

Janne Neste

Sade- ja hulevesien viivyttäminen

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Janne Neste

Työn nimi: Sade- ja hulevesien viivyttäminen tontilla

Ohjaaja: Veli Autio

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 30 Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyössä esiteltiin hulevesien viivyttämistä ja sen tapoja.

Työn tavoitteena on antaa lukijalle peruskäsitys mitä sade- ja hulevesien viivyttäminen tarkoittaa, mitä tapoja on ja mistä viivyttämisen tarve syntyy.

Työssä syvennyttiin yleisimpiin viivytystapoihin, joita ovat viivyttäminen suurilla putkilinjoilla, sepelipesällä ja hulevesikaseteilla.

Avainsanat: hulevesi, viemäri

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Management

Specialisation: Building Construction

Author: Janne Neste

Title of thesis: Holding of storm water

Supervisor: Veli Autio

Year: 2018 Number of pages: 30 Number of appendices: 0

The thesis presented ways of holding storm water.

The goals of the thesis were to give basic understanding to the reader what holding storm waters means, what are the ways to hold storm water and what are the reasons for holding storm water.

The thesis examined common ways of holding storm water, which include holding with big drain sewage pipes, with rock pockets or with storm water cassettes.

Keywords: storm water, sewer

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva- ja kuvioluettelo	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	5
1 JOHDANTO	6
2 YLEISTÄ SADE- JA HULEVESIEN HALLINNASTA.....	7
2.1 Hulevesien valunta ja määrä	7
2.2 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatuksen suunnittelu.....	7
2.3 Rakennuspohjan ja tontin hulevesien kerääminen ja poisjohtaminen	8
2.4 Hulevesien kerääminen ja poisjohtaminen.....	9
3 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTYSTAVAT TONTILLA.....	11
3.1 Yleistä sade- ja hulevesien viivyttämisestä	11
3.2 Hulevesien viivytys ylisuurilla putkilinjoilla ja viivytyskaivoilla.....	11
3.3 Hulevesien viivytys hulevesikasetein	13
3.3.1 Hulevesikasetiston mitoitus.....	15
3.3.2 Hulevesikasetiston asentaminen	19
3.4 Osittainen imeytys ja viivytys sepelipesällä.....	21
4 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTYS ILVESVUOREN TALLIOSAKKEESSA	23
4.1 Kohteen esittely.....	23
4.2 Hulevesien viivytyksen toimintapa Ilvesvuoren Talliosakkeen kohteessa .	23
4.3 Viivästyslinjan teko.....	25
5 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTTÄMISEN KUSTANNUKSET	27
6 YHTEENVETO JA POHDINTA	29
LÄHTEET	30

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Kasettikentän kokoamista.....	20
Kuva 2. Kasettikenttä vuorattuna suodatinkankaalla.....	21
Kuva 3. Viivästyslinjan tekoa suurilla putkilla.....	26
Kuvio 1. As Oy Espoon Visertäjän LVI-aseokuva	12
Kuvio 2. Kaivoleikkaukset As Oy Espoon Visertäjän viivytyskentästä.....	12
Kuvio 3. Vaadittavat peittosyvyydet tietyille kuormille	14
Kuvio 4. Leikkaus As Oy Vantaan Niittyvillan virtauksensäätökaivosta.....	15
Kuvio 5. Periaateleikkaus Wavin-Labkon hulevesikasetistosta.....	16
Kuvio 6. Periaateleikkaus As Oy Vantaan Niittyvillan hulevesikasetistosta.....	17
Kuvio 7. Hulevesien viivytyslaskelma As Oy Vantaan Niittyvillassa	18
Kuvio 8. Periaateleikkaus Jorvaksen Talliosakkeen sepeliviivytyksestä	22
Kuvio 9. Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-aseokuva	24
Kuvio 10. Periaateleikkaus Ilvesvuoren Talliosakkeen viivytyksestä.....	24

Käytetyt termit ja lyhenteet

Hulevesi	Hulevesillä tarkoitetaan sade-, sulamisvesiä ja maasta kapillaarisesti nousevia vesiä.
Peittosyvyys	Peittosyvyys on jonkin maahan asennettavan rakenteen toteutunut etäisyys maanpinnasta. Peittosyvyys mitataan maanpinnasta rakenteen yläpintaan.
Poistoyhde	Poistoyhde on kaivoissa olevista putkiyhteistä alin, josta kaivossa olevat vedet purkavat jatkuvaan linjastoon.
Putkiarina	Putkiarina on jäte- tai sadevesiputkille tehty pohja. Putkiarina tehdään yleensä kalliomurskeesta tai kalliosepeleistä.

1 JOHDANTO

Isojen ja tiheiden asutus- ja teollisuusalueiden rakentaminen, missä tulee paljon asfalttipintoja ja kattovesiä, on luonut ongelman sade- ja hulevesien johdattamiseen. Kaupunkien sade- ja hulevesien runkolinjojen ollessa tietyn kokoisia joudutaan sade- ja hulevesiä viivyttämään tonteilla ennen kaupunkien runkolinjoihin pääsyä.

Sade- ja hulevesien viivytykseen on olemassa monenlaisia eri tapoja. Tässä työssä vertaillaan niiden toimivuutta ja kustannuksia.

Tämän opinnäytetyön tekemisessä referenssikohteena on käytetty Talliosakkeen kohdetta Nurmijärvellä. Kohteessa pääurakoitsija toimi DEN Finland Oy, jonka brändi Talliosake on. Tässä kohteessa maaurakoitsijana toimi PT PohjanTeko Oy, myöhemmin myös DEN Finland Oy:n tytäryhtiö. Kohteessa sade- ja hulevesien viivytys toteutettiin suurilla runkolinjoilla ja viivytykskaivoilla.

2 YLEISTÄ SADE- JA HULEVESIEN HALLINNASTA

2.1 Hulevesien valunta ja määrä

Vesien kierto on jaettavissa neljään eri osaan: sadantaan, valuntaan, haihduntaan ja maaperään suodattumiseen. Hulevesien valumisen määrään vaikuttavia tekijöitä on sateen intensiteetti ja kesto, aiempien sateiden määrä eli maaperän kuivuus sillä hetkellä, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuus. Olennaisin tekijä runsaiden vesisateiden aikana on vettä läpäisemättömien pintojen osuus (katot, asfalttipinnat ja kivetykset). Mitä enemmän näitä vettä läpäisemättömiä pintoja alueella on, sitä nopeammin ja runsaammin syntyy pintavaluntaa. Valunnan ajalliset vaihtelut ovat tästä syystä taajama-alueilla selvästi luonnontilaisia alueita nopeammat ja voimakkaammat. (Rakennustietosäätiö 2015, 2.)

2.2 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatuksen suunnittelu

Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatusratkaisujen tulee olla toimintavarmoja. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatuksen suunnitteluun kuuluu rakennusten sala-ojasuunnittelu sekä, piha-alueiden tasauksen ja kuivatusjärjestelmien suunnittelu. Tehokkaalla rakennuspohjan kuivatuksella estetään vedestä rakenteille aiheutuvat haitat. Tonttialueen toimiva kuivatus estää alueelle veden lammikoitumisen sekä veden jäätyksen, jolloin vesi ei pääse vahingoittamaan mahdollista kasvillisuutta tai ulkonäköä. Liikennealueilla toimiva kuivatus auttaa pääsemään tarvittaviin kantavuuksiin ja routiminen saadaan pysymään hallittuna. (Rakennustietosäätiö 2010, 2.)

