

Vesi puutarhassa
Neuvonta-aineisto ja kuvapankki



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maisemasuunnittelu

Lepaa, syksy 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Seija Hänninen". The signature is written in a cursive style and is placed on a light-colored rectangular background.

Seija Hänninen

HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
Maisemasuunnittelun koulutuslinja
Maisemasuunnittelu

Tekijä	Seija Hänninen	Vuosi 2014
Työn nimi	Vesi puutarhassa, neuvonta-aineisto ja kuvapankki	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Marttaliitto. Martat on kotitalousneuvontaa tekevä kansalaisjärjestö, jonka tehtävänä on perustamisvuodesta 1899 alkaen ollut kotien ja perheiden hyvinvoinnin edistäminen. Yhtenä toiminta-alueena on puutarhan hoito. Marttojen vuoden 2015 neuvonta-aiheena on Vesi puutarhassa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tähän sisältöä neuvonta-aineistona taustamateriaalin sekä kuvapankin muodossa. Lisäksi tehtävänä oli tiivistetyn esityksen laatimisen em. tuotoksista ja sen esittämisen tammikuussa 2015 marttojen puutarhaneuvojien koulutuspäivillä. Tämän neuvonta-aineiston kohderyhmänä ovat marttojen puutarhaneuvojat ja marttapiirijärjestöjen kautta kaikki marttayhdistysten jäsenet sekä omakoti- ja rivitaloasukkaat. Tavoitteena oli selvittää kotipihojen vesi- ja kosteusoloja sekä huleveden käsittelyä. Opinnäytetyössä vertailtiin mitä eri vaihtoehtoja hulevesien hallintaan kotipihoilla on käytettävissä. Lisäksi opinnäytetyössä pyrittiin kuvallisoin keinoin laatimaan pientaloasujille esimerkkejä huleveden käsittelyratkaisuista.

Lähdemateriaalina käytettiin ja sovellettiin olemassa olevaa tietoa kuten viheralan opetuskirjallisuutta ja julkaisuja. Tietopohjaa haettiin Suomen laeista ja määräyksistä sekä Suomen Rakentamismääräyskokoelmasta. Kuntien ja kaupunkien paikallisesti määrittämää voimassaolevaa kaavoitustilannetta sekä rakentamisjärjestyksiä hulevesistrategioineen käytettiin tietoperustana esimerkin tavoin.

Opinnäytetyön valmistuminen on vaatinut mittavan lähdemateriaalin läpikäymisen. Materiaalia pohdittiin ja sitä sovellettiin pientalo- ja rivitaloasujan näkökulmaan sopivaksi. Mitä vaihtoehtoja olemassa olevien ja paikallisten määräysten puitteissa pihan omistajille jää hulevesien käsittelyn vaihtoehtoiksi? Näistä keinoista haettiin mahdollisuuksien mukaan esimerkkikohteita. Neuvonta-aineiston sisältö perustuu lähdemateriaalissa kuvattujen hulevesien hallintakeinojen toimintaperiaatteiden esittämiseen, sekä niiden havainnollistamiseen pääasiassa opinnäytetyön tekijän omien, sekä lisäksi hänen käyttöönsä luovutettujen kuvien avulla. Kuvapankin valmistuminen vaati resursseja kuvausvälineineen ja -matkoineen. Kuvat valittiin ja tallennettiin taulukoituine kuvatietoineen cd-levylle. Power-Point esitys valmistui lopuksi neuvonta-aineiston ja kuvapankin tiivistelmänä. Opinnäytetyöhön liittyvät tuotokset on luovutettu työn tilaajalle lokakuun alussa.

Vesi puutarhassa, neuvonta-aineisto ja kuvapankki

Avainsanat hulevesi, neuvonta-aineisto, kuvapankki

Sivut 32 s. + liitteet 2 kpl 61 s.

HAMK University of Applied Sciences
Degree Programme in Landscape Design

Author	Seija Hänninen	Year 2014
Subject of Bachelor's thesis	Water in a Garden, Counselling Material and the Image Bank	

ABSTRACT

The commissioner of this thesis was the Martha organization. The Marthas is a Finnish home economics organization which since the year of its establishment, 1899, has been promoting the quality and standards of life in home. The main activity of Marthas deals with home gardening and environmental protection. A subject of the year 2014 counselling is Water in a garden. The meaning of the thesis was to produce the content to the counselling subject by the counselling material and the image bank. In addition to this the task was to generate the abstracted representation from the subject and to present it on the education day of the Martha counsellors in January. The aim was to sort out the water and humidity conditions on home yards and managements of storm water. In the thesis different options used in yards with storm water management were compared. In addition to that the thesis tries to bring to the single-family house residents the pictorial means of examples of how to manage storm water in their yards.

The existing knowledge like educational literature and publications of green areas were used and applied as sources. The knowledge base was searched from Finnish laws and provisions and from Building code of Finland. The local and valid zoning position of municipalities and their building orders with the strategies of storm water were used as the knowledge base in the way of examples.

It has required going through the massive works of references to complete this thesis. The material was considered and applied as suitable to the single-family house resident's point of view. What kinds of possibilities to the yard owner were left to manage storm water, after existing laws and provisions? Example targets were searched for of these means. The content of the counselling material was based on presenting storm water operating principles which were described in works of references, and visualizing them by the photographs of the author of the thesis and by the photographs which were assigned to the author of the thesis. It has required lots of resources like the photographic equipment and the journeys to complete the image bank. The proper photographs were chosen and saved to the cd disk with their data, which were tabulated. The Power Point presentation was completed as an abstract from the counselling material and from the image bank at the end. The output was handed over to the commissioner of the thesis at the beginning of October.

Keywords storm water, counselling material, image bank

Pages 32 p. + appendices 61p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LAIT, ASETUKSET, MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	2
2.1	Lait ja asetukset.....	2
2.1.1	Vesihuoltolaki (119, 2001).....	2
2.1.2	Maankäyttö ja rakennuslaki (132,1999).....	2
2.2	Suomen Rakentamismääräyskokoelma.....	3
2.3	Kaavoitus ja kunnan rakennusjärjestys	3
2.4	Hulevesiohjelma/-strategia.....	4
3	PIHAN KUIVATUSSUUNNITELMA.....	4
3.1	Pihan kuivatussuunnitelman laatiminen.....	6
3.1.1	Kuivatus rakennuksen välittömässä läheisyydessä	7
3.1.2	Kuivatus pihan eri rakenteissa.....	9
4	HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT.....	14
4.1	Huleveden johtaminen.....	14
4.2	Hulevesien viivyttäminen.....	15
4.2.1	Viherkatto	16
4.2.2	Sadepuutarha	17
4.2.3	Pintaveden hidastaminen valuma-alueella	19
4.2.4	Hulevesiallas.....	20
4.2.5	Hulevesien haihduttaminen	21
4.2.6	Kasvillisuuden merkitys	22
4.3	Hulevesien imeyttäminen	22
4.3.1	Ruohokivi/reikäkivi ja muut läpäisevät pinnoitteet.....	22
4.3.2	Imeytyskaivanto	23
4.3.3	Imeytyspainanne.....	24
4.4	Huleveden viemäröinti	25
4.4.1	Sadevesiviemärijärjestelmä ja sen mitoitus	25
4.5	Huleveden varastointi.....	25
4.5.1	Huleveden laatu	26
4.5.2	Sadevesitynnyri	27
4.5.3	Huleveden hyötykäyttö.....	29
5	LOPPUPÄÄTELMÄT	29
6	LÄHTEET	31

Liite 1 Aiheeseen liittyviä käsitteitä

Liite 2 Esitys: Vesi puutarhassa

1 JOHDANTO

Piha-alueen kuivatus on yksi tärkeimmistä **lähtökohdista** toimivan ja viihtyisän puutarhan suunnittelussa. Vesi johdetaan pois rakennuksen välittömästä läheisyydestä. Monesti piha-alueiden saneeraus- ja parannussuunnitelmat toimenpiteineen sisällyttävät juuri alueen kuivatusta ja pintavesien ohjaamista oikeampaan suuntaan. Toisaalta vesi on puutarhakasvien elintärkeä kasvutekijä ja se tulee huomioida erilaisissa kasvualustoissa ja niiden alaisten rakennekerrosten vedenpidätys- ja läpäisykyvyissä. Vesielementin esteettistä merkitystä puutarhan pienilmaston ja tunnelman luojana ei tule vähätellä.

Tässä neuvonta-aineistossa esitellään **vaihtoehtoja** pihojen pinta- ja sadevesien käsittelylle sekä pyritään esittämään keinoja, joilla saataisiin yhteen sovitettua pihojen pintavesien poisohjaus rakennusten viereltä sekä muista pihan rakenteista ja samalla juuri näiden vesien mahdollinen hyötykäyttö pientalojen puutarhoissa. Mutta ennen sitä perehdytään siihen, mitä lait, asetukset ja määräykset ohjeistavat pintavesien ohjaamisesta tonteilla sekä sivutaan hieman laajempia hulevesijärjestelmiä (luku 2) ja kuntien kokonaisvaltaista hulevesien käsittelyä.

Hulevesien käsittely on ajankohtainen aihe, josta puhutaan ja kirjoitetaan paljon. Jo vallitseva ja maamme sääilmiöihin vaikuttava **ilmastonmuutos** asettaa haasteen ja toimenpiteitä ympäristömme, pihojemme sekä puutarhojemme vesi- ja kosteusoloihin nyt ja tulevaisuudessa. ”Sademäärä lisääntyy kaikkina vuodenaikoina, eniten talvella. Karkeasti ottaen RCP8.5 skenaarion mukainen vuotuisen sademäärän 20 %:n lisäys antaisi meille saman verran sateita kuin nykyisin monin paikoin Englannissa.” (Ruosteenoja, K. 2013. 15) Talvisin ja keväisin pisimmät sateettomat jaksot lyhenevät jonkin verran ja rankkasateiden oletetaan lisääntyvän. Suomen keskilämpötilan ja etenkin talvilämpötilojen kohoamisesta seuraa, että talvisin sateet tulevat yhä useammin vetenä. Lumipeitteen vesiarvo ja paksuus vähenevät ja routaa on nykyistä vähemmän. Tulevaisuuden lauhojen ja sateisten talvien aikana maaperä on usein märkä ja kantavuudeltaan huono, jonka seurauksena pinta- ja valumavesien määrä suurenee ja lisääntyvien rankkasateiden kuormittamat viemärit altistuvat tulvimiselle.

Ilmaston muuttumisen vuoksi hulevesien hallintaan tulee kiinnittää yhä suurempaa huomiota. Yksityispihoilla pihan kuivatus ja pinta- ja valumavesien ohjaaminen sekä käsittely nousevat entistä tärkeämmiksi. Pintavesien ohjaus-, viivytys- ja imeytysjärjestelmien tulee pystyä käsittelemään entistä suurempia vesimääriä hetkellisesti. Siksipä onkin entistä tärkeämpää imeyttää hulevesiä mahdollisimman paljon niiden syntyapaikalla. Pohjamaan kantamisen heikentyminen tulee huomioida puutarhan rakenteiden mitoituksessa, suunnittelussa ja rakentamisessa. Esim. piha-alueiden kiveysten rakennekerrosten riittävyys ja kantavuus tulee varmistaa aiempaa heikommin kantaville pohjamaille. Rinnepihat ja luiskat ovat alttiita pintavesitulville ja sen seurauksena vesieroosiolle. Niiden kaltevuu-den suuruutta sekä kasvittamista tulee harkita pintavesien imeyttämiseksi ja eroosion ehkäisemiseksi.

2 LAIT, ASETUKSET, MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Lait määrittävät ja Suomen Rakentamismääräyskokoelma velvoittaa kuinka hulevesiä tonteilla johdetaan ja mihin ne puretaan. Kaavoituksella määrätään ja ohjataan hulevesien käsittelyä kunnissa joiden omat rakentamisjärjestykset sekä rakentamistapaohjeet antavat yksityiskohtaisempia ohjeistuksia ja määräyksiä hulevesiin liittyen. Kuntakohtaista ja kokonaisvaltaista hulevesipolitiikkaa ilmennetään kunnan hulevesistrategiassa.

2.1 Lait ja asetukset

Merkittävimmät lait, joissa määrätään hulevesien ohjaamisesta sekä käsittelystä ovat Vesihuoltolaki (119, 2001) ja Maankäyttö ja rakennuslaki (132,1999). Muita hulevesiä käsitteleviä lakeja ovat mm. ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL) ja vesilaki (578,2011, VL).

2.1.1 Vesihuoltolaki (119, 2001)

Suomen vesihuoltolaki (119/2001, luku 3a) määrää, että kiinteistöt, jotka sijaitsevat kunnan määrittämällä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäroinnin alueella on liitettävä alueen laitoksen hulevesiviemäriin. Liittämismuutoksen vuoksi voidaan kuitenkin anoa vapauttamista kunnan ympäristöviranomaiselta, joka voi myöntää vapauttamisen toistaiseksi voimassa olevaksi tai määräaikaiseksi. Vapautus myönnetään, jos hulevesiviemärointiin liittymisestä tai hulevesien hallinnasta aiheutuvat kustannukset kiinteistön omistajalle muodostuvat kohtuuttomiksi, hulevesien viemäroinnin tarve on pystytty osoittamaan vähäiseksi tai muusta vastaavasta erityisestä syystä.

Vesihuoltolaki (119/2001, 17 d §) kieltää hulevesien johtamisen vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin. Hulevedet tulee ohjata omaa putkea pitkin alueen jätevesilaitoksen hulevesiviemäriin. Jos hulevesiä ei poisteta kiinteistöltä muulla tavalla, voidaan kiinteistö liittää jätevesiviemäriin huleveden poistamiseksi seuraavissa tapauksissa:

- Jätevesiviemäri on aikanaan mitoitettu myös huleveden poistamiseen ja se on rakennettu ennen vuotta 2015.
- Jos alueelle ei ole rakennettu huleveden viemäriverkostoa ja johon kiinteistö voitaisiin liittää.
- Jätevesiviemäriin johdettava hulevesi on taloudellisesti ja asianmukaisesti alueen vesihuoltolaitoksen käsiteltävissä.

2.1.2 Maankäyttö ja rakennuslaki (132,1999)

Suomen maankäyttö ja rakennuslaki (132,1999, 103 f §) toteaa, että ”Kiinteistön haltijan tai omistajan on johdettava hulevedet kunnan hulevesijärjestelmään, jos niitä ei voi imeyttää kiinteistöllä tai jos niitä ei johdeta ve-

sihuoltolain 17 a §:ssä tarkoitettuun vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäri-verkostoon”. Kunnan hulevesijärjestelmällä tässä tarkoitetaan hulevesien hallintaan tarkoitettujen rakenteiden ja alueiden kokonaisuutta. Kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistön hulevesijärjestelmästä kunnan hulevesijärjestelmään liittymiseen asti. Rajakohdan määrittää kunnan määräämä viranomainen.

”Kiinteistön omistaja tai haltija on velvollinen huolehtimaan, että naapurille ei aiheudu huomattavaa haittaa, jos rakennuspaikkana olevan kiinteistön maanpinnan korkeutta muutetaan tai suoritetaan muita toimenpiteitä, jotka muuttavat luonnollista vedenjuoksua kiinteistöllä.” (MRL 132/1999, luku 21, 165§.) Tämän kaltainen tilanne voi tulla vastaan, kun pihalla tehdään pengerryksiä tonttien rajojen läheisyydessä.

2.2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma

Suomessa (Rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007) **määräykset velvoittavat**, että sadevesien poisto on järjestettävä kiinteistön alueelta hyvin toimivalla tavalla. Siitä ei saa aiheutua vahingon tai tapaturman vaaraa, tulvimista tai muuta haittaa. Sadevesilaitteiston on oltava käyttövarma ja riittävän kestävä, sekä se on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti. Sekä sadeettä perustusten kuivatusviemäri on sijoitettava maahan siten, että jätevesiä ei saa johtaa sadevesilaitteistoon. Kiinteistön perustusten kuivatusvedet on johdettava pois aiheuttamatta haittaa kiinteistön jäte- ja sadevesilaitteistolle. Kiinteistön alueella läpäisemättömät pinnat (liite 1) tulee varustaa sadevesilaitteistolla. (Suomen Rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007, s. 27 - 29)

Rakentamismääräyskokoelma ohjeistaa sadevedet ohjattavaksi joko yleiseen sadevesiviemäriin, avo-ojaan, vesistöön tai maaperään. Jos sadevedet imeytetään maaperään, on huolehdittava, ettei siitä aiheudu tulvimista, kosteusvaurioita, jään muodostumista tai muita haittoja. (Suomen Rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007, s. 27 - 29)

2.3 Kaavoitus ja kunnan rakennusjärjestys

Jo yleiskaavoituksessa otetaan huomioon hulevesien hallintaa. Yleiskaava ohjaa asemakaavoitusta. Asemakaavassa voidaan määritellä tonttikohtaista hulevesien käsittelyä. Kuntien rakennusjärjestykset voivat määritellä kaavoja tarkemmin hulevesistä. Esim. Espoon kaupungin rakennusjärjestyksessä sivulla 8 määrätään, että rakennusten rakentamista tai peruskorjauksista varten on rakennuslupaun liitettävä selvitys hulevesien ja perustusten kuivatusvesijärjestelmän rakentamisesta tai olemassa olevasta järjestelmästä, sekä sen riittävydestä, toimivuudesta ja kunnossapidosta. Kuntien rakentamistapaohjeissa voidaan mennä määrittämään hulevesien käsittelystä jopa asuinalue- tai korttelikohtaisesti.

2.4 Hulevesiohjelma/-strategia

Kunnilla ja kaupungeilla on hulevesiohjelmat, joiden tavoitteina on hulevesien hallinnan parantaminen kokonaisuutena:

- hulevesien määrän vähentäminen
- pohjavesien laadun ja määrän parantaminen
- eri tahojen vastuiden määrittäminen
- yhteisen toimintamallin luominen: kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito
- tulva- ja ympäristöhaittojen ehkäisy ja hallitseminen
- hulevesien luonnonmukaisen hallinnan edistäminen
- ympäristön elävöittäminen
- hulevesien hyötykäytön mahdollisuuksien esille tuominen
- pihojen ja ympäröivän kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen. (Hulevesiopas)

Esimerkiksi Hämeenlinnan kaupungilla hulevesistrategia on vapaaehtoinen vesihuollon ”kehittämissuunnitelma”. Siinä määritellään kunnan hulevesien hallinnan tavoitteet sekä periaatteet ja se on toteutettu eri toimijoiden (viranomaiset, suunnittelijat, kaavoittaja, hulevesivastaava, kunnan ympäristöviranomainen, rakennusvalvonta) kanssa yhteistyössä. (Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia)

Pientalon tontilla hulevesistrategia kohdataan, kun sitä sovelletaan käytäntöön kunnan määräyksissä ja ohjeissa: ympäristönsuojelumääräykset, rakennusjärjestys, rakennustapaohjeet, suunnitelmat, tontin luovutusehdot, lupamenettelyt, neuvonta ja muut ohjeet. Hämeenlinnassa rakentamisen lupamenettelyissä ohjeistetaan, että piholla tulee suosia hyvin vettä läpäiseviä materiaaleja ja päällystettyjä piha-alueita tulisi rakentaa mahdollisimman vähän hulevesien hallinnan edistämiseksi. Rakentamistapaohjeissa on laadittu rakentajille hulevesien käsittelymalleja. (Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia)

3 PIHAN KUIVATUSSUUNNITELMA

Pihan kuivatussuunnitelmassa (kappale 3.1) paneudutaan hulevesien hallintaan sekä tontin kuivatukseen. Hulevesien hallintaa ovat niiden käsittelyssä tarvittavat toimet kuten veden johtaminen, -viivyttäminen, -imeyttäminen, -varastointi ja -viemärointi (kuvat 1 - 4). Pihan hulevedet tulee ymmärtää osana veden luonnollista kiertokulkua (kuva 5).



