoitetaan sekajärjestelmän viemärit kerran kolmessa vuodessa toistuvat sateen mukaan. Tällaisen sateen keston ollessa 10-15 min. saadaan sateen rankkuudeksi Helsingissä noin 130-150 l/s ha eli noin 0,8 mm/min.(Aaltonen, Hohti, jne 2008, 12). Kunnallisen vesihuollon neuvottelukunnassa on todettu, että alueilla, joilla tulvat ovat erityisen haitallisia, viemärit tulisi mitoittaa siten, että ne toimisivat padottamatta kerran 5-10 vuodessa toistuvalla sateella (Aaltonen, Hohti, jne 2008, 11).

Taulukko 3. Valumakerroimen arvot pinnan laadun mukaan (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 120).

Pinnan laatu	Valumakerroin
Katto	0,90
Betoni ja asfaltti	0,80
Tiivissaumainen kiveys	0,80
Kiveys hiekkasaumoin	0,70
Hyväkuntoinen soratie	0,50
Nurmetettu luiska	0,50
Paljas laakeahko kallio	0,40
Sorakenttä ja -käytävä	0,30
Puistomainen piha	0,20
Puisto, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen tiheäkasvuinen metsä	0,05

Rankkasateen aiheuttaman virtaama

Rankkasateen virtaama lasketaan kaavalla

$$Q = i \times u \times F$$

Q = virtaama

i = mitoitussateen rankkuus (l/s ha)

u = valumakerroin (0-1)

F = valuma-alueen pinta-ala (Katu 2003 s. 120)

Kevätylivaluma (Hq) ja lumen sulaminen mitoittavana tekijänä

Kevätylivaluma on tietyn ajan toistuva, tietyn ajanjaksona keväällä virtaavan lumen sulamisveden suurin määrä pinta-alayksikköä kohden. Yksikkö on l/s ha tai l/s km². Kevät-ylivaluma on tärkeää huomioida viemäröimättömillä alueilla. Lumen sulaminen otetaan huomioon mitoittavana tekijänä silloin, kun valuma-alue on suurempi kuin 100 ha (1 km²), jos alueella ei ole viemäröintiä (KATU 2002, 121).

5.2. Talviaikainen kunnossapito on huomioitava suunnittelussa

Talviolot eli maan routaantuminen, lumi- ja sen sulaminen sekä vesialueiden jäätyminen ovat suuri haaste luonnonmukaiselle hulevesien suunnittelulle ja käsittelylle. Hulevesien kokonaisvalunnasta syntyy huomattava osa keväällä lyhyenä aikana, kun lumi ja siihen kerääntyneet epäpuhtauden lähtevät sulaessaan liikkeelle. Vesisateet voivat myös sulattaa lunta nopeasti. Routaantumisen myötä veden imeytyminen maahan on vähäistä, jolloin pienetkin sateet voivat aiheuttaa tulvia (Jormola 2008, 48).

Veden haihtuminen ja rakenteiden kuivuminen on hidasta kylmissä talviolosuhteissa, joten rakenteiden kuivauksesta on huolehdittava hyvin, jotta estetään kosteusvauriot. Kuivatus varmistaa, että painanteiden pintakerrokset eivät jäädy läpäisemättömiksi, jolloin ratkaisut toimivat talviaikaan. Kun ratkaisu toimii mahdollisimman tehokkaasti, se tasaa mm. katuvesien suolan kuormitusta maaperään. Runsaimmin suolaa katuvesissä on heti sulamisen alkuvaiheessa. Kun sulamisvesiä johdetaan painanteisiin jatkuvasti, voi myöhempi sulamisvesi laimentaa suolapitoisuutta ja näin parantaa kokonaistilannetta (Jormola 2008, 48).

Kosteikkoja ja lampia suunniteltaessa on huomioitava, että jäässä oleva vesialue toimii sulamisvesien ja talvisadannan varastoalueena. Sulamisvesien tulisi mahtua jäätyneissä kosteikoissa ja lammissa varastoitumaan jään päälle haittaamatta (Jormola 2008, 49).

6. Luonnonmukaiset hulevesien käsittelykeinot

Hyvä taajamahydrologian hallinta edellyttää valuma-alueiden huomioimisen myös rakennetuilla alueilla. Sadevedet pitäisi voida imeyttää myös kaupunkialueilla maaperään. Tämä edellyttää vaatimuksia kaavamääräyksissä. Tonteille, viher- ja katualueille on varattava riittävästi tilaa hulevesien imeyttämiseen, viivytämiseen ja johtamiseen. Imeyttäminen ei ole aina mahdollista, mutta sitä tulisi suosia ensisijaisena vaihtoehtona silloin, kun se on mahdollista (Loukkaanhuhta 2001).

6.1. Imeyttäminen

Imeyttämällä hulevedet ympäröivään maaperään, estetään pintavalunta ja rajoitetaan sen tuottama eroosio ja haitat. Imeytysmenetelmä voi olla hajautettu tai keskitetty. Käytettävä tapa valitaan kyseiseen kohteeseen aina parhaiten sopivaksi. Jos alueen korkeustasot ovat vaihtelevat, on helpompi ehkä valita useita erillisiä imeytysalueita, jolloin vähennetään voimakkaasti rinteessä virtaavien vesien aiheuttamaa eroosiota (Suunnittelukeskus 2007).

Suunnittelussa on huomioitava alueen tarvitsema tila ja etäisyys rakennuksista, olemassa oleva pohjaveden korkeus sekä maaperän vedensitomiskyky. Moreeni- ja kivennäismaat ovat imeytyksen kannalta parhaimpia, koska vesi suodattuu niiden läpi helpoimmin pohjavedeksi. Imeytysmenetelmiä ei ole suositeltavaa käyttää suolattavilla tiealueilla tai teollisuusalueilla, koska hulevedet saattavat sisältää silloin huomattavia määriä epäpuhtauksia (Suunnittelukeskus 2007, 18).

Hydrologisessa mitoituksessa on imeytyspainanteiden suunnittelua varten tehty seikkaperäisiä ohjeita. Imeytyspainanteet mitoitetaan siten, että niihin mahtuu seudun tyypillinen rankkasateen valunta, joka sitten imeytyy viiveellä pohjamaahan. Painanteen vapaa vesitilavuus ja alapuolisen maaperän huokostilavuus viivytävät valuntaa. Suurempia valuntoja varten rakennetaan hallittu ylivuotoreitti joko muualle lähimaastoon tai avouomia ja painanteita pitkin vesistöihin. Tiiviillä rakennetulla alueella ylimääräinen vesi on johdettava hulevesiviemäriin, jos muuta mahdollisuutta ei ole (Jormola 2008, 41).

Hulevesikaivojen kansien korkotason suunnittelulla voidaan päättää, millaisten sateiden valumat johdetaan hulevesiviemäriin ja millaiset määrät pyritään imeyttämään maastoon.

Tämä vaatii uutta ajattelua perinteiseen hulevesisuunnitteluun nähden. Tiiviisti rakennetuilla alueilla tarvitaan hulevesiviemäriä hulevesien lisäksi myös rakennusten perustusten kuivausta varten. Kun osa hulevesistä käsitellään luonnonmukaisesti imeyttämällä ja viivyttämällä, voi hulevesiviemärien mitoitus olla pienempi. Näin luonnonmukainen hulevesien käsittely tukee hyvin myös täydennysrakentamista (Jormola 2008, 47).

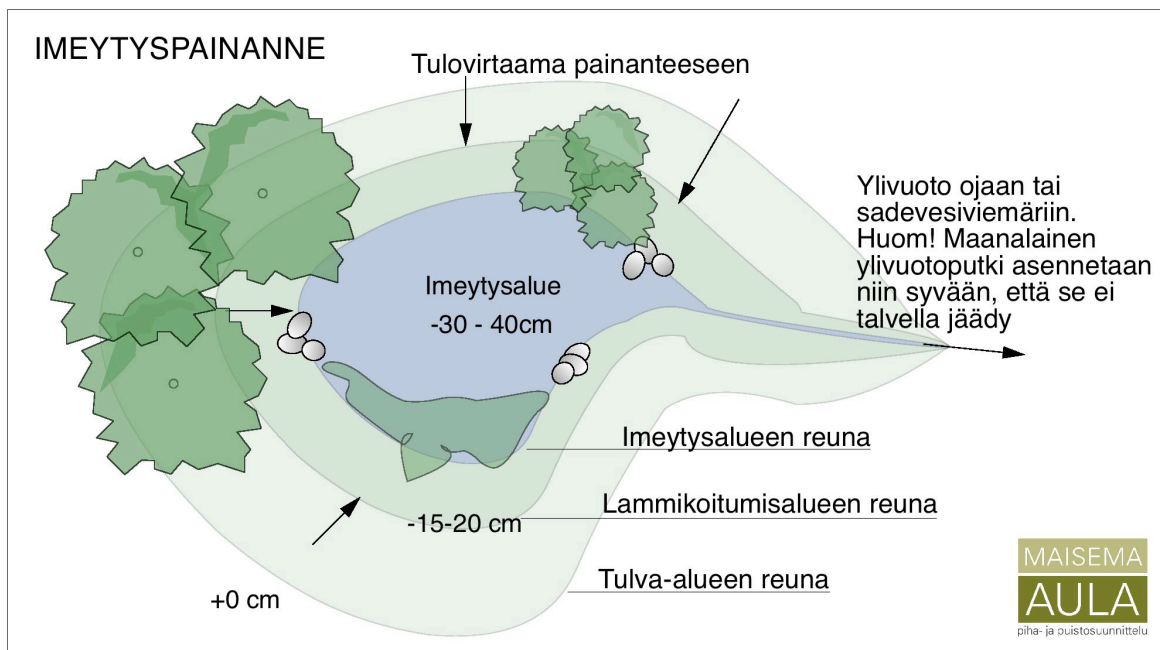
Sadepuutarhat eli biopidätyspainanteet

Veden väliaikaista imeytystä ja viivytystä varten on kehitetty erilaisia suunnitteluratkaisuja. Näiden avulla hulevesien luonnonmukainen käsittely saadaan ympäristön asukkaiden hyväksymäksi, koska seisovaa vettä ei koeta yleensä miellyttäväksi, ellei se ole tarkoituksellista. USA:ssa on lanseerattu termi sadepuutarha (raingarden), joka luo myönteisen kuvan hulevesien imeytys- ja viivytyalueesta. Sadepuutarha on luonnon- tai koristekasveilla istutettu biopidätyspainanne, jonne hulevedet johdetaan imeytymään pohjamaahan. Sadepuutarha voi olla myös japanilaistyyppinen sora- tai kivikkoalue, joka on kaunis myös kuivana aikana (Jormola 2008, 45).

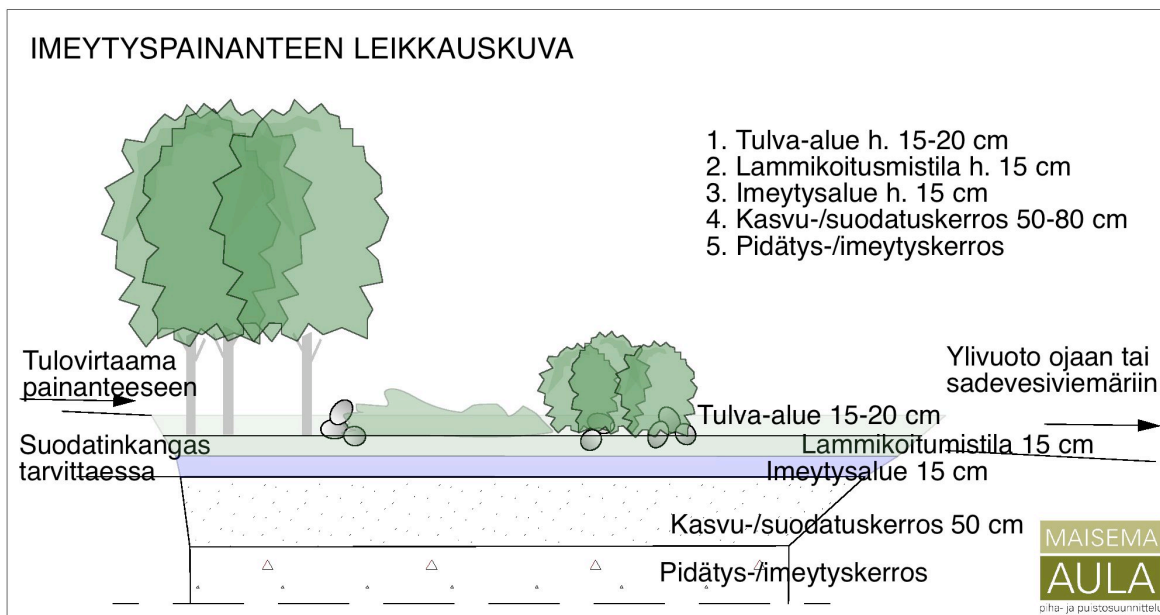
Sadepuutarha sijoitetaan yleensä minimissään 3 metrin päähän rakennuksista, mutta mielellään kauemmaksi. Alueen on oltava ympäröivää maastoa alempana, jotta vesi valuu luontaisesti pintavaluntana siihen. Viivytystilavuus on oltava 1 m³ kutakin 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Näiksi luetaan kaikki kattopinnat, asfalttipinnat sekä kivillä ja laatoituksilla päällystetyt pinnat (Hyöty 2010, 2). Imeytysaltaat ovat 20-30 cm syvyisiä riippuen maaperän vedenjohtavuudesta ja sademääristä (Aphonon 2003, 48).

Vesi lammikoituu painanteen kasvikerroksen päälle ja tavoite on, että vesi imeytyy siitä noin 1 - 2 vuorokauden aikana ympäröivään maastoon. Tämä on tärkeää erityisesti pohjoisissa oloissa jäätymisen estämiseksi (Jormola 2008, 46). Jos veden läpäisykyky ei ole riittävä, vaihdetaan kasvualusta paremmin vettä läpäiseväksi. Kattovedet johdetaan painanteeseen kivettyjä painanteita tai kouruja pitkin. Painanne varustetaan aina ylivuotoreitillä. Se voi olla kohteesta riippuen putki tai painanne, jota pitkin vedet johtuvat voimakkaissa ylivalumatilanteissa ojaan tai sadevesiviemäriin (kuvat 4 ja 5). Rakenne toimii myös talvella, jos huolehditaan, että kasvialustan veden läpäisykyky on tarpeeksi

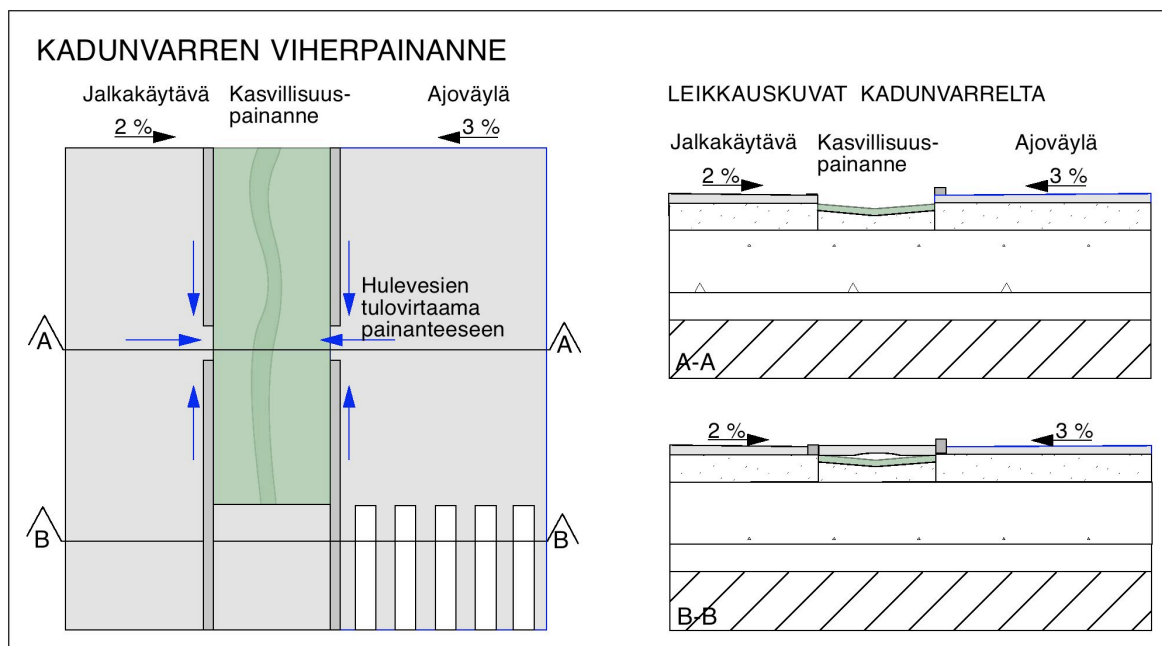
tehokas. Saman tyyppinen rakenne toimii myös katuvesien imeytyksessä, kuten kuvissa 6 ja 7 näkyy (Suunnittelukeskus 2007).



Kuvat 4. Rakennekuvat imeytys- eli biopidätysrainanteesta (Suunnittelukeskus Oy 2007/2 periaatteen mukaan Hakola 2010).



