

Ville Lemmelä

Kunnallisteknisen yleissuunnitelman hulevesien hallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri

Rakennustekniikka

Insinöörityö

15.3.2015

Tekijä(t) Otsikko	Ville Lemmelä Kunnallisteknisen yleissuunnitelman hulevesien hallinta
Sivumäärä Aika	40 sivua + 2 liitettä 15.3.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	projektipäällikkö Riku Gabrielsson projektipäällikkö Sami Marttila laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta.</p> <p>Hulevesien hallinta on ollut jo nykyistä kunnallisteknistä yleissuunnittelua, joka näkyy katujen hulevesiviemäreinä, avo-ojina ja hulevesirumpuina. Tämän rinnalle on tulossa uusia menetelmiä, joilla voidaan hulevesiä hallita sekä lisätä katujen viihtyisyyttä. Uusien menetelmien kehittäminen on tärkeää ilmastonmuutoksen aiheuttaman äärisäätilojen lisääntyessä.</p> <p>Tämän opinnäytetyö tarkoitus oli selvittää hulevesien vaikutusta kunnallistekniseen yleissuunnitelmaan. Hulevesien vaikutusta tutkittiin eri kunnallisteknisen yleissuunnittelun vaiheissa. Työssä tutkittiin myös esimerkkikohteen hulevesien vaikutusta kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa.</p> <p>Hulevesien vaikutusta kunnallistekniseen yleissuunnitteluun aloitettiin tutkimalla alan kirjallisuudesta ja julkaisuista, yleisistä suunnitteluohjeista sekä haastattelemalla kunnallistekniikan suunnittelijoita. Työn tekemisen aikana kävi ilmi, että hulevesien hallinta liittyy oleellisesti kunnallistekniseen yleissuunnitteluun. Hulevedet voivat hoitamattomina aiheuttaa paljon haittoja ympäristöönsä, joten niiden hallinnan suunnittelu oli avain asemassa näiden haittojen torjunnassa.</p> <p>Opinnäytetyöstä tuli väline, jossa ehdotetaan vaihtoehtoja ja lisämenetelmiä hulevesien hallintaan esimerkkikohteessa. Lisävaihtoehtoja esitettiin esimerkkikohteen hulevesien hallinnan menetelmiin, jotka olivat läpäisevän päällysteen käyttö ja pienten viivytyspainanteiden lisääminen katurakenteeseen. Jatkosuunnittelussa näitä ehdotuksia voidaan hyödyntää. Työtä voidaan myös käyttää yrityksessä uusien työntekijöiden perehdyttämiseen hulevesien vaikutuksista kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa.</p>	
Avainsanat	hulevedet, hallinta, kunnallistekniikka, hallintaratkaisuja

Author(s) Title Number of Pages Date	Ville Lemmelä Management of Urban Runoff in General Planning of Municipal Engineering 40 pages + 2 appendices 5 May 2010
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Riku Gabrielsson, Project Manager Sami Marttila, Project Manager Matti Leppä, Laboratory Engineer
<p>This thesis was commissioned by Ramboll Finland.</p> <p>Management of urban runoff has already been a part of the current the general planning of municipal engineering, which can be seen in the streets as rainwater drainage, ditches and culverts. Alongside these, new methods are being introduced which can enable management of urban runoff and increase cosiness of the streets. Development of new methods is important because extreme weather conditions are increasing due to climate change.</p> <p>The objective of this thesis was to investigate the effect of urban runoff on the general planning of municipal engineering. The effect was examined in various stages of general planning of municipal engineering. The effect of urban runoff was also studied in practice on an example site.</p> <p>The effect of urban runoff on the general planning of municipal engineering was initiated by studying related literature and general designing guidelines of municipal engineering as well as by interviewing municipal planners. During the study it became clear that management of urban runoff is essentially linked to general planning of municipal engineering. Urban runoff, if left untreated, may cause a lot of harm to the environment, so their management planning is in a key role in the fight against harmful effects of urban runoff. The thesis is a tool in which alternative and additional design methods are introduced for management of the urban runoffs in the chosen site. Additional options for management of the urban runoffs are suggested, including use of permeable surfaces and adding delay sags to the street structure. In further planning, these proposals can be utilized. The thesis can also be used in orientation of new staff members of the company on the effects of urban runoff on general planning of municipal engineering.</p>	
Keywords	urban runoff, management, municipal engineering, solutions

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hulevedet, katu ja kuivatus	1
2.1	Hulevedet yleisesti	1
2.2	Kadut käsitteenä	2
2.3	Kuivatus	3
3	Laki, kaavoitus ja maankäyttö	4
3.1	Laki ja hulevedet	4
3.1.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	4
3.1.2	Vesihuoltolaki	5
3.1.3	Vesilaki	5
3.1.4	Laki tulvariskien hallinnasta	6
3.1.5	Ympäristönsuojelulaki	6
3.1.6	Muut hulevesiä koskevat lainsäädännöt	6
3.2	Kaavoitus	7
3.2.1	Yleisesti	7
3.2.2	Hulevesien hallinnan huomiointi kaavoituksessa	7
3.3	Kunnallisteknisen yleissuunnittelun vaikutus kaavoitukseen	9
4	Hulevesien synty ja hallinta	10
4.1	Hulevesien hallinta	10
4.2	Valuma-alueet ja valumakertoimet	11
4.3	Taajamatulvien hallinta	14
4.4	Katugeometria ja hulevedet	14
4.5	Kadun pintarakenteiden ja viherkaistojen vaikutukset hulevesiin	15
4.6	Hulevesien ympäristövaikutukset	17
5	Hulevesiviemäri	18
5.1	Mitoitus	18
5.2	Hulevesiverkoston ylläpito	20
6	Hulevesien hallintaratkaisuja	21
6.1	Imeytysrakenteet	21
6.2	Viivytyksrakenteet	23
6.3	Kiinteistöjen huleveden hallinta	25

6.4	Hulevesikasvillisuus	27
7	Esimerkkikohteen hulevesien hallinnan ratkaisut	27
7.1	Kohteen esittely	27
7.2	Kaavoitus	29
7.3	Suojeltavat kohteet	29
7.4	Hulevesien vaikutukset katusuunnitteluun	30
7.4.1	Tulvareitit ja katugeometria	30
7.4.2	Hulevesiverkosto	32
7.4.3	Uomien suunnittelu	33
7.5	Hulevesiratkaisut	35
7.6	Teorian ja käytännön vertaaminen	36
8	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkki kiinteistön hulevesien hallinnasta	
	Liite 2. Esimerkkikohteen valuma-alueet	

1 Johdanto

Kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa tehdään hulevesien hallinnan suunnittelua useassa suunnitteluvaiheessa. Hulevesien hallinnan suunnittelu on lakisääteistä, jolla pyritään ympäristön, ihmisten ja kiinteistöjen suojeluun. Tämän työn tarkoitus on selvittää hulevesien vaikutusta kunnallistekniseen yleissuunnitteluun. Työssä on tarkoitus tutkia alan kirjallisista julkaisuista huleveden hallinnan tapoja ja verrata niitä työssä oikeaan esimerkkikohteeseen. Työssä käytetään esimerkkikohtetta nimenä alueelle, jonka kunnallisteknisessä suunnittelussa olen itse mukana. Työssä ei mainita esimerkkikohteesta sen oikeaa nimeä eikä sijaintia, koska alueella on kaavoitus ja kunnallistekniikan yleissuunnitelman laatiminen kesken.

Työssäni kerrotaan, kuinka hulevesien hallintaan on laissa määrättyjä asioita, joita kuntien on otettava huomioon kaavoituksessaan. Kerrotaan huleveden synnystä ja hallinnan eri tavoista sekä käyn läpi eri kunnallisteknisen yleissuunnitelman suunnitteluvaiheita, joissa käsitellään hulevesien hallintaa. Työssä esitetään ratkaisuja ja rakenteita huleveden hallintaan. Lopuksi kerron esimerkkikohteesta, alueen nykytilasta ja suunnitellusta. Käyn läpi esimerkkialueelle suunnitellut hulevesiratkaisut ja vertaan niitä tutkiini hulevesiratkaisuihin. Tuon esille näkökohtia, jotka perustuvat itse tekemääni suunnittelutyöhön, kirjallisuudesta löytyneihin ratkaisuihin ja muiden esimerkkikohteen suunnitteluprojektissa olevien henkilöiden kanssa käytyihin keskusteluihin.

2 Hulevedet, katu ja kuivatus

2.1 Hulevedet yleisesti

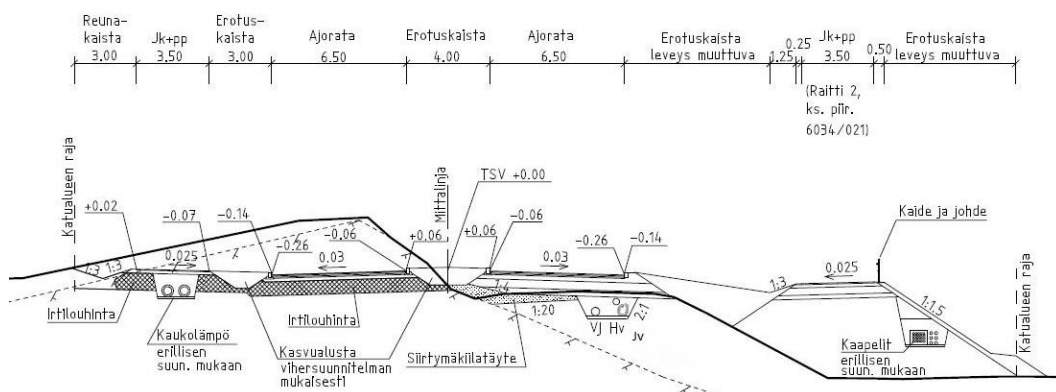
Hulevedet ovat vesiä, jotka syntyvät veden sadannasta, valunnasta ja lumen sulamisesta. Hulevesiin kuuluu myös rakennusten kuivatusvedet, jotka tulevat rakennusta ympäröivästä maaperästä. Hulevesiä pyritään johtamaan pois alueilta, joissa ne saattavat aiheuttaa ongelmia. Tällaisia alueita yleensä ovat tontit, kadut, tiet ja sillat. Hulevesien aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi rakennettavien alueiden suunnittelussa käytetään hulevesien hallinnan suunnittelua. Hulevesien hallinnalla pyritään torjumaan hulevesien aiheuttamia haittoja, kuten taajamatulvia, katujen ja teiden routimista sekä

asuintalojen kosteusvaurioita. Rakennetussa ympäristössä hulevesien määrät lisääntyvät. Hulevesien luonnollinen imeytyminen heikentyy, kun alueelle rakennetaan vettä läpäisemättömiä rakenteita kuten kattoja ja päällystettyjä katuja sekä ajoteitä. Sateiden määrät ovat taajamissa 5-10 % suurempia ja haihdunta pienempää. Hulevesiä varten suunnitellaan rakenteita, jotka estävät hulevesien aiheuttamat haitat. Tulevaisuudessa hulevedet aiheuttavat ilmastomuutoksen takia entistä suurempaa tarvetta hulevesien hallinnan suunnitteluun. Hulevesien hallinnasta määrätään laissa, jossa määrätään hulevesistä vastuussa olevat tahot. Hulevedet ovat kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa keskeisessä roolissa, koska ne vaikuttavat olennaisesti tehtyihin ratkaisuihin. [2, s. 18-19.]

2.2 Kadut käsitteenä

Katu on määritetty toiminnalliseksi alueeksi, johon luetaan kadun ylä- ja alapuoliset tilat. Katu on teknisesti haastava alue, sillä sen tulisi täyttää liikenneväylän roolin lisäksi muitakin vaatimuksia. Kadun tehtävä on toimia liikenneväylänä ajoneuvoille ja kevyenliikenteen käyttäjille, tarjota viihtyisä ilmapiiri, mahdollistaa yritystoiminnalle logistiset yhteydet sekä mahdollistaa maanalaisen infran kuten vesihuollon ja tietoliikenteen toimivuuden. Kadut ovat suuri kokonaisuus, joissa yhdistyy koko kaupungin ylläpitävät toiminnot. [1, s. 4-5.]

Kaduilla on viihtyisyyden parantamiseen ja hulevesien hallintaan rakennuttuja viherkaistoja, katupuita ja muita viherrakenteita. Katujen alle sijoitetaan kaupungin huollolle tärkeät verkostot kuten kaukolämpöputket, vesijohdot, viemärit, sähkö- ja telekaapelit, katutekniikan laitteet sekä hulevesijärjestelmät. [1, s. 14.]



Kuva 1. Esimerkki katutilaan sijoittuvista järjestelmistä [5.]

Kadun tarkoitus on täyttää kaikkien sen käyttäjien vähimmäisvaatimukset liikkumisen ja viihtyisyyden suhteen. Riippuen kadun tyypistä eri käyttäjien tarpeita painotetaan eri tavalla. Tämän takia kadut onkin lajiteltu toiminnallisiin luokkiin. Luokitus tehdään ajoneuvoliikenteen ja maankäytön näkökulmasta. Katuluokkia on erilaisia kuten pääkatuja, kokoojakatuja, tonttikatuja ja kävelykatuja. Kaduilla on myös kaupunkikuvallisia vaatimuksia. Kaupunkikuva määrää kadun ulkonäön, joka vaikuttaa myös hulevesien hallintaan ja kadun rakenteisiin. Viheralueilla ja hulevesiä läpäisevillä katujen päällysteillä pyritään hulevesien viivyttämiseen ja kokonaismäärän vähenemiseen. [1, s. 15.]

2.3 Kuivatus

Kuivatuksen tarkoituksena on johtaa hulevedet pois tonttien rakenteista ja kaduilta. Näin ei aiheudu haittaa liikenteelle, kadunkäyttäjille eikä kadun rakenteille. Kadulla kuivatusta on jaettu rakenteelliseen ja alueelliseen kuivatukseen. [1, s. 119.]

Rakenteellisessa kuivatuksessa pyritään kuivattamaan kadun rakenteita. Kuivatus hoidetaan estämällä veden pääsyä rakenteisiin pitämällä päällystemateriaali ehjänä, jotta vajovedet eivät pääse rakenteeseen. Päällysrakenteet muotoillaan kalteviksi, jotta vedet kulkeutuvat katujen reunoille. Kadun rakenteissa kuivatuksena toimii esimerkiksi salaojitus, jolla pyritään johdattamaan rakenteissa olevat vedet pois. [1, s. 130-132.]

Alueellisella kuivatuksella pyritään johtamaan pintavedet pois katualueelta. Kaduilla käytetään pintavesien poistamiseksi hulevesiviemärointiä tai avo-ojia. Kaduilla, joissa käytetään hulevesiviemärointiä, on kadun sivuilla reunakivet ohjaamassa pintavedet hulevesiviemäriin. Avo-ojia voidaan käyttää katualueilla, jossa katutilaa on enemmän. Avo-ojilla pyritään johtamaan hulevedet pois tonteilta ja kaduilta laskuojiin. Laskuojat johtavat vedet luonnonuomiin tai muihin vesistöihin. Avo-ojajärjestelmään kuuluvat rummut, joiden tehtävänä on johtaa hulevesiä katujen alitse. [1, s. 121-130.]



Kuva 2. Esimerkki kadun hulevesien purkupaikasta [5.]

