

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2013

Teemu Salo

PIENTALOALUEEN HULEVESIJÄRJESTELMÄT

Liedon Kisakallion hulevesijärjestelmien
suunnittelu ja mitoittaminen



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu
Tekniikka, ympäristö ja talous
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikka
Teemu Salo

Opinnäytetyö

PIENTALOALUEEN HULEVESIJÄRJESTELMÄT
Liedon Kisakallion hulevesijärjestelmien suunnittelu ja mitoittaminen

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2012

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

2013 | 86 sivua

Pirjo Oksanen (Turku AMK)

Teemu Salo

PIENTALOALUEEN HULEVESIJÄRJESTELMÄT- LIEDON KISAKALLION HULEVESIJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU JA MITOITTAMINEN

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin hulevesijärjestelmä Liedon Kisakalliossa sijaitsevalle pientaloalueelle, joka toteutuessaan vähentäisi jätevesiviemärin vuotovesiä, avo-ojien tulvimista tonteille sekä mahdollistaisi kiinteistöjen toimivan kuivatuksen.

Suunnittelun lähtötietoina tarkasteltiin maastomallia sekä savutuskokeiden ja vuotovesikartoitusten tuloksia, jotka oli alueella aiemmin teetetty työn tilaajana olleen Liedon kunnan toimesta. Tämän työn yhteydessä alueelle järjestettiin lähtötietoja täydentävä asukaskysely sekä suoritettiin olosuhdetarkastelu, jonka avulla arvioitiin rakennukset, jotka tulisi huomioida ennen urakoinnin aloitusta. Rakennetun alueen tarkastelussa otettiin huomioon myös maaperän ominaisuudet vesien imeytykselle sekä kuivatusratkaisujen vaikutukset rakenteiden painumiseen.

Työssä suunniteltiin liitos alueen reunalla sijaitsevaan rakennettuun hulevesirunkoviemäriin, josta runkoviemäri ulotettiin jatkumaan suunnittelualueen halki lähelle alueen purkupistettä. Edellisessä kappaleessa kerrottujen lähtötietojen perusteella suunniteltiin lisäksi rakentamisjärjestys, jossa kadut tulisi liittää osaksi hulevesiverkostoa. Luonnonmukaista hulevesien hallintaa haluttiin tuoda esiin suunnittelemalla alueella sijaitsevan avo-ojan yhteyteen maanpäällinen viivytystila.

Suunnitelmat toteutettiin tässä työssä siihen tarkkuuteen, että alueen jatkosuunnittelu voidaan käynnistää urakkatarjouksen teknisten asiakirjojen laatimisella. Lisäksi työssä ohjeistettiin tärkeät suunnitteluun liitettävät työvaiheet, jotka tulee suorittaa ennen rakennustöiden aloitusta.

ASIASANAT:

Olosuhdekokonaisuus, asukaskysely, rakennettu pientaloalue, hulevesijärjestelmät

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2013 | 86 pages

Pirjo Oksanen (TUAS)

Teemu Salo

STORMWATER NETWORKS IN RESIDENTIAL DISTRICT- STORMWATER NETWORKS PLANNING AND DIMENSIONING IN KISAKALLIO, LIETO

In this thesis, a stormwater network was planned for a residential district in Kisakallio, Lieto. When executed, the system would decrease sewer overflow and flooding from open ditches to properties. The system would also enable the drainage of the properties to work properly.

A terrain model, the results of a water vapour experiment and the results of an examination of the leaking wells were used as initial data for planning. These studies had already been completed for the municipality of Lieto. A resident inquiry was carried out in this thesis. The results of the inquiry were used to complement the initial data. An analysis of the conditions was also carried out. These results were used to evaluate the buildings that must be considered before the construction can begin. Also the possibilities of stormwater absorption into soil and the effects of drainage solutions on the buildings were reviewed.

In this thesis a junction to a storm sewer located at the edge of the area was planned. A stormwater collect sewer connected to the storm sewer was extended to continue across the planning area, extending almost to the place of drain discharge. In addition, a building order for connecting the streets to the stormwater network was planned out based on the initial data. Natural control of stormwaters was carried out by planning an aboveground infiltration field interrelated with an open ditch in the area.

The plans were executed to the point where further planning can be started by drawing up the technical documents needed for the bid of contract. Instructions were also provided for the important stages that need to be performed before the start of construction work in this thesis.

KEYWORDS:

Condition entirety, resident survey, residential district, stormwater network

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	8
2 KISAKALLIO	10
2.1 Alueen kuvaus	10
2.2 Alueen nykytilanne	11
2.3 Suunnittelulle asetetut tavoitteet ja resurssit	13
2.4 Sähkö- ja tiedonsiirtorakenteet	14
2.5 Asukaskysely	15
2.6 Sekaviemäröinti	23
2.6.1 Savukoe	23
2.6.2 Vuotovesikartoitus	24
3 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT	26
3.1 Hulevesien vähentäminen	26
3.1.1 Kasvillisuus	26
3.1.2 Lämpäisevät päällysteet	27
3.1.3 Imeyttäminen	28
3.2 Hulevesien viivyttäminen	30
3.2.1 Lammikot, kosteikot ja altaat	30
3.2.2 Viivytyispainanteet ja -kaivannot	32
3.3 Luonnonmukaiset huleveden johtamismenetelmät	34
3.3.1 Avo-ojat	35
3.3.2 Painanteet	35
3.3.3 Rakennetut kanavat ja uomat	37
3.3.4 Kourut	38
3.3.5 Tulvareitit	38
3.4 Hulevesiviemäriverkosto	39
4 RAKENNETUN YMPÄRISTÖN OLOSUHDETARKASTELU	41
4.1 Rakennetun ympäristön olosuhdetarkastelu yleisesti	41
4.2 Olosuhdekokonaisuus 1	42
4.3 Olosuhdekokonaisuus 2	43
4.4 Olosuhdekokonaisuus 3	44
4.5 Olosuhdekokonaisuus 4	44

4.6 Olosuhdekokonaisuus 5	45
4.7 Kisakallion tarkasteltavat kiinteistöt	46
5 SUUNNITTELU JA SUUNNITELMAT	48
5.1 Koordinaattijärjestelmä ja suunnittelualueen korkeustiedot	48
5.2 Maaperätiedot	49
5.3 Mitoitus	49
5.3.1 Valuma-alueiden koko ja valumakerroin	50
5.3.2 Valuma-alue A	52
5.3.3 Yrjönniityntien hulevesirunkoviemäri	55
5.3.4 Valuma-alue C	58
5.3.5 Nuolenkujan hulevesiviemäri	60
5.3.6 Maanpäällinen viivytystila	62
5.3.7 Nuolemontien alittavan maantierummun mitoitus	63
5.3.8 Purkuojan mitoitus	64
5.4 Tilantarve ja linjaus	74
5.4.1 Yrjönniityntie	74
5.4.2 Nuolenkuja	77
5.5 Painuminen	78
5.6 Suunnitelmiin liittyvät työt	78
6 RATKAISUT JA JOHTOPÄÄTÖKSET	80
LÄHTEET	86

LIITTEET

- Liite 1. Asukaskyselyn tiedote
- Liite 2. Colebrookin virtausnomogrammi
- Liite 3. Yleiskartta: valuma-alueet ja hulevesirunkoviemäri
- Liite 4. Asemapiirustus: hulevesiviemäri, viivytystila, muutostyöt
- Liite 5. Asemapiirustus: purkuoja
- Liite 6. Pituusleikkaus, paalukohtainen poikkileikkaus: Yrjönniityntien hulevesiviemäri
- Liite 7. Pituusleikkaus, paalukohtainen poikkileikkaus: Nuolenkujan hulevesiviemäri
- Liite 8. Yleiskartta: Alueen talojen pohjamaaosuhteet
- Liite 9. Yleiskartta: Savutuskokeen ja vuotovesikartoituksen tulokset

KUVAT

Kuva 1. Suunnittelualue Kisakallio.	10
Kuva 2. Lammikoitunutta sulamisvettä piha-alueella.	12
Kuva 3. Alueen kiinteistöt.	15
Kuva 4. Pohjastaan vuotava jätevesikaivo Nuolenkujalla.	25
Kuva 5. Kasvillisuuden sijoitus esimerkki.	27
Kuva 6. Maanpäällisen viivytyskaivannon malliesimerkki.	34
Kuva 7. Leveä viherpainanne.	37
Kuva 8. Ennen urakointia tutkittavat rakennukset.	47
Kuva 9. Yrjönniityntien korkeusasema suhteessa alueen taloihin.	48
Kuva 10. Taustaoja Nuolenkujan ja Nuolemontien välissä.	60
Kuva 11. Purkuojan alajuoksu lähellä valtatieä 10.	64
Kuva 12. Yrjönniityntien ja Piilenkujan risteys.	75
Kuva 13. Kapea tila lähellä rakennetun hulevesiviemärin purkuputkea.	76
Kuva 14. Nuolenkujan katutila.	77
Kuva 15. Hulevesirunkoviemärin liittäminen rakennettuun.	80
Kuva 16. Maanpäällisen viivytystilan sijainti.	82
Kuva 17. Veden alle jäävä tonttialaoja.	83
Kuva 18. Purkuojasta raivattua pensaikkaa, joka on jätetty ojaan.	84
Kuva 19. Viinenkujan ja Yrjönniityntien risteys. Hulevesikaivo luiskassa.	85

KUVIOT

Kuvio 1. Vastanneiden ikäjakauma.	16
Kuvio 2. Vastausjakauma alueella.	17
Kuvio 3. Rakennusten perustamismenetelmä.	17
Kuvio 4. Perustusten alapuolinen maaperä.	18
Kuvio 5. Rakennusten perustusrakennetyyppi.	19
Kuvio 6. Maanpinnan alapuoliset kellari- ja autotallitilat.	19
Kuvio 7. Rännivesien käsittelytavat.	20
Kuvio 8. Hulevesien aiheuttamat ongelmat.	21
Kuvio 9. Liittymishalukkuus hulevesiviemäröintiin.	21

TAULUKOT

Taulukko 1. Pintojen jakautuminen A-alueella.	51
Taulukko 2. Pintojen jakautuminen B-alueella.	51
Taulukko 3. Pintojen jakautuminen C-alueella.	52
Taulukko 4. Virtausreitit A-alueella.	53
Taulukko 5. Virtausajat A-alueella.	53
Taulukko 6. Virtausreittien mitoitusvirtaamat A-alueella.	54
Taulukko 7. Virtausreitti B-alueella.	56
Taulukko 8. Virtausajat B-alueella.	56
Taulukko 9. Virtausreitien mitoitusvirtaamat kokoojaviemärin osuuksilla B-alueella.	57

Taulukko 10. Virtausreitit C-alueella.	59
Taulukko 11. Virtausajat C-alueella.	59
Taulukko 12. Virtausreittien mitoitusvirtaamat C-alueella.	59
Taulukko 13. Sallittu vesisyvyys tarkastelupisteessä.	66
Taulukko 14. Veden poikkipinta-alat.	67
Taulukko 15. Sisä- ja ulkoluiskien pituudet sekä märkäpiirin pituus.	67
Taulukko 16. Hydraulinen säde R.	68
Taulukko 17. Paaluluku ja pituuskaltevuus.	68
Taulukko 18. Hankauskertoimien arvoja.	69
Taulukko 19. Mitoitusvirtaamat tarkastelupisteissä.	70
Taulukko 20. Virtausnopeudet tarkastelupisteissä.	70

1 JOHDANTO

Paljon kysymyksiä herättävän ilmastonmuutoksen sekä nykyajan tehostetun maankäytön seurauksena hulevesistä on aiheutunut aiempaa enemmän kuivaus- sekä tulvaongelmia tiheästi rakennetuissa taajamissa. Kyseessä ei kuitenkaan ole uusi ongelma, sillä jäteveden puhdistamoilla ongelma on tunnistettu kautta-aikain. Niissä käytetyt jäteveden puhdistusprosessit ovat ylikuormittuneet jätevesiverkostoon johdettujen sekä niihin vuotavien hulevesien seurauksena, jolloin luonnonvesistöihin johdettavien ylivuotojen määrä on lisääntynyt. Hulevesien hallinnasta sekä yhteisten toimintaperiaatteiden määrittämisestä onkin kehittynyt viime vuosien aikana ajankohtainen haaste kaikille vesihuollon parissa toimiville ammattilaisille. (Suomen kuntaliitto 2012, 5.)

Hulevesien hallintamenetelmät tulee suunnitella ja toteuttaa aina tapauskohtaisesti, koska toteutuksessa huomioitavia ovat käytettävissä oleva tila, riskirakenteet sekä laadulliset ja esteettiset tavoitteet, jotka edustavat aina suunniteltavan alueen ominaispiirteitä. Suunniteltavien järjestelmien tulee olla erityisen toimintavarmoja alueilla, joissa rakennukset sijaitsevat lähellä toisiaan ja ovat korkeusasemaltaan katu- tai muita alueita alempana. (Suomen kuntaliitto 2012, 26.)

Hulevesien hallinnan järjestämistä ohjaavia, merkittävimpiä lakeja ja määräyksiä, on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999), vesihuoltolaissa (119/2001), vesilaissa (587/2011) sekä tulvariskilaissa (620/2010). Maankäyttö- ja rakennuslailla ohjataan alueiden käyttöä ja rakentamista kohti ekologista ja hyvää asuin ympäristöä. Vesihuoltolaki pyrkii turvaamaan kansalaisille ympäristön ja terveyden kannalta asianmukaisen viemäröinnin. Vesilain tarkoituksena on parantaa vesiympäristön tilaa sekä ehkäistä vesivarojen käytöstä aiheutuvia haittoja vesistöissä. Tulvariskilaki ohjaa hulevesitulvien määrälliseen vähentämiseen, aiheutuvien haittojen minimoimiseen sekä tulvien ennakoimiseen. (Suomen kuntaliitto 2012, 26-29.)

Rakennetuilla valuma-alueilla pyritään suurimpien hulevesihaittojen hallitsemiseen, sillä veden hydrologista kiertoa ei saada menetelmästä riippumatta palautettua lähellekään luonnontilaista kiertoa.

Tehokkain tapa hulevesien hallintaan valuma-alueella on yhdistellä useampaa kuin yhtä menetelmää ja sijoittaa ne hajautetusti valuma-alueelle. Menetelmien yhdistely tuottaa kustannustehokkaamman ja tilavarauksen osalta kohtuullisemman lopputuloksen kuin yksittäisen hallintamenetelmän käyttö. (Suomen kuntaliitto 2012, 199.)

Opinnäytetyössä selvitetään Varsinais-Suomessa sijaitsevalle rakennetulle pientaloalueelle soveltuvia hulevesien hallintamenetelmiä sekä suoritetaan kohteen esisuunnittelu. Suunnittelussa otetaan huomioon rakennetun alueen tilanahtaus sekä tarkastellaan kuivatusratkaisujen vaikutuksia alueella oleviin rakenteisiin. Konkreettisesti työ toteutetaan suunnittelemalla alueelle toimiva hulevesijärjestelmä huomioiden alueen olemassa olevat rakenteet. Lisäksi työssä tarkastellaan suunnitteluun sisällytettävät työvaiheet, jotka rakennetulla alueella on syytä huomioida ennen kuivatusolosuhteiden muuttamista tai urakoinnin aloitusta. Tarkasteltava alue on Liedon kunnan keskusta taajamassa sijaitseva Kisakallion alue.

Kisakallio on noin 50 pientaloa käsittävä, savimaalle rakennettu asuinalue, jossa esiintyy toistuvasti hulevesistä johtuvaa avo-ojien tulvimista tonteille sekä vesien kulkeutumista kohti talojen rakenteita. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 13.2.2013.)

Tarkastelusta rajattiin pois työnaikainen suunnittelu sekä suunnitelmien alustava kustannusarvio.

2 KISAKALLIO

2.1 Alueen kuvaus

Liedon keskusta taajamaan kuuluvan Kisakallion pientaloalueen maaperä on geologisilta piirteiltään tasaista vanhaa merenpohjaa, jossa pintamaalajina vaihtelevat savi ja siltti. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2013.) Kuvassa 1 on esitetty tämän opinnäytetyön suunnittelualan rajat.



Kuva 1. Suunnittelualue Kisakallio.

Alueella sijaitsevat tiet ja kujat on rakennettu vaiheittain ennen pientalojen rakentamista, jolloin alueelle rakennettu kunnallistekniikka on käsittänyt vesijohdon sekä sekaviemäroinnin. Kujien ja teiden pintavesien- ja rakennekerrosten kuivatus on järjestetty avo-oja kuivatuksella.

Alueella sijaitsevien omakotitalojen rakentaminen on aloitettu 1960-luvulla, ja viimeiset alueen talot on rakennettu 1980-luvun lopulla. Rakennukset on suurelta osin perustettu reunavahvistetulle, kantavalle maanvaraiselle laatalle. Talojen kattovedet on johdettu kiinteistöiltä pois joko rännikaivoista suoraan johtamalla, tai talon ulkoreunat kiertävällä salaojaputkella, joko jätevesiviemäriin tai suoraan tien suuntaisesti kulkevaan avo-ojaan.

Alue ei ole pohjavesialuetta, eikä siellä näin ollen sijaitse puhtaanvedenottoa, joten varsinaista tarvetta hulevesien imeyttämiseksi pohjavedeksi ei ole. Tonteilla vesiä ei myöskään voida suunnitelmallisesti imeyttää pohjavedeksi huonon maaperän vedenläpäisevyyden johdosta. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2013.)