Kuvat 5. Leikkauskuva imeytys- eli biopidätysrainanteesta (Suunnittelukeskus Oy 2007/2 periaatteen mukaan Hakola 2010).



Kuva 6. Katujen hulevedet ohjataan viherpainanteisiin kiveyksissä olevien aukkojen avulla (Suunnittelukeskus Oy 2007/2 periaatteen mukaan Hakola 2010)

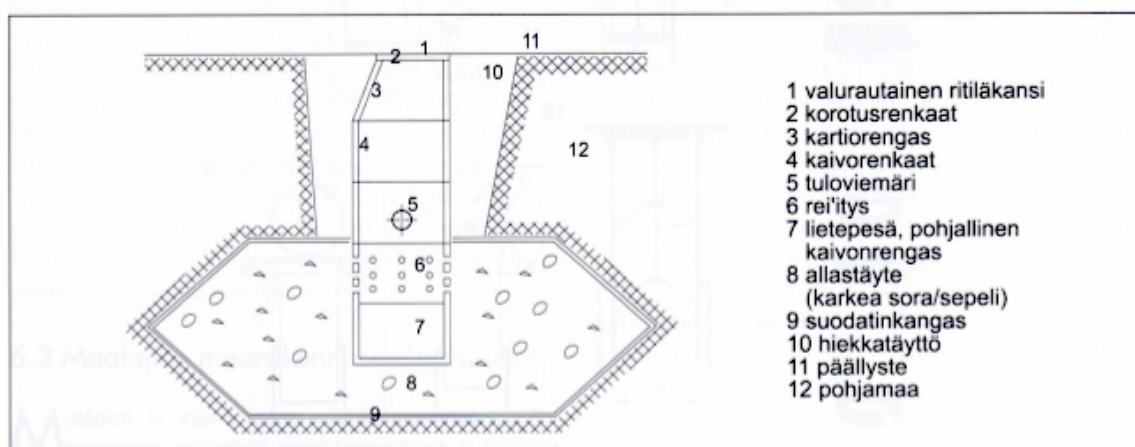


Kuva 7. Katuvesien imeytyspainanne. Kiveyksessä olevasta aukosta vedet johtuvat painanteeseen (Vegtech/Envire VRJ Group 2009).

Imeytyskaivannot

Imeytyskaivannot ovat alueita, jotka täytetään karkealla kiviaineksella. Rakenteesta esimerkkinä kuva 8. Kaivannosta hulevesi varastoituu kiviaineksen väleihin ja imeytyy vähitellen sitä ympäröivään maaperään. Imeytyskaivanto on yleensä pinnaltaan avoin ja

hulevedet ohjataan siihen pintavaluntana. Kaivanto voidaan sijoittaa myös maan alle, jolloin hulevedet johtuvat siihen salaojista tai sadevesiviemäreistä (Suunnittelukeskus 2007, 13).



Kuva 8. Kivipesän rakenteen esimerkki (Soini 2008, 97).

Imeytyskaivantojen tekniset ratkaisut

Kaivannossa voidaan käyttää myös tarkoitusta varten tehtyjä hulevesikasetteja -tai tunneleita, jotka valmistetaan muovista. Ne pystyvät varastoimaan vettä jopa 90-95% pinta-alastaan. Hulevesikasetit soveltuvat parhaiten suuriin kohteisiin, joissa sitä ympäröivä maaperä pystyy vastaanottamaan hulevedet.

Koska imeytyskaivannon toiminta perustuu varastoivan materiaalin tyhjiin huokostilaan, on rakenne eristettävä aina ympäröivästä maaperästä suodatinkankaalla, jotta tyhjä hulevettä varastoiva huokoistila ei täyty hienolla maa-aineksella. Avoimen imeytyskaivannon pintakerros on erotettava alemmasta hulevesirakenteesta, jolloin hienoaines ei pääse tukkimaan rakennetta (Suunnittelukeskus Oy 2007, 13).

Hulevesitunneli (kuva 9) soveltuu erityisesti pieniin hulevesien varastointi- ja imeytysratkaisuihin. Järjestelmä muodostuu hulevesitunnelimoduleista - ja näiden päätylevyistä, mikä mahdollistaa myöhemmän laajentamisen. Asennus voidaan toteuttaa yhtenä tai useampana linjana, jolla ei ole pituusrajoituksia. Tunneli voidaan asentaa tarvittaessa myös ajoneuvoliikenteelle varatulle alueelle, mikä helpottaa sen sijoittamista pienelle tontille. Moduli voidaan asentaa lähelle maanpintaa, mutta tarvittaessa jopa 2,5 metrin syvyyteen. Yhden modulin tilavuus on 300 litraa (Uponor 2009).



Kuva 9. Hulevesitunnelin rakenne (Uponor 2009).

Istutuslaatikot

Istutuslaatikot ovat rakennuksen välittömään yhteyteen rakennettavia altaita, joihin kattovedet ohjataan. Imeytymisen lisäksi laatikoissa voi olla myös kohtuullisen suuri viivytystilavuus. Kasvit, joita istutuslaatikoissa käytetään, valitaan sellaisiksi, että ne kestävät sekä pitkiä kuivia kausia että ajoittaista seisovaa vettä (Soininen 2010, 44). Istutuslaatikoiden rakenteessa on tärkeää, että vesi ei missään olosuhteissa joudu rakennuksien perustuksiin tai seinärakenteisiin.

6.2. Viivyttäminen

Runsaiden sateiden tai keväällä lumen sulamisen aikaan hulevesien viivyttäminen on tärkeää. Viivyttämisen avulla hulevesien virtaamaa hidastetaan ja vesi varastoidaan sitä varten rakennettuun alueeseen. Kun tulovirtaama vähenee, vesi purkautuu viivytyalueesta hallitusti vedelle tarkoitettuja reittejä eteenpäin. Näin vähennetään tulvien riskejä ja eroosiota (Suunnittelukeskus 2007/2, 31).

Viivytyvaiheessa vedet puhdistuvat, koska vedessä oleva kiintoaine ja muut epäpuhtauden laskeutuvat viivytyalueen pohjalle. Puhdistumista parantaa viivytyalueilla käytettävä kasvillisuus. Viivytyksessä käytettyjä ratkaisuja ovat kosteikko, lammikko, painanne sekä erilaiset rakennetut ratkaisut. Kosteikot ja lammet soveltuvat isompiin

valuma-alueisiin isomman tilantarpeensa vuoksi. Ne sijoitetaan usein viheralueiden yhteyteen ja jo olemassa olevien purojen ja ojien rinnalle (Suunnittelukeskus 2007/2, 31).

Kosteikko

Kosteikko on alue, jossa on suurimman osan vuodesta vettä ja kuivempinakin kausina se on kostea. Tämän takia kosteikossa on vesi- ja kosteikkokasveja. Kosteikot rakennetaan siten, että niissä on avoimia syvänveden alueita, jotka ovat ajoittain veden peitossa sekä harvoin, vain suurempien tulvien aikana veden alla olevia alueita. Kosteikon luontevin sijoittaminen on puron tai ojan yhteyteen rakennettu padottu alue. Tulva-aikana vesi nousee kosteikkoon ja viivästyy siellä, kunnes pääsee taas hallitusti jatkamaan uomaan pitkin. Kuivina kausina vesi on vain kosteikon syvimässä kohdassa (Suunnittelukeskus 2007/2, 31).

Kosteikot vähentävät tehokkaasti hulevesien typpikuormitusta. Tutkimuksen mukaan kosteikot voivat pidättää jopa 100 % vedessä olevista metalleista. Myös muut luonnonalueet puhdistavat pintavesiä merkittävästi (Kotola & Nurminen 2003, 24).

Kun kosteikot sijoitetaan hulevesien olemassa olevien purkureittien yhteyteen ja maaston alimpiin alueisiin, vältetään turhan raskaat rakentamiset ja veden virtaama kosteikkoon on luonnollista. Hyvä luiskakaltevuus kosteikoilla on 1:4 - 1:5. Putkuputki mitoitetaan siten, että vesi viivästyy kosteikossa enintään 3-5 vuorokautta (Suunnittelukeskus 2007/2, 31).

Lammikot

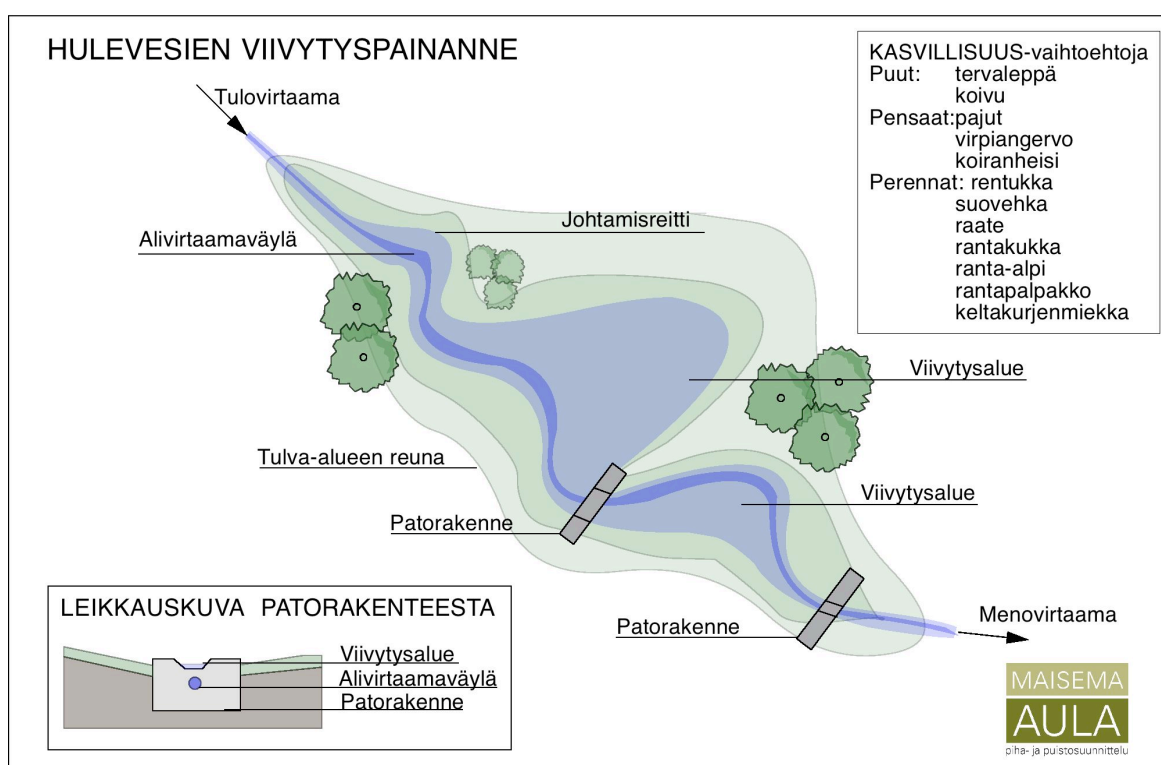
Hulevesilammikossa on vettä jatkuvasti, mutta siihen on varattu lisäaluetta viivästyttämistä varten. Näillä alueilla on yleensä runsaasti erilaista kosteikkokasvillisuutta. Lammikot ovat selvästi syvempiä kuin kosteikot eli noin 1-1,5 metriä, mutta enimmillään kuitenkin noin 2,5 metriä. Koska lammikot ovat niin syviä, tulisi yhden sen reunoista olla turvallisuuden takia hyvin loiva eli noin 1:10. Muut reunat rakennetaan 1:4 - 1:5 kaltevuudella. Lammikot edellyttävät yleensä aina kaivuu- tai pengerrystöitä (Suunnittelukeskus 2007/2, 33).

Lammikoissa säädellään viivytystilavuutta ja purkautuvan veden määrää padoilla ja erilaisilla juoksutusrakenteilla. Pato rakennetaan yleensä moreenista tai tiivistetystä savesta, joka verhoillaan kivillä. Pato tai pengeri varustetaan ylivuotoreunalla tai -putkella,

joka mahdollistaa sen, että lammikko tyhjenee 1-2 vuorokauden kuluessa täyttymisestään (Suunnittelukeskus 2007/2, 33).

Viivytyspainanteet

Viivytyspainanteet rakennetaan ympäristöä alemmina oleviin alueisiin, joissa vesi voi viivästyä ja lammikoitua ympäristöään haittaamatta. Viivytyspainanteen yhteyteen rakennetaan virtaaman säätelyä varten rakenne, jonka avulla painanne tyhjenee 2-3 vuorokauden aikana. Rakenne voi olla joko kiviaineksella rakennettu pato tai sadevesiputki. Tämän avulla myös vedessä oleva kiinteämpi maa-aines suodattuu vedestä vajotessaan painanteen pohjalle. Rakennetta suunniteltaessa on huomioitava sen puhdistaminen. Rakenne voi olla joko kasvillisuus- tai kivipeitteinen. Kuvassa 10 esitetään painanteen periaate. Jos rakenteeseen käytetään kiveä, kasvillisuuden puhdistava vaikutus jää hyödyntämättä (Suunnittelukeskus 2007/2, 34).



Kuva 10. Viivytyssäiliön rakenne (Suunnittelukeskus Oy 2007/2 periaatteen mukaan Hakola 2010).

Lammikoiden, kosteikkojen ja painanteiden ylläpito

Ratkaisujen ylläpidon kannalta on tärkeää, että kiintoaines kuten hiekoitushiekka voidaan poistaa luonnonmukaisista hulevesiratkaisuista. Nykyisin hulevesikaivoihin juuttunut hiekka poistetaan säännöllisesti, ja samoja toimepiteitä edellyttävät myös luonnonmukaiset ratkaisut. Hiekoitettavien teiden tievarsipainanteet on puhdistettava joka kevät kevätpuhdistuksen yhteydessä tai harvemmin, mutta silloin se on tehtävä perusteellisemmin. Tämän vuoksi painanteet olisi suunniteltava niin syviksi, että puhdistus ei ole välttämätöntä vuosittain (Jormola 2008, 50).

Kosteikoissa ja lammikoissa on niihin joutunut kiintoaines ruopattava ajoittain. Helpoimmin se onnistuu, kun altaiden alkupäähän tehdään erilliset esiselkiytysaltaat, joiden pohjalle kiintoaines kerääntyy (Jormola 2008, 50).

Rakennetut altaat ja kaivannot

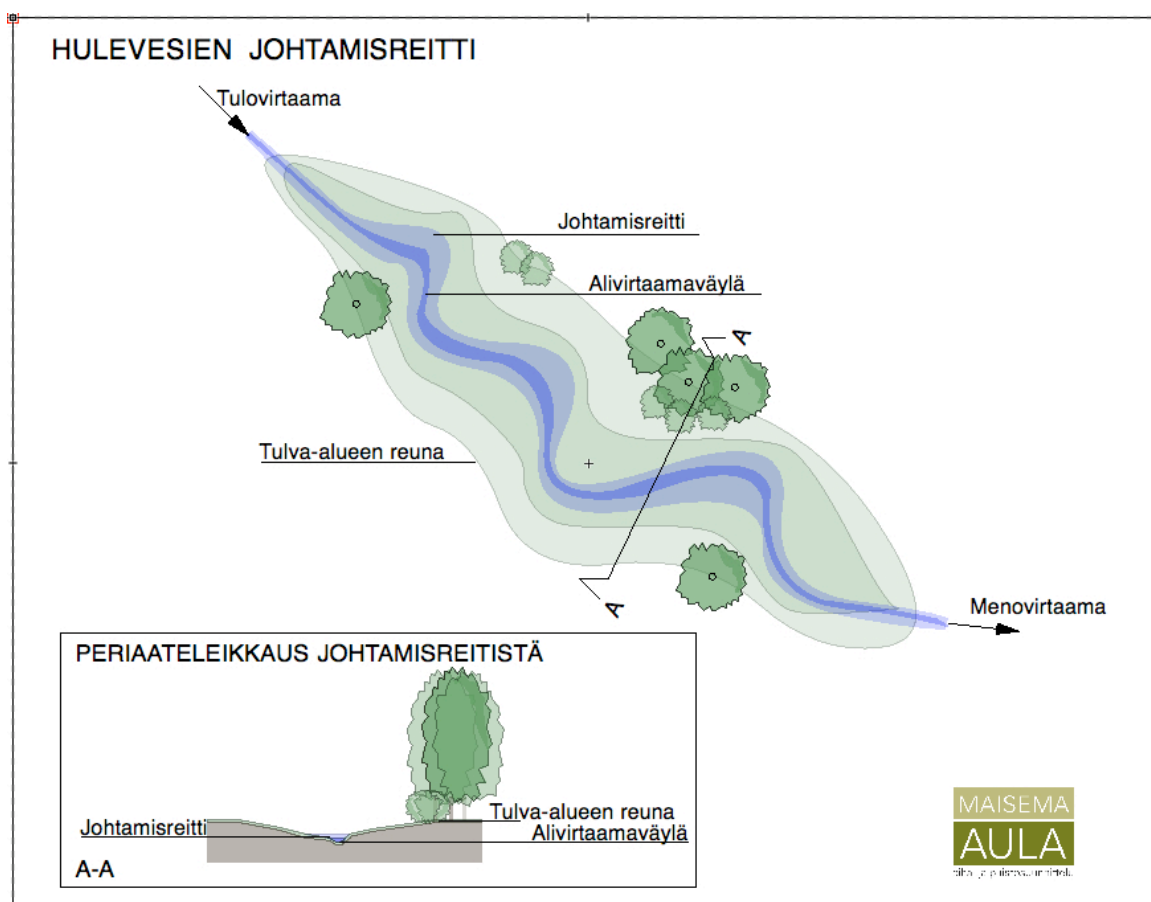
Rakennetut altaat ja kaivannot sopivat rakennettuihin kohteisiin kuten tiiviisiin kaupunkikortteleihin. Altaat rakennetaan luonnonkivestä tai betonista kohteesta riippuen. Altaissa on tavoitteena, että vesi olisi niissä pysyvä elementti, joten ne rakennetaan vesitiiviiksi. Turvallisuussyistä veden syvyys on yleensä vain joitakin kymmeniä senttejä. Rakennetut altaat varustetaan aina ylivuotoreitillä tai putkella, jolloin veden pintaa voidaan säädellä ja alue voidaan myös huoltaa (Suunnittelukeskus 2007/2, 35).