Kuva 1. Kivetyt hulevesiuomat johtavat tontilla katto- ja pintavesiä.



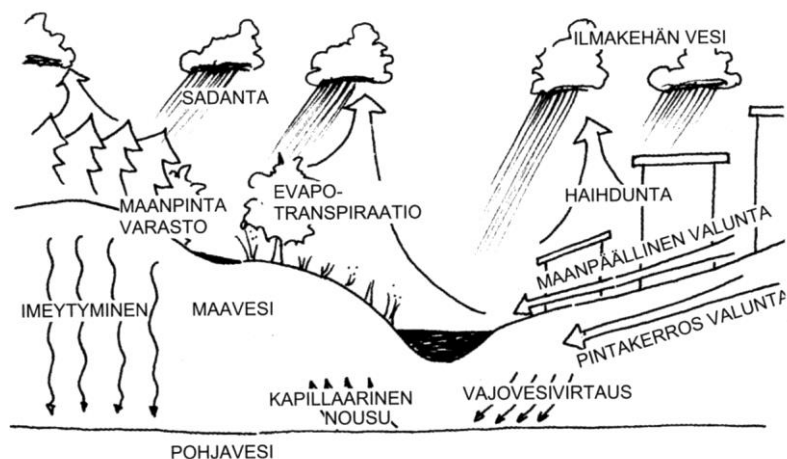
Kuva 2. Huleveden viivyttämiseksi sekä imeyttämiseksi on joelle viettävään rinteen valittu loivasti kallistettu nurmipinta käytävän oikealle puolelle. Ratkaisulla on välttytty salaojitukselta sekä vesierosion (liite 1) aiheuttamilta haitoilta.



Kuva 3. Huleveden varastointi-idea!



Kuva 4. Hulevedet ohjataan rännistä hulevesiviemäriin.



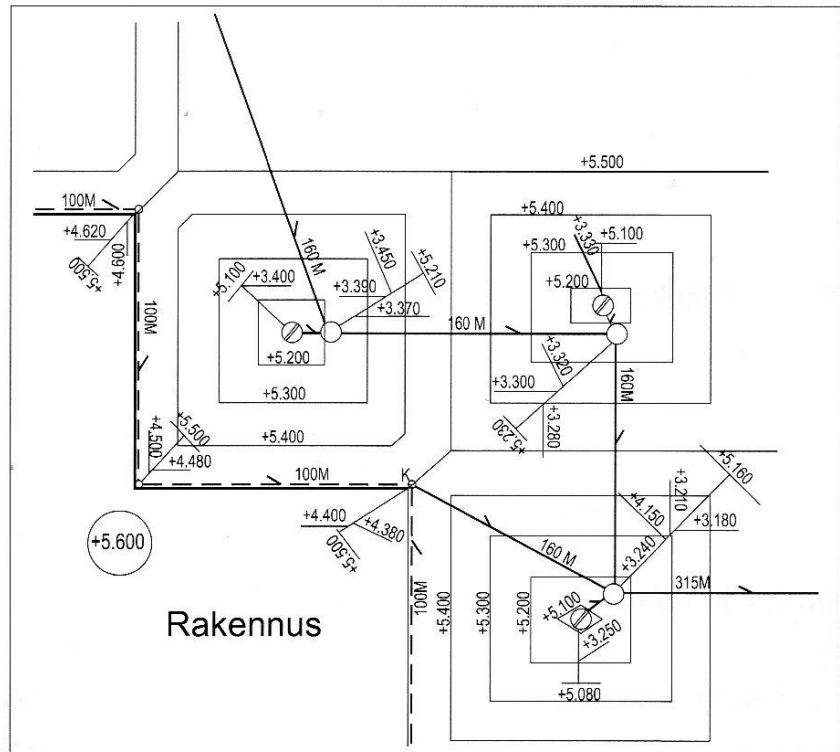
Kuva 5. Veden luonnollinen kiertokulku (Eskola, R. Tahvonen, O. 2010, s.10)

Puutarhassa vesi ilmentyy lähinnä valuntana rakennusten katoilta tai muilta valuntapinnoilta ja mahdollisina lammikoitumina läpäisemättömillä pinnoilla pihan matalimmilla korkeusasemilla. Piha-alueita voidaan pitää pienenä valuma-alueena. Pihan pinnan muodot vaikuttavat veden liikkeisiin. Mitä jyrkempi korkeusero tai pengeri, sitä voimakkaampi on veden virtaama. Maaperä vaikuttaa veden imeytymiseen. Pihan pintojen ja rakenteiden karkeilla pohjarakennekerroksilla ja salaojituksella johdetaan ja imeytetään tehokkaasti niihin joutuneita vesiä. Samalla estetään routimisen vaikutusta rakenteisiin vahingollisesti sekä kasvatetaan pohjavesivaroja paikallisesti. (Eskola ym. 2010, s. 9-12)

3.1 Pihan kuivatussuunnitelman laatiminen

Kun pihan suunnitteleminen tontilla aloitetaan, tulee sen taustaksi kartoittaa veden valuntasuunnat sekä -määrät. Voidaan teettää pinnantasaussuunnitelma, jossa määritetään valunnan suunnat ja vedenjakajat hulevesien ohjaamiseksi. ”Pintavesien ohjauksella tarkoitetaan maan pinnan muotoilua siten, että maan pinnalla virtaavat vedet saadaan ohjattua haluttuun

suuntaan suunnitellulla virtausnopeudella. Maaston kallistusten lisäksi pintavesien ohjaukseen liittyvät erilaiset reunukset, kourut ja painanteet, joiden avulla veden virtausta ohjataan. Maan pinnalla virtaavat vedet ohjataan edelleen imeytysalueille esim. kasvillisuusalueille, avo-ojiin tai sadevesikaivojen kautta sadevesiviemäriin. Pintavesien ohjaus on suunniteltava siten, että vesien kerääntyminen ei aiheuta tulvimista tai toisaalta virtaava vesi ei saa kuluttaa päällystepintoja (vesieroosio).” (Soini T. 2009, 83) Pihan kuivatussuunnitelman laatiminen edellyttää veden luonnollisen kiertokulun tuntemista ja lisäksi teknisten menetelmien tuntemista, kuten veden ohjaus- viivytys- ja imeytyskeinot. (Soini T. 2009, s. 94)

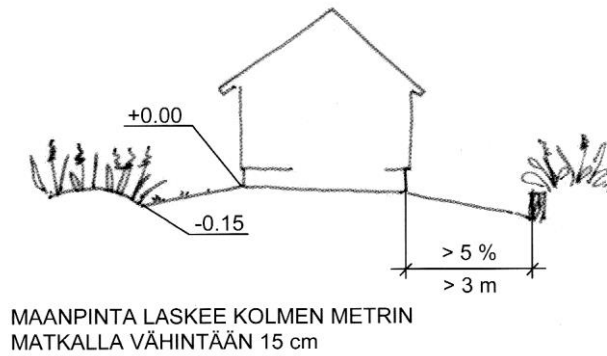


Kuva 6. Esimerkki pihan kuivatussuunnitelmasta (Soini T. 2009, s. 94)

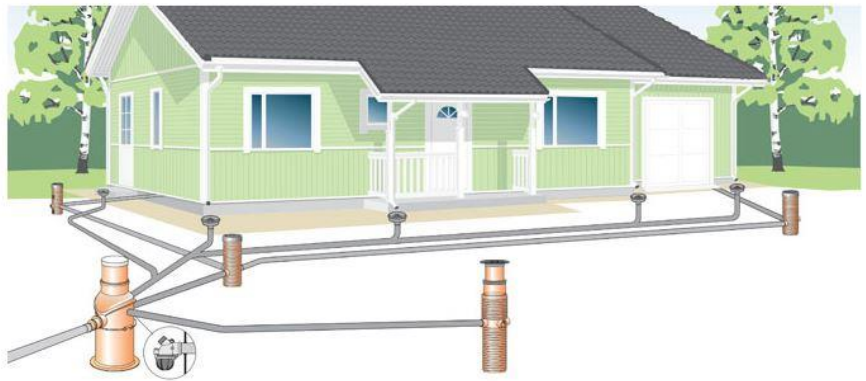
Perinteinen hulevesien putkittaminen (kuva 7) on halvempaa kuin maanpäällinen vesien käsittely. Uomien (kuva 1), painanteiden ja altaiden rakentaminen, kasvittaminen ja huoltaminen on pitkällä aikavälillä kalliimpaa kuin salaojittaminen. Siitäkin huolimatta, että putkistojen rakentaminen on kertakustannuksena suurempi.

3.1.1 Kuivatus rakennuksen välittömässä läheisyydessä

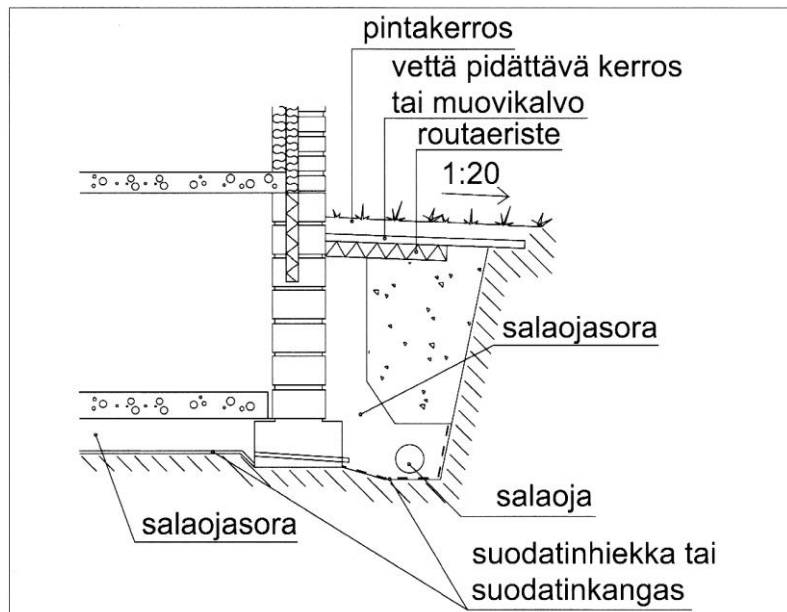
Rakennusten viereltä johdetaan vesi pois salaojin. Kuivatustoimenpiteenä maan pinta tulee kallistaa 5 % rakennusten vierellä vähintään kolmen metrin matkalla (kuva 10).



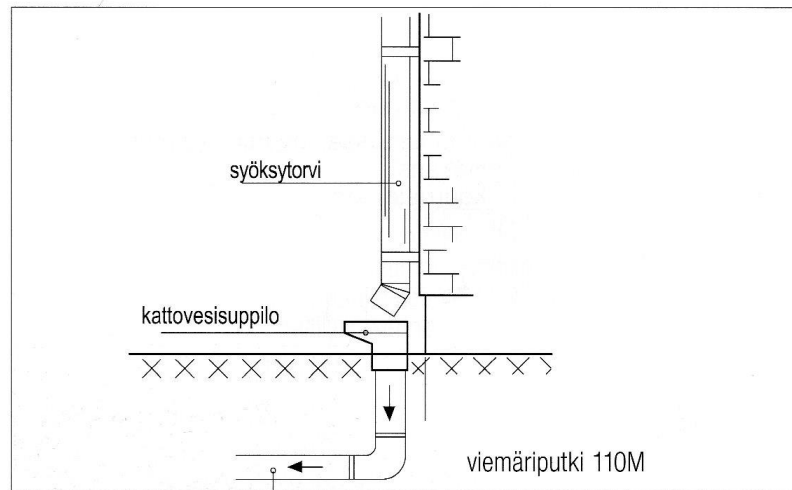
Kuva 7. (Eskola R, Tahvonon O, 2010, s.70)



Kuva 8. Sadevedet ja rakennuksen pohjan kuivatusvedet kulkevat omissa putkissaan ja yhdistyvät vasta perusvesikaivossa. Siitä hulevesi jatkaa matkaansa avo-ojaan, vesistöön, alueen hulevesiviemäriin tai imeytettynä maaperään. Rakennuksen nurkkiin asennetaan tarkastuskaivot. (Uponor, kokonaisratkaisut, rakennusten kuivatus)



Kuva 9. Periaatekuva rakennuksen perustuksen kuivattuksesta (Soini T. 2009, s. 94)



Kuva 10. Kattovesikaivon asentaminen (Soini T. 2009, s. 94)

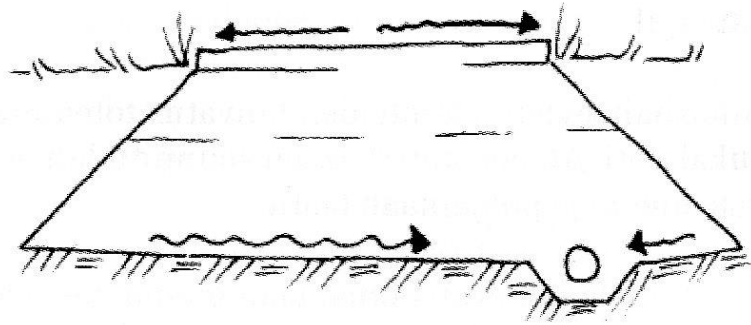
Em. kuivatustoimien lisäksi rakennusten vierellä istutusten tulisi sijaita vähintään metrin päässä seinästä. Talon routasuojauslevyt yhdessä sala-ojituksen ja räystäiden vaikutuksesta kuivattavat seinän vierustat kasvien kannalta epäedulliseksi kasvupaikaksi. Koska em. rakenteiden tehtävänä on kuivattaa rakennus ja sen pohja, ei ole tarkoituksenmukaista kastella alueella istutuksia.

Salaojien sijaan pintavesiä voidaan johtaa avojärjestelmissä, kuten perinteisesti on tehty ennen salaojien keksimistä. Pintakouruja on saatavana avonaisina sekä ritilällä päällystettyinä ja valmiiksi kaatavina. Viimeksi mainittuja voidaan käyttää asennettuna ajoväylän poikki. Pintakouruista vesi voidaan johtaa avo-ojaan tai hulevesiviemäriin.

3.1.2 Kuivatus pihan eri rakenteissa

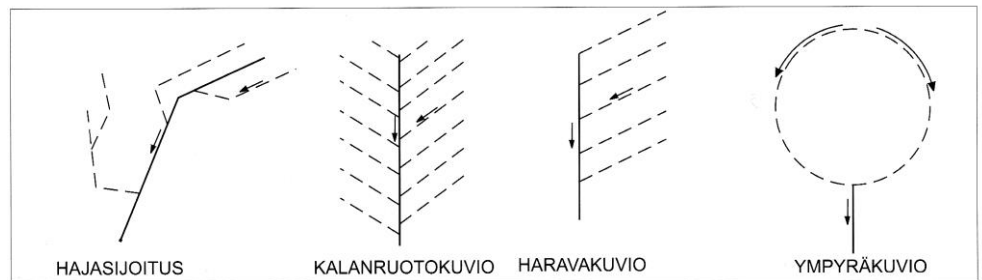
- Tasopinnat

Tasopintoina tässä tarkoitetaan erilaisilla päällysteillä pinnoitettuja eriko-koisia alueita kuten käytäviä, pysäköinti-, leikki ja oleskelualueita pihoilla. Pinnoilla käytetään sitomattomia kiviainespäällysteitä (esim. kivituhka) tai sidottuja päällysteitä, luonnonkivi- ja betonikiveyksiä, laatoituksia ja asfalttia. Sitomattomat päällysteet keräävät hulevesiä rakennekerroksiinsa, joten kantavuutensa parantamiseksi ne tulee salaojittaa. Pienillä alueilla esim. käytävällä (kuva 11) salaoja asennetaan reunalle tai reunoille. (Eskola ym. 2010, s.61-62)

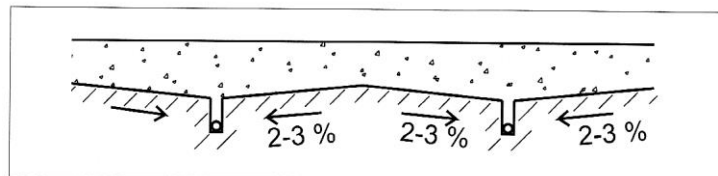


Kuva 11. Salaojan sijainti käytävän rakennekerroksessa. (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.62)

Suuremmilla tasopinnoilla salaojitus toteutetaan yleensä tasavälein sijoitettulla putkistolla (katso kuva 12 ja 13).



Kuva 12. Salaojan sijoitusperiaatteita. Viivalla merkityt ovat kokoojajojia ja katkoviivalla merkityt ovat imuojia. (Soini, T, s.91)



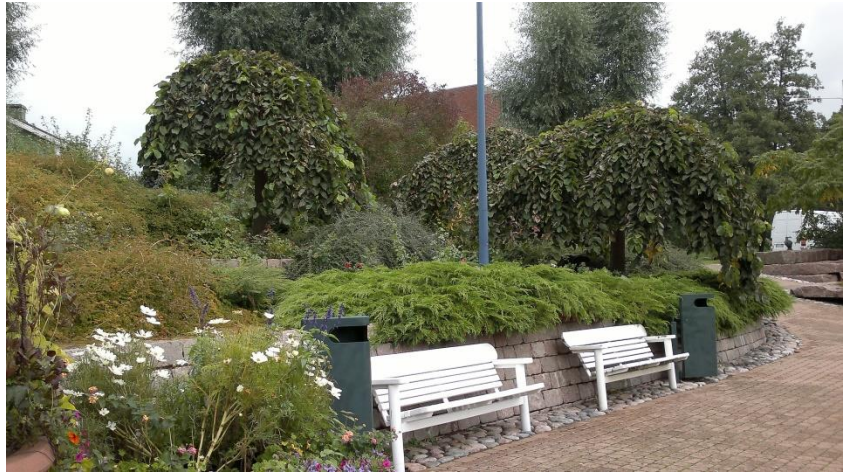
Kuva 13. Tasopinnan alusrakenteen (pohjamaa ja rakennekerrokset) kallistus salaojiin päin. (Soini, T, s.91)

Nurmialueiden kuivatuksen tarpeet ja perusteet muodostuvat alueen koosta, muodosta, pohjamaan laadusta sekä käyttötarkoituksesta. Perustamisvaiheessa pihan suuret ja alavat nurmialueet on syytä salaojittaa, varsinkin jos pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää. Pinta kallistetaan valittuun kuivatussuuntaan ja salaojiin päin 2 %:n kallistuksella. Pinnan tasaus tehdään huolellisesti, jotta välttyttäisiin vettä kerääviltä painanteilta. Pintavesien kerääntyminen painuneille tai alun perin riittämättömästi tai väärin viettäville nurmipinnoille on yleinen pihan saneerauksen kohde. Nurmipintojen sekä pihan eri rakenteiden kuivatusvedet voidaan purkaa salaojista avo-ojaan. Purkuputken pää tulee olla vähintään 200 mm ojan pohjan yläpuolella. Jos kuivatusvedet puretaan kunnan hulevesiviemäriin, johdetaan ne padotusventtiilillä varustetun perusvesikaivon kautta. Näin estetään veden takaisinvirtaus salaojaputkistoon viemäröintijärjestelmästä. Pi-

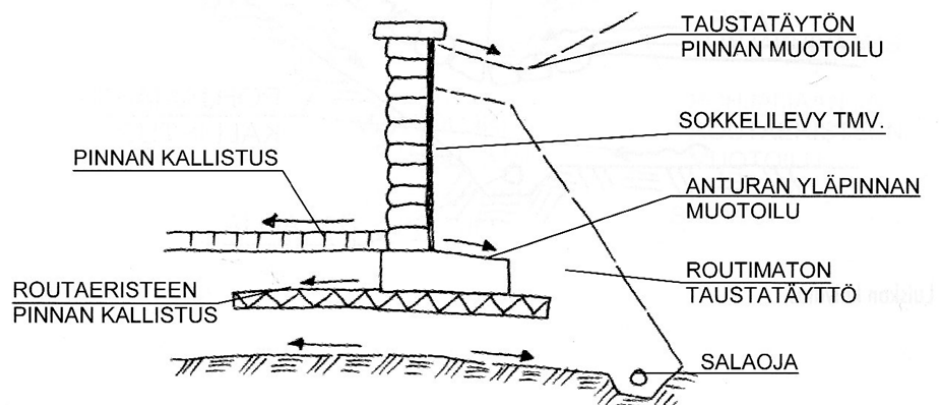
harakenteiden ja nurmialueiden kuivatusvesimäärät pientalotonteilla ovat yleensä sen verran pieniä, että niiden imeytys tontilla onnistuu sorasilmäkkeeseen, imeytyskaivoon tai muovisiin kennoelementteihin. (Eskola ym. 2010, s.61 - 36)

- Tukimuuri

Tukimuureja rakennetaan yleisesti pihan pintojen korkeuseroja ratkaistaessa (katso kuva 14 ja 15).