Alueella ei sijaitse suojelua vaativaa rakennusperintöä, rauhoitettuja muinaisjäännöksiä tai maisema-aluetta (laki rakennusperinnön suojelemisesta 498/2010, muinaismuistolaki 295/1963, luonnonsuojelulaki 1096/1996).

2.2 Alueen nykytilanne

Tähän asti suunnittelualueella ja sen kiinteistöillä syntyneet hulevedet on johdettu katujen varsia reunustavissa avo-ojissa, aluetta kahdessa kohtaa rajaaviin suuriin, koko valuma-alueen vesiä johtaviin avo-ojiin. Suurista avo-ojista vesi on johdettu alueen purkupisteeseen, joka sijaitsee suunnittelualueen reunalla Nuolemontien kohdalla. Purkupisteestä vedet on jatkettu Nuolemontien alitse rummulla, jonka jälkeen vedet ovat kulkeneet tässäkin työssä tarkasteltavaa purkuojaa pitkin. Purkuojan jälkeen vesi alittaa valtatie 10:n maantierummussa, jonka jälkeen alkaa Hanhioja-niminen, leveä peltoja mukaileva avo-ojaosuus, joka on kuljettanut vedet Liedon keskustaan. Liedon keskustasta vedet laskevat Aurajokeen.

Toinen koko valuma-alueen vesiä johtavista avo-ojista alkaa vasta alueella sijaitsevan Halssinkujan kohdalta. Siihen asti vedet, jotka tulevat valuma-alueen reunoilta, on johdettu hulevesiviemärissä eli purkuputken pää sijaitsee Halssinkujan kohdalla toisella puolen Yrjönnytyntietä.

Kiinteistöjen piha-alueita ei ole salaojitettu, joten ne ovat veden kyllästämiä ympäri vuoden ja pitkiä aikoja vuodesta jäätyneenä. Talojen rakentamisen jälkeisestä painumisesta johtuen useilla pihilla maa viettää väärään suuntaan ohjaten sade- ja sulamisvesiä kohti rakenteita eikä niistä pois päin.

Korkeusasemaltaan matalaan perustettujen talojen salaoja- sekä rännivesiä ei ole pystytty purkamaan kadun varsien avo-ojiin, koska ne ovat täyttyneet nopeasti sade- ja sulamisvesistä. Tällöin vedet ovat jääneet matalan padotuskorkeuden johdosta tonteilta tuleviin purkuputkistoihin, eikä kuivatuksen toimivuutta ole pystytty hallitsemaan.

Talojen maanpinnan alapuolisiin kellari- ja autotallitiloihin on rankkasateilla kerääntynyt vettä.

Pintamaan ollessa huonosti vettä läpäisevää, ovat sade- ja sulamisvedet synnyttäneet valumaa sekä lammikoitumista kiinteistöjen piha-alueilla. Kuvassa 2 on esitetty lammikoitunut piha-alue. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2013.)



Kuva 2. Lammikoitunutta sulamisvettä piha-alueella.

2.3 Suunnittelulle asetetut tavoitteet ja resurssit

Hulevesiä ja kiinteistöjen kuivatusvesiä varten alueelle suunnitellaan ratkaisu, joka täyttää kuivatuksen osalta seuraavat neljä keskeistä vaatimusta:

- Hulevesiverkosto tulee alueella saada tasolle, jolla rännivedet ja salaojat saadaan kuivatettua.
- Jätevesiviemäriin päätyvistä, huleveden aiheuttamista vuotovesistä tulee päästä eroon.
- Sulamis- ja valumavedet eivät saa aiheuttaa nykyisen kaltaista tulvimista avo-ojissa, eivätkä vesimassat saa nousta tonteille.
- Hulevesiviemärijärjestelmään johdettavan veden määrä tulee rajoittaa niin, että nykyinen suunnittelualueen reunaan ulottuva sadevesiviemäriputki on riittävän kokoinen.

Liedon kunta on teettänyt alueella vuotovesikartoituksen sekä savutuskokeen vuonna 2006. Lisäksi kunta on suorittanut kohteessa koko alueen kattavat maastomittaukset, joiden tuloksena alueesta on tehty maastomalli syksyllä 2012. Kunnalla oli hallussaan myös likimääräiset sijaintitiedot alueella 2012 toteutetuista sähkö- ja tiedonsiirto rakenteiden maakaapeloinneista. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2013.)

Tässä työssä analysoitiin suoritettujen savutuskokeiden sekä vuotovesikartoituksen tulokset, joita hyödyntämällä suoritettiin varsinainen suunnittelu. Valmiina olleiden tietolähteiden lisäksi teetettiin alueen asukkaille asukaskysely. Ennen suunnittelua tutustuttiin nykyaikaisiin hulevesien hallintamenetelmiin ja arvioitiin niiden toimivuutta tässä kohteessa. Lisäksi hyödynnettiin ulkopuolista geotekniikan asiantuntijaa, joka arvioi työn alussa kohteen maaperäominaisuudet ja sen vaikutukset maaperän työstettävyyteen. Geotekniikan asiantuntijan ohjeistuksella toteutettiin myös työssä esitetty olosuhdeselvitys.

2.4 Sähkö- ja tiedonsiirtorakenteet

Vuonna 2011 joulukuussa olleen Tapani-myrskyn seurauksista johtuen alueen kaapelit ja muut tiedonsiirtorakenteet muutettiin ilmajohtojen sijaan maanalaisiksi rakenteiksi omistavien operaattoreiden toimesta kesällä 2012. Maan alle sijoitettuja kaapeleita ovat Energiayhtiö Fortum Oyj:n sähkökaapelit, SSP Yhtiöt Oy:n kuituverkkokaapelit sekä ELISA Oyj:n televerkkorakenteet. Samassa yhteydessä Liedon kunta muutti alueen katuvalaistuksen syöttökaapelit maanalaisiksi rakenteiksi. Työ suoritettiin siten, että kaikkien yhteistyötahojen omistamat rakenteet sijoitettiin kulkemaan pääsääntöisesti samoissa putkikaivannoissa. Katujen varsilla rakenteet tehtiin kaapeleiden jälkiasennusmenetelmiä hyödyntäen ja ne pyrittiin asentamaan määräysten mukaiseen 0,7 m syvyyteen maanpinnasta mitattuna. Kiinteistöjen alueella kaapelit sijaitsevat sähköyhtiön ohjeistuksen mukaisessa 0,8 m syvyydessä maanpinnasta tai ovat suojaputkella suojattuja. Sekä kaduilla että kiinteistöillä kaapelilinjat on merkitty noin 0,3 m syvyyteen sijoitetulla, kaapeleista varoittavalla muovinauhalla. Alueella ei sijaitse sähköisiä liikenteenohjausjärjestelmiä, kuten liikennevaloja. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 8.4.2013.)

Maanalaiset kaapelit sekä tiedonsiirtorakenteet otettiin huomioon tässä opin- näytetyössä siten, että hulevesijärjestelmät pyrittiin suunnittelemaan vastakkai- selle puolelle katuja kaapelikaivantoihin nähden. Ennen kohteen jatkosuunnitte- lua tai rakennustöiden aloitusta tulee kuitenkin tilata alueelle koko alueen katta- va kaapelinäyttö, jonka avulla kaapeleiden todelliset sijainnit voidaan selvittää. Lisäksi ennen töiden aloitusta tulee selvittää tarkemmin sähkö- ja tiedonsiirtora- kenteiden maanpäällisten rakenneosien sijainnit ja niiden vaikutukset mahdollis- ten viiksijohtojen sekä hulevesikaivojen sijoittamiseen. Kaapeleiden ja tiedon- siirtorakenteiden viitteellinen sijainti on esitetty liitteissä 4 ja 5.

2.5 Asukaskysely

Kisakallion alueen hulevesijärjestelmien suunnitteluun liittyvä asukaskysely lähetettiin postitse kaikille vaikutusalueella sijaitsevien kiinteistöjen omistajille 1. helmikuuta 2013. Vastausaikaa kyselyyn oli noin kolme viikkoa, jolloin esitetyt palautuskuoren viimeinen palautuspäivä oli 22. helmikuuta 2013. Vastauslomakkeen ohella kiinteistöjen omistajille lähetetty kirje sisälsi palautuskuoren sekä liitteessä 2 esitettävän hanketta koskevan esittelysivun. Kuvassa 3 on esitetty alueella sijaitsevat kadut ja niillä sijaitsevat kiinteistöt, joihin kysely postitettiin.

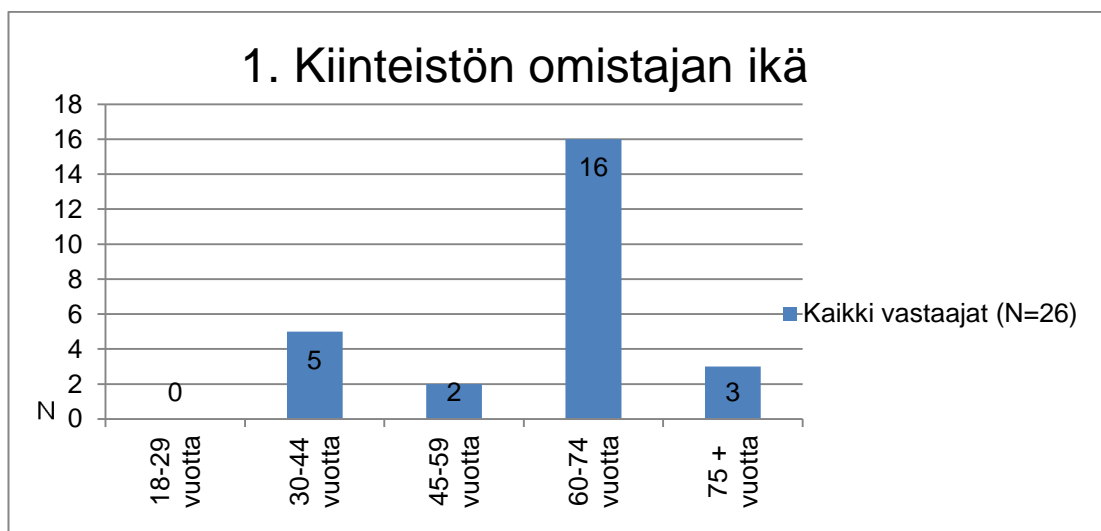


Kuva 3. Alueen kiinteistöt.

Asukaskyselyyn vastasi alueella sijaitsevista 47 kiinteistön omistajasta 26. Kyselyyn vastanneiden osuus on siis noin 55 % suunnittelualueen asukkaista, jota

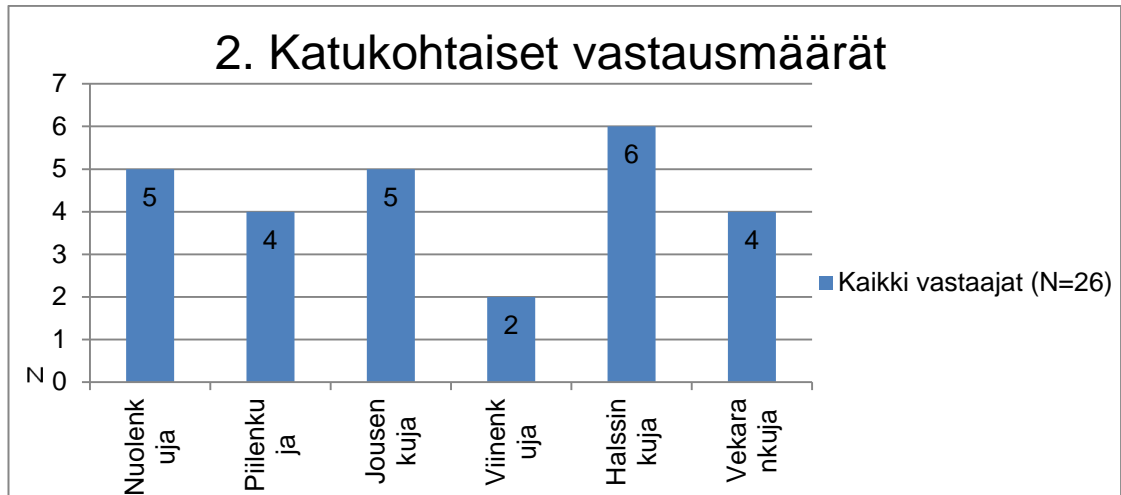
voidaan pitää melko suurena osuutena ottaen huomioon perehtymistä vaativa aihe.

Kuviossa 1 on esitetty kyselyyn vastanneiden ikäjakauma. Asukaskyselyyn vastanneista suurin osa oli iältään yli 60-vuotiaita. Alle 30-vuotiaita kiinteistön omistajia alueella ei vähäistä määrää lukuun ottamatta ole. Ikäjakaumasta pääteltiin olevan erotettavissa alueen alkuperäiset asukkaat, jotka ovat rakentaneet talonsa itse sekä nuoremmat myöhemmin alueelle muuttaneet henkilöt. Alueen väestörakenne koostuu lähinnä vanhusväestöstä sekä lapsiperheistä.



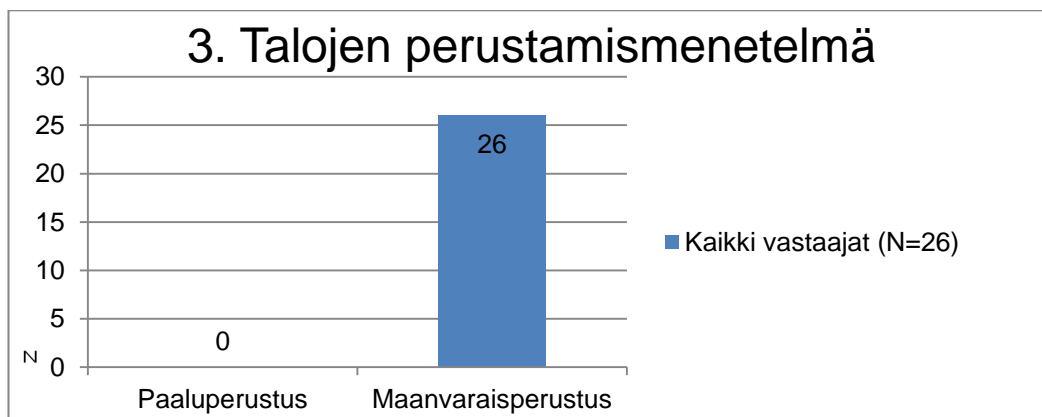
Kuvio 1. Vastanneiden ikäjakauma.

Seuraavan sivun kuviossa 2 on esitetty vastausmäärät kaduittain. Kyselyn vastausmäärät jakaantuivat melko epätasaisesti alueen katujen kesken. Eniten vastauksia saatiin Nuolenkujalta sekä Jousenkujalta suhteutettuna vastausten määrä kiinteistöjen lukumäärään kadulla. Vähiten aihe kiinnosti Viinenkujan asukkaita, joista ainoastaan kaksi vastasi kyselyyn.



Kuvio 2. Vastausjakauma alueella.

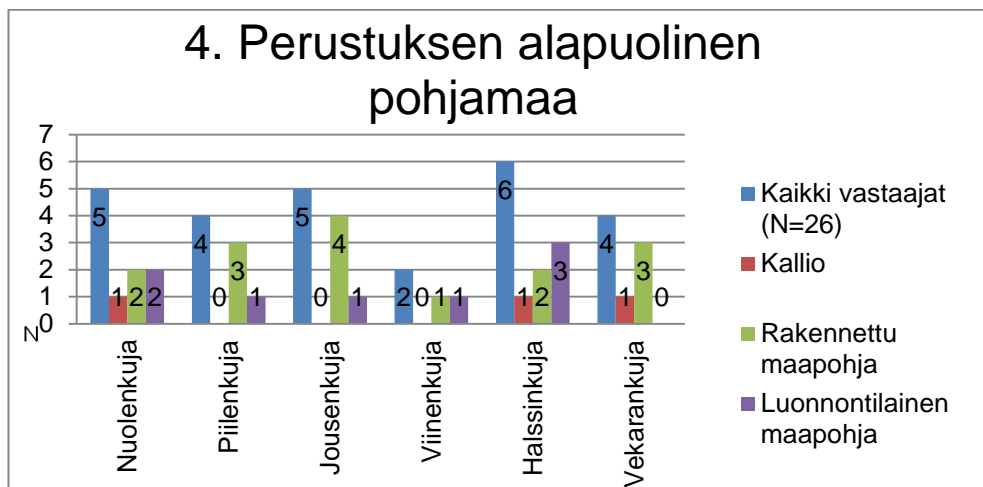
Kuviossa 3 on esitetty talojen perustamismenetelmä. Asukaskyselyyn vastanneista kiinteistöjen omistajista kaikki kertoivat rakennustensa olevan maanvaraisesti perustettuja. Kyselyn perusteella voidaan päätellä kaikkien alueen talojen olevan paaluttamattomia.



Kuvio 3. Rakennusten perustamismenetelmä.

