



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Nea Kulonen

Kiinteistöpumppaamomitoitus ja hinnoittelutyökalu säiliöpumppaamoille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

2.6.2019

Tekijä Otsikko	Nea Kulonen Kiinteistöpumppaamomitoitus ja hinnoittelutyökalu säiliöpumppaamoille
Sivumäärä Aika	29 sivua + 4 julkista liitettä 2.6.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	myynti- ja kehityspäällikkö Sami Selin lehtori Hanna Sulamäki
<p>Tämän insinööriyön ensisijaisena tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa Meltex Oy Plasticsin pumppaamotehtaalle Palo- ja Vesitekniikka PA-VE:lle excelpohjainen työkalu pumppaamohinnoittelua varten.</p> <p>Pumppaamolaskurin lisäksi insinööriyössä tutustutaan tarkemmin jäte-, hule- ja perusvesipumppaamoihin. Työn pääasiallisena huomionaiheena ovat kiinteistöpumppaamot ja kuntien pienehköt linjapumppaamot. Työssä esitellään säiliöpumppaamon rakenne, syitä pumppaamon tarpeelle, eri pumppaamojen mitoituksen pääkohdat laskukaavoineen sekä pumppaamoja koskevat lait, standardit ja ohjeistukset.</p> <p>Vuoden 2018 alussa voimaan tulleet ympäristöministeriön rakentamista koskevat lakipykälät ovat varsin niukkasanaisia, joten pumppaamoihin liittyviä säädöksiä ja mitoitusohjeita joutuu etsimään useammasta lähteestä. Työssä on pyritty saamaan aikaan yhtenäinen käsitys pumppaamoihin liittyvistä laeista, standardeista ja ohjeista sekä yhdistämään eri lähteistä löytyviä mitoitusperusteita mielekkääksi kokonaisuudeksi.</p>	
Avainsanat	pumppaamo, jätevesi, hulevesi, perusvesi, mitoitus

Author Title	Nea Kulonen Design and Sizing of, and Pricing Tool for Pumping Stations
Number of Pages Date	29 pages + 4 appendices 2 June 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Design
Instructors	Sami Selin, Sales and Development Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>This final year project had two goals: first, to design and create an Excel-based pricing tool for pumping stations, and second, to study and collect the sizing calculations related to pumping station designing.</p> <p>For this Bachelor's thesis the pumping stations were divided in three systems: wastewater, rainwater and underground drainage water systems. The focus was on pumping stations with one or several submersible pumps mounted in a plastic underground chamber, serving usually only one property. The laws, standards and guidelines related to pumping stations were collected in the thesis.</p> <p>As a result of the final year project, the design process and calculations for a pump station are presented in the thesis in a useful way. At the moment the pricing tool is in test use. Further improvements are made if necessary.</p>	
Keywords	pumping station, wastewater, stormwater, rainwater, underground drainage water, design, sizing

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Pumppaamon rakenne	3
2.1	Yleiskatsaus pumppaamorakenteisiin	3
2.2	Säiliö	3
2.3	Kansisto	4
2.4	Tuuletus	4
2.5	Pumppu	4
2.6	Sisäputkisto	5
2.7	Paineputken lähtöyhde	5
2.8	Pinnanohjaus	6
2.9	Keskus	7
2.10	Lisäosia	8
3	Pumppaamoja koskeva lainsäädäntö ja ohjeistukset	9
3.1	Lakipykälät	9
3.2	Standardit	9
3.3	Ohjeet	10
3.3.1	RYL sekä RT- ja LVI-kortit	10
3.3.2	Talotekniikkainfo.fi	10
4	Pumppaamon tarve	11
4.1	Korkeus riittämätön viettoviemäröinnille	11
4.2	Viemäripiste padotuskorkeuden alapuolella	11
4.3	Haja-asutusalueet ja kuntien siirtolinjat	12
5	Jätevesipumppaamon mitoitus	13
5.1	Pumpun tuotto	13
5.2	Nostokorkeus	14
5.3	Pumppujen määrä	16
5.4	Tehollinen tilavuus	16
5.5	Varatilavuus	17
5.6	Jätevesipumppaamon tilavuus väestönsuojakohteissa	18
6	Hulevesipumppaamon mitoitus	19
6.1	Pumpun tuotto	19
6.2	Nostokorkeus	20

6.3	Pumppujen määrä	20
6.4	Tehollinen tilavuus	22
6.5	Varatilavuus	22
7	Perusvesipumppaamon mitoitus	24
7.1	Pumpun tuotto	24
7.2	Nostokorkeus	24
7.3	Pumppujen määrä	24
7.4	Tehollinen tilavuus	25
7.5	Varatilavuus	25
8	Pumppaamolaskuri	26
8.1	Tavoitteet	26
8.2	Työvaiheet	26
8.3	Lopputulos	26
9	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

Liitteet

Liite 1. Jätevesiviemäripisteiden normivirtaamat

Liite 2. Normivirtaamien summan ja mitoitusvirtaaman välinen riippuvuus

Liite 3. Moodyn diagrammi

Liite 4. Pumppaamosäiliön tehollisen tilavuuden sekä pumpun tilavuusvirran ja käynnistystiheyden välinen riippuvuus

Lyhenteet ja määritelmät

DN	putken nimellishalkaisija
HVP	hulevesipumppaamo
HST	haponkestävä teräs (myös: HFe)
JVP	jätevesipumppaamo
PE	polyeteeni
PP	polypropeeni
PVK	perusvesikaivo
PVP	perusvesipumppaamo
RST	ruostumaton teräs (myös: RFe)

Käsitteet ja määritelmät

hulevesi	katoilta, maan pinnalta ym. alueilta valuvat sade- ja sulamisvedet
perusvesi	rakennuksen pohjan ja perustusten kuivatusvedet
jätevesi	rakennuksen viemärlaitteistoon johdettavat likaantuneet talousvedet

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa Meltex Oy Plasticsin Keuruun pumppaamotehtaan Palo- ja Vesitekniikka PA-VE:n käyttöön mahdollisimman monipuolinen mutta kuitenkin helppokäyttöinen excelpohjainen laskuri pumppaamojen hinnoittelua varten. Lisäksi työssä kerrotaan yleisellä tasolla jäte-, hule- ja perusvesipumppaamoista sekä näiden mitoituksesta.

Työssä keskitytään pääasiassa erilaisiin tehdasvalmisteisiin säiliöpumppaamoihin, kuten kiinteistöpumppaamoihin, joissa pumppu (tai pumput) sijaitsee maanalaisessa, usein muovista valmistetussa, säiliössä. Kuntien viemäriverkostojen suuret paikallarakennettavat pumppaamot on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Myös yhtä huonetilaa palvelevat pienet WC-pumppaamot on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

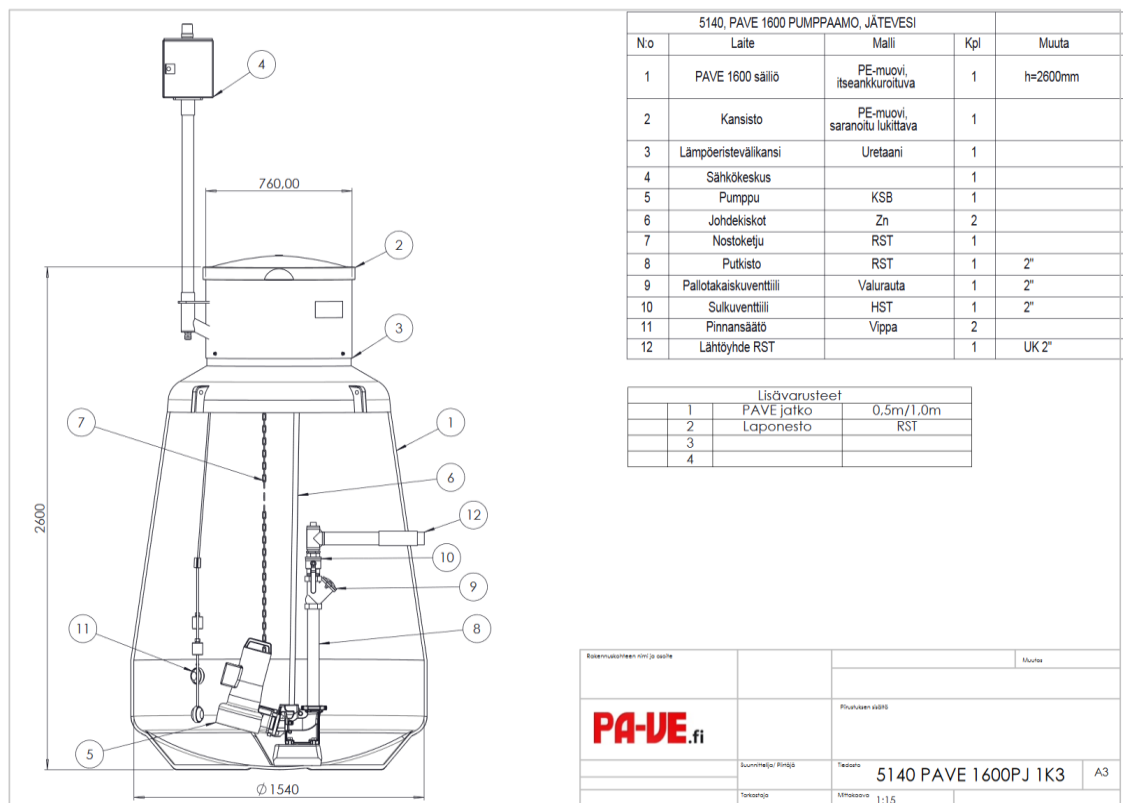
Meltex on vuonna 1993 perustettu kotimainen putki- ja kaivovalmistaja sekä rakennustuotteiden myymäläketju. Meltexillä on kolme putkitehdasta, kuusi kaivotehdasta, pumppaamotehdas sekä yhdeksän myymälää eri puolilla Suomea. Vuonna 2018 Meltexin liikevaihto oli 83 miljoonaa euroa.