Suunnittelussa tulee huomioida ympäristölle mahdolliset eri haittavaikutukset. Pohjavesi on näistä huomioon otettavista asioista tärkein. Jos pohjavesipintaa laskeetaan, siitä voi seurata haittoja, kuten pohjavesikaivojen kuivumista, painumavaurioita ja kasvillisuuden kärsimistä. Jos alue, johon uusi rakennus rakennetaan, on valmiiksi tiheästi rakennettu, voi rakennusvalvontaviranomainen vaatia pohjaveden hallintasuunnitelmaa tai muuta suunnitelmaa haittavaikutusten ehkäisemiseksi. Eri

kunnissa voi myös löytyä rakennusjärjestyksessä paikkakunnan olosuhteiden vaatimia määräyksiä hulevesien johtamiseen. (Rakennustietosäätiö 2010, 2-3.)

Geoteknisesti haastavat alueet ovat myös tonttien kuivatukseltaan hankalia toteuttaa. Alavilla alueilla sijaitsevat pehmeiköt tekevät painovoimaisesta veden johdattamisesta maastoon mahdotonta. Tällaisilla alueilla kuivatusjärjestelyt vaativat alapohjan ja pihatasojen suunnittelua mahdollisimman ylös, mutta maapohjan kantavuus ja painumat vaativat perustuksien tekemistä mahdollisimman alas. (Rakennustietosäätiö 2010, 3-4.)

2.3 Rakennuspohjan ja tontin hulevesien kerääminen ja poisjohtaminen

Tontin kuivatustarve määräytyy sen käyttötarkoituksen mukaan. Vaikuttavia tekijöitä ovat myös mahdolliset päällysteet, luonnollinen maanpinta, rakennusten sijainti tontilla, kattovesien poisjohtamistapa, eri maakerrosten vedenläpäisevyys, sekä pohjaveden pinnankorkeus. (Rakennustietosäätiö 2010, 2.)

Liikenne- ja jalankulkualueilla yleisin vesien poisjohtamistapa on pintakuivatus. Vaadittava kuivatuksen tehokkuus ja laatutaso määräytyvät alueen käyttötarkoituksen mukaan, kuitenkin niin, ettei vesistä koidu haittaa ympäristölle ja eikä se aiheuta vaaraa liikennealueilla. Salaojakuivatusta tarvitaan, jos pohjavesi on korkealla, vesi virtaa sivuilta rakennekerrokseen, pohjamaan kantavuus on huono tai maa on voimakkaasti routivaa. (Rakennustietosäätiö 2010, 2.)

Pallo- ja leikkikentillä kuivatustarpeeseen vaikuttaa muutama asia, kuten alueen laadulliset vaatimukset. Kentän päällysrakenteet ja päällyste määrittävät, minkä tasoisesta kuivatuksesta kenttä vaatii, esimerkiksi kuinka paljon päällyste kestää kosteutta. Yleensä pyrkimyksenä pallo- ja leikkikentillä on tehokas pintakuivatus. Usein myös pintakallistukset ovat pieniä, jolloin tarvitaan salaojitus rakennekerrosten läpi suodattuvan veden ja kapillaarisesti nousevan veden poisjohtamiseksi. (Rakennustietosäätiö 2010, 2.)

Istutusalueiden kuivatukseen vaikuttaa olennaisesti alueen kasvillisuus. Kasvien ja puiden vaatima vedentarve tulee turvata. Tähän päästään johtamalla pintavesien virtausta istutusalueille, mutta tässä on muistettava, etteivät istutukset ja kasvillisuus saa liikaa vettä. Vedet eivät saa myöskään jäädä seisomaan juuristoalueille. (Rakennustietosäätiö 2010, 2.)

Tonteille jää myös usein rakentamatonta ja luonnontilaista aluetta. Näillä alueilla ei yleensä tarvita erillistä kuivatusta, jos maaperä läpäisee kohtuullisesti vettä, eikä alueelle kerry normaalia luonnonmukaista tilannetta enempiä pintavesiä. Mikäli padottumisvaara on, vesien poistumistie on järjestettävä. (Rakennustietosäätiö 2010, 3.)

2.4 Hulevesien kerääminen ja poisjohtaminen

Hulevedet on mahdollista kerätä pintojen luonnollisten tai rakennettujen kallistuksien, reunakivien ja vastaavien rakenteiden avulla sadevesikaivoihin, -kouruihin, linjakuivatusjärjestelmiin tai avo-ojiin. Tästä eteenpäin vedet johdetaan sadevesiviemäreitä tai avo-ojia pitkin tonttien ulkopuolisiin sadevesiviemäriverkostoihin, avoumiin, vapaaseen maastoon tai imeytysrakenteisiin. Pienien tai kapeiden alueiden, kuten ajoväylien, pinnoista vedet voidaan viettää viereisille viher- tai sitomattoman päällysteen alueelle. (Rakennustietosäätiö 2010, 3.)

Kaivojen ja linjakuivatusjärjestelmien tiheys tontilla riippuu rakennettavan tontin käyttötarkoituksen asettamista vaatimuksista. Vaikuttavia tekijöitä tähän ovat esimerkiksi virtaavan tai roiskuvan veden ja kaivojen ympärille padottuvan veden aiheuttama haitta esimerkiksi jalankulkijoille. Tontin liikennealueilla on otettava huomioon liikenneturvallisuus, ettei mahdollista vesiliirtovaara pääse syntymään. Ohjearvoja asfaltoidulle piha-alueelle on vähintään 1 kaivo/600 m² ja murskepintaiselle alueelle 1 kaivo/1000 m². Hulevesiä kerättäessä on huomioitava myös katolta tulevat vedet ja lumista ja paannejään aiheuttamat haitat jalankulkijoille. Katolta kertyvät vedet on suositeltavaa johtaa ränniputkien alta rännikaivoihin, josta ne johdetaan sadevesiviemäriin tai imeytysrakenteisiin. Jos rakennuksen ympärillä on nurmikko- tai sorapintaa kattovedet voidaan johtaa kouruilla pois rakennuksen sokkelin läheltä.

Huomioitavaa on, että mitään hulevesiä ei saa johdattaa rakennuspohjan salaojaverkostoon, vaan salaojista kertyvät vedet johdetaan perusvesikaivon välityksellä sadevesiviemäriin. (Rakennustietosäätiö 2010, 3-4.)

Hulevesien poisjohdattamista suunniteltaessa tulee huolehtia, että mahdollisen poisjohtoreitin tukkeutuessa vedelle on vapaa tulvareitti, ettei vesi pääse tunkeutumaan ja täten vahingoittamaan rakennuksien rakenteita. Sadevesiviemärit on hyvä sijoittaa selkeisiin, mahdollisesti muiden tontille sijoitettavien putkien tai johtojen kanssa samoihin linjoihin ja kaivantoihin. Huomioon on myös otettava putkien peitesyvyydet, jotka määräytyvät sijainnin mukaan, Etelä-Suomessa 1,5 metriä, Keski-Suomessa 1,8 metriä ja Pohjois-Suomessa 2,2 metriä. Riittävä peitesyvyyksillä estetään roudan aiheuttamat haitat putkilinjoille. Mikäli peittosyvyys jää ohjearvoja pienemmäksi, putkilinjoja voidaan eristämällä estää roudan aiheuttamat haitat. (Rakennustietosäätiö 2010, 4.)