Seuraavan sivun kuviossa 4 on esitetty rakennusten pohjamaa eri kaduilla. Kysymyksellä haluttiin saada tarkempaa tietoa maaperästä, johon talo on aikoi-

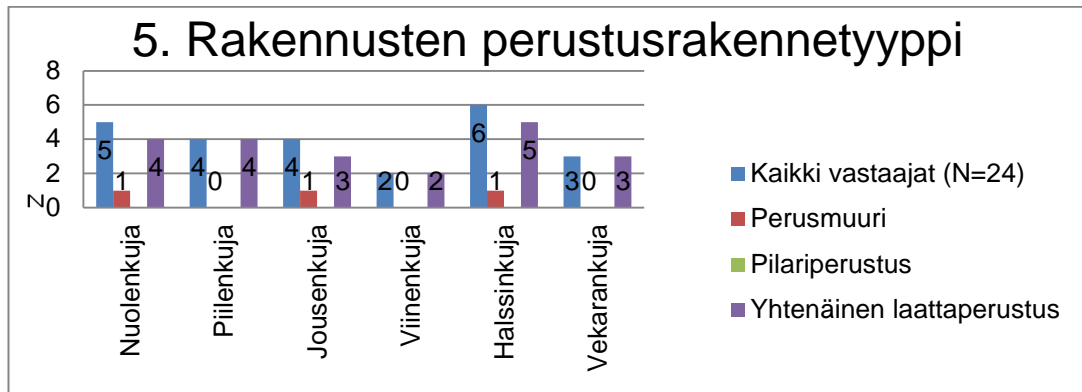
naan perustettu. Vastauksista on selkeästi havaittavissa, että suurin osa rakennuksista on perustettu rakennetulle maapohjalle, eli maakerrokset on joko vaihdettu tai maanpinnalle on tehty rakennekerrokset. Hieman alle kolmasosa kyselyyn vastanneista kertoi talonsa olevan perustettu suoraan luonnontilaiselle, tiivistetylle maapohjalle. Alueen reunamilla sijaitsee myös muutama kallioiselle maaperälle perustettu talo.



Kuvio 4. Perustusten alapuolinen maaperä.

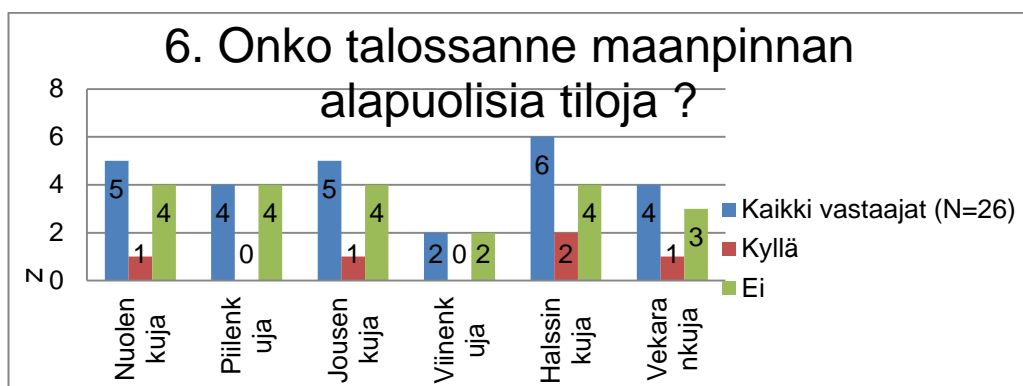
Seuraavan sivun kuviossa 5 on esitetty käytetyt perustusrakennetyypit kaduittain. Kysymyksellä haluttiin selvittää alueen talojen perustusrakennetyyppi. Suurimmassa osassa taloja on käytetty yhtenäistä laattaperustusta, joka todennäköisesti johtuu alueen hienorakeisesta maaperästä. Ainoastaan muutamassa talossa rakennuksen aiheuttamat kuormat maaperään jakaa perusmuuri. Yhtäkään pilariperustettua taloa alueella ei kyselyn perusteella ole. Kaksi kyselyyn vastannutta kiinteistönomistajaa ei osannut tarkentaa talonsa perustusrakennetyyppiä.

Joukossa oli myös kolme taloa, joissa on niin sanottu valesokkelirakenne. Kuviossa 5 valesokkelirakenteiset talot on sisällytetty yhtenäiselle laattaperustukselle tehtyjen talojen joukkoon.



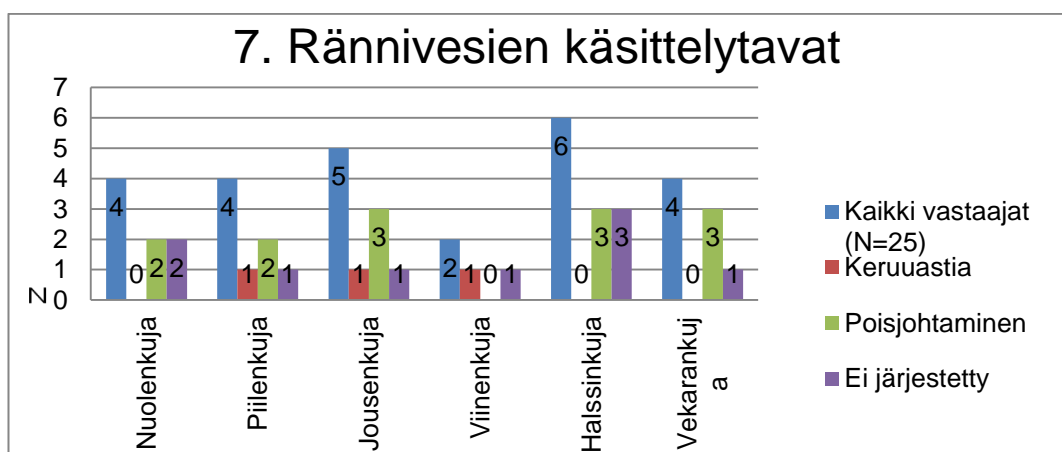
Kuvio 5. Rakennusten perustusrakennetyyppi.

Kuviossa 6 on esitetty maanpinnan alapuoliset tilat kaduittain. Alueelle tunnusomaisia piirteitä ovat talojen päätyyn tai pihalle erikseen rakennetut ulkorakennukset sekä autotallit, mikä on selkeästi havaittavissa tämän kysymyksen vastauksista. Kuitenkin noin viidesosassa alueen taloista on maanpinnan alapuolisia tiloja. Näiden maanpinnan alapuolisia tiloja sisältävien talojen sijoittuminen hajautetusti eri puolille aluetta johtuu sen aikaisesta rakentamistavasta sekä siitä, ettei rakentamista ohjattu samalla tavoin kuin nykypäivänä.



Kuvio 6. Maanpinnan alapuoliset kellari- ja autotallitilat.

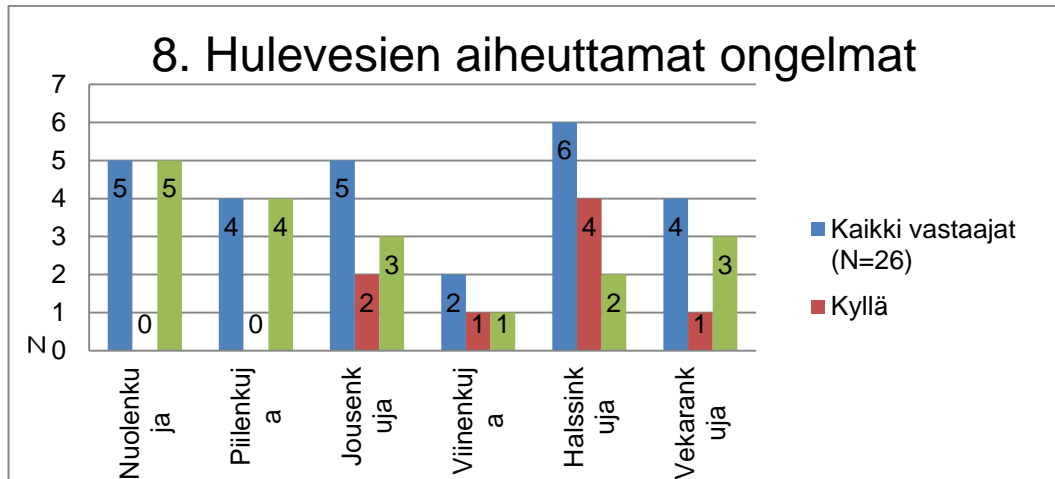
Kuviossa 7 on esitetty kiinteistökohtaiset rännivesien käsittelytavat. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää kattovesien käsittelytapa kiinteistökohtaisesti. Tulokista on nähtävissä, että suurimmalla osalla kiinteistöjä kattovesien poisjohtaminen on järjestetty. Poisjohtaminen oli yhtä kiinteistöä lukuun ottamatta järjestetty asentamalla rännikaivot talon nurkkiin, joista vedet on johdettu putkitettuna joko avo-ojiin tai sekaviemäriin. Muutamalla alueen kiinteistöllä rännikaivot on liitetty salaojiin, joista vesi johdetaan sekaviemäriin. Yksi alueen kiinteistönomistajista kertoi rännivesien johtamisen tapahtuvan avokouruin, jotka johtavat vedet pois tontilta avo-ojaan. Alueella on myös muutamia kiinteistöjä, jotka varastoivat sadevettä kasteluvedeksi. Reilu kolmannes talon omistajista ei kuitenkaan ole järjestänyt rännivesien käsittelyä, jolloin vedet jäävät talon reunustalle.



Kuvio 7. Rännivesien käsittelytavat.

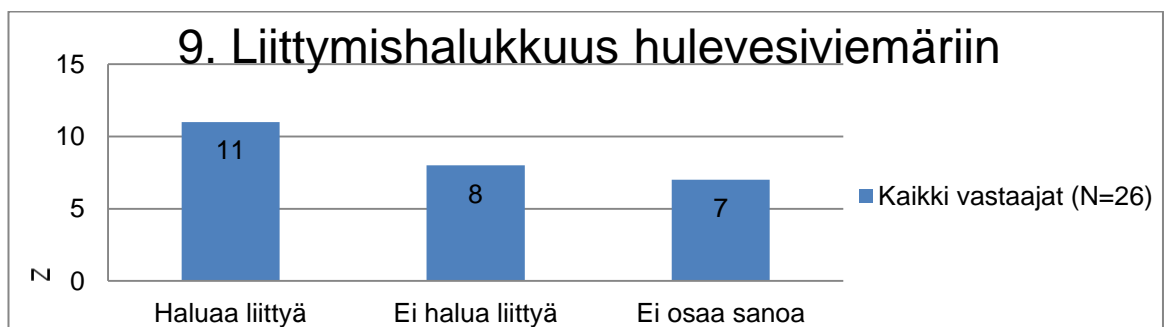
Seuraavan sivun kuviossa 8 on esitetty hulevesien aiheuttamat ongelmat kiinteistöillä kaduittain. Hulevesistä ei ole aiheutunut haittaa suurimmalle osalle alueen kiinteistöjä. Kuitenkin vajaalle kolmannekselle kiinteistöjä hulevedet ovat aiheuttaneet ongelmia. Tunnistettuja haittoja ovat olleet keväisin avo-ojista pihoille nousevat vedet, sade- ja sulamisvesien lammikoituminen tonteille sekä rakennusten perustuksiin ja maanpinnan alapuolisiin kellaritiloihin kulkeutuneet

vedet. Myös pihoilta toiselle valuvat hulevedet ovat aiheuttaneet ongelmia alueella.



Kuvio 8. Hulevesien aiheuttamat ongelmat.

Kuviossa 9 on esitetty asukkaiden liittymishalukkuus hulevesiviemäröintiin. Vastaukset jakautuivat melko tasaisesti tiedusteltaessa kiinnostusta hulevesiviemäröintiä hanketta kohtaan. Suurin osa vastanneista osoitti kiinnostusta hanketta kohtaan ja olisi valmis liittymään järjestelmään, mikäli sellainen rakennetaan. Kahdeksan kyselyyn vastannutta ilmaisi kielteisen kantansa hanketta kohtaan, ja seitsemän ei kertonut kantaansa ennen kuin saavat lisätietoa hankkeesta.



Kuvio 9. Liittymishalukkuus hulevesiviemäröintiin.

Asukaskyselyn päätelmät

Maanpinnan alle rakennettujen kellari- ja autotallitilojen määrä yllätti, sillä aluetta tarkasteltaessa silmämääräisesti sekä dokumentoitujen mittaustulosten valossa ei olisi ilman asukaskyselyä voitu aavistaa niiden määrää tai sijaintia. Maanpinnan alapuoliset rakenteet alentavat kiinteistöjen kuivatustasoa huomattavasti, mikä vaikuttaa suoraan myös kadulle sijoitettavien kuivatusrakenteiden korkeuksiin. Maanpinnan alapuolisia rakenteita omaavien kiinteistöjen sijainti tulisi huomioida suunnittelussa, mutta kuitenkin mahdollisuuksien rajoissa. Joten suunnitelmat tulee tehdä palvelemaan valtaosaa kiinteistöistä, jolloin yksittäiset kiinteistöt joutuvat harkitsemaan suunniteltua kuivatustasoa alempana olevien rakennusosiensa kuivatusta pumpaamalla.

Lähtötiedoista poiketen melko monella kiinteistöllä rännivesien johtamista ei ole järjestetty lainkaan tai ratkaisut vastaavat tilannetta, jossa vesien johtamista ei ole järjestetty. Lisäksi joukossa oli rakennuksia, joissa rännit oli liitetty salaojiin, mikä on täysin virheellinen tapa hoitaa vesien johtamista.

Perustamistavan ja perustusrakennetyypin osalta kyselyn tulokset eivät yllättäneet, sillä vastaukset tukevat oletusta sen aikaisesta rakentamiskulttuurista sekä ovat linjassa kohteesta kerrottujen lähtötietojen kanssa. Perustamistapa, perustusrakennetyyppi sekä maaperäolosuhteet tulee huomioida olosuhdekokonaisuuksia tarkasteltaessa. Lisäksi ne tulevat vaikuttamaan suunnitteluun siinä, ettei rakennustyöllä saa olla vaikutuksia rakennusten vaurioitumiseen.

Hulevesien kulkeutuminen tontilta toiselle oli myös uusi tietoon tullut ongelma, mutta siihen ei keskitytä tämän työn suunnittelussa, koska kyseessä on kiinteistöjen pihat, joihin kunnalla ei ole intressiä puuttua.

Alun perin oli myös arvattavissa, että hulevesiviemärointiin liittyminen jakaa mielipiteitä puolesta ja vastaan, joten kysymyksen 9 vastaukset eivät yllättäneet.

2.6 Sekaviemäröinti

Sekaviemäröinti on ollut ennen vanhaan pääasiallinen viemäröintijärjestelmä tiheään rakennetuissa taajamissa. Nykyisin sekaviemäröintiin on yhä useammin liitetty erillisviemäröityjä taajamien osia. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y 2004, 454.)

Sekaviemäröinnin ongelmana ovat jätevedenlaadun sekä -määrän vaihtelut, jotka vaikeuttavat jätevedenpuhdistamoiden toimintaa. Sekaviemäröintiä on pidetty myös vesiensuojelun kannalta toissijaisena viemäröintijärjestelmänä erillisviemäröintiin verrattuna, johtuen juuri ohijuoksutuksista huippuvirtaaman tilanteissa. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y 2004, 456.) Jäteveden käsittelystä aiheutuvien kustannusten noustessa vuosi vuodelta suuremmiksi ovat kunnat ja yhteisöt pyrkineet eroon sekaviemäröinnistä. Sekaviemäröinnissä huleveden osuus on erittäin suuri, ja puhdistamoiden laskutuksen perustuessa sinne johdettavaan jäteveden kokonaismäärään on selvää, ettei puhdistamolle kannata johtaa ”puhtaita” hulevesiä.

Sekaviemäröidyn alueen muuttaminen erillisviemäröidyksi alueeksi on kustannustehokkainta suorittaa, kun sekaviemäri on saavuttamassa saneerausiän. Tuolloin on järkevää laatia suunnitelmat ja toteuttaa hulevesiviemäriin rakentaminen yhtäaikaisesti jätevesiviemäriin saneerauksen tai uusimisen kanssa. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, ettei viemäriputken tai -kaivon ikä välttämättä ole suora osoitus kunnostustarpeesta. (J. Seppinen 2010, 55.) Kunnostustarve tulee kuitenkin varmistaa putkien osalta savutuskokein tai tv-kuvauksella ja kaivojen osalta esimerkiksi silmämääräiseen havainnointiin perustuvalla vuotovesikartoituksella.

2.6.1 Savukoe

Savukoe on jäte- ja hulevesiverkostojen sekä kiinteistöjen tonttivilmäreiden tutkimiseen kehitetty menetelmä. Kokeessa vaaratonta, paineistettua savua puhalletaan viemäriverkoston. Savun purkautuessa ulos putkistosta voidaan

havaita suljetun viemäriinjoituksen avoimet päät sekä reitillä olevat vuotokohtat. Savukokeella voidaan paljastaa kiinteistön kuivatusvesiliitokset. (Joel Loka Ky 2013.)

Liedon kunta haluaa eron jätevesijärjestelmää kuormittavista vuotovesistä ja on siksi teettänyt savukokeen Kisakallion alueelle syksyllä 2006. Savukoe suoritettiin johtamalla savua jäteveden tarkastuskaivoihin liitettyihin putkiin. Kokeen avulla haluttiin selvittää kiinteistöt, joilta johdetaan jätevesiviemäriin rakennusten kuivatusvesiä ja/tai rännivesiä. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 13.3.2013.) Liitteessä 9 on esitetty kiinteistöt, joilla on käytössä sekaviemärintiä.