Entinen Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy fuusioitui Meltex Oy Plasticsiin vuodenvaihteessa 2017–2018. Fuusion myötä PA-VE:n varastohallintasovellus vaihtui, eikä vanha pumppaamolaskuri enää toiminut totuttuun tapaan. Nyt toteutettu uusi excelpohjainen hinnoittelutyökalu ei ole riippuvainen käytetystä varastohallintasovelluksesta. Sisältämiensä liikesalaisuuksien vuoksi pumppaamolaskuri on tässä opinnäytetyössä sijoitettu erilliseen liitteeseen.

2 Pumppaamon rakenne

2.1 Yleiskatsaus pumppaamorakenteisiin

Säiliömallinen kiinteistöpumppaamo koostuu pumppaamosäiliöstä, pumpusta (tai pumpuista) osineen ja putkistoineen, sekä pinnanohjaukseen ja ylärajahälytykseen liittyvästä tekniikasta. Kuva 1 on periaatekuva yhden pumpun PAVE 1600 -pumppaamosta. Pumppaamo voidaan varustaa myös kahdella pumpulla.



Kuva 1. Periaatekuva PAVE 1600 PJ1K3 -pumppaamosta (1).

2.2 Säiliö

Säiliöpumppaamon säiliöosa on useimmiten tehty polyeteenistä (PE) tai lasikuidusta. Säiliön kokoluokka määräytyy tarvittavan varatilavuuden ja tehollisen tilavuuden mukaan. Korkeus määräytyy tuloyhteen koron ja maanpinnan koron mukaan, ellei tarvittavan tilavuuden saavuttaminen vaadi kasvattamaan pumppaamon korkeutta alaspäin. Tuloyhde sijaitsee yleensä vähintään 1 m säiliön pohjaa ylempänä.

PA-VE:n rotaatiovaletut kartion muotoiset säiliöt ovat mallisuojujattuja. Säiliöitä on eri kokoisia, ja ne ovat kaikki normaaliolosuhteissa itseankkuroivia. Spiroputkesta valmistetut pumppaamosäiliöt vaativat ankkurointia, mutta voivat olla halkaisijaltaan yli 2 metriä, ja korkeudeltaan jopa yli 10-metrisiä. (1.)

2.3 Kansisto

Pumppaamon kansisto voi olla muovia, alumiinia tai valurautaa. Liikennöidyllä alueella on käytettävä teleskoopilla varustettua kyseisen kuormitusluokan mukaista valurautakansistoa. Kansistojen kuormitusluokat ja käyttökohteet ovat

- A 15 (1,5 tn): alueille, joilla voivat liikkua vain jalankulkijat ja polkupyöräilijät
- B 125 (12,5 tn): jalankulkualueet, henkilöautojen pysäköintialueet
- C 250 (25 tn): ajoradan ja jalankulkualueen välinen reuna
- D 400 (40 tn): ajoradat, kävelykadut, pientareet, pysäköintialueet (yleisin luokka)
- E 600 (60 tn): telakat, lentokenttien kiitoradat
- F 900 (90 tn): lentokenttien kiitoradat.

Mikäli pumppaamon sijoituspaikan luokitukselta on epävarmuutta, on syytä valita suurempi kantavuusluokka. Luonnollisesti myös säiliön on kestävä liikennealueen aiheuttama kuormitus. Jos pumppaamo asennetaan sisätiloihin, on kansiston ja säiliön oltava haju- ja kaasutiiviit. (2, s. 12; 3, s. 1)

2.4 Tuuletus

Jätevesipumppaamon on oltava tuuletettu (4). Jätevesipumppaamo tuuletetaan yleensä kiinteistön sisäisen tuuletusviemäriin kautta. Mikäli pumppaamon tuuletusviemäri päätetään muualle, esimerkiksi maanpinnalle pumppaamon vierelle, on huolehdittava, ettei synny hajuhaittoja. Lisäksi on varmistettava, ettei pumppaamoon kohdistu ilkeävaltaa, esimerkiksi varustamalla tuuletusputken pää käyräosalla ja metalliverkolla. (3, s. 4.)

2.5 Pumppu

Jätevesipumppaamo varustetaan usein repijäpumpulla. Mikäli ei käytetä repijämallia, on jätevesipumpun läpäistävä halkaisijaltaan vähintään 80 mm pallon muotoisia kappaleita. Näin ollen isot (DN80 ja sitä suuremmat) pumput soveltuvat yleensä sekä jäte- että hule-

ja perusvesien pumppaukseen. Hule- ja perusvesipumppaamon pumpun on läpäistävä halkaisijaltaan vähintään 25 mm pallon muotoisia kappaleita. (5, s. 118.)

PA-VE käyttää pumppaamoissa KSB:n märkäasenteisia uppopumppuja. Pumput sijoitetaan pumppaamosäiliön pohjalle siten, että ne ovat jatkuvasti pumpattavan nesteiden peitossa (pumppauksen pysäytysraja noin pumpun puolivälissä). Pumpuissa on tukeva valurautarunko. (6, s. 8.)

Jätevesipumppaamo tulee varustaa kahdella pumpulla, mikäli pumppaamolle tulevaa jätevesivirtaamaa ei voida pysäyttää tarvittaessa. Molempien pumppujen on päästävä mitoitusvirtaamaan yksinään. Pumput kytketään toimimaan normaalitilanteessa vuorotteluperiaatteella. Mikäli vedenpinta pumppaamossa kohoaa liikaa, esimerkiksi laiterikon vuoksi, tulee toisen pumpun käynnistyä automaattisesti. (7, s. 12.)

Hule- ja perusvesipumppaamoissa voidaan käyttää yhtä tai kahta pumppua. Tuplapumput voidaan mitoittaa vuorotteluperiaatteella tai rinnakkaiskäytön mukaisesti.

2.6 Sisäputkisto

Pumppaamon sisäinen putkisto voidaan tehdä ruostumattomasta, haponkestävästä tai sinkitystä teräksestä, muovista tai valuraudasta. Yleisimmin käytössä ovat RST ja HST, sekä pienissä pumppaamoissa PE-muoviputki. Kupariputki ei sovellu pumppaamokäyttöön. (3, s. 2; 5, s. 117.)

Jätevesipumppaamon putkisto on varustettava sulkuventtiilillä pumpun huoltotöitä varten sekä takaiskuventtiilillä, joka estää virtauksen paineputkesta takaisin pumppaamoon pumpun pysähtyessä (5, s. 117). Kahden pumpun pumppaamoissa kummaltakin pumpulta lähtee oma putkistonsa venttiileineen. Erillisputket yhdistetään yhdeksi putkeksi ennen pumppaamosäiliön seinämän lävistyskohtaa.

2.7 Paineputken lähtöyhde

Jätevesipumppaamosta lähtevän paineputkiston koko on min. DN80, ellei pumpussa ole silppuria. Silppuripumpu(i)lla varustetun jätevesipumppaamon paineviemärin minimikoko on DN32, joskin näin pientä kokoa harvoin käytetään. Hule- ja perusvesien paineviemärin minimikoko on DN32. (7, s. 9.)

Pumppaamolta lähtevä paineviemäri on mitoitettava siten, että pumpattavan nesteen virtausnopeus on välillä 0,7...2,3 m/s (8, s. 18). Nopeuksilla alle 0,7 m/s putkiston ja venttiilien itsepuhdistuvuus laskee ja tukkeutumisriski kasvaa. Taulukossa 1 on esitetty eräiden Meltexin paineviemärikokojen minimi- ja maksimivirtaamat, joiden välillä sallittu virtausnopeus toteutuu.

Taulukko 1. Eräiden paineviemärikokojen minimi- ja maksimivirtaamat kokoluokittain.

PE-putki	seinämä	id	v_{\min}	$q_{v,\min}$	$q_{v,\min}$	v_{\max}	$q_{v,\max}$	$q_{v,\max}$
	(mm)	(mm)	(m/s)	(dm ³ /s)	(m ³ /h)	(m/s)	(dm ³ /s)	(m ³ /h)
32	3,0	26,0	0,7	0,37	1,34	2,3	1,22	4,40
40	3,7	32,6	0,7	0,58	2,10	2,3	1,92	6,91
50	4,6	40,8	0,7	0,92	3,29	2,3	3,01	10,83
63	3,8	55,4	0,7	1,69	6,07	2,3	5,54	19,96
75	4,5	66,0	0,7	2,39	8,62	2,3	7,87	28,33
90	5,4	79,2	0,7	3,45	12,41	2,3	11,33	40,79
110	6,6	96,8	0,7	5,15	18,55	2,3	16,93	60,94

id = putken sisähalkaisija

v_{\min} = pumpattavan nesteen miniminopeus putkessa

$q_{v,\min}$ = pumpattavan nesteen minimitulavuusvirta putkessa

v_{\max} = pumpattavan nesteen maksiminopeus putkessa

$q_{v,\max}$ = pumpattavan nesteen maksimitulavuusvirta putkessa

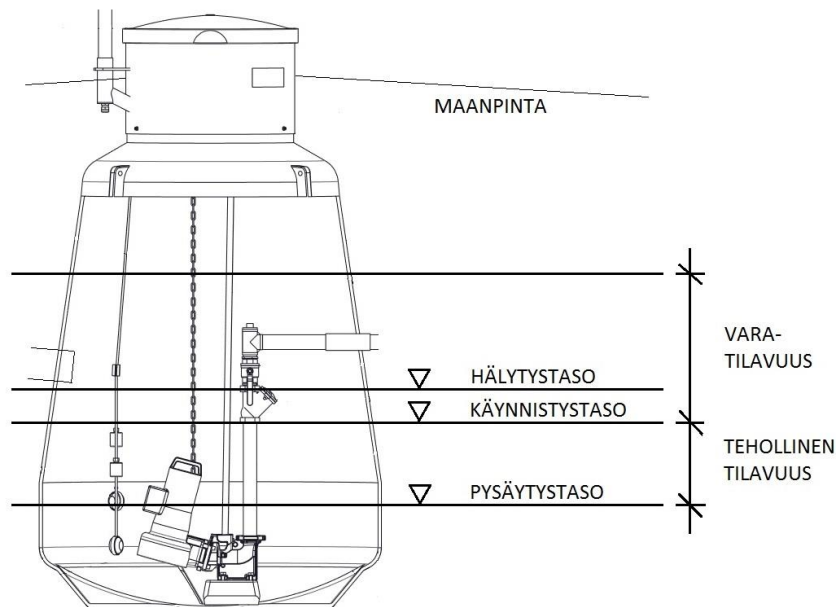
Kiinteistöpumppaamoiden yhteydessä käytetään usein 50 mm ja 63 mm paineviemärikokoja. Kuntien paineviemäriinjat puolestaan saattavat olla kooltaan huomattavasti vielä taulukossa esitettyjäkin suurempia.