3 Laki, kaavoitus ja maankäyttö

3.1 Laki ja hulevedet

Hulevesien hallinnasta säädetään useassa laissa. Säädökset ovat hajautuneet useampaan lakiin. Näitä lakeja ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, vesihuoltolaki, vesilaki, tulvariskilaki, ympäristösuojelulaki, vesienhoitolaki, luonnonsuojelulaki, laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta, maantielaki ja ratalaki. Lakien sisällössä keskityttiin lakipykäliin, joissa määrätään hulevesien hallintaa koskevista määräyksistä ja asetuksista.

3.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään kaavoituksesta, rakentamisesta, maankäytöstä ja yhdyskuntien kehityksestä. Lain tarkoituksena on taata hyvä elinympäristö ja edistää kestävästä kehityksestä. Laki turvaa valmisteltaviin asioihin vaikuttamisen jokaiselle. Laki ohjaa kaavoitusta valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla, jolla pyritään geologisuuteen, taloudellisuuteen ja ympäristöhaittojen torjuntaan.

"Lain tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella; imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla; ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä; ja edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin."

Laki määrää kuntaa järjestämään toimielimen, joka valvoo hulevesien hallintaa alueellaan. Kiinteistöjen omistajat vastaavat hulevesien hallinnasta. Kiinteistöjen hulevesijärjestelmä on oltava yhteensopiva kunnallisen hulevesijärjestelmän kanssa. Kunta vastaa toimenpiteistä, joilla hulevesien hallinta järjestetään asemakaava-alueella. [3, 103 §.]

3.1.2 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki turvaa turvallisen talousveden ja asianmukaisen viemäroinnin. Vesihuoltolaissa määrätään hulevesien ja tontin kuivatusvesien johtamisesta ja käsittelystä. Laissa kunta järjestää vesihuollon, joka ei ole sidottu kaavoitukseen. Järjestäjänä yleisesti toimii vesihuoltolaitos, joka järjestää vesihuollon kunnan alueella. Vesihuoltolaitos ylläpitää vesihuoltoon liittyviä järjestelmiä. Hulevesien hallinnasta vastaa vesihuoltolaitos omalla verkostoalueellaan. [6, 17§.]

3.1.3 Vesilaki

"Tämän lain tavoitteena on edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä; ehkäistä ja vähentää vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja; ja parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa."

Vesilaissa säädellään vesihuoltolaitosten toimintaa pohjavedenkäytöstä eli vedenottamisesta ja veden imeyttämisestä tekopohjavedeksi. Laissa käsitellään hulevesien osalta ojituksista. Ojituslupia myöntää aluehallintavirasto. Laissa ojituksesta määrätään vastuussa oleva tahot, joiden vastuulla on ojan käyttö ja kunnossapito. Lain tarkoituksena on toimia pohjana vesihuoltolaille ja estämään vesien pilaantumista. [7, 1§; 2, s. 28-29.]

3.1.4 Laki tulvariskien hallinnasta

”Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia ja edistää varautumista tulviin. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet.”

Laki määrää valtion ja kuntien viranomaisten osallistumista tulvariskien hallinnan suunnitteluun. Hulevesien osalta tulvat liittyvät rankkasateista aiheutuviin taajamatulviin. Kunta vastaa hulevesistä aiheutuvan tulvan hallinnasta. Kunta selvittää tulvariskialueet ja näiden perusteella tehdään tulvavaarakartat ja tulvariskikartat. Laissa pyritään tulvien aiheuttamien vahinkojen ehkäisemiseen. [8; 2, s. 27.]

3.1.5 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki koskee kaikkea ympäristöä pilaavaa toimintaa. Lain tavoitteena on ehkäistä ympäristöä pilaava toiminta. Ympäristönsuojelulain keskeisin sisältö liittyy ympäristölupaan. Hulevesille on haettava ympäristölupaa, jos ne aiheuttavat ympäristön pilaantumista. Ojituksen teolle on myös haettava ympäristölupa, jos se voi aiheuttaa ympäristön pilaantumisen. Ympäristöluvassa määritetään hulevesien käsittelystä ja johtamisesta niin, ettei toiminnasta synny ympäristöhaittoja. Kunnalla on oikeus antaa ympäristönsuojelumääräyksiä ympäristönsuojelulain puitteissa. Näillä määräyksillä voidaan esimerkiksi pyrkiä parantamaan vesialueen tilaa. [2, s. 30; 9.]

3.1.6 Muut hulevesiä koskevat lainsäädännöt

Luonnonsuojelulaissa säädetään vesiluonnon suojelusta. Suojelun kohteina voivat olla purot, lammikot ja lähteet. Luonnonsuojelulaki pyrkii säätämään eliölajien suojelua ja rauhoittamista. Hulevesien kannalta tämä tarkoittaa luonnon uomiin johdettuja hulevesiä, jotka eivät saa uhata suojeltuja ja rauhoitettuja eliölajeja. [10.]

Laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta säädetään katujen pitäminen kunnossa liikenneturvallisuuden ja käytettävyyden takaamiseksi. Hulevesien osalta laissa säädetään hulevesien aiheuttamien tulvien vähentämistä ylläpitämällä katujen huleveden hallintaan liittyviä rakenteita. [2, s. 31.]

Maantie- ja rata-alueissa määrätään kuivatukseen liittyvistä laskuojien rakentamisesta ja lupakäsittelystä. Laeissa määrätään laskuojien oikeudesta laskea muihin vesistöihin. Laeissa myös määritetään lupamenettelyjä, joita hoitaa rata-alueella radanpitäjä ja tie-alueella tienpitöviranomaisen. Lupia tarvitaan kuivatusrakenteiden sijoittamisesta tie- ja rata-alueille. [2, s. 31.]

3.2 Kaavoitus

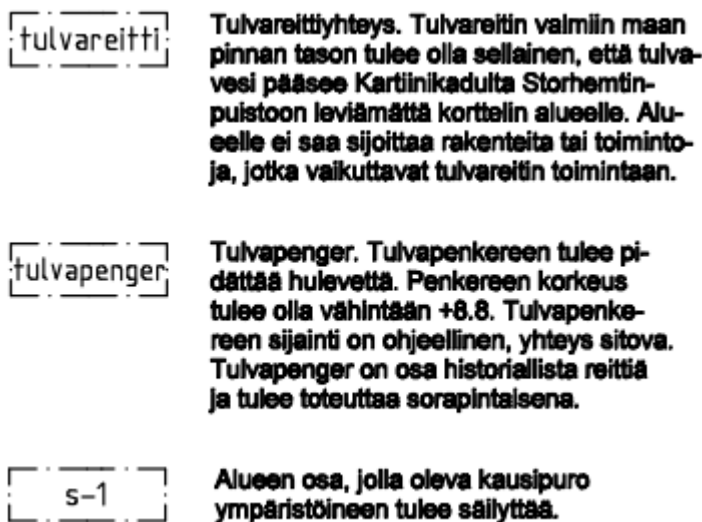
3.2.1 Yleisesti

Kaavoituksessa on neljä erilaista tasoa, jotka ovat valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, maakuntakaavoitus, yleiskaavoitus ja asemakaavoitus. Kaavoitustarve tulee maankäyttö- ja rakennuslaista. Valtioneuvosto asettaa valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, jotka ohjaavat maakuntakaavan luontia. Kunnat luovat omilla alueillaan yleiskaavan ja asemakaavan. Yleis- ja asemakaavan tulee toteuttaa maakuntakaavassa annettuja tavoitteita. Kunnat ohjaavat rakentamista alueellaan kaavoilla, jotka voivat asettaa vaatimuksia rakentamiseen esimerkiksi ympäristönsuojelun tai viihtyisyyteen vedoten. [3.]

3.2.2 Hulevesien hallinnan huomiointi kaavoituksessa

Maankäyttöä hallinnoi kaavoitus. Maankäyttöä suunnitellaan monella eri valtakunnan tasolla. Hulevesien hallinnan osalta maankäyttöä voidaan suunnitella kaavoituksen, valuma-alueen, maiseman ja pohjavesialueen perusteella. Maakuntakaavassa voidaan hahmotella kehitettäviä kohteita, joilla halutaan parantaa vesiensuojelua tai varata alueita pohjavesien suojeluun. Näitä voidaan tehdä kaavamääräyksillä. Maakuntakaavasta päättää maakuntaliitto ja kaavan vahvistaa ympäristöministeriö. Kunnat suunnittelevat maankäyttöä kaavoituksen yhteydessä. Kunnat laativat rakentamisen ohjaamiseksi yleis- ja asemakaavoja. Kaavoilla vaikutetaan mahdollisten hulevesien hallintameneelmiin. Yleiskaavaa luodessa rajataan rakentamista, jotta hulevesien käsittelylle ja viheralueille jää riittävät alueet. Yleiskaavan luonnin yhteydessä tehdään selvityksiä hulevesitulvistä sekä pienvesistöiden kunnostustarpeista. Samalla tarkastellaan valuma-alueen, pohjaveden muodostumisalueen ja vesistöihin vaikuttavia tekijöitä sekä rakentamisen vaikutusta. Selvitysten ja tarkasteluiden tarkoituksena on yleiskaavassa tarkastella sopivia alueita hulevesien käsittelylle ja viheralueille. Kaavoituksessa tarkas-

tellaan asemakaavaa valmistellessa riittävä katutilan mitoitus, jolla luodaan edellytykset hyvälle kadulle. Asemakaavavaiheessa tarkastellaan rakenteiden ja verkostojen tarvitsemat tilat. Näitä ovat mm. vesihuolto-, kaukolämpö-, sähkö-, kaasu- ja tietoliikenneverkostot. Huomioitavia rakenteita voivat olla maanalaiset rakennukset ja tukimuurit. Asemakaavavaiheessa tehdään yksityiskohtaisempia suunnitelmia hulevesien hallinnasta ja otetaan kantaa millaisia menetelmiä kaava-alueella käytetään. Lisäksi kaavamääräyksissä tai rakentamistapaohjeissa voidaan esittää vaatimuksia hulevesien hallinnasta. Asemakaavassa otetaan myös kantaa suuria hulevesivirtaamia aiheuttavien rakennusten hulevesiin. Tehtaiden, työpaikkojen, hallien ja parkkipaikkojen rakenteet ovat vettä läpäisemättömiä. Katoille muodostuvat vedet voidaan imeyttää, mutta tehtaiden, hallien ja parkkipaikkojen pihalle muodostunut hulevesi joudutaan käsittelemään epäpuhtauksien varalta. Suomessa kunnilla on toisistaan poikkeavia kaavamerkintöjä hulevesistä, joita niiden alueella käytetään. Kaavamääräyksillä pyritään vähentämään hulevesien määriä tai varmistamaan tulvareittejä. [2, s. 76-79. s. 48-52; 1, s. 7-19.]



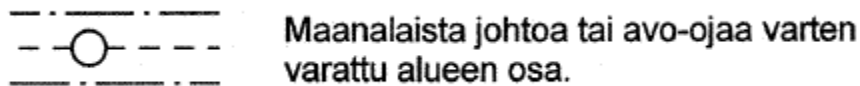
Kuva 3. Esimerkki hulevesiä koskevista kaavamääräyksistä [12.]

Määräyksissä rajataan tonteille varattua rakennettavissa olevaa tilaa. Tonteille annetaan määräyksiä rakentaa hulevesien käsittelyyn tai viivyttämiseen vaadittavia rakenteita. Näitä voivat olla muun muassa viherkasvi- tai puuistutukset. Määräysten tarkoituksena on vähentää hulevesiviemäriin kuormitusta rankkasateiden aikana viivyttämällä ja imeyttämällä hulevesiä.

- 3 § 20 % tontista tulee olla puiden ja pensaiden peittämää. Tontilla tulee olla puita.
- 4 § Pihojen päällysteiden tulee olla vettä läpäiseviä.
- 5 § Kortteleiden puhtaita katto- ja pihavesiä tulee ohjata istutuksille, ennen liittymistä yleiseen hulevesijärjestelmään.

Kuva 4. Esimerkki tonteille osoitetuista hulevesiä koskevista kaavamääräyksistä [11.]

Johtorasitteet ovat kaavoituksessa käytetty merkintä alueelle, jolle kaavassa ei voida rakentaa. Rasitteiden alue on tilanvaraus esimerkiksi hulevesiputkille tai avouomille. Putkirasitetta käytetään hulevesisuunnittelussa, kun putkien tai avouomien suunniteltu reitti menee lähelle tai läpi kiinteistöille kaavoitettua aluetta. Johtorasitteen tarkoitus on mahdollistaa putkien ja avouomien rakentaminen sekä huoltaminen.



Kuva 5. Esimerkki johtorasitteen kaavamääräyksestä [11.]

3.3 Kunnallisteknisen yleissuunnittelun vaikutus kaavoitukseen

Kunnan kaavoittamalle alueelle voidaan luoda kunnallistekninen yleissuunnitelma, joka luo pohjan kunnan kaavoittaman alueen katu- ja rakennussuunnitelmille. Kunnallistekninen yleissuunnittelu voidaan toteuttaa kaavoituksen eri valmisteluvaiheissa tai jo vahvistetulle kaava-alueelle. Kunnallistekninen yleissuunnitelma sisältää maankäytön-suunnittelua, katujen suunnittelua, vesihuollonsuunnittelua, geoteknistä suunnittelua, kaupunkikuvallista suunnittelua, valaistussuunnittelua sekä liikennesuunnittelua. Kunnat tekevät yhteistyötä monien eri tahojen kanssa. Luodessa uutta kaavaa, kaavamuu-tosta tai yleissuunnitelmaa kunnat voivat käyttää konsulttipalveluja selvitysten ja suunnitelmien laatimiseen. Selvitykset voivat koskea ympäristöselvityksiä, jossa kartoitetaan esim. pilaantuneita maita, pintavesien pilaantumista tai harvinaisten eliölajien suojelua.

Suunnitelmat voivat koskea alueen kunnallisteknistä yleissuunnittelua. Suunnitelmia ja kaavoitusta luodaan yhteistyössä konsulttien ja kaavoittajien kanssa. Kaavoituksen laadinta on laissa määritelty avoimeksi toiminnaksi. [1, s. 18-19.]

”Kaavaa valmisteltaessa on oltava vuorovaikutuksessa niiden henkilöiden ja yhteisöjen kanssa, joiden oloihin tai etuihin kaava saattaa huomattavasti vaikuttaa, siten kuin jäljempänä tässä laissa säädetään.

Kaavoja valmistelevien viranomaisten on tiedotettava kaavoituksesta sillä tavoin, että niillä, joita asia koskee, on mahdollisuus seurata kaavoitusta ja vaikuttaa siihen.”

Kaavoitusta luodessa prosessissa kuullaan kunnan ulkopuolisia toimijoita kuten yrityksiä, valtionviranomaisia ja maanomistajia. Yrityksillä saattaa olla tarve vaikuttaa kaavaan esimerkiksi uusien toimitilojen saamiseksi tai laajentamiseksi. Sähköyhtiöt, vesihuolto- ja teleoperaattorit tekevät yhteistyötä kaavoitukseen ja kunnallisteknisen yleissuunnitelman laatijoiden kanssa, mikäli näiden toimijoiden verkostoja on kehitettävällä alueella. Kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa tehdään tilanvarauksia katualueelle kunnallistekniikalle, vesihuolto-, sähkö- ja tietoverkoille sekä kaukolämmölle. Kunnallisteknisen yleissuunnitelman laatija suunnittelee tarvittavat tilanvaraukset ja käy samalla vuoropuhelua kaavoittajan kanssa tarvittavista muutoksista kaavaan. Kaavaan voi vaikuttaa lisätilan tarve, joka muuttaa kaduille varattua tilaa tai kaavaan lisätään esim. hulevesiputkille johtorasitealue. Tavoitteena on luoda kaikki osapuolet huomioitava kunnallistekninen yleissuunnitelma. [1, s. 25-27.]