Viivytykskaivantojen periaate on samanlainen kuin imeytyskaivannoissa, mutta koska niiden tarkoitus ei ole vesien imeyttäminen, rakenteet varustetaan purkuputkella ja salaojituksella, joiden avulla kaivanto tyhjenee. Nämä ratkaisut toimivat silloin, kun ei voida käyttää maanpäällisiä ratkaisuja esimerkiksi tilan ahtauden takia (Suunnittelukeskus 2007/2, 35).

6.3. Johtaminen

Hulevesien johtamismenetelmien avulla hulevedet kootaan ja johdetaan hallitusti niitä varten varatuille imeytys- tai viivytyksalueille. Johtaminen voidaan toteuttaa joko pintajohtamisena tai putkijärjestelmiä käyttäen. Pintajohtamiseen voidaan käyttää kouruja ja kivettyjä painanteita, avo-ojia tai -puroja, viherpainanteita tai rakennettuja kanavia ja puroja, joissa vesi kulkee maan päällisenä. Putkijärjestelmiä ovat erilaiset salaojat ja

sadevesijärjestelmät. (Suunnittelukeskus 2007/2, 20). Kuvassa 11 näkyy hulevesien johtamisperiaate luonnontilaisella alueella.



Kuva 11. Huleveden johtamisreitti (Paunila & Rautamäki 1999 periaatteen mukaan Hakola 2010).

Soveltuvat käyttökohteet

Pintajohtaminen sopii erityisesti alueille, joissa on sitä varten tarvittavaa tilaa. Pienemmillä valuma-alueille kuten erillisten kiinteistöjen ja tonttien alueilla, pintajärjestelmiä voidaan käyttää siitä huolimatta, että ne on rakennettu tiiviisti. Jos valuma-alue on laajempi, pintajärjestelmät edellyttävät, että niitä varten varataan tilaa kiinteistöön kuuluvalta viheralueelta, katualueelta tai yleiseltä alueelta (Suunnittelukeskus 2007/2, 20).

Kourut ja kivetyn painanteet

Kourut ja kivetyn painanteet soveltuvat erityisen hyvin rakennettuun ympäristöön. Ne soveltuvat hyvin kiinteistöjen kattovesien tai pysäköintialueiden hulevesien johtamiseen

eteenpäin viheralueille, joissa ne voidaan viivyttää tai imeyttää. Esimerkkeinä katuvesien ohjaamisesta on kuvissa 12 ja 13.

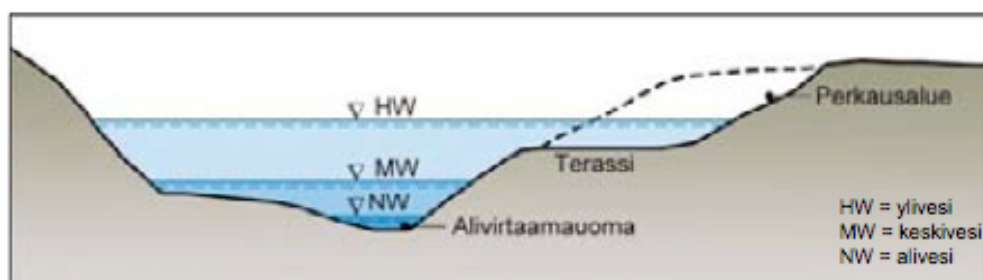


Kuva 12 ja 13. Hulevesien johtamisratkaisuja keskusta-alueilla (Hakola 2010).

Avo-ojat ja purot

Avo-ojat ja purot ovat periaatteeltaan samanlaisia, mutta niiden rakenne poikkeaa toisistaan. Avo-ojat ovat yleensä syviä ja jyrkkäreunaisia ja niihin voidaan johtaa myös salaojavesiä. Purot ovat pääsääntöisesti luonnon omia vesireittejä, joita voidaan kunnostaa ja suojella. Toimenpiteiden suhteen täytyy olla varovainen, että samalla ei häiritse puron omaa tasapainoa.

Jotta avouomien ekologinen tasapaino olisi mahdollisimman hyvä, kannattaa niiden pohjalle tehdä kapeampi alivirtaamauoma (kuva 14), joka säilyttää veden virtauksen myös kuivina kausina. Kun uoman reunalle rakennetaan terassi, tilaa riittää myös ylivedelle .



Kuva 14. Johtamisuoman kaksoisprofiili (Ramboil Oy 2007, 24).

Viherpainanteet

Viherpainanteen ovat yleensä matalia ja loivareunaisia, kasvillisuuden peittämiä ojia. Kaivanteita käytetään hulevesien johtamiseen, mutta niissä voidaan myös viivyttää tai imeyttää hulevesiä. Painanteet voivat olla matalia nurmikkopainanteita tai ne saattavat olla osin kivettyjä ja kasvitettuja viherelementtejä. Nurmikkopainanteiden suunnittelussa täytyy huomioida se, että nurmikko pystytään hoitamaan myös painanteiden pohjalta.

Koska painanteiden pinta on kasvitettu, ne eivät ole eroosiolle herkkiä kuten perinteiset ojat. Kasvillisuuden ansiosta huleveden puhdistuvat viherpainanteissa johtuessaan niissä eteenpäin, joten ne ovat suositeltavia, jos soveltuvat muuten maisemarakenteeseen.

Parhaimmillaan painanteiden pituuskaltevuus on loiva, noin 1-3 % ja enimmillään 5 %. Jos ne ovat jyrkempiä, vettä on padottava esimerkiksi kivirakenteilla. Leveys voi vaihdella metrillä kahteen riippuen käytettävästä tilasta ja siitä, onko vesiä tarkoitus viivyttää painanteissa (kuva 15).



Kuva 15. Viherpainanne, jonka pohjassa alivirtaama-oma (Hakola. 2010).

Rakennetut hulevesikanavat ja purot

Rakennetut hulevesikanavat ja purot ovat luonnonkivestä tai betonikivestä rakennettuja hulevesien johtamisreittejä (kuvat 16 ja 17). Kooltaan rakennetut kanavat tai purot voivat

olla hyvinkin pieniä, vain 20-30 cm leveitä tai toisaalta ne voivat olla maisemallisesti hyvinkin merkittäviä vesiaihteita.



Kuva 16. Vuosaaren Golfn alueen hulevesikanava (Hakola. 2010).



Kuva 17. Vuosaaren kanavaan johtuu myös hulevesiä (Hakola 2009).

7. Teoriasta käytäntöön - Vantaan kaupungin mallikorttelit

Vasta Vantaan kaupungilla harjoitellessani konkretisoitui se, miten laajaa ja monipuolista tietoa hulevesien luonnonmukainen hallinta edellyttää. Monet eri tekijät vaikuttavat hulevesien määrään ja käsittelyn mahdollisuuksiin ja nämä kaikki edellyttävät hyvää etukäteisselvitystä.

Mallikorttelien suunnitelmassa pyrin huomioimaan Vantaan hulevesiohjelman tavoitteet ja prioriteettijärjestyksen. Kohteissa pyritään hulevedet hallitsemaan nykytilanteen mukaan eli rakentamista edeltäneellä tavalla, jolloin rakentaminen ei lisäisi pintavirtaamia eikä tulvia. Mallikorttelit olivat tarkoituksellisesti erilaisia, jolloin jokaisessa kohteessa jouduttiin pohtimaan niihin parhaiten soveltuvia ratkaisuja.

Monipuolista osaamista mallikorttelien tarkastelussa

Vantaan kaupunki oli tilannut ulkopuolisen konsulttiyrityksen Finnish Consulting Group Oy:n (myöhemmin FCG) tutkimaan samat mallikorttelit ja tekemään niistä omat analyysit, suunnitelmat ja yhteenvedot. FCG on hyödyntänyt selvityksissään ja laskelmissaan osittain tekemiäni suunnitelmia, mutta näkökulma niissä on laajempi.

FCG on tutkinut mallikorttelit Vantaan mitoitusmalli-luonnoksen avulla. Tämä näkyy taulukossa 4. Mitoitusmalli-luonnoksen on laatinut dipl. insinööri Ulla-Maija Rimpiläinen Vantaan kaupungilta. Näin toimien haluttiin selvittää, millä toimenpiteillä oli konkreettista hyötyä hulevesien luonnonmukaisessa hallinnassa ja mitkä ratkaisut tai toimenpiteet olivat merkityksettömiä. Mitoitusmallin avulla suunnitelmia tarkisteltiin eri sademäärillä.

FCG:n projektiorganisaatioon kuuluivat dipl.ins. Perttu Hyöty ja dipl. ins. Päivi Määttä. Vantaan kaupungin puolelta yhteyshenkilönä oli maisema-arkkitehti Ulla Loukkaanhuhta. Dipl.insinööri Marika Orava Vantaan kaupungilta oli mukana mallikorttelien hulevesihallinnan suunnittelussa vesihuollon asiantuntijana.

Taulukko 4. Vantaan hulevesien mitoitusmalli (Rimpiläinen 2009).

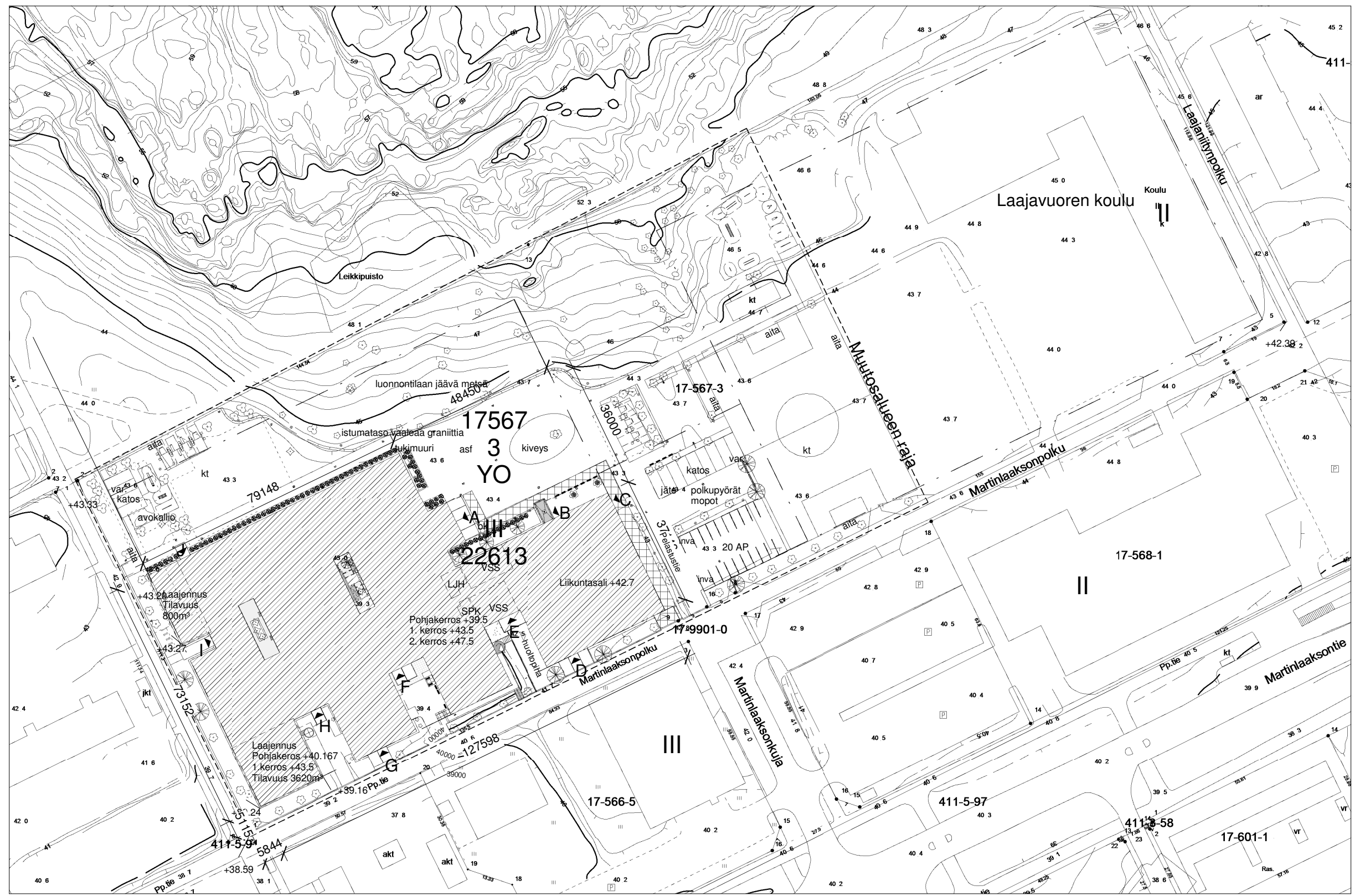
Mitoitussade (mm)	Perustelu
2	Kasvipeitteinen painanne hyödyntää vähäiset hulevedet
8	Painanteen läpi suodatetut vedet alkava virrata rakenteesta ulos
20	Vesi virtaa painanteesta, hulevesivirtaamien hallinta
30	Tulvaan varautuminen, vettä kertyy pihaille
40	Tulvaan varautuminen, vettä ohjataan tulvareiteille
20	Erittäin likaisten vesien pääsy vesistöön estetään (onnettomuudet, tulipalot)

Tein itsenäisesti suunnitelmaluonnoksia mallikortteista. Sain osallistua myös Pähkinärinne 4:n ja Ilolan kaavoitusprosessin palavereihin. Se antoi minulle laajempaa näkökulmaa ja tietoa niin kaavoituksesta yleensä kuin kaikista työ- ja suunnitteluvaiheista, joita sen valmistumiseen liittyy. Näiden pohjalta syntyivät tekemäni hulevesien hallintasuunnitelmat tai -luonnokset.

7.1. Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaakson yhtenäiskoulu on valmistunut vuonna 1974. Se peruskorjaus on alkanut vuoden 2010 aikana. Koska rakennus on aikakautensa arkkitehtuurin hyvä edustaja, se on tullut suojelukohteeksi laajennus- ja peruskorjaustyön myötä. Koulun tontti on noin 2,4 ha. Suurin osa piha-alueesta on päällystetty asfaltilla. Tontin pohjoisosa on säilytetty luonnonvaraisena.

Vantaan kaupunki on teettänyt niin koulun rakennuksesta kuin sen piha-alueestakin peruskorjaussuunnitelman arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:llä. Pihan peruskorjaussuunnitelmassa osa asfalttipinnoista on korvattu kivituhkalla. Tontilla oleva luonnontilainen alue on rajattu suunnitelmassa muurilla, jota lapset voivat käyttää istumatasona. Koulupihan keskeisellä alueella on noppakivestä ja kivi pylväistä rakennettu tilataideteos, joka halutaan säilyttää peruskorjauksen yhteydessä. Se on siis huomioitu peruskorjaussuunnitelmassa (kuva 18).



Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

ARKKITEHTITOIMISTO LEHTO PELTONEN VALKAMA OY
 PURSIMIEHENKATU 26B 31 00150 HELSINKI FINLAND TEL: +358 9 6877520 FAX: 2609797 E-MAIL: HELSINKI@LPV.FI WWW.LPV.FI

suunnittelija
 Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji
 suunnittelualue
 piirustusnumero
 muutos

ARK
 PP001
 mittakaava
 päiväs

Asemapiirustus / pienennös
 1 : 1000
 27.08.2009

Teikijänoikeus Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. Tämän aineiston tai sen jokin osan kopiointi tai jäljentäminen valokopioimalla, digitoimalla, tietojärjestelmään tai tietokantaan tallentamalla taikka mitä tahansa muuta tallennus- tai jäljentämistapaa käyttäen, samoin kuin aineiston tai sen osan myyminen, vuokraaminen, lainaaminen ja muu levittäminen tai aineiston välttämätön tietoverkon välityksin on sallittu vain Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:n antaman etukäteen kirjallisen luvan nojalla ja luvan mukaiseen käyttötarkoitukseen. Aineiston luvattomasta käytöstä seuraa tekijänoikeuslain (404/1961) mukainen vahingonkorvausvelvollisuus ja rangaistusvastuu.

