

OPINNÄYTETYÖ AMK

Insinööri AMK | Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2023

Katja Airio

Talotekniset suunnitteluratkaisut viemäriveresien esikäsittelyssä

– Erotuskaivot viemäriverkoston toiminnan tukena



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma, insinööri

Joulukuu 2023 | 72 sivua

Katja Airio

Talotekniset suunnitteluratkaisut viemäriveriesien esikäsitelyssä

- Erotuskaivot viemäriverkoston toiminnan tukena

Vesihuolto on julkinen välttämättömyyspalvelu, jonka osaamisen tarpeet ovat kasvussa laajan yhteiskunnallisen merkityksensä takia. Vesi tulee hanasta - ajatus johtaa harvemmin syvällisempään pohdintaan, miten puhdasta vettä virtaa suomalaisten hanoista oletetun loputtomasti.

Viemäriverkoston toimintakykyä tukevat erilaiset erotuskaivot ja erottimet. Erotuskaivojen avulla hallitaan tonttialueen ja rakennuspohjan kuivattamista, joka toimimattomana aiheuttaa moninaisia ongelmia rakenteille. Erottimet estävät niiden jätevesien osien pääsyn viemäriverkoston, jotka sinne päätyessään aiheuttaisivat viemäritukoksia viemäriin sisäpintaan kertymisen seurauksena.

Erotuskaivojen ja erottimien vaatimukset, mitoitusperusteet ja näiden esitystavat LVIA-suunnittelussa kootaan ohjeistukseksi tässä insinööriyössä. Referenssikohteen LVIA-suunnitelmien avulla havainnollistetaan suunnitteluratkaisuja sekä esitystapoja. Mitoitusperusteiden pohjalta kootaan öljynerottimen, rasvanerottimen sekä huleveden viivytystarpeen mitoituslaskuri.

Asiasanat:

kunnallistekniikka, vesihuolto, LVIA-suunnittelu, jätevesi, hulevesi

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction and Municipal Engineering, BEng

December 2023 | Total number of pages 68

Katja Airio

Technical building system design solutions in sewage water pretreatment

- Separating wells to support the operation of the built sewage system

Water supply is a public necessity service whose competence needs are growing due to its broad societal significance. The idea of water coming from the tap rarely leads to deeper reflection on how clean water flows from the Finnish taps seemingly endlessly.

The functionality of the sewage system is supported by various separation wells used to manage the drainage of the plot area and build a base which, if not functioning, causes various problems for structures.

Separators collect material from wastewater that would otherwise accumulate in the inner surface of the sewage system and would cause sewage blockages.

In this thesis, the requirements, dimensioning criteria, and their presentation methods in HVAC design for separation wells are compiled into guidelines. The HVAC plans on the reference site are used to illustrate design solutions and presentation methods. Based on the dimensioning criteria, the oil separator, the grease separator, and stormwater delay, a dimensioning calculator is compiled.

Keywords:

municipal engineering, water services, hvac and plumbing planning,
wastewater, stormwater

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Viemäri-vesien hallinta	8
2.1 Ympäristönsuojelu	8
2.2 Määräykset viemäri-vesien esikäsitteilylle	9
2.3 LVIA-suunnittelijan vaatimukset ja vastuu	10
3 Viemäri-vesien esikäsitteily	13
3.1 Erotuskaivot käyttötarkoituksen mukaan	13
3.2 Jäte-, sade- ja salaojakaivot	14
3.3 Jäte- ja sadevesien tarkastuskaivo/-putki	17
3.4 Rasvanerotin	19
3.5 Öljynerotin	21
3.6 Perusvesikaivo	23
3.7 Rännikaivo	26
4 Erottimet suunnittelussa	28
4.1 Rasvanerotin-mitoitus	29
4.2 Öljynerotin-mitoitus	32
4.3 Hulevedet	34
4.3.1 Hulevesiviivytysjärjestelmät	35
4.3.2 Hulevesien viivytystarpeen mitoitustapaukset	37
4.4 Referenssikohde	43
4.4.1 Asemapiirustus	44
4.4.2 Vesi- ja viemärisuunnitelmat	50
5 Erotuskaivojen mitoitustapaukset	56
5.1 Öljynerotin-mitoitustapaukset	57
5.2 Rasvanerotin-mitoitustapaukset	59
5.3 Huleveden viivytystarpeen mitoitustapaukset	60
6 Pohdinta	63

Liitteet

Liite 1. Sadevesiviemäriin mitoitus

Liite 2. Hulevedenviivytyslaskuri

Liite 3. Hule100-hulevedenviivytyslaskuri

Kaavat

Kaava 1. Rasvanerotimen nimellisvirtaama.	29
Kaava 2. Jäteveden mitoitusvirtaama.	30
Kaava 3. Öljynerotimen nimellisvirtaama.	33
Kaava 4. Mitoitusvesimäärä.	38
Kaava 5. Sadeveden mitoitusvirtaama.	39
Kaava 6. Hulevesisäiliön tilavuus.	40
Kaava 7. Hulevesisäiliön tilavuus.	41
Kaava 8. Padotusputken virtaama.	41
Kaava 9. Padotusputken säde.	42

Kuvat

Kuva 1. Routasyvyyden maininta referenssikohteen asemapiirustuksessa.	15
Kuva 2. Muoviset tarkastuskaivot.	18
Kuva 3. Muovinen tarkastusputki teleskooppinuousputkella.	19
Kuva 4. Rasvajäte viemäriputkessa.	20
Kuva 5. Rasvanerotin.	21
Kuva 6. Ensimmäisen luokan öljynerotin.	22
Kuva 7. Referenssikohteen perusvesikaivon periaatepiirustus.	24
Kuva 8. Erillisviemäröinti.	25

Kuva 9. Referenssikohteen ST-periaatepiirustus.	27
Kuva 10. Virtauksensääntökaivo ja viivytysoputkisto.	36
Kuva 11. Hulevesitunnelit.	37
Kuva 12. Suorakulmaisen särmiön tilavuuden laskeminen.	40
Kuva 13. Hulevesijärjestelmän periaatekuva.	43
Kuva 14. Referenssikohteen liittyminen kaupungin verkostoon.	44
Kuva 15. Referenssikohteen öljynerottimen esittäminen asemapiirustuksessa.	46
Kuva 16. Sadevesi- ja sadevedentarkastuskaivot asemapiirustuksessa.	47
Kuva 17. Referenssikohteen hulevesikasetti asemapiirustuksessa.	48
Kuva 18. Huleveden mitoitusperusteet referenssikohteen asemapiirustuksessa esitettyinä.	49
Kuva 19. Valikoitu hulevedenviivytysoasettiratkaisu periaatepiirustus referenssikohteessa.	50
Kuva 20. Referenssikohteen öljynerotinlaskelma.	52
Kuva 21. Hiekanerotuskaivojen esittäminen referenssikohteen 1. kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmassa.	53
Kuva 22. Öljynerottimen tuuletusputki referenssikohteen 2. kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmassa.	54
Kuva 23. Öljynerottimen mitoituslaskuri.	58
Kuva 24. Rasvanerotimen mitoituslaskuri.	59
Kuva 25. Hulevesiviivytysojärjestelmän mitoituslaskuri.	61

Taulukot

Taulukko 1. Yhteensovitus taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa.	11
Taulukko 2. Erottimien valintaperusteet.	28
Taulukko 3. Jätevesimäärä ja huippuvirtaamakerroin eri keittiöissä.	31
Taulukko 4. Keittiöiden esimerkkitoiminta-aikoja.	31
Taulukko 5. Öljyn tiheyskertoimet.	33
Taulukko 6. Jätevesiviettoviemärin sallitut poikkeamat LVI-suunnitelmasta.	45
Taulukko 7. Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus	52

1 Johdanto

Suomen viemäriverkostot ovat maailmanlaajuisesti verrattuna huippuluokkaa. Ne ovat kuitenkin jo noin 60 vuotta palvelleita, 1960- ja 1970-luvuilta peräisin. Noin 150 vuoden ajan Suomessa on oltu keskitetyn vesihuollon piirissä. Kehitystyö on siitä huolimatta verrattain nuorta. Sen katsotaan alkaneen toisen maailmansodan jälkeen. Se, että viemäriverkostojen tilanne pysyy toivotunlaisena, vaatii kehitystä, huoltoa, seurantaa ja viemäriverkostojen hallintaa. Maailmassa noin 2,4 miljardilta ihmiseltä puuttuu optimaalinen jätevesihuolto (Katko 2016). Palvelun ollessa luotettavaa ja jokaisen suomalaisen saavutettavissa, se otetaan usein itsestäänselvyytenä. Lain ohjaama ammattilaisten tekemää suunnittelutyötä on kuitenkin toimivan verkoston taustalla valtavasti.

Vesihuollon infrastruktuuri kätkeytyy maan alaisiin verkostoihin. Yhdistettynä palvelun arkipäiväistymiseen tämä johtaa siihen, että on välttämätöntä lisätä ammattilaisten kehitystyötä ja vesihuollon rahoituksen painoarvoa julkisessa päätöksenteossa, jotta viemäriverkostojen korjausvelka ei aiheuta ongelmia Suomen jätevesien käsittelyssä tulevaisuudessa. On lausuttu synkkä ennuste, että kehityskulun jatkuessa tämänhetkisellä tiellä, vuonna 2050 kaikista maailman jätevesistä 80 % päättyy käsittelemättömänä luontoon (Katko 2016).

Kiinteistöiltä lähtevien viemäriverkostojen laatu vaikuttaa julkisten viemäriverkostojen optimaaliseen toimintaan. Tämän insinööritöiden tarkoituksena on koota LVIA-suunnittelijatyön tueksi selvitys erotuskaivojen vaatimuksista ja mitoitusperusteista, ennen viemäriverkostoon liittymistä. Referenssikohteen avulla havainnollistetaan tapauskohtaisia suunnitteluratkaisuja ja esitystapoja asemapiirustuksessa sekä vesi- ja viemärisuunnitelmassa. Osana insinööritöitä laaditulla mitoitusohjelmalla sujuvoitetaan LVIA-suunnittelua.

2 Viemäriveresien hallinta

Nykysuuntaus Suomessa ja Euroopassa on, että kunnallistekniikan sijaan vesihuolto linjataan välttämättömyyspalveluksi. Tämän seurauksena lain tehtävä on turvata vesihuoltopalvelujen saatavuus. (Tolvanen ym. 2002, 6.) Maanalaisten vesihuoltoverkostojen koko huoltokaaren asema olisi tarpeen mieltää suojelukohteen tasoiseksi. Tämän infrastruktuurin rapautumisen ennaltaehkäisevä ja toimintakuntoa ylläpitävä työ on äärimmäisen tärkeää. (Katko, T 2013, 127.)

2.1 Ympäristönsuojelu

Suomen vuosittainen yhdyskuntajäteveden määrä on noin 550 miljoonaa kuutiometriä (Suomen ympäristökeskus 2022). Hyvälle vesihuollolle on määritetty kuusi kriteeriä. Tasapuolisuus ilmenee ensimmäisessä kriteerissä, jossa määritellään sosiaalisesti ja yhteiskunnallisesti kestävä palvelun vaade. Toiseksi kirjataan, että palveluiden on oltava turvallisia ja toimintavarmoja. Tässä tähdentyy erityistilanteiden vaatimukset, joihin on lähivuosina panostettu. Kolmas kriteeri ottaa kantaa suunnittelutyöhön. Suunnitteluratkaisuiden on oltava ympäristöllisesti kestäviä, ympäristövaatimukset täyttäviä ja ilmastonmuutosvaikutukset huomioivia. (Silfverberg 2017, 5.)

Seuraavana kriteerinä esitetään, että vesihuoltolaitosten talouden hallinnan on oltava taloudellisesti tehokasta ja kestävä. Ylläpito- ja kehitystyön on mahdollistettava tasapuolisilla ja kohtuuhintaisilla asiakashinnoilla. Viidentenä kriteerinä painotetaan joustavuutta yhdyskuntarakenteiden muuttuessa esimerkiksi väestönkasvun myötä. Viimeisenä mainitaan, että vesihuoltolaitoksen toiminnan on oltava hyvin johdettua ja resursoitua. Tässäkin tarkoituksena on palvelun turvaaminen kaikissa olosuhteissa. (Silfverberg 2017, 5.)

2.2 Määräykset viemäriveresien esikäsitteilylle

Kiinteistöltä kaupungin jätevesiverkostoon johdettavan jäteveden on oltava jätevesilaitoksen toiminnalle haittaa tuottamatonta. Mikäli jätevesi on tavanomaisesta poikkeavaa, eli sisältää esimerkiksi öljyä, se on esikäsiteltävä mahdollisimman lähellä jäteveden muodostumispaikkaa. (Talotekniikkainfo 2023, 25.) Viemärlaitteiston kuormitus mitoitetaan puolitoistakertaiseksi siihen johdettujen vesipisteiden virtaamien summasta. Viemärit taas mitoitetaan todennäköiseen samanaikaiseen käyttöön pohjautuvan mitoitusvirtaaman mukaan. On kuitenkin otettava huomioon, ettei se ole yksittäisen viemäripisteen normivirtaamaa pienempi. Erillisviemäroinnin tarkoitus on viemärien tukkeutumisen ja lietteen kerääntymisen ehkäisy. (Ympäristöministeriö 2007, 46.)

Jäteveden esikäsitteily on lakiperusteista. Lainsäädännössä on määrätty viemäriveredet esikäsiteltäviksi siten, että jätevesistä on erotettava jätevesiverkostoon kuulumattomat aineet kiinteistön alueella (RT 103351, 2021). Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista linjaa jätevesilaitteiston erottimista seuraavan (RT 103335, 2021):

Jos hiekkaa, lietettä, rasvaa, bensiiniä, öljyä tai muita haitallisia fyysikaalisia tai kemiallisia aineita voi joutua jätevesilaitteistoon ja -verkostoon tai ympäristöön, on jätevesilaitteistossa oltava erotin- tai käsitteilylaite.

Vesihuoltolaki edellyttää sekä terveyden- että ympäristönsuojelun kannalta asianmukaista viemärointiä. Suomessa maa- ja metsätalousministeriö on ylin toimielin vesilain ohjauksessa ja seurannassa. Kuntien vastuu on suuri yhdessä vesihuoltolaitoksien ja kiinteistön omistajan tai haltijan kanssa. (RT 103635, 2023.) Huomionarvoista on, että kuntien tai vesihuoltolaitoksien vastuut eivät vaikuta vähentävästi kiinteistön omistajan vastuuseen (Tolvanen ym. 2002, 6).

Kuntien tehtäväksi on määrätty hulevesiin liittyvien tulvariskien arviointi ja niiden pohjalta tehtävä tulvariskien hallintasuunnitelma (RT 103516, 2022). Ilmastonmuutos tuo tullessaan kuivuuskausien vastakohtana myös myrskyjen ja tulvien lisääntymistä. Jätevesien hallinnassa on varauduttava näihin muutoksiin suojaustoimenpiteillä esimerkiksi laajojen sähkökatkojen varalle. (Silfverberg 2017, 11–12.)

2.3 LVIA-suunnittelijan vaatimukset ja vastuu

Suunnittelijat muodostavat useimmissa projekteissa tiimin. Pääsuunnittelijalla on päävastuu kokonaisuudesta. Vastaavan erityissuunnittelijan on lain mukaan huolehdittava erillistehtävinä laadittujen suunnitelman osien osalta, että ne muodostavan toimivan kokonaisuuden (Myöhänen 2015, 4.) Suunnitelmien toteutuminen hyvän rakennustavan mukaisesti on vastaavan työnjohtajan vastuulla. Yhteistyön tavoitteena on terveellinen ja turvallinen rakentamisen lopputulos. (Talotekniikkainfo 2023, 3.)

Yhteensovitus on suuressa roolissa ja tällä hetkellä kehityksen keskiössä oleva asia 3D-malleineen. Rakennushankkeiden yleisimmät suunnittelualat ovat pää-, arkkitehti-, LVIA-, rakenne- ja sähkösuunnittelu. Yhteensovittamisella tarkoitetaan eri suunnittelualojen suunnitelmien muodostaman kokonaisuuden yhtenäisyyttä. (Myöhänen 2015, 8–10.) Taulukossa 1 on avattu taloteknisen suunnittelun tehtävät yhteensovitusvaiheessa (Myöhänen 2015, 11). Eri suunnittelualojen yhteensovitetuilla suunnitelmilla on merkittävä vaikutus energiansäästöön ja laitteistojen pitkään käyttöikään. (Talotekniikkainfo 2023, 3.) Katko (2022, 40) tuo vesihuollon myyttejä murtamalla esille vesitalouden epäkohtia. Hän nostaa esiin Suomen maineen ansioituneessa pelien koodaamisessa, jonka varjoon jää mm. vesihuoltopalveluiden huippuosaaminen. Jotta taso säilytetään, niin toimijoiden on tuotava asia esiin ja varmistettava jatkuva laaja-alainen kehitys sekä alan vetovoimaisuuden lisääminen.

Taulukko 1. Yhteensovitus taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa (Myöhänen 2015, 11).