4 Hulevesien synty ja hallinta

4.1 Hulevesien hallinta

Hulevesien hallinnan kannalta tärkeimmät tekijät ovat sade, kuivatusaika, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Sateen rankkuus ja kesto määrittävät pitkälti hetkellisen sateen määrän, joka alueelle kohdistuu. Maaperän läpäisemättömien pintojen vaikutus lisää valuntavesien määrää, siksi katualueilla käytetään hulevesiviemärintiä vesien poisjohtamiseen. Ilmastonmuutos tuo muutoksia hulevesiin ja taajamatulvien määriin. Taajamatulvassa hulevesiviemärijärjestelmä ei enää johda vettä pois kadulta vaan se kasaantuu kaduille ja purkaantuu hallitsemattomasti. Taajamatulvat muodostuvat lyhyiden, mutta voimakkaiden rankkasateiden aikana. Kadulle kerralla satanut

suuri määrä vettä ei ehdi johtua hulevesiviemäriin, koska niillä on vain rajallinen vedenottokapasiteetti. [2, s. 18-19.]



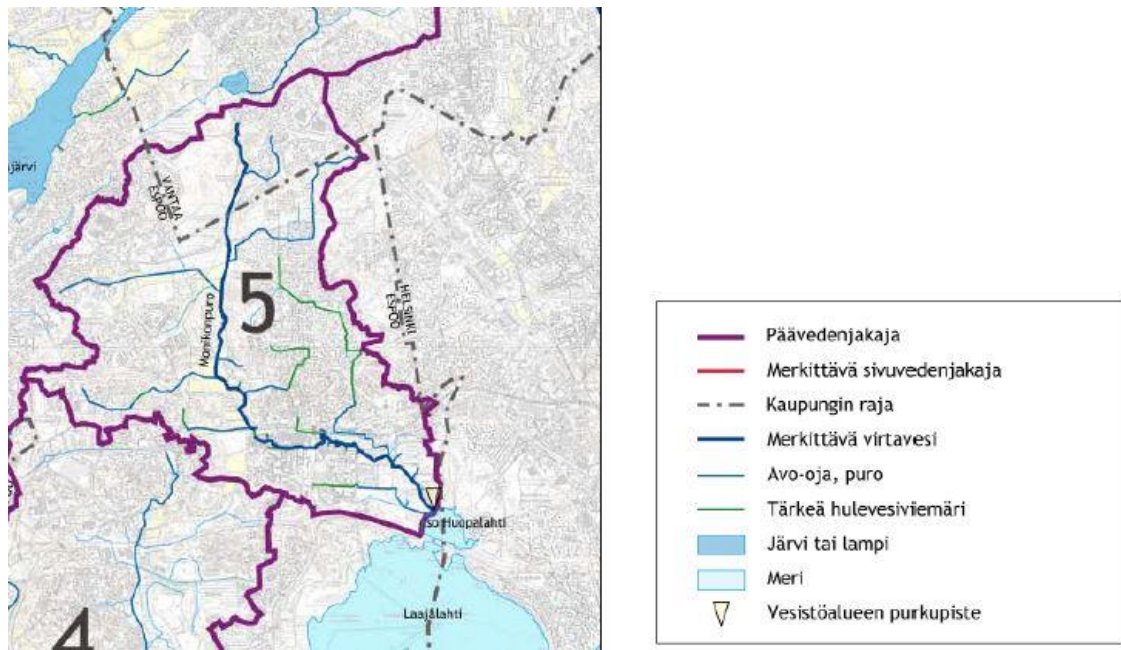
Kuva 6. Taajamatulva [13.]

Hulevesien hallinnassa tavoitteena on katujen ja kiinteistöjen kuivatus, taajamatulvien aiheuttamien haittojen ehkäiseminen ja vesien suojeleminen. Tärkeimpiä hulevesien hallinnan menetelmiä ovat hulevesien muodostumisen estäminen, käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla, johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä, johtaminen kosteikoille ja purkuvesistöihin. Hulevesien muodostuminen voidaan estää imeyttämällä vettä tai haihuttamalla sitä kasvien avulla. Tämä voidaan tehdä lisäämällä vettäläpäiseviä pintoja rakennetulla alueella. Kasveille tulee suunnitella tilaa, jossa ne voivat sitoa hulevesiä. Hulevesien vähentämiseksi läpäisemättömät rakenteet tulisi minimoida ja alueelle tulisi rakentaa imeytyskenttiä. Hulevesiä voidaan myös hyödyntää viheralueiden kastelussa varastoimalla vettä kaivoihin. Hulevesiä voidaan käsitellä viivyttämällä ja suodattamalla. Tämä menetelmä perustuu veden varastointiin ja hitaaseen suodattamiseen ennen sen vapautumista vesistöihin tai pohjavesiin. [2, s. 20-21.]

4.2 Valuma-alueet ja valumakertoimet

Valuma-alue on maantieteellinen alue, jossa hulevedet kulkeutuvat vesistöihin. Maaston korkeimmat kohdat toimivat vedenjakajina, jotka rajaavat valuma-alueen. Hulevedet virtaavat valuma-alueella alavilla alueilla oleviin puroihin, jokiin, järviin tai mereen.

Valuma-alueelle kaikki syntyvä hulevesi ei valu alueen vesistöihin. Vettä imeytyy maaperään ja haihtuu ilmaan. Kasvit pidättävät vettä matkalla vesistöihin. Luonnonolosuhteissa vain pieni osa vesistä päätyy vesistöihin pintavaluntana. Valuma-alueen koko määritetään pinta-alalaskelmana. Alueelta selvitetään alimman uoman korkeus, jonka ympäröimä korkeammalla oleva maasto on valuma-alueita. Suurien valuma-alueiden joiden pinta-ala on yli 100 km² tiedot saa alueen ympäristöviranomaiselta. Alle 1 km² valuma-alueet saadaan määriteltä peruskartasta, muista tarkemmista kartoista tai laserkeilausmallista. [2, s. 15-20.]



Kuva 7. Esimerkki valuma-alueesta [15.]

Valumakertoimilla pyritään kuvaamaan alueelle sataneen veden pintavaluntaa luvulla eli kuinka suuri osa vedestä jää pinnalle. Loput osat vedestä haihtuu ja imeytyy ympäristöön. Valumakertoimia voidaan antaa erilaisille materiaaleille tai alueille. Esimerkkinä voidaan käyttää kerrostalokorttelia ja puistoa. Korttelissa valumakerroin on 0,80, jolloin suurin osa vedestä päätyy hulevesiviemäriin. Puistossa valumakerroin on 0,10. Tällöin suurin osa alueelle sataneesta vedestä imeytyy maaperään. Valumakertoimissa on otettava huomioon maaston jyrkkyys, sillä jyrkissä pinnoissa veden imeytyminen on heikompaa. [14, s. 25-27.]

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
Puustomainen piha	0,20
Puisto, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen tiheäkasvuinen metsä	0,05

Kuva 8. Esimerkki erilaisten pintojen valumakertoimista [1, s. 20.]

Valuma-alueen pinta-alaa ja valumakertoimia tarvitaan virtauksen laskemiseen. Valuma-alueelta on selvitettävä nykyisten hulevesihallintaan liittyvät rakenteet kuten uomat, ojat, rummut ja hulevesiviemärijärjestelmät. Näiden vaikutukset on otettava huomioon virtausta laskiessa. [2, s. 15-20.]

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 ja vastaavat	0,35
Omakotialueet/pienet tontit	0,30–0,25
Omakotialueet/suuret tontit	0,25–0,20
Urheilu- ja leikkikentät	0,20
Suurehkot puistoalueet, joutomaa	0,10–0,05

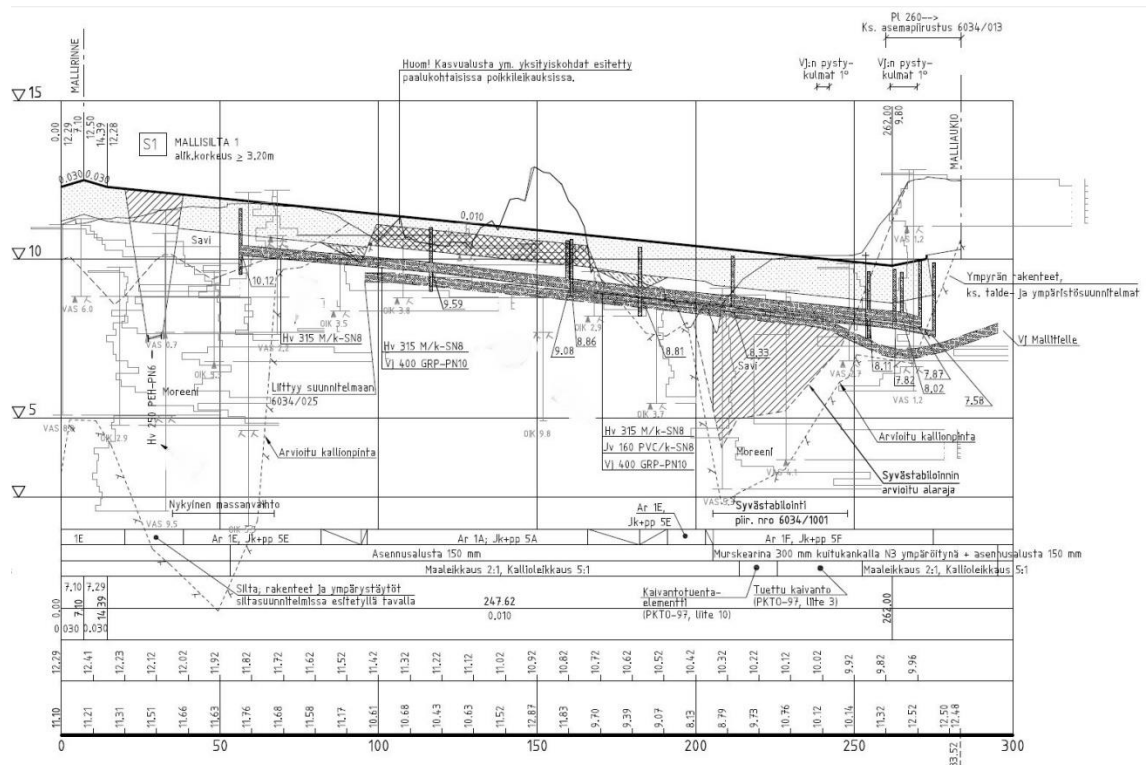
Kuva 9. Esimerkki erilaisten alueiden valumakertoimista [1, s. 20.]

4.3 Taajamatulvien hallinta

Taajamatulvat syntyvät rankkojen sateiden aikana. Muita syitä taajamatulviin voivat olla meren tai muun vesialueen tulviminen sekä puutteellinen hulevesienhallinnan suunnittelu. Taajamatulvia varten suunnitellaan tulvareittejä, joita pitkin vesi voidaan johtaa hallitusti purkuvesistöön, viheralueelle tai puistoon. Tulvareittejä suunnitellaan, koska tulvatilanteessa sadevesiviemärit eivät pysty johtamaan hulevesiä pois tarpeeksi nopeasti. Kadut ja puistot toimivat tulvareittinä, mutta erikoistapauksissa voidaan tulvareitti joutua korvaamaan tulvapatkilla. Tulvareittien suunnittelussa on tarkasteltava huleveden kulkureitti, kun hulevesiviemärit eivät johda enää hulevesiä. Tulvareitti kulkee maaston tai katujen alimpaan kohtaan. Sopiva tulvavesien purkautumispaikka voi olla puisto tai vesistö. Tulvareitin on toimittava, jotta kadut tai kiinteistöt eivät tulvi. Tulvareittistä on tutkittava, että siihen mahtuu alueen hulevedet rankkasateella ja sen tilavuus lasketaan reitin pituudesta ja poikkipinta-alasta. Mitoitussateena voidaan käyttää esimerkiksi kerran kymmenessä vuodessa esiintyvää 20 minuutin rankkasadetta. Kunnilla ja vesihuoltolaitoksilla on omia ohjeitaan joilla mitoitus lasketaan. Hulevesien purkupaiikat olisi hyvä suunnitella niin, etteivät hulevedet purkaudu suoraan vesistöihin vaan niitä varten voidaan toteuttaa viivytysalue. Puistot ovat hyviä viivytysalueita, jonne voidaan sijoittaa paljon hulevesien hallintaan liittyviä rakenteita. Puistoihin voidaan rakentaa kosteikkoja, lampia tai viivytysaltaita joihin katujen hulevedet ja tulvavedet voidaan ohjata. Puistoissa on myös paljon kasvillisuutta, jotka sitovat hulevesiä itseensä. Puistoalueiden ei tarvitse olla hoidettuja siistejä alueita vaan ne voivat olla myös luonnonvarassa olevia alueita kuten metsiä. [2, s. 94-97; 15, s.23; 16; 1, s. 95-118.]

4.4 Katugeometria ja hulevedet

Kadun geometrian eli kadun muotoon vaikuttaa kadun ympäristö, katua ympäröivät tontit ja maaston muodot. Vaakageometrialla voidaan vaikuttaa hulevesien liikkeisiin kaduilla ohjaamalla niitä kallistamalla katuja eli käyttämällä sivukaltevuuksia hyödyksi. Sivukaltevuudella ohjataan hulevedet kadun reunaan ja sieltä hulevesiviemäriin. [1, s. 64-65.]



Kuva 10. Esimerkki pituusleikkauksesta [5.]

Kadun pystygeometrian suunnittelussa on huomioitava mm. ympäröivän maaston korkeusasemat, pohjaolosuhteet ja kaupunkikuvalliset seikat. Pystygeometrialla on ratkaiseva merkitys myös mm. hulevesien hallintaan. Kunnilla on omia ohjeitaan katujen geometriolle, mutta on olemassa myös yleisiä ohjeita joita voidaan soveltaa kaikkialla. Katujen pituuskaltevuksien rajat ovat määritetty niiden toiminnan mukaan. Pienin suositeltava pituuskaltevuus on 0,5 %, joka on minimivaatimus hulevesien kuivatukselle. Kadun pystygeometrialla muodostetaan myös pintavesien tulvareitit. Pystygeometrian alimmat kohdat pyritään sijoittamaan tulvareiteille ja hulevesille soveltuville purkupai-koille. Käynnissä olevien kaavahankkeiden aikana voidaan yhteistyössä vaikuttaa tulvareittien ja hulevesien purkupaikkojen sijoittamiseen esim. johtorasitteiden tai viher-alueiden sijoittamisella. Purkupaikka voi olla johtorasite, avouoma, viheralue tai puisto. [1, s. 73-84.]