Kuva 18. Pihasuunnitelma (Arkkitehtitsto Lehto Peltonen Valkama. 2009)

Koulurakennuksessa on ollut kosteusongelmia, jotka korjataan perusparannuksen myötä. Suuri osa rakennuksen ympärillä olevista hulevesistä virtaa korkotasojen vuoksi talon perustusten viereen (kuvat 19, 20 ja 21). Tästä johtuu todennäköisesti ainakin osa kosteusongelmista. Arkkitehtitoimiston peruskojausuunnitelmassa on lisätty sadevesikaivojen määrää huomattavasti poistamaan kosteusongelmia.

Omassa hulevesien hallintasuunnitelmassa kiinnitin huomiota hulevesien virtaussuuntiin korkotasojen avulla ja pyrin ohjaamaan ne mahdollisimman tehokkaasti pois rakennuksen seinustoilta ja johtamaan ne niitä varten suunnitelluille imeytys- tai viivytyalueille.



Kuva 19. Näkymä koulun sisäpihalta (Hakola 2010).



Kuva 20. Näkymä Martinlaakson polulta (Hakola 2010).



Kuva 21. Sisäpihan pääsisäänkäynti (Hakola 2010).

Kohteen haasteet

Martinlaakson yhtenäiskoulu oli valmis kohde, ja se tämän vuoksi se tuntui helpoimmalta mallikorttelilta. Siinä näkyivät olemassa olevat ongelmat ja suunnittelun haasteet selvästi. Työni tavoite oli tehdä suunnitelma, jossa koulun piha olisi viihtyisämpi ja hulevedet käsiteltäisiin jo niiden syntypaikalla. Kohteen hoidon ja ylläpidon on oltava mahdollisimman helppoa. Välituntivalvonnan helppous on myös tärkeää.

Nykyisin piha-alue on epäviihtyisä. Piha-alueella oleva kivinen tilateos ei tuntunut kuluvaan sinne, vaikka se onkin sellaisenaan hauskan näköinen. Myös hulevesien virtaaminen asfalttipintoja pitkin rakennuksen seinustan tuntumaan sekä sisäänkäynnin eteen oli selvästi nähtävissä. Olemassa oleva kasvillisuus on huonokuntoista ja se on sijoitettu seinustoille. Tämä suojaa seiniä tuhrimisilta, mutta mahdollisten kosteuvaurioiden havaitseminen vaikeutuu. Kasvillisuus seinän vierellä lisää aina kosteuvaurioiden riskiä, jos kasvualustaa ei ole huolellisesti eristetty seinärakenteista.

Viherkatto ja läpäisevät pinnat

Rakennuspinta-alan osuus koko tontista on suuri n. 40 % joten tehokkain tapa vähentää hulevesien määrää olisi korvata nykyinen kattorakenne viherkatolla. Koska Martinlaakson yhtenäiskoulu on peruskorjauksen myötä tullut suojelukohteeksi, se sulkee pois viherkaton toteuttamisen tässä kohteessa.

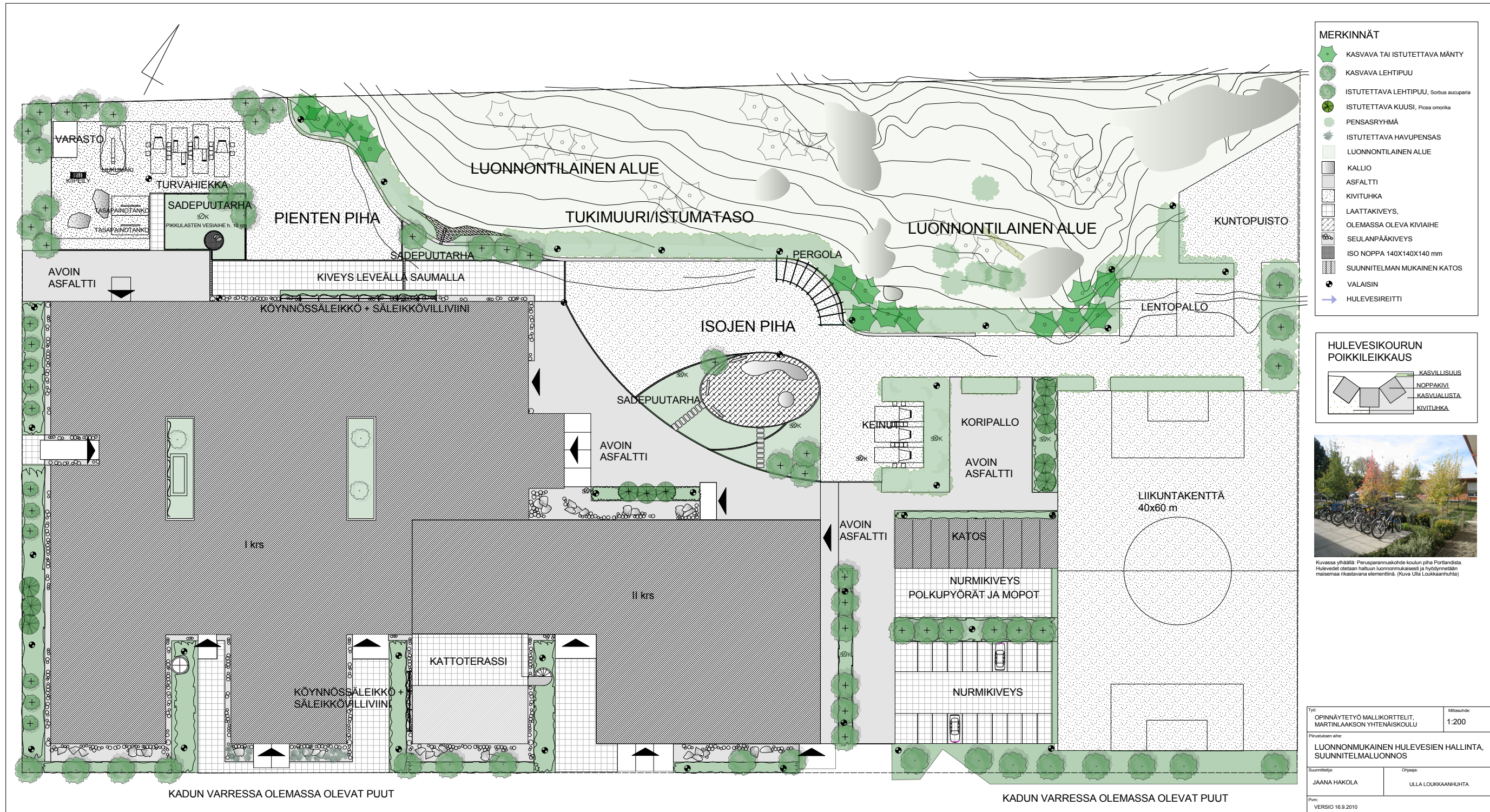
Suunnitelmassani (kuva 22) pyrin lisäämään läpäisevää pintaa, jonka avulla hulevedet saadaan imeytettyä jo niiden syntypaikoilla hulevesiohjelman tavoitteiden mukaan. Kaupungin geo-osaston selvityksen mukaan tontin maamassat on vaihdettu koulun rakennusvaiheessa, ja ne ovat läpäiseviä, joten hulevesien imeyttäminen on mahdollista. Imeyttäminen onnistuu vaihtamalla sekä isojen että pienten lasten pihassa asfalttipäällysteet suurelta osin kivituhkaan ja kiveykseen. Kiveys toteutetaan levein hiekkasaumoin ja pysäköintialueella sekä pyöräparkissa nurmikivellä. Jäljelle jäävät asfalttipinnat ovat avointa asfalttia.

Luonnontilainen alue säilyy suunnitelmassani sellaisenaan, mutta sen rajausta on hiukan muutettu arkkitehti suunnitelmaan nähden. Näin tontin huoltoväylät on voitu mitoittaa biopidätysalueista huolimatta siten, että ne ovat tarpeeksi leveät huoltoajoa varten. Kaikki rakennuksen seinustat verhoillaan seulanpääkivellä, jos betonikiveys ei ulotu seinään saakka. Kasvillisuuden etäisyyttä seinien vierustoilla on lisätty. Näin taataan rakenteiden pysyminen kuivana.

Biopidätys ja sadepuutarhat

Sisäpihalle on lisätty kolme erillistä biopidätysaluetta. Niiden sijoittelussa on huomioitu tontin käyttö ja se, että niin pintavirtaamat kuin kattovedetkin voidaan ohjata luontaisesti niille. Altaiden muoto noudattaa aina sitä ympäröivää muotokieltä. Suurin biopidätysallas on pääsisäänkäynnin edessä, ja siihen ohjataan vieressä olevan asfalttipinnan vedet ja osa kattovesistä. Säilytettävä kivikumpu on osana tätä sadepuutarhaa, jolloin sen olemassa olemiselle saadaan merkitys ja se on myös kiinnostava vastakohta kasvillisuuspintaisen sadepuutarhan rinnalla. Tällä hetkellä se on rakennelma keskellä asfalttia vailla funktiota. Pienten pihan sadepuutarhan yhteydessä on matala, noin 5 cm syvä peiliallas, joka peilaa taivasta pinnaltaan. Lapsen voivat kastella siinä itsensä, mutta se ei ole vaarallista.

Tukimuurin yhteydessä olevaan sadepuutarhaan ohjataan muurin reunalle kerääntyvät hulevedet pienenä purona. Muuria reunustavat kestävä pensasistutus, joka rajaa luonnontilaisen alueen rakennetusta koulun pihasta. Se toimii myös imeyttävänä ja viivyttävänä alueena. Pihan muita toimintoja rytmittävät kasvillisuusvyöhykkeet, jotka toimivat myös imeytys/viivytyalueina. Tällaisia ovan mm. pysäköintialuetta, sisäänajoväylää, koripallokenttää ja keinuja rajaavat istutusalueet.



Kuva 22. Martinlaakson yhtenäiskoulun suunnitelma (Hakola 2010).

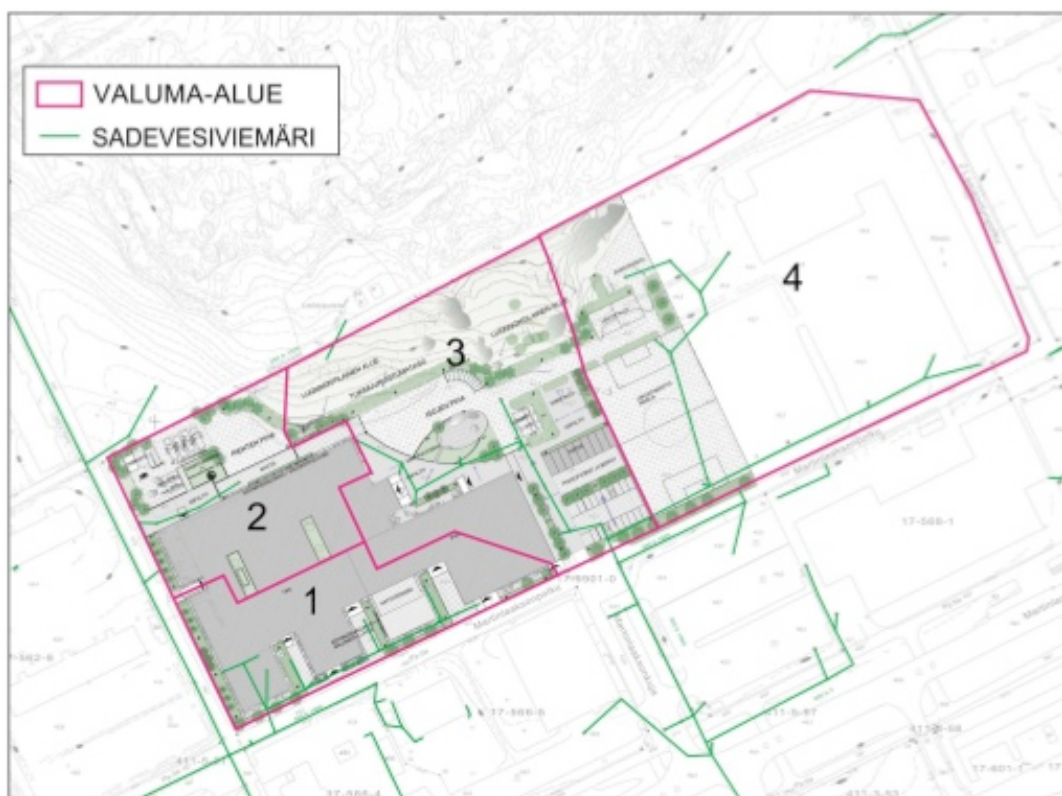
Kasvillisuus

Puulajit talon seinustalla on vaihdettu lajeihin, joiden kasvutapa ei ole niin leveä. Länsiseinustalle sopivia ovat pylväshaapa *Populus tremula erecta* ja serbiankuusi *Picea omorika*. Muita hyviä vaihtoehtoja ovat mm. Sorbus-lajikkeet. Ne ovat luontainen valinta rakennuksen arkkitehtuuriin. Pohjoisseinustalle on ehdotettu myös joitakin serbiankuusia nykyisten pensaiden tilalle. Kuuset ovat ikivihreitä ja siten tuovat väriä tilaan ympäri vuoden. Pohjoisseinustan sisäänkäynnin viereinen alue toteutetaan seulanpääkivillä, joiden sekaan asennetaan joitakin suuria pyöreitä luonnonkiviä rytmittämään aluetta. Tarkkaa kasvilistaa suunnitelmaan ei ole tehty, koska käytettävissäni oleva aika oli melko lyhyt, mutta kasvienlajien valinnassa on aina tärkeää niiden soveltuvuus kasvupaikoille sekä helppohoitoisuus.

Biopidätysalueiden puulaji on tervaleppä, *Alnus glutinosa*, ja matalampana kasvillisuutena voidaan käyttää erilaisia kosteikkokasveja, jotka selviävät myös kuivista jaksoista. Tällaisia ovat mm. sarat *Carex sp.*, rantakukat *Lythrum salicaria*, kurjenmiekkä *Iris pseudocorus* ja rantavehnä *Leymus arenarius*. Järvikaisla ja isosorsimo poistavat tehokkaasti vedestä typpeä ja järvikaisla kestää hyvin myös veden korkeusvaihteluja (Soininen 2010). Kasvien lisäksi sadepuutarhoissa on myös joitakin luonnon kiviä.

FCG:n tekemä suunnitelma ja suunnitelmaselostus kohteesta

FCG on omassa tarkastelussaan jakanut suunnittelukohteen neljään eri valuma-alueeseen. Hulevedet laskevat alueelta sadevesiviemäriin etelään Pellaksenojaan, josta taas eteenpäin Pikkujärven kautta Espoon Pitkäjärveen. Valuma-alueet rajattuna tontinkäyttösuunnitelman mukaisesti näkyy kuvassa 23 (Määttä 2010a). Kohdetta on tarkasteltu joko suunnitelmani mukaan tai siten, että koulurakennuksessa olisi viherkatto. Tekemäni suunnitelman avulla suurin saavutettava mitoitussade on 15-20 mm sade, kun taas viherkaton kanssa vastaava mitoitussade olisi 25-30 mm. Viherkaton myötä tontilla voitaisiin käsitellä n. 10 mm suuremmat sadetapahtumat.



Kuva 23. Alueen tarkastelu valuma-alueiden mukaan (Määttä. 2010a. s. 3).

Koska suunnittelualue on nykytilanteessa pääsääntöisesti katto- ja asfalttipintaa, tarkastelualueelle on määritelty teoreettinen läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä ja keskimääräinen painannesäilyntä kullekin valuma-alueelle erikseen. Teoreettinen läpäisemätön pinta on laskennallinen arvo, joka kertoo sateella pintavaluntaa aiheuttavan pinnan osuudesta kokonaisalasta. Tässä on huomioitu erilaisten pintojen valumakertoimien vaikutus. Mukaan on huomioitu myös painannesäilyntä, joka kuvaa veden viivästymistä pintojen epätasaisuuksiin, kasvillisuuteen jne. Suunnitelmassa näitä ovat mm. biopidätysalueet eli sadepuutarhat. Myös muut vettä läpäisevät pinnat toimivat painannesäilyntäalueena. Kun sademäärä ylittää painannesäilyntän kapasiteetin, se täyttyy ja vesi alkaa virrata pintavaluntana muualle.

Valuma-alueiden keskinäisessä vertailuissa alueilla oli melkoisesti eroja. Haastavin oli alue 1, jossa kattopinnan osuus on liki 70 %. Tällä alueella hulevesien imeyttämiseen tai viivyttämiseen on lähes mahdotonta vaikuttaa ilman viherkattoa. Alueiden keskinäinen vertailu näkyy taulukossa 5.

Taulukko 5. Eri pintojen määrä, teoreettinen läpäisemättömän pinnan määrä ja painannesäilyntä valuma-alue jaon mukaan (Määttä 2010a).

valuma-alue	PA	katto (%)	asfaltti (%)	kiveys (%)	viher (%)	kivituhka (%)	lopun läpäisevä (%)	TIA- (%)	Painannesäilyntä (mm)
1	4674	67,9	4,4	16,6	11,1	0,0	0,0	87,6	1,0
2	4897	46,2	5,1	8,0	10,2	24,3	6,3	76,9	1,9
3	9860	13,8	16,4	9,4	12,9	12,7	35,8	61,1	3,2
4	17659	19,2	34,0	0,0	2,1	29,9	14,9	74,3	2,1

Valuma-alueen hulevesitarkastelussa merkittävin vaikuttaja on läpäisemättömän pinnan määrä suhteessa läpäisevään pintaan, koska läpäisemätön pinta ei ime eikä viivytä hulevesiä. Tekemässäni pihasuunnitelmassa teoreettinen läpäisemätön pinta väheni 7 % ja painannesäilyntä lisääntyi 22 % tontinkäyttösuunnitelmaan ja nykytilanteeseen nähden.