Kuvasta voidaan havaita, että sekaviemärintiä on käytössä Nuolenkujalla, Piilenkujalla sekä Halssinkujalla. Jousenkujalla, Viinenkujalla ja Vekarankujalla ei sijaitse ainoatakaan sekaviemärintiä kiinteistöä.

Nuolenkujalla neljällä kiinteistöllä kymmenestä, Piilenkujalla neljällä kiinteistöllä kuudesta sekä Halssinkujalla peräti yhdeksällä kiinteistöllä kymmenestä on käytössä sekaviemärinti-järjestelmä. Näiltä kaduilta siis kertyvät Kisakallion vuotovedet, joista tulee pyrkiä eron.

Suunnittelussa tulee huomioida kadut, joissa sekaviemärintiä on paljon. Näille kaduille tulee järjestää kiinteistöjen kuivatusvesien erottaminen jätevedestä ja vesien poisjohtaminen ensisijaisesti.

2.6.2 Vuotovesikartoitus

Vuotovesikartoitus on menetelmä, jolla voidaan selvittää kaivojen kunto ongelmallisiksi todetuilla viemäriinjoituksilla. Kaivon kunnan arviointi voidaan suorittaa silmämääräisellä tarkastuksella. Yleisimmät kaivojen vuodon aiheuttajat ovat kaivon kansi, putkistojen ja viemärikaivon liitokset sekä rengaskaivoissa renkaiden siirtymät. Vuodot aiheuttavat tulvimista, josta voi seurata taloudellisia sekä aineellisia vahinkoja. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y 2004, 662.)

Liedon kunta teetti savukokeen yhteydessä kaivojen vuotovesikartoituksen. Tutkimuksella haluttiin tuolloin selvittää alueen betoniviemäreiden sekä -kaivojen kunto. Lisäksi haluttiin paikantaa korjausta vaativat jätevesikaivot, joiden uusiminen tai kunnostaminen vähentäisi puhdistamolle johdettavien vuotovesien määrää. (H. Paajanen, henkilökohtainen tiedonanto 13.3.2013.) Liitteessä 9 on esitetty kaduilta ne jätevesikaivot, joissa havaittiin vuotoa tai muita vaurioita, kuten siirtymiä tai puiden juuristoa.

Nuolenkujalla sijaitsee viisi jäteveden tarkastuskaivoa, joista neljässä havaittiin vuotoa ja yhdessä renkaiden siirtymiä. Jousenkujalla sijaitsee kaksi kaivoa, joista toisessa havaittiin vuotoa. Viinenkujalla yhdessä viidestä kaivosta havaittiin vuotoa. Vekarankujalla kolmesta kaivosta yhdessä oli vuotoa. Halssinkujalla kolmesta kaivosta yhdessä havaittiin vuotoa sekä puiden juuristoa. Yrjönniityntien osuudella, joka kulkee suunnittelualueen keskellä, havaittiin yhdeksästä jäteveden tarkastuskaivosta neljässä vuotoa. Kaikki vuotavat tai muuten epä-kunnossa olevat kaivot tulisi uusida kokonaan tai korjata. Piilenkujalla molemmat jäteveden tarkastuskaivot olivat kunnossa. Kuvassa 4 on esitetty vuotava jätevesitarkastuskaivo Nuolenkujalta.



Kuva 4. Pohjastaan vuotava jätevesikaivo Nuolenkujalla.

3 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT

3.1 Hulevesien vähentäminen

Hulevesien vähentämisellä pyritään pienentämään hulevesimääriä sekä ehkäisemään niiden syntyä. Vähentäminen tapahtuu joko rakenteellisin toimin tai suunnittelu- ja maankäyttöratkaisuilla. Rakenteellisia toimia voivat olla esimerkiksi maan pintakerrosten muutostyöt vettä läpäiseviksi, jolloin vedet voivat imeytyä maahan tai kasvillisuutta hyödyntäen pyrkiä vesien sitomiseen ja sitä kautta veden haihtumiseen. Suunnittelu ja maankäyttöratkaisuja voivat olla erilaiset ohjeet ja asetetut määräykset, joita noudattamalla hulevesien muodostuminen vähenee. Hulevesien vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet soveltuvat uusille alueille sekä tiiviiseen, olemassa olevaan taajamarakenteeseen. (Suomen kuntaliitto 2012, 142.)

3.1.1 Kasvillisuus

Rakennetuilla alueilla yksinkertaisin hulevesien vähentämismenetelmä on kasvillisuuden lisäys ympäristössä. Kasvit haihduttavat sekä pidättävät vettä tehokkaasti, ja lisäksi ne muokkaavat maaperää kuohkeammaksi, jolloin maan imeytyskyky paranee. Lisäksi kasvit kiihdyttävät maaperän mikrobiologista toimintaa, mikä torjuu huleveden mukana kulkevia ravinteita ja epäpuhtauksia ja muuttaa niitä vaarattommiksi. (Suomen kuntaliitto 2012, 142.) Kasvien käytöstä seurauksena on lisääntynyt kunnossapidon tarve. Seuraavan sivun kuvassa 5 on esitetty, miten kasvillisuutta voidaan tehokkaasti ja näyttävästi hyödyntää katualueella.



Kuva 5. Kasvillisuuden sijoitus esimerkki.

Kisakallion alueella kasvillisuuden käyttö hulevesien vähentämismenetelmänä on soveltuva tietyin osin. Alueen savea ja silttiä oleva maaperä soveltuu sellaisenaan ainoastaan tietyille kasvilajeille. Kasvien sijoittaminen vaatisi massanvaihtoja, kasvualustojen rakentamista sekä mahdollisesti niiden lannoitusta. Sijoituskelpoisia alustoja kasveille voisivat olla kunnan omistamat ojien luiskat sekä katujen avarat liittymäkohdat. Ennen kasvillisuuden käyttöä tulisi arvioida hankinta- ja hoitokustannuksia sekä ottaa huomioon liikenneturvallisuus erityisesti liittymien läheisyydessä. Myös hyödynnettävissä olevan, kunnan omistaman tilan määrä tulee arvioida. Käytettävissä olevan tilan määrä vaikuttaa siihen, onko kasvien sijoittamisesta hulevesien vähenemiseen johtavaa hyötyä.

3.1.2 Läpäisevät päällysteet

Läpäiseviä päällysteitä käytetään lisäämään pohjaveden muodostumista, jolloin hulevesimäärät vähenevät ja virtaamat pienenevät. Läpäiseviä päällystevaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi avoin asfaltti, harvat kiveykset läpäisevillä saumoilla tai rei'itetyt betonilaatat. Päällysteen alle suositellaan käytettäväksi kantavan ja jakavan kerroksen materiaalina karkeaa soraa tai murskettä. (Suomen kuntaliitto 2012, 144.)

Menetelmä vaatii toimiakseen pohjamaalta hyvää vedenläpäisykykyä sekä riittävää tasaisuutta. Lisäksi tulee tarkastella maasuodattimen kerrospaksuuden riittävyyttä sekä mahdollista tarvetta salaojitukselle. Rakenne tulee sijoittaa riittävän etäälle rakennuksesta ja se tulee varustaa ylivuotoreitillä. (Suomen kuntaliitto 2012, 143.)

Huono ravinteiden ja epäpuhtauksien pidätyskyky estää läpäisevien päällysteiden käytön pohjavesialueilla sekä vilkkaasti liikennöidyillä katu- ja tiealueilla. Päällysteen pinta tukkeutuu helposti esimerkiksi hiekasta ja sorasta, jolloin veden imeytyminen pinnan lävitse estyy. Tämän johdosta pintaa tulee huoltaa säännöllisesti esimerkiksi harjauksella. (Suomen kuntaliitto 2012, 144,146.) Talvella menetelmän kuivatusominaisuudet jäätyamisen ja roudan johdosta ovat olemattomat. (Suomen kuntaliitto 2012, 156.)

Soveltuvia alueita läpäisevien päällysteiden käyttöön ovat kevyenliikenteen väylät, piha- ja pysäköintialueet sekä pihakadut, joissa liikennemäärät ovat pieniä ja ajoneuvot kevyitä (Suomen kuntaliitto 2012, 144.).

Kisakalliossa maaperän vedenläpäisykyky on savesta ja siltistä johtuen huonoa. Rakenteiden salaojitus on kallista, eikä niillä saavuteta ratkaisua, joka vähentäisi hulevesiä. Rakenteen huoltaminen ja kunnossapito on kallista ja aikaa vievää. Näistä syistä johtuen läpäiseviä päällysteitä ei alueelle tulla suunnittelemaan.

3.1.3 Imeyttäminen

Huleveden kokonaismäärän vähentämiseen imeyttäminen on tehokkain keino, jonka takia sen tulee olla ensisijainen hulevesien hallinnan menetelmä. Imeyttämisellä pyritään palauttamaan hulevedet osaksi veden normaalia hydrologista kiertoa sekä tasaamaan rakentamisesta aiheutuvaa pohjaveden tason alenemaa. (Suomen kuntaliitto 2012, 146.) Imeytetyt hulevedet myös puhdistuvat tehokkaasti epäpuhtauksista ja saasteista maaperän biologisten, fysikaalisten sekä kemiallisten ominaisuuksien johdosta. Lisäksi menetelmää hyödyntämällä voidaan hulevesiviemäriverkoston ja tulvareittien mitoitusta pienentää,

jolloin voidaan saavuttaa tuntuvia kustannussäästöjä. (Suomen kuntaliitto 2012, 147.)

Imeyttämismenetelmät voidaan jakaa tyypiltään imeytyskaivantoihin ja imeytyspainanteisiin. Imeytyskaivanto on yksinkertaisimmillaan karkealla kiviaineksella täytetty kaivanto. Maanpinnalle sijoitetut imeytyskaivannot ovat ns. avopintaisia imeytyskaivantoja, ja maan alle sijoitetut ovat maanalaisia imeytyskaivantoja. (Suomen kuntaliitto 2012, 147.) Imeytyspainanteet ovat nimensä mukaisesti muuta ympäristöä matalammalla olevia kasvillisuuden peittämiä alueita, joissa hulevedet voivat sekä lammikoitua että imeytyä maaperään. Imeytyspainanne eroaa muista imeytysmenetelmistä juuri maanpäällisen viivytystilansa johdosta. (Suomen kuntaliitto 2012, 151.)

Mietittäessä imeytyksen soveltuvuutta kohteeseen tulee tarkastella pohjamaan vedenläpäisykykyä ja mahdollista salaojitustarvetta, rakenteiden ja viivytyksalueiden sopivia sijoituspaikkoja, maasuodattimelta vaaditut kerrospaksuudet, ylivuotoreitit sekä valuma-alueen pinta-ala. (Suomen kuntaliitto 2012, 143.)

Imeytystä ei ole syytä käyttää runsaista päästöistä kärsineillä tie- ja keskusta-alueilla tai maaperältään saastuneiden teollisuusalueiden läheisyydessä. Myös tiealueilla, joissa liukkaudentorjuntaan käytetään suolausta, tulee välttää imeytysrakenteiden käyttöä. Rakennetulla alueella imeytysratkaisu voi aiheuttaa kosteusvaurioriskin rakennuksille, ja siitä syystä menetelmä soveltuu paremmin uudisrakentamiseen. Tulee myös ottaa huomioon, etteivät imeytysrakenteet sovellu yksinään suurten vesimassojen hallintaan, vaan ne vaativat rinnalleen muun muassa vesien viivytyksiloja. (Suomen kuntaliitto 2012, 147.) Imeytyminen on talvella mahdollista vain kun rakenteet eivät jäädy. Jäätymisen estäminen lisää kunnossapidon määrää suuresti. Lisäksi tulee varautua talvisateista aiheutuvien ylivuotojen hallintaan. (Suomen kuntaliitto 2012, 156.)

Imeyttäminen soveltuu ensisijaisesti alueille, joissa pohjaveden pinta ei saisi alentua. Alueilla, joissa maaperän vedenläpäisykyky on vähintään kohtalainen, ovat imeytysratkaisut tehokkaita. Huonosti vettä imevässä maaperässä menetelmä soveltuu hulevesien puhdistamiseen ja viivytykseen, mikäli se varuste-

taan salaojalla, jota pitkin suodattunut vesi poistuu rakenteesta. Yleisesti ottaen imeytys soveltuu käytettäväksi niin yksittäisten kiinteistöjen kuivatusvesien käsittelyyn kuin myös suurempien valuma-alueiden hulevesien vähentämiseen. (Suomen kuntaliitto 2012, 147.)

Alueella ei ole tarvetta eikä luontaisia mahdollisuuksia hulevesien imeyttämiseen pohjavedeksi. Myös menetelmän soveltuvuus vanhoja alueita paremmin uusille alueille kertoo sen, ettei hulevesien imeyttämistä tulisi käyttää tämän alueen kuivatussuunnittelussa.

3.2 Hulevesien viivyttäminen

Huleveden viivytyksen menetelmillä pyritään hidastamaan ja pidättämään hulevesivirtaamia. Viivytyksen menetelmien on tarkoitus varastoida johdettavaa hulevetä menetelmässä tietyn aikaa ja sen jälkeen vapauttaa vesi vähitellen takaisin kiertoon. Hulevesivirtaamien hidastaminen ja pidättäminen vähentää purkureitien tulvariskiä sekä eroosiota tehokkaasti. Hulevesien laatu paranee, kun virtaaman mukana kulkeva hienoaines ja epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan viivytyksen menetelmiä hyödynnettäessä. Viivytyksen menetelmissä kasvien käytöllä on merkittävä rooli epäpuhtauksien pidättäjänä sekä esteettisesti kauniimman maiseman luojana. Viivytyksen menetelmien varastoimia vesiä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi kasteluvetenä.

Viivytyksen menetelmät voidaan jaotella sadetapahtumien välillä kuivana pysyviin painanteisiin ja kaivantoihin sekä pysyvän vesipinnan säilyttäviin kosteikoihin, lammikoihin ja altaisiin. (Suomen kuntaliitto 2012, 172,173.)

3.2.1 Lammikot, kosteikot ja altaat

Lammikon puhdistusteho sekä viivytysominaisuudet perustuvat laskeumaan, kasvillisuuden tuottamaan hidastavaan ja epäpuhtauksia sitovaan vaikutukseen sekä bakteerien ja mikro-organismien kykyyn hajottaa epäpuhtauksia. (Suomen kuntaliitto 2012,173.) Kosteikko ja lammikko eroavat toisistaan ainoastaan siinä,

että kosteikossa vesisyvyys on matalampi ja kasvillisuus sekä eliöstö monipuolisempi. Altaat ovat keinotekoisista materiaaleista rakennettuja vesien viivytyksalaita. (Suomen kuntaliitto 2012, 174,175.)

Lammikon tulee olla rakenteeltaan pitkänomainen laskeuttamisen mahdollistamiseksi sekä riittävän syvä kiintoaineksen varastoitumista varten. Lisäksi rakenteessa tulee olla ylivuotoreitti tulvien hallitsemiseksi sekä pato, josta lammikon mitoitettun vesimäärän ylittävät vesimassat pääsevät purkautumaan. Runsaasti kiintoainesta sisältävät vedet tulisi johtaa helposti tyhjennettävissä olevan esikäsittelyaltaan kautta varsinaiseen lammikkoon, ja rakenteiden välissä tulisi olla pohjapato estämässä ravinteiden kulkeutumisen lammikkoon. (Suomen kuntaliitto 2012, 173,174.)

Altaat voivat jäljitellä ulkonäöltään lammikoita tai olla tehtyjä kivistä tai betonista. Altaat pyritään rakentamaan vesitiiviiksi. Syvyydeltään altaat ovat vain joitain kymmeniä senttimetrejä. Altaat tulee varustaa ylivuotoreitillä ja tyhjennysputkella huolto- ja kunnossapitotöiden mahdollistamiseksi. (Suomen kuntaliitto 2012, 174.)

Ennen lammikon tai kosteikon rakentamista tulee varmistua, että valuma-alueelta johdetut vedet riittävät ylläpitämään pysyvää vesipintaa. Lisäksi kasvillisuutta tulee olla luonnostaan tai sitä tulee istuttaa, sillä menetelmät vaativat kasveja toimiakseen. Kumpikin menetelmä tulee olla sijoitettuna sellaiseen paikkaan, että sen huoltaminen on mahdollista. Erityistä huomiota tulee kiinnittää ylivuotoreittien järjestämiseen sekä veden poistumisen mahdollistamiseen järjestelmästä, koska vesimäärät ovat suuria. (Suomen kuntaliitto 2012, 172.) Kosteikossa ravinteiden pidättyvyys voi olla lammikkoa huonompi riippuen kosteikkokasvillisuuden tilasta sekä kosteikon maaperästä (Suomen kuntaliitto 2012, 176.).

Rakennettujen altaiden osalta tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että rakenne on esteettisesti yhteensopiva alueen muun ilmeen kanssa. Altaat vaativat muita menetelmiä enemmän säännöllistä puhtaanapitoa, joten ne tulee sijoittaa sellaiseen kohtaan, josta huoltaminen käy vaivatta. Koska altaita suositaan ra-

kennetuilla alueilla, joissa tulvia ei saisi syntyä, tulee niiden olla rakenteeltaan vähintään 24 tunnissa tyhjentyviä.

Lammikot ja kosteikot eivät sovellu karuille alueille, sillä ne ovat herkkiä maanpinnan eroosiolle (Suomen kuntaliitto 2012, 172.). Kosteikko saattaa lisäksi tuottaa runsasta ravinnehuuhtoumaa, mikäli sinne johdettu hulevesi ei ole kovin ravinnepitoista ja kosteikon maaperä sitä vastoin on (Suomen kuntaliitto 2012, 175,176).