4.5 Kadun pintarakenteiden ja viherkaistojen vaikutukset hulevesiin

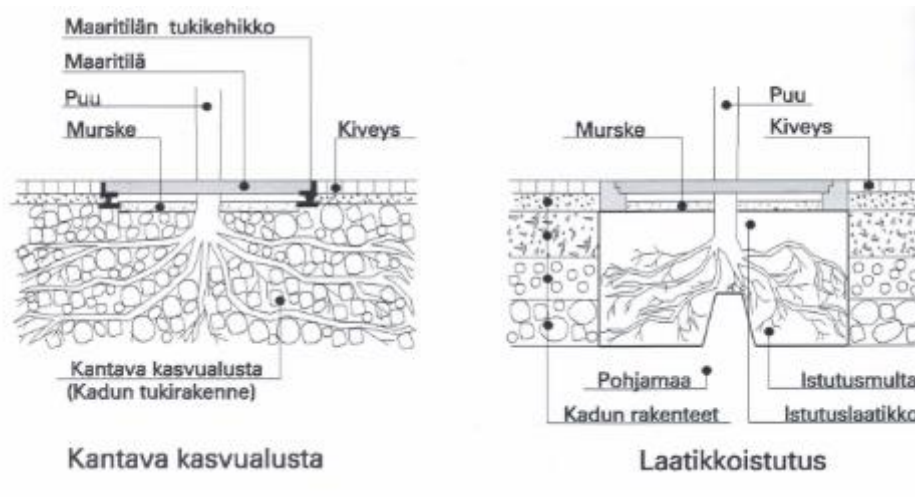
Katujen rakenteet suunnitellaan liikennekuorman ja routivuuden näkökulmasta. Hulevedet vaikuttavat katujen rakenteisiin maaperän routivuuden muodossa. Kadun rakentamiseen käytetyt materiaalit ovat yleensä luonnonsoraa, kalliomursketta ja asfalttibe-

tonia. Kadun pintamateriaalina käytetään asfalttibetonin lisäksi betonikiviä ja luonnonkiviä. Päällysteelle on vaatimuksina kulutuskestävyys, tasaisuus, meluisuus, vedenläpäisevyys ja ulkonäkö. Päällysteen vedenläpäisevyys vähentää hulevesien määrää kadulla. Asfalttipintaiset kadut eivät ime vettä, mutta kivipäällysteissä vettä pääsee katurakenteeseen saumoista. Tämä vähentää hulevesien määrää kadulla. Päällysteen ulkonäkö vaikuttaa myös kadun mukavuuteen. Kivipäällysteitä voidaan käyttää ulkonäöllisistä syistä muuttamaan kadun ilmettä. [1, s. 95-118.]



Kuva 11. Katupuuta ja katukiviä [5.]

Viherkaistoille istutetaan kasveja viihtyisyyden takia, mutta ne toimivat myös hyvin hulevesien viivyttäjinä ja haihduttajina. Viherkaistoille istutetaan puita, pensaita ja kukkia. Kaduilla olevilla katupuilla on omat kasvualustat, joiden rakenne eroaa tavallisesta katurakenteesta. Katupuuta voidaan istuttaa viherkaistoille. Viherkaistoilla tulee ottaa huomioon puun juuriston tarvitsema tila. Puukaistoja ja viheralueita voidaan tehdä kaupunkioiloissa kapeillekin paikoille. Puiden kasvualustat ovat rakenteeltaan huokoisia, joten ne pidättävät hulevesiä. Niiden tarvitsema tila kadulla voi olla hyvinkin pieni. Viherkaistat ja puut vähentävät hulevesien kokonaisvaluntaa, imevät hulevesiä ja estävät eroosioita. Mitä enemmän kaduilla on viheralueita, sitä vähemmän hulevesiä muodostuu kadulle. [17, s.6-13.]



Kuva 12. Esimerkki katupuiden kasvualustoista [1, s. 118.]

4.6 Hulevesien ympäristövaikutukset

Hulevesien ympäristövaikutukset muuttuvat rakennetussa ympäristössä. Luonnontilassa hulevesistä suotautuu haitallisia aineita imeytymisen ja valunnan kautta. Rakennetussa ympäristössä suurin osa hulevesistä johdetaan valuntana pois. Valunnan mukana kaduilta pääsee ympäristöä rasittavia aineita kuten ravinteita, kiintoainesta, raskasmetalleja, bakteereja ja öljyä hulevesiviemäriin. Kaikki vettä läpäisemättömät pinnat lisäävät valuntaa ja kasvien pieni määrä vaikuttaa imeytymisen vähyyteen. Ympäristöä rasittavien aineiden määrä lisääntyy valunnan lisääntyessä. Näillä aineilla on monia lähteitä kuten liikenne, teollisuus, eläinten jätökset ja jätteet. Näiden aineiden maahan imeytymistä heikentää vähäinen avouomien ja kosteikkojen määrä. Hulevedet johdetaan hulevesiviemäriin purkuvesistöihin. Ilman vedenlaadun hallintaa hulevedet ohjataan puhdistamatta vesistöihin, mikä lisää ympäristönkuormitusta. Jo alueen rakentaminen aiheuttaa hulevesissä muutoksia ja ympäristökuormitusta. Rakentamisesta tulee päästöjä ja valuntavesien määrät lisääntyvät. Rakennetulla ympäristöllä on vaikutusta pohjavesiin. Pohjaveden pinta alenee, koska luonnollinen veden imeytyminen estyy, mikä vaikuttaa vesitalouteen ja kasvillisuuden vedensaantiin. [18, s. 12-29.]

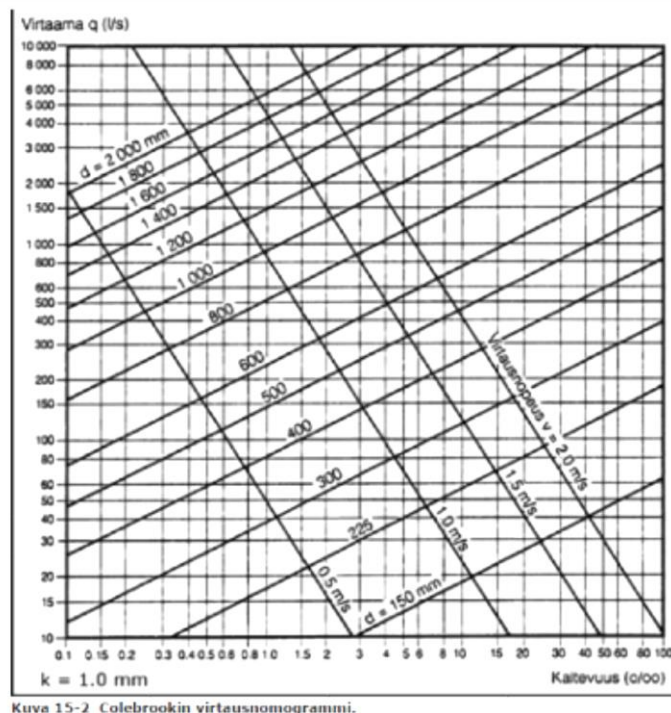
5 Hulevesiviemäri

5.1 Mitoitus

Hulevesiviemäriverkostoa mitoittaessa selvitetään valuma-alue ja alueen valumakerroin. Virtaama saadaan selville laskentakaavalla: $Q = i \cdot u \cdot F$.

Kaavassa i on mitoitusateen rankkuus, jota kuvataan yksikkönä (l/s ha). u on valumakerroin ja F on valuma-alueen pinta-ala. [1, s. 120.]

Virtaamien mitoittamiseen voidaan käyttää monia erilaisia mitoittavia arvoja. Nämä arvot riippuvat maantieteellisestä sijainnista ja ilmasto-olosuhteista. Käytännössä kunnallisesta vesihuollosta vastaavat julkiset liikelaitokset antavat omat ohjeensa verkostojen mitoittamiseen heidän omassa verkostossaan. Vesihuollon suunnittelussa tulee käyttää kunkin vesilaitoksen käyttämiä laskukaavoja. Esimerkiksi mitoitusateena käytetään kahdesti vuodessa toistuvaa 10 minuutin sadetta, jonka rankkuus on 150 l/s ha. Hulevesiputken koon määrittämiseen käytetään nomogrammeja. Nomogrammista näkee eri putkikokojen virtauskapasiteetin eli kuinka paljon vettä putki johtaa eri kaltevuksilla. Putkien valmistajilla on putkilleen omat nomogrammit, joilla putket mitoiteaan. [1, s. 121.]



Kuva 15-2 Colebrookin virtausnomogrammi.

Kuva 13. Esimerkki virtausnomogrammista [1, s. 121.]

Hulevesiviemäri tehdään pääasiassa viettoviemärinä. Jokaiselle putkikoolle on minimi- ja maksimikaltevuuksia. Minimikaltevuus määrittää putken pienimmän kaltevuuden, jolla putki on toiminnallinen. Minimikaltevuuden määrää veden virtausnopeus, jonka tulee olla putkessa 1 m/s. Putkessa tarvitaan virtausta, jotta se puhdistuisi ja vesi ei seisoi putkessa. Maksimikaltevuudelle on määritetty virtausnopeus 3 m/s. Joskus suunnittelussa voi tulla tilanteita, jossa tämä joudutaan ylittämään. Tällöin pitää hulevesiviemäriä suunnitellessa ottaa huomioon putkimateriaalien ylimääräinen kulumisen veden aiheuttaman eroosion takia. Porraskaivoilla voidaan tasata hulevesiviemäriin pituuskaltevuuksia. [1, s. 122-123.]

Putkikoko / mm Betoniputki	Suosittelava minimi- kaltevuus / %	Suosittelava maksimi- kaltevuus / %
300	0,5	8,0
400	0,35	6,0
500	0,28	4,3
600	0,22	3,6
800	0,15	2,4

Kuva 14. Esimerkki putkien minimi- ja maksimikaltevuuksista [1, s. 122.]

Hulevesiviemäriä suunnitellessa tulee huomioida putkien asennussyvyys. Etelä-Suomessa asennussyvyys on 1,8 m. Keski-Suomessa asennussyvyys on 0,1 m syvempi ja Pohjois-Suomessa 0,4 m syvempi kuin Etelä-Suomessa. Asennussyvyys määräytyy maaperän routivuudesta, joka aiheuttaa vaurioita hulevesiviemäriin. Asennussyvyttä voidaan pienentää asentamalla putkille lämpöeristys, joka ehkäisee routimisen aiheuttamia vahinkoja. [1, s. 123.]

Hulevesikaivoja tulisi sijoittaa vähintään 50-100 metrin välein. Ritoläkantisia hulevesikaivoja sijoitetaan kaduille veden poisjohtamiseksi. Ritoläkaivoja tulisi olla noin 1 per 400-800 m² katupinta-alaa, kun käytetään 125 l/s ha mitoitussadetta. Kaivoja tulisi sijoittaa kadun alimpiin kohtiin keräämään kadulle syntyneet hulevedet, mutta kaivojen sijoittamisessa pyritään huomioimaan myös esimerkiksi tonteilta kaduille liittyvät hulevesiputket. Kaivojen määrä riippuu myös kadun pituuskaltevuudesta. Hulevesiritiläkaivoissa tulee olla sakkapesät, jotta roskat ja hiekat eivät päädy runkoviemäriin. Tämä

estää tukoksia ja putkiston kulumista. Hulevesikaivoihin tulee asentaa tarvittaessa jäätymissuojia talven pakkasia varten, jotta hulevesiputket eivät jäädy. [19.]

Hulevesiviemäreitä suunniteltaessa voidaan joutua tilanteeseen, jossa joudutaan käyttämään pumppaamoja. Pumppaamoja käytetään esimerkiksi kadun alimman kohdan kuivatuksessa tai alikuluissa, kun muutoin taloudellisesti kannattavimpien vaihtoehtojen käyttö tai rakentaminen tulisi kalliimmaksi. Pumppaamoita pyritään välttämään, koska niillä on käyttö-, huolto- ja valvontakustannuksia. [1, s. 126.]

Hulevesiverkoston suunniteltaessa tulee huomioida vesihuollon kannalta mitoitettavia tekijöitä kuten putkien korkeusasemat ja putkiristeilyt. Kunnallisilla jätevesi- ja hulevesiverkostotoista vastaavilla liikelaitoksilla on yleisiä ohjeita, joita tulisi noudattaa. Yleisten ohjeiden lisäksi on suunnittelualueella tarkasteltava erikoiskohteet, jotka ovat erityisen herkkiä hulevesien aiheuttamille vaurioille. Tällaisia alueita voivat olla esim. metroasemat ja maanalaiset parkkihallit. Näille alueille voidaan käyttää huomattavasti suurempia mitoitussarvoja, kuin normaalissa suunnittelussa.

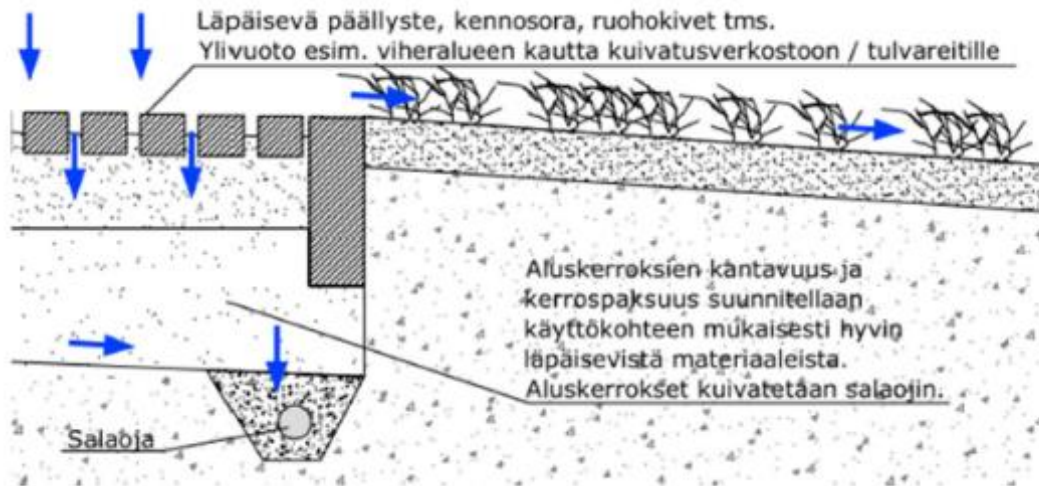
5.2 Hulevesiverkoston ylläpito

Hulevesiviemäriverkoston ylläpitoon kuuluu kaivojen ja putkien tukkeentumisen estäminen. Tarkkailemalla hulevesiviemäriverkoston toimintaa säännöllisesti saadaan käsitys sen toiminnasta. Tarkkailun tarkoituksena on paikantaa mahdolliset tukokset. Tukoksia syntyy kiintoaineksen kuten hiekan tai muun orgaanisen aineksen kuten puiden oksien vuoksi. Talvella lumi ja jää saattavat aiheuttaa myös tukoksia hulevesiverkostossa. Hulevesiviemäriin purkupäiden ympäröivää aluetta joudutaan huoltamaan. Ympäröivän kasvillisuuden liiallinen kasvu tukkii purkuaukon, jos sitä ei huolleta. Hulevesiviemäriverkosto puhdistuu itseksensä kovilla sateilla, mutta verkostoa joudutaan huuhtelemaan puhdistuksen yhteydessä. Ylläpitoon kuuluu myös vanhojen ja rikkoontuneiden putkisto-osuuksien korjaus. Verkostojen suunnittelussa tulee ylläpitoa varten ottaa huomioon putkien mahdollinen aukikaivaminen tai kaivamattomalla tavalla kuten sujuvuudella tehtävä korjaus. Hulevesiverkostoja olisi hyvä sijoittaa vähintään 2,5 metrin etäisyydellä puista ja rakenteista kuten kiinteistöjen seinistä, jotta hulevesiverkostojen huolto olisi mahdollista. [2, s. 265-257.]