2.8 Pinnanohjaus

Pumpun (tai pumppujen) käyntiä ohjataan yleisimmin pintavipalla tai paineanturilla, joskus myös elektrodikytkimellä. Ohjausvipa tai anturi voi olla erillinen osansa, tai integroituna pumppuun. Erillisen vipan tai anturin käynnistys- ja pysäytystasoja voidaan muokata tarpeen mukaan. Pumpun käynnistys- ja pysäytysrajat määrittävät pumppaamon tehollisen tilavuuden ja sitä kautta käynnistymistiheyden.

Vippa kelluu pumpattavan nesteen pinnalla, nousten ja laskien pinnankorkeuden vaihtelun mukana. Tietyllä kallistuskulmalla kellukkeen sisäinen kytkin käynnistää pumpun, ja loivemmalla kulmalla pysäyttää sen. (9.) Paineanturi (painelähetin) puolestaan asennetaan lähelle pumppaamon pohjaa. Anturi mittaa paine-eroa käynnistäen ja sammuttaen pumpun tietyillä painetasoilla. (10.)

Pumppaamo tulee varustaa myös ylärajahälytyksellä, esimerkiksi ylärajahälyvipalla, joka antaa hälytyssignaalin, mikäli nestepinta pumppaamossa nousee liikaa indikoiden laiterikkoa. Hälytystaso säädetään yleensä hieman pumpun käynnistystason yläpuolelle. Esimerkinomaiset hälytys-, käynnistys- ja pysäytystasot sekä pumppaamon tehollinen tilavuus ja varatilavuus esitetään kuvassa 2.



Kuva 2. Esimerkki käynnistys- ja pysäytysrajoista sekä tehollisesta ja varatilavuudesta.

2.9 Keskus

Kolmivaihepumpujen toimintaa ohjataan aina erillisen sähkökeskuksen kautta. Myös yksivaiheiset pumput, joissa ei ole integroitua käynnistysvipppaa, tarvitsevat toimiakseen sähkökeskuksen. Keskuksessa on käy-0-käsi-ohjauskytkin, jonka ohjaamana pumppu joko käy automaattisesti pintakytkinten tai paineantureiden signaalien perusteella, ei käy lainkaan, tai käy pakotettuna jatkuvasti (6, s. 10).

Keskus vastaanottaa myös hälytysvipan ongelmatilanteessa antaman signaalin, joka laukaisee keskuksen hälytysvalon tai merkkiäänän, tai vaihtoehtoisesti keskus lähettää hälytystiedon kiinteistöautomaation alavalvontakeskukselle (VAK) tai GSM-kaukovalvontajärjestelmään. Integroidulla ohjausvipalla varustetut yksivaiheiset perus- ja hulevesipumput eivät välttämättä tarvitse erillistä ohjauskeskusta toimiakseen. Tuolloinkin kyseinen pumppaamo on varustettava ylärajahälytyksellä. (11, s. 7.)

2.10 Lisäosia

Pumppaamoon voidaan tarvittaessa asentaa tikkaat ja hoitotaso helpottamaan huolto- toimenpiteitä, esimerkiksi venttiilien huoltoa tai vaihtoa varten. Pumppaamon – varsinkin jätevesipumppaamon – sisään laskeuduttaessa on aina huolehdittava riittävästä suoja- varustuksesta ja huomioitava viemärikaasut. (1.)

Muita lisävarusteita ovat muun muassa laponestoventtiili sisäputkistoon ja ankkurointi- kynnet mahdollista säiliön ankkurointitarvetta varten. Laponestoventtiili päästää tarvitta- essa paineputkistoon ilmaa, jolloin putkeen ei pääse syntymään pumppaamosäiliön tyh- jentävää lappoilmiötä. (1.)

3 Pumppaamoja koskeva lainsäädäntö ja ohjeistukset

3.1 Lakipykälät

Jätevesipumppaamoja koskee 1.1.2018 voimaan tullut Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Jätevesipumppaamoja koskeva pykälä 27 ei kuitenkaan anna minkäänlaisia mitoitusohjeita.

27 § Jätevesien pumppaamo

Jos rakennuksen viemäripisteistä ei voida johtaa jätevettä pois painovoimaisesti viettoviemärillä, on jätevedet pumpattava. Pumppaamon on oltava vesitiivis, maanpaineen kestävä eikä se saa aiheuttaa hajuhaittoja. Jäteveden pumppaamon on oltava tuuletettu.

Pumppaamossa on oltava käyttöhäiriöilmaisoin. Pumppaamon on sijaittava sellaisessa paikassa, että se voidaan helposti tarkastaa ja huoltaa. Jätevedet eivät saa virrata takaisin pumppaamoon.

Jos viemäripiste sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella, jätevedet on pumpattava. Korjaus- ja muutostyössä padotuskorkeuden alapuolella sijaitseva yksittäinen viemäripiste voidaan pumppauksen sijasta varustaa padotusventtiilillä lukuun ottamatta WC-vesiä. (4.)

Hule- ja perusvesipumppaamoja ei tässä uudessa 2018 voimaan tulleessa asetuksessa ole mainittu lainkaan.

3.2 Standardit

Rakennusten sisäisiä ja ulkopuolisia kiinteistöpumppaamoja koskee eurooppalainen standardisarja SFS-EN 12050. Sarja sisältää osat 1–4, joista on myös suomennetut versiot. Osa 1 käsittelee jätevesipumppaamoja, osa 2 harmaavesipumppaamoja, osa 3 pieniä WC-pumppaamoja ja osa 4 pumppaamojen takaiskuventtiilejä. CE-merkintävaatimus koskee kuitenkin vain rakennusten sisäpuolelle asennettavia pumppaamoja. (7.)

Kiinteistöpumppaamojen mitoitusta käydään varsin kattavasti läpi standardissa SFS-EN 12056-4 (8). Tähän standardiin liittyvät jäte- ja huleveden mitoitusvirtaamien laskennat standardeissa SFS-EN 12056-2 ja -3 eivät kuitenkaan kaikilta osin vastaa Suomessa yleisesti käytössä ollutta (nykyään kumottua) Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D1 liitteineen.

Kuntien ja vesihuolto-osuuskuntien linjapumppaamoja puolestaan koskee eurooppalainen standardisarja SFS-EN 16932. Sarja sisältää osat 1–3, joita ei ole suomennettu. Osassa 1 määritellään yleisiä vaatimuksia, osa 2 käsittelee (yli)paineviemärointiä ja osa 3 alipaineviemärointiä. (12.)

3.3 Ohjeet

3.3.1 RYL sekä RT- ja LVI-kortit

TalotekniikkaRYL 2002:n osassa 1, 12126, on mainittu yleisiä vaatimuksia jätevesipumppaamoille ja niissä käytettäville pumpuille (5, s. 117–118).

LVI-kortissa 23-10222 sekä lähes identtissä RT-kortissa 66-10530 ohjeistetaan jonkin verran jäte- ja kuivatusvesipumppaamojen mitoitusta (3).

LVI-kortissa 06-10502 ohjeistetaan pumppaamosäiliön tilavuuden laskentaa kohteissa, joissa myös S1-luokan väestönsuojan jätevedet viemäroidään pumppaamon kautta (13, s. 11).

3.3.2 Talotekniikkainfo.fi

Uusiin lakipykäliin liittyviä ohjeistuksia on ympäristöministeriön pyynnöstä koottu talotekniikkainfo.fi-internetsivuille. Sivulla ohjeistetaan mitoittamaan jätevesipumppaamot edelleen (kumotun) Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 liitteen 4 mukaan. (14.)

Hulevesipumppaamoista ei ole talotekniikkainfo.fi-sivuilta mitään mainintaa. Huleveden mitoitusvirtaama ohjeistetaan edelleen laskemaan (kumotun) SRMK:n osan D1 liitteen 7 perusteella (15). Vastaavaa mitoitusvirtaaman laskukaavaa käytetään myös Kuntaliiton hulevesioppaassa (16, s. 101).

Perusvesipumppaamoista on lyhyt maininta talotekniikkainfo.fi-sivujen ohjeistuksissa. Mitoitusohjeita sivuilta ei kuitenkaan löydy. Salaojaputkien mitoitusvirtaama määritellään esimerkiksi julkaisun RIL 126-2009 mukaan.

4 Pumppaamon tarve

4.1 Korkeero riittämätön viettoviemäröinnille

Yleisin syy kiinteistöpumppaamon tarpeelle on se, etteivät korot riitä viettoviemäröintiin. Toisin sanoen jätevesiviemäröinnissä kiinteistön alimman viemäröintipisteen ja kaupungin verkoston liitoskohdan välinen korkeero on niin pieni, ettei näiden välille saada riittävää kaatoa tai jätevedet on jopa saatava kulkemaan ”ylämäkeen”.