Suunnitelmaselostuksessa todetaan, että koska suunnittelualueella on läpäisemättömän kattopinnan ja asfaltin osuus niin suuri, ei tekemälläni suunnitelmalla ollut käytännössä kovin suuria vaikutuksia hulevesien hallintaan. Suurin vaikutus olisi kattopintojen muuttaminen viherkatoiksi, mutta koska se ei ole suunnittelukohteessa mahdollista, tämän vaihtoehdon syvempi tarkastelu ei ole aiheellinen.

Pienemmillä sateilla sadepuutarhat eli painannesäilyntäalueet toimivat imeyttävinä ja viivästyttävinä ratkaisuin, mutta suuremmilla sateilla, kun painanteet täyttyvät vedellä, niiden merkitys hulevesien hallinnassa häviää.

Omat johtopäätökset suunnittelukohteesta

Olen pyrkinyt korvaamaan asfalttipintoja kivituhkapinnoilla, leveäsaumaisella kiveyksellä sekä nurmikivellä, mutta niiden vaikutus ei tässä kohteessa ole kovin suuri. Ne parantavat kokonaistilannetta, mutta suurilla sateilla niiden teho ei ole kovin merkittävä. Ainut merkittävä ratkaisu olisi jo aikaisemminkin mainittu viherkatto, koska sen osuus kohteen pinta-alasta on niin suuri (Määttä 2010a, 10).

Se, että sadepuutarhojen muutosvaikutus hulevesien virtaamaan oli niin pieni, yllätti ja myös harmittikin hiukan. Uskoin, että näiden kolmen sadepuutarhan sekä muiden pihassa olevien viivytyalueiden myötä kokonaistilanne olisi parempi. Uskoin myös, että asfaltin korvaaminen muuhun pintamateriaaliin aina kuin se luontevasti oli mahdollista, olisi vaikuttanut kokonaistulokseen enemmän.

Jos koulunpihalla käytettäisiin hulevesikasetteja, hulevedet saataisiin imeytettyä maaperään. Näin toimittaisiin hulevesiohjelman tavoitteiden mukaisesti ja turvataan mm. alueen pohjaveden pinnan tason säilyminen ja virtaama. Tämä voi edistää ja ylläpitää myös alueen läheisyydessä virtaavan Varistonojan-Lammasojan-Pellaksenojan ekologista tasapainoa lisäämällä kesän kuivina jaksoina ojan alivirtaamaa ja tasaamalla tulvajaksoina ylivirtaamaa.

Olisi mielestäni tärkeää, että Martinlaakson yhtenäiskoulun piha toteutettaisiin hulevesien luonnonmukaisen hallinnan keinoin. Uskon, että lopputulos olisi sekä parempi että viihtyisämpi. Toteutuksen myötä tästä kohteesta saataisiin hyviä kokemuksia seuraavien koulupihojen rakentamista varten. Opinnäytetyöni yhteydessä kävin tutustumassa Espoon Leppävaaran suuralueella Ruusutorpan koulun pihaan, joka on ainakin osittain toteutettu huleveden huomioiden. Viherkatot, joita rakennuksissa on käytetty, ovat hienot. Toivoisin, että vastaavia ratkaisuja toteutettaisiin tulevaisuudessa huomattavasti enemmän.

7.2. Pähkinärinne 4

Pähkinärinne on uusi asemakaava-alue Länsi-Vantaalla. Suunnittelualue rajoittuu pohjoisesta läheiseen viheralueeseen ja etelästä Rajatorpantien eteläpuolelle. Kaava-alueen koko on 9,8 ha ja se on kaavoitettu pientalo- ja osin kerrostalokortteleiksi. Kerrostalokorttelit sijoittuvat Rajatorpan molemmiin puolin. Tontin lakialueet sijaitsevat tontin keskellä.

Kohteen haasteet

Olemassa olevaa puustoa on paljon. Tontin länsireunustalla on mäntykangassaarekkeita (kuva 24). Tavoitteena on, että sekä tontti että olemassa olevaa puustoa pystyttäisiin säilyttämään mahdollisimman hyvin rakentamisen edetessä, joten tontin lakialueet on

kaavoitettu yhteispiha-alueiksi. Ne olisivat ainakin osittain luonnontilaisia. Olemassa olevan puuston säilyttäminen vähentää jo sellaisenaan hulevesien määrää ja pintavirtausta.



Kuva 24. Pähkinärinteen suunnittelualueen länsireuna (Hakola 2010).

Maaperä on tontin lakialueilla moreenia ja kallio on paikoitellen näkyvillä. Maastollisesti imeytymiseen parhaiten soveltuvat alueet ovat hiesua, savea ja silttiä, joka edellyttäisi imeyttämisen onnistumiseksi maamassojen vaihtoa. Hulevesien kannalta kohde on haastava, koska hulevesien imeytymistä ja viivytystä varten luontaiset viheralueet eli yhteispihat sijaitsevat tontin korkeimmilla kohdilla. Rakennusmassa sijoittuu rinteisiin, joka sekin säätelee hulevesien luontaista virtausta ja rajoittaa sen ohjaussuuntaa. Alueen pohjoisosaan on varattu alue luonnonmukaista hulevesien käsittelyä varten. Sieltä hulevedet johtuvat edelleen koilliseen Lammaslampeen.

Suunnitellulle hulevesialueelle voidaan johtaa osa tontin hulevesistä, mutta osa joudutaan käsittelemään muulla tavoin maaston korkeustasoista johtuen. Osa hulevesistä on luontevaa johtaa tontin itäreunaan olemassa olevan leikkipaikan läheisyyteen. Leikkipaikka siirretään myöhemmin muualle, koska olemassa olevaa sähkölinja siirtyy sen

välittömään läheisyyteen. Turvallisuusmääräysten mukaan leikkipaikka ei saa olla sähkölinjan läheisyydessä.

Aki Janatuinen tekee Vantaan kaupungille maastossa pienvesien kuntokartoitusta. Kokouksessa 1.7. 2010 Janatuinen kertoi kaava-alueetta sivuavan Multaojan ekologisen tilan paranevan huomattavasti, jos siihen johtuisi nykyistä enemmän hulevesiä. Ojan alivirtaama on hyvin pieni ja vesi lämpenee siinä selvästi kuumina lämpöjaksoina. Tämä heikentää ojan pieneliöstön ja kasvillisuuden tilaa. Kaava-alueen pohjoispuolella olevan Lammaslammen ekologiseen tilaan ei lisääntyneillä vesimäärillä ole juurikaan merkitystä. Tämä vahvisti ratkaisua, että kaikki alueen hulevedet, jotka luontevasti johtuvat imeytyksen ja viivytyksen jälkeen Multaojaan, pyritään ohjaamaan siihen.

Suunnittelualueella tontin rajat ja rakennusmassojen sijoittelu muuttuivat hiukan aikataulun edetessä. Tähän vaikuttivat mm. Rajatorpantien levennys ja liittymävaraus, katujen mitoitus tontin sisällä, hulevesien imeytyksen ja viivytyksen vaatima tilantarve ja arkkitehtoninen massoittelu Rajatorpantien läheisyydessä. Pähkinärinne 4:n suunnitteluprosessin eteneminen oman kokemukseni mukaan näkyy kuvassa 25.

Koska suunnittelualue on niin laaja, minun oli luontevaa ja helpompaa lähteä tarkastelemaan sitä pienempinä osa-alueina. Tarkastelussa valittiin kaava-alueelta maastoltaan ja sijoittumiseltaan neljä erilaista pientalokohdetta sekä molemmat kerrostalokorttelit, joihin tein hulevesien hallintasuunnitelmaa. Näin pyrin tutkimaan, miten tehokkaasti hulevedet voidaan imeyttää ja viivyttää jo niiden syntypaikkojen läheisyydessä.



Kuva 25. Pähkinärinne 4 hulevesisuunnitelman etenemisen prosessikuvaus (Hakola. 2010).

Viherkatot ja läpäisevät pinnat

Tarkastelussa havaitsin, että hulevesien alueellinen hallinta on liki mahdotonta ilman viherkattoja, koska päällystetyn pinnan osuus oli niin suuri. Jokaisessa pientaloasunnossa on oma autokatos tai varasto ja kerrostalokortteleissa isot autokatokset. Päätin ehdottaa

näihin viherkattoa. Paras ratkaisu hulevesien kannalta olisi, että kaikki katot olisivat viherkattoja, mutta koska viherkattoidea oli kohteessa uusi, päädyin ehdottamaan viherkattoja piharakennuksiin ja autokatoksiin.

Pysäköintialueiden ja katualueiden tarkalla suunnittelulla saadaan päällystetyn pinnan määrää vähennettyä selvästi. Nupukiveys asfaltin yhteydessä rajaamassa kevyen liikenteen aluetta ajoradasta ja toimimassa samalla hulevesiä johtavana painanteena, herätti kiinnostusta ja siihen todennäköisesti päädytään kaavoituksen edetessä.

Pientaloalueet

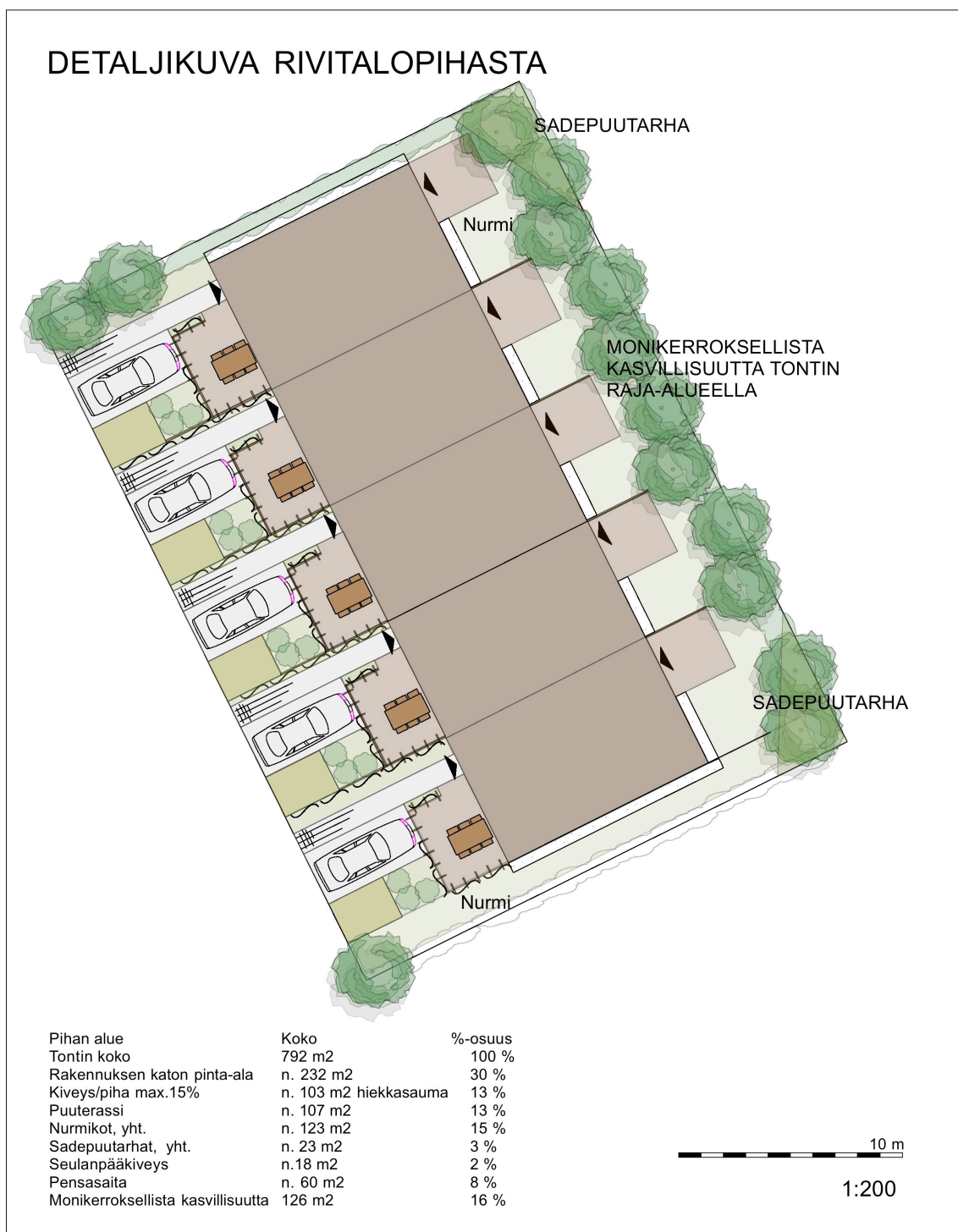
Rajasin valittujen rakennusten ympärille tontilta luontevan hallinta-alueen, jotta suunnitelmien tarkastelu olisi helpompaa. Näin sain teoreettinen rakennusalan ja tontin, joita sitten yhdessä käytin hulevesitarkastelussa. Valitut alueet ja rakennukset niissä näkyvät kuvassa 26.

Jokaisessa neljässä pientalokohteessa laskin seuraavat pinta-alat: tontin koko, rakennuksen kattopinta, kivetty piha-alue, puuterassi, nurmialue ja sadepuutarha. Kun tarkastelin kohteita valumakertoimien avulla pintamateriaalien valinnan merkitys konkretisoitui. Jo pienetkin yksittäiset muutokset vaikuttivat merkittävästi lopputulokseen. Tavoitteeksi hulevesien hallinnalle asetettiin tontin nykyinen tilanne eli tilanne ennen rakentamista. Nykytilanteen valumakertoimeksi määriteltiin 0,2 ja siihen pyrittiin myös rakentamisen päätyttyä. Pientalon tarkastelu näkyy tarkemmin kuvassa 27.

Pyrin löytämään jokaisessa pientalokohteessa maastollisesti luontevan alueen biopidätysallasta varten. Biopidätysalueiden sijoittelussa oli huomioitava niiden minimietäisyys rakennuksiin. Tavoitteena oli maksimoida myös monikerroksellinen kasvillisuus, joka hyödyntää ja viivyttää vettä tehokkaasti.



Kuva 26. Hallintasuunnitelmaa tarkasteltiin esimerkkien avulla (Hakola 2010).



Kuva 27. Yksittäisen pientalon suunnitelma ja tarkastelu (Hakola 2010).

Kerrostalokorttelit

Kerrostalokorttelit ovat maastoltaan erilaisia. Rajatorpantien pohjoispuoleinen alueella tontti on pienempi ja se rajoittuu rinteeseen. Autokatosrakennukset rajaavat alueen Rajatorpantiestä. Tien eteläpuoleisen kerrostalokorttelin maasto on lähes tasainen. Se on vanhaa kulttuurimaisemaa viljapeltoineen ja sitä rajaavine reunametsineen.

Pohjoispuoleiselle tontille luonnostelin hulevesien viivyttämistä varten rakennetun altaan, jonka muoto toistuu viereisellä kasvillisuusaltaassa. Suunnitelma näkyy kuvassa 28. Alueelta kerääntyvät hulevedet johdetaan hulevesialtaaseen rakennettuja väylien avulla, joka alittaa aluetta rajaavan kadun.



Kuva 28. Rajatorpantien pohjoispuolella oleva kerrostalokortteli (Hakola 2010).

Rajatorpan eteläpuolelle rakennettavan kerrostalokorttelin hulevedet käsitellään kivetysä imeytys- ja viivytyalueessa, jonne vedet ohjataan kivettyjen kourujen avulla. Runsaan sateen ja lumien sulamisen aikaan altaassa on vettä, mutta muuten se on kuivana. Kasvillisuusalueet ovat hulevesialueen ympärillä ja sitä hyödynnetään imeyttämiseen. Se tuo vaihtelua ja pehmeyttä muuten kivettyyn piha-alueeseen. Korttelin hulevesien hallintasuunnitelma näkyy kuvassa 29.



Kuva 29. Rajatorpantien eteläpuolella oleva kerrostalokortteli (Hakola 2010).

FCG:n tekemä suunnitelma ja suunnitelmaselostus kohteesta (Määttä 2010b)

FCG:n projektioorganisaatio on omassa tarkastelussaan jakanut Pähkinärinteen tontin yhteentoista eri valuma-alueeseen tulevan maankäytön ja tontin korkotasojen pohjalta. Suunnitelmassa hulevedet on suunniteltu johdettavan pääosin ojissa ja ahtaimmissa paikoissa sadevesiviemärissä. Valuma-alueiden 1. - 1.6 hulevedet johdetaan pohjoiseen niille varatulla viivytysalueelle ja sieltä edelleen Lammaslampeen. Valuma-alueiden 2.1 - 2.4 ja 3.1 hulevedet johdetaan etelään Multaojaan, joka johtuu edelleen Monikonpuuroon. Valuma-alueet näkyvät kuvassa 30.