Tehtäväkokonaisuudet	1	2	3	4	5	6
A Tarveselvitys						
B Hankesuunnittelu						
C Suunnittelun valmistelu			C 4.3 C 4.4			
D Ehdotussuunnittelu				D 4.3 E 3.2 E 4.2		
E Yleissuunnittelu						
F Rakennuslupatehtävät						
G Toteutussuunnittelu			G 3.1	G 4.5		G 6.1.11 - 12 G 6.2.13 ja 15
H Rakentamisen valmistelu						
I Rakentaminen						
J Käyttöönotto						
K Takuu aika						

1	Edellytysten toteaminen
2	Valmistelu
3	Käynnistäminen
4	Suorittaminen
5	Suorituksen sopimuksen mukaisuuden toteaminen, tulos
6	Erikseen tilattavat tehtävät

Viemäriverkostojen suunnittelussa yhteensovittaminen on olennaista. Maanalaisten osien yhteensovitus kaatoinen esimerkiksi rakennusten perustusten ja rakenneosien kanssa vaatii tarkkuutta (RT 10-11129, 2017.) LVIA-suunnittelija lukeutuu erityissuunnittelijoihin. Koulutuksen ja kokemuksen mukaan suunnittelija edustaa jotain neljästä vaativuusluokasta. Näitä ovat vähäinen, tavanomainen, vaativa ja poikkeuksellisen vaativa. Tarkemmat suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset löytyvät maankäyttö- ja rakennuslain pykälästä 120 e. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/123.) Vesihuollon hiljaisen tiedon siirtyminen on olennaista. Tarpeellinen koulutustaso on noussut menneiden vuosikymmenien aikana samalla, kun vesihuollon ammattilaisten

määrä on laskenut. Valtion ohjaama koulutuspolitiikka on reagoinut asiaan.
(Katko 2013, 314–315.)

3 Viemäriveresien esikäsittely

Jäteveden poiketessa tavanomaisesta kiinteistöltä pois johdettavasta viemäriverdestä käytetään tarpeenmukaisia erottimia. Esimerkiksi suuria ruoka-annosmääriä valmistettaessa vaaditaan rasvanerotin. Kiinteän aineen, kuten hiekan, ollessa tiheämpää kuin vesi, se laskeutuu veden alapuolelle. Päinvastaisesti esimerkiksi rasvan tiheys on veteen verrattuna pienempi eli se kelluu. (Talotekniikkainfo 2023, 33.) Tätä kutsutaan painovoimaiseksi erottamiseksi, eikä käytössä ole ulkoista voimanlähdettä. Tähän toimintatapaan perustuville erottimille on oma tuotestandardi: SFS-EN 1825-1.

Kevyt neste on tiheydeltään maksimissaan $0,95 \text{ g/cm}^3$ tai se on liukenematon tai saippuoitumaton (RT 103351, 2021.) Kevyiden nesteiden erottamiseen voidaan käyttää aiemmin mainitun lisäksi saostamista ja tälle tuoteryhmälle on oma standardi: SFS-EN 858-1. Erotinjärjestelmässä on erotin, lietteenpidätin ja näytteenottopiste. Muun viemärivereden virratessa jätevesiverkostoon erotettava aine varastoituu lietteenpidättimeen. (Talotekniikkainfo 2023, 33.) Suomen rakentamismääräyskokoelman D1-osan liitteessä 6 on eritelty rasvan- ja öljynerottimien lietetilän vähimmäistilavuudet.

3.1 Erotuskaivot käyttötarkoituksen mukaan

Suomessa käytettävien erotuskaivojen on oltava LVI-RYL 2022:n kohdan 20.00, LVI-järjestelmien yleiset vaatimukset, mukaisia (LVI 23-10207.) Ympäristöministeriö täsmentää rakennustuotteiden vaatimuksia yksityiskohtaisemmin rakennustuotteita koskevassa lainsäädännössä. Tiivistetysti rakennustuotteiksi luetaan rakennukseen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet. Tuotteet eivät saa olla terveydelle haitallisia, niiden on täytettävä kestävä kehityksen periaatteet ja turvallisuusvaatimusten tulee täytyä.

Teknisinä vaatimuksina mainitaan: paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, esteettömyys, rakenteiden lujuus ja vakaus, energiatehokkuus sekä meluntorjunnan ja ääniolosuhteiden optimointi. Lisäksi rakennustuotteiden on oltava CE-merkittyjä. (Ympäristöministeriö 2023.) Kaikilla viemäriosilla ei kuitenkaan ole CE-merkintää, joten silloin tuotteiden kelpoisuus täytyy olla osoitettu yleisesti hyväksytyllä menettelytavalla, esimerkiksi varmennustodistuksella tai tyyppihyväksynnällä. Rakennuspaikkakohtaista kelpoisuuden osoittamista ei kuitenkaan saa käyttää tuotteille, joiden kategoriassa on Euroopan tasoinen harmonisoitu tuotestandardi tai arviointi. (TateRYL 2022, 20.00.1.1.1.) Suomen rakentamismääräyskokoelma linjaa, että rakentamista koskevat määräykset on tarkoitettu joustaviksi, koska rakennusten erityispiirteet ja ominaisuudet vaihtelevat. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.)

Kaivojen ja niihin liittyvien viemärien on oltava tarkastettavissa sekä huollettavissa maanpinnalta ja niiden on oltava kaikilta osiltaan vesitiiviitä (Talotekniikkainfo 2023, 34.) Erottimiin saa johtaa vain erotustarpeellisia viemäriveresioita. Pohjavesi aiheuttaa erottimeen nostetta, jonka takia erotin saattaa vaatia ankkuroinnin. Tässä tapauksessa materiaalien on oltava lahoamattomia ja korroosionkestäviä. Erottimet on suojattava jäätymiseltä esimerkiksi routaeristyksellä, saattolämmityksellä tai vastaavalla ratkaisulla. (RT 103351, 2021.)

3.2 Jäte-, sade- ja salaojakaivot

Teknisiltä ominaisuuksiltaan kaivot ovat betonia tai muovia. Muovikaivojen on oltava tehdasvalmisteisia ja standardin SFS 3468 mukaisia. Betonikaivon soveltuvuudesta päättää kunnan rakennusvalvonta. Asennussyvyyden mukaan, kaivot on tarvittaessa routaeristettävä. (RT 66-10496, 1993.) Huomionarvoista

on, ettei viemäriputkia saa asentaa jäiselle alustalle (Rakennustieto 2006, 11).
Kaivojen on aina oltava irtotikkailta huollettavissa. (RT 66-10496, 1993.)

Maahan on luvallista asentaa vesijohtoja vain routasyvyyden alapuolelle (Talotekniikkainfo 2023,15). Routasyvyys vaihtelee sijainnin mukaan. Ympäristöministeriö (2007, 15) on julkaissut kuvan roudattomasta syvyydestä hietamaassa eri puolilla Suomea. Samassa on esitetty kertoimet, jotka riippuvat maalajista, joilla kerrotaan kuvasta sijainnin mukaan saatavat syvyysarvot. Kuvan 1 ohjeteksti referenssikohteen asemapiirustuksessa ottaa kantaa muun muassa routasuojaukseen.

JÄTE- JA HULEVESIVIEMÄRIT MUOVIA
SADEVESIVIEMÄRIT MUHVILIITOKSIN (UPONOR HTP T8)
PUTKET ROUTASUOJATAAN PEITESYVYYDEN OLLESSA
LOPULLISESTA MAANPINNASTA ALLE 1500 mm (RU)
STYROX ESP-200 ROUTA, TONTIN LIIKENNEALUEET
STYROX ESP-120 ROUTA, TONTIN MUUT ALUEET
VIEMÄRILIITOSTEN TARKAT LIITOSPAIKAT JA KORKEUDET
TARKISTETTAVA TYÖMAALLA ENNEN UUSIA ASENNUKSIA
RAKENNUSTEN ULKOPUOLISTEN VIEMÄREIDEN JA KAIVOJEN
PERUSTUKSET JA TUENTA POHJATUTKIJAN ERILLISOHJEIDEN MUKAAN
SADEVESIVIEMÄRIN KALTEVUUS VÄHINTÄÄN 10‰
ELLEI TOISIN MAINITA.
RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET VIEMÄRIT TULEE HUUHDELLA JA
KUVATA ASENNUSTEN JÄLKEEN

Kuva 1. Routasyvyyden maininta referenssikohteen asemapiirustuksessa.

Jäte- ja sadevesibetonikaivojen halkaisija on useimmiten 800 mm tai 1000 mm kaivon syvyyden mukaan (alle/yli kaksi metriä). Betonisen kaivon kansi on aina halkaisijaltaan 600 mm. Muovikaivojen halkaisija on 400–800 mm ja

teleskooppiosaa saa olla enintään metrin korkea (kuva 2). Teleskooppiosan halkaisijan mukaan määräytyy myös kaivon kannen halkaisija, joka ei saa olla pienempi kuin 400 mm. Kuivatuskaivoja kutsutaan salaojakaivoiksi ja niiden halkaisija ei saa olla pienempi kuin 200 mm (RT 66-10496, 1993.) Painekekeiden sijaan kaivojen tiiveyden tarkastamiseen riittää tavanomaisissa kohteissa silmämääräinen tarkastus (Rakennustieto 2006, 25).

Kannen on kestettävä liikenneväylällä 40 tn, ei liikennöitävillä alueilla 5 tn ja tontilla 25 tn. Alle 500 mm:n halkaisijaltaan olevien kaivojen kuormituskestävyys on vähintään 25 tn. Raskaan rasituksen alaisena olevien kaivojen kansien rakenne on kelluva eli reuna tukeutuu maahan tai pintamateriaaliin, jottei kaivoon kohdistu rasitusta. (RT 66-10496, 1993.) Kaivon kansien on sijaittava siten, että kaivoon kulkeutuvien estettävissä olevien roskien ja maa-ainesten pääsy kaivoon estyy (Rakennustieto 2006, 12.)

Sadevesikaivo on ritiläkannellinen ja lietetilallinen. Lietetilan tilavuus on vähintään 70 litraa ja korkeus matalimmillaan 500 mm. Sadevesikaivon liittymisyhteet ovat vähintään DN 100 -kokoja. Sadevesikaivo ja sadevedentarkastuskaivo on pidettävä erillisinä yksiköinä jäätymisvaaran takia. Sadevesiviemärin liittymiskulma on maksimissaan 45°, liitosmatkan ollessa kuusi metriä tai vähemmän. Jäätyminenesto on huomioitava matalissa sadevesikaivoissa. (RT 66-10496, 1993.)

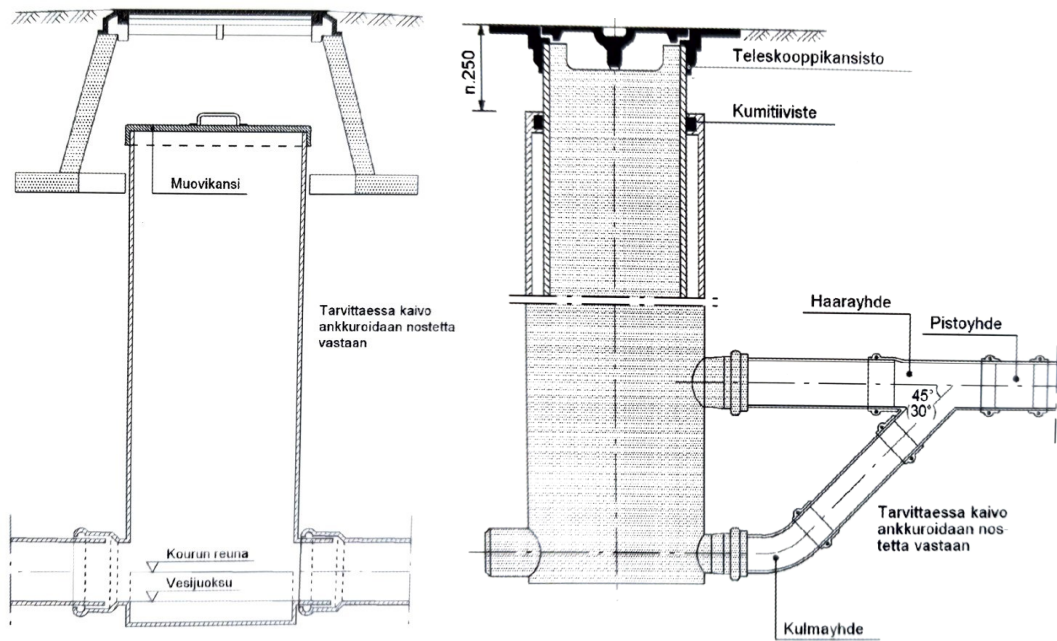
Salaojakaivo on sallittua tehdä tarkastusputkena kaivon sijaan. Putken halkaisija on vähintään 160 mm ja kaivon 200 mm. Kaivon jäädessä maanpinnan alle, se on merkittävä. Lietepesä ei saa olla alle 200 mm korkea. (RT 66-10496, 1993.) Salaojista vastaava suunnittelija on rakenne- tai pohjarakennesuunnittelija, koska salaojituksen suunnittelu edellyttää kokonaisvaltaista rakennustekniikan osaamista. Suositellaan, että LVIA-suunnittelija vastaa salaojien

kokoojakaivoista eteenpäin putkisuunnittelusta. (Talotekniikkainfo 2023, 38.)
Salaojaverkosto on oltava huuhdeltava, joten verkoston alkuun on suunniteltava kansi, joka on maanpinnalla. (RT 66-10496, 1993.)

3.3 Jäte- ja sadevesien tarkastuskaivo/-putki

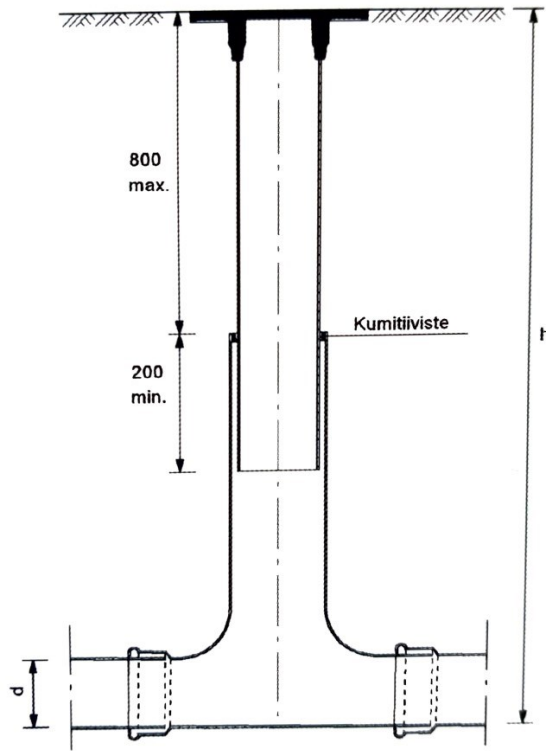
Viemäriverkoston kunnossapitoa ja tarkastustarvetta varten viemäriin sijoitetaan tarkastuskaivoja määrätyn välimatkoin. Jätevesikaivoon vaaditaan kaivon läpi asennettava puhdistettavissa oleva viemäri, tai sen on oltava pohjakourullinen. Suurin sallittu viemäriputken suunnanmuutos on 45°. Kuitenkin kaivon ulkopuolella suunnanmuutokset ovat sallittuja. Yksi puhdistuskaivo tai -putki vaaditaan aina tonttivilmäriin. 20 metrin puhdistusaukkojen etäisyysvaatimus koskee tonttivilmäriin ja katuviemäriin väliä sekä rakennuksen sisäpuolisen ja perusmuurin ulkopuolisen puhdistusaukon etäisyyttä. Muuten puhdistusaukkoja on oltava jätevesivilmäriin 40 metrin välein. (RT 66-10496, 1993.)

Kuvassa 2 on esitetty kaksi muovista tarkastuskaivoa. Vasemmalla täyskorkea tarkastuskaivo ja oikealla teleskooppinousuputkella sekä pudotusputkella varustettu kaivo. Pudotusputkea käytetään, kun kaivoon laskevan viemäriin vesijuoksu on yli 800 mm ylempänä verrattuna lähtevän putken vesijuoksuun. (Rakennustieto 2006, 12.)



Kuva 2. Muoviset tarkastuskaivot (Rakennustieto 2006, 16).

Tarkastusputki (kuva 3) soveltuu käytettäväksi tarkastuskaivon sijaan silloin, kun viemärin halkaisija on alle 300 mm. Putkikoko määräytyy viemäriin mukaan, mutta se ei saa olla alle 160 mm. Teleskooppiosa on yhtä kokoa pystyputkea pienempi. Tavalliset viemäriosat eivät sovellu tarkastusputkikäyttöön. (RT 66-10496, 1993.) 500 mm on tarkastusputken maksimihalkaisija (Rakennustieto 2006, 8).



Kuva 3. Muovinen tarkastusputki teleskooppinousuputkella (Rakennustieto 2006, 17).

Maksimipituus kuvan 3 kaltaiselle teleskooppiosalle on yksi metri. Kuten kuvassa on esitetty, teleskooppiosa on minimissään 200 mm ja maksimissaan 750 mm nousuputken sisällä. (Rakennustieto 2006, 15.)

3.4 Rasvanerotin

Jätevesistä on erotettava kasvi- ja eläinperäiset rasvat. Tiiviskantinen rasvanerotin voi sijaita sisällä tai ulkona, mutta mahdollisimman lähellä rasvaisen jäteveden muodostumispaikkaa. Ulkona olevan erottimen tulpuolelle suositellaan tarkastuskaivoa tai -putkea puhdistamisen helpottamiseksi. Rasvanerotin huoltoväli on oltava säännöllinen, mutta öljynerottimesta poiketen, kokemuspohjaisesti ensimmäisen käyttövuoden aikana määritelty. (RT 103351, 2021.) Rasvaviemäri vaatii tavallisen jätevesiviemärien tapaan viemärien tuuletuksen, mutta on sallittua liittää rasvanerotin liittyvien viemärien tuuletuksen kautta (Ympäristöministeriö 2007, 22).

Kuten kuvassa 4 havaitaan, rasvajäte muodostaa viemäriputken pinnalle kertyessään rasvatukoksen ja sen takia hajuhaittoja. Korvausvastuu on viemäritukoksen aiheuttajalla tukoksen aiheuttaessa kiinteistölle vahinkoja.



Kuva 4. Rasvajäte viemäriputkessa (Helsingin seudun ympäristöpalvelut).