Lammikoita ja kosteikoita tulisi käyttää suurien, vähintään 10 hehtaarin, valuma-alueiden hulevesien purkupaikkana. Keinotekoiset altaat vastaavasti soveltuvat hyvin rakennetuille alueille. Erityisesti menetelmiä tulisi hyödyntää alueilla, jossa maaperän vedenläpäisykyky on heikko tai rakenteen tulee olla vettä eristävä. (Suomen kuntaliitto 2012, 172,173)

Lammikoita ja kosteikoita ei voida suunnitella alueelle, koska alueella syntyvä hulevesivesimäärä ei riitä pitämään niissä pysyvää vesipintaa. Lisäksi kumpikin on tarkoitettu suurten valuma-alueiden purkupaikaksi, joten tästä syystä ne eivät alueelle sovellu. Rakennetut altaat puolestaan ovat erittäin kalliita rakentaa, minkä lisäksi niiden jatkuva huolto- ja kunnossapito tarve estää niiden soveltumisen tähän kohteeseen.

3.2.2 Viivytysohjeet ja -kaivannot

Viivytysohjeilla ei pyritä vesien imeyttämiseen vaan viivyttämiseen, joten niihin ei rakenneta lainkaan imeytys- ja varastointikerrosta, kuten rakenteeltaan muuten vastaavaan imeytysohjeeseen. Painannerakenne tulee kuitenkin varustaa virtausta säätelevällä padolla tai putkella, jota pitkin vesi poistuu rakenteesta. Viivytysohjeet puolestaan eroavat rakenteeltaan muuten samantyyppisestä imeytysohjeestä siinä, että ne tulee varustaa salaojituksella sekä purkuputkella vesien poistamiseksi rakenteesta.

Viivytysohjeen sovelluksena voidaan puolestaan pitää teräksestä, betonista tai muovista valmistettuja maanalaisia säiliöitä, jotka on suunniteltu tasaamaan

hulevesiviemäriin päätyvän veden virtaamia. Viivytyspainanteet voidaan muokata pinnaltaan vastaamaan alueen ominaispiirteitä, eli rakenteen pinta voidaan tehdä istutuksin tai verhoilla kiviaineksella. (Suomen kuntaliitto 2012, 177.)

Talvella painanteiden toimintaa rajoittaa lumi ja jää, joista kumpikin vaikuttaa vähentävästi hulevesien käsittelytilavuuteen. Kumpikin menetelmä vaatii lisäksi säännöllistä toimivuuden seurantaan sekä huoltotoimenpiteitä, kuten roskien tai vastaavien poistoa purkuputkista. (Suomen kuntaliitto 2012, 183.)

Maanpäällisissä viivytyksmenetelmissä koko imeytettävä vesimäärä tulee mahduttaa viivytystilaa (Suomen kuntaliitto 2012, 182.).

Kiinteistökohtaiseksi tai asuinaluekohtaiseksi viivytyksmenetelmäksi soveltuvat hyvin erityyppiset painanteet. Tiheästi rakennetuille alueille, joissa ei ole rakentamatonta tilaa maanpinnalla, soveltuu parhaiten maanalainen kaivanto tai säiliö. Käyttökohteita voivat olla esimerkiksi suurten ostoskeskusten tai vastaavien pysäköintialueet. (Suomen kuntaliitto 2012, 173.) Viivytykskaivannot lasketaan kuuluvaksi hulevesiviemäriverkostoon (Suomen kuntaliitto 2012, 177.).

Viivytyksmenetelmät soveltuvat alueelle, koska niiden sijoittaminen on melko vapaata ja sovelluksena voi olla maanalainen tai maanpäällinen ratkaisu. Menetelmän käyttöä ei myöskään rajoita maaperäolosuhteet, sillä ratkaisu toimii osana hulevesijärjestelmää, joka myös tulee alueelle suunniteltavaksi. Menetelmän huonona puolena on kunnossapidon sekä varastointitilavuuden tarve. Tässä työssä tullaan kuitenkin käyttämään osana avo-ojitusta viivytyksmenetelmää, jonka avulla vesien siirtymistä suunnittelualueen purkupisteeseen voidaan hidastaa. Viivytystilaa sijoittaminen osaksi alueen reunalla sijaitsevaa taustaojaa, joka kulkee Nuolen-, Piilen-, Jousen- sekä Viinenkujan takana, vähentäisi veden tulvimista pihoihin Nuolenkujan ja Nuolemontien välisellä osuudella. Suunniteluun tullaan valitsemaan maanpäällinen viivytystilaa -sovellus, jonka sopivuutta Nuolenkujan ja Piilenkujan väliselle osuudelle tullaan tarkastelemaan. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 6 on esitetty alueelle maanpäällisen viivytykskaivannon malliesimerkki, jota voitaisiin muokata Kisakallioon soveltuvaksi.



Kuva 6. Maanpäällisen viivytskaivannon malliesimerkki.

3.3 Luonnonmukaiset huleveden johtamismenetelmät

Luonnonmukaisilla menetelmillä tarkoitetaan hulevesien pintajohtamista, joka perustuu avouomavirtaukseen. Pintajohtamisella tavoitellaan imeytyksen mahdollistamista, virtaaman hidastamista ja epäpuhtauksien laskeuttamista. Tavoitteiden saavuttamista voidaan edesauttaa riittävällä johtamisreitien pituudella, reitien pienellä pituuskaltevuudella sekä kasvillisuutta hyödyntämällä.

Pintajohtamisjärjestelmät voidaan suunnitella tiheästi rakennetuilla ja pienillä valuma-alueilla tonttirajojen suuntaisiksi erottamaan kiinteistöt toisistaan. Suuria määriä käsittelevät pintajärjestelmät vaativat aina menetelmää varten erikseen varatun tilan katualueesta, yleisestä alueesta tai kiinteistölle kuuluvasta alueesta.

Erilaisia pintajohtamismenetelmiä ovat esimerkiksi avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut sekä erilaiset kanavat ja uomat (Suomen kuntaliitto 2012, 157.).

3.3.1 Avo-ojat

Avo-ojituksen etuina voidaan pitää tehokasta vedenjohtokykyä, pieniä rakentamiskustannuksia sekä pientä tulvaherkkyttä suhteessa esimerkiksi hulevesiviemärointiin. Avo-ojilla on myös toiminnallinen ominaisuutensa, joka voi olla veden johtaminen, varastointi tai imeytys. Toiminnallinen ominaisuus on riippuvainen ympäristöstä ja kuivatustarpeesta. Avo-ojan ominaisuuksia on mahdollista korostaa viettokaltevuuden, syvyyden ja ojan muodon vaihtelulla.

Avo-ojitusta suunniteltaessa tulee keskittyä eroosiohaittojen torjumiseen sekä ojan ulkonäön huomioimiseen. Eroosiota voidaan vähentää rakenteellisesti vähentämällä pituuskaltevuutta, loiventamalla sivuluiskia sekä mataloittamalla ojan pohjaa. Myös istutuksin sekä erilaisilla kivetyksillä eroosio vähenee tehokkaasti.

Avo-ojien yleisen tason ongelmia ovat hankala kunnossapito, turvallisuus sekä esteettisesti köyhä ulkomuoto. Rakenteellisia ongelmia ovat uomissa tapahtuva eroosio sekä luiskien sortumiset. (Suomen kuntaliitto 2012, 159.)

Avo-ojia voidaan käyttää muun muassa hulevesien johtamiseen, tierakenteiden kuivatukseen sekä rakennusten ja rakenteiden salaojavesien keruuseen (Suomen kuntaliitto 2012, 158.).

Alueella sijaitsee jo ennestään useita avo-ojia, eikä kunnan omistamilla alueilla ole tilaa uusien ojien tekemiselle. Lisäksi nykyisten kaduilla sijaitsevien ojien vesitilan kasvattaminen aiheuttaisi riskin turvallisuudelle sekä rumentaisi alueen ulkonäköä.

3.3.2 Painanteet

Painanteiden pääkäyttötarkoitus on pintavaluntojen johtaminen, mutta painanteet soveltuvat myös hulevesien käsittelyyn riippuen niiden imeytykseen, suodattukseen tai viivytykseen soveltuvista ominaisuuksista.

Painanteista puhutaan yleensä viherpainanteina, ja ne ovat yleensä avo-ojia matalampia, nimensä veroisesti kasvillisuuden verhoamia sekä loivaluiskaisia. Menetelmän yhteyteen voidaan rakentaa viivytyalueita, joissa vettä voidaan sananmukaisesti viivyttää tai vaihtoehtoisesti imeyttää.

Painanteet soveltuvat viivytykseen ja virtaaman hidastamiseen, kun niiden pituuskaltevuus muotoillaan loivaksi ja uoman pohjalle rakennetaan virtaamaa hidastavia pohjapatoja. Pohjapadot tulee varustaa purkuaukolla, jonka kautta viivytetty vesi voi hitaasti purkautua. Imeytykseen ne soveltuvat hyvin niillä alueilla, joissa hulevesi pystyy imeytymään pohjavedeksi hyvin vettä läpäisevien maakerrosten lävitse. Mikäli painanteissa halutaan suodattaa hulevesiä, voidaan viherpainanteita rakentaa helposti teiden ja katujen varsille korvaamalla huonosti vettä läpäisevä maa-aines karkeampirakeisella maa-aineksella.

Painanteet eivät sovellu mataluutensa johdosta tie- tai katurakenteiden kuivatuksi. Viivytykseen tai laajojen alueiden vesien johtamiseen tarkoitetut painanteet vaativat reilusti tilaa (Suomen kuntaliitto 2012, 159.).

Painanteita voidaan hyödyntää asuinalueilla sekä tie- ja katualueilla (Suomen kuntaliitto 2012, 159,160.).

Alueella sijaitsevia nykyisiä avo-ojia voitaisiin muuttaa vähäisin muutostöin esteettisesti tyylikkäämmiksi painanteiksi. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 7 on esitetty esimerkki leveästä viherpainanteesta. Muutostöiden vaikutukset kiinteistöjen kuivatusvesien johtamiselle tulisi kuitenkin selvittää ennen muutostöiden tarkempaa harkitsemista. Suodatusrakenteiden suunnittelu olisi mahdollista nykyisiin avo-ojiin, mutta alueen hulevedet eivät ole likaisia eivätkä sisällä tavanomaista enempää kiintoainesta, joten niiden suodattaminen on tarpeetonta.



Kuva 7. Leveä viherpainanne.

3.3.3 Rakennetut kanavat ja uomat

Rakennettuja kanavia käytetään pintavalun tojen tehokkaaseen johtamiseen, mutta patoamalla kanavia vesiä voidaan myös viivyttää. Rakennetuilla uomilla pyritään tehokkaaseen hulevesien johtamiseen. Linjausta muuttamalla, kasvillisuutta lisäämällä ja mahdollisia pohjapatoja rakentamalla voidaan myös saavuttaa tehokasta hulevesien viivytystä.

Rakennetut kanavat ovat huleveden johtamiseen tarkoitettuja vesireittejä, jotka useimmiten on valmistettu kivistä tai betonista. Tunnusomaista kanaville ovat suorat linjaukset, jyrkät luiskat sekä vettä läpäisemättömät pintamateriaalit. Rakennetut uomat voivat olla luonnonmukaisia tai varta vasten rakennettuja, ja niiden koko voi vaihdella avo-ojista noroihin. Luonnonmukaisia uomia ei suositella muutettavaksi muutoin kuin parantamalla eroosiosuojausta esimerkiksi kivetysten ja kasvillisuuden avulla. Rakennetut uomat pyritään linjaamaan mutkikkaiksi, suojaamaan eroosiolta sekä niihin voidaan suunnitella virtauksia tasaavia levennyksiä tai tasanteita.

Rakennetut kanavat soveltuvat hyvin kaupunkialueille, joissa rakentamatonta tilaa on vähän, pinnat ovat pääosin vettä läpäisemättömiä sekä tavoitellaan ra-

kennettua ulkonäköä. Rakennettuja uomia sijoitetaan yleensä viheralueille niiden esteettisen ulkonäön ja tunnelmallisuuden johdosta. Vedestä aiheutuvan solinan johdosta rakennetut uomat voivat toimia myös tehokkaana liikenteen äänien vaimentimena asuinalueiden ja vilkkaasti liikennöityjen alueiden välillä. Rakennettuja kanavia ja uomia voidaan myös yhdistellä siten, että tiheään päällystetyillä pinnoilla vesi kulkee kanavissa ja viheralueilla uomissa. (Suomen kuntaliitto 2012, 164.)

Alueella sijaitsevan purkuojan muuttaminen rakennetuksi uomaksi olisi toimiva ratkaisu. Rakentamiskustannukset ovat kuitenkin suuret, joten vaihtoehtoa tulee miettiä siinä vaiheessa, kun alueen jatkosuunnittelu aloitetaan. Rakennetun kanavan rakentaminen alueelle on vaikeaa, koska alueen maankäyttö estää mutkaisten uomien rakentamisen. Luvussa 3.2.2 mainitun taustaojan paikalle rakennettu kanava voitaisiin rakentaa. Jatkosuunnitteluvaiheessa tulee kuitenkin miettiä kanavan rakentamisella saavutettavaa hyötyä sekä siitä aiheutuvia kustannuksia.

3.3.4 Kourut

Kouruja käytetään pienien hulevesimäärien pintavaluntojen johtamiseen.

Kourut ovat muotoilultaan matalia ja kapeita painanteita, jotka on useimmiten valmistettu kivistä tai betonista.

Kouruja voidaan hyödyntää johdettaessa kiinteistöjen rännivesiä sekä pysäköintialueiden valumavesiä viheralueille (Suomen kuntaliitto 2012, 168.).

Alueen kiinteistöillä on käytössä kouruja rännivesien johtamiseksi, mutta ne eivät sovellu kunnan järjestämän vesihuollon ratkaisuksi.

3.3.5 Tulvareitit

Tulvareitein pyritään varmistamaan hulevesien hallittu johtaminen tilanteissa, jolloin varsinaisen hulevesijärjestelmän mitoitus on ylittynyt. Niiden avulla eh-

käistään tulvimista ja pyritään hulevesien nopeaan poisjohtamiseen tulvimisalttiilla alueella.

Reitit voivat olla suurikokoisia putki- tai kanavarakenteita tiiviisti rakennetuissa taajamissa tai vastaavasti pienessä kohteessa vaatimaton katukivetyksen kouru tai vastaava.

Tulvareittien suunnittelussa voidaan yhdistellä kaikkia luonnonmukaisia hulevesien johtamisjärjestelmiä. Tulvareittien suunnittelussa tulee kuitenkin ottaa huomioon suurten vesimäärien ja virtaamien aiheuttamat eroosiohaitat sekä huleveden laadun heikkeneminen. (Suomen kuntaliitto 2012, 169.)

Suunniteltavan viivytystilan yhteyteen jätetään vanha Nuolenkujan alittava ojarumpu tulvareitiksi, jolloin ne vedet, jotka eivät tulvatilanteessa mahdu Nuolenkujalle suunniteltavaan hulevesiviemärointiin, valuvat tulvareitin kautta entiseen tapaan Nuolemontien ja Nuolenkujan väliseen avo-ojaan.

3.4 Hulevesiviemäriverkosto

Hulevesiviemäroinnin tehtävä on koota ja johtaa pois katu-, tie- ja piha-alueiden hulevedet sekä rakennusten katto- ja salaojavedet.

Hulevesiviemäroinnillä saavutetaan suhteellisen nopea pintojen kuivatus ja vesien poisjohtaminen alueilla, joissa se on tärkeää esteettisyyden tai maankäytön johdosta. (Suomen kuntaliitto 2012, 189.) Lisäksi erillisviiemärointi eli hulevesiviemäroinnin erottaminen sekaviiemäroinnistä vähentää viemäreiden tulvimista, hajuhaittoja, vesistöjen ja maaston saastumista sekä tulvista syntyvää haittaa rakennuksille.

Hulevesiviemäriverkosto koostuu usein yhdistelmästä, jossa on käytetty niin maanalaista putkitusta kuin avo-ojitustakin. Hulevesiviemäriverkosto koostuu lyhyesti erilaisista kaivoista, putkista sekä erikoisosista, kuten esimerkiksi pumppaamoista, venttiileistä ja ylivuotorakenteista. (Suomen kuntaliitto 2012, 190.) Hulevesiviemäriin osat ovat materiaaliltaan useimmiten muoviseoksia,

mutta joissain tapauksissa joudutaan käyttämään myös betonista tai valuraudasta valmistettuja osia.

Hulevesiverkostot tulee rakentaa tiiveyden ja toimintaperiaatteen osalta samalla tapaa kuin jätevesiviemäritkin. (Suomen kuntaliitto 2012, 192.) Hulevesiviemäri pyritään kustannussyistä suunnittelemaan painovoimaisesti järjestelmään johdettuja hulevesiä johtavaksi, eli niin sanotuksi viettoviemäriksi. Jos viettoviemärin rakentaminen on vallitsevien olosuhteiden tai ylivoimaisten kaivussyvyyksien johdosta mahdotonta, joudutaan verkostoon liittämään kalliita pumppaamoita. (Suomen kuntaliitto 2012, 196.)