Kuva 30. Pähkinärinteentien kaava-alueen valuma-alue jako (Määttä 2010b)

Valuma-aluejaon myötä FCG on tarkastellut näiden alueiden erilaisten pintojen määrää saadakseen kullekin teoreettisen läpäisemättömän pinnan määrän. Tästä voidaan laskea taas riittävä koko painannesäilynnälle. Alla olevasta taulukosta 6 näkyy kunkin alueen pintojen määrät, joissa on keskenään suuria eroja.

Taulukko 6. Erilaisten pintojen määrä kaava-alueella (Määttä. 2010b).

Valuma- alue	Ala (m ²)	katto (%)	asfaltti (%)	sora (%)	viheralue (%)	muu läpäi- sevä (%)	TIA (%)	Painanne- säilyntä (mm)
1.1	6672	16	31	0	16	36	64	2,9
1.2	4011	29	9	0	12	51	61	3,2
1.3	7391	0	0	0	100	0	30	5,0
1.4	3152	34	9	0	19	38	63	2,9
1.5	4886	26	29	0	22	24	68	2,6
1.6	5366	18	29	1	15	37	64	2,9
2.1	12804	31	17	5	11	36	67	2,7
2.2	3035	26	35	3	0	36	74	2,2
2.3	5550	60	5	2	2	31	79	1,8
2.4	10892	20	21	6	20	34	62	3,1
3.1	11184	34	7	4	16	39	63	3,0

Tarkastelun avulla on alueille määritelty eri valuma-alueiden valumakertoimet, hulevesivirtaamat ja tarvittava hulevesien hallintatoimenpiteiden mitoitus. Valumakerroin on riippuvainen sateen määrästä, alueen painannesäilynnästä ja teoreettisesta läpäisemättömän pinnan määrästä. Valumakerroin kuvaa sitä vesimäärää, joka muodostuu pintavalunnaksi alueella. Valumakerroin on riippuvainen sademäärästä, koska runsaalla sateella osa vedestä virtaa ei viivästy painanteissa, vaikka se niihin mahtuisikin.

Tarkastelua mitoitussateen avulla

Mitoitussateina on tarkasteltu neljää eri sademäärää Vantaan mitoitusmallin mukaan. Sademäärät ovat 2 mm, 8 mm, 20 mm ja 40 mm sadetapahtumat. Periaatteena mitoitusmallissa on, että 2 mm sade edellyttää 0,2 m³ / 100 m² läpäisemättömää pintaa kohti, 8 mm sade, 0,8 m³ / 100 m², 20 mm sade 2 m³ / 100 m² ja 40 mm sade 4 m³ viivytyalueen jokaista rakennettua 100 m² läpäisemättömää pintaa kohden.

2 mm sadetapahtuma varastoituu suurimmassa osassa tarkastelualueista painannesäilyntänä, joten pintavaluntaa ei niillä synny. Katto- ja asfalttipinnoitteet voivat muodostaa hiukan pintavaluntaa, mutta alueiden läpäisevät pinnat imevät ja viivytävät sen.

8 mm mitoitussateessa katto- ja asfalttipinnoilta muodostuu hulevesiä, joista alueiden painannesäilyntä pidättää osan. 20 mm sateella hulevesiä muodostuu jo kaikilta pinnoilta, mutta painanne säilyntä pidättää niistä osan. 30 ja 40 mm sadetapahtumissa hulevesiä muodostuu jo kaikilta pinnoilta.

Tarkastelussa selviää, että esimerkiksi alueen 1.1 valumakerroin on 8 mm sateella 0,40, 20 mm sateella 0,54 ja 40 mm sateella 0,59. Vastaavat hulevesien hallintaa edellyttävät alueet ovat 22 m³, 73 m³ ja 158 m³. Tämä osoittaa, että miten voimakkaampi on sade, sitä suuremman imeytymis- ja viivytystilan syntynyt sadevesimäärä vaatii.

Suunnitelmieni vaikutusta arvioitiin taulukossa 7, jossa mitoitussateena on 8 mm sadetapahtuma. Siitä voi havaita, miten paljon ehdotettu kattokasvillisuus, läpäisemättömien pintojen minimointi ja sadepuutarhat eli biopidätysalueet vaikuttavat hulevesien virtaamaan. Suunnitelman myötä alueiden painannesäilyntän arvot suurenivat, joka taas pienentää alueiden valumakertoimia, hulevesien virtaamaa ja siten parantavat kokonaishallintaa. Hallinnan myötä esimerkiksi alueen 1.1 valumakerroin on 20 mm sateella pienentynyt 0,54:stä 0,49:ään.

Suunnitelmaselostuksessa tarkasteltiin myös tekemiäni kortteli- ja tonttikohtaisia suunnitelmia. Selostuksessa todetaan, että suunnitelmat auttavat hulevesien hallintaa, mutta eivät riitä ainoina toimenpiteinä yli 2 mm sadetapahtumissa. Alueita on tarkasteltu ennen rakentamista ja rakentamisen jälkeen. Tarkastelu perustuu Vantaan määrittelemiін tavoitteisiin. Nykytilanteen painannesäilyntäksi on laskettu 12 mm sade, joten se pitäisi olla tavoite myös rakentamisen jälkeen. Rakentaminen tulee olemaan alueella tiivistä, ja laskennassa selviää, että hulevesien hallinta on paikoitellen mahdollista 2 mm sateella viheralueiden ja kattokasvillisuuden ansiosta.

Taulukko 7. Mitoituslaskelman 8 mm sateella ennen ja jälkeen hallintatoimenpiteitä (FCG. 2010)

Valuma-alue	Ennen hallintatoimenpiteitä					Alustavien hallintatoimenpiteiden jälkeen				
	TIA [%]	Painannesäilyntä [mm]	Valumakerroin	Virtaama [l/s]	Hallintamit. [m ³]	TIA [%]	Painannesäilyntä [mm]	Valumakerroin	Virtaama [l/s]	Hallintamit. [m ³]
1.1	64	2,9	0,40	45	22	59	3,3	0,35	39	18
1.2	61	3,2	0,36	25	12	57	3,5	0,32	22	10
1.3	30	5,0	0,11	14	7	30	5,0	0,11	14	7
1.4	63	2,9	0,40	21	10	54	3,1	0,33	18	8
1.5	68	2,6	0,46	38	18	60	2,7	0,40	33	15
1.6	64	2,9	0,40	36	17	61	3,0	0,38	35	17
2.1	67	2,7	0,44	96	45	61	2,8	0,39	85	40
2.2	74	2,2	0,53	27	13	65	2,2	0,47	24	11
2.3	79	1,8	0,61	57	31	72	1,9	0,55	51	24
2.4	62	3,1	0,38	70	33	55	3,3	0,32	59	28
3.1	63	3,0	0,40	75	36	59	3,0	0,37	69	33

Työn edetessä tuli esiin, että katu- ja tonttialueiden hulevedet tulee käsitellä erikseen, koska katuvesiä ei saa johtaa yksityisen omistuksessa oleville tonteille. Jos näin on kuitenkin toimittava, on kaavoituksessa hulevesille varattava käsittelyalue merkittävä tontille rasitteeksi.

Palavereissa, joissa pohdittiin edelleen katuvesien käsittelyä, kehitettiin ideaa, että hulevedet kerätään erillisiin katualueen sadevesiviemäriin. Tonttien hulevedet johdetaan eteenpäin painanteissa ja tonttisadevesiviemäreissä. Katualueen sadevesiviemärit noudattavat alueen vesihuollon suunnitelmaa, jolloin pohjoisosan katuedet laskevat etelään ja eteläosan katuedet ohjataan omalla haarallaan. Nämä molemmat vedet käsitellään kaakkoisosassa olevissa viivytyalueissa 2A ja 2C, jotka selviävät liitteestä (Liite 7). Viivytyalueelle 2B johdetaan lähialueiden hulevedet. Pohjoisosassa oleva viivytyalueella 1 käsitellään tällöin vain tonttikohtaisia hulevesiä, jolloin rasitteen muodostamiselta vältytään. Siellä käsitellään valuma-alueiden 1.2 - 1.6. ja osittain 1.1 hulevedet. Valuma-alueen 3.1 hulevedet käsitellään viivytyalueella 3.

Jotta pystytään kaavoitusta varten miettimään hulevesien viivytyalueiden tilavuus ja pinta-ala, FCG on tehnyt kustakin laskelmat, jotka selviävät taulukosta 8.

Taulukko 8. Viivytyksalueiden mitoitus

Viivytyksalue	Korttelihallinta 8 mm sateella	
	Tilavuus (m ³)	Pinta-ala (m ²)
1	420	940
2A	405	810
2B	80	230
2C	320	560
3	210	175

Johtopäätöksensä Pähkinärinteen tarkistelussa FCG toteaa, että alueen tarkemman suunnittelun yhteydessä on jokaiselle tontille tehtävä yksityiskohtaisempi hulevesien hallintasuunnitelma, jossa huomioidaan tontin ominaispiirteet.

Omat johtopäätökset Pähkinärinne 4:stä

Pähkinärinne 4 olisi mielestäni hyvä kohde viedä läpi kaupungin hulevesiohjelman tavoitteita. Kaupunki voi edellyttää, että kaava-alueelle tehdään ohjelman mukainen hulevesien hallintasuunnitelma, joka on myös käytännössä toteutettava. Tämän voidaan toteuttaa rakentamishjeiden avulla. Siinä voi olla sitova määräys, että koko alueella kaikki vettä läpäisemättömiltä pinnoilta syntyneet hulevedet imeytetään ja viivytetään tonttien alueella. Purkuputket johdetaan sitten joko pohjoiseen hulevesien käsittelyyn varatulle alueelle tai itään toiselle alueelle. Hallintasuunnitelmassa voidaan hyödyntää tästä kohteesta jo kesällä 2010 tehtyä FCG:n laatimaa suunnitelmaselostusta.

Laajemmat suunnittelukohteet, joissa maastokorkeuden vaihtelevat ja lakialueita on useita, ovat hulevesien hallintasuunnittelussa huomattavasti haastavampia. Jokainen valuma-alue on tutkittava erikseen ja yhdessä, jotta löydetään toimivat johtamisreitit ja imeytys- ja viivytyksalueet. Pähkinärinne 4:ään oli varattu alue hulevesiä varten, mutta maastomuotojen vuoksi vain pieni osa hulevesistä voidaan johtaa sinne luontevasti.

Lähialueen pienvesien tila on myös hyvä tuntea tai selvittää aina. Tämä varmistaa sen, että hulevesien käsittelyllä voidaan vaikuttaa niihin positiivisesti. Koska Lammaslammen

ekologiselle tilalle lisääntyvällä vesimäärällä ei ole merkitystä, ja Multaojan virtaama oli liian pieni, on luontevaa pyrkiä ohjaamaan syntyneet hulevedet Lammaslammen sijasta Multaojaan. Näin sen tilaa voidaan parantaa. Tämä edellyttää, että selvitetään lisääntyneen virtaaman vaikutukset Multaojaan mahdollisten tulvien välttämiseksi.

Koska rakennusmassat sijoittuvat niin lähelle Rajatorpantien pohjoispuolta, ei rakennusten ja tien väliin saatu mahtumaan viheraluetta, jota olisi voitu hyödyntää ainakin hulevesien johtamisessa. Alue on niin kapea, että siinä ei ole tilaa kuin yksittäisille puuistutuksille. Laajempi istutusmassa Rajatorpan tien varrella vähentäisi liikennemelua, joka tulee lisääntyvän liikennemäärän vuoksi kasvamaan. Puuistutusten myötä rakennettavat korkeat kerrostalot istuisivat paremmin ympäröivään maisemaan.

7.3. Ilolan Satupuisto

Ilolan Satupuiston mallikortteli on Pohjois-Vantaalle kaavoitettava pientaloalue, jonka pinta-ala on noin 1,6 ha. Alue sijaitsee Vantaan ja Tuusulan rajan tuntumassa Kylmäjojan valuma-alueella. Uusi kaavoitettava pientaloalue täydentää jo olemassa olevaa melko uutta rakennuskantaa.

Kohteen haasteet

Rakennustehokkuus kaavassa on $e = 0,30$. Alueelle kaavoitettavat paritaloasunnot tulevat olemaan melko pieniä. Asumista tukevien tilojen, joita ovat mm. pihatiet ja pysäköintialueet, osuus alueesta tulee olemaan melko suuri. Tästä johtuen päällystettyä pintaa, kuten asfalttia ja kiveystä, tulee alueella olemaan paljon. Tämä tekee kohteesta hulevesienhallinnan kannalta haastava. Alueen kaavoitus oli harjoittelujaksoni alussa vielä hyvin alussa, mutta se edistyi todella nopeasti ja aluetta on tarkoitus ryhtyä rakentamaan talven 2010-2011 aikana.

Kaavoitettava alue on maaperältään pääosin silttiä, turvetta/savea, ja alueen korkein kohta, jossa on kallio osittain näkyvillä, on moreenia. Kaavoitettava alue on korkotasoltaan melko tasaista. Korkein alue on suunnittelualan koillisosassa, joka näkyy kuvassa 31. Alue laskee lounaiskulman suuntaan, joten maastollisesti se olisi luontevin hulevesien käsittelyalue.



Kuva 31. Kaavoitettavan tontin lakialue taustalla (Hakola 2010).

Osuuteni työssä alkoi saadessani Arkkitehtisuunnittelu Voutilainen Oy:n tekemän ensimmäisen tontinkäyttösuunnitelman. Sitä tutkittaessani totesin, että linjaamalla tarkemmin pihakohtaisia kulkuväyliä ja siirtämällä autojen pysäköintialueita hiukan, saadaan melko vaivattomasti lisättyä asutokohtaisten piha-alueiden viherpintaa yli 20 % (kuva 32). Tällä on suuri merkitys koko alueen tarkastelussa. Huoneistokohtaisten erillisten varastorakennusten hyödyntäminen piha-alueiden rajaamisessa toisistaan helpottaisi myös tilankäytön suunnittelua. Pohdittavat alueet olen merkinnyt kuvassa 40 oranssilla.

Ulla Loukkaanhuhta otti esille osittain keskitetyn pysäköintijärjestelmän. Tämä vähentäisi päällystettyä pinta-alaa merkittävästi ja tekisi kaava-alueen hulevesienhallinnan tehokkaammaksi. Asemakaavoittajan ehdotuksesta konsulttiarkkitehti kehitti tontinkäyttösuunnitelmaansa eteenpäin. Suunnitelmassa tulisi huomioida myös tekemässämme analyysissä esiin tulleet asiat (kuva 32).

Tontin lounaiskulma, johon hulevedet olisi luontaista ohjata, on kaavoitettu paritalorakentamista varten. Tämä edellyttää, että kaava-alueella syntyvät hulevedet on käsiteltävä pääsääntöisesti alueen keskeisellä paikalla olevalla leikkikenttä/viheralueella. Se rajoittuu etelästä väestösuoja/tekninen tila -rakennukseen, joka pienentää hulevesin käsittelyä varten käytettävää aluetta melkoisesti.

Yhteinen pysäköintialue sijoittuu väestösuoja/tekninentila -rakennuksen eteläpuolelle. Pysäköintialueen itäpuolelle on tontinkäyttösuunnitelmassa sijoitettu pelikenttä, jossa on

varaus 24 autopaikalle. Tätä aluetta voi osittain hyödyntää hulevesien imeyttämässä ja viivyttyämisessä. Kaava-alueen tarkastelussa oli tärkeää pyrkiä löytämään kaikki alueet, joissa hulevesiä voitaisiin luonnonmukaisesti käsitellä Vantaan hulevesiohjelman mukaisesti.

Konsultin tekemässä uudessa maankäyttösuunnitelmassa oli huomioitu nyt katujen linjaukset ensimmäistä suunnitelmaa paremmin ja siinä oli pysäköintialueita yhdistetty hieman suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Tämä rytmittää tilankäyttöä paremmin alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna. Kaduilta oli vähennetty asfalttia, ja se oli korvattu osittain noppakiveyksellä. Pysäköintialueet ovat nurmikiveä, mikä erottaa ne selkeästi katualueesta. Tämä tekee katualueista kiinnostavat ja vaihtelevat. Lopputulos on varmasti hyvä. Tätä suunnitelmaa käytin oman hulevesien hallintasuunnitelmani pohjana (kuva 33).

Viherkatot

Analyysin yhteydessä totesin, että myös tässä kohteessa viherkatot olisivat hyödyllinen ratkaisu. Ne soveltuvat mielestäni hyvin maanläheisillä ja lämpimillä väreillä toteutettavaan asuinalueeseen. Viherkattojen rakentaminen lisää rakennuskustannuksia jonkin verran. Materiaalikustannukset ovat arviolta noin 30-50 €/m². Neliöhinta on aina riippuvainen viherkaton kokonaismäärästä, joten tämän tarkempaa hintatasoa ei voi antaa, kertoo viherkattoratkaisuja tarjoavan Envire VRJ Group :n markkinointipäällikkö Anssi Pynninen tapaamisessamme. Tämän lisäksi viherkaton kustannuksiin on laskettava myös asennustyön osuus. Pienissä asennuskohteissa neliöhinta muodostuu luonnollisesti huomattavasti kalliimmaksi kuin suurissa kohteissa, Pynninen jatkoi. Kun suunnittelukohde on sellainen, että asuntojen rakentamiskustannukset pyritään pitämään mahdollisimman alhaisina, viherkatoista luovutaan helposti. Tähän voidaan vaikuttaa silloin kaavoituksessa tai rakentamisohjeissa.