6 Hulevesien hallintaratkaisuja

6.1 Imeytysrakenteet

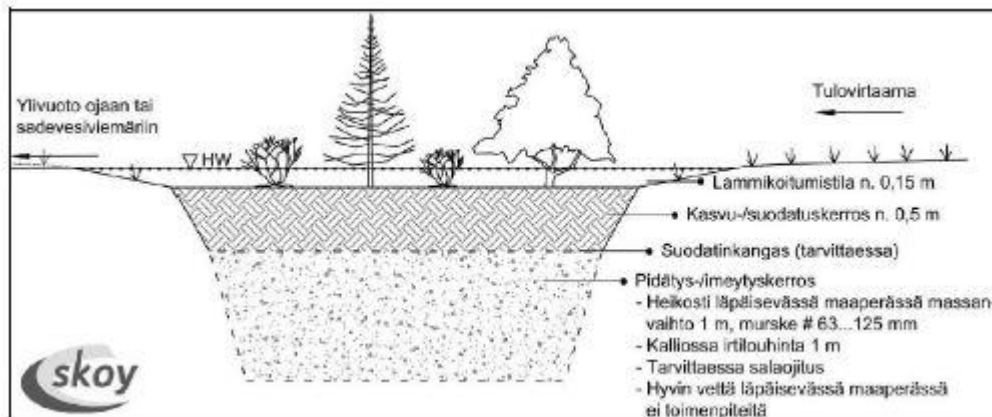
Hulevesien yksi hallintamenetelmä on käyttää mahdollisimman paljon vettä läpäiseviä pintoja. Vettä läpäisevät pinnat auttavat hulevesiä imeytymään pohjaveteen niiden muodostumispaikalla. Näin hulevesiä ei tarvitse johtaa pois alueelta. Rakennetuilla alueilla vettä läpäisevien pintojen lisääminen vähentää hulevesien virtaamia. Vettä läpäisevät pinnat muodostuvat karkearakeisesta päällysteestä, jossa on huokosia jotka vesi läpäisee. Vettä läpäiseviä päällysteitä voidaan mm. käyttää alueilla kuten asuin-korttelit, pysäköintialueet ja kevyen liikenteen väylät. Vilkasta liikennettä omaavilla alueilla kadun vettä läpäisemättömän pinnan lisäksi voidaan osa alueesta tehdä hulevesiä läpäisevillä päällysteillä. Läpäiseviä päällysteitä ei voida käyttää, jos alueen toiminta aiheuttaa vaaraa pohjaveden pilaantumiselle. Läpäisevät päällysteet eivät puhdistaa hulevesiä, joten niitä ei voi käyttää teollisuusalueilla tai suuren liikennemäärän omaavilla teillä. Vettä läpäiseviä päällysteitä ovat muun muassa reikälaatta, harva kiveys, kennosora ja avoin asfaltti. Reikälaatasta on hulevedelle tehtyjä reikiä, joista se pääsee päällysteen läpi. Laatan materiaali on betonia. Reikälaatta tarvitsee ajoittain puhdistaa, jotta reiät pysyvät auki. Harva kiveyksen toiminta perustuu kivien väljään aseteluun, josta hulevedet pääsevät imeytymään. Reikälaatasta ja harva kiveyksessä käytetään karkearakeista kiviainesta täyttämään raot ja reiät. Asennushiekasta tulee seuloa hienoaines pois, jotta hulevedet imeytyvät paremmin. Kennosora rakentuu muovikennosta ja sepelistä, josta on seulottu hienoaines pois. Muovikennoon levitetään sepeliä ja kennon päälle tulee vielä 20 mm kerros sepeliä. [2, s. 142-145.]



Kuva 15. Esimerkki vettä läpäisevistä päällysteistä [5.]

Avoin asfaltti poikkeaa tavallisesta asfaltista hienoaineksen määrässä. Avoimessa asfaltissa on vähemmän hienoainesta, joka tekee siitä huokoisemman. Näin hulevedet pääsevät osittain imeytymään pinnan läpi maaperään. Avointa asfalttia tulee huoltaa imuroimalla, jotta huokokset eivät tukkeudu. [2, s. 146.]

Imeytys on hulevesiä ehkäisevä menetelmä, jossa muutetaan huleveden pintavalunta pohjavesivalunnaksi. Imeytys on lähes ainut tapa vähentää pohjaveden pinnan alenemista rakennetulla alueella. Imeyttäminen on hyvä tapa parantaa laadullisesti hulevesiä. Imeytys puhdistaa hulevesiä fysikaalisesti, kemiallisesti ja biologisesti. Imeyttämisellä ei voida estää tulvatilanteita, mutta se tasaa hulevesien määrää maaperässä varastoimalla hulevesiä. Imeyttämistä joudutaan käyttämään, kun alueella on vedenpinnan alentaminen kielletty haitallisten painumien takia. Imeytyksen teho riippuu maaperän olosuhteista. Paras imeytys saadaan aikaan karkearakeisilla maaperillä. Hienorakeisilla maaperillä imeytysrakenteeseen on lisättävä salaojitus. [2, s. 146-156.]



Kuva 16. Esimerkki imeytyspainanteesta [20, s. 16.]

6.2 Viivytyrakenteet

Hulevesien viivytyrakenteiden tarkoitus on pidättää vettä ja hallitusti vapauttaa se purkuvesistöön tai hulevesiviemäriin. Viivytyrakenteiden ei ole tarkoitus imeyttää siihen kertynyttä hulevettä vaan varastoida sitä väliaikaisesti. Varastoinnilla pyritään vähentämään hulevesijärjestelmän eroosiota ja parantamaan huleveden laatua. Hulevesiviemärit kuluvat vähemmän, kun niissä kulkevan veden virtausnopeus on alhaisempi. Hulevesien laatu paranee viivytyrakenteiden ansiosta, koska hulevedessä olevilla kiintoaineilla on aikaa laskeutua viivytyrakenteiden pohjaan. [2, s. 172-173.]

Viivytyrakenteita ovat lammikot, rakennetut altaat, kosteikot, viivytyspainanteet ja viivytykskaivannot. Lammikot, rakennetut altaat ja kosteikot pitävät jatkuvasti vettä eivätkä kuivu normaaleissa olosuhteissa. Lammikoiden tehtävä on puhdistaa hulevesiä laskeutuksen, kasvillisuuden ja bakteerien avulla. Lammikoiden on oltava ainakin metrin syviä, jotta niissä olisi jatkuva vesipinta. Lammikoiden syvyys pidetään alle 2,5 metrissä jotta kaivuukustannuksia ei syntyisi liikaa. Lammikon vedenpintaa säädetään padolla. Lammikoiden ylimääräinen vesivarasto puretaan purkuputkella. Putki tyhjentää lammen ylimääräisestä vedestä noin 1-2 vuorokaudessa. Rakennetut altaat ovat kuin lammikoita. Eroja lammikoihin rakennetussa altaissa on syvyys ja rakenne. Rakennetut altaat ovat matalia noin 20 senttiä syviä. Rakennettujen altaiden pohja vuorataan vedenpitäväksi bentoniittisavella tai muovikalvolla. Rakennetut altaat voidaan rakentaa betonista tai kivistä. Kosteikot toimivat kuten lammikot, mutta ovat matalia ja pinta-alaltaan laajoja. Kosteikoissa on moninainen kasvillisuus kuin lammikoissa. Kosteikkojen syvyys on vaihteleva. Näin kosteikkoon saadaan laajalle alueelle pysyviä vesipintoja. Viivytyspainanteet ovat alueen alimpiin kohtiin sijoitettuja viivytyrakenteita. Viivytyspainante

muistuttaa lammikkoa, mutta se tyhjenee enintään vuorokauden kuluttua täyttymisestäään. Viivytyispainanteet pyritään tekemään mahdollisimman luonnonmukaisina, joka vähentää nykyisten painanteiden muokkaustarvetta. Viivytyispainanteen vedenpintaa säädellään padolla tai purkuputkella. Painanteita voi esiintyä luonnon muovaaminakin suunnitellulla alueella. Valmiita luonnonrakenteita tulisi hyödyntää ja mahdollisesti muokata, jos ne soveltuvat sellaisenaan viivytyispainanteeksi. [2, s. 174-175.]



Kuva 17. Esimerkki viivytyispainanteesta [5.]

Viivytykskaivanto on maanalainen rakenne, johon varastoidaan hulevesiä ja niitä voidaan joutua käyttämään tilan puutteen vuoksi. Esimerkki viivytykskaivannosta on suuren raekoon louheella täytetty kuoppa, johon asennetaan purkuputki. Viivytykskaivantoja voidaan myös tehdä muovista, betonista ja teräksestä. Maan alle sijoitetut purkuputkeliset vesisäiliöt ovat myös viivytykskaivantoja. Maahan sijoitetulla viivytykskaivannolla pyritään vähentämään sen maan päällisen osuuden kokoa. Pysäköintialueet ovat esimerkki tilasta, jonka alle voidaan rakentaa viivytykskaivanto, johon alueen hulevedet johdetaan. [2, s. 176-177.]



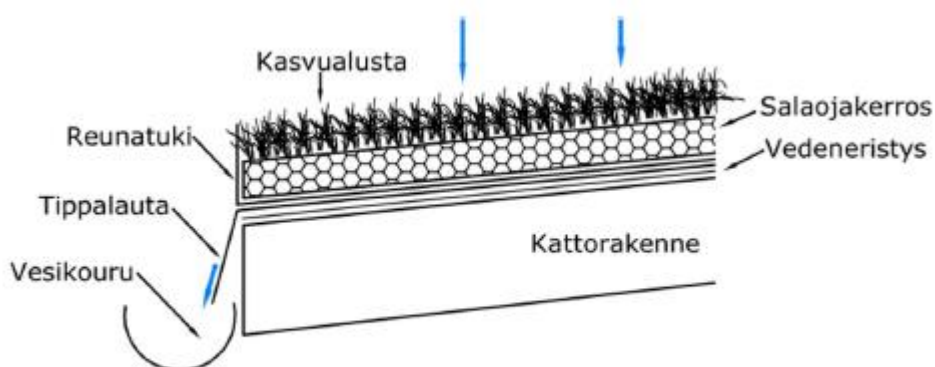
Kuva 18. Esimerkki muovisesta viivytskaivannosta [20, s. 18.]

6.3 Kiinteistöjen huleveden hallinta

Kiinteistöillä on tontillaan oma kuivatusjärjestelmänsä, jonka tavoitteena on pitää rakennusten rakenteet kuivina. Tähän kuivatusjärjestelmään kuuluu katolle syntyvien hulevesien ohjaus räystäältä hulevesikaivoon. Hulevesikaivo liitetään kunnalliseen hulevesiverkkoon, jonne osa kuivatusvesistä päätyy. Tontin hulevesikaivoon liittyy myös rakennusta ympäröivä salaojitus. Salaojituksen tarkoitus on johtaa rakennusten viereiseen maahan imeytyneet hulevedet pois rakennuksen rakenteista. Salaojitus on rakennettu rakennusten perustusten alapuolelle. Perustusten materiaalina käytetään karkearakeisia maa-aineksia kuten mursketta. Tällöin hulevedet imeytyvät karkearakenteisen maa-ainekset läpi, kunnes kohtaavat vettä läpäisemättömän pohjamaan. Pohjamaa muokataan salaojaputkistoon päin viettäväksi, jolloin vedet valuvat salaojaan. Karkearakeiselle maaperälle perustaessa pohjarakenteet ovat samanlaisia, mutta tällöin tontille imeytyvät vedet saattavat valua suoraan pohjaveteen. Tällöin ei välttämättä tarvita salaojitusta. Kalliolle rakennettaessa on huomioitava veden kulku, koska vedet saattavat johtua suoraan kallioon tai sieltä saattaa suotautua vettä. Salaojitus voidaan tarvita varsinkin, jos kyse on kalliorinteeseen tehdystä kiinteistöstä. Kiinteistöjen tontilla saattaa olla vettä läpäisemättömiä pintoja kuten asfalttia. Näiden yhteyteen tulisi rakentaa sakkapesällinen hulevesikaivo. Kiinteistön kuivatus voidaan järjestää kuvan mukaisesti haja-asutusalueella, mutta tiiviimmin asutulla alueella hulevesiä ei johdeta

avouomaan vaan kunnalliseen hulevesiverkoston. Liitteessä 1 on kuvattu esimerkki kiinteistön hulevesien hallinnasta. [4, s. 151-167.]

Kiinteistöille voidaan kaavoituksessa antaa määräyksiä hulevesien viivyttämisestä ja käsittelystä. On olemassa monia tapoja vähentää ja viivyttää kiinteistöjen hulevesiä. Tapoja ovat viherkatot, sadevesikaivot, läpäisevät päällysteet sekä imeytys- ja viivytyksalueet. Viherkatot ovat yksinkertaisimmillaan nurmikkoja katolla. Sateesta johtuvat hulevedet vähenevät, kun katosta tehdään viherkatto. Viherkaton toiminta perustuu kasvillisuuden pidättämään veteen. Viherkatto pidättää suuren osan sadevedestä riippuen katon viherosan paksuudesta. Näin katoilta johtuu vähemmän hulevesiä kunnallisiin viemäriverkostoihin. Viherkatoista voidaan tehdä myös kattopuutarha, jossa on enemmän kasveja pidättämässä sadevesiä. Tontilta voidaan johtaa myös kaikki sadevedet suoraan sadevesikaivoon, johon vesi varastoidaan. Varastoitu vesi voidaan myöhemmin hyötykäyttää kasvien kastelussa. Läpäisevät päällysteet vähentävät hulevesiä mahdollistamalla veden esteettömän imeytymisen maaperään. Kiinteistöt voivat käyttää imeytyspainanteita hulevesien vähentämiseen. Imeytyspainanne voi olla pihalla oleva kasveilla ympäröity hulevesi-imeytyskaivo, jossa kasvit osaltaan pidättävät hulevesiä ja osaltaan hulevedet imeytyvät imeytyskaivosta maaperään. Hulevesien viivytykseen voidaan tehdä omia viivytyksrakenteita kuten hulevesikasetteja, jotka ovat muovista tehtyjä tyhjiä tiloja veden varastoimiseen. Hulevesikasetit kaivetaan maahan ja niihin johdetaan kiinteistön hulevedet. Kaseteista voidaan johtaa hulevedet kunnalliseen hulevesiviemäriin. Luonnonmukaisia viivytyksrakenteita ovat lammikot ja kosteikot. Näissä vesi varastoituu kiinteistön pihalla olevaan luonnonmukaiseen viivytyksrakenteeseen, jossa vesi varastoituu ja imeytyy maaperään. [2, s. 280-292.]



Kuva 19. Esimerkki viherkaton rakenteesta [5.]