Perusvesien viemäröinnissä korkotason määrittävä tekijä on rakennuksen salaojien korko. Jos salaojien korkotaso on niin matalalla, ettei perusvesien viettoviemäröinti kunnan hulevesiverkostoon onnistu, on asennettava perusvesipumppaamo. Pumppaamo voi toimia samalla perusvesikaivona, eikä erillistä PVK:ta tällöin tarvita. (11, s. 7.)

Kiinteistön hulevesiviemärit eivät yleensä kulje kovin syvällä. Mikäli korkeero kaupungin hulevesiverkkoon ei kuitenkaan riitä eikä hulevesiä ole lupa imeyttää tontilla tai johtaa maastoon, tarvitaan hulevesipumppaamo.

Perus- ja hulevesille voidaan käyttää yhteistä pumppaamoja. Tällöin on kuitenkin varmistettava, etteivät kiinteistön hulevedet aiheuta rankkasateellakaan tulvavaaraa salaojaverkostoon. Vaihtoehtoina on varustaa pumppaamon salaojatulo padotusventtiilillä, tai tuoda salaojavedet pumppaamolle PVK:n kautta.

4.2 Viemäripiste padotuskorkeuden alapuolella

Pumppaamo saattaa olla myös tarpeellinen sen takia, että jokin kiinteistön viemäripisteistä sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella. Tällöin linjaan on lisättävä pumppaamo, jonka yksisuuntaventtiili varmistaa, ettei kaupungin verkostosta pääse padotustilanteessa virtaamaan jätevettä takaisin kiinteistön viemäriin. Pumppaamon kautta viemäroidään vain padotuskorkeuden alapuolisten viemäripisteiden jätevedet. Muut kiinteistön jätevedet viemäroidään viettoviemärillä. (4; 3, s. 1.)

Olemassa olevien kiinteistöjen korjaus- ja muutostöiden yhteydessä voidaan yksittäisen padotuskorkeuden alapuolella sijaitsevan harmaavesiviemäripisteen vedet viemäroidä padotusventtiilin kautta. WC-vedet eli niin sanotut mustat jätevedet on kuitenkin aina pumpattava, mikäli viemäripiste sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella. (4.)

Padotuskorkeudella tarkoitetaan jäte- tai hulevesiviemärin ylintä vedenpinnan tasoa, jolle pinta saattaa normaalikuormituksen vaihteluiden puitteissa nousta verkostoon liittyneen kiinteistön kohdalla (4). Kunnan vesilaitos määrittelee jokaiselle kiinteistölle jäte- ja huleveden padotuskorkeudet.

Ellei vesilaitos ole määritellyt muuta padotuskorkeutta, ovat arvot yleensä seuraavat:

- Jäteveden padotuskorkeus: kunnan jätevesiviemärin laen korkotaso tonttivilmäärin liitoskohdassa + 1000 mm.
- Huleveden ja sekaviiemäröinnin padotuskorkeus: kadun korkotaso tonttivilmäärin liitoskohdassa + 100 mm (3).

4.3 Haja-asutusalueet ja kuntien siirtolinjat

Harvaan asutuilla haja-asutusalueilla etäisyydet kiinteistöltä kaupungin runkoverkkoon ovat usein hyvin pitkiä. Jos jätevesien käsittely tontilla ei ole sallittua, saattaa edullisin vaihtoehto olla paineviemäröinti, jolloin vältytään suurilta kaivuu- ja räjäytystöiltä. Useampi pienikiinteistö voidaan liittää samaan pumppaamoon, josta jätevedet saadaan vietyä paineella pitkänkin matkan päähän. Asukkaiden kannattaa tällöin perustaa vesihuolto-osuuskunta hoitamaan yhteistä paineviemärijärjestelmää.

Kuntien viemäriverkostossa puolestaan tarvitaan usein linjapumppaamoja, sillä vain harvoin, jos koskaan, verkosto saadaan rakennettua niin, että koko viemäriinjassa riittää kaatoa aina jätevedenpuhdistamolle saakka. Kunnan verkossa pumppaamo tulee kysymykseen myös esimerkiksi vesistöjen alituksissa tai vahvasti kumpuilevan maaston vuoksi.

5 Jätevesipumppaamon mitoitus

Jätevesipumppaamon mitoituksen tärkeimmät kohdat ovat pumpun toimintapiste eli vaadittu tilavuusvirta ja nostokorkeus, pumppujen määrä sekä tarvittava säiliön tilavuus. Näiden lisäksi täytyy huomioida mahdolliset kohdekohtaiset vaatimukset.

5.1 Pumpun tuotto

Pumpun aikaansaaman tilavuusvirran on oltava vähintään yhtä suuri kuin pumppaamolle viemäroitävän mitoitusvirtaaman ja mahdollisten vakiovirtaamien summa (8, s. 18).

$$q_{v,\min} \geq q_{\text{mit}} + q_{\text{vak}} \quad (1)$$

$q_{v,\min}$ on pumpulta vaadittava minimi-tilavuusvirta [dm^3/s]

q_{mit} on pumppaamon kautta viemäroitävä mitoitusvirtaama [dm^3/s]

q_{vak} on pumppaamon kautta viemäroitävien vakiovirtaamien summa [dm^3/s].

Viemäripisteiden normivirtaamat katsotaan liitteen 1 taulukosta 1. Mitoitusvirtaama q_{mit} voidaan laskea normivirtaamien summasta Q alla olevilla yhtälöillä 2 ja 3. Vaihtoehtoisesti mitoitusvirtaama q_{mit} voidaan myös katsoa normivirtaamien summan Q perusteella liitteen 2 kuvioista 1. (14.)

- Asuintalot, vanhainkodit, toimistorakennukset, yms.:

$$q_{\text{mit}} = 0,585 * Q^{0,45} \quad (2)$$

- Hotellit, sairaalat, koulut, kokoontumistilat, yms.:

$$q_{\text{mit}} = 0,815 * Q^{0,45} \quad (3)$$

Pienten mitoitusvirtaamien yhteydessä on tarkistettava, ettei mitoitusvirtaama alita suurinta pumppaamolle viemäroitävää normivirtaamaa. Tällaisessa tapauksessa mitoitusvirtaamana käytetään suurinta normivirtaamaa.

Mikäli pumppaamolle viemäroidään myös joitakin vakiovirtaamia, lisätään nämä sellaisenaan yllä laskettuun mitoitusvirtaamaan.

5.2 Nostokorkeus

Pumpulta vaadittava nostokorkeus muodostuu geodeettisesta nostokorkeudesta sekä paineputkiston ja pumppaamon sisäputkiston aiheuttamista painehäviöistä. Geodeettinen nostokorkeus tarkoittaa pumpun pysäytyskoron ja paineviemärin purkupisteen välistä korkeuseroa.

Kokonaisnostokorkeus saadaan laskemalla yhteen geodeettinen nostokorkeus ja virtaushäviöt yhtälöiden 4 ja 5 mukaisesti (8, s. 20).

$$H_{\text{kok}} = H_{\text{geod}} + H_{\text{paineh}} \quad (4)$$

$$H_{\text{paineh}} = H_{\text{kitka}} + H_{\text{kerta}} \quad (5)$$

H_{kok} on kokonaisnostokorkeus [m]

H_{geod} on korkeuserojen aiheuttama geodeettinen nostokorkeus [m]

H_{paineh} on virtauksen aiheuttama painehäviö [m]

H_{kitka} on virtauskitkan aiheuttama painehäviö suorassa putkistossa [m]

H_{kerta} on venttiilien, kulmien, ym. osien aiheuttamien painehäviöiden summa. [m]

Virtauskitkan aiheuttama painehäviö suorassa putkessa voidaan laskea monella eri tavalla. Kansainvälisesti yleisessä käytössä ovat Hazen-Williamsin yhtälö, Manningin yhtälö ja Darcy-Weisbachin yleinen kitkahäviöyhtälö (yhtälö 7). Näistä viimeksi mainittu antaa tarkimman tuloksen, ja on lisäksi ainoa, joka sopii käytettäväksi niin laminaarisen kuin turbulenttisenkin virtauksen yhteydessä, joskin viemäriverirtauksen voidaan yleisesti olettaa olevan turbulenttista. (17; 18.)

$$H_{\text{kitka}} = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (7)$$

f on kitkavastuskerroin [dimensioton]

L on putken pituus [m]

d on putken sisähalkaisija [m]

v on virtausnopeus [m/s]

g on painovoiman aiheuttama putoamiskiihtyvyyden kaksinkertainen (9,81 m/s²) [m/s²].

Darcy-Weisbachin yhtälön kitkavastuskerroin f on kätevä katsoa Moodyn diagrammista (liite 3) putken suhteellisen karheuden ja Reynoldsin luvun perusteella. Reynoldsin luku puolestaan lasketaan yhtälöllä 8 tai 9. (17; 18.)

$$\text{Re} = \frac{v d \rho}{\mu} \quad (8)$$

$$\text{Re} = \frac{v d}{\nu} \quad (9)$$

Re on Reynoldsin luku [dimensioton]

d on putken sisähalkaisija [m]

v on keskimääräinen virtausnopeus [m/s]

ρ on virtaavan nesteen tiheys [kg/m^3]

μ on dynaaminen viskositeetti [$\text{Pa}\cdot\text{s}$ tai Ns/m^2]

ν on kinemaattinen viskositeetti, μ / ρ [m^2/s].

Suhteellinen karheus saadaan jakamalla putken sisäpinnan absoluuttinen karheus putken sisähalkaisijalla. Yleisimmin paineviemäriputkena käytetään PE-muovista valmistettua PN10-luokan paineputkea. PE-putken sisäpinnan absoluuttinen karheus k vaihtelee lähteittäin melko radikaalistikin. Suhteellista karheutta laskettaessa kannattane käyttää absoluuttisena karheutena arvoja väliltä 0,01...0,25 mm. (19, s. 9.)