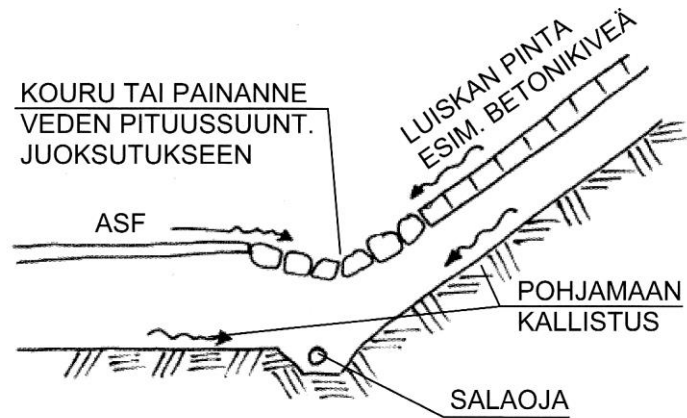
Kuva 14. Istutusalueen ja käytävän korkeusero on ratkaistu luonnonkivisellä tukimuurilla.



Kuva 15. Tukimuurin kuivatus (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.63)

Pohjamaa, pintamateriaali, routaeriste, taustatäyttö sekä anturan yläpinta muotoillaan siten, että ne viettävät pois päin tukimuurista. Muuri pysyy kuivana, kun vesi valuu joko salaojaan tai alarinteeseen päin. Jos tukimuurin takana on kylmyydelle arkoja kasveja, sokkelilevy voidaan korvata routaeristelevyllä. (Eskola ym. 2010, s.63)

- Luiskat



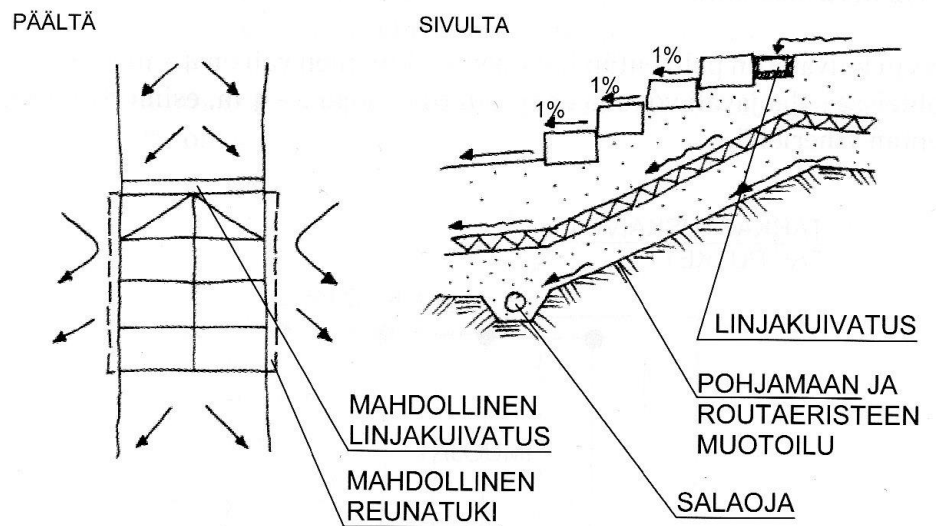
Kuva 16. Luiskan kuivatus (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.64)

Pihoilla ja puutarhoissa luiskia käytetään korkeuserojen tasaamiseen. Luiska voi olla kasvitettu (kuva17), nurmetettu (kaltevuus alle 30 %) tai kivetty. Päällysteestä sekä kaltevuuden asteesta riippuen hulevesi voi aiheuttaa vesieroosiota luiskassa. Kasvipintaisilla luiskilla voidaan eroosiota torjua puuritiöillä, lujitematoilla tai luiskakennostoja. Erityisesti läpäisemättömillä pinnoitteilla päällystetyt luiskat tulee salaojittaa yo. kuvan mukaisesti. (Eskola ym. 2010, s.64)



Kuva 17. Tontin reuna on luiskattu istutusalueella ja murskepinnalla.

- Portaat

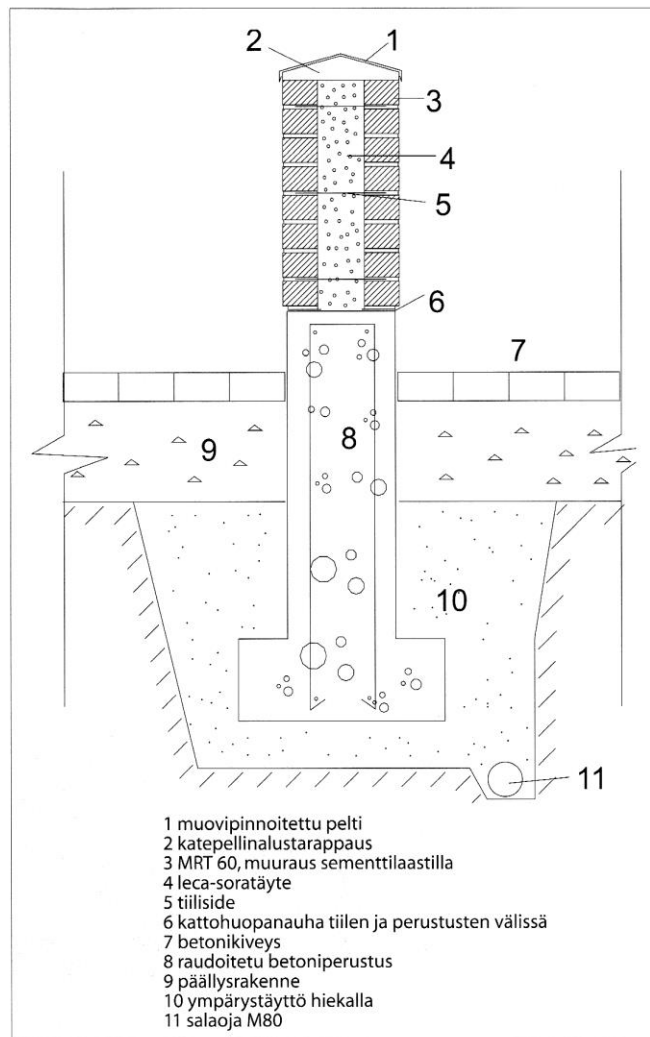


Kuva 18. Maastoportaan kuivatus (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.65)

Puutarhan rakenteena portaat voivat rakentua monenlaisesta materiaalista kuten puusta, pölleistä, betonista, kivistä jne. Etenkin valettuja portaita roudan siirtäminä tai rikkoneina on hankala jälkikäteen korjata. Siksi perustamisvaiheessa korostuu veden pois ohjaaminen tärkeäksi (kuva 18). (Eskola ym. 2010, s.65)

- Aidat ja muurit

Tolppien varaan perustetut **metalli- tai puuaidat** eivät normaalisti vaadi salaojitusta tai muuta kuivatusta, varsinkaan routimattomilla maila (hieka- ja sorapitoiset maat). Routivilla mailloilla kannattaa perustaminen routimattomaan syvyyteen (1 600 – 1 800 mm). Toinen vaihtoehto routimisen estämiseksi on massanvaihto (hieka tai sora). Massiivisemmat kivistä tehdyt kylmämuurit (ilman sideaineita rakennetut muurit) ladotaan routimattoman aluskerroksen varaan. Pintamaa muotoillaan muurin viereltä pois päin viettäväksi. Näin pintavesi ja maahan sitoutunut vesi ei pääse kerääntymään muurin vierelle eikä alle, ja routavaurioilta säästytään. Tiilistä tai kivistä valetut aitamuurit (kuva 19) sen sijaan vaativat kunnollisen kuivatuksen, sillä ne eivät jousa, eivätkä kestä roudan liikuttelua rikkoutumatta. (Soini, T, s. 269)



Kuva 19. Kaksipuolisen tiilimuurin kuivatusperiaatekuva (Soini, T, s. 269)

4 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT

Usein hulevesien käsittelyssä tontilla tarvitaan kaikkia huleveden hallintakeinoja rinnakkain. Mitä enemmän niitä imeytetään syntypaikallaan, sitä vähemmän tarvitaan muita hallintakeinoja.

4.1 Huleveden johtaminen

Hulevesien johtamista käsitellään aiempänä kohdassa 3.1. pihan kuivatussuunnitelman yhteydessä. Pihan pintojen **kallistuksilla** ohjataan veden valuntaa tarvittavaan suuntaan. **Kouruilla, uomilla ja ojilla** (kuva 20) johdetaan ja keräillään vesi haluttuun sijaintiin. Ojia ja kouruja käytetään avojärjestelminä ja suljettuina järjestelminä kuten salaojat, ritilällä päällystetyt kourut ja hulevesiputkistot (kuva 21), siltarummut jne.



Kuva 20. Hulevedet johdetaan talon viereltä perinteisessä avo-ojassa.



Kuva 21. Kuva on rakentamisen aikainen kuva. Talon sadevesiputkisto tulee kokonaisuudessaan jäämään näkymättömiin.

4.2 Hulevesien viivyttäminen

Hulevesiä viivyttämällä veden haihtuminen ilmakehään vähentää huleveden määrää. Viivytyksrakenteilla saadaan puutarhaan mielenkiintoisia rakenteita ja elementtejä. (kuva 22). Hulevesien käsittelykeinot ja -ratkaisut on otettava mukaan pihan suunnitteluun.



Kuva 22. Mielenkiintoinen piharakenne on samalla hulevesien ohjaus- ja viivytysmenetelmä. (kuva Katja Virtanen)

4.2.1 Viherkatto

Sadevesien viivyttämiskäytännön viherkatto (kuva 23) on oivallinen esimerkki. Se hidastaa ja samalla haihduttamalla vähentää merkittävästi sadevesien joutumista viemäriin. Viherkaton merkitys korostuu äkillisen rankkasateen aiheuttaman hulevesitulvan ehkäisijänä.



Kuva 23. Grillikatoksen viherkatto

4.2.2 Sadepuutarha

Sadepuutarha (kuva 24) on yksinkertaisimmillaan keräilyjen katto- ja pintavesien ohjaamista puutarhan matalimpaan kohtaan ja sinne rakennettuun painanteeseen. Viivytyspainanne kasvitetaan ja usein sinne asetellaan kiviä. Vesi voi ajoittain lammikoitua sadepuutarhassa. Sadepuutarhaa voidaan periaatteeltaan verrata imeytyspainanteeseen (kuva 35). Sadepuutarhaan liitetään usein enemmän rakennettuja elementtejä sekä rikkaampaa kasvilajistoa. Kasvien tulee olla sellaisia, jotka sietävät sekä kuivia että kosteita olosuhteita, sillä sadepuutarhassa vesiolot muuttuvat vallitsevan sään mukaan. Lisäksi kosteuden määrä sadepuutarhan kasvien juuristolla riippuu siitä, missä kohtaa sadepuutarhaa kasvit kasvavat. Reunoilla vettä on harvemmin ja vähemmän kuin sadepuutarhan matalimmassa kohdassa. Sadepuutarha tulee sijoittaa vähintään viiden metrin päähän rakennuksista tai kuivatettavista rakenteista. (Viherympäristöliitto, 2011, s. 29 – 34)

Ennen sadepuutarhan rakentamista on varmistettava ko. kunnan rakentamisjärjestyksestä ja rakentamistapaohjeistuksesta, onko sellaisen rakentaminen sallittua. Sadepuutarha voidaan toteuttaa esim. ohjaamalla kattovedet sadepuutarhan läpi ylävuotoputken kautta avo-ojaan.



Kuva 24. Portland, Glencoe elementary school, sadevesipuutarha (Katja Virtanen, 2014). Kuvassa etualalla on sadeveden tuloputken pää ja keskellä ylävuotoviemäri (tulvareitti).

Sadepuutarhassa kannattaa käyttää laajajuurisia kasveja. Kostempaan kohtaan ja sadepuutarhan alimpaan vyöhykkeeseen kannattaa istuttaa kostean paikan kasveja, kuten rentukka (*Caltha palustris*), ja korkeimpaan vyöhykkeeseen kuivan paikan kasveja, kuten maksaruohot (*Sedum*).

Puut

- Lepät, *Alnus* (III-VII) (katso kuva 25)



Kuva 25. Harmaaleppä, *Alnus Incana*

Pensaat

- kääpiöpunapaju, *Salix purpurea 'Nana' ('Gracilis')* (I-V)
- koripaju, *Salix viminalis* (VI, V)
- villapaju, *Salix lanata* (VI) (katso kuva 26)
- peittopaju, *Salix x aurora 'Tuhkimo'* (I-VI)
- tyrni, *Hippophaë rhamnoides* (I-VI)



Kuva 26. villapaju, *Salix lanata* (VI)

Perennat

- tähtiputki, *Astrantia major* (VII-VIII)(katso kuva 27)
- rantakukka, *Lythrum salicaria* (VII-VIII)
- kotkansiipi, *Matteuccia struthiopteris* (-)
- kuunliljat, *Hosta* (VII-VIII)
- kurjenmiekat, *Iris* (VI-VIII)
- maksaruohot, *Sedum* (VI-IX)
- mehitähdet, *Sempervivum* (VII-VIII)
- tähkätädyke, *Veronica spicata*(VII-VIII)
- Pikkutalvio, *Vinca minor* (V-VI)
(Viherympäristöliiton julkaisu 34)



Kuva 27. tähtiputki, *Astrantia major* (VII-VIII)

Luonnonkasvit

- valkoapila, *Trifolium repens*
- ranta-alpi, *Lysimachia vulgaris* (katso kuva 28)
- särmäkuisma, *Hypericum maculatum*
- ojakärsämö, *Achillea ptarmica*
- rentukka, *Caltha palustris*



Kuva 28. ranta-alpi, *Lysimachia vulgaris*

4.2.3 Pintaveden hidastaminen valuma-alueella

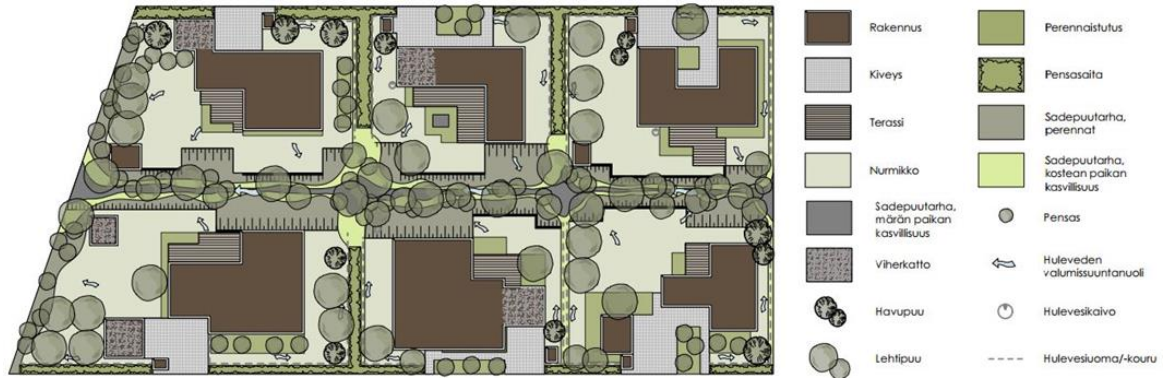
Luiskatuilla piha-alueilla ja rinnepihoilla voidaan pintavesivaluntaa viivyttaa rakenteilla, jotka katkaisevat valuntaa. Rinteen poikki rakennettu istutusalue imeyttää enimmäkseen pintavedet maaperään ja ehkäisee samalla vesieroosiota rinteessä.

4.2.4 Hulevesiallas

Pintavesiä voidaan johtaa puroina tai kouruissa maan pintaa pitkin. Puron vesi voidaan ohjata altaaseen viipyilemään ja haihtumaan hiljakseen ilma-kehään. Allas voi olla savipohjainen, josta vesi voi hitaasti imeytyä maaperään (kuva 29). Sen pohjan on hyvä olla kivillä päällystetty, jolloin se on kuivana aikanakin kaunis. Lähelle altaan yläpintaa tehdään ylivuotoa varten tulvareitti. Tulvareitti voidaan toteuttaa putkea tai esim. kiviuomaa pitkin edelleen avo-ojaan ja sitä myöden vesistöön. Tämän kaltaisia järjestelmiä voidaan toteuttaa rivitaloyhtiöissä tai monen omakotitalon kesken, jolloin hulevesijärjestelmä on jo mahdollisesti kaavoitusvaiheessa suunniteltu yhteiseksi (kuva 29).



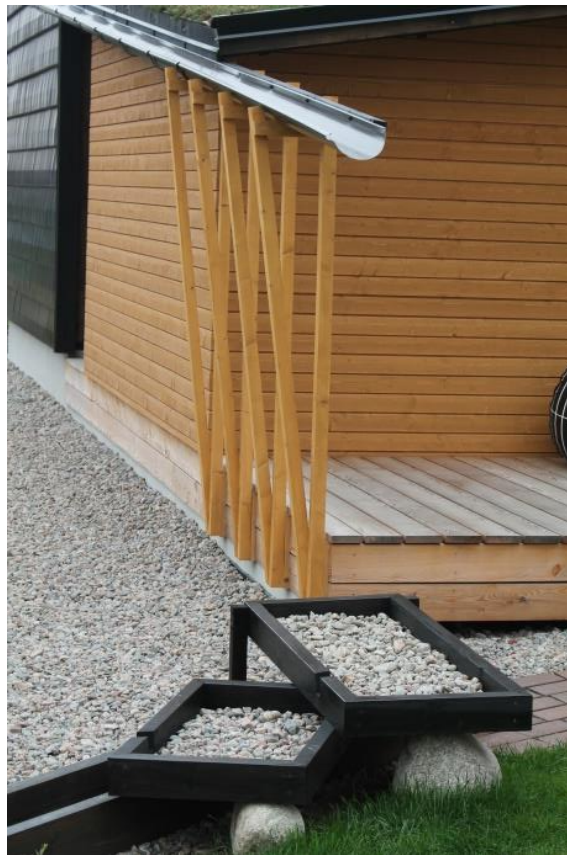
Kuva 29. Hulevesiallas hulevesiuoman päässä



Kuva 30. Jyväskylän asuntomessualueella (2014) omakotitalokortteleista johdetaan pintakallistusten ja hulevesiuomien ja -kourujen kautta yhteiseen suurempaan kivillä päällystettyyn uomaan. Uomassa vesi lammikoituu välillä sadepuutarhoihin, joissa kasvit imevät, puhdistavat ja haihduttavat hulevettä. Uomasta vesi kuljetetaan avo-ojaa pitkin vesistöön. (Jyväskylä, kaavakartat/asuntomessut/green factor esite)

4.2.5 Hulevesien haihduttaminen

Veden haihtumista tapahtuu avoimilta vesipinnoilta sekä maan pinnalta, johon vettä on sitoutuneena. Kaikissa veden avoviivytyksrakenteissa ja -tilanteissa tapahtuu myös haihtumista (kuva 31).