3 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTYSTAVAT TONTILLA

3.1 Yleistä sade- ja hulevesien viivyttämisestä

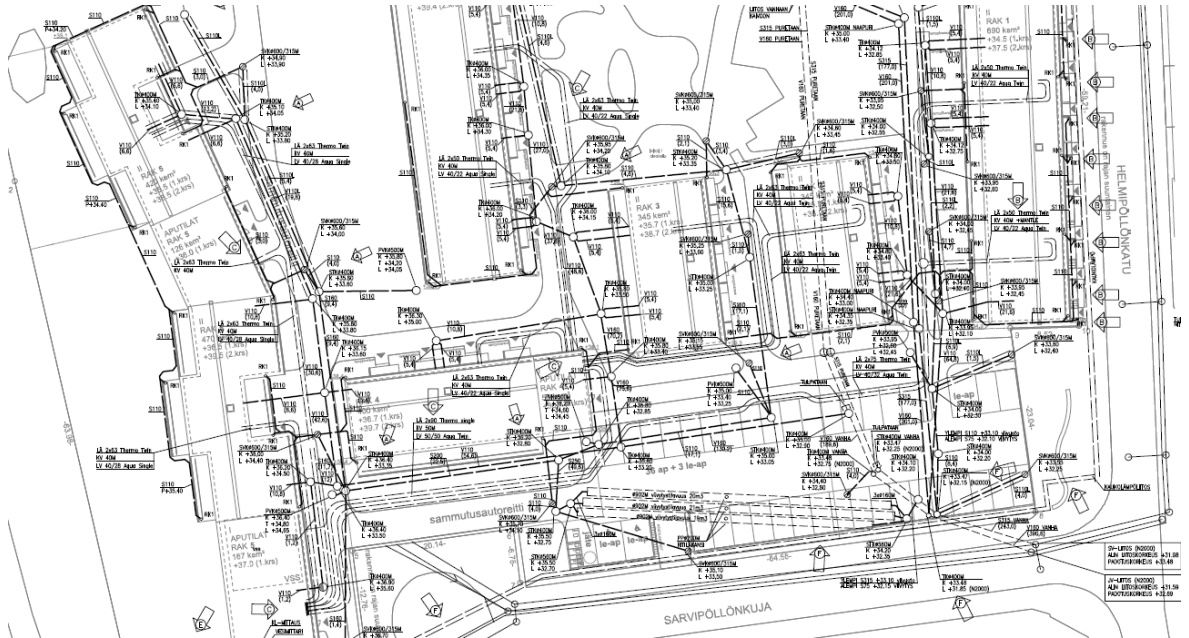
Tarve hulevesien viivyttämiselle tulee silloin, kun rakennetaan isoja asutusalueita ja kuntien hulevesien viemäriverkostot eivät pysty tulvatilanteessa johdattamaan tonttien pinta- ja kattovesiä pois. Hulevesien viivyttämistarve ja määrät määräytyvät kuntien rakennusjärjestyksessä. Sade- ja hulevesien viivyttämisellä tarkoitetaan rakenteita, joiden ansiosta hulevesien virtaamat hidastuvat ja pidättyvät. Näiden rakenteiden avulla hulevesi varastoidaan rakenteeseen tietyksi ajaksi. Tämän jälkeen vedet virtaavat sille tarkoitettuun hulevesijärjestelmään. Viivytyksen menetelmiä ovat kosteikot, lammikot, painanteet, rakennetut altaat, putkiviivytykset tai hulevesikasettiviivytykset. Rakennettaessa asuinrakennuksia tai teollisuusrakennuksia vapaata tilaa tontille jää yleensä vähän, jolloin maan alle jääviä viivytyksen menetelmiä suositaan useammin. Tällöin vaihtoehtoiksi jää hulevesien osittainen imeyttäminen olemassa olevaan maaperään sepelipesällä, suurilla putkilinjoilla tai hulevesien viivytykskaseteilla. Oikeaa viivytystapaa valittaessa tulee ottaa huomioon rakennettavan tontin maaperän kantavuus, maaperän materiaalit ja tontin koko. Vaikka kunnat suosivatkin ensisijaisesti imeyttämistä, se ei aina ole mahdollista. Imeyttämisen estäviä tekijöitä on pohjavesi ja maaperän huono vedenläpäisevyys. Tällöin muuta vaihtoehtoa ei ole, kuin viivyttää. (Rakennustietosäätiö 2015, 3.)

3.2 Hulevesien viivytytys ylisuurilla putkilinjoilla ja viivytykskaivoilla

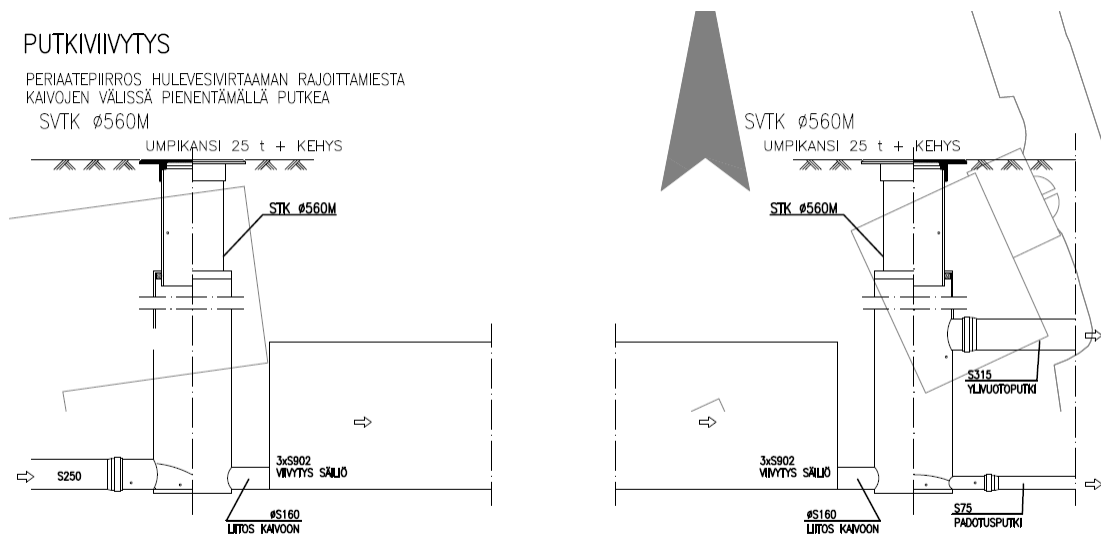
Sade- ja hulevesiä voidaan viivyttää johdattamalla vedet suurien sadevesiputkien ja viivytykskaivojen läpi. Tähän on olemassa kaksi vaihtoehtoa.

Tontille voidaan rakentaa viivytystä varten erillinen kenttä, johon tontin kaikki sade- ja hulevedet johtavat. Tällöin suuria putkia on useita vierekkäin ja ne virtaavat yhteen viivytykskaivoon, kuten kuvioissa 1 ja 2. Linja tarvitsee myös tuuletuksen, jonka pystyy hoitamaan joko kaivon kautta tuuletusputkella, tai kuten tässä tapauksessa jälkiliittämällä joka putken päälle 200 mm tuuletusputket. Putket asennetaan pienille

kaadoille, mikä tehostaa viivytystä. Viivytyskaivossa purkavan yhteen koko on paljon pienempi kuin viivytyskentän putkien koko, jolloin veden virtaus viivästyy. Virtauskaivossa tulee olla ylivuotoputki, joka estää pihojen tulvimisen rankka sateella. (Asunto Oy Espoon Visertäjä LVI-suunnitelmat 2018.)