Venttiilien, kulmien ja muiden osien aiheuttamat kertavastukset lasketaan yhtälöllä 10, mikäli virtausnopeus on vakio eli putkikoko ei muutu matkan varrella (8, s. 22; 17).

$$H_{\text{kerta}} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$

$\sum k$ on venttiilien ym. osien kertavastuskerrointen summa [dimensioton]

v on keskimääräinen virtausnopeus [m/s]

g on painovoiman aiheuttama putoamiskiihtyvyyden käänteinen arvo ($9,81 \text{ m/s}^2$) [m/s^2].

Eri venttiilien ja putkiosien laskennallisia kertavastuskertoimia on esitetty lukuisissa eri lähteissä. Kertoimet ovat kuitenkin parhaimmillaankin vain arvioita, joten myös yhtälön tulos on arvio, ei absoluuttinen arvo.

Kuntien pitkien siirtolinjojen kohdalla putkiston virtauskitkavastus nousee huomattavan suureen rooliin, ja tällöin on erityisen tärkeää käyttää mahdollisimman tarkkoja laskelmia. Kiinteistöpumppaamoiden lyhyiden paineviemäreiden osalta päästään usein riittävään tarkkuuteen laskemalla kitkavastukset putkivalmistajien internetsivuilla olevilla laskureilla tai katsomalla valmistajien julkaisemista painehäviötaulukoista.

Pumpun nostokorkeuden (ja siihen liittyvän painehäviön) yksikkönä käytetään yleisesti metriä vesipatsasta [mvp]. Selkeyden vuoksi tämän opinnäytetyön yhtälöissä on käytetty yksikkönä pelkkää metriä [m]. Kilopascaleina annetut tai lasketut painehäviöt voidaan tarvittaessa muuttaa (vesipatsas)metreiksi ja (vesipatsas)metrit kilopascaleiksi alla esitetyn yksikkömuunnoksen avulla:

$$1 \text{ kPa} \approx 0,1 \text{ m(vp)} \quad \text{ja} \quad 1 \text{ m(vp)} \approx 10 \text{ kPa.}$$

5.3 Pumppujen määrä

Jätevesipumppaamo tulee varustaa kahdella pumpulla, mikäli pumppaamolle tulevaa jätevesivirtaamaa ei kyetä ongelmatilanteessa pysäyttämään (7, s. 12). Käytännössä esimerkiksi koulujen, sairaaloiden ja muiden vastaavien tilojen pumppaamot on hyvä varustaa tuplapumppuilla, kun taas omakotitalojen, yhden asuinkerrostalon saunatilojen, yms. tilojen jätevesipumppaamoihin riittää yleensä yksi pumppu.

Kahden pumpun jätevesipumppaamoissa kummankin pumpun tulee päästä mitoitusvirtaamaan yksinään. Pumput kytketään toimimaan vuorotteluperiaatteella esim. viikkokellon avulla. Toisen pumpun ollessa toiminnassa on toinen varalla. Varalla olevan pumpun tulee kuitenkin käynnistyä automaattisesti, mikäli vedenpinta pumppaamossa kohoaa ensimmäisen pumpun käynnistystason yläpuolelle.

5.4 Tehollinen tilavuus

Pumppaamon tehollinen tilavuus tarkoittaa pumpun (tai pumppujen) käynnistystason ja pysäytystason välille muodostuvaa vesitilavuutta. Käynnistys- ja pysäytyskorot säiliössä määritetään pinnanohjauksen avulla. Märkäasenteisia pumppuja käytettäessä pysäytystaso on säädettävä sellaiseen korkoon, että pumppu/pumput jäävät pumppausyklin lopussa edelleen veden peittoon. Käynnistystason puolestaan tulisi sijaita pumppaamolle tulevan viettoviemärin vesijuoksun alapuolella. (6.)

Tehollinen tilavuus määrittää pumpun (pumppujen) käynnistystiheyden, ja toisaalta pumpun *maksimikäynnistystiheys* määrittää tehollisen *minimitilavuuden*. Tilavuusvirran, tehollisen tilavuuden ja käynnistystiheyden välinen riippuvuus on esitetty liitteen 3 kuviossa. (20, s. 28.)

Sopiva käynnistystiheys riippuu valitusta pumpusta. Pienet, alle 3 kW:n pumput kestävät tiheämmän käynnistysyösklin – usein jopa yli 20 kertaa tunnissa – kuin tehokkaammat pumput. Suurten pumppujen kanssa on hyvä pyrkiä alle kymmeneen käynnistyskertaan tunnissa. Pumppuvalmistaja määrittää kullekin tuotteelleen sallitun maksimikäynnistystiheyden. Käytännössä pienten kiinteistöjen kuten omakotitalojen jäteveden virtaamat ovat niin pieniä, että pumput käyvät vain joitakin kertoja vuorokaudessa, eikä tehollisen tilavuuden määrittäminen ole tässä tapauksessa merkityksellistä.

Tehollinen tilavuus voidaan määritellä myös pumpun vähimmäiskäyntiajan mukaan yhtälöllä 11. Pumppuvalmistaja määrittelee kullekin tuotteelleen vähimmäiskäyntiajan yhtä käynnistyskertaa kohti. (8, s. 26.)

$$V_{\text{hyöty}} = q_{v,\text{min}} T \quad (11)$$

$V_{\text{hyöty}}$ on pumppaamon tehollinen tilavuus [dm³]

$q_{v,\text{min}}$ on pumpun tilavuusvirta [dm³/s]

T on vähimmäiskäyntiaika yhdellä käynnistyskerralla [s].

5.5 Varatilavuus

Mahdollisen toimintahäiriön (esim. laiterikko tai sähkökatko) varalta pumppaamosäiliössä on oltava tehollisen tilavuuden lisäksi myös riittävä varatilavuus. Varatilavuuden tulee olla vähintään saman suuruinen kuin kahden tunnin aikana säiliöön normaalisti tuleva vesimäärä. Varatilavuus lasketaan yhtälöllä 11. (14.)

$$V_{\text{vara}} = (0,025 q_{\text{mit}} + q_{\text{vak}}) 7200s \quad (12)$$

V_{vara} on pumppaamon varatilavuus [dm³]

q_{mit} on pumppaamon kautta viemäritävä mitoitusvirtaama [dm³/s]

q_{vak} on pumppaamon kautta viemäritävät vakiovirtaamat [dm³/s].

Tarvittaessa varatilavuuteen voidaan katsoa kuuluvan myös se osuus pumppaamoja edeltävistä jätevesiviemäreistä, joka sijaitsee alimman viemäröintipisteen kannalta turvallisen padotustason alapuolella (14).

Tarvittavaa varatilavuutta voidaan joissakin tapauksissa pienentää varustamalla pumppaamolle johdettavien viemäripisteiden vesipisteet käyttökeskeytyssuojalla, joka keskeyttää vedentulon ongelmatilanteessa (14).

5.6 Jätevesipumppaamon tilavuus väestönsuojakohteissa

Mikäli kiinteistön jätevesipumppaamoon viemäroidään myös S1-luokan väestönsuojan jätevedet, on pumppaamossa oltava pysäytystason yläpuolella varatilavuutta vähintään 20 dm^3 jokaista väestönsuojan neliometriä kohden. Tässä tapauksessa varatilavuuteen siis lasketaan mukaan myös tehollinen tilavuus. Mikäli ainoastaan väestönsuojan jätevedet pumpataan, tulee pumppaamossa olla pysäytystason yläpuolella tilavuutta vähintään 10 dm^3 jokaista väestönsuojan neliometriä kohden. (13.)

Käytännössä yleensä näissä tilanteissa pumppaamon säiliö ja pumpun toimintarajat on mitoitettava ensisijaisesti pumppaamoon sijoitettavan polttomoottorikäyttöisen (yleensä diesel) pumpun ympärilleen vaatiman jäähdytysvesitilavuuden mukaan.

6 Hulevesipumppaamon mitoitus

Hulevesipumppaamon mitoitus kulkee pääpiirteittäin samoin kuin jätevesipumppaamon mitoittaminenkin. Oleellista on selvittää pumpun toimintapiste (tuotto ja nostokorkeus), tehollisen ja varatilavuuden tarve, sekä tarvittava pumppujen määrä.

6.1 Pumpun tuotto

Hulevesipumpun tuottopisteen määrittely lähtee liikkeelle samoin kuin jätevesipuolella, eli pumppaamon kautta viemäritävien hulevesien mitoitusvirtaaman määrittelystä. Mitoitusvirtaama saadaan mitoitusasteen ja eri pintamateriaaleilla päällystettyjen osaluokkien tulosta yhtälöllä 13. Pumpun aikaansaaman tilavuusvirran on oltava vähintään yhtä suuri kuin mitoitusvirtaama. (16, s. 101.)

$$q_{v,\min} \geq q_{\text{mit}} \quad (13)$$

$$q_{\text{mit}} = q_{\text{sade}} (k_1 A_1 + k_2 A_2 + \dots + k_n A_n) \quad (14)$$

$q_{v,\min}$ on pumpulta vaadittava minimi-tilavuusvirta [dm^3/s]

q_{mit} on mitoitusvirtaama [dm^3/s]

q_{sade} on mitoitusaste [$\text{dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$]

k on osaluokien valumiskerroin [dimensioton]

A on osaluokien pinta-ala vaakasuoralle pinnalle projisoituna. [m^2]

Mitoitusasteena on yleisesti käytetty arvoa $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$. Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateiden intensiteetti on kasvanut, joten mitoitusasteen ohjeelliseen arvoon on odotettavissa korotus lähivuosien aikana. (15.)

Valumiskertoimena käytetään esimerkiksi arvoja 0,3 nurmikolle, 0,7 sorapinnalle ja 1,0 katoille, asfaltille, ym. tiiville pinnoille. Myös muita valumiskertoimia on yleisessä käytössä. (15; 16.)