Hulevesiviemäröinnin haittoja ovat purkuvesistöissä ilmenevät suuret virtaamavaihtelut, eroosion lisääntyminen sekä luonnontilaisten vesistöjen kärsiminen käsittelemättömästä hulevedestä. Lisäksi hulevesiviemärien tukkeutumisriski on suuri eikä suljetusta järjestelmästä vettä pääse imeytymään osaksi hydrologista kiertoa.

Kyseessä on maanalainen kuivatusmenetelmä, jota sovelletaan kaupunki- ja taajama-alueilla, eli alueilla, joissa on paljon vettä läpäisemätöntä pintaa ja tiivistä maankäyttöä (Suomen kuntaliitto 2012, 189.). Uudisrakennusalueille rakennetaan nykyisin aina erillinen hulevesiviemäröinti, mikäli hulevesiä ei pyritä hallitsemaan luonnonmukaisin järjestelmin (Suomen kuntaliitto 2012, 190.).

Alueelle suunnitellaan hulevesiviemäröinti siten, että nykyinen Halssinkujan päähän ulottuva viemäri jatketaan mahdollisimman lähelle suunnittelualueen purkupistettä. Nykyinen avo-oja muutetaan siis Yrjönniityntielle viemäröidyksi Halssinkujan ja Nuolemontien välillä. Lisäksi työn edetessä tarkastellaan kujat, jotka tulisi liittää ja jotka on mahdollista liittää osaksi hulevesiviemäriverkostoa. Halssinkujalla sekä Nuolenkujalla on selkeästi eniten sekaviemäröintiä ja huonokuntoisia jätevesiviemäriosuuksia, joten niiden liittämistä ensimmäisen vaiheen suunnitteluun tarkastellaan muita katuja kriittisemmin. Nuolenkujalle suunniteltava viivytystila tukee myös hulevesiviemäröinnin rakentamista, koska ratkaisu vähentäisi hulevesien tulvimista Nuolenkujan ja Nuolemontien välisellä osuudella.

4 RAKENNETUN YMPÄRISTÖN OLOSUHDEKASTELU

4.1 Rakennetun ympäristön olosuhdekastelu yleisesti

Rakennuskohteissa tehtävät maanrakennustyöt aiheuttavat aina muutoksia alueen maaperään niin itse kohteessa kuin myös sen välittömässä läheisyydessäkin. Maan työstämisellä aiheutetut muutokset voivat olla nopeasti havaittavissa tai vastaavasti niiden kehittymiseen saattaa kulua runsaastikin aikaa. Muutokset saatetaan havaita silmämääräisesti vauriotyypistä riippuen, mutta vaurion laajuuden selvittämiseksi tulee suorittaa kohteeseen sopivat mittaukset sekä tarkastelut. Vauriotyypit, niiden synty tapa sekä vaurion ehkäisemiseksi tai korjaamiseksi suoritettavat toimet ovat aina yksilöllisiä. Mahdolliset vauriot ovat riippuvaisia kohteen rakennuskannasta, maaperästä sekä suoritettavasta työstä, joten yleispätevää ohjeistusta ei voida laatia, vaan aina tulee suorittaa kohdekohtainen tarkastelu. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

Varsinais-Suomessa on viisi eri olosuhdekokonaisuutta, jotka ovat aiheuttaneet rakennusten vaurioitumista. Kaikki tässä työssä esitetyt rakennuksille vaurioita aiheuttavat olosuhdekokonaisuudet on tunnistettu myös Suomen rakentamismääräyskokoelmassa, jonka kanssa ne ovat yhtenevät. Suomen rakentamismääräyskokoelma on juridisesti pätevin teos rakentamista koskevissa oikeusprosesseissa. Huolellisesti suoritettujen tarkastelujen jälkeen tarkastelun teettäjällä on kolme vaihtoehtoa. Tarkastelun tilaaja voi huomioida tarkastuksessa esiin nousseet riskit ja muuttaa suunnitelmiaan, jota voidaan pitää hyväksyttävänä. Toisena vaihtoehtona voi olla tietoisesti riskin ottaminen, jolloin vaurioitumismahdollisuus tunnistetaan etukäteen ja orientoidutaan korvausten suorittamiseen vauriotilanteessa. Riskin otto on tietoinen päätös, jolloin se voidaan hyväksyä. Kolmas vaihtoehto, jota ei tulisi harkita, on välinpitämättömyys selvitettyjä riskejä kohtaan tai tutkimusten laiminlyöminen, jonka seuraukset ovat yleensä negatiivisia. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.) Tässä työssä haluttiin selvittää suunniteltujen toimenpiteiden vaikutukset alueen

rakennuksille eli selvitettiin riskirakennukset sekä tehtiin ehdotus niille suositeltavista tarkasteluista, jotka tulee suorittaa ennen rakennustöiden aloitusta.

4.2 Olosuhdekokonaisuus 1

Urakoinnin aikaiset värinät ja vanha, puutteellisesti perustettu rakennus

Urakoitaessa maaperän värinää aiheuttavat raskaat kaivinkoneet sekä muu kohteessa tapahtuva työmaaliikenne. Luonnollisesti myös rakenteeseen tehtävä tiivistämistyö, eli väritys aiheuttaa värinää. Itse värinän lähde syntyy työkoneen toimintamekanismista, niiden siirroista ja työntekijän tavasta käsitellä työkoneita. Puutteellisesti perustetulla rakennuksella tarkoitetaan vanhaa rakennusta, jonka perustukset on tehty sen aikaisen ohjeistuksen ja rakennustavan mukaisesti eivätkä ne täytä nykyajan perustamiselle asetettavia vaatimuksia.

Kyseessä on tilanne, jossa työt käynnistetään ja värinät alkavat tuottamaan liikettä maaperässä, josta liike-energia siirtyy rasituksena talon perustuksille. Ongelma syntyy, mikäli vanhojen perustusten kuntoa ei ole etukäteen selvitetty. Tästä voi olla seurauksena vaurioita, kuten perustusten kallistumista sekä rakenteissa tapahtuvia murtumia. Vaurioituminen tapahtuu melko nopeasti töiden aloituksen jälkeen ja ne ovat yleensä melko nopeasti havaittavissa.

Ongelma voidaan välttää yksinkertaisesti siten, ettei edellä mainituilla työkoneilla aloiteta työskentelyä kohteen läheisyydessä ennen kuin rakennuksen kunto on selvitetty. Lisäksi selvittämällä alueella sijaitseva rakennuskanta sekä maaperä, voidaan tutkimusta vaativat kohteet paikantaa. Rakennuskannan selvittämisellä voidaan myös yhtä lailla selvittää, onko tutkimuksille kohteessa edes tarvetta.

Vaurioitumisriski on suurin työkohteen läheisyydessä sijaitsevissa, ennen vuotta 1980 perustetuissa rakennuksissa. Työkohteen sijaitessa rakentamisen osalta haasteellisella savimaalla, tulee tarkastelu suorittaa asiaan perehtyneen asiantuntijan toimesta. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

4.3 Olosuhdekokonaisuus 2

Puutteellisesti perustetun rakennuksen läheisyydessä lihavään saveen ulottuva kaivanto

Puutteellisesti perustetulla rakennuksella tarkoitetaan tässä tapauksessa luvun 4.2 mukaista kohdetta. Lihavalla savella tarkoitetaan kuivakuorisaven alapuolista sedimenttikerrosta, jossa savi on löysää ja huonosti koossapysyvää runsaan vesipitoisuuden johdosta. Kuivakuorikerros ”eristää” lihavän saven alleen ja estää sen liikkumisen ja pullistumisen kohti maanpintaa tai tässä tapauksessa kohti kaivannon pohjaa.

Kun kuivakuorikerros läpäistään kaivamalla, avataan lihavalle savelle purkautumisreitti kohti tyhjää tilaa, jonne aine siirtyy fysikaalisten ominaisuuksiensa johdosta. Koska lihavän saven kerros on juoksevaa, tarkoittaa se sitä, että purkautumisesta seuraavaa maa-aineksen siirtymä eli liukupinnan muodostuminen tapahtuu laajemmalti kuin pelkän läpäistyn kuoren kohdalla.

Tilanne muodostuu ongelmaksi silloin, kun lihavään saveen ulottuva kaivanto tehdään lähietäisyydelle puutteellisesti perustetusta rakennuksesta. Kun kuivakuorikerros poistetaan, runsas vesipitoinen lihava savi saa liikkumatilaa ja kaivannon pohja alkaa kohota. Tilannetta tehostaa kaivannon lähellä oleva rakennus, jonka maaperään aiheuttamat kuormat toimivat männän tavoin pakottaen saven liikkeelle. Seurauksena on lihavän saven vetäytyminen rakennuksen alta, jolloin rakennus painuu. Rakennuksen painuminen voi olla tasaista tai epätasaista, mutta yhtä kaikki seuraukset ovat epäedullisia. Vaurio kehittyy nopeasti ja on melko pian havaittavissa.

Ongelma-alueen määritelmänä voidaan pitää noin viiden metrin päähän ulottuvaa aluetta kaivannosta mitattuna. Tämän alueen sisälle tai rajalle jäävissä rakennuksissa tai niiden osissa on aina erittäin suuri vaurioitumisen riski, joten niiden perustamistapa sekä perustusten kunto tulee tutkia aina etukäteen ennen töiden aloitusta. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

4.4 Olosuhdekokonaisuus 3

Putkijohtokaivannon soratäytöstä johtuva kuivakuorisaven kerrospaksuuden lisääntyminen, puutteellisesti perustetun rakennuksen alueella

Puutteellisesti perustetulla rakennuksella tarkoitetaan kohdetta, jossa puutteellinen perustus on aiheuttanut rakennuksen kallistumisen. Toisekseen, kuten tiedetään kaivannot toimivat aina ympäristöään kuivattavina rakenteina ja niissä vesien on mahdollista virrata.

Kun kaivu ulotetaan lihavaan saveen ja vesihuoltorakenteet perustetaan sen tasolle perustettava alusta huomioiden ja kaivannon täyttöohjeita noudattaen, syntyy tässä tapauksessa kuvattu ongelma. Ongelmana on rakennekerrosten aiheuttama kuormitus lihavaan saveen, joka toimii samankaltaisena prässinä kuin kohdassa 4.3 kuvattu rakennus kaivannon lähellä. Kun vesipitoinen savi prässäytyy, alkaa saveen sitoutunut vesi poistua siitä kohti täytettyä kaivantoa. Kun saven vesipitoisuus vähenee, se alkaa kuivua ja muuttua kuivakuorisaveksi, jolloin aineen tilavuus pienenee. Tällöin savikerroksen pinta laskee, eli syntyy painuminen, joka voi johtaa ennestään kallellaan olevan rakennuksen vaurioitumiseen. Vaurioituminen tapahtuu yleensä pitkän ajan kuluessa, joten sen havaitsemiseen voi mennä vuosia.

Ongelmallisina kohteina voidaan pitää kaivannon läheisyydessä sijaitsevia taloja, joissa on havaittavissa selkeää kallistumista tai nurkkien roikkumista. Nämä kohteet tulisikin tarkastella ennen töiden aloitusta. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

4.5 Olosuhdekokonaisuus 4

Räjäytystyön aiheuttama tärinärasitus täysin virheellisesti perustettuihin rakennuksiin

Täysin virheellisesti perustetulla rakennuksella tarkoitetaan sellaista kohdetta, joka on tehty täysin väärin pohjamaan olosuhteisiin nähden sekä huolimatto-

masti. Kuten tiedetään, räjäytystyö aiheuttaa tärinää maaperään, joka voi edetä jopa 200 metrin etäisyydelle louhittavasta kohteesta. Tärinän aiheuttama vaikutus on kuitenkin verrannollinen panoksen määrään ja kohteen väliseen etäisyyteen.

Louhinta voi aiheuttaa rakennukseen halkeamia tärinän välittyessä kallionpintaa pitkin rakenteeseen. Halkeamien syntyyn talon runkomateriaalilla ei ole vaikutusta, sillä esimerkiksi tiilirunkoisessa tai puurunkoisessa on kummassakin omat vaurioitumiselle kriittiset rakenteensa. Seurauksena voi olla myös painumista, joka syntyy, kun louhinta aiheuttaa tärinää väärin perustetun talon alla olevaan pohjamaahan. Mikäli räjäytys saa talon alapuolisen pohjamaan liikkeeseen, voi syntyä liukupinta, jolloin kallion ja rakennuksen välinen maakerros liikkuu pois rakennuksen alta. Halkeamavauriot voidaan havaita nopeasti niiden syntymisen jälkeen, mutta painuman kehittyminen saattaa kestää vuosia.

Louhinnan tärinästä johtuvat vauriot vältetään, kun räjäytystyön teettäjä inventoi vaikutusalueella olevat huonokuntoiset rakennukset. Vaikutusten arviointia rajoittava tieto on, että uusien rakennusten tärinän sietokyky on paljon vanhoja rakennuksia parempi. Huomion arvoista on, että räjäytystyön yhteydessä tehtävillä tarkastuksilla tai tärinämittauksilla voidaan havaita ainoastaan halkeamat, jolloin mahdolliset painumat jäävät havaitsematta. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

4.6 Olosuhdekokonaisuus 5

Kiinteistöjen kuivatusolosuhteiden muutokset

Kuivakuorisaven kerrospaksuus voi vaihdella 0,5 metrillä aina 3,5 metriin, jonka alla on lihavan saven kerrostuma ennen maa-aineksen mahdollista vaihtumista.

Kun kiinteistöllä parannetaan pihan pintakuivatusta tai muutetaan maanpintaa vettä läpäisemättömäksi asfaltiksi, vähenee maaperää kosteana pitävän huleveden määrä oleellisesti. Tällöin maaperä ainoastaan haihduttaa kosteutta ra-

kenteesta, mutta tehokkaasta kuivatuksesta ja vettä läpäisemättömästä pinnasta johtuen vedet eivät enää pidä lainkaan maaperän pintaa vedellä kyllästettynä. Seurauksena maakerrokset kuivuvat aina vain syvemmältä, jolloin kuiva-kuorikerros kasvaa ja liHAVAN saven kerros ohenee. Tällöin rakennuksiin syntyy painumia. Vaurioituminen eroaa kohdan 4.4 olosuhteista siinä, että tässä tapauksessa tontilla sijaitsevan rakennuksen kunnolla ei ole vaikutusta vaurion kehittymiseen. Painumien syntymistä kiihdyttää kiinteistön omistajan sekä kunnan tekemien, hulevesien tehokkaaseen johtamiseen keskittyvien toimien yhteisvaikutus.

Tämän kaltaiset, painumista aiheuttavat olosuhteet voidaan välttää tarkastelemalla alueella sijaitsevia kiinteistöjä, joissa on tehokkaasti toteutettu tonttikohmainen vesien poisjohtaminen tai muilla toimin ehkäisty vesien jääminen maaperään. Tulee muistaa, että selkeiden toimien, kuten asfaltoinnin, hulevesiviemäroinnin tai salaojituksen lisäksi, vesien jääminen maaperään voidaan ehkäistä myös ikään kuin vahingossa. Esimerkiksi isot lehtipuut voivat imeä satoja litroja maaperään sitoutunutta vettä vuorokaudessa, joten painumien välttämiseksi niitä ei tulisi sijoittaa aivan lähelle rakennusta. Tarkasteltava alue käsittää koko sen alueen, jonka kuivatusolosuhteisiin rakentamisella arvioidaan olevan vaikutuksia. (J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2013.)

4.7 Kisakallion tarkasteltavat kiinteistöt

Sivulla 47 olevassa kuvassa 8 on esitetty kaksivärisenä, oranssi-keltaisena, rakennukset, joissa on lukujen 4.2 ja 4.3 mukaiset olosuhteet. Lisäksi yksivärisenä oranssina on esitetty Jousenkujalla sijaitseva autotallirakennus, jossa on luvun 4.2 mukaiset olosuhteet. Ainakin näissä kohteissa tulee siis suorittaa tutkimuksia ennen rakennustöiden aloitusta. Rakennukset, joissa täyttyvät lukujen 4.4 tai 4.6 kaltaiset olosuhteet, tulee käydä läpi maastossa tehtävin tarkasteluin ennen rakennustöiden aloitusta. Mikäli jatkosuunnittelussa tehtävistä pohjatut-

kimuksista käy ilmi, että rakennusurakkaan sisältyy louhintaa, tulee luvussa 4.5 määritellyt kiinteistöt selvittää.



Kuva 8. Ennen urakointia tutkittavat rakennukset.

Liitteessä 8 on esitetty asukaskyselyyn vastanneiden kiinteistöjen rakennusten alapuolinen pohjamaa. Kyseistä karttaa tulee hyödyntää jatkosuunnitteluvaiheessa, jossa suoritetaan tarkempi rakennusten olosuhdetarkastelu.

5 SUUNNITTELU JA SUUNNITELMAT

5.1 Koordinaattijärjestelmä ja suunnittelualueen korkeustiedot

Suunnittelussa hyödynnetyt maastotiedot oli toteutettu Liedon kunnan käyttämien järjestelmien mukaisesti. Maanpinnan korkeuskoordinaatit oli mitattu N43-korkeusjärjestelmään, ja kartastokoordinaattijärjestelmänä käytössä oli KKJ1.

Suunnittelualueella maanpinnan korkeus vaihtelee välillä +19.39 ... +34.63, ol-
len korkeimmillaan Vekarakujan päässä, josta alue laskee tasaisesti kohti pur-
kuojaa ja alueen matalinta kohtaa purkuojan lopussa. Mitattua avokalliota oli
ainoastaan Vekarakujan keskivaiheilla, ja sen korkeusasema oli noin +30.