Kuvio 1. As Oy Espoon Visertäjän LVI-aseмкуva (Karhu 2018).



Kuvio 2. Kaivoleikkaukset As Oy Espoon Visertäjän viivytyskentästä (Karhu 2018).

Ylisuuret putket voidaan myös suunnitella tontin sade- ja hulevesien runkolinjojen tilalle, jolloin viivästys tapahtuu koko tontin alueella. Tällöin viimeisenä kaivona on viivästyskaivo, jossa tapahtuu padotus pienempään putkikokoon. Kaivoilla voidaan myös edesauttaa viivästystä sakkapesien avulla. Tällöin kaivoissa putkiyhteet sijaitsevat korkeammalla, jolloin kaivon pohjalle saadaan kerättyä vettä, ennen kuin se purkaa vesiä eteenpäin. Näiden kahden tavan valintaan vaikuttaa tontin koko, sekä maaperä. (KOY Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-suunnitelmat 2017.)

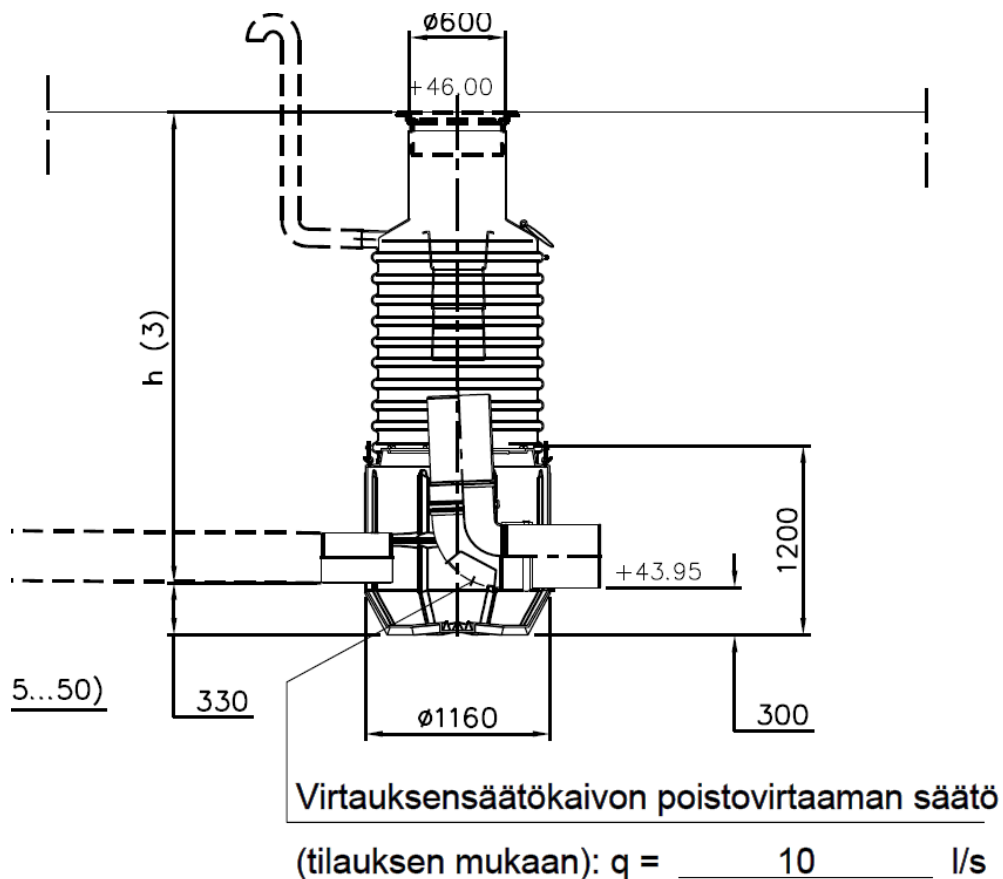
Putket tulee perustaa siten, että niihin ei tule painumia. Tontin perusmaa määrää, kuinka vaativan perustuksen putket vaativat. Vähimmäispaksuus arinalle on 300 mm. Mikäli tontin perusmaa on huonosti kantavaa, voidaan käyttää peltiarinaa, joka tasaa painumia. Peltiarina laitetaan arinan pohjalle ja sen päälle tehdään murskeesta tasauskerros. Tarpeen vaatiessa putkiarinat voidaan myös tukipaaluuttaa ja valaa paalujen varaan paalulaatta. Huonosti kantavissa maaperissä tulee tehdä erillinen pohjanvahvistus-suunnitelma. (Infra Ryl 2006, 168, 192.)

3.3 Hulevesien viivytyks hulevesikasetein

Hulevesikasettien avulla voidaan viivyttää, imeyttää ja varastoida tontilta tulevia sade- ja sulamisvesiä. Hulevesikasetit antavat kolme kertaa enemmän varastointitilaa kuin perinteinen sepeli-imeytys. Hulevesikasetteja voidaan asentaa riveihin ja päällekkäin, minkä ansiosta kapeassa tilassa voidaan asentaa kasetteja useampaan kerrokseen, jolloin vaadittu kentän koko täyttyy. Päinvastoin, jos kasetteja ei pystytä asentamaan useaan kerrokseen, rivimäärää lisäämällä voidaan saavuttaa vaadittu kentän koko. Suurin kerrosmäärä Uponorin hulevesikaseteissa on kymmenen ja suurin asennussyvyys viisi metriä. Kasetteja voi asentaa raskaankin liikenteen alueille, mikäli peittosyvyudet ja asennussyvyudet ovat kuvion 3 mukaiset. Kasetiston jälkeen tulee virtauksensäätökaivo kuvio 4, joka säätelee virtauksen kunnan säätämiin rajoihin. (Uponor-hulevesikasetit ja -tunnelit suunnitelu- ja asennusohje 2012, 3-4.)

Lyhytkestoinen rasitus	max. 10,0 tn/m ²
Pitkäkestoinen rasitus	max. 5,0 tn/m ²
Peittosyvyys ilman ajoneuvoa	min. 250 mm
Henkilöajoneuvo	Peittosyvyys min. 500 mm Asennussyvyys max. 5,0 m Kerroksia max. 10
Raskas ajoneuvo 12 tn	Peittosyvyys min. 500 mm Asennussyvyys max. 5,0 m Kerroksia max. 10
Raskas ajoneuvo 30 tn	Peittosyvyys min. 500 mm Asennussyvyys max. 4,6 m Kerroksia max. 9
Raskas ajoneuvo 40 tn	Peittosyvyys min. 700 mm Asennussyvyys max. 4,1 m Kerroksia max. 8
Raskas ajoneuvo 60 tn	Peittosyvyys min. 800 mm Asennussyvyys max. 3,7 m Kerroksia max. 6

Kuvio 3. Vaadittavat peittosyvyydet tietyille kuormille (Uponor-hulevesikasetit ja -tunnelit suunnittelu- ja asennusohje 2012, 5).