Hulevesiviemäroinnin mitoitus eroaa jätevesiviemäroinnin mitoituksesta siten, että hulevesipuolella sallitaan järjestelmän hetkellinen padottaminen mitoitusasteen ylittävän erityyppisen kovan rankkasateen aikana. Järjestelmän mitoitus pohjaakin riskien ja kustannusten väliseen kompromissiin. (16, s. 24, 102, 142 ja 206.)

Mikäli varauduttaisiin keskimäärin vain kerran kymmenessä vuodessa esiintyvään harvinaisen rankkaan sateeseen, kasvaisivat järjestelmän kustannukset ja tilantarve huomattavan paljon. Jos taas varauduttaisiin vain hyvin kevyisiin, erittäin usein toistuviin saateisiin, järjestelmän kustannukset laskisivat mutta tulvariski kasvaisi huomattavasti.

Taulukko 2. Sääntökamittauksiin perustuvat rankkasateen intensiteetit Etelä-Suomessa, alue-sadantana noin 1 km² (muokattu lähteestä 16).

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)										
Toistuvuus	Sateen kesto									
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h		
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2	
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5	
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2	
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8	
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9	

Taulukosta 2 käy ilmi, että mitoitussateena neliometriä kohden usein käytetty 0,015 l/s/m² vastaa kerran viidessä vuodessa esiintyvää 10 minuutin kestoista rankkasadetta. Mikäli haluttaisiin varautua harvinaiseen, kerran kymmenessä vuodessa esiintyvään 5 minuutin kestoiseen rankkasateen huippuun, tulisi mitoitussateena käyttää arvoa 0,023 l/s/m².

6.2 Nostokorkeus

Hulevesipumpulta vaadittu nostokorkeus lasketaan geodeettisen nostokorkeuden ja putkiston painehäviöiden summana yhtälöllä 4, samoin kuin jätevesipumpun nostokorkeus.

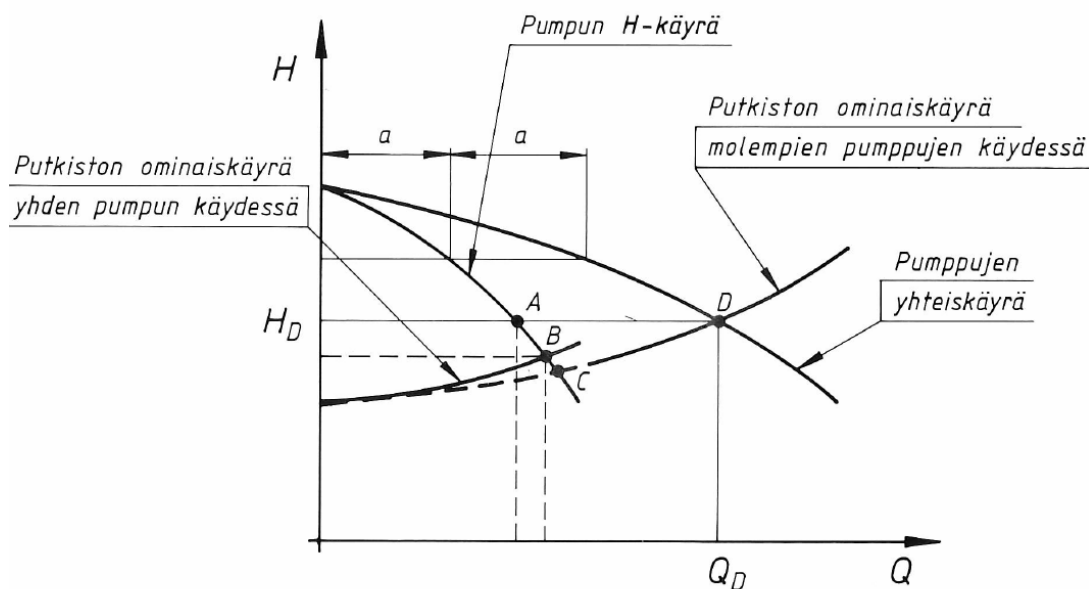
$$H_{\text{kok}} = H_{\text{geod}} + H_{\text{paine}} \quad (4)$$

6.3 Pumppujen määrä

Hulevesipumppaamo voidaan varustaa yhdellä tai kahdella pumpulla. Koska hulevesiviemäröinnin mitoitus on tasapainottelua kustannusten ja riskien välillä ja yleensä mitoitussateena käytetään vain kerran viidessä vuodessa esiintyvää rankkasadetta, verrattain harva kohde suunnitellaan niin, että toinen pumpuista on vain varalla.

Hulevesipuolella käytetään kuitenkin usein kahden pumpun rinnankytkentää. Tällöin vedenpinnan kohotessa käynnistyy ensin toinen pumppu, ja mikäli vedenpinta yhä kohoaa, käynnistyy toinenkin. Pumput mitoitetaan siten, että tarvittava virtaama saavutetaan pumppujen yhtäaikaiskäytöllä. Mikäli toinen pumpuista rikkoutuu, on toinen edelleen toimintakuntoinen selviytyen heikompien sateiden tuomista vesimääristä.

Kuvasta 3 näkyy, kuinka kahden samanlaisen pumpun rinnankytkentä vaikuttaa toimintapisteeseen. Rinnankytkentä kaksinkertaistaa kokonaisvirtaaman, mutta nostokorkeus ei muutu. Tilavuusvirran muutos on esitetty kuvassa merkinnällä a . Molempien pumppujen käydessä myös verkoston ominaiskäyrä poikkeaa hieman ominaiskäyrästä yhden pumpun käydessä. Tämä johtuu tilavuusvirran puolittumisesta erillisputkisto-osassa, jolloin painehäviö hieman pienenee.



Toimintapisteet kahden samanlaisen pumpun rinnakkaiskäytössä.

Kuva 3. Pumppujen rinnankytkennän vaikutus nostokorkeuteen ja tilavuusvirtaan (21, s. 47).

Molempien pumppujen käydessä toimintapiste on kohdassa D. Tällöin kummankin pumpun tuottama virtaama on puolet yhteistoimintapisteestä eli kohdassa A. Vain yhden pumpun käydessä toimintapiste on kohdassa B. Käytännössä toimintapistettä yhden pumpun käydessä ei yleensä tarvitse selvittää kovinkaan tarkasti, vaan pisteen voidaan tuolloin olettaa olevan kohdan B sijaan kohdassa C. (21, s. 47.)

6.4 Tehollinen tilavuus

Hulevesipumppaamon tehollinen tilavuus määräytyy pinnanohjauksen mukaan. Mikäli käytetään rinnankytkettyjä pumppuja, on tehollinen tilavuus määriteltävissä sekä yhden pumpun käynnistysrajan mukaan (käynnistystiheyden määrittystä varten), että toisen pumpun käynnistysrajan mukaan (varatilavuuden alarajan määrittystä varten).

6.5 Varatilavuus

Hulevesipumppaamon varatilavuuden mitoittamiseen vaikuttaa se, millä tasolla mahdollisen laiterikon tai sähkökatkon aiheuttamiin riskeihin halutaan varautua. Tähän puolestaan vaikuttaa muun muassa se, onko kohteeseen mahdollista suunnitella hyvät tulva-reitit hulevesille.

Rankkasateen keskimääräinen intensiteetti laskee sitä matalammaksi, mitä pidempää ajanjaksoa tarkastellaan. Mikäli mitoitusperusteena käytetään edelleen keskimäärin keran viidessä vuodessa esiintyvää rankkasadetta, saadaan taulukosta 2 arvioitua kahden tunnin kestoisen sateen keskimääräiseksi intensiteetiksi noin $0,004 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$.

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)									
Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9

Esimerkiksi kahden tunnin rankkasateen mukainen varatilavuus laskettaisiin tällöin:

$$V_{\text{vara}} = q_{\text{sade}} (k_1 A_1 + k_2 A_2 + \dots + k_n A_n) 7200s \quad (15)$$

V_{vara} on varatilavuus [dm^3]

q_{sade} on mitoitus sade (tässä $\sim 0,004 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$) [$\text{dm}^3/\text{s},\text{m}^2$]

k on osa-alueen valumiskerroin [dimensioton]

A on osa-alueen pinta-ala vaakasuoralle pinnalle projisoituna [m^2].

On kuitenkin huomioitava, että hulevesipumppaamoissa mitoitus perustuu kyseisessä kohteessa hyväksytyyn riskitasoon. Näin ollen kussakin kohteessa käytettävä mitoitus-
sade, tarvittava pumppujen määrä ja pumppaamon varatilavuus vaihtelevat, eikä hule-
vesipumppaamon mitoitukseen voida antaa täysin yleispäteviä arvoja tai yhtälöitä.

7 Perusvesipumppaamon mitoitus

Perusvesipumppaamon mitoituksen olennaisimmat osat ovat samat kuin jäte- ja hulevesipuolellakin: pumpun toimintapiste, pumppujen määrä ja säiliön tilavuus.

Perusvesipumppaamo toimii samalla myös perusvesikaivona. Mikäli kuitenkin myös hulevedet viemäroidään samaan pumppaamoon, on salaojavedet tuotava pumppaamolle padotusventtiilin kautta. Padotusventtiili voidaan sijoittaa pumppaamon salaojatuloyhteeseen tai pumppaamon edelle asennettavaan erilliseen perusvesikaivoon.

7.1 Pumpun tuotto

Pumpulta vaadittava virtaama on oltava vähintään yhtä suuri kuin pumppaamon kautta viemäroitävä mitoitusvirtaama. Yleensä kohteen perustus- tai geosuunnittelija määrittelee salaojien maksimivirtaaman, joka on samalla myös mitoitusvirtaama. LVI-suunnittelija mitoittaa pumppaamon saamiensa virtaamatietojen perusteella. (11, s. 4, 7)

$$q_{v,\min} \geq q_{\text{mit,so}} = q_{\text{max,so}} \quad (16)$$

$q_{v,\min}$ on pumpulta vaadittu minimivilavuusvirta [dm^3/s]

$q_{\text{mit,so}}$ on salaojien mitoitusvirtaama [dm^3/s]

$q_{\text{max,so}}$ on salaojien maksimivirtaama [dm^3/s].