Kuva 31. Huleveden haihtumista tapahtuu veden viipyessä sorapinnoilla.

4.2.6 Kasvillisuuden merkitys

Nurmipinta rinteessä on huleveden imeytymisen ja haihduttamisen kannalta hyvä ratkaisu (vrt. kiviainespinnoite). Vettä varastoituu nurmen kasvu-alustaan paremmin kuin esimerkiksi kiviainespäällysteeseen. Nurmikko imee vettä ja luovuttaa sitä ilmakehään haihduttamalla. Vesi valuu nopeasti kiviainespinnan läpi pohjamaahan. Kiviaineksen pinnalta veden haihtuminen tapahtuu nopeammin. Muukin kasvillisuus toimii samoin tavoin kuin nurmikko. Esimerkiksi suuri koivu imee ja haihduttaa satoja litroja vettä päivässä. Pinnoilta tapahtuva haihdunta rajoittaa niiden lämpötilan nousua. Haihdunnan määrä on erilainen erilaisilta pinnoilta. Tasainen asfalttipinta haihduttaa vähemmän kuin enemmän rosainen kiviainespinna. Piha-alueilla tällä on merkitys pihalle muodostuvaan pienilmastoon. Asfaltti- ja kivipihat ovat kuivempia ja kuumempia verraten vehreämpiin kasvialajistojen toteutettuihin puutarhoihin.

4.3 Hulevesien imeyttäminen

Hulevesiä pitäisi imeyttää mahdollisimman paljon niiden syntypaikalla. Näin välttäisiin hulevesitulvilta sekä johdettavien, viemäritäviä ja viivytettävien hulevesien määrä saataisiin vähentämään.

4.3.1 Ruohokivi/reikäkivi ja muut läpäisevät pinnoitteet

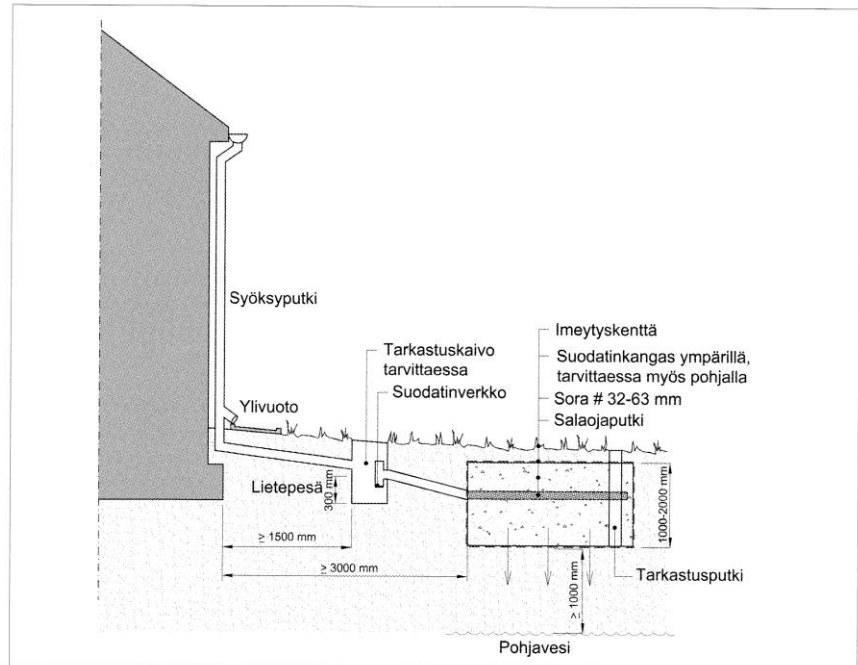
Kuntien rakennustapaohjeissa kehoitetaan useasti suosimaan läpäiseviä pinnoitteita pihalla läpäisemättömien kiviaines- tai asfalttipinnoitteiden sijaan. Tällöin pientalon pihalla ruohokivi on suositeltava valinta vaikka käytävämateriaaliksi, sitomattoman kiviainespinnan (esim. kivituhka) sijaan. Ruohokiven keskellä oleva reikä tai ladonnassa leveäksi jätetty saumaväli täytetään asennuksen jälkeen hiekka-turve-seoksella tai sepelillä ja kylvetään nurmi (kuva 32) (Soini, s.123). Nurmipinta päästää ja imeyttää pintaveden tehokkaasti lävitsensä (vrt. ohuella saumalla ladottu kivipinta tai asfaltti).



Kuva 32. Nurmikiveys

4.3.2 Imeytyskaivanto

Monen kunnan hulevesistrategiassa pyritään imeyttämään hulevesiä mahdollisimman paljon niiden synty paikalla. Imeytyskaivantoja (liite 1.) voidaan käyttää lähinnä sadevesien imeytykseen alueilla, joilla hulevedet eivät sisällä kiintoaineita tai liukoisia epäpuhtauksia, tai alueilla, joilla kemikaalipäästöriskiä ei ole olemassa. Pohjavesialueilla imeytyskaivantojen käyttö rajoitetaan juuri sadevesien imeytykseen. (Viherympäristöliiton julkaisu 49, 2011, s. 31)



Kuva 33. Imeytyskaivannon rakenne-esimerkki (Viherympäristöliiton julkaisu 49, 2011, s. 31, alkuperäinen kuva Hulevesien luonnonmukaiset menetelmät, Kuopion kaupunki ja FCG Planeko Oy, 2007)

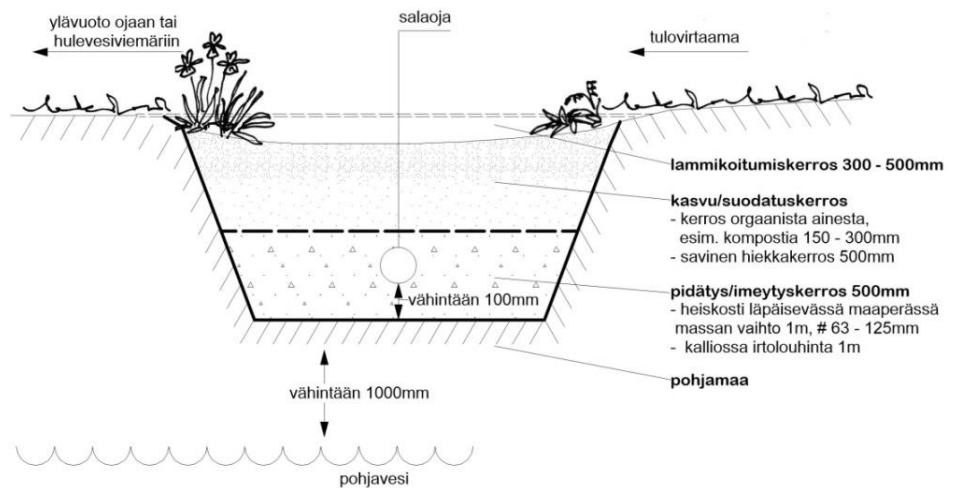
Valmiita maahan upotettavia hulevesikasetteja ja imeytysjärjestelmiä on markkinoilla laajoille läpäisemättömille alueille, esim. suurille asfalttipäällystetyille paikoitusalueille tai piha-alueille kaupungeissa, mutta niitä löytyy myös pientalokäyttöön tarkoitettuna (kuva34). Näitä voidaan käyttää myös huleveden varastointiin veden uudelleen käyttöä varten esim. kasteluvetänä.



Kuva 34. Hulevesikasetin asentaminen pientalon pihaan.

4.3.3 Imeytyspainanne

Imeytyspainanteisiin (liite 1. ja kuva 35) hulevesi johdetaan lähinnä pinta-valuntana. Ne voivat olla kasvipintaisia tai niissä voi olla muita rakenteita, esim. kivistä. Ne voivat toisaalta olla yksinkertaisesti nurmipintaisia tai loivareunaisia ojamaisia painanteita (kuva 36). Pohjavesialueilla imeytys-kaivanto eristetään pohjamaasta savisuojuksella (savinen hiekkakerros) sekä vesi ohjataan pois pohjavesialueelta salaojalla ylävuodon kautta hu-levesiviemäriin tai avo-ojaan. (Viherympäristöliiton julkaisu 49, 2011, s. 33) Suodatinkankaan käytöstä imeytysrakenteissa on laajasti kokemuksia, joissa hienoin kiintoaines tukkii nopeasti suodatinkankaan huokokset. Jois-sakin tapauksissa se saattaa aiheuttaa tulvavaaran, esim. pohjamaan ollessa tiivis ja huonosti läpäisevä. Suodatinkankaan käyttöä ei aina suositella.



Kuva 35. Imeytyspainanteen rakenne-esimerkki. Pohjamaan laatu ja rakenne vaikuttavat imeytyspainanteen rakennekerrosten paksuuteen ja laatuun. Salaoja ei ole tarpeen, jos pohjamaa on esim. helposti läpäisevää moreenia. Imeytyspainanteet on suunniteltava tapauskohtaisesti.



Kuva 36. Matalareunainen nurmipintainen imeytyspainanne

4.4 Huleveden viemäröinti

Huleveden viemäröinnillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesien johtamista putkissa suoraan alueen hulevesiviemäriin tai joissakin tapauksissa jätevesiviemäriin pois kuivatettavalta alueelta. Huleveden käsittelykeinona viemäröinti on tavanomainen kaupungeissa ja taajamissa. Siitä pyritään siirtymään yhä enenevässä määrin veden luonnonmukaista kiertokulkua jäljitteleviin käsittelymenetelmiin, veden imettämiseen ja viivyttämiseen syntypaikallaan. Viemäröinnistä ja viemäriverkkoon liittymisestä maksetaan hulevesi- tai jätevesiviemäröintimaksua. Viemäröitävien hulevesien määrää pyritään vähentämään, jotta jäteveden puhdistus olisi helpompaa. Viemäröintiä käsitellään jo aiempana, luvussa 4. pihan kuivatussuunnitelman ja salaojituksen yhteydessä.

4.4.1 Sadevesiviemärijärjestelmä ja sen mitoitus

Sadevesiviemärijärjestelmä koostuu erilaisista kouruista, viemäriputkistoista ja niihin liittyvistä kaivoista. Erillisviemäröinti on järkevämpi tapa poistaa hulevedet. Tällöin jätevedet ja hulevedet omissa putkistoissaan ja jäteveden puhdistuskustannuksissa säästetään. Sadevesiviemäri voi olla painovoimainen, jolloin vesi kulkee painovoimallaan järjestelmässä alaspäin. Jos tämä ei ole mahdollista korkeusasemista johtuen, hulevesi joudutaan osin pumppaamaan paineviemärissä. (Soini, T, 2009, 93 - 94)

Hulevesien määrä tulee mitoittaa. Sen tulee vastata putkiston kokoa sekä siinä virtaavan veden määrää ja nopeutta. Sateen voimakkuus ja kestoaika, maan pinnan laatu (veden läpäisevyys), viemäriin pituus ja sadevesikaivojen määrä vaikuttavat putkistossa virtaavan veden määrään. Sadevesiviemäriin mitoitus tehdään laskutoimitusten avulla, joissa huomioidaan

- mitoitusasteen rankkuus
- valumakerroin
- valuma-alueen pinta-ala

Nämä kertomalla keskenään saadaan tulokseksi viemäriin virtaama. Sen perusteella valitaan viemäriin putkikaltevuus, putken halkaisija. (Soini, T, 2009, 94 - 95)

Sadevesiviemäriputkistot rakentuvat betonisista ja muovisista eri paksuisista putkista. Viemäriin rakennetaan tarvittavin välimatkoin, vaakaja pystylinjojen taitteisiin tarkistuskaivoja (SVTK). Niiden kautta tehdään tarvittavia huoltotoimenpiteitä. Alueen pintamuotojen mukaisesti sijoitetaan sadevesikaivot (SVK) veden kerääntymispisteisiin. (Soini, T, 2009, 96)

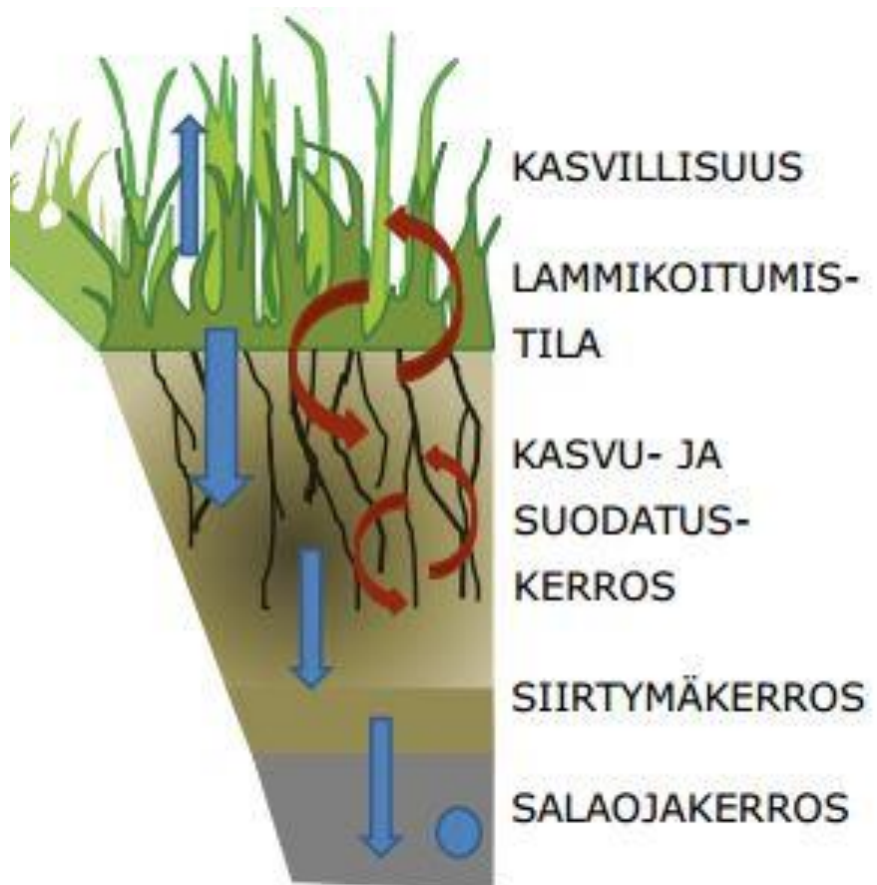
4.5 Huleveden varastointi

Huleveden hyödyntäminen puutarhassa ilmentyy parhaiten viherkatoissa ja sadepuutarhoissa sekä kauniiksi kasvitetuissa ja kivetyissä hulevesiuomissa. Ehkä uoman yli johtaa valkea kaarisilta ja hulevesilammikossa kimaltelee vesi, jota voi lammikon reunalla laiturilta ihastella...

4.5.1 Huleveden laatu

Huleveden hyötykäyttöä mietittäessä tulee ottaa huomioon sen laatu. Siihen vaikuttaa oleellisesti alue, josta vedet kerääntyvät. Mitä toimintoja on sijoitettu valuma-alueelle? Esim. pysäköintipaikalta kertynyt pintavalunta on muuttanut sataneen veden laatua sen kerätessä pintaan tarttunutta ainesta, kenties katupölyä, pieniä määriä öljyä, liukkauden estoaineita tai auton pesunestettä. Satava vesikään ei aina ole puhdasta. Em. alueen käyttötapojen lisäksi huleveden laatu riippuu myös sateen vaiheesta ja vuodenajasta. (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s. 13 - 14). Alkavan sateen vesi on huuhtonut sekaan enemmän epäpuhtauksia pinnoilta. Sateen keskivaiheen ja lopun vesi on yleensä puhtaampaa. Lumen sulamisvesien laatu on heikompa kuin sulan kauden huleveden laatu. Lumen sulamisveden laatuun vaikuttaa siihen sitoutuneiden lika-aineiden määrä.

Huleveden puhdistukseen voidaan käyttää biopidätysmenetelmää (kuva 37). Biopidätysrakenne suunnitellaan kohdekohtaisesti puhdistamaan haitta-aineita, kuten öljyt, metallit, fosfori, typpi tai taudinaiheuttajat. Tutkimustulokset kertovat, että eri haitta-aineet hajoavat ja puhdistuvat erilaisissa ja eripaksuisissa materiaalikerroksissa (Kokkila, M, Ramboll, Lepaa, 14.8.2014,2).



Kuva 37. Biopidätysmenetelmän rakennekuva. (Kokkila, M, Ramboll, Lepaa, 14.8.2014,2)

4.5.2 Sadevesitynnyri

Meillä Suomessa on kaupan hanalla ja ylivuotoputkella varustettuja sadevedenkerääjiä, joita voidaan asentaa sadevesisyöksyntorven ja hulevesiviemäriin väliin. Sadevesitynnyrillä (katso kuvat 39 ja 40) saavutetaan monta hyötyä:

- Säästetään puhtaita juomakelpoisia vesivaroja.
- Saadaan ilmaista kasteluvettä puutarhakasveille.
- Säästetään mahdollisesti jätevesilaskussa.
- Kasteluvetenä hulevesi on suodattanut kasvien ja kasvualueen läpi kuljettuaan ja puhdistunut paremmin ennen pohjaveteen joutumista (vrt. suoraan hulevesiviemäriin joutunut sadevesi).

Portlandin kaupungissa (Portlandin kaupungin verkkosivut) Yhdysvalloissa kannustetaan asukkaita hyödyntämään sadevesiä puutarhassa ja kaupungin nettisivuilla on kaupungin asukkaille ohjeet sadevesitynnyreiden valmistamiseksi ja asentamiseksi (kuva 38). Portlandissa toimivan sadevesitynnyrin (rain barrel) pihalleen asentanut kiinteistön haltija voi saada hyvitystä ja kannustimia hulevesimaksuissa. (Portlandin kaupungin nettisivut, Ympäristöpalvelut)



Kuva 38. Sadevesitynnyrin asennus- ja toimintaperiaate. Tynnyrin ylälaudassa oleva ylivuotoputki johtaa sadeveden hulevesiviemäriin tynnyrin täytyttyä.



Kuva 39. Vesitasku huleveden varastointiin ja sen myöhempään hyödyntämiseen



Kuva 40. Perinteinen tapa varastoida kattovesiä

4.5.3 Huleveden hyötykäyttö

Olemme tottuneet siihen, että vesi puutarhassa on ohjattu ränneihin ja viemäreihin, eli poistettu tontilta. Huleveden hallintakeinoja tarkastellessamme huomaamme, että on kuitenkin monia keinoja tuoda hulevesi takaisin puutarhaan oivaltavalla pihasuunnittelulla. Pientalojen pihoiden huleveden hyötykäyttöä on sen putkittamisen ja suoran poistamisen vastapainoksi edellä tarkastelemamme ratkaisut, kuten mm. viherkatot, sadepuutarhat sekä muut imeytysratkaisut, puroiksi rakennetut ojat ja kattovesiputkien väliin asetetut sadevesitynnyrit. Hyödyntämällä luonnon tarjoamaa sadevettä, ei tarvitse täyttää piha-allasta kalliilla vesijohtovedellä. Voitaisiinko Suomessa pientalojen pihojen suunnittelua ja rakentamista tehdä monimuotoisemmaksi tuomalla esille näitä huleveden viemäroinnin vaihtoehtoisia ratkaisuja esimerkiksi talojen ja pihojen rakentajille ja haltijoille kuntien rakennusjärjestyksissä Portlandin malliin? Veden tuominen puutarhaan näkyvämmän edistää luonnon monimuotoisuutta, joka taas lisää ihmisen kosketuspintaa luontoyhteyteensä.



5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön aihetta lähdin alun perin itse kysymään marttajärjestön puutarhaneuvojilta. Hortonomiopintojeni puolivälissä oli jonkinlainen neuvontatyö alkanut tuntumaan minulle sopiva työnkuvulta tulevaisuudessa. Siksi olinkin tyytyväinen päästessämme sopimukseen työn tilaajan kanssa juuri tästä opinnäytetyön aiheesta.