Alueen talot on perustettu aikoinaan matalasti ja ympäröivän maaperän tasoon. Rakentamista edeltäneiden vuosien saatossa talot ovat painuneet saviseen pohjamaahan, jolloin osa niistä sijaitsee selkeästi montussa ja alueen katurakenteita alempana. Kuvassa 9 on esitetty Yrjönniityntien korkeusasema alueella sijaitsevaan taloon nähden.



Kuva 9. Yrjönniityntien korkeusasema suhteessa alueen taloihin.

5.2 Maaperätiedot

Kuivakuorisavi sekä rakentamista hankaloittava lihava savi ovat tämän seudun vallitsevat pintasedimentit. Tarkemmat tiedot maakerrosten kerrosrajoista tulee selvittää jatkosuunnittelun yhteydessä suoritettavissa pohjatutkimuksissa.

Rakentamiseen vaikuttavia kuivakuorisaven ja lihavan saven ominaisuuksia:

- Kuivakuorisavessa veden on mahdollista virrata ja sen kerrosrakenteissa sitä myös tapahtuu. Lihavassa savessa vedet eivät liiku eikä näin ollen virtauksia esiinny.
- Mitä suurempi lihavan saven vesipitoisuus on, sitä suurempi on myös sen kutistumisherkyys.
- Syvissä kaivannoissa voi tapahtua savikon plastista siirtymää, jolloin kaivannon reuna saattaa pullistua vaarattomasti ulospäin lähellä kaivannon pohjaa. Muutos on pysyvä, ja sen seurauksena on kaivannon kaventu-
minen.
- Mikäli kuivakuorisavi-kerros on ohut ja sen alla on vesipitoinen lihava savi-kerros, niin kuivakuorisaven kaivaminen ulottaa tärinät ja muut työskentelyn vaikutukset vähintään viiden metrin päähän kaivannosta.
- Yhden metrin kaivussyvyys kuivakuorisaven alla olevaan lihavaan saveen voi aiheuttaa jopa 20-30 cm:n painumia uusiin rakennettaviin kerroksiin, kun savi alkaa kuivua kanaalin ympäriltä.

(J. Suominen, henkilökohtainen tiedonanto 4.3.2013.)

5.3 Mitoitus

Tässä työssä mitoitettiin Yrjönnyntielle hulevesirunkoviemäri ja Nuolenkujalle katuviemäri korvaamaan nykyiset avo-ojat. Lisäksi tarkasteltiin Nuolemontien alittavan maantietierummun kapasiteetin riittävyys johdettaville vesimassoille sekä tarkasteltiin suunnittelualueen purkupisteestä purkuvesistöön johtavan laskuojan riittävää vesitilaa ojaan laskevien purkuputkien kohdissa. Vielä lopuk-

si tarkasteltiin maanpäällisen viivytystilän sijoittamista avo-ojan yhteyteen Nuolenkujan ja Piilenkujan väliin.

Tässä opinnäytetyössä mitoitusvirtaaman laskeminen suoritettiin käsin laske-
malla. Mitoittaminen tehtiin kahdella eri menetelmällä, joissa muuttujana käytet-
tiin sadetapahtuman ajallista kestoa. Suoritetuissa mitoituslaskuissa mitoitus-
teen kestojen määritykseen käytettiin karkeaa, valuma-alueen pinta-alan mu-
kaan määräytyvää kestoajaa sekä tarkempaa, mallintamisessa käytettävää
virtausreititarkastelua. Virtausreititarkastelut toteutettiin Suomen kuntaliiton
julkaiseman hulevesioppaan ohjeistuksen mukaisesti. Ohjeistus on esitetty op-
paan sivuilla 213, 214 ja 215.

Liedon kunnalta saadun ohjeistuksen mukaisesti mitoituksessa käytettiin mitoi-
tustoistuvuutena kerran viidessä vuodessa toistuvaa rankkasadetta. Lisäksi sa-
teen keskimääräiselle intensiteetille käytettiin taulukkoarvoja, joissa on otettu
huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitavat vaikutukset. Mitoituksessa ei huomi-
oitu EU:n tulvadirektiiviä, koska suunnitelluilla toimenpiteillä ei katsottu olevan
vaikutuksia, jotka muuttaisivat alueen tulvimisriskin merkittäväksi.

5.3.1 Valuma-alueiden koko ja valumakerroin

Mitoituksen lähtökohtana rajattiin suurpiirteisesti ilmakuvaan sekä karttojen pe-
rusteella noin 56,3 hehtaarin valuma-alue, jolla syntyvät hulevedet kulkeutuvat
suunnittelualueella sijaitsevaan purkuojaan. Valuma-alue jaettiin alueen purku-
pisteeltä käsin tarkasteltuna vielä erikseen suunnittelualueen oikealla puolella
sijaitsevaan A-alueeseen, suunnittelualueen käsittävään B-alueeseen keskellä
sekä suunnittelualuetta vasemmalla reunustavaan C-alueeseen. Valuma-alue ja
sille suoritettavat ositukset on esitetty liitteessä 3.

Valuma-alue A:n pinta-ala oli noin 31,7 hehtaaria, ja se oli selkeästi suurin yksit-
täisistä alueista. Alueelle on ominaista vehreät pientaloalueet sekä niitä reunus-
tavat metsät ja pellot.

Pintojen jakautuminen A-alueella on esitetty sivun 51 taulukossa 1.

Taulukko 1. Pintojen jakautuminen A-alueella.

Pintamateriaali	Pinta-ala [ha]	Valumakerroin	%-osuus
Asfaltti	1,6	0,8	5,0
Soratie	1,3	0,35	4,1
Katto	3,5	0,8	11,0
Nurmikko	12,2	0,3	38,5
Metsä	8,7	0,15	27,4
Pelto	4,4	0,2	13,9
Yhteensä	31,7		100

Alueen A keskimääräinen valumakerroin ψ on 0,33.

Valuma-alue B:n pinta-ala oli noin 21,3 hehtaaria. Alue on ominaispiirteiltään vihreää pientaloaluetta, jota reunustaa pienet metsiköt. Pintojen jakautuminen B-alueella on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Pintojen jakautuminen B-alueella.

Pintamateriaali	Pinta-ala [ha]	Valumakerroin	%-osuus
Asfaltti	1	0,8	4,7
Soratie	0,85	0,35	4,0
Katto	2,4	0,8	11,3
Nurmikko	9,4	0,3	44,1
Metsä	7,65	0,15	35,9
Yhteensä	21,3		100

Alueen B keskimääräinen valumakerroin ψ on 0,33.

Valuma-alue C on pinta-alaltaan selkeästi kahta muuta aluetta pienempi, ja se on ainoastaan noin 3,3 hehtaarin suuruisen. Alue on lähes kokonaan jyrkkää ja kallioista maaperää, jossa kuitenkin on runsaasti puita. Pintojen jakautuminen C-alueella on esitetty sivun 52 taulukossa 3.

Taulukko 3. Pintojen jakautuminen C-alueella.

Pintamateriaali	Pinta-ala [ha]	Valumakerroin	%-osuus
Asfaltti	0	0,8	0,0
Soratie	0	0,35	0,0
Katto	0,15	0,8	4,5
Nurmikko	0,55	0,3	16,7
Metsä	1,3	0,2	39,4
Kallioinen maasto	1,3	0,5	39,4
Yhteensä	3,3		100

Alueen C keskimääräinen valumakerroin ψ on 0,28.

5.3.2 Valuma-alue A

Valuma-alueelta A tarkasteltiin sieltä johdettavien hulevesien kokonaisvirtaamaa, joka tässä työssä vaikutti oleellisesti Nuolemontien alittavan nykyisen 1000 mm maantierummun kapasiteetin määrittämiseen sekä rummun jälkeisen purku-uoman mitoitukseen. A-alueelta on johdettu vesiä halkaisijaltaan 800 mm:n hulevesiviemärissä alueen purkupisteeseen.

Valuma-alueen pinta-alan perusteella johdettu mitoitusasteen kesto aika oli 60 minuuttia. Mitoitusvirtaama Q voitiin siis ratkaista kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

$$Q = 64 \text{ l/s/ha} * 0,33 * 31,7 \text{ ha}$$

$$Q = 664 \text{ l/s.}$$

Toisena vaihtoehtona mitoitusasteen kestoajan määrittämiseen, jolla selvitettiin sateen teoreettinen intensiteetti, käytettiin virtausreititarkastelua. Tarkasteluun valittiin alueen suuren pinta-alan johdosta neljä eri reittiä. Kaikki reitit sijaitsivat vedenjakajilla valuma-alueen kaukaisimmissa pisteissä. Tarkasteluun valitut reitit olivat monimuotoisia ja poikkesivat pinnoiltaan toisistaan. Taulukossa 4 on

esitetty huleveden syntyapaikan etäisyydet purkupisteestä sekä pinnat joista reitti koostuu.

Taulukko 4. Virtausreitit A-alueella.

Nuolemontie purkupiste	Pisin matka [m]			
	Pieni putki	Suuri putki	Oja	Maa
Virtausreitti A	0	669	265	0
Virtausreitti B	105	371	409	0
Virtausreitti C	202	660	103	79
Virtausreitti D	365	660	103	74

Kullakin taulukossa esitetyllä pinnalla on oma ohjeellinen virtausnopeutensa, joka kertoo veden teoreettisen etenemisnopeuden kyseisellä pinnalla matkan ja ajan suhteen. Halkaisijaltaan pienissä putkissa ($d \leq 400$ mm) ohjeellinen virtausnopeus on 1,5 m/s, halkaisijaltaan suurissa putkissa ($d \geq 400$ mm) 1,0 m/s, ojassa 0,5 m/s ja maanpinnalla 0,1 m/s. (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

Toisistaan poikkeavien reittivaihtoehtojen virtausajat, eli veden viipymä sadantapiteen ja purkupisteen välillä, on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Virtausajat A-alueella.

Nuolemontie purkupiste	Pisin virtausaika [min]				Sateen kesto [min]
	Viemäri [min]	Oja [min]	Maa [min]	Yhteensä [min]	
Virtausreitti A	11	9	0	20	15
Virtausreitti B	7	14	0	21	15
Virtausreitti C	13	3	13	30	30
Virtausreitti D	15	3	12	31	30

Taulukossa 5 esitetty veden viipymisaika viemäroidyllä osuudella käsittää sekä pienessä putkessa että suuressa putkessa kuluneen yhteenlasketun ajan. Tau-

lukossa 5 on lisäksi reittikohtaiset eri osuudet laskettu yhteen. Yhteenlasketun kokonaisviipymän perusteella on saatu selville mitoitussateen kesto, joka on kokonaisaika pyöristettynä lähimpään virallisissa mitoitustaulukoissa esitettyyn sadetapahtuman keston.

Kun oli selvitetty kerran viidessä vuodessa toistuvan mitoitussateen kestoajat eri reiteille, voitiin laskea mitoitusvirtaama Q jokaiselle virtausreitille, kuten edellä tehtiin määrittäessä mitoitussade valuma-alueen koon perusteella. Taulukossa 6 on esitetty keskivirtaamat reiteittäin.

Taulukko 6. Virtausreittien mitoitusvirtaamat A-alueella.

Nuolemontie purkupiste	Pinta-ala (ha)	Valumakerroin	Sateen rankkuus l/s/ha	Virtaama l/s
Virtausreitti A	31,7	0,33	146	1515
Virtausreitti B	31,7	0,33	146	1515
Virtausreitti C	31,7	0,33	100	1038
Virtausreitti D	31,7	0,33	100	1038

Tässä työssä valuma-alue A:lle ei mitoitettu uusia hulevesiputkia tai -kaivoja, vaan ainoastaan haluttiin selvittää alueelta tuleva mitoitusvirtaama, joten sitä ei ollut tarpeen tarkastella kokonaisuutta pienemmissä osakohteissa. Tästä syystä eri virtausreiteiltä saaduista virtaamista laskettiin keskiarvo, joka oli 1277 l/s. Keskiarvoa voitiin pitää riittävän suuruusluokan tietona alueelta tulevasta virtaamasta.

A-alueen mitoitusvirtaaman arvoksi valittiin virtausreititarkastelun tuloksena saatu 1277 l/s. Mitoituksessa käytettävän virtaaman valinta tehtiin suunnitteluun liittyvien riskien arvioinnin sekä Liedon kunnan antaman ohjeistuksen perusteella.

5.3.3 Yrjönniityntien hulevesirunkoviemäri

Valuma-alueelta B tarkasteltiin sieltä johdettavien hulevesien kokonaisvirtaamaa, joka tässä työssä vaikutti oleellisesti Yrjönniityntien hulevesirunkoviemäriin jatko-osan mitoitukseen. Lisäksi alueelta tulevan kokonaisvirtaaman tarkastelua tarvittiin Nuolemontien alittavaan nykyiseen, halkaisijaltaan 1000 mm maantierummun kapasiteetin määrittämiseen. B-alueelta on johdettu hulevesiä tähän asti Yrjönniityntien suuntaisesti kulkevassa ja Halssinkujan risteykseen ulottuvassa 315 mm hulevesiviemärissä, josta vedet ovat jatkaneet avo-ojassa alueen purkusteeseen.

Valuma-alueen pinta-alan perusteella johdettu mitoitusasteen kestoaika oli 60 minuuttia. Avo-ojan tilalle suunnitellun hulevesiviemäröinnin mitoituksessa tarvittava mitoitusvirtaama Q voitiin siis ratkaista kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209)

$$Q = 64 \text{ l/s/ha} * 0,33 * 21,3 \text{ ha}$$

$$Q = 447 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Tuloksena saatu mitoitusvirtaama oli sen suuruinen, että voitiin arvioida kysymykseen tulevan suuri putkikoko ja siitä seuraavat ohjeelliset virtausnopeudet sekä vähimmäiskaltevuudet. Hulevesiviemäriputken halkaisijaksi tuli Colebrookin virtausnomogrammista 600 mm, mikäli kaltevuus katsottaisiin määrääväksi ja 800 mm, mikäli noudatettaisiin ohjeellista virtausnopeutta.

Toisena vaihtoehtona mitoitusasteen kestoajan määrittämiseen käytettiin virtausreititarkastelua, kuten A-alueellakin. B-alueella tarkasteltiin kuitenkin vain yhtä virtausreittiä, jonka katsottiin antavan kattavan ja realistisen tuloksen mitoitusvirtaaman arvoksi. Reitti koostui rakennetusta Yrjönniityntien suuntaisesti kulkevasta hulevesirunkoviemäristä sekä maanpintaa pitkin kulkevasta osuudesta valuma-alueen etäisimpään reunaan. Virtausreititarkastelun avulla mitoitettiin ensin Yrjönniityntielle rakennettava runkoviemäri linja kaivoväli kerrallaan, ja linjan viimeiseltä kaivolta laskettua mitoitusvirtaamaa käytettiin jatkossa Nu-

lemontien rummun mitoittamiseen. Taulukossa 7 on esitetty virtausreitien pituus, joka kertoo etäisyyden valuma-alueen rajalta kuhunkin suunniteltuun kaivoon sekä, pinnat joista reitti koostuu.

Taulukko 7. Virtausreitti B-alueella.

	Pisin matka [m]			
	Rakennettu viemäri	Uusi viemäri	Oja	Maa
Kaivo 120	544	35,5	0	154
Kaivo 114	544	93	0	154
Kaivo 112	544	102	0	154
Kaivo 109	544	149	0	154
Kaivo 106	544	198,5	0	154
Kaivo 105	544	209,5	0	154
Kaivo 102	544	215	0	154
Kaivo 103	544	242,5	0	154

Taulukossa 8 on esitetty virtausaikoja, jotka kertovat huleveden viipymän virtausreitillä sadantapisteen ja kunkin suunnitellun kaivon välillä.

Taulukko 8. Virtausajat B-alueella.

	Pisin virtausaika [min]				Sateen kesto [min]
	Viemäri [min]	Oja [min]	Maa [min]	Yhteensä	
Kaivo 120	7	0	26	32	30
Kaivo 114	8	0	26	33	30
Kaivo 112	8	0	26	33	30
Kaivo 109	9	0	26	34	30
Kaivo 106	9	0	26	35	30
Kaivo 105	10	0	26	35	30
Kaivo 102	10	0	26	35	30
Kaivo 103	10	0	26	36	30

Taulukkoa 8 voitiin tulkita samalla periaatteella kuin valuma-alue A:n virtausreititarkasteluakin. Sadetapahtuman kestoksi määräytyi jokaiselle reitin osuudelle

30 min. Mitoitusvirtaama Q:n laskemiseksi selvitettiin sateen teoreettinen intensiteetti sekä valuma-alueen koko. Intensiteetti voitiin selvittää sadetapahtuman keston ja toistuvuuden avulla, ja valuma-alueen koko laskettiin erikseen kullekin kokoojaviemärin osuudelle. Taulukossa 9 on esitetty kunkin osuuden mitoitusvirtaama Q.

Taulukko 9. Virtausreitin mitoitusvirtaamat kokoojaviemärin osuuksilla B-alueella.