7.2 Nostokorkeus

Perusvesipumppaamon nostokorkeus lasketaan geodeettisen nostokorkeuden ja putkiston painehäviöiden summana yhtälöllä 4, samoin kuin hule- ja jätevesipuolellakin.

$$H_{\text{kok}} = H_{\text{geod}} + H_{\text{paineh}} \quad (4)$$

7.3 Pumppujen määrä

Perusvesipumppaamo voidaan tarvittaessa riskialttiissa kohteessa varustaa kahdella pumpulla. Tuplapumput voidaan kytkeä toimimaan vuorotellen, jolloin kummankin on päästävä mitoitusvirtaamaan yksinään, tai rinnankytkennällä, jolloin mitoitusvirtaama saavutetaan pumppujen yhteiskäytöllä.

7.4 Tehollinen tilavuus

Perusvesipumppaamon tehollinen tilavuus määritellään kuten jäte- ja hulevesipumppaamoissakin, riippuen siitä onko pumppuja yksi vai kaksi ja onko mahdolliset tuplapumput kytketty vuorottelutekniikalla vai rinnan.

7.5 Varatilavuus

Perusvesipumppaamon varatilavuus voidaan laskea esimerkiksi vastaamaan perustusten kuivatusvesien maksimivirtaamaa kahden tunnin ajalta yhtälöllä 16.

$$V_{\text{vara}} = q_{\text{mit,so}} \cdot 7200\text{s} \quad (17)$$

V_{vara} on varatilavuus [dm^3]

$q_{\text{mit,so}}$ on salaojien mitoitusvirtaama [dm^3/s].

Perusvesipumppaamon varatilavuus kannattaa kuitenkin mitoittaa suhteellisen suureksi, sillä salaojavirtaamia on mahdotonta pysäyttää sähkökatkon, laiterikon tai muun ongelmatilanteen sattuessa.

8 Pumppamolaskuri

8.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa PA-VE:n käyttöön mahdollisimman monipuolinen mutta kuitenkin selkeä ja helppokäyttöinen excelpohjainen laskuri pumppamohinnoittelua varten.

8.2 Työvaiheet

Laskurin toteutus lähti liikkeelle tarpeiden kartoittamisella. Tulevat laskurin käyttäjät kertoivat, mitä tuotteita, komponentteja ja työvaiheita laskurissa on huomioitava, jotta loppusummana saatava omakustannehinta vastaa parhaiten todellisuutta. Lisäksi käyttäjien kanssa keskusteltiin siitä, millainen laskurin tulisi olla, jotta sitä olisi mahdollisimman helppoa ja kätevää käyttää jokapäiväisessä työssä.

Lopulliseen laskuriin sisällytettiin lähes kaikki mahdolliset PA-VE:lla käytössä olevat pumppamorungot. Mukana on rotaatiovalettuja säiliöitä, spiroputkesta tehtyjä säiliöitä, sekä näiden yhdistelmiä. Kansisto, pumppu tai pumput, putkisto, pinnanohjaus, keskus sekä lisävarusteet ovat näppärästi valittavissa joko alasvetovalikoista tai valintapainikkeella. Excelin ominaisuuksista käytössä ovat muun muassa solun sallitut arvot, pudotusvalikot, dynaamiset pudotusvalikot, valintaruudut, haku valinnan perusteella sekä JOS-, JA- ja TAI-lauseet eri yhdistelmineen.

8.3 Lopputulos

Valmis laskuri on tämän tekstin kirjoitushetkellä testikäytössä PA-VE:lla. Mikäli testikäytössä ilmenee puutteita tai parannusehdotuksia, laskuria muokataan vastaamaan käyttäjien tarpeita. Tulevaisuutta ajatellen laskurin eri komponenttien hintojen päivittäminen on tehty mahdollisimman helpoksi.

Yrityssalaisuuksia sisältävän luonteensa vuoksi pumppamolaskuri on opinnäytetyössä sijoitettu erilliseen salattuun liitteeseen.

9 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön julkisessa osassa on pyritty käymään monipuolisesti läpi säiliöpumppaamojen rakennetta, asennustarvetta sekä pumppaamomitoitukseen liittyviä seikkoja, yhtälöitä, lakeja ja ohjeistuksia.

Jätevesipumppaamot on mainittu uusissa rakentamiseen liittyvissä 2018 voimaan tulleissa lakipykälissä. Suomessa voimassa olevat kiinteistöpumppaamoihin liittyvät eurooppalaiset standardisarjat käsittävät rakennusten sisä- ja ulkopuoliset kiinteistöpumppaamot sekä kuntien linjapumppaamot. Standardit sekä niissä esitellyt pumppaamomitoitukset keskittyvät kuitenkin pääasiassa vain jätevesipumppaamoihin.

Hule- ja perusvesipumppaamoihin liittyviä lakeja ei Suomessa ole olemassa. Standardeissa on mainittu hulevesipumppaamot, mutta ei perusvesipumppaamoja. Käytännössä hule- ja perusvesipumppaamojen mitoitus noudattanee asiaan liittyviä ohjetasoisia julkaisuja kuten RT-kortteja sekä soveltuvin osin jätevesipumppaamomitoitusta.

Opinnäytetyön salatussa osassa eli PA-VE:n käyttöön jäävässä pumppaamolaskurissa on huomioitu yrityksen kaikki yleisimmät säiliöpumppaamomallit ja pumppuvaihtoehdot töineen ja osineen. Laskurin myöhempi päivittäminen esimerkiksi materiaalikustannusten muuttumisen vuoksi on tehty mahdollisimman helpoksi. Laskurin toivotaan helpottavan Keuruun pumppaamotehtaalla tarjouslaskentaa hoitavien myyjien työtaakkaa sekä yhtenäistävän hinnoittelukäytäntöä.

Lähteet

1. Pumppaamot, jätevesi. 2018. Verkkoaineisto. Meltex Oy Plastics / Palo- ja Vesitekniikka PA-VE. <<http://pa-ve.fi/pumppaamot%2C+jätevesi+/>>. Luettu 7.4.2019.
2. Hulevesi- ja viemärikaivojen kansistot ajoneuvo- ja jalankulkualueille. Osa 1. 2015. Suomennettu eurooppalainen standardi SFS-EN 124-1. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
3. Pumppaamot. 1993. RT-kortti LVI 23-10222, Rakennustieto Oy.
4. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta. 27 §. 2017. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>>. Luettu 7.4.2019.
5. TalotekniikkaRYL 2002, osa 1. 2002. Rakennustieto Oy.
6. Pumppaamon asennus- ja käyttöohje. 2014. Pdf-tiedosto. Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy. <http://pa-ve.fi/UserFiles/files/materiaalit/pumppaamon_asennusohje_2014_web.pdf>. Luettu 7.4.2019
7. SFS-EN 12050-1. 2015. Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 1: Talousjäteveden pumppaamot. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
8. SFS-EN 12056-4. 2015. Rakennusten painovoimaiset viemärijärjestelmät. Osa 4: Jäteveden pumppaamot. Suunnittelu ja laskenta. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
9. Maailman monipuolisin pintakytkin pinnankorkeuden valvontaan. 2019. Verkkoaineisto. Kari-Finn Oy. <<https://kari-finn.fi/tuotteet/pintakytkimet/toimintaperiaate>>. Luettu 7.4.2019.
10. Pinnankorkeuden anturit. 2019. Wika. <https://www.wika.fi/products_submersible_pressure_sensors_fi_fi.WIKA>. Luettu 9.4.2019.
11. Linkola Kalle. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. RT-kortti 81-11000. Rakennustieto Oy.
12. SFS-EN 16932-1. 2018. Rakennusten ulkopuoliset viemäröintijärjestelmät. Pumppausjärjestelmät. Osa 2: Ylipainejärjestelmät.
13. Rajajärvi Pekka, Rekonen Ilmo, Strand Tiina, Nieminen Heikki ja Lukkarinen Viljo. 2012. S1-luokan teräsbetoniväestönsuojan LVIS-laitteet. LVI-kortti 06-10502. Rakennustieto Oy.

14. Viemärlaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007, Liite 4). 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/viemarilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-4>>. Luettu 7.4.2019.
15. Sadevesilaitteiston mitoitus (D1/2007 Liite 7). 2018. Talotekniikkainfo. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sadevesilaitteiston-mitoitus-d12007-liite-7>>. Luettu 7.4.2019.
16. Hulevesiopas. 2012. Helsinki. Suomen Kuntaliitto.
17. Head Loss. Verkkoaineisto. KSB SE & Co. KGaA. <<https://www.ksb.com/centrifugal-pump-lexicon/head-loss/191314/>>. Luettu 16.5.2019.
18. Kaavio painehäviöiden laskemiseksi letkuissa. Verkkoaineisto. Pumppulohja. <https://www.pumppulohja.fi/files/documents/Pumppulohja_Tekninen_lisainformaatio_A4.pdf>. Luettu 1.4.2019.
19. Paineputkijärjestelmät polyeteenistä (PE). 2012. Verkkoaineisto. Muoviteollisuus ry. <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/julkaisukirjasto/muoviteollisuus_ryn_julkaisut/>. Luettu 5.4.2019.
20. Grundfos pumppuakatemia. Pumppaamosuunnittelun perusteet. Verkkoaineisto. <<https://docplayer.fi/25276398-Grundfos-pumppuakatemia-pumppaamosuunnittelun-perusteet.html>>. Luettu 28.2.2019.
21. Sarvanne Hannu, Borg Hugo. 1985. Sarlin uppopumppukirja. Helsinki. Sarlin.