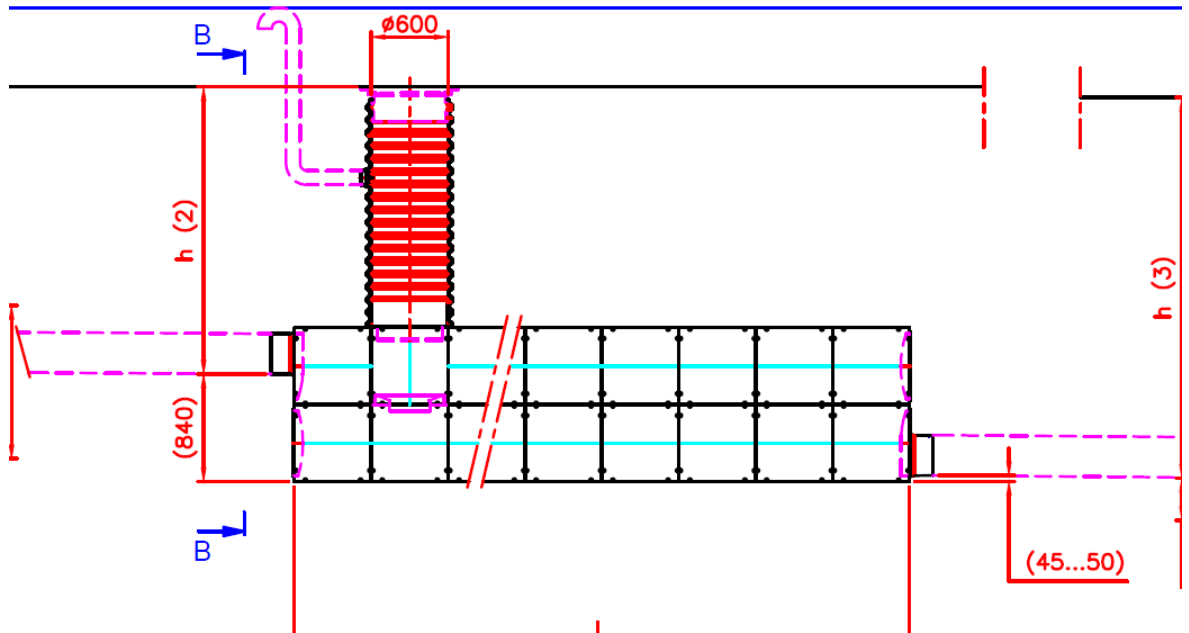


Kuvio 4. Leikkaus As Oy Vantaan Niittyvillan virtauksensäätökaivosta (Wavin-Labko Oy 2014).

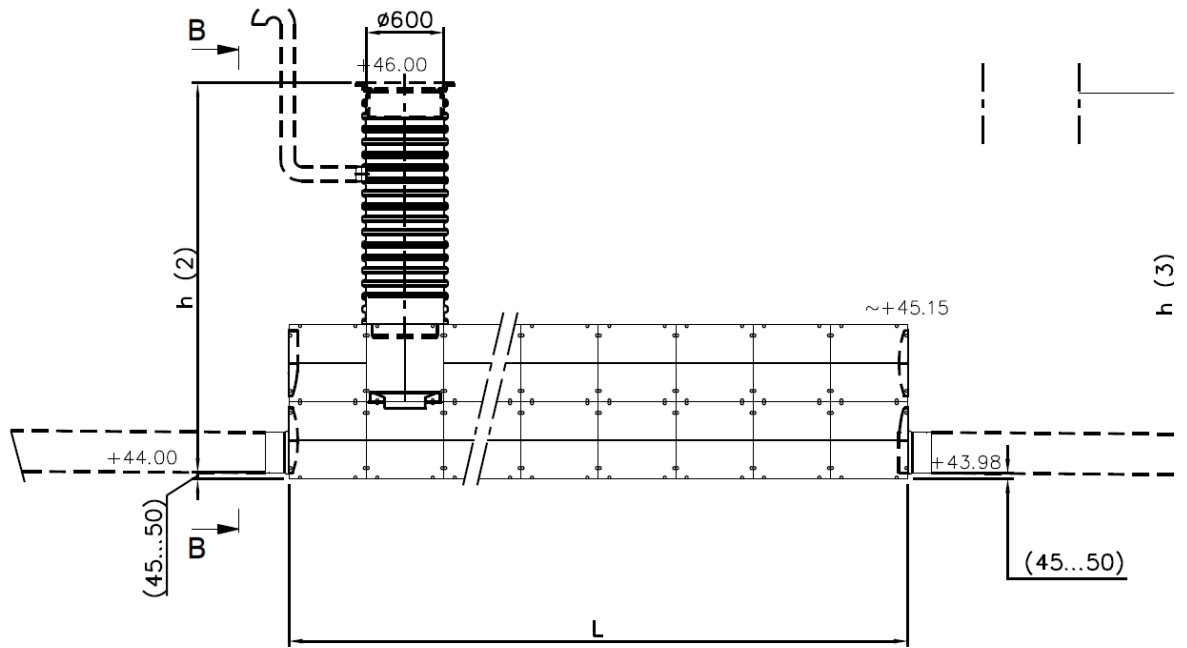
3.3.1 Hulevesikasetiston mitoitus

Hulevesikasetit mitoitetaan paikallisten rankkasademäärien mukaisesti. Mitoitukseen vaikuttaa maaperän koostumus. Maaperän koostumus tulee tietää ennen asennusta. Jos imeytysjärjestelmä on laskettu tulvan toistuvuudella vuoden välein tai maaperän veden läpäisevyys on huono, kasetistoon tulee asentaa ylivuotoputki purkavaan kaivoon tai ojaan. Mikäli kasettikenttää ei ole tarkoitettu imeytykseen sen voi muovittaa polyeteenikalvolla. Hulevesikasetisto tulee asentaa vähintään metrin päähän pohjavedestä. Hulevesikasettikenttä tuuletetaan sadevesiputkella maanpinnan yläpuolelle. 50:tä kasettia kohden tarvitaan vähintään yksi halkaisijaltaan 110 millimetrin putki. Tuulettamista mitoittaessa tulee huomioida kasetistoon tulevien putkien yhdekoko. Paras hyöty kasetistosta saadaan asentamalla tuloyhde kasetiston yläreunaan ja poisto alareunaan, kuten kuviossa 5. Tämä on kuitenkin harvoin mah-

dollista tonteilla vallitsevien korkojen takia, tulo ja poistoyhde asennetaan molemmat kasetiston alareunaan, kuten kuviossa 6. Tässä tapauksessa tontin hulevesiverkosto täyttyy samaa tahtia kasetiston kanssa. Tällöin pystytään laskemaan tontin hulevesiverkosto mukaan viivytykseen, kuten kuviossa 7 on mitoitettu. (Uponor-hulevesikasetit ja -tunnelit suunnitelu- ja asennusohje 2012, 5.)



Kuvio 5. Periaateleikkaus Wavin-Labkon hulevesikasetistosta (Wavin-Labko Oy 2014).



Kuvio 6. Periaateleikkaus As Oy Vantaan Niittyvillan hulevesikasetistosta (Wavin-Labko 2014).