Aiheena hulevesi on tärkeä, ajankohtainen, sekä omasta mielestäni kiinnostava. Neuvonta-aineiston, kuvapankin ja esityksen tekeminen on minulle mielekästä sekä luontevaa. Näistä syistä opinnäytetyön tuottaminen järjestölle, jonka jäsen itsekkin olen, sujui ilman suurempia ongelmia ja luontevasti, samoin yhteistyö tilaajan ja ohjaavan opettajan kanssa. Hulevesien hallintamenetelmiin ja -ratkaisuihin tuli syvempi näkökulma. Sain tehdä sellaisen työn, jota haaveilin tulevaisuuden työnkuvaksi. Opinnäyte-

työstäni ollaan oltu kiinnostuneita läpikäymissäni työhaastattelutilanteissa. Näin ollen tästä opinnäytteestä on ollut itselleni suuri hyöty. Se onkin osaltaan poikanut minulle vakituisen työpaikan joka alkaa heti hortonomiksi valmistuttuani. Aiemmat opintoni valokuvauksen ja kuvallisen viestinnän parissa antoivat sopivan pohjan kuvapankin kokoamiselle.

Opinnäytetyöstäni hyödyt kaikille osapuolille ovat ilmeiset. Työn tilaajan edustaja on tyytyväinen tuotoksiin, jotka palvelevat hyvin puutarhaneuvojia tulevan vuoden neuvonta-aiheen lähdemateriaalina. Esityksestä tuli kuitenkin sisällöltään sen verran raskas, ettei sitä voida suoraan käyttää yhdistyksille neuvontamateriaalina. Mutta osia siitä uskoakseni ja toivotavasti tullaan käyttämään.

Kuvauskohteita hakiessani kohtasin ongelman. Olin yhteydessä lukuisiin alan yrityksiin, jotka toimivat viherrakentamisen, viheralueiden ylläpidon, viheraluesuunnittelun tai hulevesien hallintarakenteiden valmistamisen tai markkinoinnin parissa. Olen kiitollinen kaikista kohteista, joihin pääsin tutustumaan kamera mukana. Valitettavan vähän kohteita tuli kuitenkin tarjolle. Sain huomata, että varsinkin sadepuutarhat ovat vielä melko tuntematon ja vähän käytetty elementti huleveden hallintakeinona ja pihasuunnittelun osasena. Syitä tähän otaksun olevan monia. Rakennusmääräykset ovat joustamattomia toistaiseksi vielä monien kuntien asuinalueilla. Hulevesiä putkitetaan ja viemäroidään toistaiseksi melko yleisesti, vaikka kuntien hulevesistrategioissa yhä useammin pyritään imeyttämään mahdollisimman suuri määrä vesiä syntypaikallaan. Ilahduttavia ja edistyksellisiä poikkeuksia ovat mielestäni mm. asuntomessualueet. Tämän vuoden asuntomessupihoihin pääsinkin mukavasti kamerani kanssa kurkistamaan. Julkisilla piha- ja puistoalueilla nähdään jo moninaisia yhdistelmiä hulevesien hallintarakenteista, kuten uomat, hulevesilammikot ja sadevesipuu- tarhat. Siispä meillä on toivoa niiden yleistymisestä pienissäkin pihapiireissä, sillä mitä isot edellä, sitä pienet perässä!

6 LÄHTEET

Eskola R, Tahvonen O, 2010, Hulevedet rakennetussa ympäristössä, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna.

Espoon kaupungin rakennusjärjestys s. 8. Viitattu 17.9.2014.
<http://espoo04.hosting.documenta.fi/kokous/2011216556-3-8.PDF>

Finlex, vesihuoltolaki (119/2001), internetviite. Viitattu 14.9.2014.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki>

Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia. Viitattu 16.9.2014.
http://www.hameenlinna.fi/pages/215561/Hulevesistrategia_liitteinen.pdf

Hämeenlinnan kaupungin rakentamistapaohjeita, pdf-tiedosto. Viitattu 17.9.2014.
<http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Rakentaminen-ja-luvat/Rakentamistapaohjeita/>

Ilmatieteenlaitos, Ilmasto-opas.fi. Suomen muuttuva ilmasto artikkeli.
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html> haettu 8.9.2014

Jyväskylän asuntomessut green factor esite. Viitattu 21.9.2014.
http://www2.jkl.fi/kaavakartat/asuntomessut/green_factor_esite.pdf

Kokkila, M, Ramboll, 14.8.2014, Hulevesien tonttikohtaiset käytännön ratkaisut luentodiat, Lepaa.

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Suomen kuntaliitto, pdf-tiedosto. Viitattu 3.9.2014.
http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714

Portlandin kaupungin verkkosivut. Viitattu 9.9.2014.
<http://www.portlandoregon.gov/bes/article/240624>

Portlandin kaupungin verkkosivut. Viitattu 9.9.2014.
<http://www.portlandoregon.gov/bes/article/188636>

Portlandin kaupungin verkkosivut. Viitattu 9.9.2014.
<http://www.portlandoregon.gov/shared/cfm/image.cfm?id=144648>

Portlandin kaupungin verkkosivut. Viitattu 9.9.2014.
<https://www.portlandoregon.gov/bes/article/337963>

Ruosteenoja, K. 2013. Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. Sektoritutkimusohjelman ilmastos-

kenaariot (SETUKLIM) 1. osahanke. Ilmatieteenlaitos. Verkkosivut. viitattu 8.9.2014.

http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=c4c5bf12-655e-467a-9ee0-f06d8145aaa6&groupId=30106

Soini, T. 2009, Viherrakentajan käsikirja, Viherympäristöliito ry, Julkaisu 44, Tampere.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007, verkkosivut. Viitattu 15.9.2014.

http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

Uponor, kokonaisratkaisut, Rakennusten kuivatus, verkkosivut. Viitattu 17.9.2014.

<http://www.uponor.fi/fi-fi/ratkaisut/salaojitus/rakennusten-kuivatus.aspx>

Viherympäristöliitto, 2011, Viherrakentamisen yleinen työselostus, VRT'11, Hanna Tajakka, Tampere.

Viherympäristöliiton julkaisu 34, 2010, Viherammattilaisen Perennäkäsikirja, Anne Tossavainen, Tampere

Aiheeseen liittyviä käsitteitä

Avo-oja	Tietyn maa-alueen kuivattamista, kastelemista tai veden johtamista varten maahan kaivettu peittämätön uoma.
Avopainanne	Huleveden johtamiseksi tai imeyttämiseksi rakennettu avoin ja loivareunainen uomamainen rakenne, joka on usein kasvipeitteinen.
Avouoma	Kulkureitti, jossa vesi kulkee avoimena.
Biopidätys/biosuodatus	Orgaanisissa maakerroksissa tapahtuva veden puhdistus ja suodattaminen.
Erillisviemäröinti	Putkijärjestelmä, jossa jäte- ja hulevedet johdetaan erillään toisistaan.
Eroosio	Maa-aineksen, maaperän tai kallioperän kuluminen esim. veden, tuulen tai muun kuluttavan mekaanisen tekijän vaikutuksesta.
Huleveden imeytysrakenne	Järjestelmä, joka on rakennettu edistämään huleveden imeytymistä ja suodattumista maakerrosten läpi maaperään.
Hulevesi	Maan pinnalla, rakennusten katoilla tai muilla vastaaville paikoilla liikkuva sade- ja sulamisvesi, joka johdetaan viemäreihin tai vesistöihin.
Hulevesiallas	Hulevesien viivyttämistä, varastoimista tai laskeuttamista varten rakennettu tai käytetty allas.
Hulevesien hallinta	Hulevesien kertymiseen vaikuttavien tekijöiden ja hulevesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvien toimenpiteiden muodostama kokonaisvaltainen prosessi.
Hulevesijärjestelmä	Hulevesien hallintarakenteista järjestyvä kokonaisuus.
Hulevesikaivo	Hulevesien kokoamiskaivo, joka on varustettu ritiläkannella ja liete ja/tai hiekkapesällä.
Hulevesistrategia/ hulevesiohjelma	Päämäärät, keinot ja linjaukset hulevesien hallinnan järjestämiseksi.
Imeytyskaivanto	Maan alle sijoitettu, esim. kiviaineksella täytetty kaivanto, johon pienet määrät esim. kattovesiä ohjataan salaojilla tai hulevesiviemäreillä. Hulevesi varastoituu täyteaineen huokosiin, josta se imeytyy vähitellen pohjamaahan.
Imeytyskenttä	Huleveden imeytykseen rakennettu laajahko kenttä.
Imeytyspainanne	Ympäristöään alempana oleva loivaluiskainen alue tai oja, joka on usein nurmen tai muun kasvillisuuden peittämä. Painanne on normaalisti kuiva, mutta hulevesi voi ajoittain kerääntyä siihen ja imeytyä siitä maaperään lyhyessä ajassa.
Läpäisemätön pinta	Tiivis pinta/pinnoite, jonka läpi hulevesi ei pääse imeytymään maaperään. Tiivis pinta lisää pintavaluntaa.

Opinnäytetyön nimi

Läpäisevä pinta	Rakentamaton tai rakennettu pinta, jossa hulevesi pääsee imeytymään maaperään.
Pintavalunta	Maan pinnalla valuva sadannan osa.
Sadanta	Tietylle alueelle sataneen veden määrä aikayksikössä, (mm/h, mm/vrk, mm/v).
Sadepuutarha	Hulevesien rakennettu ja kasvipeitteinen viivytysoikeus, josta vesi suodattavien kerrosten läpi imeytetään maaperään.
Sekaviemärointi	Sekä hule-, että jätevesille mitoitettu viemärointijärjestelmä, jossa niitä ei erotella, vaan ne johdetaan samassa putkessa.
Tarkastuskaivo	Viemäroinnin tai salaojitusjärjestelmän tarkastamiseen ja huoltamiseen tarkoitettu kaivo.
Tarkastusputki	Salaojituksen tarkastamis- ja huoltotoimenpiteiden suorittamista varten tarkoitettu putki.
Tulvareitti	Hulevesien virtausreitti, josta hulevesi johdetaan hallitusti eteenpäin hulevesiviemäroinnin kapasiteetin ylittyessä.
Valuma	Tietyiltä alueelta aikayksikössä valuvan veden määrä pinta-alayksikköä kohti (l/s ha, l/s km ²).
Valunta	Se osa sadannasta, joka valuu uomiin maan pinnalla tai sisällä.
Viivytysoikeus	Hulevesien virtaaman huippujen pienentämistä eri keinoin ja ratkaisuin.



Vesi puutarhassa

Liite 2



Vesi puutarhassa

HULEVEDEN
HYÖTYKÄYTTÖ

- Käsittelyä vaativa elementti rakennusten välittömässä läheisyydessä

- Tärkeä kasvutekijä



- Puutarhan sisustuselementti
 - ✓ Tunnelman luoja
 - ✓ Pienilmaston osatekijä




Hulevesi puutarhassa

- Rakennusten katoilta ja muilta vettä läpäisemättömiltä pinnoilta valuva vesi kerääntyy lammikoiksi ympäristöään matalammalla oleviin kohtiin.
- Pihan pinnan muodot vaikuttavat veden liikkeisiin.
- Maaperä vaikuttaa veden imeytymiseen.



Ilmaston muutos

- **Sademäärä lisääntyy** kaikkina vuodenaikoina, eniten talvella.
 - Talvisin ja keväisin pisimmät sateettomat jaksot lyhenevät.
 - Lisääntyvät rankkasateet kuormittavat viemäreitä ja hulevesitulvariski suurenee.

 - Suomen keskilämpötila ja etenkin **talvilämpötila kohoaa**
 - Talvisin sateet tulevat yhä useammin vetenä.
 - Lumipeite vähenee.
 - Routa vähenee.
 - Maaperä on usein märkä ja sen kantavuus on huono.
 - Pinta- ja valumavesien määrä suurenee.
-  **Pihoilla pinta- ja valumavesien ohjaaminen sekä käsittely nousevat entistä tärkeämmiksi.**



Lait, määräykset ja ohjeet

- **Lait** määräävät ja Suomen Rakentamismääräyskokoelma velvoittaa kuinka hulevesiä tonteilla johdetaan ja mihin ne puretaan.
- **Kaavoituksella** määrätään ja ohjataan hulevesien käsittelyä.
- **Kuntien omat rakennusjärjestykset sekä rakennustapa- ohjeet** antavat yksityiskohtaisempia ohjeistuksia ja määräyksiä hulevesiin liittyen. Kuntakohtaista ja kokonaisvaltaista hulevesipolitiikkaa ilmennetään kunnan hulevesistrategiassa.



Lait

Suomen vesihuoltolaki (119/2001)

- Kiinteistöt, jotka sijaitsevat kunnan määrittämällä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin alueella on liitettävä alueen vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin.
- Hulevesiä ei saa johtaa vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin (poikkeustapauksissa voi).

Maankäyttö ja rakennuslaki (132,1999)

- Hulevedet tulee ensisijaisesti imeyttää kiinteistön alueella.
- Kiinteistön omistaja tai haltija on velvollinen huolehtimaan, että naapureille ei aiheudu huomattavaa haittaa jos rakennuspaikkana olevan kiinteistön maanpinnan korkeutta muutetaan tai suoritetaan muita toimenpiteitä, jotka muuttavat luonnollista vedenjuoksua kiinteistöllä.

Ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL), Vesilaki (578,2011, VL)



Kiinteistön hulevesistä ei saa aiheutua naapureille haittaa.



Suomen Rakentamismääräyskokoelma

- Sadevesien poisto on järjestettävä kiinteistön alueelta hyvin toimivalla tavalla.
- Siitä ei saa aiheutua vahingon- tai tapaturman vaaraa, tulvimista tai muuta haittaa.
- Sadevesilaitteiston on oltava käyttövarma ja riittävän kestävä, sekä se tulee sijoittaa kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti.
- Läpäisemättömät pinnat tulee varustaa sadevesilaitteistolla.
- Jos sadevedet imeytetään maaperään, tulee huolehtia, ettei siitä aiheudu tulvimista, kosteusvaurioita, jään muodostumista tai muita haittoja.



Läpäisemättömät pinnat tulee varustaa sadevesilaitteistolla.



Betonikiveyksen pinta on kallistettu sadevesiviemäriin suuntaan.

Kiveyksen ja kadun liittymäkohdassa avokouru johtaa molemmilta pinnoilta valuvan veden sadevesiviemäriin.

Kaavoitus ja kunnan rakennusjärjestys

Yleiskaava

- Huomioidaan hulevesien hallintaa
- Esim. ESPOON ETELÄOSIEN
- YLEISKAAVA 2030

Asemakaava

- Asuinalue- tai tonttikohtaisia hulevesimääräyksiä.
- Esim. asemakaava selostus Espoon kaupunki, Mynttilä 70. kaupunginosa: ”Alueelle laaditaan hulevesisuunnitelma osana Espoon kaupungin hulevesiohjelman”.



Tärkeä (I) tai vedenhankintaan soveltuva (II) pohjavesialue

Alueelle ei saa asemakaavalla osoittaa pohja/pintaveden laatua vaarantavia toimintoja. Rakennusten paikat on sijoitettava niin, että kaikki jätevedet voidaan johtaa viemäriin. Tielikennealueet ja -väylät tulee suunnitella siten, että liikenteen ja tienpidon mahdolliset haitat pohjaveden laadulle voidaan välttää.

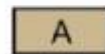
Viktigt (I) e

vattenområde
På området
verksamhet
Byggplatserna
ledas till ett
så att trafiker



Natura 2000 -verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue

Område som
nätverket



Asuntoalue

Bostadsom

A1 Kaupunkimainen asuntoalue

Alueelle sijoitetaan ensisijaisesti asuinkerrostaloja. Ase-

A1 Stadsom

Området är p

Kunnan rakennusjärjestyksessä on kaavoitusta tarkempia määräyksiä.

- Esim. Espoon kaupungin rakennusjärjestys, s. 8
...rakennusten rakentamista tai peruskorjaamista varten on rakennuslupaan liitettävä selvitys hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmän rakentamisesta tai olemassa olevasta järjestelmästä, sen riittävydestä, toimivuudesta ja kunnossapidosta...

Kunnan rakentamistapaohjeet ohjeistavat.

- Esim. KAUNIAISTEN KAUPUNKI, Koivuhovin asuinkortteleiden RAKENTAMISTAPAOHJE :
Lähivirkistysalueen läpi virtaavan puron mutkittelu hidastaa veden virtausnopeutta ja näin edesauttaa haihduntaa ja myös veden puhdistumista. Puroon tulee ohjata asuinkorttelien hulevesiä pintauomia ja salaojaputkia pitkin.





”Pihakadulla tulee olla pintavesikouru, jota pitkin hulevedet ohjataan eteenpäin.”

”Asuinpienalojen kattovedet johdetaan kourua pitkin salaojakaivoon/kivipesään (noin 50 cm x 50 cm x 30 cm kokoinen kivillä tai soralla täytetty alue), josta vedet johdetaan reiällisellä salaojaputkella tontin istutusalueille (n. 30 cm syvyydessä). Kattovesiä suositellaan kerättävän myös erillisiin sadevesisäiliöihin, joiden vettä voidaan hyödyntää istutusten kastelussa. Savipohjaisella tonttimaalla myös pieni vesipainanne/-allas on mahdollinen.”