6.4 Hulevesikasvillisuus

Hulevesikasvillisuuden rooli hulevesien hallinnassa on merkittävä. Hulevesien määrät vähenevät ja laatu paranee hulevesikasvillisuutta käytettäessä. Kasvit käyttävät energian lähteenään vettä ja ravinteita. Kasvien mukana tulee myös mikrobeja, jotka sitovat haitta-aineita ja käyttävät ravinteita. Hulevesikasvillisuus suojelee hulevesirakenteita eroosiolta. Eroosio johtuu veden virtauksesta hulevesirakenteissa. Hulevesikasvillisuus suojaa rakenteita hidastamalla veden virtausta ja suojaamalla maaperää juuristollaan. Kaupunkialueilla hulevesikasvillisuuden käyttö lisää katukuvan viihtyisyyttä. Hulevesikasvillisuutta valittaessa tulee huomioida olosuhteet mihin kasveja istutetaan. Istutuspaikoilla saattaa olla vaihtelevia olosuhteita. Hulevesikasvien on kestävä kuivuutta ja runsaita vesimääriä. Kasvien valinnassa tulisi suosia paikallisesta luonnosta löytyviä kasveja, mutta niiden valinnassa on käytettävä oikeanlaisia kasveja. Ympäristön raskaudet kuten esim. suolaus pitää ottaa huomioon kasvien valinnassa. [2, s. 217-220.]

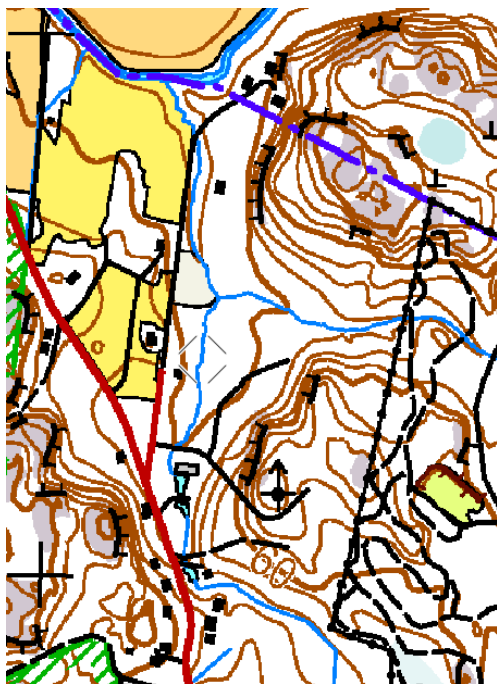


Kuva 190. Esimerkki hulevesikasvillisuudesta avouomassa [5.]

7 Esimerkkikohteen hulevesien hallinnan ratkaisut

7.1 Kohteen esittely

Työssä käytettävä esimerkkikohte sijaitsee Etelä-Suomessa. Alue on suurimmaksi osaksi haja-asutusaluetta, johon on käynnissä asemakaavan laadinnan yhteydessä kunnallistekninen yleissuunnitelma. Esimerkkikohte valittiin tähän opinnäytetyöhön, koska tämän työn tekijä on ollut alueen yleissuunnittelussa mukana. Kohde sijaitsee suurina korkeuseroilla omaavalla alueella, joka osaltaan vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin.



Kuva 201. Maastokartta esimerkkikohteesta [5.]

Esimerkkikohteen maasto on pääosin mäkiä alueen itä- ja eteläosassa ja alavaa maata pohjois- ja länsiosissa. Alueen koko on 228 hehtaaria. Alueella kulkee monia luonnonuomia, jotka laskevat yhteen suureen jokeen alueen pohjoisosassa. Alueella on nykytilanteessa vähän asutusta ja tieverkostoa. Nykyinen asutus sijoittuu olemassa olevan tieverkon varteen. Alueella ei ole nykytilanteessa muuta kunnallistekniikkaa sähköverkon lisäksi. Alueella on suurimmaksi osaksi alavilla mailla peltoa, jota ympäröivät metsät. Hulevedet valuma-alueella kertyvät suurimmaksi osaksi peltoihin ja metsiin, missä kasvit pidättävät ja haihuttavat hulevesiä. Pintavaluntaa tapahtuu mäkiessä maastossa, josta hulevedet kulkeutuvat luonnonuomiin. Esimerkkikohteen alueella on suojeltavia luontokohteita, jotka on otettava huomioon suunnittelussa.

Alueelle on valmisteilla asemakaava, jossa aluetta kehitettäisiin taajamaksi. Alue muuttuisi tämän myötä rakennetuksi ympäristöksi ja tämä toisi muutoksia alueen hulevesiin ja luonnonuomiin. Työn tarkoituksena on tämän esimerkkikohteen avulla huomioida hulevesienhallinnan suunnittelua kunnallisteknisen yleissuunnitelman laadintavaiheessa.

Esimerkkikohteen alueet on rajattu maastossa oleviin vedenjakajien sekä tulevien vedenjakajien kuten katujen perusteella useaan eri valuma-alueeseen. Liitteessä kaksi näkyy esimerkkikohteen valuma-alueet. Alueen pohjoisosassa on suurehko luonnon-

uoma, jonka eteläpuolelle suunnitelma-alue rajautuu. Suunnittelussa pyritään välttämään suunnittelualueen ulkopuolisten virtaamien lisääntymistä. Tarkoitus on hallita hulevesimäärien lisääntyminen suunnittelualueen sisällä.

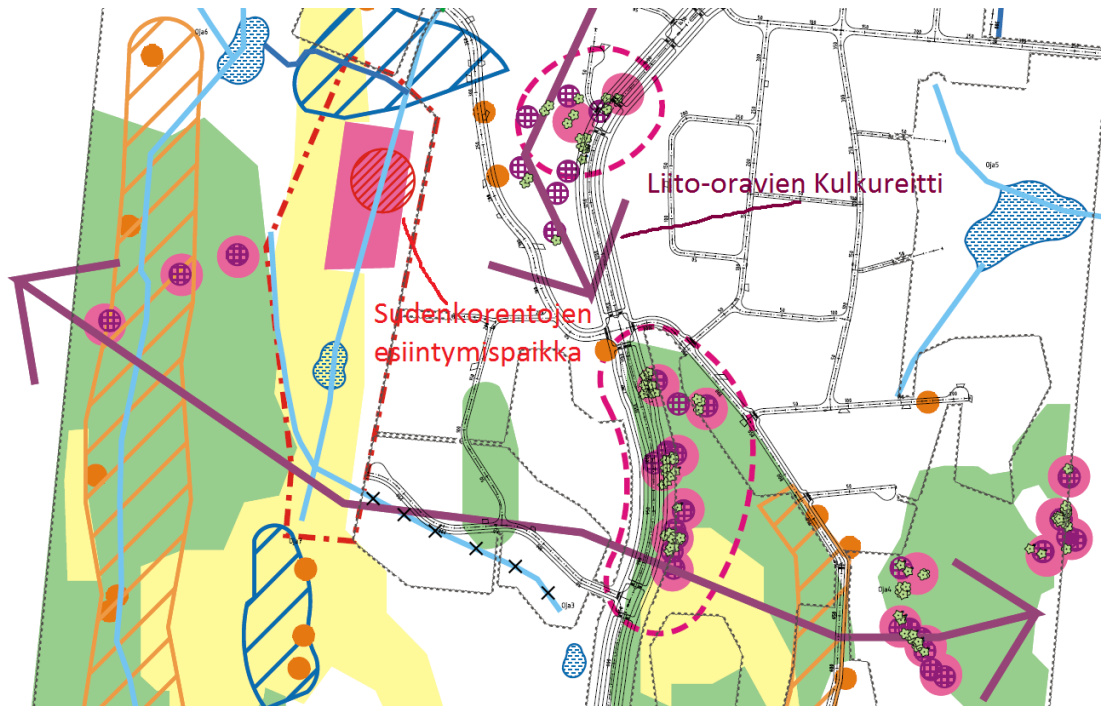
7.2 Kaavoitus

Esimerkkikohteen alueella on olemassa yleiskaava, joka tällä hetkellä rajoittaa rakentamista, koska alueen asemakaavoitus on kesken. Aluetta on tarkoitus kehittää luomalla alueelle edellytykset asuinalueen ja kunnallistekniikan rakentamiselle. Alueelle on tällä hetkellä suunnitteilla kunnallistekninen yleissuunnitelma, jonka tarkoitus on luoda alustavat suunnitelmat katujen ja kunnallistekniikan jatkosuunnittelulle. Alueella laaditaan samaan aikaan asemakaavaa, jota on yhteistyössä edistetty yleissuunnitelman luonnin kanssa. Yhteistyö on mahdollistanut kaavaan katujen tilanvarausten muutoksia ja hulevesien hallinnan kannalta mahdollisimman luonnolliset reitit uomille, tulvareiteille ja johtorasitteille.

Kaavoituksessa tullaan antamaan kaavamääräyksiä tontin omistajille. Määräyksissä rajoitetaan rakennusten kokonaispinta-alaa, pyritään välttämään puiden kaatamista tontilla ja määrätään viivyttämään hulevesiä ennen niiden johtamista kunnalliseen hulevesiverkostoon. Tontin omistajille ei ole tarkasti määrätty tontin sisäistä hulevesien hallintaa, joten rakennusluvan haun yhteydessä tontin omistajan on esitettävä oma suunnitelmansa hulevesien viivyttämiseksi. Kunnan rakennusvalvonta määrää, että rakennusluvassa on esitettävä suunnitelma tontin kuivatuksesta ja luonnollisen veden liikkeen muuttamisesta.

7.3 Suojeltavat kohteet

Esimerkkikohteen alueella on monia arvokkaita luontoarvoja, jotka ovat luonnonsuojelulain piirissä. Ympäristöselvityksessä on kartoitettu esimerkkikohteen alueella suojeltavia luontoarvoja kuten arvokas luontokohde, liito-oravat, sudenkorennot ja lepakot. Kunnallisteknisessä yleissuunnitelmassa otetaan huomioon luontoarvot, joista on määrätty laissa kuten luvussa 3.1 Laki ja hulevedet on mainittu.



Kuva 212. Esimerkki luontoarvojen esiintymisestä suunnittelualueella [5.]

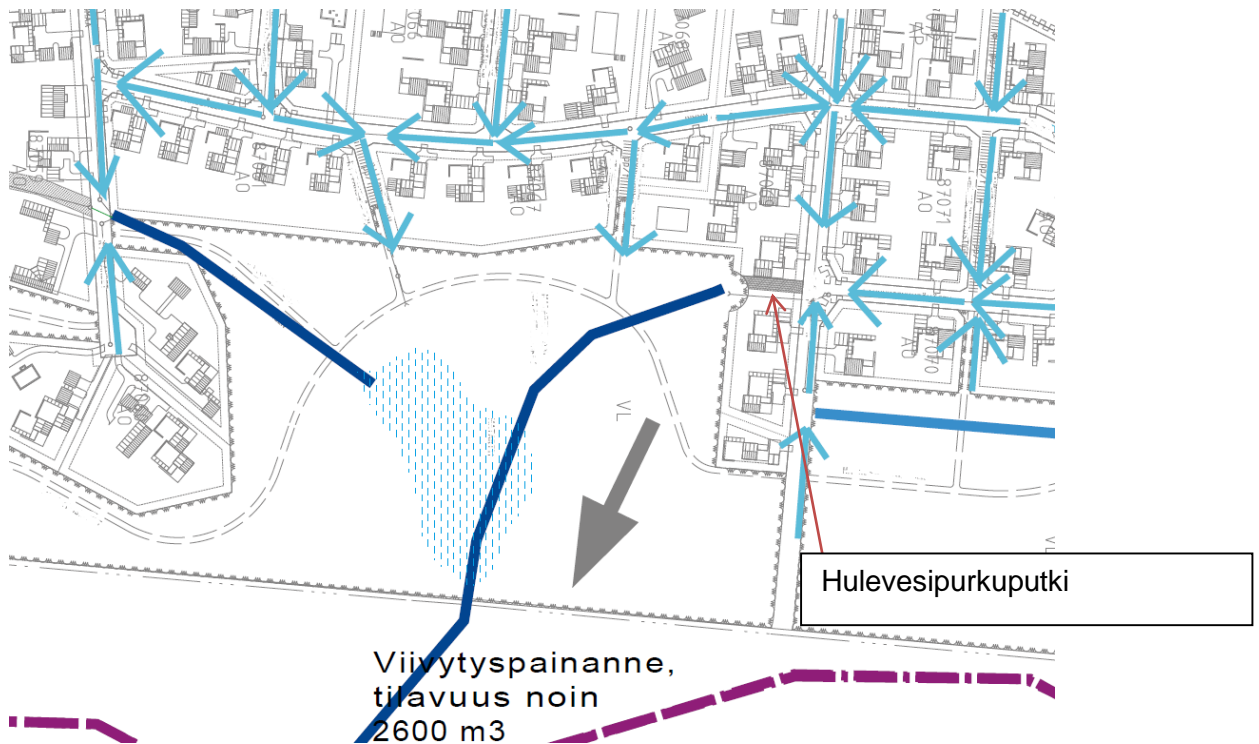
Kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa suunnitellaan toimenpiteitä, jotta arvokkaat luontoarvot eivät häiriinny. Esimerkkikohteessa on tehty liito-oraville puukäytäviä, joita pitkin ne voivat liikkua niiden luonnollista reittiään. Puukäytäviä on oltava teiden varsilla, jotta liito-oravat voivat ylittää niitä. Sudenkorentojen esiintymisalueella ei saa esiintyä uomien vedenpintojen suurta vaihtelua. Vesistöihin on suunniteltu hulevesien purkupaikkoja, joka lisää luonnollisten vesien virtaamien määrää uomissa. Tämän vuoksi on suunniteltu viivytysohjeita, jotta uomissa virtaamat tai vedenpinnanvaihtelut eivät lisääntyisi. Esimerkkialueella on muitakin arvokkaita luontoarvoja kuten kasvillisuutta, jota ei saa turmella. Näille alueille ei voida suunnitella rakenteita, jotka vaarantaisi luontoarvojen olemassaolon. Kunnallisteknisessä yleissuunnittelussa nämä alueet on otettava huomioon ja näitä varten on tehtävä suunnitelmia, jotta kaikilla luontoarvoilla olisi mahdollisuus elää niiden luonnollisilla esiintymispaikoilla.