HULEVESIEN VIIIVYTYS				
110 SADEVESIPUTKISTO 1 m3				
160 SADEVESIPUTKISTO 1 m3				
200 SADEVESIPUTKISTO 1 m3				
250 SADEVESIPUTKISTO 1 m3				
PUTKISTO YHTEENSÄ = 4 m3				
PVKK 7KPL, NOIN 2 m3				
SVTK 4KPL, NOIN 1,5 m3				
SVK 5KPL, NOIN 1,5 m3				
KAIVOT YHTEENSÄ = 4 m3				
HULEVESIKASETIT NOIN 14 m3				
VIIIVYTYSTILAVUUTTA YHTEENSÄ NOIN 22 m3				
PINNAT:				
KATTOPINNAT NOIN 1423 m2				
NURMIKKO NOIN 2250 m2				
KIVITUHKA NOIN 646 m2				
YHTEENSÄ = 4319 m2				
KERTOIMILLA PAINOTETUT PINTA-ALAT				
KATTOPINNAT NOIN 1423 m2 (KERROIN 1)				
NURMIKKO NOIN 675 m2 (KERROIN 0,3)				
KIVITUHKA NOIN 180 m2 (KERROIN 0,4)				
YHTEENSÄ = 2278 m2				
MITOITUSSATEELLA 0,015 VIRTAAMA 34 l/s				
VERKOSTOON LÄHTEVÄ VIRTAAMA NOIN 10 l/s				

Kuvio 7. Hulevesien viivytyslaskelma As Oy Vantaan Niittyvillassa (Verronen 2018).

3.3.2 Huleveskasetiston asentaminen

Hulevesikasetit asennetaan vaakasuoraksi tehdylle pohjalle. Pohja tulee tehdä kaliosepelistä, jonka rakeisuus on 8-16 millimetriä. Pohjan päälle asetetaan käyttöluokan 2 suodatinkangas, jonka päälle kasetit asennetaan, kuten kuvassa 1. Hulevesikasettikenttä tuuletetaan sadevesiputkella maanpinnan yläpuolelle. 50:tä kasettia kohden tarvitaan vähintään yksi halkasijaltaan 110 millimetrin putki. Tuuletusta mitoitettaessa tulee huomioida kasetistoon tulevien putkien yhdekoko. Hulevesikasetistoon voidaan myös asentaa tarkastusputkia, mikä edesauttaa kasetiston kunnossapitoa. Kasettikentän ympärille levitetään suodatinkangas, jonka saumojen limitys tulee olla vähintään 30-50 senttimetriä, kuten kuvassa 2. Riippuen kohteen käyttötarkoituksesta kaivanto täytetään kerroksittain sille sopivalla täyttömateriaalilla. Mikäli kasettien päälle tulee nurmialue, päällystäyttö tulee tehdä noin 10 senttimetriä paksusti savella tai vettä läpäisemättömällä materiaalilla. Tällä estetään nurmikön liian nopea kuivuminen. (Uponor-hulevesikasetit ja -tunnelit suunnittelu- ja asennusohje 2012, 6-7.)



Kuva 1. Kasettikentän kokoamista.



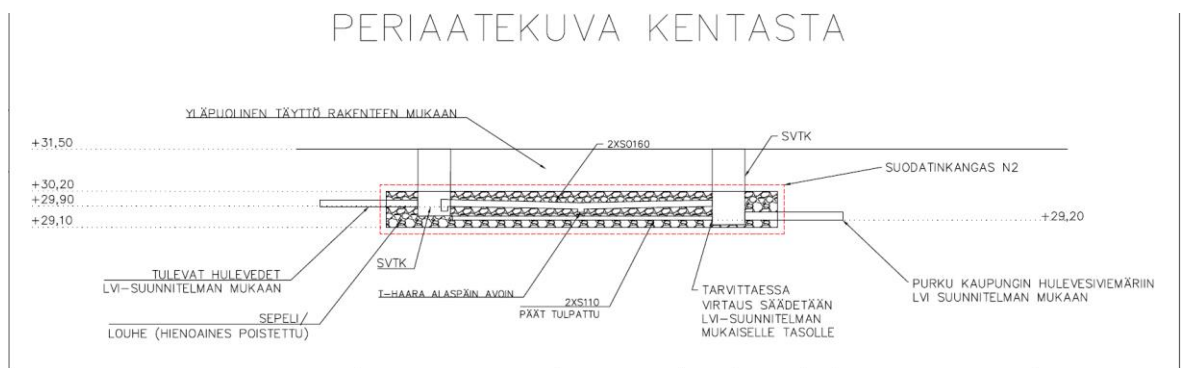
Kuva 2. Kasettikenttä vuorattuna suodatinkankaalla.

3.4 Osittainen imeytys ja viivytys sepelipesällä

Tontin olosuhteiden salliessa voidaan sade- ja hulevesiä osittain imeyttää ja viivyttaa sepelipesän avulla. Tällöin tontilta kertyvät sade- ja sulamisvedet johdetaan sadevesiviemäreitä pitkin sepelipesään. (Rakennustietosäätiö 2015, 3.)

Sepelipesän toiminta perustuu kalliosepelin hyvään vedenläpäisevyyteen. Tontin hulevedet purkavat kaivoon, josta lähtee vaaditun kokoinen reikäputki sepelipesän yläosassa. Keskelle sepelipetiä putkeen laitetaan t-haara, jossa 90 asteen kulmassa oleva yhde osoittaa kohti sepelipesän pohjaa. Sepelipesän pohjalla kulkee toinen reikäputki, joka kaataa kohti sepelipesän viimeistä kaivoa. Tällöin tontilta tulevat vedet valuvat ylempänä olevaa putkea pitkin sepeliin, josta vesi valuu alas kohti alemmaa putkea. Tällöin vesi osittain jatkaa alemmaa putkea pitkin purkavaan

kaivon ja osa imeytyy maaperään, ks kuvio 8. Ylempi putki vie myös purkavaan kaivon, tällöin putki toimii ylivuoto-putkenä tulvatilanteessa. Sepelipesä ympäröidään käyttöluokka 2 suodatinkankaalla ja mikäli imeyttäminen rakennettavalla alueella ei ole mahdollista, sepelipesä voidaan ympäröidä vettä läpäisemättömällä materiaalilla. Kalliosepelin tilalla voidaan myös käyttää louhetta tai muuta hyvin vettä läpi päästävää kiviainesta. Louheen käytössä tulee kuitenkin huomioida suojaetäisyydet putkiin, että ne säilyvät vahingoittumattomina. (Koy Jorvaksen Talliosakkeen Pinnantasaus- ja hulevesienhallintasuunnitelma, 2018.)



Kuvio 8. Periaateleikkaus Jorvaksen Talliosakkeen sepeliviivytyksestä (Österberg 2018).