Hulevesiohjelma/-strategia

Kuntien hulevesiohjelmien hulevesistrategioiden) tavoitteena on hulevesien hallinnan parantaminen kokonaisuutena:

- hulevesien määrän vähentäminen
- pohjavesien laadun ja määrän parantaminen
- eri tahojen vastuiden määrittäminen
- yhteisen toimintamallin luominen: kaavoitus, suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito
- tulva- ja ympäristöhaittojen ehkäisy ja hallitseminen
- hulevesien luonnonmukaisen hallinnan edistäminen
- ympäristön elävöittäminen
- hulevesien hyötykäytön mahdollisuuksien esille tuominen
- pihojen ja ympäröivän kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen



Pihan kuivatussuunnitelma

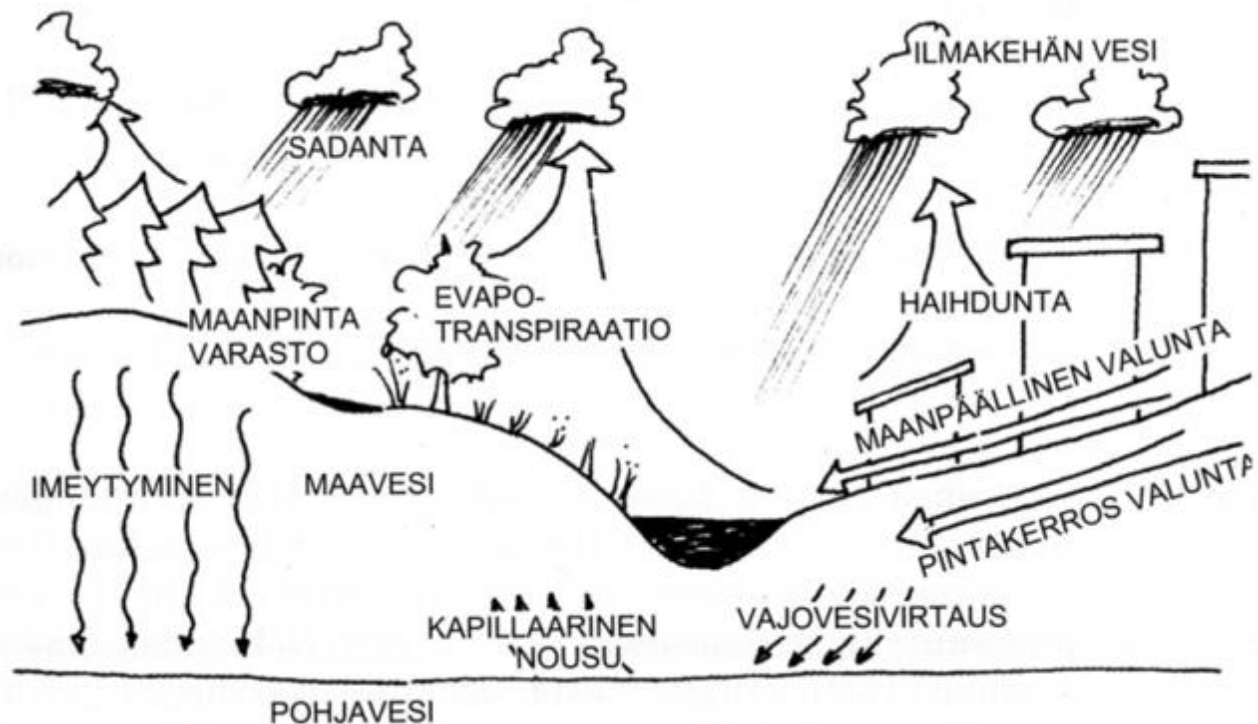
Tontti kuivatetaan hulevesien eri hallintamenetelmiä käyttäen:

- Huleveden johtaminen
- Huleveden viivyttäminen
- Huleveden imeyttäminen
- Huleveden varastointi
- Huleveden viemäröinti

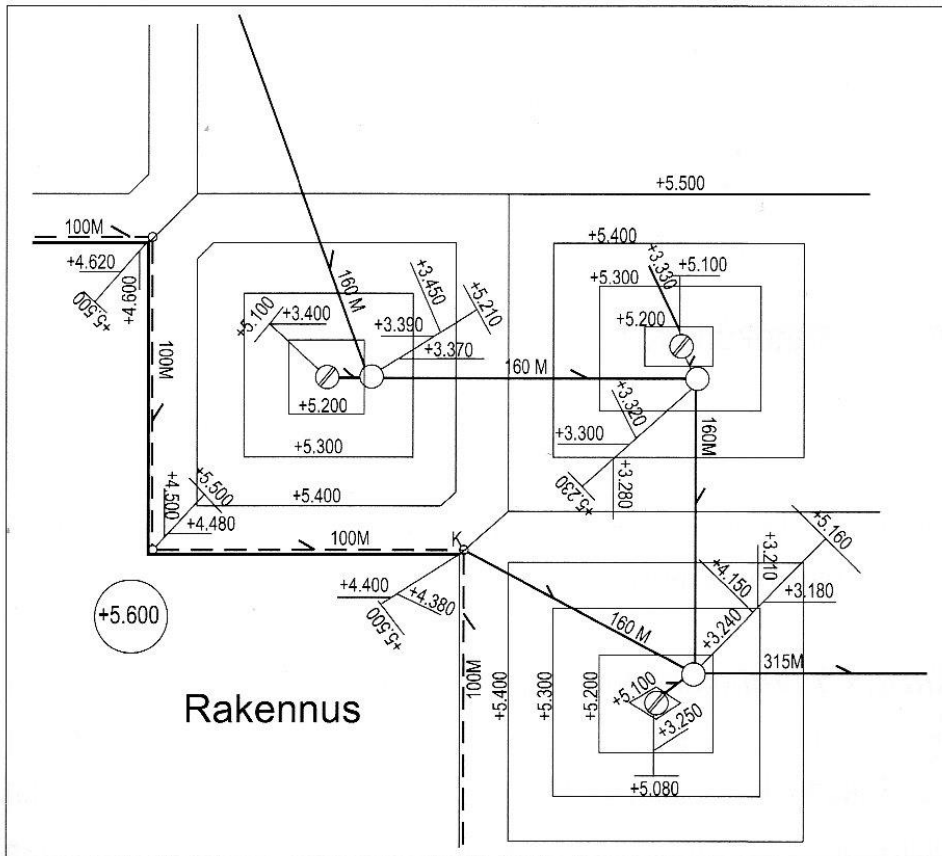


Kuivatussuunnitelman taustaksi:

- Pihan hulevedet ovat osa veden luonnollista kiertokulkua.
- Kartoitetaan veden valumasuunnat ja -määrät.



Esimerkki pihan kuivatussuunnitelmasta



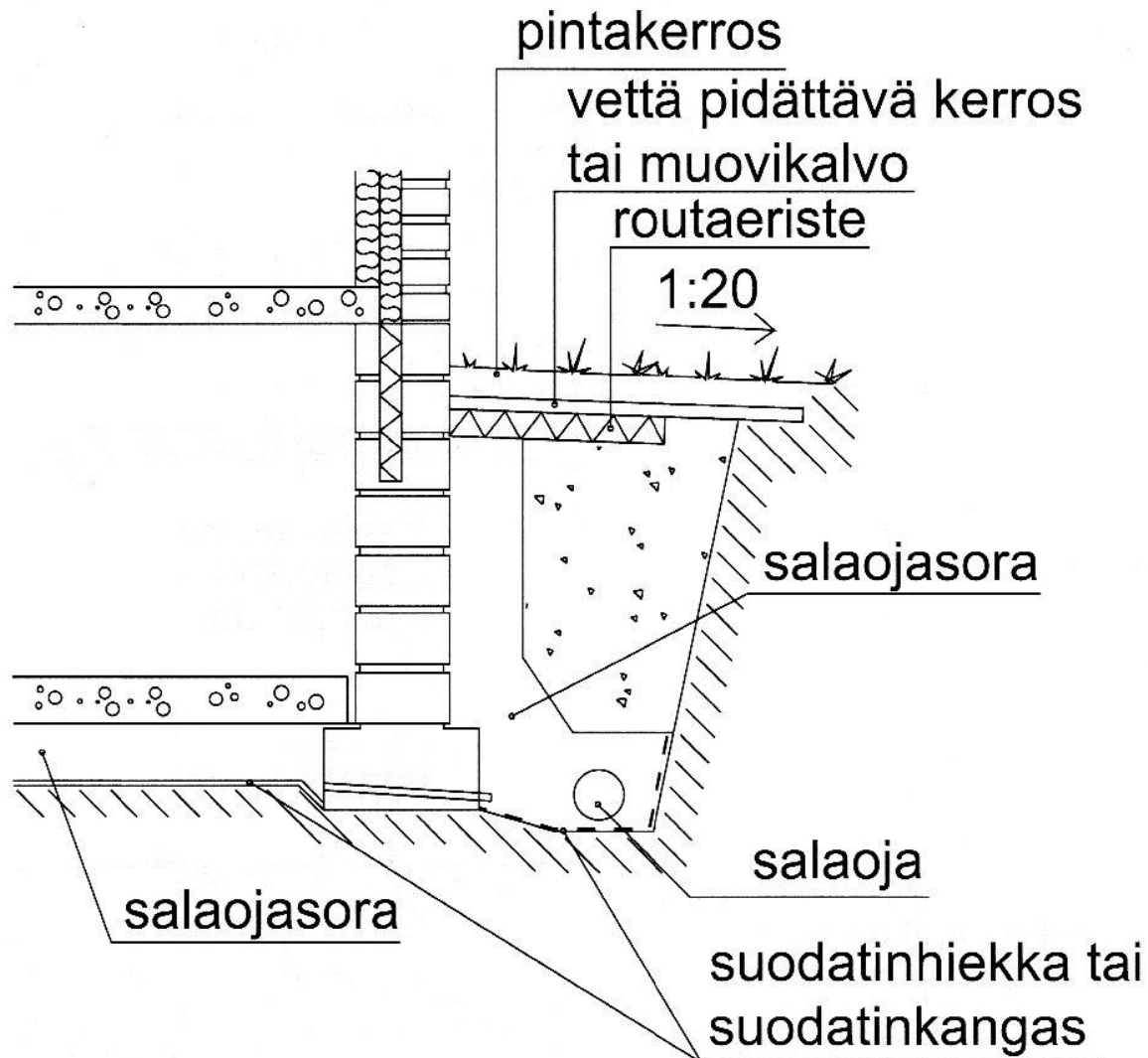
Veden valuminen (pinnan kuivuminen) esitetään tontin pinnan korkeusasemina:

- Korkeuskäyrillä, kuten kuvassa 10 cm:n välein
- Pistekorkeuksina (rakennusten nurkat, sadevesikaivot, ym.)
- Veden valumanuolien avulla
- Penkereiden tai luiskien esittämisellä

Kuivatus rakennuksen välittömässä läheisyydessä

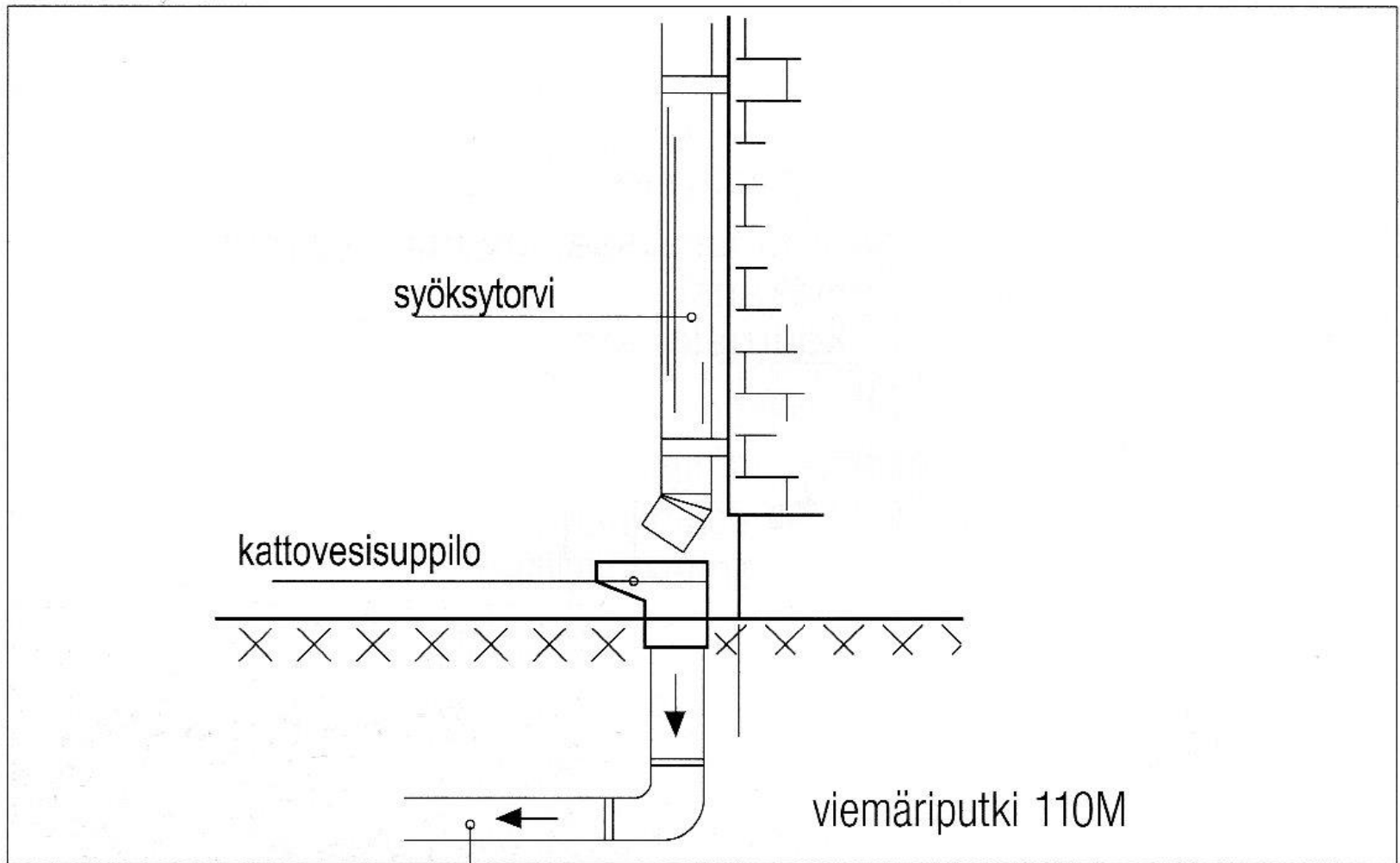


Sadevedet ja rakennuksen pohjan kuivatusvedet kulkevat omissa putkissaan ja yhdistyvät vasta perusvesikaivossa. Siitä hulevesi jatkaa matkaansa avo-ojaan, vesistöön, alueen hulevesiviemäriin tai imeytettynä maaperään. Rakennuksen nurkkiin asennetaan tarkastuskaivot. (Uponor, kokonaisratkaisut, rakennusten kuivatus)



Periaatekuva
rakennuksen
perustuksen
kuivatuksesta
(Soini T. 2009, s.
94)



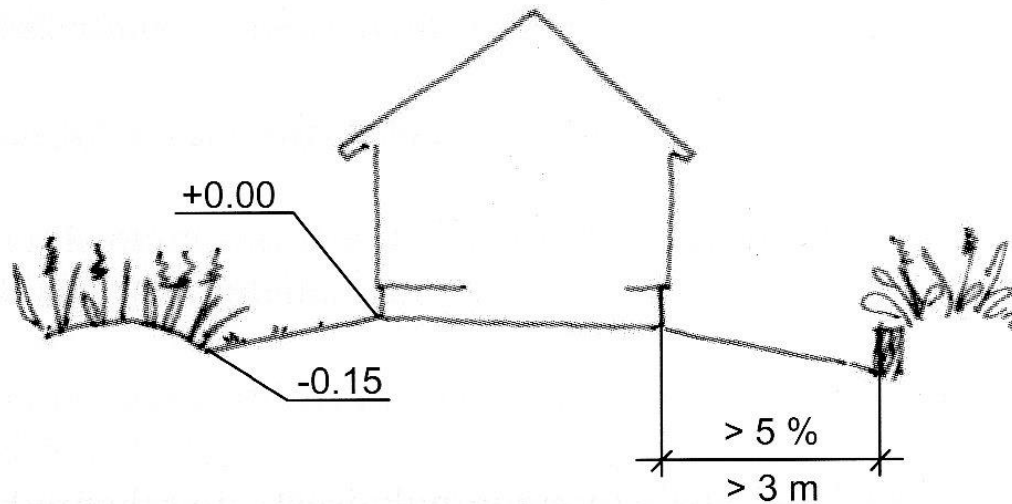


Kattovesikaivon asentaminen (Soini T. 2009, s. 94)



Kuivatustoimenpiteenä maan pinta tulee kallistaa 5 % rakennusten vierellä vähintään kolmen metrin matkalla.

Istutusten tulisi sijaita vähintään metrin päässä seinästä.



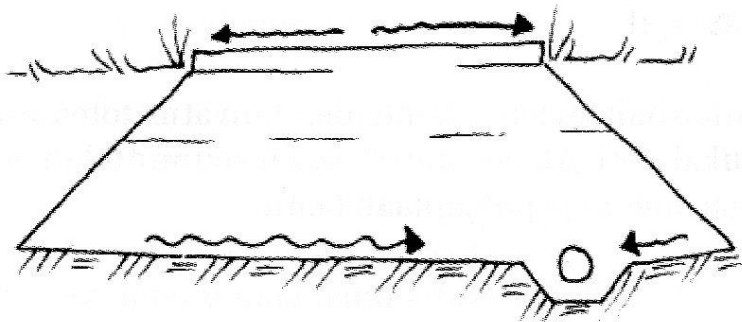
MAANPINTA LASKEE KOLMEN METRIN
MATKALLA VÄHINTÄÄN 15 cm

(Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.70)



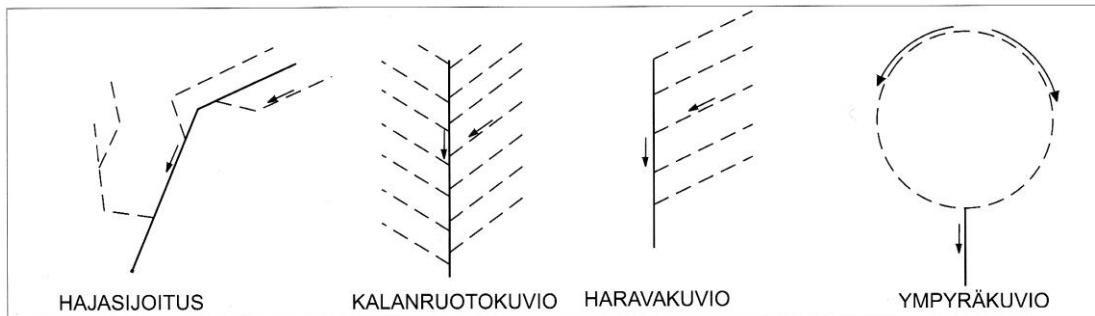
Kuivatus pihan tasopinnoilla

- erilaisilla päällysteillä pinnoitettuja eri kokoisia alueita kuten käytäviä, pysäköinti-, leikki- ja oleskelualueita pihoilla.
- Pinnoilla käytetään
 - sitomattomia kiviainespäällysteitä (esim. kivituhka) tai
 - sidottuja päällysteitä, luonnonkivi- ja betonikiveyksiä, laatoituksia ja asfalttia.
- Sitomattomat päällysteet keräävät hulevesiä rakennekerroksiinsa, joten kantavuuden parantamiseksi ne tulee salaojittaa.
- Pienillä alueilla esim. käytävällä salaoja asennetaan reunalle tai reunoille

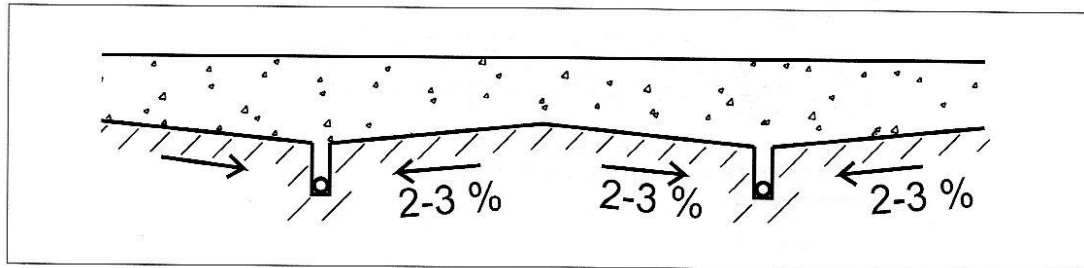


Salaojan sijainti käytävän rakennekerroksessa. (Eskola R, Tahvonen O, 2010, s.62)

- Suuremmilla tasopinnoilla salaojitus toteutetaan yleensä tasavälein sijoitetulla putkistolla.
 - Esim. pihan vapaaseen leikkiin tai pelaamiseen tarkoitettu suurehko (> n. 50m²) nurmi- tai murskepintainen alue.
 - Esim. suuri (> n. 30m²) puupatio
 - Salaojituksen tarve ratkaistaan tapauskohtaisesti (pohjamaan laatu, pinnan kallistus, käyttötarkoitus, alueen pinta-ala). Salaojitus voidaan monesti korvata riittävällä pinnan kallistuksella.



Salaojan sijoitusperiaatteita. Viivalla merkityt ovat kokooja- oja ja katkoviivalla merkityt ovat imuojia. (Soini, T, s.91)



Tasopinnan alusrakenteen (pohjamaa ja rakennekerrokset) kallistus salaojiin päin. (Soini, T, s.91)

Kuivatus avoimella nurmialueella

- Kuivatuksen tarpeeseen ja toteutukseen vaikuttavat:
 - Alueen koko
 - Alueen muoto
 - Pohjamaan laatu
 - Käyttötarkoitus
- Pintavesien kerääntyminen painuneille tai alunperin riittämättömästi tai väärin viettäville nurmipinnoille on yleinen pihan saneerauksen kohde.
- Perustamisvaiheessa pihan suuret ja alavat nurmialueet on syytä salaojittaa, varsinkin jos pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää.
- Pinta kallistetaan valittuun kuivatussuuntaan ja salaojiin päin 2 %:n kallistuksella.
- Pinnan tasaus tehdään huolellisesti, jotta välttyttäisiin vettä kerääviltä painanteilta.
- Nurmipintojen sekä pihan eri rakenteiden kuivatusvedet voidaan purkaa salaojista avo- ojaan.