7.4 Hulevesien vaikutukset katusuunnitteluun

7.4.1 Tulvareitit ja katugeometria

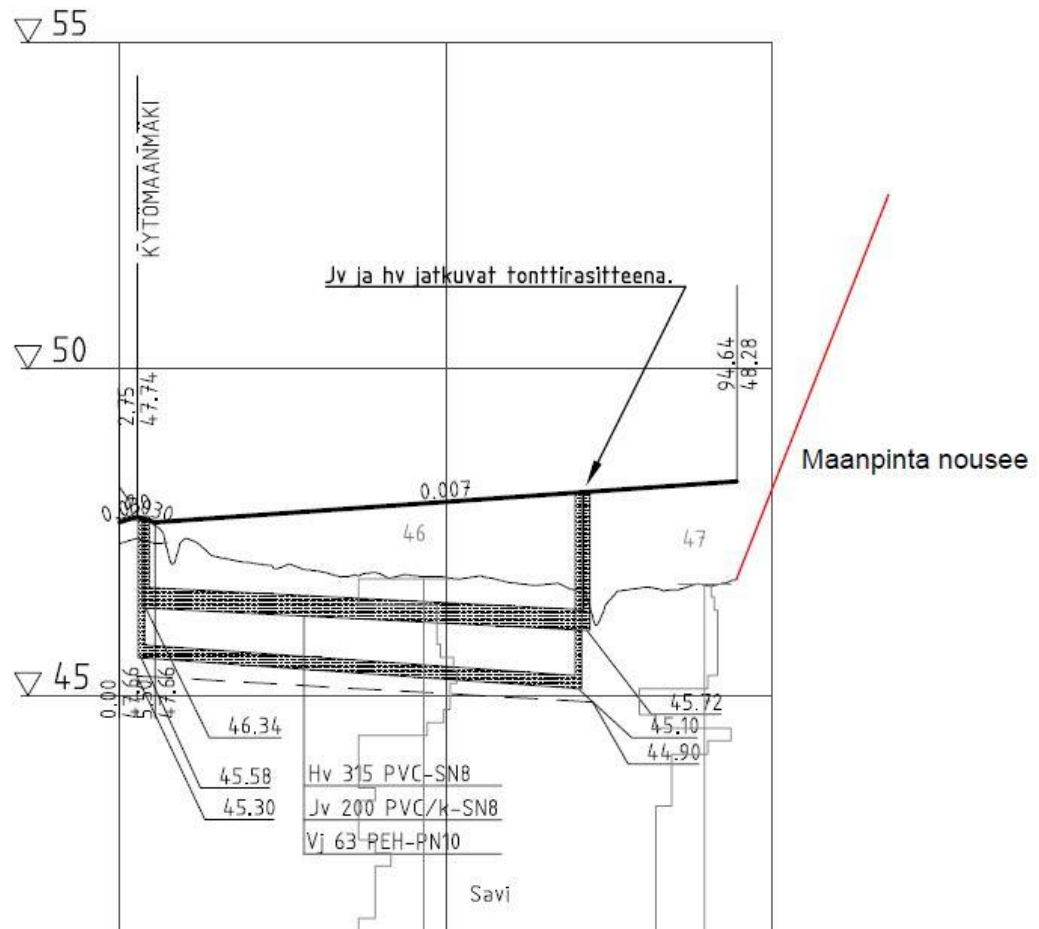
Katujen pystygeometrioiden suunnittelussa pyrittiin mahdollisuuksien mukaan mukautamaan nykyistä maastoa. Katujengeometrioita muutettiin tarvittaessa, ettei kaduista

muodostuisi liian jyrkkiä tai etteivät liittyvät kadut olisivat eri korkeasemissa. Muita katu-geometriaan vaikuttavia asioita olivat mm. tulvareitit, jotka luotiin pääosin katujen pituuskaltevuuksien mukaisesti pitäen mielessä mahdolliset hulevesien purkupaikat. Tolvareittien suunnittelussa pyrittiin ohjaamaan tulvavedet pois katualueelta puistoon ja mahdollisesti suoraan viivytyspainanteeseen. Tarkoituksena on estää katujen ja kiinteistöjen tulviminen.



Kuva 23. Esimerkki tolvereittisuunnittelusta [5.]

Tolvareittien toteuttamiseksi on joskus muutettava kadun tasauksen viettosuuntaa, jotta katu viettäisi tolvereitin kannalta oikeaan suuntaan. Esimerkkikohteessa on suunniteltu katu, joka esiintyy kuvassa 24. Kuvassa kadun tasausta on nostettu ylöspäin nykyiseen maanpintaan nähden. Tässä on tarkoituksena vaihtaa kadun kaltevuudensuuntaa. Maanpinta viettää oikealle päin, mutta maaston muutoksen takia halutaan kadun viettävän vasemmalle. Maasto muuttuu kadun päässä jyrkemmäksi, joten tolvereittiä ei voida toteuttaa johdettavaksi kadun päähän, koska vettä ei voida johtaa kadun päästä pois ilman suuria maanmuokkauksia. Katu perustetaan korkeammalle kuin sitä ympäröivä maasto on tällä hetkellä. Normaalisti kadulta kerätään hulevedet hulevesiviemäriin, jossa ne puretaan puistoon tai viivytyspainanteeseen. Tolvareittien kannalta on tarkasteltava katua ympäröiviä maastonmuotoja, jotta voidaan varmistua tolvereitin toimivuudesta.



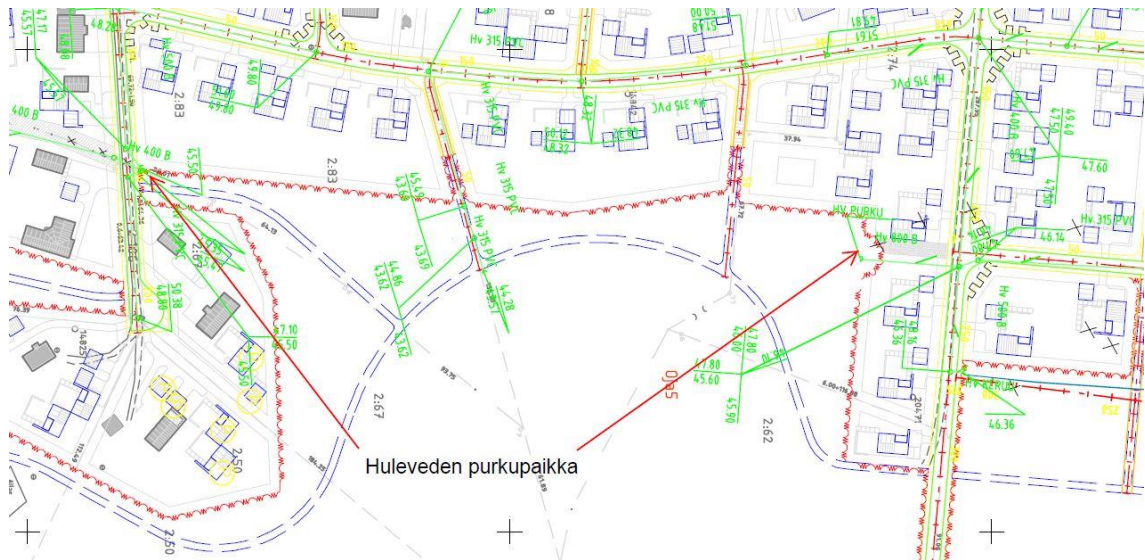
Kuva 224. Esimerkki nostetusta kadun pituuskaltevuudesta [5.]

Kyseisessä esimerkissä oli mahdollista muuttaa kadun pystygeometriaa. Tiheästi rakennetulla alueella näin ei voida aina menetellä, koska olevien rakennusten vuoksi katujen nykyisiä tasauksia ei voida muuttaa. Näissä tapauksissa voidaan joutua turvautumaan tulvapatuihin, joita rakennetaan tulvien varalle. Kuvassa 24 oikealla puolella tonttialueen läpi kulkee hulevesipurkuputki, johon lähikatujen hulevedet johdetaan. Esimerkkialueella on paljon jyrkille mäki-alueille perustettuja katuja. Jyrkillä kaduilla ei voida kadun pituuskaltevuutta muuttaa toiseen suuntaan, mikä rajoittaa tulvareittisuunnittelua. Esimerkkikohteessa ei tullut esille tapauksia, joissa tulvareitti jäisi toteuttamatta.

7.4.2 Hulevesiverkosto

Esimerkkikohteen alueelle suunnitellaan katualueet kattava hulevesiviemäriverkosto, joka yhdistää erillisten katujen hulevesiviemärit yhteen. Verkostossa on useampia hu-

levesien purkupaikkoja, joihin hulevesiä puretaan. Purkupaikat ovat puistoja, uomia ja viivytyspainanteita. Alueella ei ole käytetty imeytysrakenteita vaan viivytysrakenteita. Esimerkkikohteen suunnittelualueen ympärillä on paljon puistoa, johon hulevesiä voidaan johtaa. Hulevesiviemäriverkosto koostuu maahan asennetuista muovi- ja betoniputkista sekä betonirummuista.

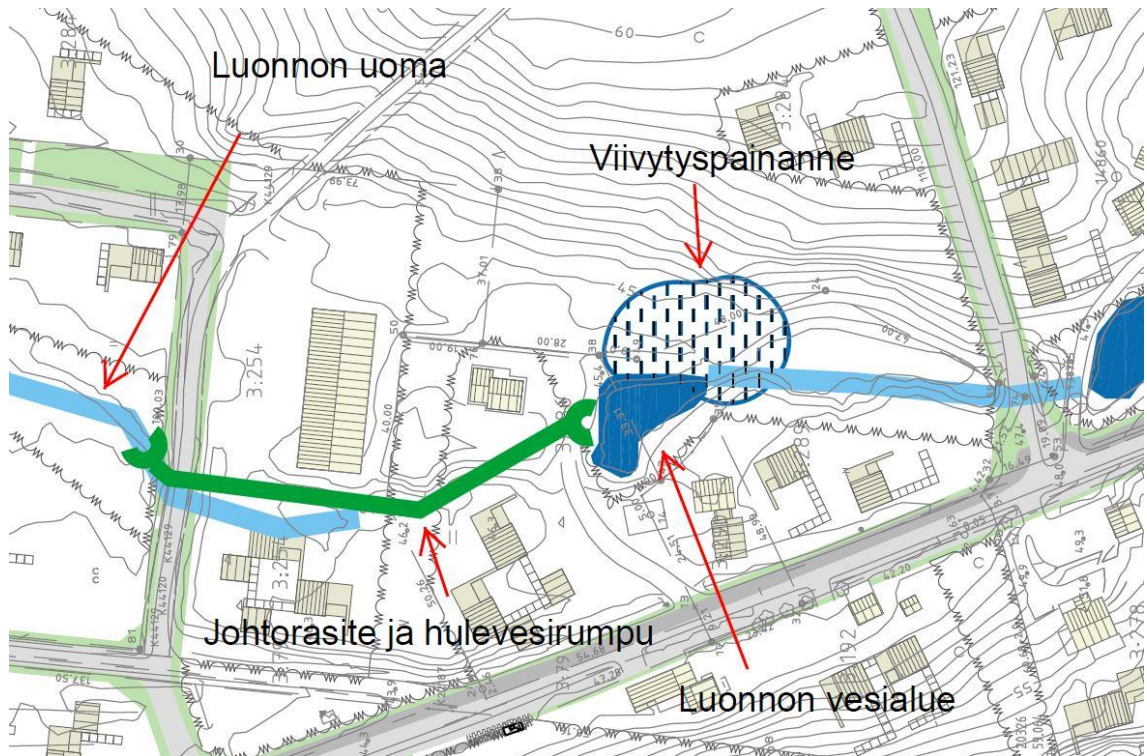


Kuva 235. Esimerkki hulevesiverkoston suunnitelmasta [5.]

Esimerkkikohteessa vesihuollon yleissuunnittelun yhteydessä määritetään alustavat putkikoot. Hulevesiverkostoissa on tämän hetkisen suunnitelman mukaan yleisesti käytetty mm. 315 millimetriä halkaisijaltaan olevia muoviputkia, 400, 500 ja 800 millimetriä halkaisijaltaan olevia betoniputkia. Esimerkkikohteen alueella jatkosuunnittelussa tehdään tarkemmat suunnitelmat hulevesiverkoston käytettävistä putkista, varusteista, kaivojen sijainnista ja putkien asemista. Verkostojen hallitsijan suunnitteluohjeet määrittävät osaltaan hulevesiverkostossa käytettävien ratkaisujen valintaa.

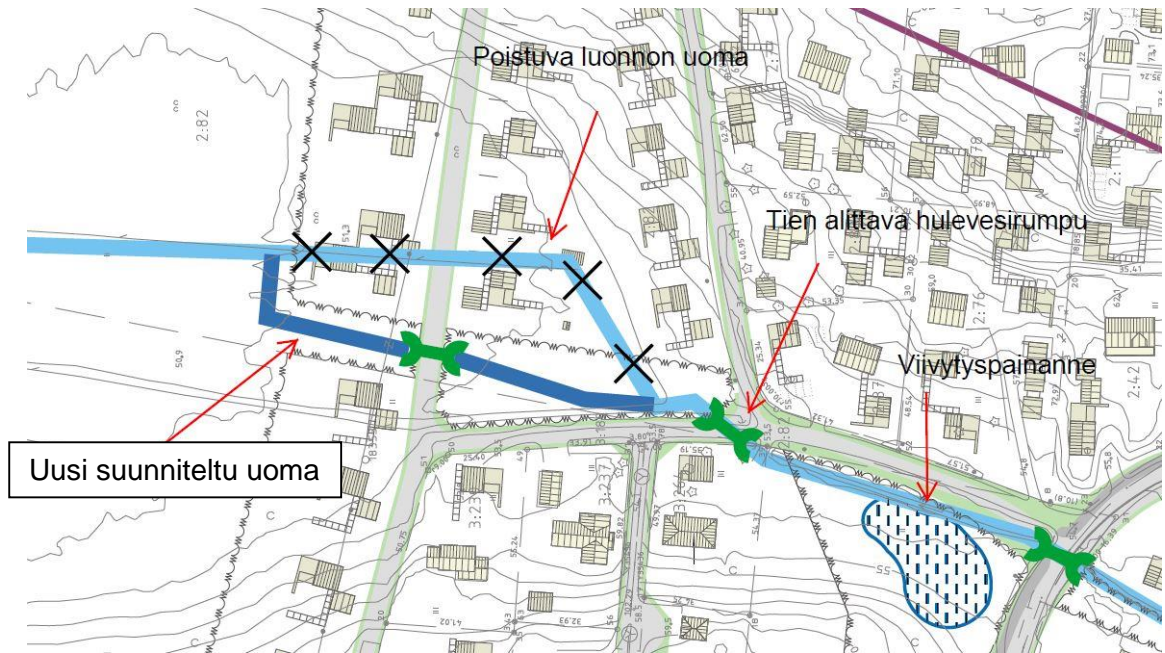
7.4.3 Uomien suunnittelu

Esimerkkikohteen alueella on pyritty hyödyntämään olemassa olevia luonnon uomia mahdollisimman paljon ja niihin ei tarvitse tehdä suuria muutoksia. Viivytyspainanteita on suunniteltu muutamiin uomiin, jotta luonnollinen virtaama ei muuttuisi. Tällä suojellaan mm. alueen luontoarvoja. Esimerkkikohteessa suunnitellaan uusia uomia ja tarvittaessa muokataan luonnonuomia.



Kuva 246. Luonnonuoman muokkaus [5.]

Kuvassa 26 nykyinen luonnonuoma kulkee laadittavassa asemakaavassa esitetyn tonttialueen läpi. Kaavaan on esitetty johtorasite, jonka läpi uoma kulkee. Johtorasitteelle voidaan rakentaa avouoma tai hulevesiputki. Luonnonuoma laskee suunniteltuun viivytyispainanteeseen ja luonnon vesialueeseen. Tästä uoma jatkuu johtorasitteen läpi ja edelleen luonnonuomana. Viivytyispainanne tasaa hulevesien määrää, joka kulkee johtorasitteen läpi, jotta ei tapahtuisi tulvimista.



Kuva 27. suunniteltu uusi uoma [5.]