4 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTYKSEN ILVESVUOREN TALLIOSAKKEESSA

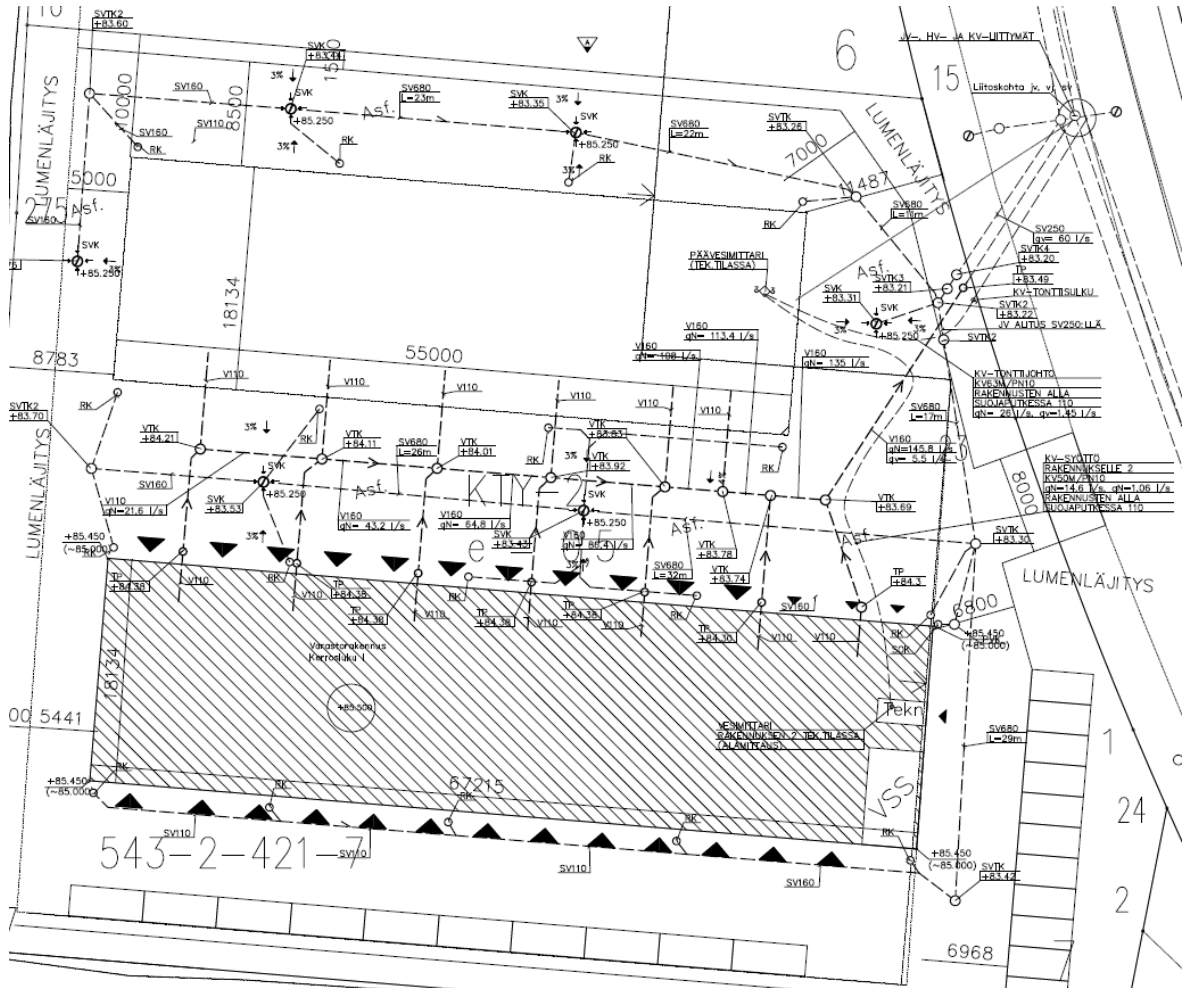
4.1 Kohteen esittely

KOY Ilvesvuoren talliosakkeeseen rakennettiin kaksi varastointi, pienyritys ja harastustoimintaan suunnattua hallia. Yhdessä hallissa on noin 20-25 osaketta. Hallien yhteenlaskettu neliömäärä ulkoseinien mukaan on 2409 neliötä. Tontti oli esilouhittu, ja rakennukset perustettiin maanvaraisesti. Pinta-ala jolta vedet johdetaan Nurmijärven kaupungin hulevesiverkoston, on 4500 m² (KOY Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-suunnitelmat 2017.)

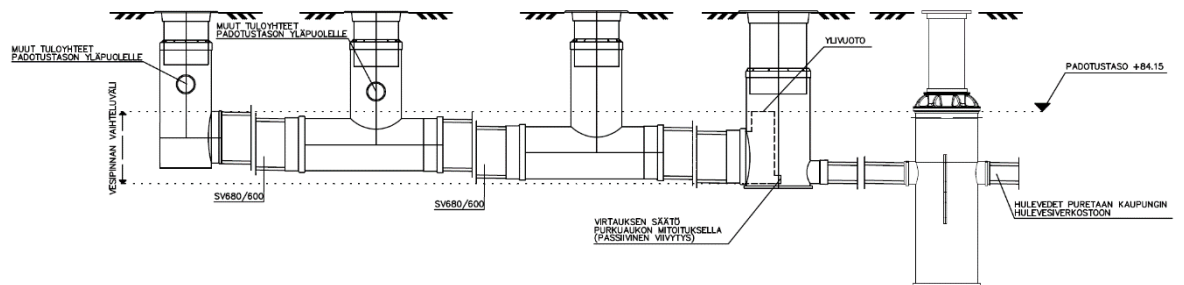
4.2 Hulevesien viivytyksen toimintatapa Ilvesvuoren Talliosakkeen kohteessa

Nurmijärven vaatimuksena viivytystilavuudelle tontin alueella on 1 m³/100 m². Hulevesiä kerättävän pinta-alan ollessa 4500 m² vaadittavaksi viivytystilavuudeksi osoitettiin 45 m³. Sadevesiputken koko on 680/600 ja lujuusluokka SN 8, ja putken materiaalina on muovi. 680/600 suuruisen sadevesiputken tilavuus on 0.28 m³/m, jolloin putkea täytyy asentaa tontille $45 \text{ m}^3 / 0.28 \text{ m}^3/\text{m} = 160$ metriä. (KOY Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-suunnitelmat 2017.)

Tontilta tulevat sade- ja hulevedet ohjautuvat sadevesikaivojen kautta sadevesilinjastoon. Putket asennettiin LVI-asemakuvan mukaisiin paikkoihin (kuviot 9). Virtauksen säätökaivossa on pienempi tuloyhde, joka viivyttää veden virtaamaa, tästä vedet virtaavat tontin viimeiseen sadeveden tarkastuskaivoon, jossa on 700 litran sakapesä, josta vedet purkavat kaupungin hulevesiverkoston, kuten kuviossa 10. Virtauksen säätökaivossa on myös ylivuoto-putki, jota pitkin vedet virtaavat painovoimaisesti tulvatilanteessa. (KOY Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-suunnitelmat 2017.)



Kuvio 9. Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-aseмкаva (Vähäsöyrinki 2017).



Kuvio 10. Periaateleikkaus Ilvesvuoren Talliosakkeen viivytyksestä (Vähäsöyrinki 2017).