Rasvanerotin (kuva 5) vaaditaan, mikäli grillin tai valmistuskeittiön kuormitus on yli 50 ruoka-annosta päivässä ja jakelukeittiöillä yli 100 ruoka-annoksen päivittäisen käsittelyn rajan ylittyessä. (Ympäristöministeriö 2007, 54.) Valmistuskeittiössä ruoka valmistetaan useimmiten esikäsitellyistä tuotteista, esimerkiksi keskuskeittiöt ovat tällaisia. Jakelukeittiössä ei valmisteta ruokaa vaan esimerkiksi sairaalan osastokeittiön tapaan jaetaan muualta tullut lämmin tai kylmä ruoka. (Finvac 2019, 22.)



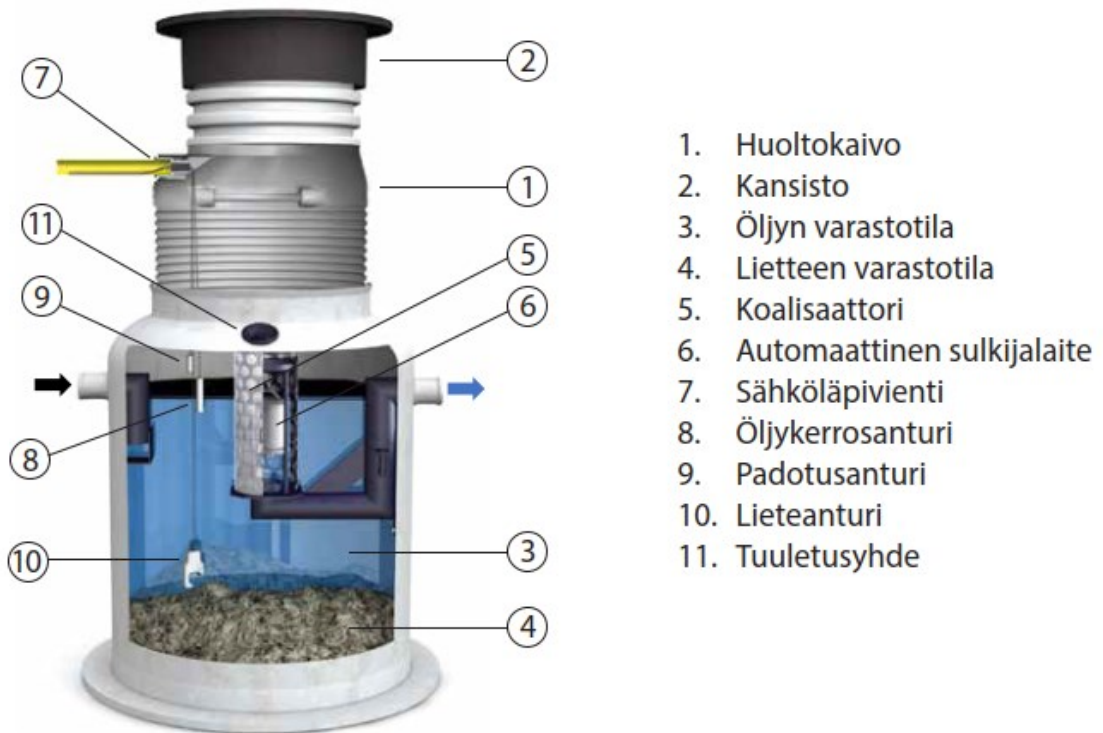
Kuva 5. Rasvanerotin (Talokaivo 2023).

Edellä esitetyn rasvanerotin virtauskapasiteetti on 7 l/s ja lietteenerotimen kapasiteetti on 800 litraa (Talokaivo 2023, 7). Tämän kokoluokan rasvanerotin valitaan ravintolaan, jossa valmistetaan noin 600 aterialla päivässä (RT 103351, 10–11).

3.5 Öljynerotin

Jäte- tai hulevedet, jotka voivat sisältää hiilivetytyypoisia aineita, tarvitsevat öljynerotimen. Nykyään öljynerottimet perustuvat useimmiten painovoimaan: kevyempi neste nousee pintaan erottimelle suunnitellun mitoitusvirtaaman viipymäajassa. Teknologian kehittyessä koalisattorit, jotka erottavat sekoittamattomia nesteitä nesteistä tai nesteitä kaasuvirrasta, ovat tehostaneet öljynerotimien toimintaa.

Öljynerottimet jaetaan kahteen luokkaan hiilivetytitoisuuden perusteella. Kuvassa 6 on ensimmäisen luokan öljynerotin. Se toimii koalisattori-tekniikalla ja hiilivetytitoisuus on 5 mg/dm^3 tai vähemmän. (RT 103351, 2021.) Öljynerottimella on ympäristönsuojelullinen tehtävä, joten sen on oltava käyttövarma. Öljyä ei saa päästä tihkumaan erottimesta maaperään, joten tiiveys on oleellinen ominaisuus. Tavanomainen maksimiasennussyvyys on 2,5 metriä. Tätä syvemmillä asennettaessa erotin vaatii vahvistuksen. (Wavin 2013, 1.1.)



Kuva 6. Ensimmäisen luokan öljynerotin (RT 103351, 2021).

Kohteen mukaan voidaan käyttää erotinjärjestelmää, joka mahdollistaa erottimen ohittamisen maksimivirtaaman ylittävältä osalta virtauksensäätökaivon avulla. Tätä kutsutaan bypass-järjestelmäksi ja se on kustannustehokkaampi ratkaisu, kuin mitoittaa erotin täydelle jätevesivirtaamakapasiteetille. Kyseisen järjestelmän käyttö vaatii kuitenkin, ettei kohteessa ole merkittävää vaaraa öljyvuodolle. Teoria bypass-järjestelmän taustalla on se, että öljyt ja kiintoaines kulkeutuvat erottimeen sateen alussa. (RT 103351, 2021).

Öljynerottimissa on vakiona lietetila, joko erillinen tai erotintilaan liittyvä (RT 103351, 2021). Täyttymisen ilmaiseva hälytin vaaditaan rasvan- ja öljynerottimissa, jos ne sijaitsevat rakennuksessa (Talotekniikkainfo 2023, 33). 50 % täyttöaste on suositeltava hälytystaso (RT 103351, 2021). Tarkastusväli öljynerotusjärjestelmille on kuusi kuukautta (SFS-EN 858-2).

ATEX-luokittelun seurauksena kyseiset erottimet on aina tuuletettava, useimmiten omina minimissään DN 100 -koon tuuletusviemäreinä. Öljynerottimen tuuletus ei saa sijoittua niin, että se aiheuttaa hajuhaittaa esimerkiksi ikkunoiden tai ilmanvaihdon kautta. Tuuletusputken tulee olla vähintään 2,5 metriä maanpinnan yläpuolella. Se voidaan myös johtaa katolle. Öljynerottimen jälkeen vaaditaan aina näytteenottomahdollisuus eli usein näytteenottokaivo. (RT 103351, 2021.) Öljynerottimia ohjaa standardi SFS-EN 858-1 Kevyiden nesteiden erotinjärjestelmät.

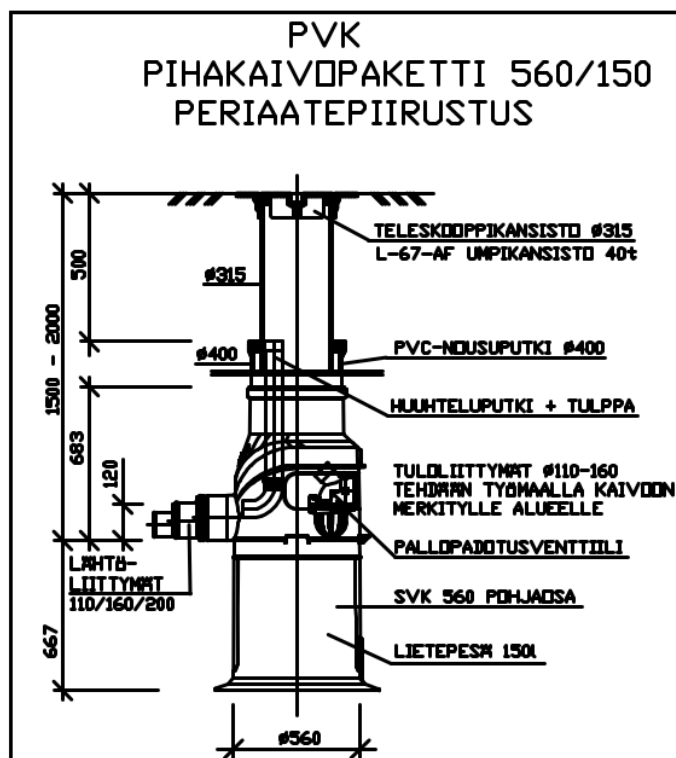
Hiekan- ja öljynerotin saa olla lattiakaivomallinen, mikäli vesivirtaamat ovat pieniä, viemäröinti tapahtuu kunnalliseen viemäriverkostoon, eikä rakennusvalvonta edellytä SFS-EN 858 -standardin erotinta. Esimerkkikohteita tällaisista ovat säilytystilat ja varastot. (RT 103351, 2021.) Öljynerottimien huoltovälit ovat kohteesta ja käyttöasteesta riippuvia. Esimerkiksi autonpesupaikan öljynerottimeen kohdistuu runsaasti kiintoainekuormitusta verrattuna hulevesien käsittelytarpeeseen asennettuun öljynerottimeen. (Wavin 2013, 9.)

3.6 Perusvesikaivo

Perusvesikaivo toimii kokoojakaivona ja useimmiten siihen johdetaan salaojavedet (RT 66-10496, 1993). Johdettaessa rakennuksen perustusten kuivatusvedet hulevesiviemäriin käytetään perusvesikaivoa reittinä: salaojien

kokoojakaivo – perusvesikaivo – sadevedentarkastuskaivo – hulevedenviivytysjärjestelmä tai hulevesiviemäri. LVI-suunnitelmissa erotuskaivojen periaatepiirustukset esitetään asemapiirustuksen yhteydessä kuvassa seitsemän esitetyllä tavalla. (Talotekniikkainfo 2023, 38.)

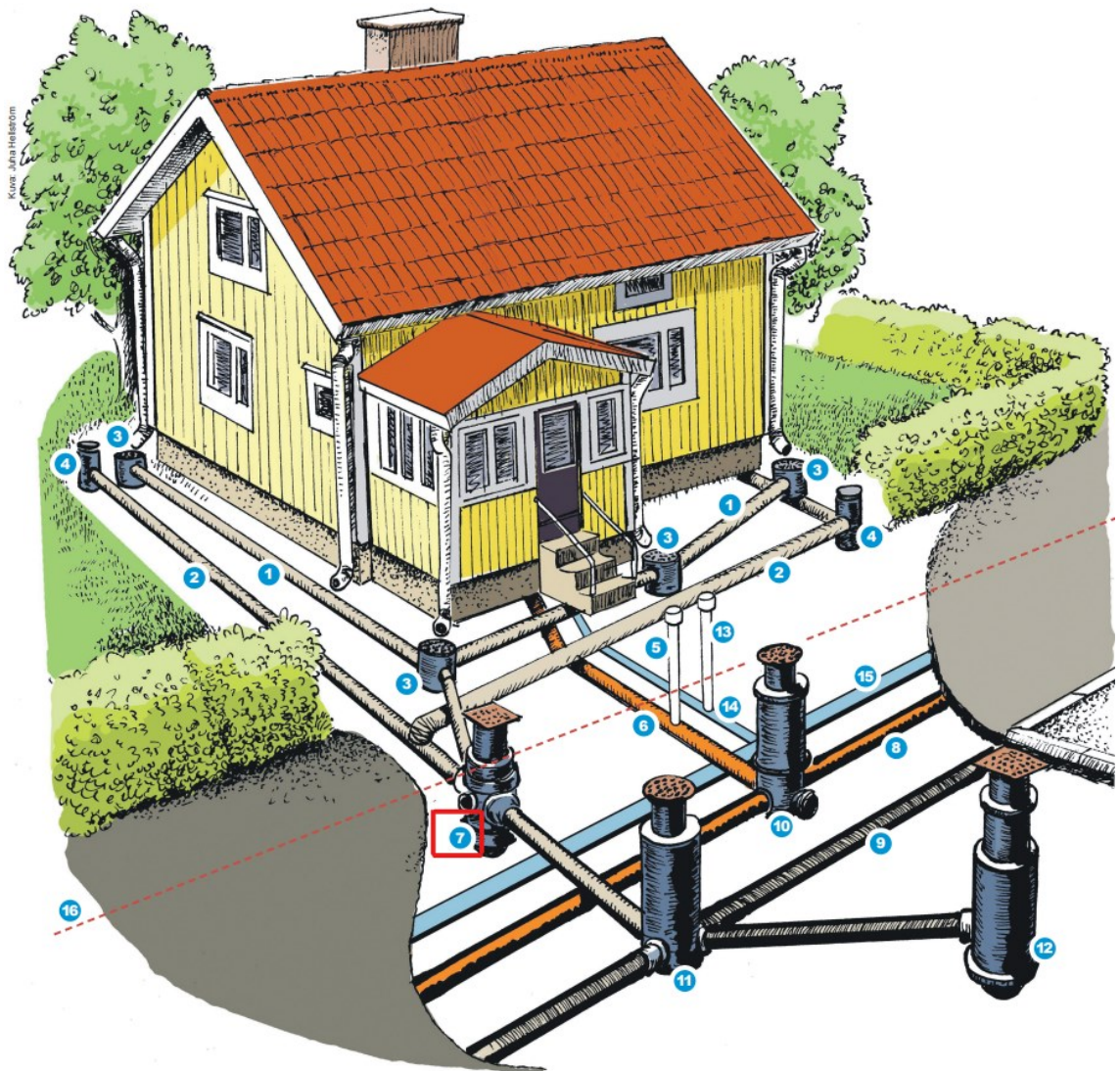
Liitoskorkeudet on tarkistettava huolellisesti mahdollisen padotusventtiilitarpeen takia. Salaojien liitoskorkeuden ollessa yleistä padotuskorkeutta matalammalla, on perusvesikaivo varustettava padotusventtiilillä. (Talotekniikkainfo 2023, 38.) Johdettaessa pintavesiä perusvesikaivoon vaaditaan padotusventtiili (RT 66-10496, 1993). On mahdollista, että esimerkiksi kattokaivoilta tuleva vesi padottaa rakennuksen sisällä rankkasateella. Pumppaamon ollessa tarpeen voidaan perusvesikaivo korvata sillä. (Talotekniikkainfo 2023, 38.) Kuvan 7 perusteella voidaan todeta, että referenssikohteena olevaan teollisuushalliin on valittu perusvesikaivo, joka on varustettu pallopadotusventtiilillä.



Kuva 7. Referenssikohteen perusvesikaivon periaatepiirustus.

Salaojat voidaan koota yhteen sadevedentarkastuskaivoon ennen perusvesikaivoa. Näin tarvitaan vain yksi padotusventtiilillinen kaivo. (RT 66-10496, 1993.)

Kuvassa 8 on havainnollistettu omakotitalon erillisviemärointi ja erotuskaivojen käyttö. Jätevesiviemäriä on korostettu oranssilla ja hulevesiviemäri mustalla.



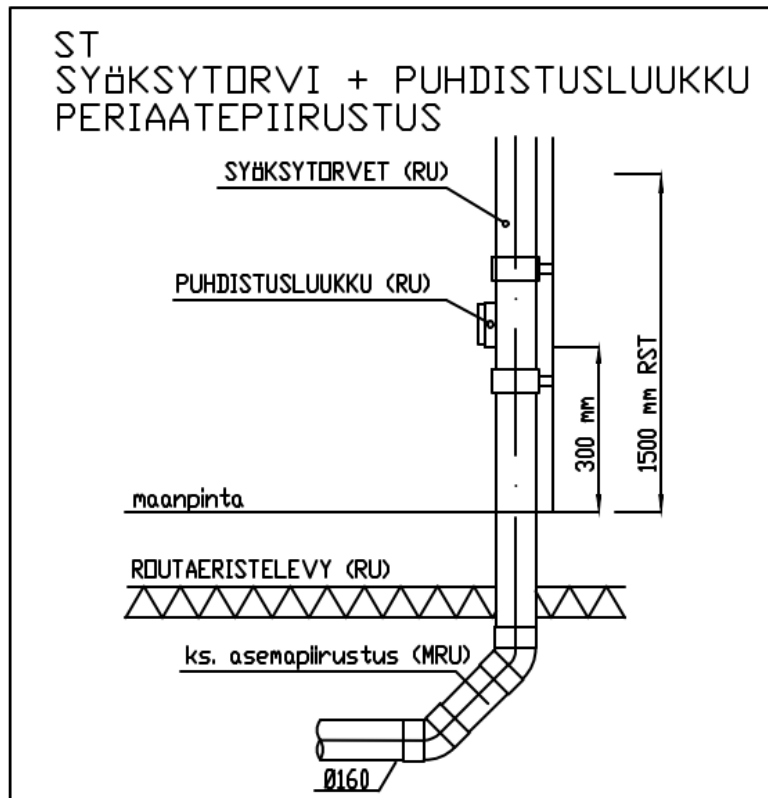
Kuva 8. Erillisviemärointi (Riihimäen vesi 2012).

Alhaalla etualalla on punaisella korostettu numero seitsemän, joka on perusvesikaivo. Muut kaivot ovat 1. sadevesiviemäri, 2. salaoja, 3. rännikaivo, 4. salaojakaivo, 5. tuuletusputki, 6. tonttiviemäri, 7. perusvesikaivo, 8. viemärin runkojohto, 9. sadevesirunkojohto, 10. tonttiviemäriin liitoskaivo runkoviemärissä, 11. tonttisadevesiviemäriin liitokaivo runkosadevesiviemärissä, 12. sadevesiritiläkaivo, 13. tonttivesijohdon venttiili, 14. tonttivesijohto, 15. runkovesijohto ja 16. tonttiraja. (Riihimäen vesi 2012.)