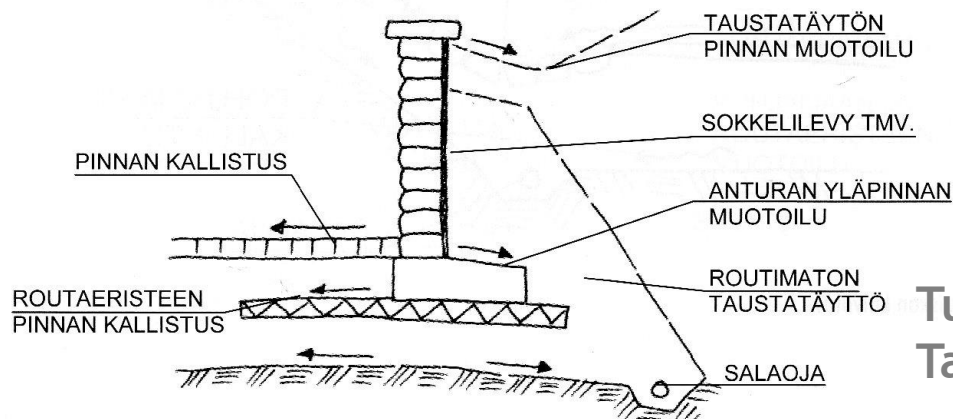


Tukimuurin kuivatus



Tukimuurilla saadaan pihan korkoero ratkaistua helposti, jos tilaa (pinta-ala) on vähän käytettävissä (vertaa luiska seuraavassa diassa).

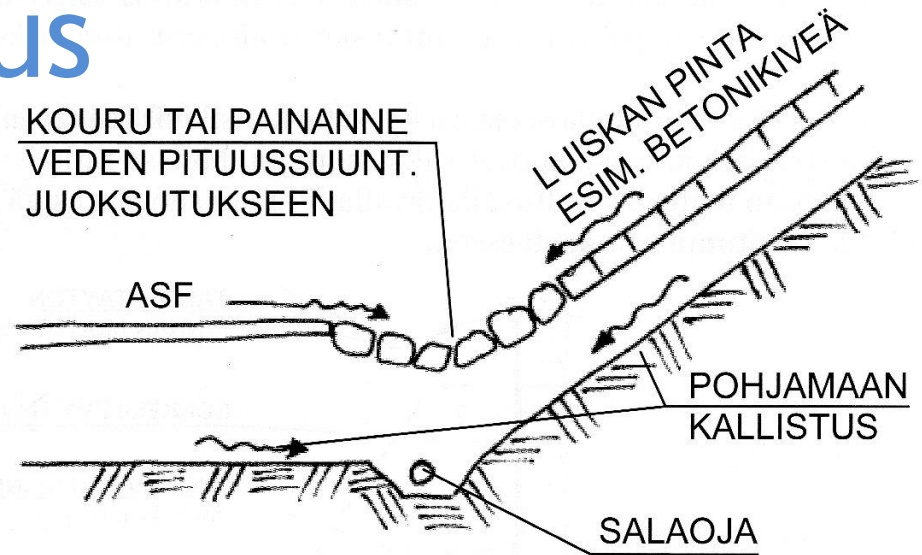
Tässä istutusalueen pinta on nostettu käytävän pinnan korkeudesta luonnonkivisellä tukimuurilla.



Tukimuurin kuivatus (Eskola R, Tahvonon O, 2010, s.63)

Luiskan kuivatus

Luiskan kuivatus
(Eskola R, Tahvonen
O, 2010, s.64)



- Luiskia käytetään korkeuserojen tasaamiseen.
- Luiska voi olla kasvitettu, nurmetettu (kaltevuus alle 30 %) tai kivetty.
- Päällysteestä sekä kaltevuuden asteesta riippuen hulevesi voi aiheuttaa vesieroosiota luiskassa.
- Kasvipintaisilla luiskilla voidaan eroosiota torjua puuritilöillä, lujitematoilla tai luiskakennostoja.
- Erityisesti läpäisemättömillä pinnoitteilla päällystetyt luiskat tulee sala- ojittaa yo. kuvan mukaisesti.

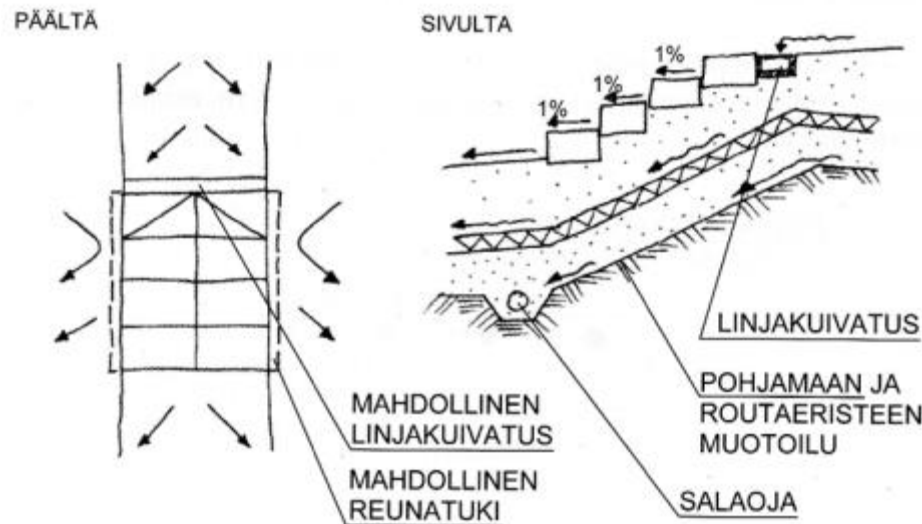


Tontin reuna on
luiskattu
istutusalueella ja
murskepinnalla



Portaiden kuivatus

- Materiaalina puu, pöllit, betoni, kivi jne.
- Roudan siirtämiä tai rikkoneita portaita (etenkin betonista valettuja) on hanakala korjata jälkikäteen. Siksi on tärkeää ohjata vesi pois jo perustamisvaiheessa.

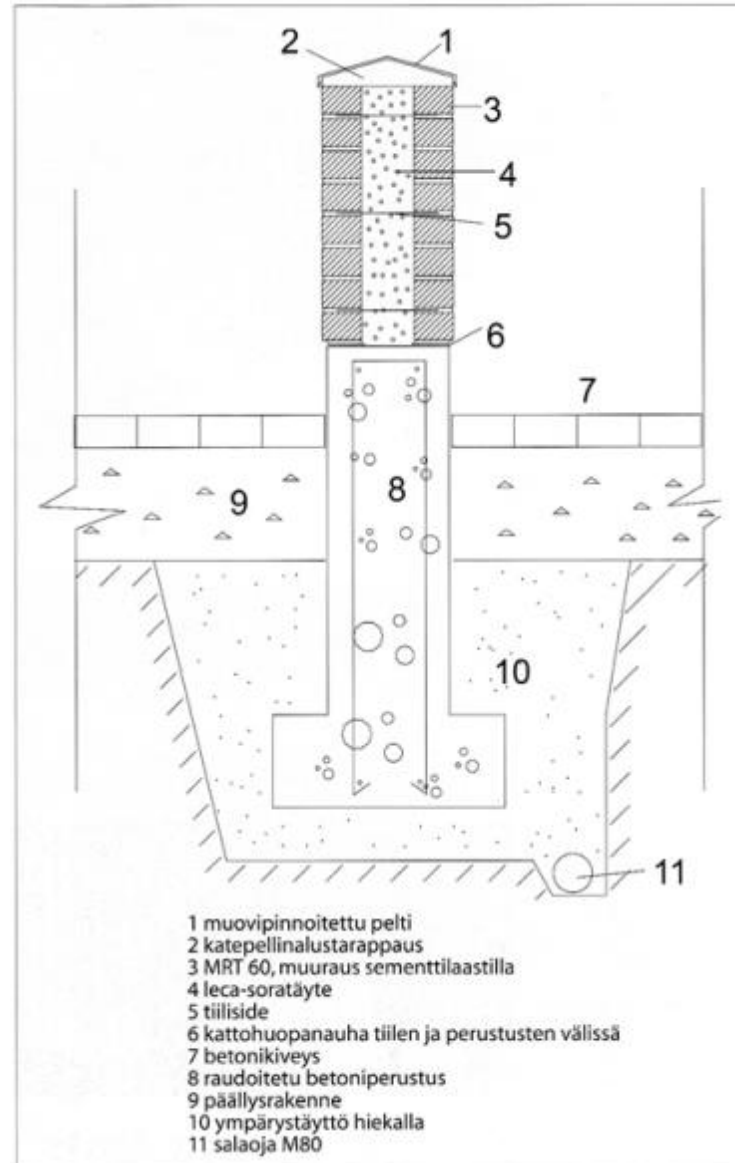


Maastoportaan
kuivatus (Eskola
R, Tahvonen O,
2010, s.65)

Aitojen ja muurien kuivatus

- Tolppien varaan perustetut metalli- tai puuaidat **eivät normaalisti vaadi salaojitusta tai muuta kuivatusta**, varsinkaan routimattomilla mailla (hiekk- ja sorapitoiset maat). Routivilla mailla kannattaa **perustaminen routimattomaan syvyyteen (1 600 - 1 800 mm)**. Toinen vaihtoehto routimisen estämiseksi on **massanvaihto** (hiekk- tai sora).
- Massiivisemmat kivistä tehdyt kylmämuurit (ilman sideaineita rakennetut muurit) ladotaan routimattoman aluskerroksen varaan. **Pintamaa muotoillaan** muurin viereltä poispäin viettäväksi. Näin pinta- vesi ja maahan sitoutunut vesi ei pääse kerääntymään muurin vierelle eikä alle, ja routavaurioilta säästytään.
- Tiilistä tai kivistä valetut aitamuurit sen sijaan vaativat **kunnollisen kuivatuksen**, sillä ne eivät jousa, eivätkä kestä roudan liikuttelua rikkoutumatta.





Kaksipuolisen
 tiilimuurin
 kuivatusperiaate-
 kuva (Soini, T, s. 269)

Hulevesien hallintamenetelmät

- Huleveden johtaminen
 - Huleveden viivyttäminen
 - Huleveden imeyttäminen
 - Huleveden varastointi
 - Huleveden viemärointi
-
- Usein hulevesien käsittelyssä tontilla tarvitaan kaikkia huleveden hallintakeinoja rinnakkain. Mitä enemmän niitä imeytetään syntypaikallaan, sitä vähemmän tarvitaan muita hallintakeinoja.



- Pihan pintojen kallistuksia, ojia ja kouruja käytetään ohjaamaan ja johtamaan veden valuntaa tarvittavaan suuntaan avojärjestelmissä.
- Suljettuja veden ohjausjärjestelmiä ovat salaojat, ritilällä päällystetyt kourut ja hulevesiputkistot, siltarummut jne.



Hulevedet johdetaan talon viereltä perinteisessä avojassa



Kuva on rakentamisen aikainen kuva. Talon sadevesiputkisto tulee kokonaisuudessaan jäämään näkymättömiin.



- Hulevesiä **viivyttämällä** veden haihtuminen ilmakehään vähentää huleveden määrää.
- Viivytyksrakenteilla saadaan puutarhaan mielenkiintoisia rakenteita ja elementtejä.
- Hulevesien käsittelykeinot ja -ratkaisut tulee ottaa mukaan pihan suunnitteluun.

Mielenkiintoinen piharakenne on samalla hulevesien ohjaus- ja viivytyksen menetelmä. (kuva Katja Virtanen)



- Sadevesien viivyttämISRatkaisuista viherkatto on oivallinen esimerkki.
- Se hidastaa ja samalla haihduttamalla vähentää merkittävästi sadevesien joutumista viemäriin.
- Viherkaton merkitys korostuu äkillisen rankkasateen aiheuttaman hulevesitulvan ehkäisijänä.



- **Viivytyksen menetelmänä sadepuutarha** on yksinkertaisimmillaan keräilyjen katto- ja pintavesien ohjaamista puutarhan matalimpaan kohtaan ja sinne rakennettuun painanteeseen.
- Vesi voi ajoittain lammikoitua sadepuutarhassa.
- Usein kasvitetaan ja usein asetellaan kiviä.
- Kasvien tulee olla sellaisia, jotka sietävät sekä kuivia, että kosteita olosuhteita, sillä sadepuutarhassa vesiolot ovat äärevät.
- Sadepuutarha tulee sijoittaa vähintään viiden metrin päähän rakennuksista tai kuivatettavista rakenteista.
- Ennen sadepuutarhan rakentamista tulee varmistaa, ko. kunnan rakentamisjärjestyksestä ja rakentamistapaohjeistuksesta onko se sallittua.
- Voidaan toteuttaa esim. ohjaamalla kattovedet sadepuutarhan läpi ja ylävuotoputken kautta avo- ojaan.





Portland, Glencoe elementary school, sadevesipuutarha (Katja Virtanen, 2013). Edessä sadeveden tuloputken pää ja keskellä ylävuotoviemäri (tulvareitti).



Sadepuutarhaan kannattaa käyttää laajajuurisia kasveja. Kosteampaan kohtaan, sadepuutarhan korkeusasemalta alimpaan vyöhykkeeseen tulee istuttaa **kostean paikan kasveja**, kuten rentukka (*Caltha palustris*), ja korkeimmalle vyöhykkeelle **kuivan paikan kasveja**, kuten maksaruohot (*Sedum*).

Sadepuutarhaan sopivia kasveja:

- Puut

- ✓ Lepät, *Alnus* (III-VII)

Harmaaleppä, *Alnus Incana*
(III-VII)



- Pensaat
 - ✓ kääpiöpunapaju, *Salix purpurea* 'Nana' ('Gracilis') (I-V)
 - ✓ koripaju, *Salix viminalis* (VI, V)
 - ✓ villapaju, *Salix lanata* (VI)
 - ✓ peittopaju, *Salix x aurora* 'Tuhkimo' (I-VI)
 - ✓ tyrni, *Hippophae rhamnoides* (I-VI)



villapaju, *Salix lanata*
(VI)



- Perennat
 - ✓ tähtiputki, *Astrantia major* (VII-VIII)
 - ✓ rantakukka, *Lythrum salicaria* (VII-VIII)
 - ✓ kotkansiipi, *Matteuccia struthiopteris* (-)
 - ✓ kuunliljat, *Hosta* (VII-VIII)
 - ✓ kurjenmiekat, *Iris* (VI-VIII)
 - ✓ maksaruohot, *Sedum* (VI-IX)
 - ✓ mehitähdet, *Sempervivum* (VII-VIII)
 - ✓ tähkätädyke, *Veronica spicata*(VII-VIII)
 - ✓ Pikkutalvio, *Vinca minor* (V-VI)

tähtiputki,
Astrantia major
(VII-VIII)



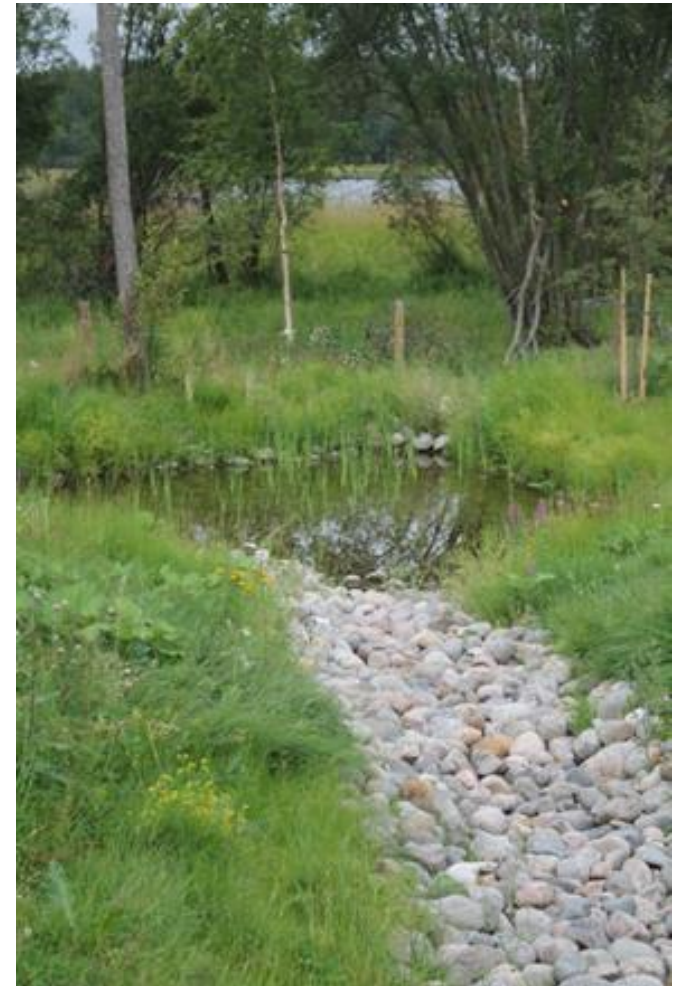
- Luonnon kasvit
 - ✓ valkoapila, *Trifolium repens*
 - ✓ ranta-alpi, *Lysimachia vulgaris*
 - ✓ särmäkuisma, *Hypericum maculatum*
 - ✓ ojakärsämö, *Achillea ptarmica*
 - ✓ rentukka, *Caltha palustris*

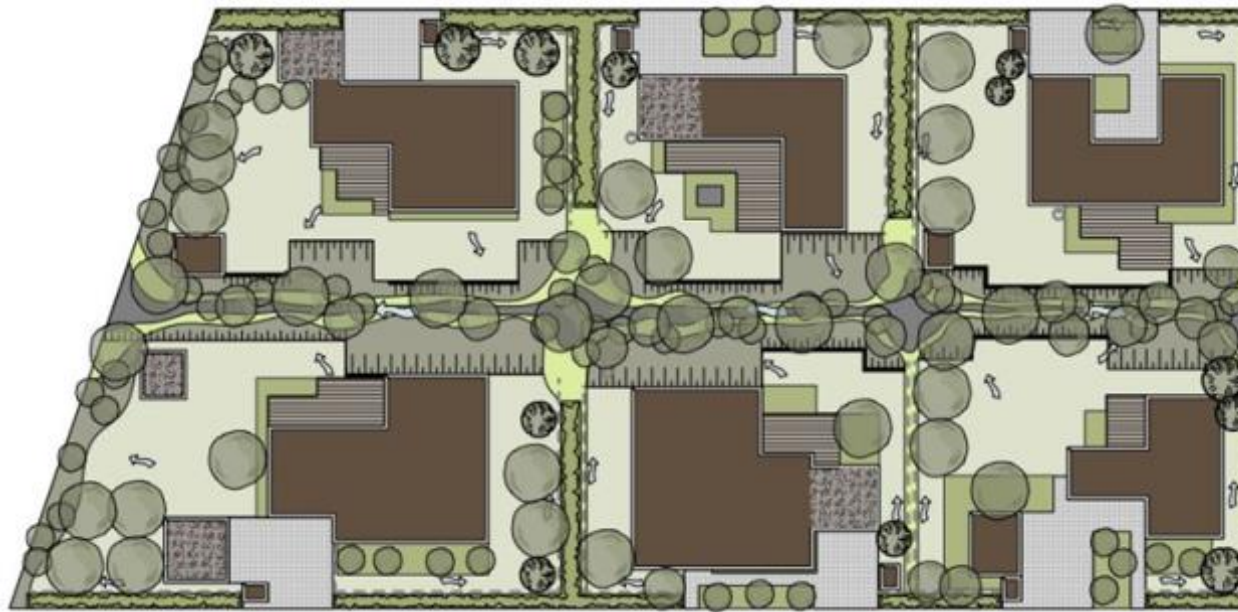


















ranta-alpi, *Lysimachia vulgaris*



- Pintavesiä voidaan johtaa puroina tai kouruissa maan pintaa pitkin. Purosta vesi ohjataan **hulevesialtaaseen** viipyilemään ja haihtumaan hiljaksen ilmakehään.
- Allas voi olla savipohjainen, josta vesi voi hitaasti imeytyä maaperään. Sen pohja on hyvä olla vaikka kivillä päällystetty, jolloin se on kuvana aikanaan kaunis.
- Lähellä altaan yläpintaa johdetaan tulvareitti putkea tai esim. kivi-uomaa pitkin edelleen avo-ojaan ja vesistöön.
- Tämän kaltaisia järjestelmiä voidaan toteuttaa rivitaloyhtiöissä tai monen omakotitalon kesken, joiden hulevesijärjestelmä on jo mahdollisesti kaavoitusvaiheessa suunniteltu yhteiseksi.