4.3 Viivästyslinjan teko

Putkilinjat tehdään vähintään 300mm paksun murskearinan varaan. Kaivettaessa tulee huomioida louhinnan onnistuneisuus, eli että kallio on louhinnan yhteydessä irronnut tarvittavan syvältä. Tämä varmistetaan kaivinkoneessa olevan 3D-koneohjauslaitteiden avulla. Arinaa tehtäessä maanrakennusapumies vielä mittaa tasolaserin ja putkilaserin avulla, että arina on oikeassa korossa, jolloin koneen mahdolliset mittavirheet tulee ilmi. Ennen täyttöä tulee huomioida, että kaivanto on sula ja kuiva, ja mahdolliset lumet ja jäätynyt maa-aines, kuten kuvassa 3, tulee poistaa ennen töiden jatkamista. Putkiarinan pohjalle laitetaan käyttöluokaltaan N2 suodatinkangas, ettei 0-32mm kalliomurskeesta tehtävän arinan hienoainekset pääse valumaan louheen sekaan. Kiviainesten tulee olla CE-hyväksytyjä. Maanrakennusapumies tasaa kolalla arinan tasaiseksi. Kaadon ollessa pieni arina tulee käydä huolellisesti läpi putkilaserin avulla. Liittäessä putkia yhteen tulee varmistaa, että putki uppoaa liitosmuhvin päähän asti. Tämä varmistetaan mittaamalla muhvin syvyys ja merkkamalla putkeen sama mitta. Putken täyttö tehdään kerroksittain ja sivut jyrätään tärylätkällä. Suurin sallittu kerrostäyttömäärä kerralla on 300mm, jolloin se täytyy jyrätä. Putken täyttö tehdään materiaalilla joka ei vahingoita putkea, muoviputkelle sallittu on 0.1 kertaa putken sisämitta. Jos kaivannossa on useita eri putkikokoja, täyttö tulee tehdä pienimmän putken ehdoilla. (Infra RYL 2006, 100-400.)



Kuva 3. Viivästyslinjan tekoa suurilla putkilla.

5 SADE- JA HULEVESIEN VIIVYTTÄMISEN KUSTANNUKSET

Sade- ja hulevesien viivytytapaa valittaessa keskusteluun nousevat usein esiin kustannukset. Kustannuksiin vaikuttavat monet tekijät ja näistä syistä kustannuksia eri työmaiden välillä on hankala verrata keskenään. Suurimpia vaikuttajia kustannuksiin ovat vaadittu hulevesien viivyttämisen määrä, tontin pinta-ala ja tontin maaperän laatu.

Mikäli tontilla kallionpinta sijaitsee lähellä maan luonnontilaista pintaa ja louhintoja on tulossa joka tapauksessa, kannattaa miettiä onko järkevää viivyttää kasettien avulla vai suurilla putkilla. Tässä tapauksessa suuret putket voisi sijoittaa jäteviemäreiden kanssa samoihin kanaaleihin, koska ne jouduttaisiin joka tapauksessa louhimaan. Toisaalta jos putkimetrejä tulisi paljon suurempi määrä kuin jätevesiviemäriä ja jouduttaisiin louhimaan turhaa kanaalia, kannattaa miettiä, tuleeko kasettikentän louhiminen edullisemmaksi.

Tontin ollessa pieni tilan puute tulee olennaiseksi mietinnän aiheeksi. Toki tällöin myös yleensä viivyttämistarvekin on pienempi, mutta jos putkikokoa joudutaannostamaan vaaditun tilavuuden suuruiseksi, nousee myös putken hinta samalla. Eli tässä miettimisen arvoista on se, että kannattaako ottaa viivytytys hulevesikasetein, jos putkikoko nousee suureksi. Tilan ollessa pieni viivyttäminen sepelipesän avulla on vaikeaa, koska sepelin huokostilavuus on noin 25%, jolloin esimerkiksi 10 m³ kokoisessa viivytytyspesässä todellista viivytystilaa on vain 2,5 m³. Tällöin sepelipesä tarvitsee isomman tilan kuin putki- ja kasettiviivytytys. (Koy Jorvaksen Talliosakkeen Pinnantasaus- ja hulevesienhallintasuunnitelma 2018.)

Tontin maaperän kantavuuden ollessa huono ongelmaksi nousee viivytytysten kunnossapidon varmistaminen. Tällöin myös tontin maaperä läpäisee huonosti vettä, joten imeyttäminen voi olla mahdotonta. Mikäli tontin maaperä vaatii stabilointia joka tapauksessa liikennealueiden kunnossapidon varmistamiseksi, silloin vaikutus ei välttämättä ole niin suuri, jos stabiloinnin avulla maaperälle saadaan riittävä kantavuus. Jos taas tontin maaperä vaatii isojen putkien perustamista tukipaalujen ja paalulaatan varaan, miettimisen arvoista on, tuleeko hulevesikasetiston pohjan paalutus ja laatan valu halvemmaksi kuin putkilinjojen paaluttaminen.

Hulevesiä suunniteltaessa kannattaisi kiinnittää huomioita siihen, onko tontilla vaatimuksia viivyttämisen suhteen sekä mikä viivytystavoista on kustannustehokkain ja toimivin ratkaisu.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tavoitteeni työtä aloittaessa oli antaa tästä aiheesta peruskäsitys lukijoille, sillä aihe tuli itsellenikin täysin uutena tullessani pääkaupunkiseudulle työharjoitteluun. Nyt kuitenkin tätä työtä tehdessä ja aiheeseen paneuduttua työmailla, käsitys näistä on jo paljon laajempi. Tämä aihe on varmasti monille uusi, mutta uskallan väittää, että tulevaisuudessa sade- ja hulevesien viivyttäminen tulee ajankohtaisemmaksi. Tässä työssä on esiteltynä tämänhetkiset tekotavat, jotka nekin varmasti tulevat joko muuttumaan tai ainakin kehittymään.

Kustannusvertailua en työssäni suorittanut tarkemmin, koska jokainen tontti on erilainen ja se mikä toimi edellisellä tontilla, tuskin toimii seuraavalla. Tämän vuoksi on myös mahdotonta sanoa mikä viivytystapa olisi paras. Kuitenkin haluan vielä painottaa, että siihen kannattaa käyttää aikaa, koska kyseessä on merkittävä kuluerä.

Tähän aiheeseen kannattaa mielestäni paneutua kohteita suunniteltaessa ja tarkastaa onko sen kunnan alueella viivytyksestä jonkinlaisia vaatimuksia. Tällä pystytään välttämään vaikeudet loppua kohden, sillä viivytystä on hankala ja kallis lähteä toteuttamaan jälkikäteen.

LÄHTEET

Karhu, M. 2018. As Oy Espoon Visertäjän LVI-suunnitelmat.

Rakennustietosäätiö RTS. 2015. Hulevesien hallinta RT 89-11196. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RT 81-11000. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. 2006. InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1 Väylät ja Alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Uponor Oy. 2012. Uponor-hulevesikasetit ja -tunnelit suunnittelu- ja asennusohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.09.2018]. Saatavana: <https://www.uponor.fi/palvelut/materiaalipankki>

Verronen, J, 2018. As Oy Vantaan Niittyvillan LVI-suunnitelmat.

Vähäsöyrinki, O, 2017. KOY Ilvesvuoren Talliosakkeen LVI-suunnitelmat.

Wavin-Labko Oy. 2014. Periaatekuva As Oy Vantaan niittyvillan hulevesikasetista.

Wavin-Labko Oy. 2014. Tuotokuva – Q-Bic hulevesien tasaus_A1500-4000. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.09.2018]. Saatavana: <https://www.wavin.com/fi-fi/Ratkaisut/Hulevesien-hallinta/Viivastys-ja-imeytys/Q-Bic-ja-Q-BB-hulevesikasetit>

Österberg, N. 2018. KOY Jorvaksen Talliosakkeen pinnantasaus- ja hulevesien hallintasuunnitelma.