3.7 Rännikaivo

Kattovedet johdetaan rännikaivosta hulevesiviemäriin. Kosteusteknisen toimivuuden asetus määrää, ettei missään tapauksessa mitään pintavesiä saa purkaa salaojiin. Tällä varmistetaan rakennusten perustusten kuivana pysyminen. (Talotekniikkainfo 2023, 38.)

Kuvan 9 syöksytorven periaatepiirustuksessa esitetään, että kohteeseen ei haluta näkyvää rännikaivoa vaan kattosadevedet ohjataan suoraan maan alle sadevesiviemäriin. Tässä tapauksessa syöksytorvi on varustettava puhdistusluukulla.



Kuva 9. Referenssikohteen ST-periaatepiirustus.

Suunnittelija päättää tapauskohtaisesti, onko saattolämmitykselle tarvetta jäätymisen ehkäisemiseksi. Asennussyvyys vaikuttaa olennaisesti sulanapidon tarpeeseen.

4 Erottimet suunnittelussa

Viemäriveresien hallinnassa käytettäviä erottimia ovat hiekan-, öljyn-, rasvan- ja amalgaamierotin. Erottimien sijoittelussa on huomioitava niiden puhdistuksen ja huollon vaatima tila sekä terveydelliset ja hygieeniset vaatimukset, kuten hajuhaitta (Talotekniikkainfo 2023, 34.) Jos mahdollista, sijaintikohdan lähelle suositellaan suunniteltavaksi vesipiste erottimen huoltoa ja mahdollista täyttötarvetta varten. (RT 103351, 2021.)

Taulukossa 2 on esitetty kiinteistöjen viemäriverkostoissa käytettävien erottimien valintaperusteet. Vaadittaessa sekä hiekan- että öljynerotinta suunnittelija valitsee erottimen, johon on integroitu molemmat erotustarpeet.

Taulukko 2. Erottimien valintaperusteet (Ympäristöministeriö 2007, 54).

Kohde	Erotin		
	Hiekka/ liete	Öljy	Rasva
A Auto- ja moottorikorjaamo	X	X	
Auton pesupaikka	X	X	
Autosuoja lattiakaivolla (A > 40 m ²)	X	X	
Mittarikenttä, öljysäiliökenttä tms	X	X	
B Konehuone, raskasöljylaitoksen kattilahuone		X	
Maalaamo		X	
Ruiskumaalaushuone		X	
C Valmistuskeittiö (yli 50 annosta/d), grilli,			X
Jakelukeittiö (yli 100 annosta/d)			X
D Teurastamo, lihajalostamo tms.			X
			X
E Muut laitokset, esim. teollisuus, pesula, sairaala, laboratorio, palavien nesteiden varasto, pysäköintialue			

Erottimien huoltaminen ja tyhjentäminen on suunniteltava niin, että ne ovat toteutettavissa helposti ja haittaa aiheuttamatta. Viemärin laskiessa erotuskaivolta eteenpäin on viemäriputkessa oltava näytteenottoaivo tai -putki. (Talotekniikkainfo 2023, 33.) Laitteisto on oltava toimintavarma ja kestää koko suunniteltu käyttöikä tiiviinä (Ympäristöministeriö 2007, 24). Erottimien teknisistä tiedoista on esitettävä LVI-suunnitelmassa malli, periaatepiirustus, sijainti asemapiirustuksessa, kannen kuormituksenkestotarve, huoltoreitti, korkotiedot, mahdollinen ankkurointi- tai routaeristystarve, luokka, mitoitus ja siitä saatu nimelliskoko ja hälytintöiminto. (RT103351, 2021.)

4.1 Rasvanerotinmitoitus

Rasvanerotinmitoitukseen (kaava 1) vaikuttavat käsiteltävän jäteveden laatu ja määrä. (Ympäristöministeriö 2007,24). Eurostandardin EN 1825-2 mukaan rasvanerotinta on käytettävä, mikäli jätevedet sisältävät haitallisissa määrin rasvaa tai öljyjä. Suomessa rasvanerotintarve on määritetty, aiemmin mainittujen, valmistettävien annosmäärien mukaan (Ympäristöministeriö 2007,54.)

Rasvanerotinmitoitus, NS [dm^3/s] lasketaan kaavalla 1 (Ympäristöministeriö 2007, 56).

$$NS = Q_s \times f_t \times f_a \times f_f$$

Kaava 1. Rasvanerotinmitoitus.

jossa

Q_s = jäteveden mitoitusvirtaama [dm^3/s]

f_t = jäteveden lämpötilakerroin

$f_t = 1$, jäteveden lämpötila $\leq 60^\circ\text{C}$

$f_t = 1,3$, jäteveden lämpötila $> 60^\circ\text{C}$

f_d = rasvan tiheyskerroin

$f_d = 1$, keittiöt, teurastamot tms.

f_f = haittakerroin

$f_f = 1,3$, jos kohteessa käytetään pesu- tai huuhteluaineita

$f_f = 1$ muuten

$f_f = 1,5$ korkean hygieniatason laitoksissa, esimerkiksi sairaaloissa

Jäteveden mitoitusvirtaama, Q_s [dm^3/s] lasketaan kaavalla 2 (Ympäristöministeriö 2007, 57).

$$Q_s = \frac{V \times F}{3600 \times t}$$

Kaava 2. Jäteveden mitoitusvirtaama.

jossa

V = keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä [dm^3]

F = huippuvirtaamakerroin

t = päivittäinen käyttöaika [h]

Taulukosta 3 voidaan katsoa mitoitukseen tarvittavat arvot keittiötyypin mukaan. Vaihtoehtoisesti keskimääräinen jätevesimäärä päivää kohden voidaan katsoa vesilaskun perusteella.

Taulukko 3. Jätevesimäärä ja huippuvirtaamakerroin eri keittiöissä (RT 103351, 2021).

Keittiö	Jätevesimäärä/ateria, V_m dm ³ /kpl	Huippuvirtaama-kerroin F
Hotelli	100	5
Ravintola	50	8,5
Sairaala	20	13
Valmistuskeittiö	10	22
Tehtaan tai toimiston ruokala	5	20

Keittiöiden päivittäinen toiminta-aika ei välttämättä ole LVIA-suunnittelijalle tuttu, joten taulukosta 4 saa suuntaa antavaa ohjeistusta päivittäisen käyttöajan arvioimiseen

Taulukko 4. Keittiöiden esimerkkitoiminta-aikoja (LVI 06-10304, 2000, 11).

Toimiala	Keittiötyyppi	Pinta-ala m ²	Toiminta-aika
Koulu	Kuumennuskeittiö	60	Arkisin 07:00...15:00
Henkilöstöravintola	Valmistuskeittiö	110	Arkisin 07:00...15:00
Ravintola	Valmistuskeittiö	50	08:00...24:00
Varuskunta	Valmistuskeittiö	250	05:00...22:00

Arvioitaessa, että jätevesi on yli +60°C, on varmistettava valittavan erottimen lämpötilankesto. Suunnitteluvaiheessa on myös tarkastettava putkiston puhdistustapa. Mikäli höyryä käytetään puhdistuksessa, on putkimateriaalin

oltava lämmönkestävää, esimerkiksi haponkestävää terästä. Sijoittamisen yhteydessä rasvanerotin varustetaan imutyhjennysputkella, mikäli miehistöluukun kautta tyhjentäminen ei onnistu. Erottimen sijaitessa rakennuksen sisällä, lattiatason päällä, vaatimuksina on sekä kylmä että kuuma käyttövesi, lattiakaivo ja riittävä ilmanvaihto. Erillistä tuuletusviemäriä ei lähtökohtaisesti tarvita. Mikäli rasvaviemäri on tuuletettu alipaineventtiilillä, rasvanerotuskaivo vaatii oman tuuletusviemärin. (RT 103351, 2021.) Rasvanerottimessa on oltava täyttymisen ilmaiseva hälytys sekä padotushälytys (YTM 1047/2017). Rasvanerottimen täyttymisen hälytys on kytkettävä taloautomaatioon, mikäli mahdollista. Sähkövedoille vaaditaan suojausputki. (RT 103351, 2021.)

Suomen rakentamismääräyskokoelma määrää vesilaitteistoissa käytettävien materiaalien osalta, että niiden on oltava käyttötarkoitukseen sopivia ja laatuvarmistettuja (2007, 7). Rasvaviemärimateriaalina käytetään haponkestävää terästä rasvanerottimelle asti. Lisäksi on huomioitava, että tiivisteet ja erotuskaivot kestävät jäteveden lämpötilan. (Tampereen tilapalvelut 2023, 20.)

4.2 Öljynerottimen mitoitus

Öljynerottimet luokitellaan kahteen luokkaan. Ensimmäisen luokan öljynerotin on yleensä koalisoiva erotin. Siitä virtaavan jäteveden hiilivetyypitoisuus on enintään 5 mg/dm³. Toisen luokan öljynerotin on gravitaatioerotin ja siitä virtaavan jäteveden hiilivetyypitoisuus on maksimissaan 100 mg/dm³. Lietetila on kooltaan vähintään 10 kertaa NS-virtaama [dm³]. Tarkat valintaperusteet voi tarkastaa ympäristöministeriön kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen määräys ja ohje kokoelmasta D1 liitteestä 6, erottimien valinta ja mitoitusperusteet.

Öljynerottimen nimellisvirtaama, NS [dm³/s] lasketaan kaavalla 3 (Ympäristöministeriö 2007, 55).

$$NS = Q_s \times f_d \times f_x$$

Kaava 3. Öljynerottimen nimellisvirtaama.

jossa

Q_s = jäteveden mitoitusvirtaama [dm³/s]

f_d = öljyn tiheyskerroin (taulukko 5)

f_x = haittakerroin

$f_x = 2$ jätevesille

$f_x = 1$ sadevesille

Öljynerottimelle tuleva jäteveden mitoitusvirtaama, Q_s , lasketaan siihen liittyvien vesipisteiden ja -laitteiden yhteisvirtaamasta. (Ympäristöministeriö 2007, 55). Sadeveden mitoitusvirtaaman laskeminen on esitetty tässä insinööriyössä luvussa 4.3.2.

Taulukko 5. Öljyn tiheyskerroimet (Ympäristöministeriö 2007, 55).

Erotinjärjestelmä	Tiheyskerroin F_d kevyen nesteen eri tiheyksillä ρ (g/cm ³)		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,9$	$0,9 < \rho \leq 0,95$
S II P	1	2	3
S I P	1 ^a	1,5 ^a	2 ^a
S II I P	1 ^a	1 ^b	1 ^b

^a Luokan I painovoimakäyttöisille erottimille käytetään luokan II kerrointa f_d

^b Luokan I ja II erottimille, kun käytetään yhdessä peräkkäin

LVIA-suunnittelijan kannattaa varmistaa pientaloja suunnitellessa aina kunta- tai kaupunkikohtaisesti öljynerottimen tarve autotallissa (RT 103351, 2021). LVIA-suunnittelijan tehtäviin kuuluu selvittää, onko tarvetta öljynerottimen automaattiselle sulkijalaitteelle. Mikäli sulkijalaitteen tarpeeseen päädytään, tulee se merkitä joko $0,85 \text{ g/cm}^3$, $0,92 \text{ g/cm}^3$ tai $0,95 \text{ g/cm}^3$ tiheydelle erotettavan nesteen mukaan. Padotusanturin tarve on myös huomioitava. Bypass-järjestelmä suunnitellaan yhdessä geosuunnittelijan kanssa, jotta varmistutaan sateen alkuvaiheen vesien päätyvän erottimeen, eikä ohivirtaukseen. (RT 103351, 2021).

4.3 Hulevedet

Hulevesien hallintaan kiinnitetään vuosi vuodelta enemmän huomiota. Esimerkiksi Turussa, jos hulevedet menevät jätevesiviemäriin ne päätyvät kuormittamaan Itämerä. Ilmastonmuutoksen vuoksi sademäärät kasvavat mitoitusvarmuuksia korkeammalle tasolle, ja tällöin vettä on päästettävä pois verkostoista teknisten ylivuotojen avulla. Tämä aiheuttaa haittaa ympäristölle. Ylivuotoja torjutaan mm. erillisviemäriverkostoa kasvattamalla ja neuvonnalla. Viemäriverkoston heikko tekninen kunto aiheuttaa sen, että viemärit päästävät läpi maaperästä valuvia jätevesiä. Toisena kuormittavana tekijänä on vesihuollon asiakkaiden jätevesiviemäriin johtamat hulevedet. (Öström 2016.)

Uudisrakennuksilta vaaditaan hulevesiselvitys ja ensisijaisesti hulevedet on viivytettävä ja imeytettävä kiinteistöllä (Talotekniikkainfo 2023, 35). Vanhojen kiinteistöjen päivittämättömät tekniset ratkaisut edesauttavat hulevesien päätymistä jätevesiverkostoon (Öström, 2016). Vuoden 2017 rakennetun omaisuuden tila-arvion eli ROTI-arvion mukaan 0,5–1 % vesi- ja viemäriverkostojen pääoma-arvosta käytetään korjausinvestointeihin. Arvioiden

mukaan riittävä määrä olisi kolminkertainen, kun se suhteutetaan verkostopituuteen ja pääoma-arvoon. (RIL 2017, 34.)

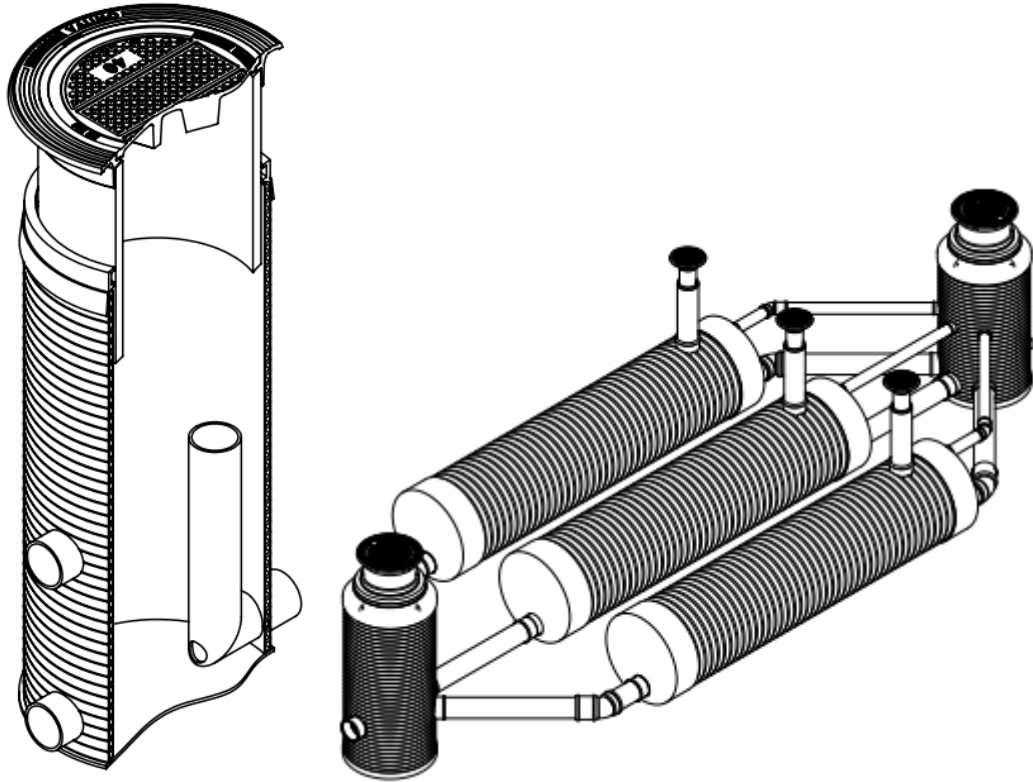
Hulevedet kasvattavat jätevesien seassa vedenpuhdistamoiden puhdistettavan veden määrää. Sade- ja sulamisvedet laimentavat verkoston vettä, jonka seurauksena jäteveden biologinen puhdistusprosessi ei toimi optimaalisesti. Viemäritulvan sattuessa kaikkien kiinteistöjen padotussuojaukset eivät ole määräysten mukaisia, joten riski kiinteistön vaurioille on ilmeinen. (Öström, 2016.) Hulevesien hallinnan onkin linjattu kuuluvan valtion ja kuntien lisäksi yksityisille toimijoille ja kuntalaisille (Hulevesiopas 2012).

4.3.1 Hulevesiviivytysjärjestelmät

Hulevesijärjestelmän rakentamiseen pätevät samat ohjeistukset, kuin jäte-, sade- ja salaojakaivojen rakentamiseen, putkiluokkien, asennusetäisyyksien, kaltevuus- ja korkeuspoikkeamien sekä asennusalustan suhteen. Muovinen hulevesiviemäriputki on PEH-putkea (polyethylene high density) pois lukien raideliikenteen alla kulkeva putkisto. Mikäli hulevesiputken pää jää avoimeksi, esimerkiksi purku avo-ojaan, on putken pää verhottava ritilällä, jossa on enintään 150 mm leveät aukot. (Rakennustieto 2006, 26–42.)