	Rakennus		Perennaistutus
	Kiveys		Pensasaita
	Terassi		Sadepuutarha, perennat
	Nurmikko		Sadepuutarha, kostean paikan kasvillisuus
	Sadepuutarha, märän paikan kasvillisuus		Pensas
	Viherkatto		Huleveden valumissuuntanuoli
	Havupuu		Hulevesikaivo
	Lehtipuu		Hulevesiuoma/-kouru

Hämeenlinnan asuntomessualueella (2014) omakotitaokortteleista johdetaan pintakallistusten ja hulevesiuomien ja -kourujen kautta yhteiseen suurempaan kivillä päällystettyyn uomaan. Uomassa vesi lammikoituu välillä sadepuutarhoihin, joissa kasvit imevät, puhdistavat ja haihduttavat hulevettä. Uomasta vesi kuljetetaan avo-ojaa pitkin vesistöön. (Jyväskylä, kaavakartat/asuntomessut/green factor esite)



- Veden haihtumista tapahtuu avoimilta vesipinnoilta sekä maan pinnalta, johon vettä on sitoutuneena.
- Kaikissa veden avoviivytysrakenteissa ja -tilanteissa tapahtuu myös haihtumista.



Huleveden haihtumista tapahtuu veden viipyessä sorapinnoilla.



Kasvillisuuden merkitys

- Nurmipinta rinteessä on huleveden imeytymisen ja haihduttamisen kannalta hyvä ratkaisu (vrt. kiviainespinnoite). **Vettä varastoituu nurmen kasvualustaan paremmin kuin esimerkiksi kiviainespäällysteeseen.**
- Nurmikko imee ja luovuttaa vettä haihduttamalla ilmakehään. Kiviainespinnalta vesi valuu äkisti läpi pohjamaahan, sekä pinnalta veden haihtuminen tapahtuu nopeammin.
- Kaikki kasvillisuus toimii samalla tavalla. Esimerkiksi suuri koivu imee ja haihduttaa satoja litroja vettä päivässä.
- Pinnoilta tapahtuva haihdunta rajoittaa pintojen lämpötilan nousua. Haihdunnan määrä on erilainen erilaisilta pinnoilta. **Tasainen asfalttipinta haihduttaa vähemmän kuin enemmän rosoinen kiviainespinta. Piha-alueilla tällä on merkitys pihalle muodostuvaan pienilmastoon.**
- Asfaltti- ja kivi- pihat ovat kuivempia ja kuumempia verraten vehreämpiin kasvialjoudella toteutettuihin puutarhoihin.

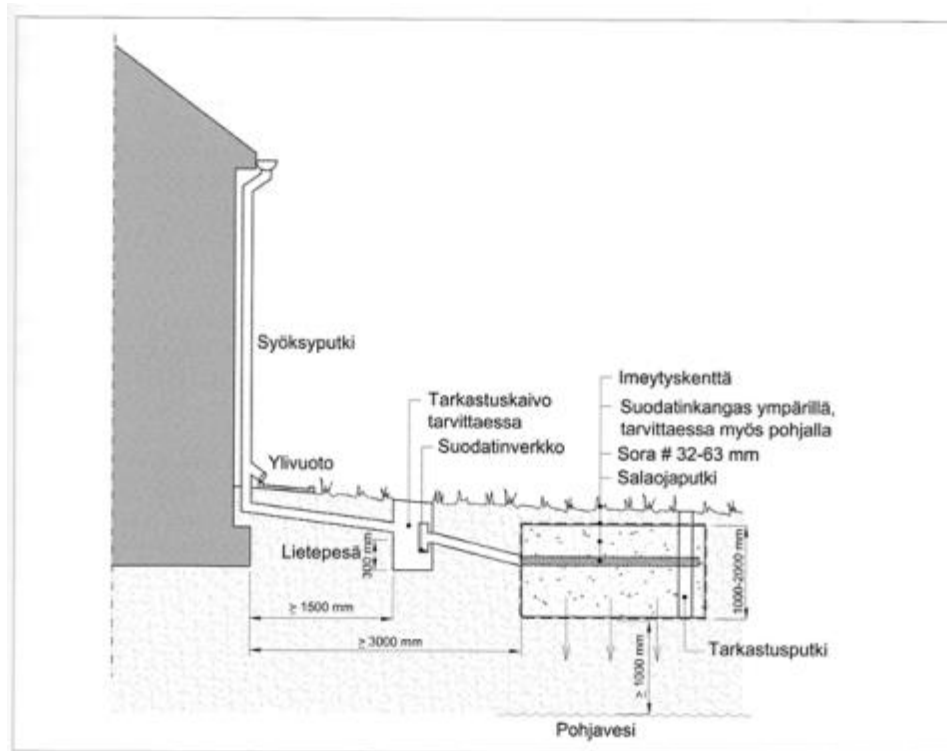


- Hulevesiä tulisi **imeyttää** mahdollisimman paljon niiden syntypaikalla.
 - Vältetään hulevesitulvilta.
 - Johdettavien, viemäroityjen ja viivytettävien hulevesien määrä vähenee.

Ruohokivi/reikäkivi ja muut läpäisevät pinnoitteet, kuten kivituhka imeytysratkaisuna.



- **Imeytyskaivantoja** voidaan käyttää lähinnä sadevesien imeytykseen alueilla, joilla hulevedet eivät sisällä kiintoainesta, eivätkä liukoisia epäpuhtauksia, tai alueilla, joilla kemikaalipäästöriskiä ei ole olemassa.
- Pohjavesialueilla imeytyskaivantojen käyttö rajoitetaan juuri sadevesien imeytykseen.



Imeytyskaivannon rakenne-
esimerkki
(Viherympäristöliiton julkaisu
49, 2011, s. 31, alkuperäinen
kuva Hulevesien
luonnonmukaiset
menetelmät, Kuopion
kaupunki ja FCG Planeko Oy,
2007)

- Valmiita maahan upotettavia **hulevesikasetteja ja imeytysjärjestelmiä** on markkinoilla laajoille läpäisemättömille alueille, esim. suurille asfalttipäällystetyille paikoitusalueille tai piha-alueille kaupungeissa, mutta niitä löytyy myös pientalokäyttöön tarkoitettuna.
- Näitä voidaan käyttää myös huleveden varastointiin veden uudelleen käyttöä varten esim. kasteluvetenä.

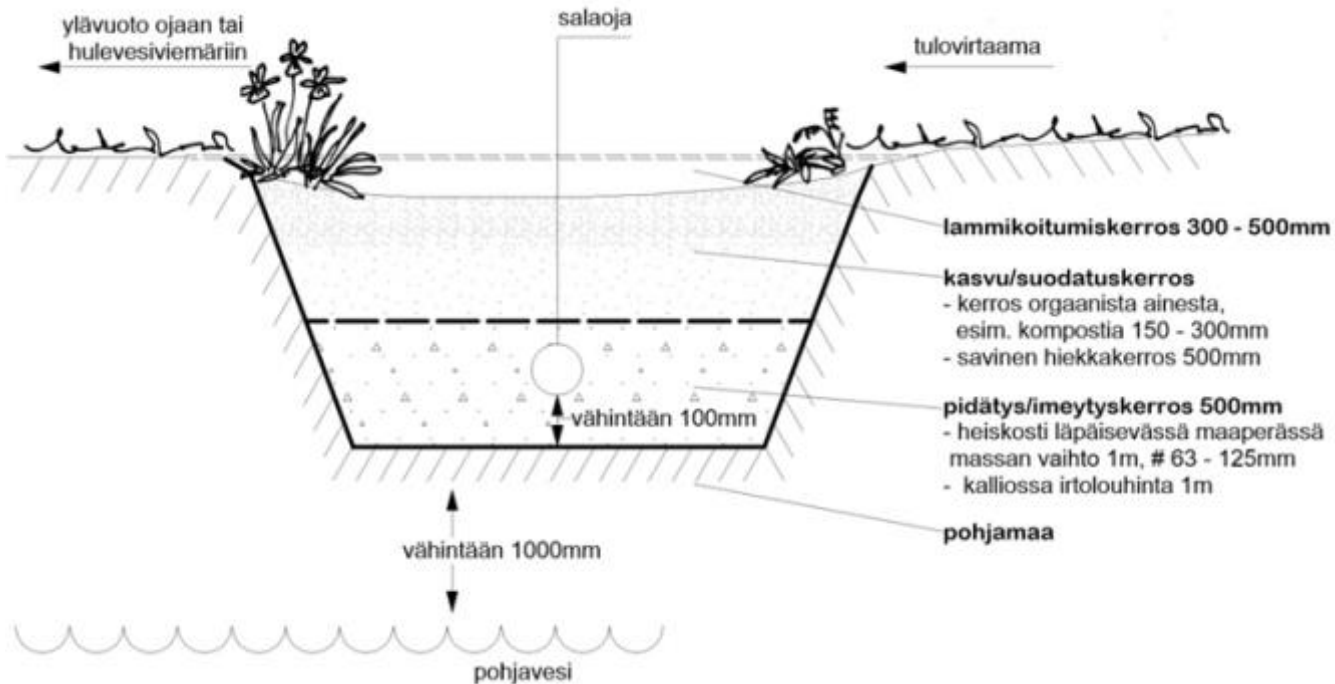


- **Imeytyspainanteisiin** hulevesi johdetaan lähinnä pintavaluntana.
- Kasvi- tai kivipintaisia, nurmipintaisia loivareunaisia ojamaisia painanteita.
- Pohjavesialueilla imeytyskaivanto eristetään pohjamaasta savisuojuksella (savinen hiekkakerros).
- Vesi ohjataan pois pohjavesialueelta salaojalla sekä ylävuodon kautta hulevesiviemäriin tai avo- ojaan.
- Suodatinkankaan käytöstä imeytysrakenteissa on laajasti kokemuksia, joissa hienoin kiintoaines tukkii nopeasti suodatinkankaan huokokset. Joissakin tapauksissa se saattaa aiheuttaa tulvavaaran, esim. pohjamaan ollessa tiivis ja huonosti läpäisevä.
 - Suodatinkankaan käyttöä ei aina suositella.



Matalareunainen
nurmipintainen
imeytyspainanne





Imeytyspainanteen rakenne-esimerkki. Pohjamaan laatu ja rakenne vaikuttavat imeytyspainanteen rakennekerrosten paksuuteen ja laatuun. Salaoja ei ole tarpeen, jos pohjamaa on esim. helposti läpäisevää moreenia. Imeytyspainanteet on suunniteltava tapauskohtaisesti.



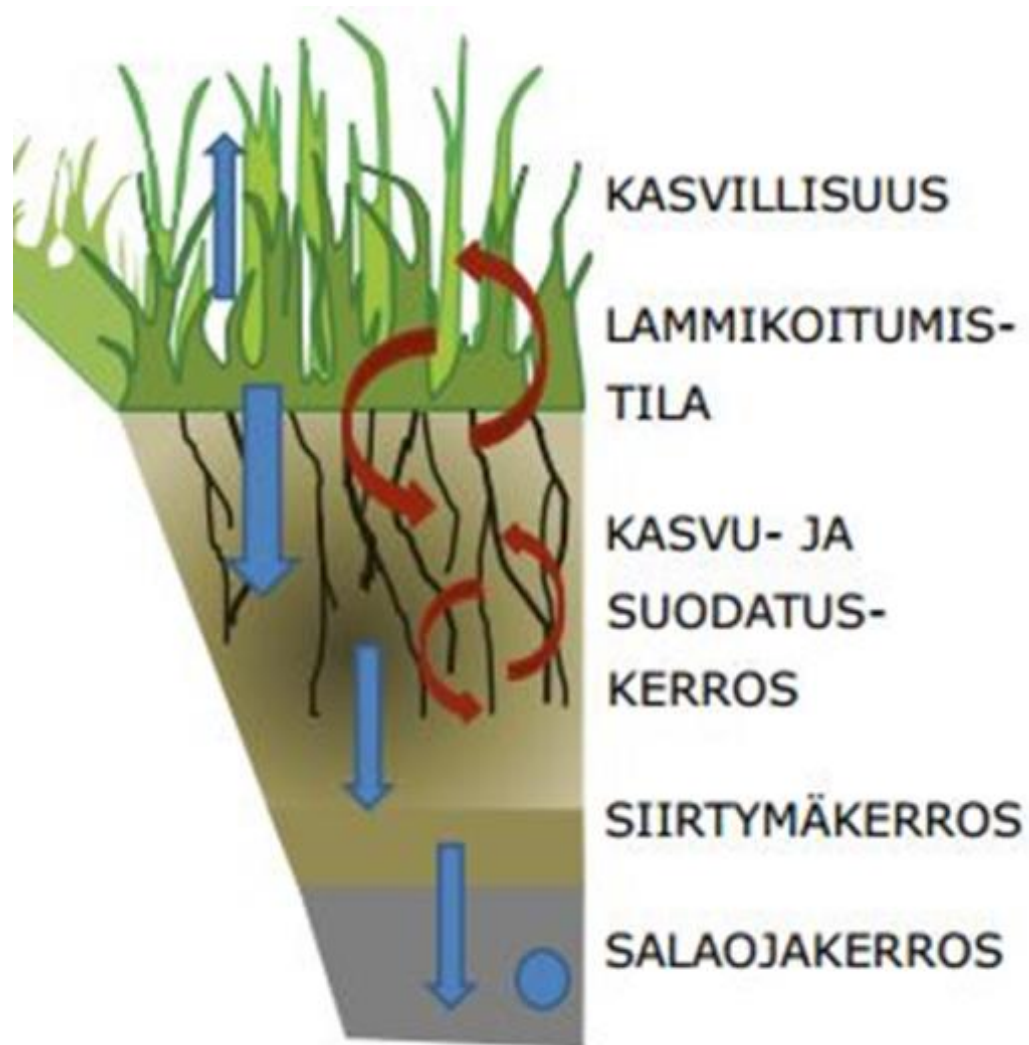
Huleveden hyötykäyttöä mietittäessä tulee ottaa huomioon sen **laatu**. Siihen vaikuttaa oleellisesti alue, josta vedet kerääntyvät.

- Satava vesikään ei aina ole puhdasta.
- Alkavan sateen vesi on huuhtonut sekaan enemmän epäpuhtauksia pinnoilta.
- Sateen keskivaiheen ja lopun vesi on yleensä puhtaampaa.
- Lumen sulamisvesien laatu on heikompaa kuin sulan kauden huleveden laatu. Lumen sulamisveden laatuun vaikuttaa siihen sitoutuneiden lika-aineiden määrä.

➤ Huleveden puhdistukseen voidaan käyttää **biopidätysmenetelmää**.

Suunnitellaan kohdekohtaisesti puhdistamaan haitta-aineita, kuten öljyt, metallit, fosfori, typpi tai taudinaiheuttajat. Tutkimustulokset kertovat, että eri haitta-aineet hajoavat ja puhdistuvat erilaatuisissa ja eripaksuisissa materiaalikerroksissa.





Biopidätysmenetelmän rakennekuva. (Kokkila, M, Ramboll, Lepaa, 14.8.2014)



Sadevesitynnyri huleveden varastointiin ja hyötykäyttöön.

- Säästetään puhtaita juomakelpoisia vesivaroja.
- Saadaan ilmaista kasteluvettä puutarhakasveille.
- Säästetään mahdollisesti jätevesilaskussa.
- Kasteluvetenä hulevesi on suodattunut kasvien ja kasvualustan läpi kuljettuaan ja puhdistunut paremmin ennen pohjaveteen joutumista (vrt. suoraan hulevesiviemäriin joutunut sadevesi).

Sadevesitynnyrin asennus- ja toimintaperiaate. Tynnyrin ylä-
laidassa oleva ylivuotoputki johtaa
sadeveden hulevesiviemäriin
tynnyrin täytyttyä





Vesitasku
huleveden
varastointiin ja sen
myöhempään
hyödyntämiseen.



Perinteinen tapa
varastoida kattovesiä.



Olemme tottuneet siihen, että vesi puutarhassa on ohjattu ränneihin ja viemäreihin, pois tontilta. Huleveden hallinta-keinoja tarkastellessamme huomaamme, että on kuitenkin monia keinoja tuoda se takaisin puutarhaan oivaltavalla piha-suunnittelulla.





LÄHTEET

- Eskola R, Tahvonen O, 2010, Hulevedet rakennetussa ympäristössä, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna,
- Espoon kaupungin rakennusjärjestys s. 8, internetviite
<http://espoo04.hosting.documenta.fi/kokous/2011216556-3-8.PDF>
haettu 17.9.2014
- Finlex, vesihuoltolaki (119/2001)
internetviite
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki> haettu 14.9.2014
- Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia, 57 s. internetviite
http://www.hameenlinna.fi/pages/215561/Hulevesistrategia_liitteiden.pdf haettu 16.9.2014



- Hämeenlinnan kaupungin rakentamistapaohjeita, internetviite
<http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kaavat-ja-rakentaminen/Rakentaminen-ja-luvat/Rakentamistapaohjeita/>
haettu 17.9.2014
- Ilmatieteenlaitos, Ilmasto-opas.fi. Suomen muuttuva ilmasto artikkeli. Internetviite
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html> haettu 8.9.2014
- Jyväskylän asuntomessut greenfactor esite, internetviite
http://www2.jkl.fi/kaavakartat/asuntomessut/green_factor_esite.pdf
haettu 21.9.2014



- Kokkila, M, Ramboll, 14.8.2014, Hulevesien tonttikohtaiset käytännön ratkaisut luentodiat, Lepaa
- Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Suomen kuntaliitto. Helsinki. 297 s. Internet-viite
http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714 haettu 3.9.2014
- Portlandin kaupungin nettisivut
internetviite <http://www.portlandoregon.gov/bes/article/240624>
haettu 9.9.2014
- Portlandin kaupungin nettisivut
internetviite <http://www.portlandoregon.gov/bes/article/188636>
haettu 9.9.2014



- Portlandin kaupungin nettisivut
internetviite
<http://www.portlandoregon.gov/shared/cfm/image.cfm?id=144648>
haettu 9.9.2014
- Portlandin kaupungin nettisivut
internetviite <https://www.portlandoregon.gov/bes/article/337963>
haettu 9.9.2014
- Ruosteenoja, K. 2013. Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. Sektoritutkimusohjelman ilmastoskenaariot (SETUKLIM) 1. osahanke. Ilmatieteenlaitos. 15 s. Internetviite
- http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=c4c5bf12-655e-467a-9ee0-f06d8145aaa6&groupId=30106 haettu 8.9.2014



- Soini, T. 2009, Viherrakentajan käsikirja, Viherympäristöliito ry, Julkaisu 44, Tampere
- Suomen rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007, 64 s. Internetviite http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma haettu 15.9.2014
- Uponor, kokonaisratkaisut, Rakennusten kuivatus, internet-viite <http://www.uponor.fi/fi-fi/ratkaisut/salaojitus/rakennusten-kuivatus.aspx> haettu 17.9.2014
- Viherympäristöliitto, 2011, Viherrakentamisen yleinen työselostus, VRT´11, Hanna Tajakka, Tampere