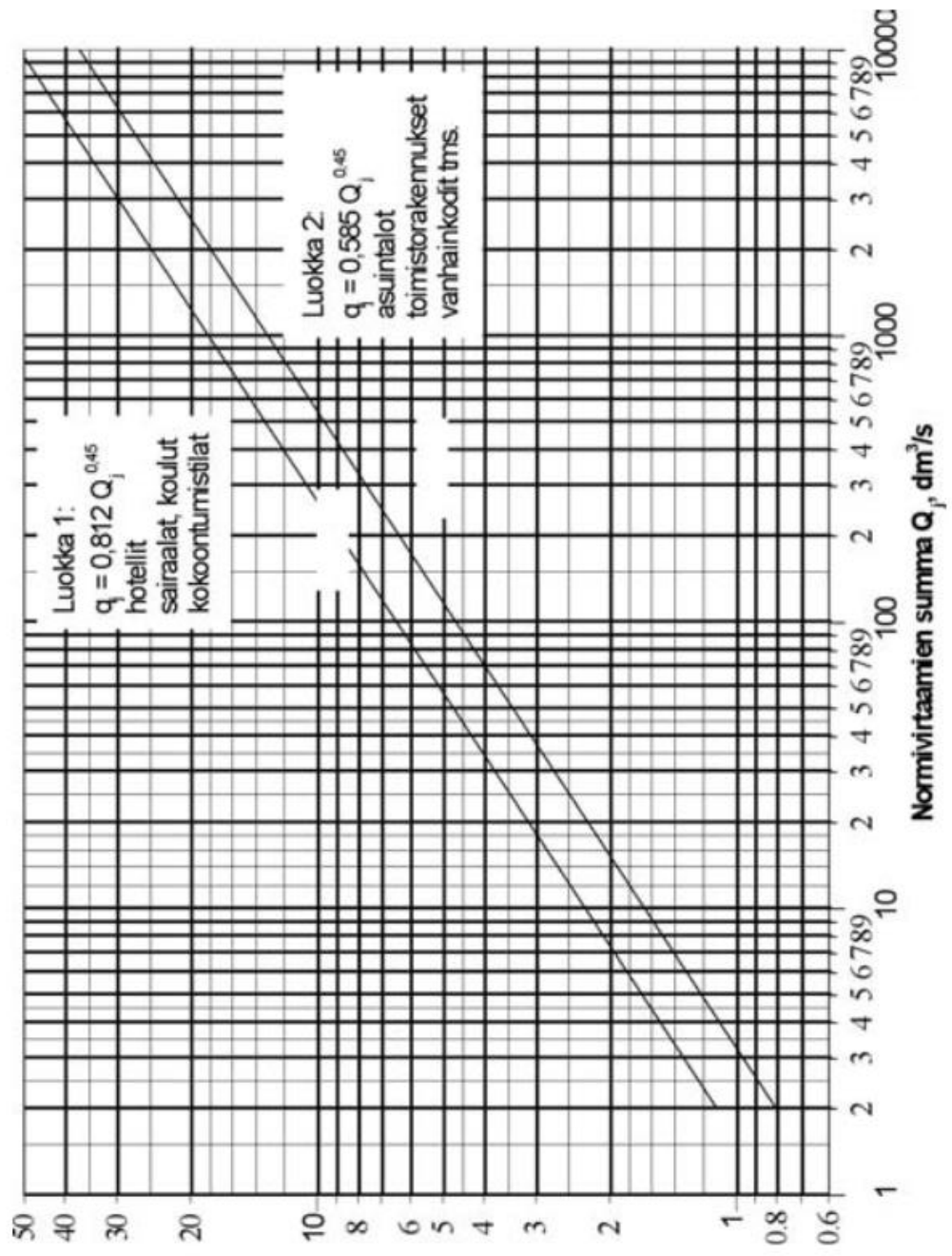
Jätevesiviemäripisteiden normivirtaamat.**TAULUKKO 1.****Mitoituksessa käytettävät viemäripisteiden normivirtaamat.**

Viemäripiste ¹⁾	Normivirtaama dm ³ /s	Huomautus
Pesuallas	0,3	
Pesuistuin	0,3	
Kylpyamme tai suihkuallas	0,9	
Suihku	0,6	
WC-istuin	1,8	
Astianpesuallas	0,6	
Astianpesuallas ammattikäyttö, 2-altainen	0,6	Ravintolassa rasvan- erottimen kautta.
Astianpesuallas ammattikäyttö, 3-altainen	0,9	
Astianpesukone, kotitalous	0,6	1)
Astianpesukone, ravintola	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Pesukone, kotitalous	0,6	1)
Pesukone, talopesula tai vastaava	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Tasapohja-allas tai kaatoallas	0,6	
Urinaali huuhteluventtiilillä	0,6	
Urinaali huuhteluhanalla	0,3	
Huuhteluallas, sairaala	1,8	
Pesukouru/metri (samanaikaisuuskerroin 1)	0,4	0,3 dm ³ /s pesupaikka
Juoma-allas	-	Virtaamia ei oteta huomioon mitoituksessa.
Sylkyallas	-	
Lattiakaivo DN 50	≤ 0,9 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 75 (DN70)	≤ 1,5 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 110 (DN100)	≤ 1,8 dm ³ /s ²⁾	

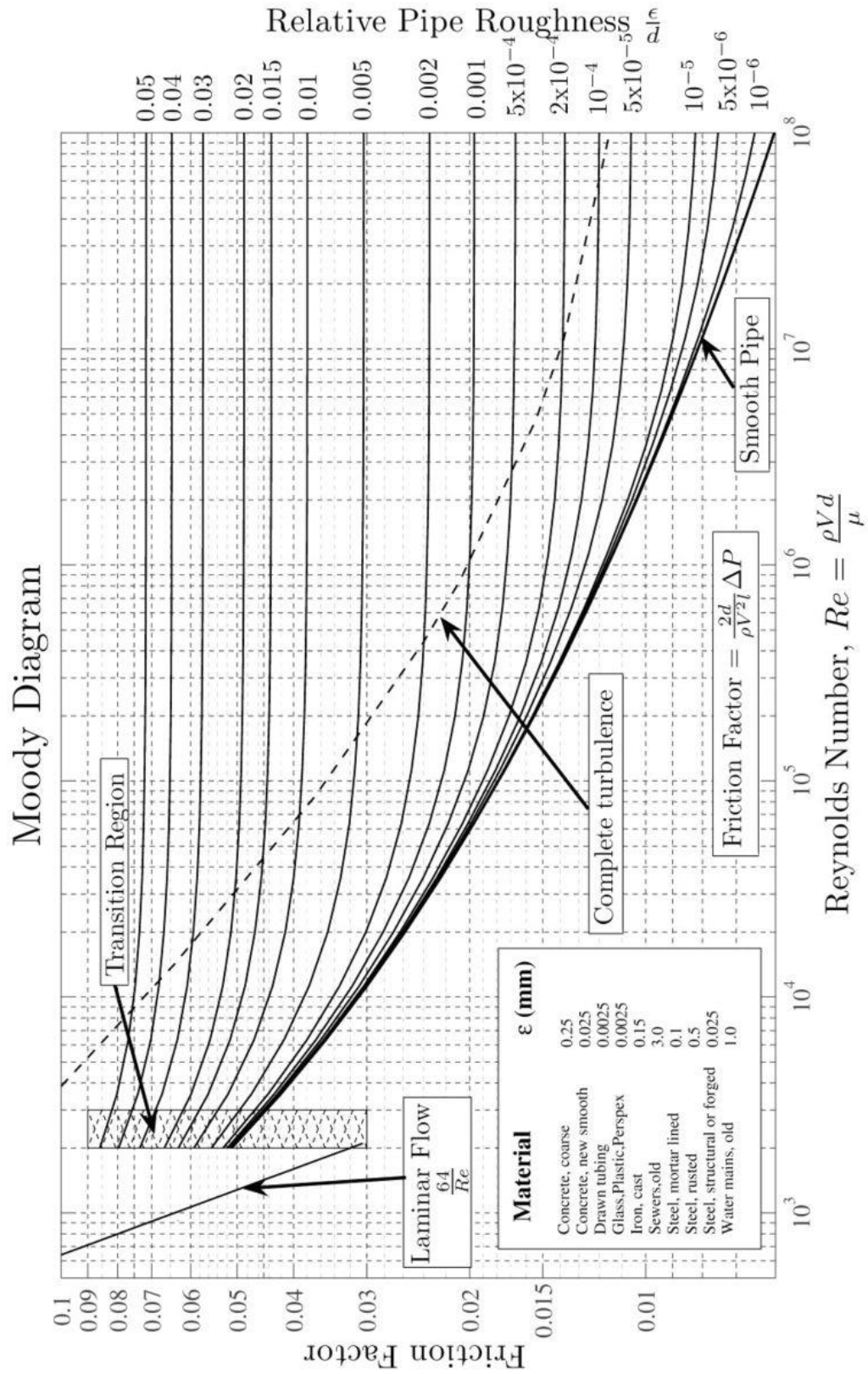
¹⁾ Ei oteta mitoituksessa huomioon viemäritäessä toisen vesipisteen vesilukkoon.

²⁾ Viemäripisteiden normivirtaamien enimmäissumma, joka voidaan viemäroidä lattiakaivon kautta. Laskettu normivirtaamien summa otetaan huomioon viemärin mitoituksessa. Asuinhuoneiston, hotellin tms. märkätilassa otetaan viemärin mitoituksessa huomioon vain suurin lattiakaivoon tuleva viemäripisteen normivirtaama.

Normivirtaamien summan ja mitoitusvirtaaman välinen riippuvuus.



Moodyn diagrammi.



Pumppaamosäiliön tehollisen tilavuuden sekä pumpun käynnistystiheyden ja tilavuusvirran välinen riippuvuus.