Hulevesien käsittelyssä on mahdollista käyttää useita eri menetelmiä kulloinkin vallitsevien olosuhteiden mukaan. Ensisijaisesti hulevedet on nykyään hallittava asemakaava-alueella kiinteistön tontilla. Hulevesien välitön käsittely estää ongelman kertaantumisen ja lisäksi se on taloudellisesti kannattavampaa, kuin vesien poisjohtaminen. Suunnitelmallinen hulevesihallinta on lakiperusteista tiiviisti rakennetuilla alueilla maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) toimesta. (Suomen ympäristökeskus 2022.) Hulevesiä voidaan hallita kuvan 10 ja 11 esimerkkinä olevien tehdasvalmisteisten rakenteiden lisäksi sadevettä

läpäisevillä maamassoilla, maaston muodoilla, kuten ojilla, painanteilla, uomilla, pihan vesiaiheilla sekä kanaaleilla ja kasvillisuudella (RT 103006, 2018).



Kuva 10. Virtauksensäätökaivo ja viivytysputkisto (Talokaivo 2023).

Muita viivytysjärjestelmiä ovat hulevesikasetit, hulevesitunnelit ja viivytyssäiliöt (Talokaivo 2023). Uponorin kaksi erilaista hulevesitunnelia esitetään kuvassa 11.



Kuva 11. Hulevesitunnelit (Uponor 2023).

Hulevesi ei saa päästä virtaamaan rakennuksen suuntaan ja salaojien on sijaittava huleveden vesijuoksun yläpinnan yläpuolella kokonaisuudessaan. (RT 103006, 2018.) Tehdasvalmisteiset hulevesiviivytysratkaisut on aina varusteltava tarkastus- ja puhdistusyhteillä (Talotekniikkainfo 2023, 35.4).

4.3.2 Hulevesien viivytystarpeen mitoitusperusteet

Suomen Kuntaliiton Hulevesiopas toimii suunnitteluoppaana taajamien hulevesisuunnittelussa. Muissa tapauksissa käytettävä ohjeistus löytyy

liikenneviraston Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnitteluoppaasta. (RT 103636, 2023.) Useimmilla kaupungeilla on ohjeistuksena Hule100-ohjeistus. Tämä tarkoittaa, että jokaista kiinteistön 100 neliön läpäisemätöntä pintaa kohden on viivytettävä yksi kuutio hulevettä, mikäli asemakaavassa ei muuta määrätä. (Vantaan kaupunki 2014, 21 & 24.) Toinen tapa laskea viivytystarvetta on käyttää vähintään 10 minuutin ajalle laskettua mitoitussadetta ($0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$).

Mitoitusvesimäärä lasketaan kaavalla 4 (Ympäristöministeriö 2007, 59).

$$V = \frac{Q \times t}{1000}$$

Kaava 4. Mitoitusvesimäärä

jossa

V = mitoitusvesimäärä [m^3]

Q = sadeveden mitoitusvirtaama [dm^3/s]

t = mitoitussateen kesto aika [s]

Näistä ohjeista on mahdollista poiketa tarkat laskelmat esittämällä. Suunnittelun tavoitteena on, ettei tavanomaisilla sateilla kiinteistöjen alueelta poistu hulevesiä. Useimmiten rakennuslupahakemuksen liitteenä on esitettävä hulevesisuunnitelma. Hulevesisuunnitelman sisältämän informaation voi kuitenkin esittää myös asemapiirustuksessa. (Vantaan kaupunki 2014, 21 & 24.)

Sadeveden mitoitusvirtaama lasketaan kaavalla 5 (Ympäristöministeriö 2007, 59).

$$Q = q_s(k_1 \times A + k_2 \times A + \dots + k_n \times A_n)$$

Kaava 5. Sadeveden mitoitusvirtaama.

jossa

Q = sadeveden mitoitusvirtaama [dm^3/s]

q_s = mitoitussade [$\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$]

k_n = valumiskerroin

$k = 1,0$, läpäisemättömillä pinnoilla, kuten katot ja
asfaltti

$k = 0,7$, sorapäälysteisillä pinnoilla

$k = 0,3$, päällystämättömillä pinnoilla ja nurmikolla

A_n = valuma-alueen vaakasuora pinta-ala [m^2]

Mitoitussateena, q_s , käytetään tavanomaisesti $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Kaupunkikohtaisesti rakennusvalvontaviranomaisen päätöksellä voidaan kuitenkin käyttää mitoitussadetta, q_s , $0,010\text{--}0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. (Ympäristöministeriö 2007, 59.)

Saadun sadevedenmitoitusvirtaaman mukaan katsotaan liitteenä 1 olevasta taulukosta sadevesiviemäriin koko ja asennuskaltevuus [%] viemärimateriaalin mukaan. Esimerkiksi 10‰:n kaato tarkoittaa yhden senttimetrin laskua, viemäriputken asennuskorossa, virtaussuuntaan metrin matkalla. (Ympäristöministeriö, 2007.) Hulevesiviemäriin kaadon tulee olla vähintään 10‰ ja ohjeellinen virtausnopeus putkessa on alle 5 m/s. (Kuntaliitto 2012, 212).

Mitoitusperusteina on todennäköisyyksien mukaan lasketut sade- ja sulamisvesien hulevesivirtaamat. Hulevesijärjestelmien mitoitus perustuu hetkelliseen virtaamaan eli sateen määrään. Hulevesien käsittelyn ja varastoinnin peruste on hulevesien tilavuus.

Hulevesisäiliön tilavuus lasketaan kaavalla 6 (Tekniikan taulukkokirja 2013, 23).

$$V = a \times b \times c$$

Kaava 6. Hulevesisäiliön tilavuus.

jossa

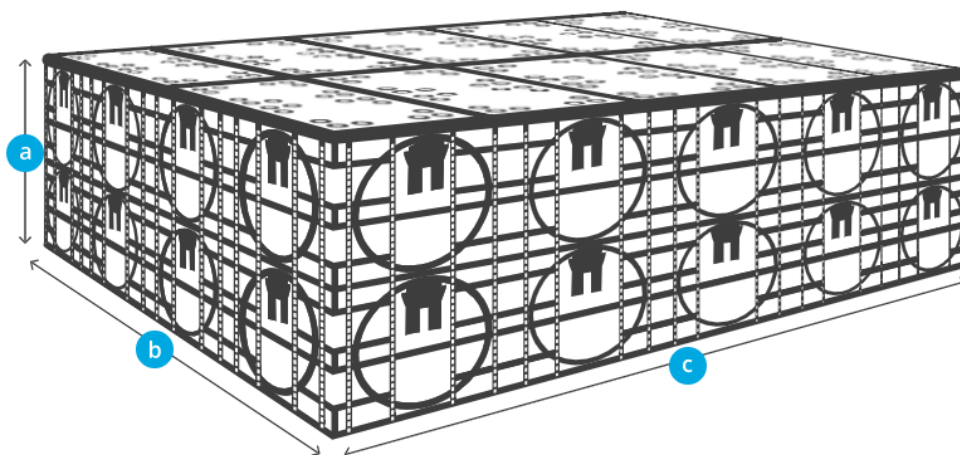
V = säiliön tilavuus [m^3]

a = säiliön korkeus [m]

b = säiliön leveys [m]

c = säiliön pituus [m]

Kuvassa 12 on esitetty hulevesisäiliön sivut: korkeus, leveys ja pituus.



Kuva 12. Suorakulmaisen särmion tilavuuden laskeminen (Wavin 2023).

Hulevesisäiliön tilavuus [dm³] lasketaan kaavalla 7 (Tekniikan taulukkokirja 2013, 23).

$$V = l \times \pi \times r^2$$

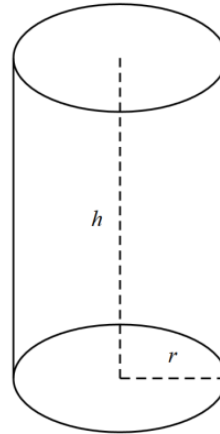
Kaava 7. Hulevesisäiliön tilavuus.

jossa

V = säiliön tilavuus [m³]

l = säiliön pituus [m]

r = säiliön säde [m]



Padotusputkeksi sanotaan viivytysjärjestelmän supistusosaa. Padotusputken virtaama, q [dm³/s], lasketaan kaavalla 8 (Momentti 1 1999, 326).

$$q = k \times \sqrt{2 \times g \times h} \times \pi \times r^2$$

Kaava 8. Padotusputken virtaama.

jossa

q = tilavuusvirta [dm³/s]

k = kuroutumiskerroin [pyöreälle reiälle $k=0,63$]

g = putoamiskiikkyvyys [9,81 m/s²]

h = nestepinnan korkeus hulevesirakenteessa [m]

r = supistusosan säde [m]

Kaavasta 8 saadaan johdettua padotusputken säteen laskukaava, kaava 9 (Momentti 1 1999, 326).

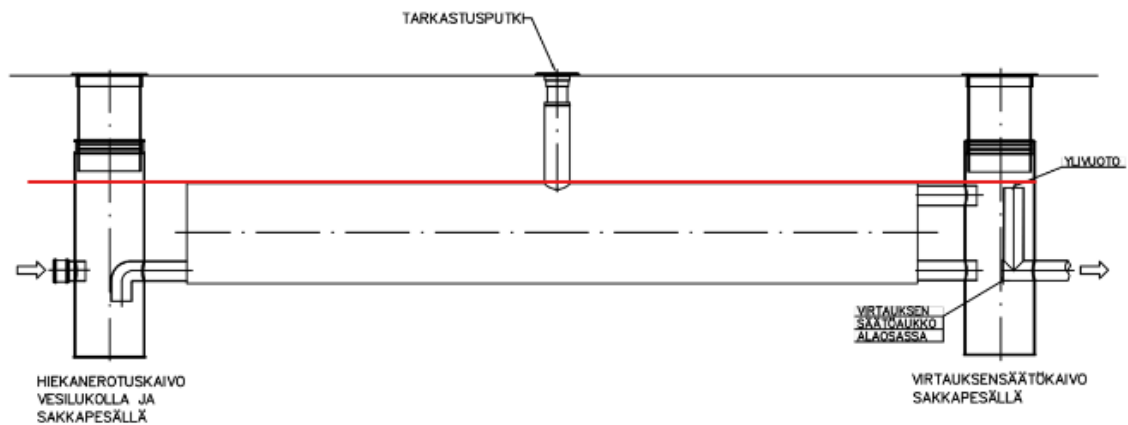
$$r = \sqrt{\frac{q}{k * \sqrt{2 * g * h * \pi}}}$$

Kaava 9. Padotusputken säde.

Padotusputken halkaisija, d [m], saadaan kertomalla säde, r [m], kahdella. Padotusputken kooksi valitaan tyypillisesti yhtä kokoa pienempi putki, mitä laskentakaavan tulos on.

Hulevesijärjestelmä tarvitsee lisäksi padotusventtiilin, joka estää hulevesien virtauksen rakennuksen suuntaan. Ellei vesilaitos ilmoita padotuskorkeutta pidetään yleisenä ohjeena kadun pinta + 100 mm tonttviemäriin liitoskohdasta. Tämän lisäksi ylivuotoratkaisu on suositeltavaa huomioida hulevesisuunnittelussa. (Talotekniikkainfo 2023, 35.1.)

Kuva 13 havainnollistaa hyvin, että on kannattavaa laskea punaisella merkityn ylivuotorajan alapuolisten rakenteiden tilavuudet. Koko verkoston kaivojen ja putkien tilavuudet vähentävät esimerkiksi hulevesikasetin tilavuustarvetta. Ennen ja jälkeen viivytyjärjestelmän on oltava sadevesikaivot. Ennen viivytystä on virtauksen jako- ja hiekanerotuskaivo ja viivytyksen jälkeen virtauksensäätökaivo padotusventtiilillä. (Talotekniikkainfo 2023, 35.7.)



Kuva 13. Hulevesijärjestelmän periaatekuva (Talotekniikkainfo 2023, 35.7).

Mainittakoon, että laajan alueen hulevesisuunnitelmaa tehdessä voidaan huomioida huleveden virtausnopeuden hidastuminen, laskemalla hidastumiskerroin maaston kaltevuuden avulla. Hidastumiskerroin huomioidaan kertomalla se mitoitusvirtaamalla.

Kiinteistön alueelta kaupungin hulevesiverkoston purkautuva sallittu maksimihulevesivirtaama arvioidaan yleistetyesti alueen luonnontilaiset valuntakertoimet ja mitoitusade $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ huomioiden. Rakentamisen jälkeen kiinteistön alueelta saa poistua kaupungin hulevesiverkoston vastaava virtaama. Näiden vesimäärien erotus on viivytettävän vesimassan määrä. Tiedon maksimivirtaaman suuruudesta kaupungin hulevesiverkoston päin saa rakennusluvan yhteydessä. (Vantaan kaupunki 2014, 44.)

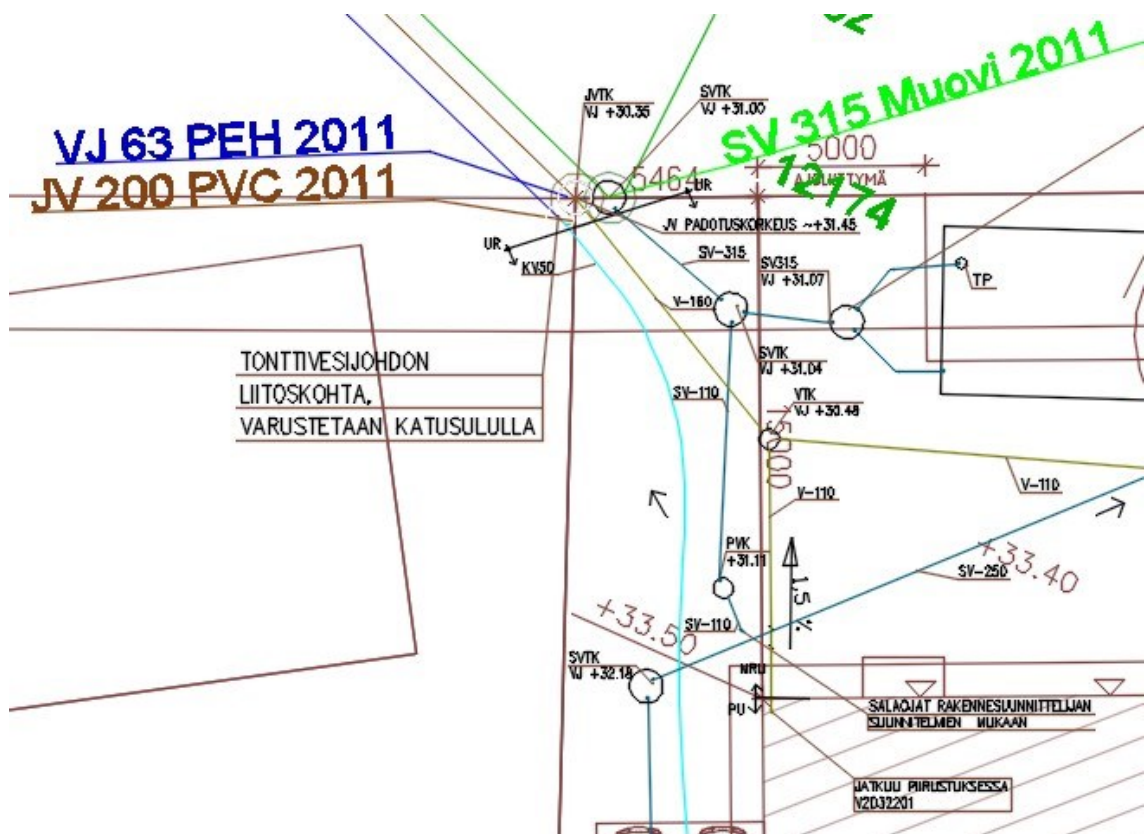
4.4 Referenssikohde

LVIA-suunnitelmissa esitetään laajasti erilaista tekniikkaa, joten vakiodut esitystavat ovat olennaisia, jotta suunnitelmat tulevat ymmärretyksi yhtenevästi Hangosta Ivaloon. Referenssikohdeena on tuhatneliöinen teollisuushalli Varsinais-Suomesta. Rasvanerotinta lukuun ottamatta tässä opinnäytetyössä

käsitellyt erotuskaivot ja erottimet tulevat hyvin esille. Viemärin putkikoko ei saa pienentyä virtaussuunnassa (Ympäristöministeriö 2007, 23).

4.4.1 Asemapiirustus

Turun vesilaitoksen Anders Öström listasi yleisimmät virheet, joiden vuoksi LVI-asemakuvat menevät uusiksi: liitoskorkeudet puuttuvat, runkolinjat eivät ole näkyvissä suunnitelmissa, on esitetty liikaa liitoksia, yleisesti epäselvät suunnitelmat, risteävien linjojen huomioimatta jättäminen sekä liitospaikkojen ja -kokojen virheet.



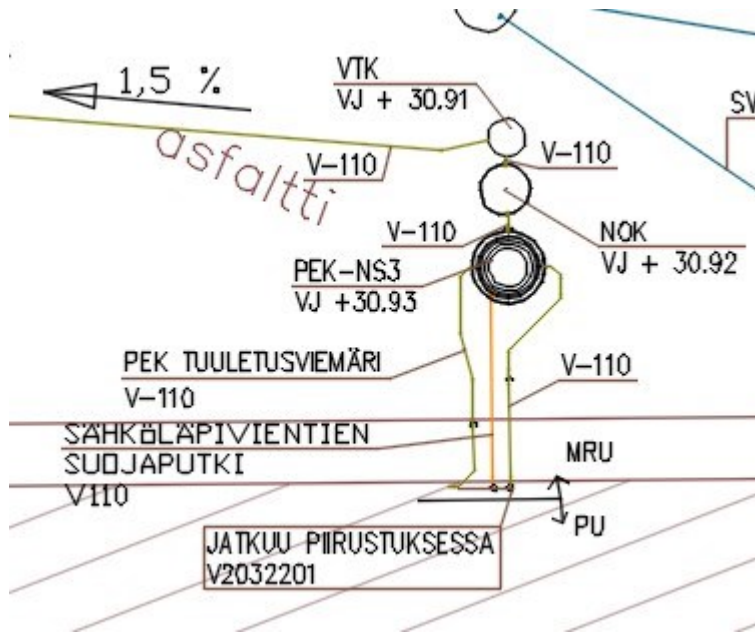
Kuva 14. Referenssikohteen liittyminen kaupungin verkostoon.