Viheralue ja biopidätysalueet

Viheralueen yhteydessä on leikkipaikka ja hulevesien viivytysallas, joiden muoto on haettu Säveltien linjauksesta. Sama pyöreä muoto toistuu niin altaan kivissä kuin leikkipaikankin muodossa. Hulevesien hallinnan helpottamiseksi mahdollisimman suuri osa viheralueesta pyrittäisiin jättämään luonnontilaiseksi. Näin varmistetaan vesien imeytyminen ja



Kuva 33. Iolan suunnitelmaluonnos (Hakola. 2010).

viivästyminen alueella ja vähennetään myös pintavirtaamaa. Suuret säilytetyt puut ovat myös maisemallisesti tärkeitä uusilla rakennettavilla alueilla.

Alueelle suunnittelemani kivetty hulevesiallas on ratkaisu, jossa on pyritty kohtuullisen pienellä alueella sekä keräämään että viivyttämään hulevesiä. Altaasta hulevedet johtuvat sitten purkuputken avulla eteenpäin imeytyäkseen ainakin osittain leikkikentän maaperään. Kaava-alueen läheisyyteen olisi hyvä kaavoittaa viheralue, jossa käsitellään luonnonmukaisesti muutkin alueen hulevedet.

Jos allasta käytetään myös hulevesien imeyttämiseen, on sen alle jäävät maamassat vaihdettava hyvin vettä läpäiseväksi, jotta ratkaisu toimisi. Näin hulevesiallas on osan ajasta tyhjä. Siksi on perusteltua, että siinä on selkeä muoto, joka vähäisen kasvillisuuden ja kivien myötä on ilman vettäkin kaunis. Halusin tarkastella hulevesien johtumista hulevesialtaaseen ja tein konsulttiarkkitehdin työtä mukaellen poikkileikkauskuvan tekemieni korkosuunnitelmien mukaan (kuva 34). Siinä tutkin hulevesialtaan toimivuutta ja sijoittumista suhteessa muuhun maastoon. Hulevesialtaasta on ylivuoto suunniteltu toteutettavan 110 mm sadevesiputkella. Tein alueelta myös yksityiskohtaisemman suunnitelman, jossa pohdin paritalojen hulevesien tonttikohtaista hallintaa (kuva 35).

Kasvillisuus

Kasvillisuuden hyödyntäminen katujen varsilla ja pysäköintialueiden yhteydessä tekee alueesta puistomaisen ja vihreän. Vihreyden lisäksi kasvillisuus vähentää hulevesien virtaamaa päällystämättömien pintojen toimiessa biopidätysalueina. Pihlajalajit kuten suomenpihlaja *Sorbus hybrida* tai ruotsinpihlaja *Sorbus intermedia* soveltuvat alueen katupuiksi hyvin. Ne eivät kasva tiiviillä alueella liian kookkaiksi ja ovat siksi habitukseltaan sopivia pientaloalueelle.



Kuva 34. Poikkileikkauksella tarkistin suunnittelemani korkotasojen ja hulevesikäsitelyn toimivuuden (Hakola. 2010).



Kuva 35. Yksityiskohtaisemmassa suunnitelmassa on pohdittu yksittäisten pihojen hulevesien hallintaa (Hakola. 2010).

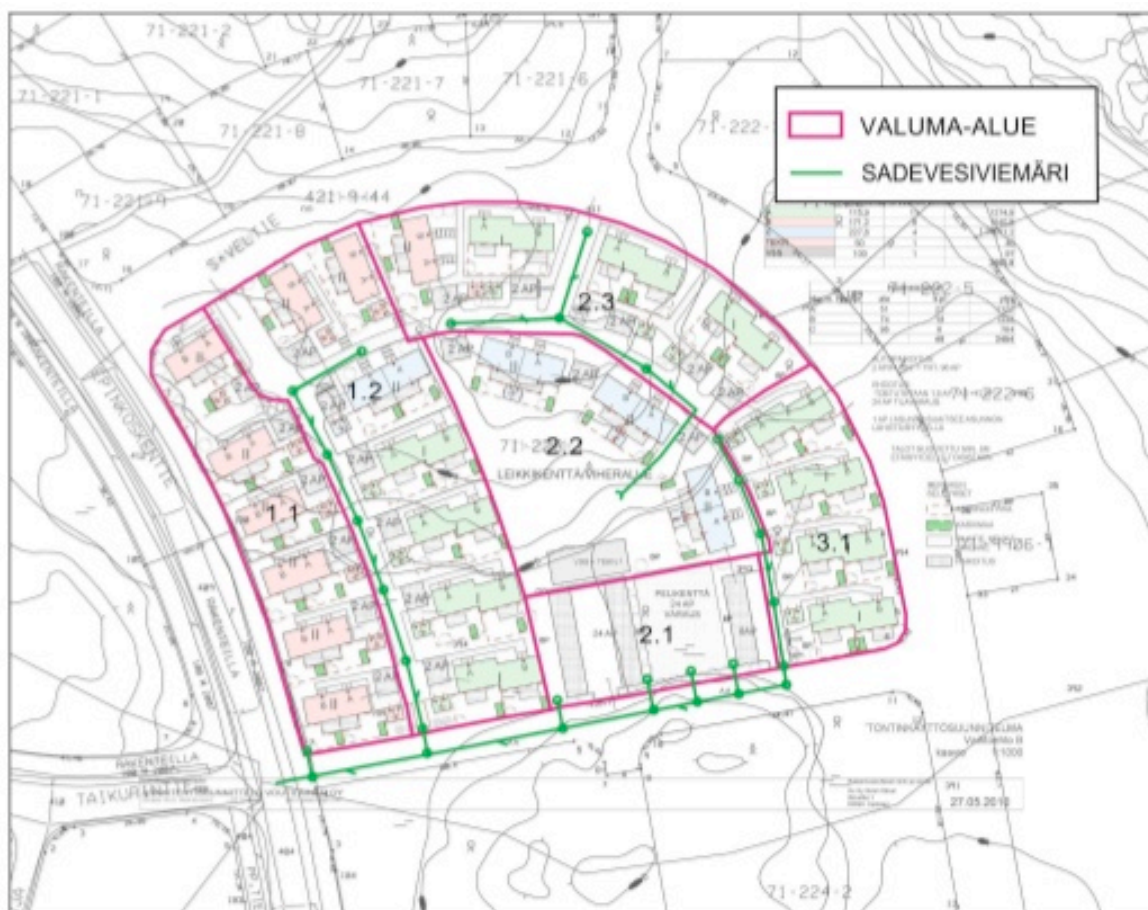
FCG:n tekemä suunnitelma ja suunnitelmaselostus kohteesta (Määttä. 2010c)

FCG tutki Satupuiston kaava-alueita jakamalla sen omassa tarkastelussaan viiteen eri valuma-alueeseen (kuva 36) suunnitellun maankäytön mukaisesti. Tämän jälkeen he tarkastelivat jokaista valuma-alueita erikseen. Tämän lisäksi he tekivät johtopäätöksiä alueen maankäytöstä ja sen merkityksestä hulevesien hallintaan. Myös tässä kohteessa tarkastelu perustuu teoreettiseen läpäisemättömien pintojen kokonaismäärään sekä keskimääräiseen painannesäilyntään arkkitehtisuunnitelman pohjalta.

Valuma-alueiden kokonaisvalumakertoimia tutkittiin eri sateilla ja määriteltiin niihin viivytyksalueiden tilavuustarpeen, joiden koko vaihteli huomattavasti sadetapahtumasta riippuen. Valuma-alueiden viivytyksalueiden tilantarvetta vertailtiin eri sademäärillä, joita olivat 8 mm, 20 mm, 30 mm ja 40 mm sateet. Esimerkiksi 8 mm sadetapahtumassa alueen 1.1. teoreettinen valumakerroin on 0,38 ja viivytyksalueen tilantarve on 7,5 m³. Kun taas vastaavat luvut ovat 20 mm sateella 0,53 ja 26,1 m³.

Kun samaa aluetta tarkistellaan vielä 40 mm sateella, tilantarve on jo 57,1 m³ ja saman alueen teoreettinen valumakerroin on 0,58. Vertailun avulla huomaa, että kun sademäärä kasvaa, on viivytyksalueen pinta-alan oltava huomattavasti suurempi suhteessa sademäärän kasvuun. Tämä ilmiö tuli esiin kaikissa valuma-alueiden tarkasteluissa.

Selostuksessa mainitaan myös se tärkeä asia, että 8 mm sateella hulevesien hallinnan tarve on 0,8 .3/100 m² läpäisemättömää pintaa, 20 mm sateella 2 m³/100 m² läpäisemättömää pintaa jne. Tämä on hyvä muistisääntö suunnittelussa. Kun tietää alueelle määritellyn mitoitusasteen määrän, voidaan laskea, miten suuri on oltava painannesäilyntäalueen tilavuuden.



Kuva 36. Iolan alueen tarkastelu valuma-alueittain (Määttä, P. 2010)

Suunnitelmaselostuksessa todetaan, että katualueiden hulevedet on johdettava sadevesiviemäriin. Rakennusten perustusten kuivatus hoidetaan salaojaputkilla, jotka purkavat vedet lähinnä kadun sadevesiviemäriin. Koska tavoitteena on, että hulevesien määrä ei muuttuisi rakentamisen myötä, on FCG tarkastellut yhden paritalon piha-alueen tilannetta ennen ja jälkeen rakentamisen. Tämä näkyy taulukossa 9. Muutokset ovat suuret sekä teoreettisen läpäisemättömän pinnan (TIA) että painannesäilynnän määrässä. Tässä konkretisoituu, miten paljon rakentaminen vaikuttaa hulevesien syntyyn. Tästä johtuen ei usein vain yksi toimenpide riitä, vaan alueilla on hyödynnettävä monia eri ratkaisuja yhdessä. Näin taataan onnistunut lopputulos.

Taulukkoa 9 tarkastellessa huomaa, että rakentamisen myötä painannesäilynnän määrän pitäisi olla edelleen sama 12 mm, kuin mitä se oli ennen rakentamista, mutta rakentamisen myötä se on pienentynyt alkuperäisestä 2,9 mm:iin. Muutos on siis todella merkittävä. Teoreettisen läpäisemättömän pinnan muutos ei ole suhteessa aivan niin suuri. Taulukossa

10 tarkastellaan saman paritalotontin biopidätysalueen tarvittavaa kokoa 12 mm mitoitussateella.

Taulukko 9. Teoreettinen läpäisemätön pinta ja painannesäilyntä ennen ja jälkeen rakentamisen (FCG. 2010).

Kohde	Ala (m ²)	Ennen rakentamista		Rakentamisen jälkeen	
		T I A (%)	Painannesäilyntä (mm)	TIA (%)	Painannesäilyntä (mm)
Paritalotontti	440	20	12,0	66	2,9

Taulukko 10. Paritalotontin hulevesien hallinnan mitoitus 12 mm sateella (FCG.2010)

Kohde	sade 12 mm		
	valumakerroin	biopidätys (m ³)	biopidätys (m ²)
Paritalotontti	0,50	2,6	26,0

Mitoituslaskelmien mukaan kaava-alueella hallitaan keskimäärin 12-15 mm sateen aiheuttamat hulevedet. Koska asuntokohtaiset pihat ovat niin pienet, niissä hallitaan vain noin 8 mm sateen hulevedet ja tätä suurempien hulevesimäärien viivyttämiseksi on varattava tilaa korttelin yleisiltä alueilta ja keskeiseltä, osin luonnontilaiseksi jätettävältä yhteispihalta. Jokaisella tontilla tulee huomioida sen olosuhteet ja ominaispiirteet, kun niihin tehdään tarkemmat hulevesisuunnitelmat.

Omat johtopäätökset Iolan Satupuistosta

Kohteessa mukana olo oli kiinnostavaa, koska siinä pääsi seuraamaan kaavoitusprosessin etenemistä tiiviillä aikataululla. Kaavoituksen kehittymisen myötä koko alueen yleisilme tulee olemaan varmasti parempi ensimmäiseen luonnokseen nähden. Tähän vaikuttavat mm. asfaltoitujen katujen poikki kulkevat kivetyt hulevesien johtamisreitit, jotka rytmittävät tonttikatuja. Yhdistetyt pysäköintialueet, vaikka ovatkin pieniä, tuovat teiden varsiin aukiomaista vaihtelua. Näin on etenkin silloin, jos niissä käytetään muusta kiveyksestä poikkeavaa kiveystä kuten nurmikiveä. Pysäköintialueita rajaava kiveys

voitaisiin toteuttaa kuvan 9 tyyppisellä ratkaisulla, jossa katupinnoilta syntyneet huleveden ohjataan reunakiveyksessä olevien aukkojen avulla viherpainanteeseen. Painanteiden kasvillisuutena käytettäisiin biopidätysaltaisiin soveltuvaa kasvillisuutta.

Toivon, että Ilolan kaava-alue etenisi uutena asuinalueena, joissa hulevedet käsitellään luonnonmukaisesti. Asemakaavoittajana toiminut Noora Koskivaara oli kiinnostunut asiasta, ja hän edellytti myös hulevesien hallintasuunnitelmaa konsulttiarkkitehdiltä. Heiltä tuli suunnitelma, jossa huleveden ohjataan viheralueeseen asennettavaan viivytyksasettiin ja sieltä eteenpäin hulevesiviemäriin. Koska pohjaveden taso on alueella ainakin tällä hetkellä korkealla, ei tämä ratkaisu todennäköisesti toimi halutulla tavalla ilman laaja-alaista maamassojen vaihtoa. Tällöin jouduttaisiin poistamaan olemassa olevaa kasvillisuuttakin, joka taas hankaloittaisi kokonaistilannetta.

Hulevesien luonnonmukainen käsittely kaikilla alueilla on tärkeää. Näin toteutetaan kaupungin hulevesiohjelman tavoitteita ja monipuolistetaan hulevesien käsittelyä. Kun hulevedet käsitellään paikallisesti, pintajohtamisen ratkaisut voivat olla silloin pienempiä. Paikallinen imeyttäminen parantaa myös kasvillisuuden olosuhteita. Koska pientalojen hallinnolliset piha-alueet ovat hyvin pieni, on oltava huolellinen, että imeyttäminen ja viivyttäminen eivät aiheuta ongelmia rakennuksille. Tästä on huolehdittava luonnollisesti jokaisessa luonnonmukaisen hulevesienkäsittelyn kohteessa.

8. Johtopäätökset

Ilmaston muutos ja sen äärevöityminen, kaupunkitulvien yleistymisen, vesien tilan huononeminen sekä EU:n vesipuite- ja tulvadirektiivit edellyttävät uudenlaisia toimintamalleja hulevesien suunnittelussa ja hallinnassa. Tämä edellyttää perinteisten ja uusien ratkaisumallien yhdistämisen. Nykyiset ja uudet luonnonmukaiset menetelmät eivät ole toisensa pois sulkevia vaan toisiaan täydentäviä. Uudenlaisessa ajattelutavassa ei pyritä käsittelemään jo syntyneitä hulevesiä. Nyt tavoitteena on vähentää niiden syntymistä ja tasata virtaamien huippuja. Näin tilanne voidaan hallita myös suurilla sateilla.

Toinen tärkeä luonnonmukaisen hulevesihallinnan tavoite on turvata kaupunkiluonnon ekologinen monimuotoisuus, pohjaveden laadun parantaminen ja pintatason säilyttäminen sekä hulevesien hyödyntäminen kaupunkialueella positiivisena resurssina. Tämän vuoksi yhä useammat kaupungit ja kunnat pyrkivät kehittämään toimintatapoja, jotka edistävät luonnonmukaista hulevesien hallintaa. Tämä mahdollistaa kuntarajojen ylittävän yhteistyön. Hulevesien käsittelyyn voidaan ottaa yhteisesti kantaa kaikilla kaavatasoilla.

8.1. Kaavamääräykset ja rakentamisohjeet ovat kunnan työkaluja

Vantaan kaupunki voi varmistaa, että luonnonmukainen hulevesien käsittely lisääntyy ja laajenee kaupungin alueella erilaisten kaavamääräysten ja rakentamisohjeiden avulla. Kaavamääräyksillä määritellään ne alueet, joissa luonnonmukaista hulevesien hallintaa noudatetaan ja rakentamisohjeissa voidaan antaa tarkemmat ohjeet siitä, mitkä ovat vaadittavat käytännön toimenpiteet.

Kaupungin yleis- ja asemakaavaan tulisi luoda ohjaavat kaavamerkinnot luonnonmukaista hulevesien käsittelyä varten. Merkintöjen on oltava selkeitä, helposti ymmärrettäviä ja mielellään kaikille kunnille yhteisiä. Erilaisia hulevesien käsittelytavoitteita ja ratkaisuja varten olisi luotava omat merkintänsä. Näitä voisivat olla esim. Hule1, Hule2, Hule3 jne. Jokainen merkintä edustaisi hiukan erilaista käytännön toteutustapaa. Esimerkiksi Hule1 voi merkitä, että kaikki syntyneet hulevedet käsitellään ehdottomasti paikallisesti.