Kuvassa 27 on esimerkkikohteessa suunniteltu korvattavaksi osa luonnonuomaa, joka nykyisin sijoittuu osittain kaavoitettavalle tonttialueelle. Esimerkkikohteessa on suunniteltu muutoksia luonnonuomiin, jotta ne kulkisivat laadittavan kaavan mukaisilla reiteillä tonteille kaavoitettavan alueen ulkopuolella. Katuja suunnitellessa suunnitellaan myös katuja alittavia hulevesirumpuja, joissa uomien hulevedet voivat kulkea katujen ali. Hulevesiverkostoa suunnitellessa pyritään tehokkuuteen, jotta voidaan säästää kustannuksia. Esimerkkikohteessa on pystytty hyödyntämään olemassa olevia luonnonuomia hulevesienhallinnassa.

7.5 Hulevesiratkaisut

Esimerkkikohteeseen suunniteltuja hulevesiratkaisuja ovat hulevesiviemärit, suunnitellut uomat, johtorasitteet ja viivytyispainanteet. Hulevesiviemärit on suunniteltu esimerkkikohteessa keräämään katujen hulevesiä. Hulevesiviemärien suunnittelu tehdään vesihuoltoverkostojen ylläpitäjän ohjeiden mukaan. Suunniteltuja uomia on esitetty korvaamaan nykyisiä luonnonuomien osuuksia. Suunniteltavilla uomilla on myös yhdistetty viivytyispainanteita ja luonnon vesistöjä. Tällä pyritään muuttamaan luonnonuomien suuntaa pois päin tonteille kaavoitetuilta alueelta. Johtorasitteita on ehdotettu kaavaan lisättäväksi, jotta voidaan helpottaa hulevesien purkua ja johtamista kaavoitetuilla tonttialueilla. Viivytyispainanteilla pyritään tasaamaan veden määriä uomissa. Viivytyispainanteet pyritään rakentamaan maaston matalimpiin kohtiin, jotta maan kaivuun määriä

saataisiin minimoitua. Viivytysohjeet pyritään näin tekemään mahdollisimman luonnonmukaisiksi. Näin säästetään rakennuskustannuksissa. Luonnonohjeita on myös suunniteltu muokattaviksi, jos viivytysohjeet eivät riitä viivyttämään veden vertaamista tarpeeksi. Imeytyskaivantoja ei voida maaperän ominaisuuksien takia käyttää esimerkkitilanteessa. Maaperä on alavilla maasto-osuuksilla hienorakeista, mikä estää veden läpi kulkeutumisen.

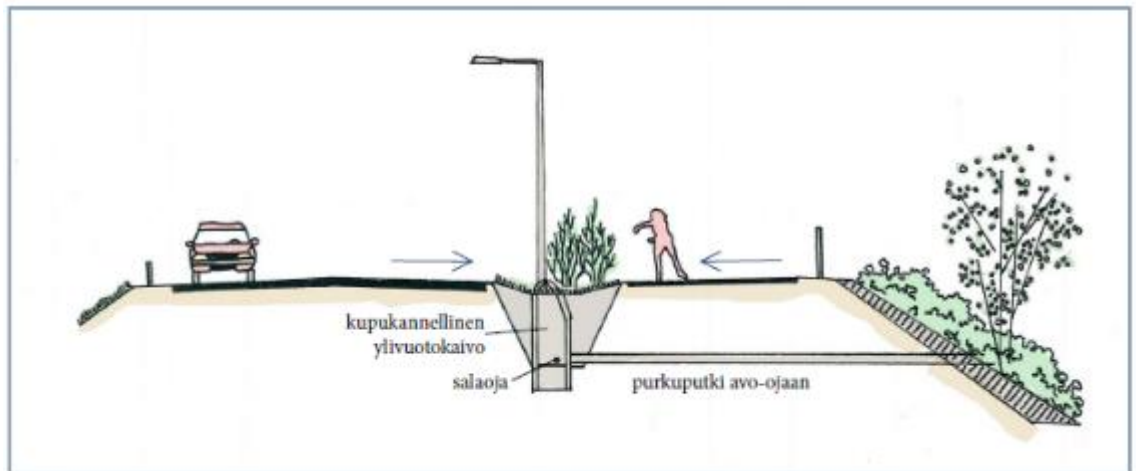
7.6 Teorian ja käytännön vertaaminen

Esimerkkitilanteeseen suunnitellut huleveden hallinnan ratkaisut ovat toimivia huleveden hallinnan välineitä. Suunnitellut ratkaisut ovat hulevesiviemärointi, luonnonohjeiden käyttö ja viivytysohjeet. Suunnittelussa käytetään varmaksi todettuja sekä olemassa olevia huleveden hallinnan tapoja. Esimerkkitilanteessa ei käytetty imeytyskaivantoja eikä läpäiseviä päällysteitä. Imeytyskaivantoja ei voida tilanteessa käyttää maaperän vuoksi. Jatko-suunnittelua varten voisi suunnitellulle alueelle harkita vaihtoehtoisia tai nykyisiä täydentäviä menetelmiä hulevesien hallinnalle.

Esimerkiksi läpäisevät päällysteet voisivat korvata joiltain osin hulevesiviemäriverkkoa. Tutkimuksia läpäisevien päällysteiden käytöstä ja ylläpidon kustannuksia tulisi verrata hulevesiverkon rakentamiseen ja ylläpitoon. Esimerkiksi olisiko joillain tonttikaduilla mahdollista käyttää läpäiseviä päällysteitä, jos niistä imeytyvät hulevedet voitaisiin imeyttää pohjaveteen tai johtaa läheiseen uomaan. Kunnilla on käynnissä kokeellisia hankkeita, joissa tutkitaan läpäisevien päällysteiden toimivuutta. Menee aikaa ennen niiden käytöstä saadaan tuloksia, jotta voidaan verrata läpäisevien päällysteiden hyötyä perinteiseen hulevesiverkoston verrattuna. Mielestäni esimerkkitilanteessa löytyy katuja, joissa läpäisevät päällysteet voisivat toimia paremmin kuin perinteinen hulevesiviemäri. Tällaisia katuja voivat olla pituuskaltevuudeltaan loivat kadut. Kaduilla vesi ei johtuisi asfalttipintaa pitkin vaan imeytyisi kadunrakenteisiin, joista se purkautuisi uomaan. Näin voitaisiin välttää katujen lammikoitumista.

Muita menetelmiä voisivat olla kaduille lisättävät pienikokoiset viivytysohjeet. Viivytysohjeet voidaan sijoittaa katujen alimpiin kohtiin tai asettaa sopiviin paikkoihin katutilan niin salliessa. Kaduilla olevilla pienillä viivytysohjeilla voitaisiin helpottaa nykyisten ja suunniteltujen viivytysohjeiden taakkaa. Kuvassa 30 näkyy kadun ja jalkakäytävän väliin rakennettu viivytysohje, mutta pieniä viivytysohjeita voidaan tehdä muihinkin paikkoihin katutilan salliessa. Sopivia viivytysohjeiden paik-

koja voivat olla kadun reuna-alueet, jyrkkien katujen alimmat kohdat tai liittymäalueiden reunat. Pienet viivytuspainanteet voidaan hajauttaa halutulle alueelle.



Kuva 28. Esimerkki pienestä viivytuspainanteesta katurakenteessa [5.]

Hulevesien hallinnan suunnittelussa kunnallistekniikan suunnittelijat työskentelevät yhteistyössä kuntien ja kunnallisesta vesihuollosta vastaavien liikelaitosten kanssa. Hulevesien hallintaan löytyy useita erilaisia ratkaisuja, joita tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Kunnallisteknisessä yleissuunnitelmassa esitetyt ratkaisut tarkentuvat jatko-suunnittelussa. Kunnilla on mahdollisuus kunnallisteknisessä yleissuunnitelman pohjalta lisätä erilaisten ratkaisujen suunnittelua yhteistyössä kunnallistekniikan suunnittelijoiden kanssa. Uusien alueiden kehittämisen yhteydessä voidaan suunnitella ja tehdä tilanvarauksia alueille, joissa käytettäisiin uusia huleveden hallinnan menetelmiä.

8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön pääaihe oli hulevesien hallinta kunnallisteknisessä yleissuunnitelmassa. Opinnäytetyössä selvitettiin kunnallisteknistä yleissuunnittelua ohjaavat lait, selvitettiin hulevesien muutoksia rakentamattoman alueen muuttuessa rakennetuksi alueeksi, selvitettiin hulevesien hallinnan menetelmiä, käytettiin esimerkkitapausta vertailukohteenä hulevesien hallinnan suunnittelusta sekä selvitettiin huomionarvoisia seikkoja hulevesien hallintaan kunnallisteknisessä yleissuunnitelman luontivaiheessa. Esimerkkikohteen kunnallisteknisessä yleissuunnitelma on vielä suunnitteluvaiheessa, joten havainnoilla voi olla vaikutusta hulevesien hallinnan suunnitteluun jatkosuunnittelun aikana. Esitin lisävaihtoehtoja esimerkkitapahtuman hulevesien hallinnan menetelmiin,

jotka olivat läpäisevän päällysteen käyttö ja pienten viivytysohjeiden lisääminen katurakenteeseen. Työssä päästiin tavoitteeseen ja sitä voidaan käyttää Ramboll Finland Oy:ssä nykyisten ja uusien työntekijöiden tiedon lisäämiseen hulevesien hallinnasta.

Henkilökohtaisesti tämä opinnäytetyö oli opettavainen kokemus minulle. Sain tehdä itseäni kiinnostavasta aiheesta opinnäytetyön, tutustua hulevesien hallinnan monimutkaiseen maailmaan ja oppia uusia asioita insinööriksi valmistuessani. Tämä oli ensimmäinen kunnallistekninen suunnitteluprojekti, jossa olin mukana ja olen edelleen mukana. Haluan kiittää työn ohjaajia Riku Gabrielssonia ja Sami Marttilaa vapaavalintaisesta tutkimusaiheesta ja hyvästä ohjauksesta työn edetessä.

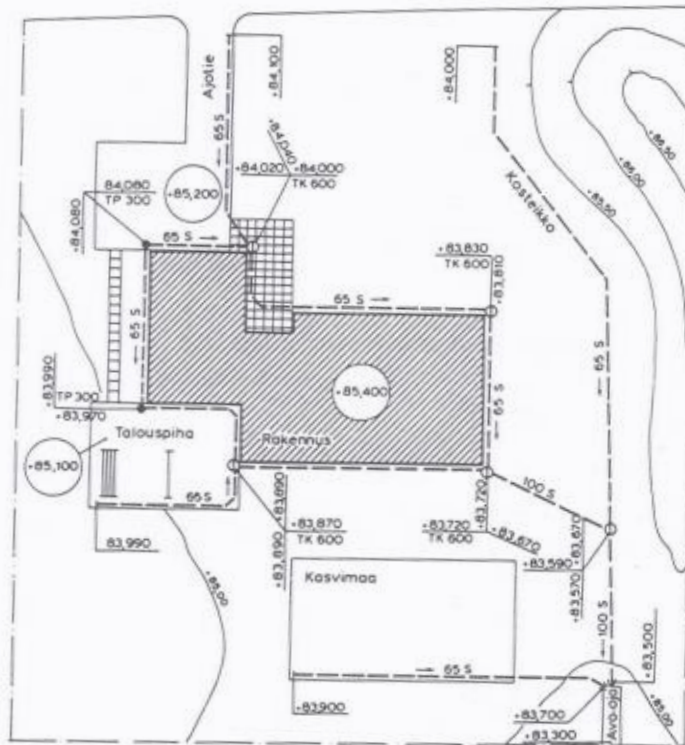
Lähteet

1. Katu 2002. Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 2003. ISBN 952-9710-06-2.
2. Hulevesiopas 2012. Suomen Kuntaliitto. Helsinki 2012. ISBN 978-952-213-896-5. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015.
http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714.
3. Maankäyttö ja rakennuslaki. 85§.
4. Rantamäki, Martti. Tamminne, Markku. Pohjarakennus 465. Otatieta. Oy Yliopistokustannus. Hakapaino Oy. Helsinki 2006. ISBN 951-672-289-X.
5. Ramboll Finland Oy:n materiaalit ja kuvat Espoo 2014.
6. Vesihuoltolaki.
7. Vesilaki.
8. Laki tulvariskien hallinnasta.
9. Ympäristönsuojelulaki.
10. Luonnonsuojelulaki
11. Espoon Lillhemt. Asemakaava. Espoo 2011.
12. Espoon Suurpelto V. Asemakaava. Espoo 2010.
13. Kuva taajamatulvasta. Uusisuomi. Luettu 15.3.2015.
<http://www.uusisuomi.fi/kotimaa/60289-3-tuntia-20-milj-eu-vahingot-suomen-uusi-saaongelma>
14. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 5/2013. Liikennevirasto. 2013. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf
15. Espoon hulevesiohjelma. Liite 1. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015. <http://www.espoo.fi/download/noname/%7B1B767BD6-EC1D-49D7-955A-01F073910D12%7D/35514>
16. Niina. Siitonen. Haastattelu. Ramboll Finland Oy.

17. Vantaan kaupungin hulevesien hallinnan toimintamalli. Vantaan kaupunki. Kuntetekniikan keskus. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015.
http://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/100509_Hulevesien_hallinnan_toimintamalli.pdf
18. Vakkilainen, Pertti. Kotola, Jyrki. Nurminen, Jyrki. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Edita Prima Oy. Helsinki 2005. ISBN 951-731-319-5. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40647/SY_776.pdf?sequence=1
19. HSY:n vesihuolto. Verkostosuunnittelukäytännöt vol.2. 23.12.2014.
20. Metsä-Pietilän kaava-alueen kunnallistekninen verkosto ja hulevedet. Lahden kaupunki. Raportti. 2009. Verkkojulkaisu. Luettu 15.3.2015.
[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/A893F974FBCE8145C225763C003BC4FA/\\$file/Mets%E4-Pietil%E4_hulevedet_ja%20_kunnallistekniikka_280809.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/A893F974FBCE8145C225763C003BC4FA/$file/Mets%E4-Pietil%E4_hulevedet_ja%20_kunnallistekniikka_280809.pdf)

Esimerkki kiinteistön hulevesien hallinnasta

ESIMERKKI PIENTALON KUIVATUSSUUNNITELMASTA /4/



KUIVATUSTA KOSKEVAT PIIRUSTUSMERKINNÄT /4/

Merkintä	Selitys	Merkintä	Selitys	Merkintä	Selitys
	avo-oja, jonka pohjan korkeusasema esitetyllä kohdalla on +3,75. Veden virtausuunta osoitetaan nuolella		ritiläkannellinen sadevesikaivo		salaajan tarkastuskaivo (kaivon kannen ja salaajan pohjan korkeusasema sekä kaivon numero)
	pintavesikoulu		sadevesiviemärin tarkastuskaivo (kaivon kannen +3,90, vasemmalta vinosti tulevan viemärin pohja +2,10, vasemmalta suoraan tulevan +2,30, alhaalta-päin tulevan +2,05 ja oikealle lähtevän viemärin pohja +2,00)		tarkastusputki (kannen ja salaajan pohjan korkeusasema sekä tarkastusputken numero)
	kumirengastivisteellä varustettu 225 mm betoninen sadevesiviemäri		purkukaivo ja laskuaukko		lähdekaivo
	tiiliputkisalaaja		yksiosainen kokojoakaivo		niskakaivo
	muoviputkisalaaja		kaksiosainen kokojoakaivo		sulkukaivo
	600 mm saumaamaton betonirumpu		Pumppaamo		sorasaarto
			pumppaamo		sorasilmäke, jossa on 2 kpl siiviläputkia

Esimerkkikohteen valuma-alueet