Rakennuksen kuivausvesien suunnittelu ei yleensä kuulu LVIA-suunnittelijalle, vaan sen tekee rakenne- tai geosuunnittelija. Salaojavedet kuitenkin ohjataan useimmiten hulevesiverkoston, joten LVI-suunnitelmissa esitetään salaojaputken pää ja sen johtaminen perusvesikaivoon ja siitä eteenpäin kuvan 14 mukaisesti (RT 103006, 2018). Tekstikentillä viitataan suunnitelmaan, josta löytyy kyseisen verkoston jatkosuunnitelma.

Taulukko 6. Jätevesiviettoviemärin sallitut poikkeamat LVI-suunnitelmasta (Rakennustieto 2006, 21).

Suunnitelmassa esitetty kaltevuus [‰]	Poikkeama kaivojen välillä maksimissaan [‰]	Poikkeama korkeudessa maksimissaan [mm]
>5	1,5	50
3–5	1	30
<3	1	20

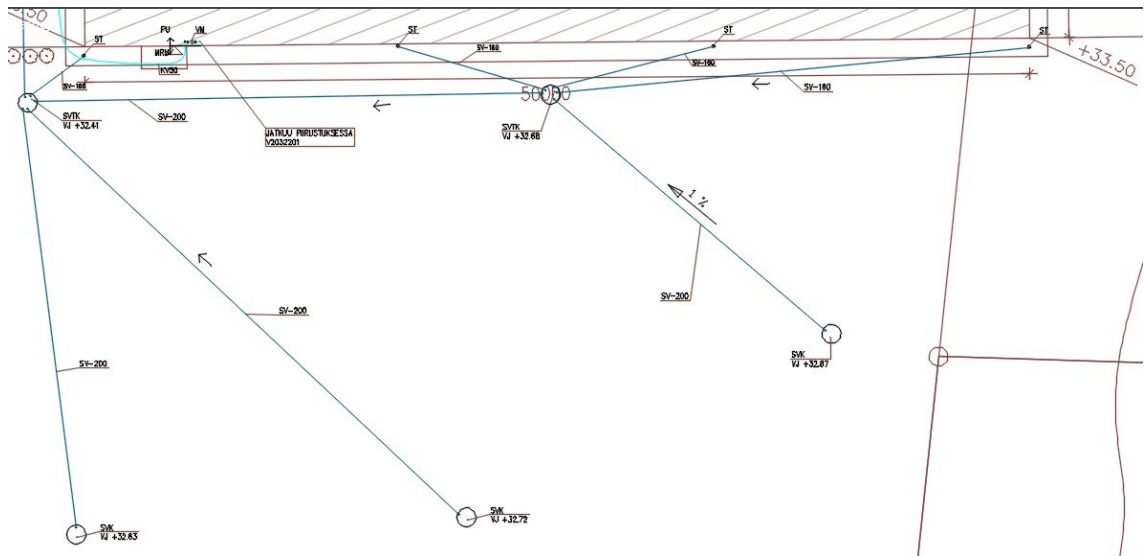
Jätevesikaivoon tuleva putki ei saa milloinkaan olla ylempänä, kuin siitä lähtevä putki (Rakennustieto 2006, 21). Kuvassa 15 esitetään öljynerottimen ja erotuskaivojen asennuskorot.



Kuva 15. Referenssikohteen öljynerottimen esittäminen asemapiirustuksessa.

Jätevesiviettoviemäreissä ajoneuvojen käyttämillä alueilla käytetään SN8 jäykkyysluokan viemäriputkia. Pienemmän rasituksen alueella, jossa ei ole ajoneuvoliikennettä, viemäriputket voidaan perustaa suoraan kivettömään maahan. Asennusalustan tiivistys vaaditaan muissa tapauksissa. Ahtailla alueilla tulee huomioida, että viemäriputkien välinen etäisyys on 300 mm ulkopinnasta mitattuna. Tästä voidaan kuitenkin poiketa, mikäli se on suunnitelmissa esitetty niin ja on täten rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä asennustapa. 100 mm:n etäisyys koskee risteävää tekniikkaa, kaivoja ja pystysuoraa vapaata etäisyyttä. (Rakennustieto 2006, 8–10.)

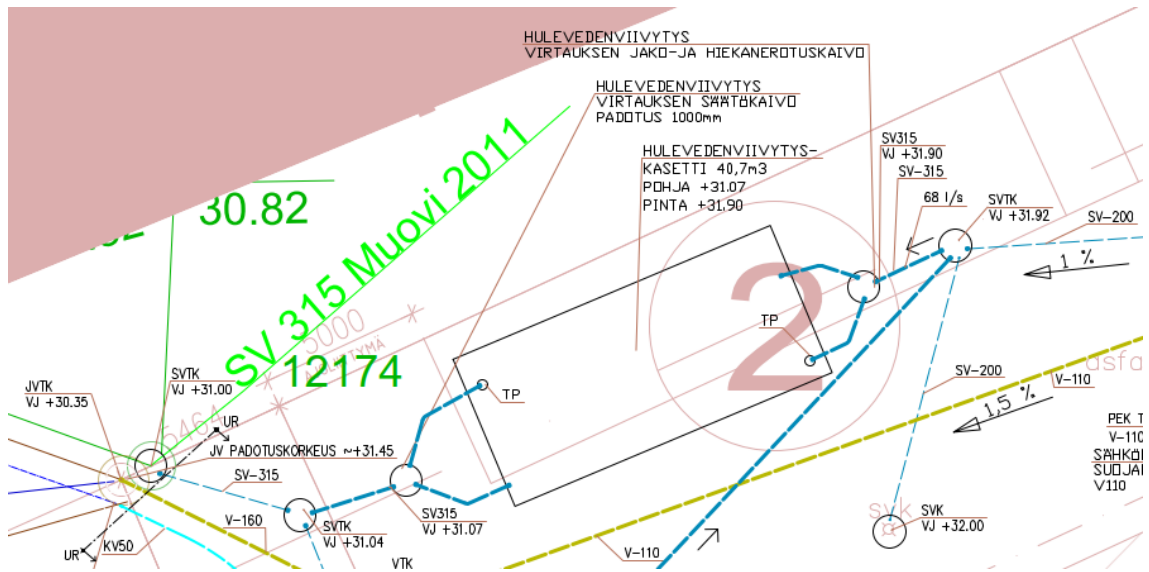
Asemapiirustuksessa esitetään sadevesi- ja sadevedentarkastuskaivot, kuten referenssikohteen suunnitelman kuvaotteessa kuvassa 16.



Kuva 16. Sadevesi- ja sadevedentarkastuskaivot asemapiirustuksessa.

Referenssikohteen kaupungin rakennusvalvonta antoi tiedoksi, että teollisuushallin tontilla on viivytettävä hulevettä Hule100-ohjeistuksen mukaisesti.

Kuvassa 17 asemapiirustuksen taustalle on otettu rakennuskohteen kunnalta saatu johtokartta. Siitä näkee kunnallisen viemäriverkoston sadeveden, jäteveden ja huleveden liittymispisteet ja niiden korot. Näiden korkojen avulla lasketaan yksinkertaisesti putkimetrejä mittaamalla suunniteltujen viemäreittien korkotiedot esitettäväksi asemapiirustuksessa. Mikäli kohteesta tehtäisiin tietomalli niin siitä korkotiedot saisi suoraan mittatekstillä, kunhan viemärit on piirretty todellisilla kaadoilla ja lähtökoroilla.



Kuva 17. Referenssikohteen hulevesikasetti asemapiirustuksessa.

$$\text{Viivyttstarve } 1:100 = 1 \text{ m}^3 \times 4567 \text{ m}^2 / 100\text{m}^2 = 45,67 \text{ m}^3$$

eli noin 46 000 litraa.

Huleveden mitoituserusteiksi laskettiin tontin pinta-alan ollessa 4567 m², josta 100 % on läpäisemätöntä pintaa.

$$Q = 0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2 \times 4567 \text{ m}^2 = 68,5 \text{ l/s}$$

Sadevesiputkien tilavuudeksi laskettiin 7600 litraa ja sadevesikaivojen tilavuudeksi 230 litraa. Hulevesikasetin tilavuudeksi saatiin täten 40,7 m³. Laskelmat esitetään asemapiirustuksen ohessa, kuten kuvassa 18.

HULEVEDEDEN MITOITUSPERUSTEET:

TONTIN PINTA-ALA 4567 M²,

JOSTA LÄPÄISEVÄÄ PINTAA 0 m².

$0,015 \cdot 4567 \text{M}^2 = 68,5 \text{ l/s}$.

VIIVYTYSTARVE 1:100 = 46 000 L.

SADEVESIPUTKIEN TILAVUUS YHT.7600 L.

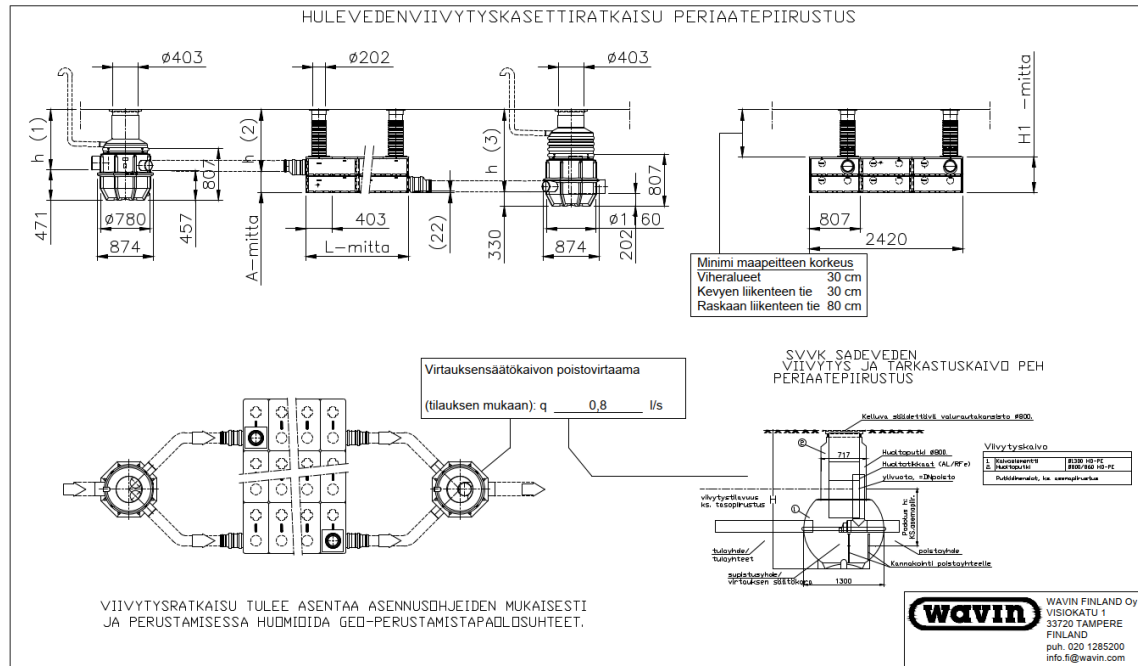
SADEVESIKAIVOJEN TILAVUUS YHT.230 L.

HULEVESIKASETTI 40,7 m³.

Kuva 18. Huleveden mitoitusperusteet referenssikohteen asemapiirustuksessa esitettyinä.

LVIA-suunnitelmia on täydennettävä tarvittaessa sanallisilla lisäselvityksillä. Tässä tapauksessa ne lisätään kuvan oheen tai yhteen kerättynä nimiön yläpuolelle.

Kuvan 19 hulevedenviivytysjärjestelmä on Wavinin AquaCell hulevesikasettijärjestelmä. Korkeus 0,825 metriä, leveys 3,6 metriä ja pituus 15 metriä. Laskettu nettotilavuus on näin ollen 42,3 m³.



Kuva 19. Valikoitu hulevedenviivytyskasettiratkaisu periaatepiirustus referenssikohteessa (Wavin 2023).

Tarkoituksena on huleveden hallinta ja väliaikainen varastointi hulevesien asteittaista viivyttämistä varten. Hulevesikasetit kääritään siis suodatinkankaaseen tiiviskalvon sijaan.

4.4.2 Vesi- ja viemärisuunnitelmat

Teollisuushalliin suunniteltiin kolme Wavin HEK 140 LK hiekanerotuskaivoa keskelle hallia tasaisin etäisyyksin (kuva 20). Hiekan- ja lietteenerotin HEK 140LK on tarkoitettu auto- ja moottorikorjaamo-, pysäköintitila- ja autotallikäyttöön. Lietepesän tilavuus on 140 litraa. Hiekanerotuskaivot on esitetty ensimmäisen kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmassa. Kyseisellä erottimella on hyvänä ominaisuutena matala asennussyvyys ja se, että se toimii myös vesilukollisena lattiakaivona. Tämä malli on tarkoitettu sisäkäyttöön. (Wavin 2023.)

Tässä kohteessa Wavin HEK-hiekan- ja lietteenerottimista suunniteltiin öljynerotinjärjestelmä yhdessä Wavin PEK-öljynerottimen kanssa. Näin saatiin 1000 neliön halliin tasaisin etäisyyksin kolme ritiläkannellista HEK-lattiakaivoerotinta, joista jätevesi johdetaan viemärintarkastuskaivon kautta rakennuksen ulkopuolella sijaitsevaan PEK-öljynerottimeen. Näin hallin HEK-erottimet keräävät hiekan ja lietteen, eikä PEK-öljynerottimeen pääty toivotunlaisesti vain öljyä sisältävä jätevesi.

Öljynerottimen jälkeen ylimääräisestä kiintoaineesta ja öljystä puhdistunut jätevesi virtaa näytteenottokaivoon, josta saadaan tarvittaessa otettua kontrollivesinäyte. On huomioitava, ettei valitun PEK-erottimen mitoitusvirtaamaa ylitetä. Suomen ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaisesti öljynerottimelle on suunniteltu öljytilantäyttymishälytys. Tähän kohteeseen valittuja tuotteita ei ole suunniteltu käytettäväksi ajoneuvojen pesupaikoilla.

PEK NS3-öljynerottimen kokonaistilavuus on 600 litraa ja öljyn varastotilavuus on 150 litraa. Suurin sallittu mitoitusvirtaama on 3 l/s. Tässä kohteessa tämän luokan öljynerotin todettiin riittäväksi, koska hallissa ei pestä ajoneuvoja, laitteistoa tai muuta vastaavaa ja käyttäjän vesipisteet ovat hallin puolella ainoastaan kaksi käsienpesupistettä. Kahden pesualtaan normivirtaamat ovat yhteensä 0,4 l/s. Lasketaan varmuudenvuoksi olettamuksella, että hallin käyttäjä haluaa vaihtaa toiseen pesualtaaseen hanan, johon saa letkuliitännän. Tällöin pesualtaan ja astianpesualtaan normivirtaamien summaksi saadaan 0,6 l/s.

Kuvassa 20 on esitetty kuvakaappaus tämän insinööriyön laskurin tuloksesta esitetyillä arvoilla. Erottimen mitoituksessa käytetään erottimeen johdettavien vesipisteiden ja laitteiden yhteenlaskettua maksimivirtaamaa. Öljyn varastotilavuuden vähimmäiskoko on kymmenkertaisesti laskettu NS-koko (Ympäristöministeriö 2007, 55).

Öljynerottimen nimellisvirtaama, NS [dm ³ /s]	
Jäteveden mitoitusvirtaama, Q _g [dm ³ /s]	0,6
Öljyn tiheyskerroin, f _d	2
Vesilaji	Jätevesille
Haittakerroin, f _x	2
NS [dm³/s]	
2,40	
→VALITAAN, NS [dm³/s]	
3,0	
Öljyn varastotilavuuden vähimmäiskoko [dm ³]	24

$$NS = Q_g \times f_d \times f_x$$

Laskuri valitsee erotinmallistosta laskettua NS-kokoa lähimmän yhtä suuremman nimelliskoon.

Kuva 20. Referenssikohteen öljynerotinlaskelma.

Hiekanerotin valitaan kohteen vaativuuden sekä öljynerottimen nimelliskoon mukaan. Taulukossa 7 on esitetty öljynerottimen oletetun hiekka- ja lietemäärän jaottelu.