Kun kaavassa tai rakentamisohjeissa edellytetään luonnonmukaista hulevesien hallintasuunnitelmaa, on suunnitteluratkaisut tarkistettava ennen rakennusluvan

myöntämistä. Jos pientaloalueella ei edellytetä ammattilaisen pihasuunnittelijan käyttöä, on omatoimirakentajan apuna oltava selkeät ohjeistot itsenäistä toteuttamista varten. Rakennuslupa voi edellyttää myös hulevesijärjestelmän ylläpidon käsikirjaa. Kaikki edellä mainitut toimenpiteet edellyttävät kaupungin oman henkilökunnan kouluttamista luonnonmukaisissa hulevesiratkaisuissa.

8.2. Yleissuunnitelmasta yksityiskohtaisempaan suunnitelmaan

Ympäristönsuojelu, tulvasuojelu, rakenteiden kuivatus, esteettisyys, esteettömyys, toteutuksen ja ylläpidon taloudellisuus ovat osa laajempaa yleissuunnitelmaa. Yleissuunnitelmassa on päätettävä yleiset hulevesien hallinnan periaatteet, valumareittien ja valuma-aluekohtaiset ratkaisut sekä tulva- ja ylivuotoreitit.

Hulevesien hallintasuunnitelma edellyttää laajat ja tarkat lähtötiedot suunniteltavasta alueesta. On selvitettävä alueen maaperä, topografia, alueelliset sadantamäärät tai mitoitussade, vesistöjen tila ja veden korkeudet, pohjavesiolosuhteet ja virtaamat, suunniteltu maankäyttö ja alueen luontoarvot. Myös olemassa oleva infrastruktuuri kuten tieverkosto ja sadevesiviemärointi on selvitettävä. Samalla on huomioitava olemassa olevat tulvareitit ja alueen nykyiset ongelmat, maankäytön muutosten vaikutukset vesitaseeseen, rakentamisen aiheuttamat hydrologiset muutokset ja niiden vaikutukset pintavaluntaan. Tämä on tärkeää, jotta minimoimaan rakennusaikaiset hulevesien kuormitukset.

Alueellisesta suunnittelusta edetään yksityiskohtaisempaan suunnitteluun. Tällöin huomioidaan hulevesimitoitus ja imeytys-, viivytyks- ja johtamisreittien sijoittuminen ja näiden vaatima tilantarve, tarkat tulva- ja ylivuotoreitit sekä perustusten kuivatusvedet. On pyrittävä säilyttämään luontaiset pintavesireitit, imeytyskelpoiset alueet ja painanteet. Hulevesireittien ja erilaisten kulkuväylien risteämisalueet on suunniteltava siten, että ne eivät jäädy tai roskaannu, jolloin niiden ylläpito ja huolto on hankalaa. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa huomioidaan myös tarkemmat rakennusmääräykset ja -ohjeet.

8.3. Omaa pohdintaa aiheesta

Luonnonmukainen hulevesien käsittelyn lisääntyminen edellyttää asenteiden muutosta sekä osaamisen ja tiedon jakamista hyvistä ratkaisuista. Maailmalla on paljon hyviä ja

onnistuneita luonnonmukaisen hulevesien käsittelyn toteutuksia, joista meille olisi saatava tietoa erilaiten organisaatioiden käyttöön. Ratkaisuja voitaisiin soveltaa meidän ilmastoomme ja tarpeisiin soveltuviksi. Avoimella tiedon jakamisella ja hyvällä yhteistyöllä hulevesiosaaminen lisääntyy. Laajalla hulevesitiedotuksella voidaan vaikuttaa myös yleiseen mielipiteeseen ja muokata sitä asialle myönteiseksi .

Yksityisille kiinteistönomistajille suunnatut luonnonmukaisen hulevesikäsittelyn tieto- ja ohjelehtiset lisäävät pienimuotoisten ratkaisujen toteutuksia. Rakentamisohjeiden tulee olla mahdollisimman selkeitä ja helppoja, jotta niitä voidaan hyödyntää ilman teknistä koulutusta tai suurta perehtyneisyyttä asiaan. Ohjelehtinen tulee olla saatavissa ennen rakennuslupaprosessin alkua ja sen voidaan tarvittaessa muokattavissa aluekohtaisesti. Vantaan kaupungin omilla sivuilla olevat yleiset luonnonmukaisen hulevesien käsittelyohjeet ovat varmasti myös hyödylliset ja tarpeelliset.

Luin opinnäytetyön taustaksi paljon lähdeaineistoa. Työhön ryhtyessäni en tiennyt, miten laajasta aiheesta on kyse. Materiaalia lukiessani opin erilaiset hulevesien luonnonmukaiset käsittelymenetelmien perusteet sekä sen, että paras lopputulos saadaan hyvällä taustakartoituksella. Ei kuitenkaan riitä, että tuntee hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät, vaan on myös pystyttävä tarkastelemaan suunnittelualuetta tarpeeksi laajasti. Rakennettujen ratkaisujen ylläpito on oltava helppoa, jolloin ne ovat mahdollisimman pitkäikäisiä ja siten myös taloudellisia. Puolentoista vuoden opiskelu hulevesien käsittelystä antoi minulle yleiskuvan aiheesta, mutta samalla se opetti, miten vähän asiasta yleisesti tiedetään ja miten paljon ennakkoluuloja aiheeseen liittyy.

Opinnäytetyön aikana perustin oman maisemasuunnitteluun erikoistuneet yrityksen ja sain sen myötä suunnitella kaksi pientalon pihaa, joissa kaava edellytti luonnonmukaista hulevesien käsittelyä tontilla. Näin sain hyödyntää kaikkia aiheesta jo oppimaani. Suunnittelutyön aikana pohdin usein, että haluaisin tutustua hyviin luonnonmukaisen hulevesikäsittelyn suunnitteluratkaisuihin ihan paikan päällä. Mietin monesti, mistä saan tietoa näistä kohteista? Nyt kaipaen lisätietoa hyvistä toteutuksista ja myös toteutuksista, joissa on puutteita ja tietoa siitä, miksi näin on. Tämä antaisi varmuutta suunnittelutyölleni.

9. Ehdotus jatkotutkimuksesta

Martinlaakson mallisuunnitelman myötä pohdin paljon julkisten rakennusten merkitystä hulevesien luonnonmukaisten käsittelyratkaisujen edistäjänä. Tähän vaikutti vahvasti ohjaajani Ulla Loukkaanhuhdan kertoma esimerkki koulupihan peruskorjauksesta Portlandissa USA:ssa. Siellä perinteinen hulevesiratkaisu oli korvattu luonnonmukaisella hulevesien käsittelyllä. Muutos korostui valokuvassa, jossa näkyi kohteesta tehty opaskyltti. Kyltissä oli kuva pihasta ennen peruskorjausta ja siinä kerrottiin, miten asfalttipiha oli peruskorjauksessa korvattu sadeputtarhoilla ja läpäisevillä pinnoilla. Opaskyltissä selitettiin myös tarkemmin ratkaisujen perusideoita ja toimintaa.

Kuvassa konkretisoitui, miten paljon viihtyisämpi oli vihreä, runsaasti kasvillisuutta sisältävä piha verrattuna samaan pihaan, jollainen se oli ollut ennen perusparannusta. Portlandissa koulupihan viihtyisyys oli lisääntynyt merkittävästi ja samalla koulunpihalle oli saatu lapsia varten opetusvihreää. Toteutettu ratkaisu oli parantanut pienilmastoa niin ulko- kuin sisätiloissakin, Ulla kertoi. Tämä toimintamalli voitaisiin toteuttaa mm. Martinlaakson yhtenäiskoulun piha-alueella. Kuvassa 37 näkyy osa Portlandissa olevan koulun pihasta, joka oli ennen peruskorjausta päällystetty kokonaan asfaltilla.



Kuva 37. Koulupihan perusparannus Portlandissa Yhdysvalloissa (Loukkaanhuhta 2009).

Julkiset kohteet ovat hyviä tutkimuskohteita

Jotta hyviä ja onnistuneita mallipihoja luonnonmukaisesta hulevesien hallinnasta saadaan Suomeen ja Vantaan kaupungille, on tehtävä päätöksiä niiden toteuttamisesta. Hyviä mallikohteita olisivat lähiaikoina peruskorjattavat koulu- ja päiväkotipihat, vanhainkotien

tai sairaaloiden piha-alueet. Näin saataisiin lisätietoa ja osaamista hyvistä ratkaisuista. Jos toteutuksesta tehtäisiin piha-alueelle infokyltti Portlandin mallin mukaan, se voisi edistää myös yksityisen sektorin toteutuksia ja yleistä tietoutta asiasta.

Laaja ja yhteinen toimintamalli edistää ja tuo lisätietoa luonnonmukaisen hulevesikäsitteilyn toteutuksista. Tämä edellyttää, että olisi luotava luonnonmukaisen hulevesienkäsitteilyn yleinen foorumi, jota niin kunnat kuin yksittäiset asiantuntijatkin voivat hyödyntää. Tällainen voisi olla esimerkiksi raportointijärjestelmä, johon kirjataan kaikki julkiset Suomessa toteutettavat luonnonmukaiset hulevesiratkaisut. Raportoinnin ylläpito olisi tarpeeksi laajan organisaation alaisuudessa, jolla olisi resursseja foorumin ylläpidolle ja jonka tavoitteena on luonnonmukaisen hulevesikäsitteilyn lisääminen. Olisiko organisaatio Ympäristöministeriön alaisuudessa toimiva taho?

Raportointi edellyttäisi esimerkiksi seuraavia merkintöjä toteutuskohteista: suunnitelman tavoitteet, tarkka alkukartoitus, kaikki rakentamisen ratkaisut ja ylläpidon suunnittelu. Raportoinnin tulisi jatkua kussakin kohteesta noin 3-5 vuotta, jolloin se olisi tarpeeksi laaja ja kattava. Siitä tulisi selvittää mm. ratkaisujen toimivuus, kunto, hoitokokemukset ja niiden kustannukset, pihan vaikutukset lähiympäristöön sekä käyttäjäkokemukset.

Raportoinnin käytön myötä saataisiin tietoa, mitkä ratkaisut ovat meillä Suomessa toimivia ja mitä kannattaa suosia, sekä myös ne ratkaisut, joita tulee välttää. Tämä edistäisi luonnonmukaisen hulevesien käsitteilyn osaamista ja lisäisi näin myös onnistuneita toteutuksia.

Lähteet

Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J., Kotro, J., Kuitunen, T., Ollila, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J., Tiuhonen, T., Tuomenvirta, H. & Vadja, A. 2008. *Ranckasateet ja taajamatulvet (RATU) -hankkeen loppuraportti, Suomen ympäristökeskus 31/2008*. Vammala. Vammalan kirjapaino Oy

Ahponen, H. 2003. *Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Diplomityö*. Rakennus- ja ympäristötekniikan laitos. Tekninen korkeakoulu.

Cantor, Steven L. 2008. *Green Roof in Sustainable Landscape Design*. USA. New York. W.W Norton & Company, Inc.

Hyöty, P. 2010. *Tampereen kaupunki VUORES - Pientaloalueiden hulevesien hallinta. Ohjeet rakentajille ja tontinomistajilla 0155-C9533*. FCG Planeko Oy.

Hirst, J., Morley, J. & Bang, K. 2008. *Functional Landscapes: Assessing Elements of Seattle Green Factor*. 2008 Intership Report. The Berger Partnerships. Seattle. USA

Jormola, J. 2010. *Hulevesiopas-luonnos*. Kuntaliitto.

Jormola, J. 2009. *Laatu, määrä ja muita tekijöitä hulevesien hallinnassa*. Ympäristö ja Terveys 3.2009. s.66-70. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Jormola, J. 2008. *Hulevesien hallinta kaupunkisuunnittelussa*. Yhdyskuntasuunnittelu 1.2008 (VOL 46:1). s. 40-52. Yhdyskuntasuunnittelun seura. Helsinki. J-Paino Hiirikoski Oy

Koivusalo, H. & Kokkonen, T. *Vesitalouden verkkokirja*. <http://www.water.tkk.fi/wr/kurssit/verkkokirja/sisallys.html>

Kotola, J. 2003. *Kaupunkihydrologia ja hulevedet*. Vesitalous 4.2003. s. 24. Ympäristöviestintä YTV Oy. Helsinki. Forssan kirjapaino.

Kotola, J. & Nurminen, J. (2003). *Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 1: kirjallisuustutkimus*. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7, 92 s. ISBN 951-22-6495-1 (nid.)

Lemminkäinen Oyj. 2006. *Asfalttirakenteiden suunnittelun käsikirja s. 5*. Helsinki.
<http://193.242.126.30/paallystys/suunnitteluohje/>

Loukkaanhuhta, U. (2005a). *Kuntatekniikka 1/2005*. Helsinki. KL-Kustannus Oy

Loukkaanhuhta, U. (2005b). *Kuntatekniikka 5/2005*. Helsinki. KL-Kustannus Oy

Melanen, Matti. 1982a. *Quantity, composition and aerial load of urban runoff water in Finland*. Acta Polytechnica Scandinavica, Civil Engineering and Building Construction Series, No. 80. ISBN 951-666-139-4 ISSN 0355-2705.

Määttä, P. (2010a). *VANTAAN KAUPUNKI Hulevesien hallinnan esimerkkisuunnitelmat MARTINLAAKSO*. Suunnitelmaselostus 0225-P11790. FCG Finnish Consulting Group Oy

Määttä, P. (2010b). *VANTAAN KAUPUNKI Hulevesien hallinnan esimerkkisuunnitelmat PÄHKINÄRINNE 4*. Suunnitelmaselostus 0225-P11790. FCG Finnish Consulting Group Oy

Määttä, P. (2010c). *VANTAAN KAUPUNKI Hulevesien hallinnan esimerkkisuunnitelmat SATUPUISTO*. Suunnitelmaselostus 0225-P11790. FCG Finnish Consulting Group Oy

Paunila, H. & Rautamäki, M. 1999. *Eteläisen kaupunginselän ja sen valuma-alueiden ympäristösuunnitelma*. Vaasa. Oy Tram Ab.

Rakennustieto Oy. 2001. *Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas* MaKu 2001. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy

Ramboil Oy. 2007. *Helsingin pienvesiohjelma*. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisu 2007:3 / Katu - ja puisto-osasto. Helsinki 2007

Salminen, O & Rapola, E. 2007. *Vesitalous 2/2007*, s. 12-18 Ympäristöviestintä YTV Oy, Forssa. Forssan kirjapaino Oy.

Soini, T. 2008. *Viherrakentajan käsikirja*. Viherympäristöliiton julkaisu 25. 3. painos. Jyväskylä: Gummerruksen kirjapaino Oy.

Soininen, S. 2010. *Marja-Vantaan urheilupuiston hulevesien hallintasuunnitelma*. Diplomityö. Aalto yliopisto. Tekninen korkeakoulu. Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta.

Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. *Katu 2002* Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy

Suomen ympäristökeskus. 2008. *Suomen ympäristö 31/2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)*. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Suunnittelukeskus Oy. 2007/a. *Hulevesityöryhmä. Hulevesien hallinta - esiselvitys organisointimalleista*. Taustaraportti 29.3.2007.

Suunnittelukeskus Oy. 2007/c. *Kuopion kaupunki Keilarannan keskuksen hulevesien hallintasuunnitelma*. Suunnittelukeskus Oy. 7.2.2007.

Suunnittelukeskus Oy. 2007/b. *Kuopion kaupunki Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät*. Suunnitteluohje 2.7.2007

Suunnittelukeskus Oy. 2007/4. *Hulevesien hallinta – esiselvitys organisointimalleista. Loppuraportti Hulevesityöryhmä*. Suunnittelukeskus Oy. 19.4.2007.

Södertälje kommun. 2001. *Dagvattenpolicy i Södertälje kommun*. Miljö- och stadbyggnadskontoret och tekniska kontoret. Februari 2001.

Uponor Oy. 2009. *Uponor- hulevesitunnelit ja -kasetit -esite. 2009.* <http://www.uponor.fi/ratkaisut/yhdyskuntatekniikka/vietroitviemarit/hulevesikasetti.aspx>

Vakkilainen, P. , Kotola, J. & Nurminen, J. (toim.). 2005. *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta.* Suomen ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima Oy

Tornivaara-Ruikka, Riitta. *Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa.* Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. Kurikka. Painotalo Casper Oy.

Vantaan kaupunki. Kuntatekniikan keskus 2009. *Vantaa Hulevesiohjelma.* Kuntek 2/2009 C16:2009.

Vantaan kaupunki. Kuntatekniikan keskus 2009. *Vantaan pienvesiselvitys.* Kuntek 1/2009. C6:2009

Vegtech/Envire VRJ Group. 2009). *Yritys- ja tuote-esittely-powerpoint.* 2009.

Suomen ympäristökeskus. 2009. (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=801&lan=fi>). Noudettu 20.9.2010

Suomen ympäristökeskus. 2009 (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8550&lan=FI>). Noudettu 20.9.2010