Oletettu hiekka- ja lietemäärä	Esimerkkikohteita	Vähimmäistilavuus ¹⁾ dm ³
Erittäin pieni	– autosuojat	20 dm ³ /autopaikka ²⁾ , vähintään 40 dm ³
Pieni	– öljysäiliöalueet, (sadevedet, vähän kiintoainetta) – huoltoaseman piha-alue (katettu) – prosessijätevedet, vähän kiintoainetta	100 NS / f _d
Kohtalainen	– huoltoaseman piha-alue (kattamaton), – autonpesupaikka – linja-autonpesupaikka – korjaamon ja pysäköintialueiden jätevedet – voimalaitos, koneellisuus	200 NS / f _d vähintään 600 dm ³
Suuri	– työkoneiden ja maansiirtokoneiden pesupaikat – rekkapesupaikka – automaattipesukone, harjapesu tms.	300 NS / f _d vähintään 600 dm ³ , 5000 dm ³ automaattipesukoneissa

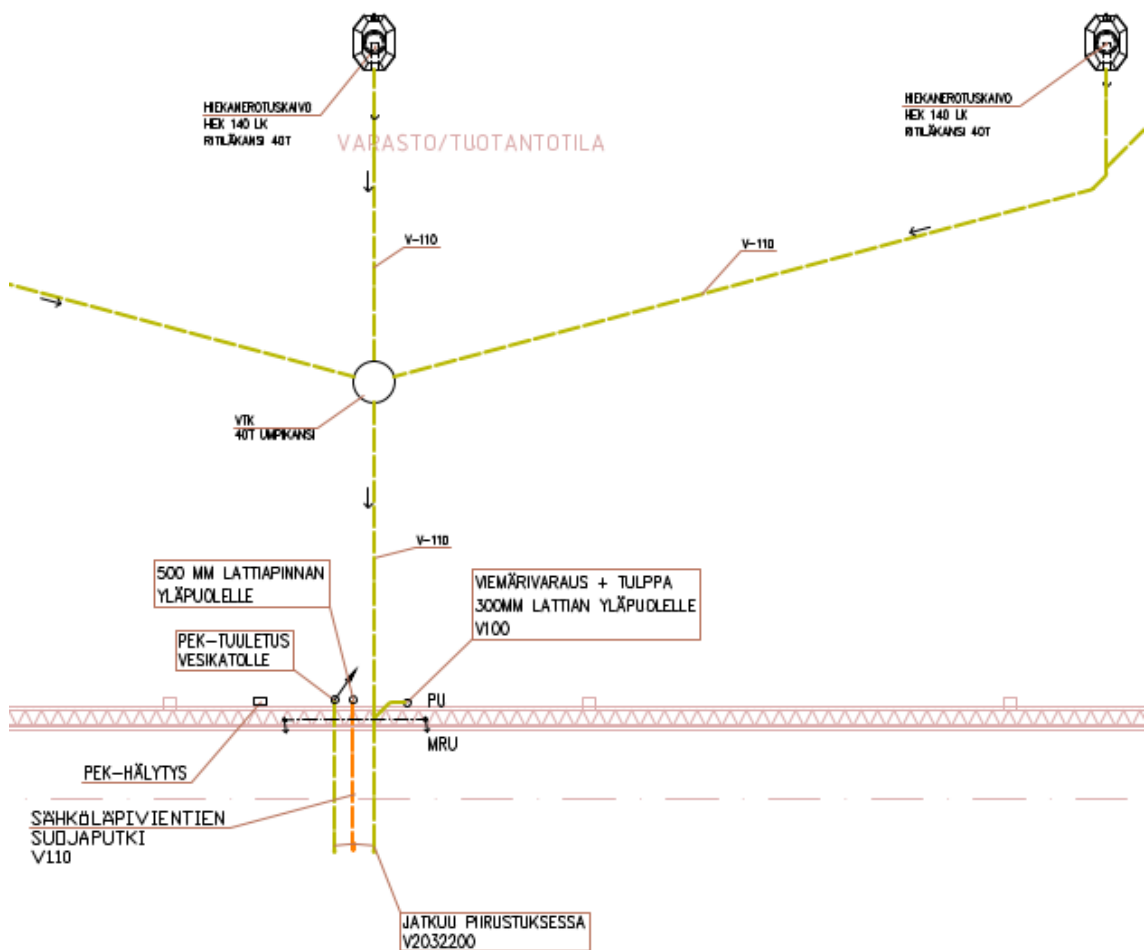
¹⁾ Pienintä lietetilavuutta ei käytetä NS 10 tai suuremmissa erottimissa.

²⁾ Yli 15 autopaikan suojat mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Taulukko 7. Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus (Ympäristöministeriö 2007, 56).

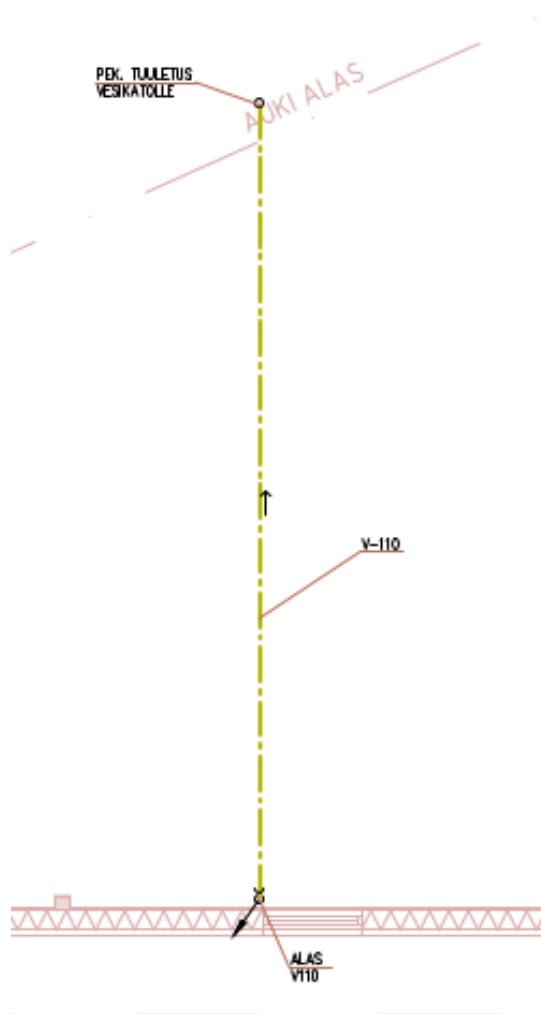
Tässä kohteessa oletettu lietemäärä luokiteltiin pieneksi, joten hiekanerottimen minimitulavuus on $(100 \times 1,6 \text{ l}) / 2 = 80 \text{ l}$. Kohteeseen valittiin kuitenkin kolme 140 litran hiekanerotinta, koska ne toimivat samalla lattiakaivoina ja hallin lattian kaadot saadaan optimaalisesti toteutettua näin.

Tuuletusviemäriin kerrosnousua tai -laskua merkitään selvyuden vuoksi nuolella (kuvat 21 ja 22).



Kuva 21. Hiekanerotuskaivojen esittäminen referenssikohteen 1. kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmassa.

Viivatyypit osoittavat viemärin sijainnin korkeussuunnassa. Yhtenäinen viiva tarkoittaa, että putki on näkyvässä. Katkoviivalla piirretty putki on silmäkorkeuden alapuolella, näkymättömissä. Pistekatkoviiva osoittaa korkeudeksi katsomistason yläpuolella, näkyvässä. Kaksoispistekatkoviivalla osoitetaan putken olevan silmäkorkeuden yläpuolella näkymättömissä esimerkiksi alaslasketussa katossa. (Ympäristöministeriö 1978, 2.)



Kuva 22. Öljynerottimen tuuletusputki referenssikohteen 2. kerroksen vesi- ja viemärisuunnitelmassa.

Viemärien virtaussuunta osoitetaan nuolella. Jätevesiviemärin tuuletusputki on johdettu hallin katolle.

5 Erotuskaivojen mitoituslaskuri

Insinööriyön yhtenä tavoitteena oli tehdä Excel-pohjainen mitoituslaskuri rasvan- ja öljynerottimien sekä hulevesien viivytystarpeen mitoittamiseen. Näiden laitteiden mitoitus on LVIA-suunnittelussa yleistä, joten työn sujuvoittamiseksi mitoitus työkalulle on tarve.

Mitoituslaskuri on luotu yhteen Excel työkirjaan, mutta jokaiselle laskurille on oma välilehti ja lisäksi datasivun välilehti, josta laskuri hakee tietoja. Mitoittaessa solut, joihin lisätään manuaalisesti arvo, on merkattu vaalean vihreällä. Kun kyseessä on rajatut vaihtoehdot, käytössä on alaseto-ovalikko. Excel työkirjassa on esitetty laskukaavat sekä tarvittavia lisäohjeistuksia ja joitakin aputaulukkoita esimerkiksi keittiössä käytettävien laitteiden jäteveden maksimivirtaamataulukko.

5.1 Öljynerottimen mitoituskaskuri

Laskurissa on ensin esitetty taulukko, josta valitaan erotinluokka ja tämän jälkeen taulukosta valitaan öljyn tiheyskerroin (RT 103351,2021.)

Kuvassa 23 on öljynerottimen mitoituskaskuri. Laskuri etenee tässä insinööriyössä luvussa 4.2 esitetyn laskujärjestyksen mukaisesti. Laskuri valitsee erotinmallistosta laskettua NS-kokoa lähimmän suuremman nimelliskoon.

1) VALITAAN EROTINLUOKKA ALLA OLEVASTA TAULUKOSTA (RT 103351, 2021).

- Täytä arvot vain vaalean vihreisiin soluihin. Laskuri laskee muut arvot annettujen arvojen perusteella.
- Alasvetovalikot tulevat näkyviin, kursorin ollessa solun päällä, alaspäin suunnattuna nuolena.
- Lähde: RT 103351. 2021. Erottimet.

Jäteveden mitoitusvirtaama, Q_s [dm³/s]	
<ul style="list-style-type: none"> • VESIPISTEIDEN JA LAITTEIDEN YHTEENLASKETUT MAKSIMIVIRTAAMAT. • AUTOJEN PESUKONEIDEN MITOITUSVIRTAAMA ≥ 2 l/s. • MITOITUSVIRTAAMA ENSIMMÄISELLE PAINEPESURILLE ON 2 l/s JA SEURAAVALLE / SEURAAVILLE 1 l/s. 	
Öljynerottimen nimellisvirtaama, NS [dm³/s]	
Jäteveden mitoitusvirtaama, Q_s [dm ³ /s]	
Öljyn tiheyskerroin, f_d	
Vesilaji	
Haittakerroin, f_x	
NS [dm³/s]	
→VALITAAN, NS [dm³/s]	
Öljyn varastotilavuuden vähimmäiskoko [dm ³ /s]	

$$NS = Q_s \times f_d \times f_x$$

Kuva 23. Öljynerottimen mitoituslaskuri.

Öljynerottimen varastotilavuuden vähimmäiskoon saa laskemalla saadun NS-koon kymmenkertaisena.

Tarvittaessa on nopea lisätä LVIA-suunnitelmiin laskutoimitukset avaavat laskelmat laskurin ohessa esitettyjen kaavojen mukaisesti.

5.2 Rasvanerottimen mitoituslaskuri

Kuvassa 24 on rasvanerottimen mitoituslaskuri. Laskuri etenee tässä insinööriyössä luvussa 4.1 esitetyn laskujärjestyksen mukaisesti. Laskuri valitsee erotinmallistosta laskettua NS-kokoa lähimmän suuremman nimelliskoon.

REJLERS

RASVANEROTTIMEN MITOITUSLASKURI

HOME of the
LEARNING
MINDS

- Täytä arvot vain vaalean vihreisiin soluihin. Laskuri laskee muut arvot annettujen arvojen perusteella.
- Alasvetovalikot tulevat näkyviin, kursorin ollessa solun päällä, alaspäin suunnattuna nuolena.
- Lähde: RT 103351. 2021. Erottimet.

Keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä, V [dm³/s]		$V = M \times V_m$
Ateriamäärä, M [kpl]		
Keittiötyyppi		
Jätevesimäärä/ateria, V _m [dm ³ /s]		
V [dm ³ /s]		
Jäteveden maksimivirtaama, Q_s [dm³/s]		$Q_s = \frac{V \times F}{(3600 \times t)}$
Huippuvirtaamakerroin, F		
Päivittäinen käyttöaika, t [h]		
Q _s [dm ³ /s]		
Rasvanerottimen nimellisvirtaama, NS [dm³/s]		$NS = Q_s \times f_d \times f_x \times f_f$
Jäteveden lämpötila [°C]		
Jäteveden lämpötilakerroin, f _t		
Rasvan tiheyskerroin, f _d	1	
Hygieniataso		
Haittakerroin, f _f		
NS [dm³/s]		$f_d=1, \text{ keittiöt, teurastamot tms.}$

Laskuri valitsee erotinmallistosta laskettua NS-kokoa lähimmän yhtä suuremman nimelliskoon.

→
VALITTAAN, NS [dm³/s]

Kuva 24. Rasvanerottimen mitoituslaskuri.

Rasvanerottimeen liitetilavuuden saa laskemalla saadun NS-koon satakertaisena.

5.3 Huleveden viivytystarpeen mitoituslaskuri

Tässä insinööriyössä on esitetty luvussa 4.3.2 huleveden viivytystarpeen mitoitusperusteet ja laskujärjestys. Hulevesiviivytysjärjestelmän tilavuuden voi laskea kahdella tavalla. Kuvassa 25 on esitetty numerolla yksi yleisten määräysten antamien ohjeiden mukainen mitoitus. Tämä laskutapa antaa hieman pienemmän tilavuuden viivytystarpeeksi. Useimmiten kuitenkin käytetään Hule100-ohjeistusta, jossa jokaista tontin 100 neliön läpäisemätöntä pinta-alaa kohden on viivytettävä kuution verran hulevettä. Jälkimmäinen laskutapa on esitetty mitoituslaskurissa numerolla kaksi (liite 3).

- Täytä arvot vain vaaleanvihreisiin soluihin. Laskuri laskee muut arvot annettujen arvojen perusteella.
- Vaaleankeltaisten solujen arvoja voi muuttaa tarvittaessa.
- Lähde: Ympäristöministeriö D1, Liite 7 ja Tekniikan kaavasto.

↓ ① ↓

Sadeveden mitoitusvirtaama, Q_1 [dm ³ /s]	
Mitoitussade, q_1 [dm ³ /s/m ²]	0,015
Pinnan laatu	
Valumiskerroin, k_1	
Valuma-alueen osan pinta-ala, A_1 [m ²]	
	$k_1 \cdot A_1$

Sadeveden mitoitusvirtaama, Q_2 [dm ³ /s]	
• Jos pintamateriaaleja on useampia, niin käytä tätä osiota 2/3.	
Pinnan laatu	
Valumiskerroin, k_2	
Valuma-alueen osan pinta-ala, A_2 [m ²]	
	$k_2 \cdot A_2$

Sadeveden mitoitusvirtaama, Q_3 [dm ³ /s]	
• Jos pintamateriaaleja on useampia, niin käytä tätä osiota 3/3.	
Pinnan laatu	
Valumiskerroin, k_3	
Valuma-alueen osan pinta-ala, A_3 [m ²]	
	$k_3 \cdot A_3$
Sadeveden mitoitusvirtaama, Q [dm³/s]	

Huleveden hidastumiskerroin, Ψ	
• Huomioidaan vain, jos mitoitetaan laajaa viemäristöä.	
Valuma-alueen pinta-ala, A [m ²]	
Maaston kaltevuus	
Kaltevuuskertoin, n	
Huleveden hidastumiskerroin, Ψ	

Todellinen mitoitusvirtaama, Q_{TOD} [dm ³ /s]	
• Huomioidaan vain, jos mietitään laajaa viemäristöä.	
Sadeveden mitoitusvirtaama, Q_3 [dm ³ /s]	
Huleveden hidastumiskerroin, Ψ	
Todellinen mitoitusvirtaama, Q_{TOD} [dm³/s]	

Kuva 25. Hulevesiviivytysjärjestelmän mitoituslaskuri.

Huomioitavaa on, että huleveden hidastumiskerointa ei tyypillisesti käytetä tavanomaisten kohteiden huleveden viivytystarpeen mitoituksessa. Loput hulevesiviivytyjärjestelmän tilavuuslaskurin osiot löytyvät liitteestä kaksi ja kolme.

6 Pohdinta

Tässä insinööriyössä on esitetty koonti erotuskaivojen vaatimuksista ja mitoitusperusteista LVIA-suunnittelijatyön tueksi. Vesihuollon yhteydessä puhutaan paljon polkuriippuvaisuudesta, jolla viitataan siihen, että aiemmin tehdyt päätökset vaikuttavat nykytilaan. On haastavaa isossa mittakaavassa muuttaa kehityksen suuntaa, koska vesihuoltoon panostettu pääoma on suuri. Tähän viitaten voidaan siis olettaa, että jatkossakin viemäriveresien esikäsitelyssä käytetään erotuskaivoja ja erottimia. Niiden tieteellisesti optimaalinen mitoitus ja suunnittelu on olennaista tulevaisuudessakin. Referenssikohteen suunnitelmien osien avulla havainnollistetaan tapauskohtaisia suunnitteluratkaisuja ja esitystapoja. Suunnitelmien tasainen laatu ja yhtenevät esitystavat edesauttavat rakennusvaiheen toteutumista määräysten mukaisesti. Osana insinööriyötä laaditulla mitoitustyökalulla sujuvoitetaan LVIA-suunnittelua. Helposti käytettävä Excel-laskuri tekee mitoituksen vaivattomaksi ja nopeaksi. Näin suunnitteluun saadaan kohdekohtainen määräysten mukainen mitoitus.

Puhdas vesi on julistettu ihmisoikeudeksi vuonna 2010 YK:n yleiskokouksen toimesta. LVIA-suunnittelija voi todeta vesihuollon olevan kannattava sijoitus varmallalla takaisinmaksulla. Huoli viemäriverkoston kunnosta nousee keskustelun aiheeksi tukoksen ilmetessä ja jäteveden valuessa esimerkiksi vesistöön tai kiinteistön perustuksiin. On tärkeää, mitä LVIA-suunnittelussa huomioidaan tällä hetkellä, jotta kunnallisiin verkostoihin päätyvä jätevesi on optimaalisesti esikäsitelty. Mutta tärkeämpää on, mitä muuta voitaisiin vielä tehdä. Vääränlaisen vieton ja virtausolosuhteiden, painaumien, halkeamien, väärin mitoitettujen putkikokojen sekä virtausteknisesti vääränlainen mutkaisuus ovat rakenteellisia asioita, joita hyvällä suunnittelulla voidaan poissulkea. Mitä voidaan tehdä, jotta tietoisuus viemärien korjaustarpeesta johtaa tarvittaviin poliittisiin päätöksiin rahoituksen suhteen ja viemärit ovat Suomessa jatkossakin maailman huipputasoa? Olisiko tarpeellista suunnitella eri koulutusalojen opintosisältöihin osuus kunnallistekniikasta? Tarvitaan insinööritieteitä laajempaa panostusta

viemäriverkoston korjausrakkaan. Auttaisiko vesihuollon käsittelyn lisääminen yhteiskunta-, talous-, oikeus- ja sosiaalialan koulutuksiin?

Maailma muuttuu ja viemäriverkoston tulee muuttua sen mukana. Väestönkasvun viemäreille aiheuttama kuormituspaine, aluerakenteiden muutokset, ilmastonmuutos, huoltovarmuus, onnettomuusriskit ja tekniikan kehitys kulkevat käsikädessä viemärihuollon panostustarpeen kanssa. Yhteiskunnan kehitys ja teknologia nivoutuvat toisiinsa. Yle uutisoi lokakuussa 2023 Pietarsaaren juomavedenlaadun heikkenemisestä. Lisääntyneet sademäärät ja vesijohtoverkoston korjausvelka olivat syynä tilanteeseen. Hailuodon jäteveden siirtoviemäri taas vaurioitui kylmän talven ja alhaisen merenpinnan tason vaikutuksesta talvella 2021. Ilmastonmuutos vaikuttaa sateiden määrään ja merenpinnan tasoon. Turun Pitkäsalmessa taloyhtiön jätevesiviemäri tukkeutui asennusvirheen vuoksi ja jätevedet virtasivat hulevesiviemärin kautta mereen vuonna 2018. Viemäriinjojen eriyttäminen on toimenpide, joka estää tämänkaltaisen onnettomuuden sattumisen.

On esitetty väite, että Suomessa on valtavasti osaamista vesihuollon teknologian kehittämiseksi, mutta myös niin paljon vesivarantoja, ettei alan tarvitse tosissaan panostaa uudistuksiin. Sanomattakin on selvää, ettei ajatustapa kannu pitkälle. Näin ei voida tuudittautua tai Suomi on ennen pitkää vesihuollon takamaa.

Toimijoiden välinen yhteistyö on laadukkaan rakentamisen perusta. Suunnittelijat, tilaajat, valvojat ja urakoitsijat pystyvät toimillaan vaikuttamaan ratkaisevasti tavoitteen saavuttamiseen eli turvallisen ja terveellisen rakentamisen lopputuloksen syntymiseen. Luonnollisesti budjetit vaikuttavat rakentamisen päätöksiin. Esimerkiksi laitevalinnoissa on usein tehtävä säästötoimenpiteitä. Tämä on ymmärrettävää, kunhan päätökset tehdään

kokonaisuutta silmällä pitäen ja asiantuntijoiden ohjaamana. Kehitystä ei tapahdu, jos jokainen tuijottaa omiin varpasiinsa.

Tapio Katkon (2013,127) mukaan infrastruktuurin rapautumisen ennaltaehkäisevä ja toimintakuntoa ylläpitävä työ on äärimmäisen tärkeää. Olisi mielenkiintoista tietää, onko vesihuollon arvostus suurempaa väestössä, jotka eivät ole kunnallisen vesihuollon piirissä ja at näin tietoisempia palvelun järjestämisen vaatimuksista. Viemäriverkostot ovat elintärkeä tekninen osa-alue.

Lähteet

FINVAC-projektiryhmä. 2019. Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. Helsinki: FINVAC ry.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Rasvaohje ravintoloille. Viitattu 14.10.2023. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/rasvaopas/>

Ilkka-hanke. 2014. Alueellinen hulevesisuunnitelma. Turku, Kaarina, Lieto, Raisio ja Rusko. Viitattu 28.10.2023. https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//alueellinen_hulevesisuunnitelma.pdf

InfraRYL. 2023. Avo-ojat ja uomat. Viitattu 14.10.2023. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/ryl/InfraRYL/2023_1/14340.html#id14340.3

InraRYL. 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Vesihuolto. Helsinki: Rakennustieto.

Katko, Tapio. 2013. Hanaa! Suomen vesihuolto -kehitys ja yhteiskunnallinen merkitys. Helsinki: Suomen Vesilaitosyhdistys ry.

LVI 06-10304. 2000. Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.999/132.

Momentti 1. Insinöörifysiikka. 1999. Otava Oy.

Myöhänen, Hanna-Leena. 2015. Suunnitelmien yhteensovittaminen. Pääsuunnittelijakoulutus. PES-Arkkitehdit Oy. Viitattu 28.10.2023. https://www.aaltoee.fi/media/aalto-pro-publications/ps/myohanen_hanna-leena_raportti_2015-04-27.pdf

Rasvaohje ravintoloille. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Viitattu 1.10.2023. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/rasvaopas/>

Riihimäen vesi. 2012. Esimerkki omakotitalon erillisviemäroinnistä. Viitattu 15.10.2023. <https://www.riihimaenvesi.fi/uploads/2021/06/f002fae0-esimerkki-omakotitalon-erillisviemaroinnista.pdf>

RT 10-11290. 2017. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. TATE18. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

RT 66-10496. 1993. Jäte-, sade- ja kuivatusvesikaivot. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

RT 103006. 2018. Hulevesirakenteet. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

RT 103351. 2021. Erottimet. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

RT 103516. 2022. Laki tulvariskien hallinnasta. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

RT 103636. 2023. Vesihuoltolaki. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto.

SFS-EN 1825-2. 2012 Rasvanerottimeet. Osa 2: Nimelliskoon valinta, asennus, toiminta ja kunnossapito. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Silfverberg, Paul. 2017. Vesihuollon suuntaviivat 2020-luvulle. Helsinki: Vesilaitosyhdistys.

Suomen kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL Oy. 2017. ROTI. Rakennetun omaisuuden tila. Viitattu 1.10.2023. https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017_painettu-raportti.pdf

Suomen ympäristökeskus. 2022a. Hulevesien hallinnan vastuut ja ohjeistus. Viitattu 14.10.2023. <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-hallinnan-vastuut-ja-ohjeistus/>

Suomen ympäristökeskus. 2022b. Yhdyskuntajätevesien aiheuttama kuormitus. Viitattu 24.9.2023. <https://www.vesi.fi/vesitieto/yhdyskuntajatevesien-aiheuttama-vesistokuormitus/>

Talokaivo. 2023a. Erottimet. Viitattu 6.12.2023. <https://www.talokaivo.fi/valikoima/erottimet.html>

Talokaivo. 2023b. Kaivot. Viitattu 6.12.2023. <https://www.talokaivo.fi/valikoima/kaivot.html>

Talotekniikkainfo. 2023. Vesi- ja viemärlaitteistot -opas. Viitattu 24.9.2023.
<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/33-jatevesilaitteiston-erottimet>

Talotekniikka RYL. 2022. Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto.

Tampereen tilapalvelut Oy. 2023. LVI-suunnitteluohje. Viitattu 18.11.2023.
https://tampereentilapalvelut.fi/materiaalit/suunnitteluohjeet/2023-08-01_LVI-suunnitteluohje.pdf

Tolvanen, J.; Kaatra, K. & Maunula, M. 2002. Vesihuoltolakiopas. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö.

Tuomaala, Erkki. 2022. LVI-tekniset järjestelmät. Jätevesiviemäriin asennus ja salaojat. Luentomuistiinpanot.

Uponor. 2023. Stormwise-hulevesituotteet. Viitattu 14.10.2023.
<file:///C:/Users/katja/Downloads/Uponor-Stormwise-hulevesituotteet.pdf>

Vantaan kaupunki. 2014. Vantaan kaupungin hulevesien hallinnan toimintamalli. Viitattu 14.10.2023.
https://www.vantaa.fi/sites/default/files/document/Hulevesien_hallinnan_toiminta_toimi_0.pdf

Yle. 2021. Hailuodon ja Oulunsalon välinen merenalainen siirtoviemäri on tukossa -jätevedet kuljetetaan jäteautoilla Oulunsaloon. Viitattu 28.10.2023.
<https://yle.fi/a/3-11827698>

Yle. 2020. Tältä näyttää rasvan riivaamassa viemäriverkostossa: pääkaupunkiseudun viemäriin tulee tukos sata kertaa vuodessa, nyt niitä estetään tekoälyn avulla. Viitattu 28.10.2023. <https://yle.fi/a/3-11505833>

Yle. 2018. Turun Pitkäsalmen vesialueen jätevesipäästön syy tarkentui: asennusvirhe tukki jätevesiputken. Viitattu 28.10.2023. <https://yle.fi/a/3-10098981>

Ympäristöministeriö n.d. Rakennustuotteet. Viitattu 1.10.2023.
<https://ym.fi/rakennustuotteet>

Ympäristöministeriö. 1978. Suomen rakentamismääräyskokoelma. D4. LVI-piirrosmerkit. Viitattu 28.10.2023.

[https://ym.fi/documents/1410903/155128351/D4_1978_K+\(1\).pdf/d78695e9-2bc4-a8f3-8c9f-1e4993af7977/D4_1978_K+\(1\).pdf?t=1680084601286](https://ym.fi/documents/1410903/155128351/D4_1978_K+(1).pdf/d78695e9-2bc4-a8f3-8c9f-1e4993af7977/D4_1978_K+(1).pdf?t=1680084601286)

Ympäristöministeriö. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. D1. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017. Annettu Helsingissä 22.12.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

Öström, Anders. 2016. Itämeren pualest -blogi. Turun vesilaitos vähentää hulevesien määrää jätevesiviemäriverkostossa. Viitattu 1.10.2023. <https://www.turku.fi/blogit/itameren-pualest/anders-ostrom-turun-vesilaitos-vahentaa-hulevesien-maaraa>

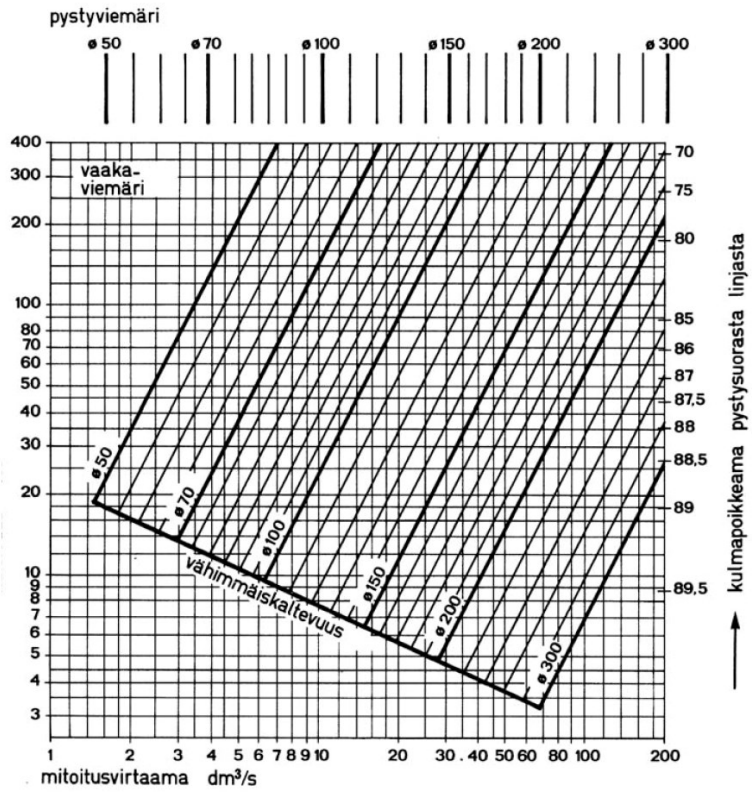
Wavin. 2023. AquaCell-laskenta (BOM). Viitattu 14.10.2023. <https://wavin.com/fi-fi/valineet-ja-palvelut/laskentaohjelmat/aquacell>

Wavin. 2013. EuroPEK Roo Safe -öljynerotin. Viitattu 15.10.2023. file:///C:/Users/katja/Downloads/F0032705_0001.PDF

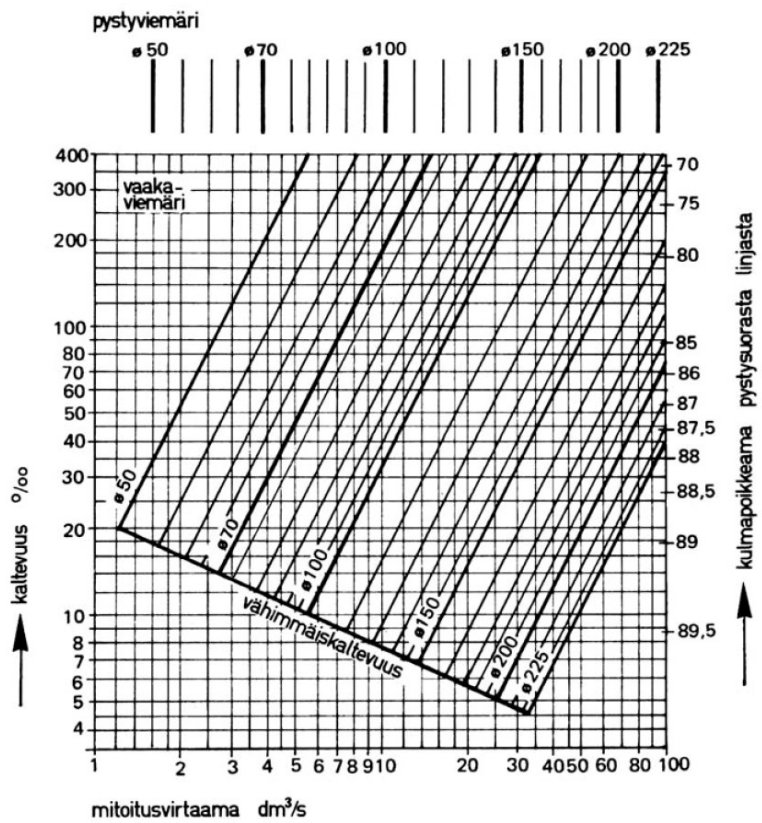
Wavin. 2023. HEK LK ja MiniPEK hiekan-, öljyn- ja bensiininerotin. Viitattu 18.11.2023. [file:///C:/Users/katja/Downloads/F0045799_0001%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/katja/Downloads/F0045799_0001%20(1).pdf)

Sadevesiviemärin mitoitus

Muoviviemäri:



Valurautaviemäri:

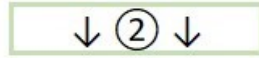


Hulevedenviivytyslaskuri

Tontin kuivatusvesimäärä, Q_{k-mi} [dm³/s]	
• Huomioidaan vain, jos tontin kuivatusvedet johdetaan hulevesiviemäriin.	
Tontin kuivatusvesimäärä, q_k [dm ³ /s]	0,015
Tontin pinta-ala, A [ha]	
Tontin kuivatusvesimäärä, Q_{k-mi} [dm³/s]	
Mitoitusvesimäärä, V [m³]	
Sadeveden mitoitusvirtaama, Q tai Q_{TOB} [dm ³ /s]	
Tontin kuivatusvesimäärä, Q_{k-mi} [dm ³ /s]	
Mitoitussateen kesto-aika, [s]	600
Huleveden mitoitusvesimäärä, V [m³]	
• Jos haluat vähentää sadevesiputkien vesitilavuuden huleveden mitoitusmäärästä, täytä putkikoot ja -pituudet.	
Hulevesiverkoston tilavuus, V [m³]	
Putkikoko [mm]	
Pituus, L [m]	
Pinta-ala, A [m ²]	
Tilavuus, V [m ³]	

Putkiverkoston tilavuus, V [m ³]	
Huleveden viivytystarve, V [m³]	
Padotusputken säde, r [m]	
Maksimivirtaama kaupungin hulevesiverkostoon, q [m ³ /s]	
Maksimivirtaama kaupungin hulevesiverkostoon, q [dm ³ /s]	
Kuroutumiskerroin, k (pyöreälle reiälle k=0,63)	0,63
Putoamiskiihtyvyys, g [m/s ²]	9,81
Nestepinnan korkeus viivytysrakenteessa, h [m]	
Padotusputken säde, r [m]	
Padotusputken sisähalkaisija, Ø [mm]	
Padotusputkikoko, DN	
Virtaama kaupungin hulevesiverkostoon valitulla padotusputkikokoalla [dm³/s]	
Padotusputken säde, r [m]	
Virtaama kaupungin hulevesiverkostoon [dm³/s]	

Hule100-hulevedenviivytyslaskuri



Läpäisevän pinta-alan muutos läpäiseväksi, A_1 [m ²]	
Pinnan laatu	
Valumiskerroin, k_1	
Valuma-alueen osan pinta-ala, A_1 [m ²]	
Läpäisevän pinta-alan muutos läpäiseväksi	

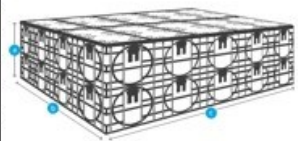
Läpäisevän pinta-alan muutos läpäiseväksi, A_2 [m ²]	
Pinnan laatu	
Valumiskerroin, k_1	
Valuma-alueen osan pinta-ala, A_1 [m ²]	
Läpäisevän pinta-alan muutos läpäiseväksi	

Läpäisemätön pinta-ala, A [m ²]	
Läpäisemätön pinta-ala, A_3 [m ²]	
Läpäisemätön pinta-ala yhteensä, A [m ²]	

Mitoitusvesimäärä, V [m ³]	
--	--

LÄHDE: WAVIN AQUACELL

Huleveden viivytyskasetin koko	
Minimi viivytystarve [m ³]	
Hulevesikasetin korkeus [m]	
Hulevesikasetin leveys [m]	
Hulevesikasetin laskennallinen pituus [m]	
Hulevesikasetin pituus [m]	



Huleveden viivytyskäilyön koko	
Minimi viivytyskaivon tilavuus, V [m ³]	
Viivytyskäilyön säde, r [m]	
Viivytyskäilyön pituus, l [m]	