Kaivo	Pinta-ala (ha)	Valumakerroin	Sateen rankkuus l/s/ha	Virtaama l/s
Kaivo 120	15,7	0,33	100	515
Kaivo 114	17,9	0,33	100	587
Kaivo 112	18,6	0,33	100	610
Kaivo 109	18,8	0,33	100	617
Kaivo 106	19,5	0,33	100	639
Kaivo 105	20,3	0,33	100	666
Kaivo 102	21,1	0,33	100	692
Kaivo 103	21,3	0,33	100	699

Koska virtaamat ovat suhteellisen suuria, tulee kyseeseen myös suuri putkikoko. Ohjeellisen virtausnopeuden ja vähimmäiskaltevuuden perusteella saadaan Colebrookin virtausnomogramista hulevesikaivon 11001 ja uuden kaivon 120 välille putkikooksi halkaisijaltaan 600 mm:n putki. Muille kaivoväleille tulisi asentaa halkaisijaltaan 800 mm putki.

Liedon kunnan ohjeistuksen mukaan kokoojaviemärin putkiksi tulisi suunnitella mahdollisimman pieni, mutta silti toimiva putkikoko. Tästä syystä oli perusteltua käyttää valuma-alueen pinta-alan kautta johdettua virtaaman arvoa virtausreititarkastelusta saatujen mitoitusvirtaamien sijaan. Vähimmäiskaltevuuden ja 447 l/s virtaaman perusteella voitiin viemärin putkikooksi valita 600 mm putki. Koska 600 mm:n muoviviemäriä ei valmisteta, valittiin putkikooksi 670 mm muoviviemäri.

Liedon kunnassa käytetään hulevesikaivojen ja hulevesitarkastuskaivojen välisinä viiksijohtoina halkaisijaltaan 200 mm muoviviemäreitä.

Kuitenkin Nuolemontien maantierummun mitoitukseen valittiin virtausreititarkastelulla laskettu virtaama, jolla haluttiin varmistua riittävästä rummun toimintavarmuudesta. Valuma-alue B:n 699 l/s virtaamaa käytetään siis yhdessä valuma-alue C:ltä laskettavan mitoitusvirtaaman kanssa Nuolemontien alittavan maantierummun kapasiteetin mitoitukseen.

5.3.4 Valuma-alue C

Valuma-alueelta C tarkasteltiin sieltä johdettavien hulevesien kokonaisvirtaamaa, joka tässä työssä vaikutti Nuolemontien alittavan 1000 mm:n maantierummun kapasiteetin määrittämiseen sekä maanpäällisen viivytystilan mitoitukseen. Valuma-alueelta C kerääntyvät hulevedet ovat tähän asti valuneet pintavaluntana B-alueen ja C-alueen välissä kulkevaan avo-ojaan. Avo-ojaa pitkin vedet on johdettu Yrjönnyöntien risteykseen, josta C- ja B-alueiden vedet on johdettu alueen purkupisteeseen yhteisessä avouomassa.

Valuma-alueen pinta-alan perusteella johdettu mitoitusasteen kestoaika oli 10 minuuttia. Mitoitusvirtaama Q voitiin siis ratkaista kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

$$Q = 180 \text{ l/s/ha} * 0,28 * 3,3 \text{ ha}$$

$$Q = 166 \text{ l/s.}$$

Avo-ojaan, johon C-alueen vedet ovat valuneet, on suunniteltu rakennettavaksi hulevesien viivytystila.

Toisena vaihtoehtona mitoitusasteen kestoajan määrittämiseen käytettiin virtausreititarkastelua, kuten muillakin valuma-alueilla. C-alueella tarkasteltiin kahden eri virtausreittiä, joista kumpikin alkoi valuma-alueen etäisimmästä reunasta ja päättyi Yrjönnyöntien risteyksen ojarummulle. Virtausreitti A koostui kokonaisuudessaan valuma-alueita B ja C rajaavan taustaojan osuudesta, kun taas virtausreitti B koostui taustaojan lisäksi maanpintaosuudesta. Virtausreitti B:n

maanpintaosuus käsitti etäisyyden valuma-alueen rajalta avo-ojaan. Taulukossa 10 on esitetty virtausreittien pituudet.

Taulukko 10. Virtausreitit C-alueella.

Yrjönniityntien rumpu	Pisin matka [m]	
	Oja	Maa
Virtausreitti A	546	0
Virtausreitti B	411	102

Taulukossa 11 on esitetty virtausaikoja, jotka kertovat huleveden viipymän eri virtausreiteillä.

Taulukko 11. Virtausajat C-alueella.

Yrjönniityntien rumpu	Pisin virtausaika [min]			Sateen kesto [min]
	Oja [min]	Maa [min]	Yhteensä [min]	
Virtausreitti A	18	0	18	15
Virtausreitti B	14	17	31	30

Taulukosta 11 saatiin mitoitusasteen kestoksi virtausreitistä riippuen 15 tai 30 minuuttia. Tuloksen perusteella virtausreiteille valittiin toisistaan poikkeavat mitoitusasteen rankkuudet, joiden pohjalta voitiin laskea mitoitusvirtaama Q kummallekin virtausreitille. Taulukossa 12 on esitetty keskivirtaamat kummallekin reitille.

Taulukko 12. Virtausreittien mitoitusvirtaamat C-alueella.

Nuolemontie purkupiste	Pinta-ala (ha)	Valumakerroin	Sateen rankkuus l/s/ha	Virtaama l/s
Virtausreitti A	3,3	0,28	146	136
Virtausreitti B	3,3	0,28	100	93

C-alueen mitoitusvirtaaman arvoksi valittiin virtausreititarkastelulla saatu pienempi tulos eli 93 l/s. Mitoituksessa käytettävän virtaaman valinta tehtiin Liedon kunnan antaman ohjeistuksen perusteella.

5.3.5 Nuolenkujan hulevesiviemäri

Nuolenkujalle suunnitellulla hulevesiviemärillä tavoiteltiin hulevesien määrällistä vähentämistä taustaojan loppuosuudella, eli Nuolenkujan ja Nuolemontien välissä sijaitsevien kiinteistöjen alueilla. Hulevedet ovat aiheuttaneet kiinteistöjen alueilla veden tulvimista pihoihin rankkasateilla sekä keväisin lumen sulamisen aikoihin. Taustaojan sulamisvesistä johtuvaa tulvimista on havainnollistettu kuvassa 10. Lisäksi rakennettavalla hulevesiviemärillä pyrittiin parantamaan Nuolenkujan kiinteistöjen kuivatusolosuhteita sekä liittämään kiinteistöt erillisviemäröinnin piiriin.



Kuva 10. Taustaoja Nuolenkujan ja Nuolemontien välissä.

Kaivoväli 205-204

Mitoitusvirtaamana käytettiin valuma-alueelta C laskettua 93 l/s. Colebrookin virtausnomogrammista saatiin virtausnopeuden 1,5 m/s perusteella sopivaksi putkikooksi 300 mm. Putkikaltevuudella 0,5 % saatiin samaisella nomogrammilla kaivovälille putkikooksi halkaisijaltaan 400 mm putki. Kuitenkin Liedon kunnan ohjeistuksesta johtuen päädyttiin halkaisijaltaan 300 mm:n putkeen. Pienempi putkikoko päätettiin valita viivytystilan rakentamisen johdosta. Kuitenkin 300 mm:n putkikoko on riittävä johtamaan rakenteen varastoimat vedet.

Koska 300 mm muoviviemäriä ei valmisteta, valittiin putkikooksi 315 mm:n muoviviemäri.

Kaivoväli 204-202

Mitoitusvirtaamana käytettiin valuma-alueelta C laskettua 93 l/s. Kiinteistöjen liitoksia viemäriin ei huomioitu, koska Nuolenkujan päässä rinteessä sijaitsevat kiinteistöt on laskettu osaksi valuma-alue C:tä. Putkikooksi valikoitui niin ikään 315 mm:n muoviviemäri.

Kaivoväli 203-202

Liedon kunnassa käytetään hulevesikaivojen ja hulevesitarkastuskaivojen välisinä viiksijohtoina halkaisijaltaan 200 mm muoviviemäreitä.

Kaivoväli 202-201

Mitoitusvirtaamana käytettiin valuma-alueelta C laskettua 93 l/s, johon lisättiin neljän kiinteistön alueilta tulevat hulevedet. Kiinteistöt olivat keskimäärin 1 600 m², ja koska ne sijaitsivat valuma-alueella B, voitiin keskimääräisenä valuma-kertoimena käyttää 0,33. Valuma-alueen pinta-alan perusteella johdettu mitoitussateen kesto-aika oli 5 minuuttia. Kiinteistöiltä tuleva mitoitusvirtaama voitiin siis ratkaista kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

$$Q = 260 \text{ l/s/ha} * 0,33 * 0,64 \text{ ha}$$

$$Q = 55 \text{ l/s.}$$

Mitoitusvirtaama Q_{kok} oli siis osavirtaamien 93 l/s ja 55 l/s summa eli 148 l/s. Colebrookin virtausnomogrammista saatiin virtausnopeuden 1,5 m/s sekä niin ikään 0,5 %:n putkikaltevuuden perusteella sopivaksi putkikooksi 400 mm. Liedon kunnan ohjeistuksen perusteella sekä teoreettiseen mitoitukseen liittyvien epävarmuustekijöiden perusteella kuitenkin katsottiin halkaisijaltaan 315 mm:n putken olevan riittävä.

Kaivoväli 201-110

Mitoitusvirtaamana käytettiin kaivoväiltä 202-201 laskettua 148 l/s, johon tuli lisätä yhden, noin 1600 m², kiinteistön alueelta tulevat hulevedet. Kiinteistöltä tuleva mitoitusvirtaama voitiin ratkaista kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

$$Q = 260 \text{ l/s/ha} * 0,33 * 0,16 \text{ ha}$$

$$Q = 14 \text{ l/s.}$$

Mitoitusvirtaama Q_{kok} oli siis osavirtaamien summa eli 162 l/s. Colebrookin virtausnomogrammista saatiin virtausnopeuden 1,5 m/s sekä niin ikään 0,5 % putkikaltevuuden perusteella sopivaksi putkikooksi 400 mm. Liedon kunnan ohjeistuksen perusteella kuitenkin katsottiin halkaisijaltaan 315 mm muoviviemärin olevan riittävä.

5.3.6 Maanpäällinen viivytystila

Taustaojaan Nuolenkujan ja Piilenkujan välille suunniteltiin maanpäällinen viivytystila, jonka tarkka sijainti on esitetty liitteessä 4. Viivytystilan suunnittelulla pyrittiin vähentämään sadevesien tulvimisesta sekä lumien sulamisesta aiheutuvia haittoja Nuolenkujan ja Nuolemontien välissä sijaitsevilla kiinteistöillä. Lisäksi viivytystilan suunnittelulla voitiin tasata Nuolenkujalle rakennettavan hulevesiviemärin virtaamia.

Viivytystila suunniteltiin tehtäväksi karkeasta kiviaineksesta, jonka raekoko tulisi olemaan 64-200 mm. Jotta voitiin selvittää menetelmän vaatima tilantarve sekä kiviaineksesta rakennettavan varastoivan kerroksen paksuus, tuli ensiksi laskea

mitoitusvesimäärä. Laskenta voitiin suorittaa, kun tiedettiin valuma-alue C:n valumiskerroin, pinta-ala, sateen rankkuus sekä sateen kesto. Menetelmältä vaadittava vesien varastointitilavuus kuutiometreinä voitiin ratkaista kaavalla (Suunnittelukeskus Oy 2007, 3.)

$$V_{mit} = \frac{0,28 \times 3,3 \text{ ha} \times 100 \text{ l/s/ha} \times 1800 \text{ s}}{1000}$$

$$V_{mit} = 166 \text{ m}^3$$

Koska suunnittelukohteessa oli maanpäällistä tilaa käytössä rajallisesti, tuli viivytystilavuutta kasvattaa ensisijaisesti lisäämällä varastoivan kerroksen paksuutta kuin että tilavuutta olisi kasvatettu pinta-alaa lisäämällä. Pinta-alaa oli leveyden osalta käytettävissä noin 4 metriä ja pituuden osalta noin 70 metriä eli yhteensä 280 m². Laskennassa kiviaineksen arvioituna huokostilavuutena käytettiin 0,30. Kun tiedettiin mitoitusvesimäärä kuutiometreinä, menetelmälle varattu pinta-ala neliömetreinä sekä kiviaineksen arvioitu huokostilavuus voitiin laskea vettä varastoivan kerroksen paksuus metreinä kaavalla (Suomen kunta-liitto 2012, 155.)

$$h = \frac{\left(\frac{166 \text{ m}^3}{0,3}\right)}{280 \text{ m}^2}$$

$$h = 1,98 \text{ m}$$

Maanpäällisen viivytystilan pinta-ala tulisi olemaan siis 280 m² ja se tulisi tehdä 32–64 mm kiviaineksesta, jonka kerrospaksuus tulee olla kauttaaltaan 1,98 metriä.

5.3.7 Nuolemontien alittavan maantierummun mitoitus

Nuolemontien ojarumpua voitiin tarkastella koko valuma-alueelta tulevien osavirtaamien summan perusteella. A- alueelta tuleva virtaama oli 1277 l/s, B- alu-

eelta tuleva virtaama 699 l/s ja C- alueelta 93 l/s. Alueen purkupisteeseen tuleva kokonaisvirtaama Q oli siis yhteensä

$$Q = 1277 \text{ l/s} + 699 \text{ l/s} + 93 \text{ l/s}$$

$$Q = 2069 \text{ l/s}$$

Ohjeellisen virtausnopeuden perusteella tehdyn virtausnomogrammin tulkinnan mukaan rummun tulisi olla halkaisijaltaan 1600 mm. Vähimmäiskaltevuuden kannalta virtausnomogrammia tulkittuna, nykyinen 1000 mm rumpukoko voitiin todeta riittäväksi.

Nuolemontien maantierumpua ei tarvitse suurentaa nykyisestään.

5.3.8 Purkuojan mitoitus

Nuolemontien maantierummulta alueen hulevedet ovat jatkaneet virtaamistaan kohti purkuvesistöä avo-ojassa. Purkuojassa on kohtia, joissa kasvaa pajukkoa sekä kohtia, joissa uoman luiskat ovat sortuneet. Mitoituksen helpottamiseksi avo-ojan poikkileikkauksen profiilina käytettiin V-kirjaimen muotoa. Purkuojan nykytilanne on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Purkuojan alajuoksu lähellä valtatieä 10.

Tässä työssä tuli tarkastella purkuojan nykyisten ominaisuuksien riittävyttä valuma-alueelta tulevalle mitoitusvirtaamalle sekä selvittää parannustoimenpiteistä seuraava virtausnopeuden muutos. Mitoituksessa sovellettiin Liikenneviraston ohjetta 5/2013, teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu, lukua 4.2 avouoman mitoitus.

Mitoitustarkasteluun päätettiin valita pisteet uoman alussa sekä sen lopussa ennen purkuvesistöön johtavaa valtatie alittavaa rumpua sekä ojaan laskevien purkuputkien kohdat. Liitteessä 5 on esitetty purku-ojan mitoitustarkasteluun valitut pisteet. Ojan alku- ja loppupään tarkastelupisteet sijaitsivat noin metrin etäisyydellä maantierummuista. Ojaan laskevia tonttisaloja oli kaikkiaan seitsemän kappaletta, joiden lisäksi ojaan laskee lyhyt osuus hulevesiviemäriä. Hulevesiviemärin putken halkaisija oli 250 mm ja sillä oli järjestetty noin 0,7 hehtaarin suuruisen alueen kuivatus. Alueelta laskettiin ojaan laskevaksi mitoitusvirtaamaksi 60 l/s, kaavalla (Suomen kuntaliitto 2012, 209.)

$$Q = i * u * F$$

Jossa sateen intensiteetti (i) oli 260 l/s*ha, valumakertoimena (u) käytettiin 0,33, alueen ollessa samankaltainen valuma-alue A:n kanssa ja valuma-alueen pinta-ala (F) 0,7 hehtaaria. Hulevesiviemärin tuottama virtaama huomioitiin purkuojan mitoituksessa viemärin jälkeisillä osuuksilla.

Purkuojassa on paaluvälillä 90-100 halkaisijaltaan 1000 mm rumpu ja paaluvälillä 210-220 1200 mm:n rumpu. Kyseisiä rumpuja ei valittu tarkastelupisteiksi, koska ne voitiin olettaa riittävän kokoisiksi purkuojassa virtaaville vesille ja niiden päissä voitiin katsoa rankkasateista johtuva hetkellinen veden pinnan nousu sallituksi.

Mitoitustilanteessa oli käytössä seuraavat tiedot avo-ojasta:

- Ojan pituus
- Ojan pohjan- sekä luiskien yläpäiden korkeudet
- Ojan pohjan leveys

- Luiskien laatu
- Ojaan tuleva mitoitusvirtaama
- Ojaan laskevien purkuputkien määrä sekä niiden purkautumistaso

Ensiksi selvitetiin sallittu vesisyvyys tarkastelupisteissä. Sallittu vesisyvyys h , saatiin purkuputkien korkeustason sekä ojan pohjan korkeuden erotuksena. Taulukossa 13 on esitetty purkuojan tarkastelupisteiden sallitut vesisyvyydet.

Taulukko 13. Sallittu vesisyvyys tarkastelupisteessä.

Tarkastelupiste	Purkuputken korkeus (m)	Ojanpohjan korkeus (m)	Vesisyvyys h (m)
PAALU 1	22,83	22,33	0,50
TONTTISALAOJA 1	22,84	22,13	0,71
TONTTISALAOJA 2	22,43	22,00	0,43
TONTTISALAOJA 3	23,29	22,03	1,26
TONTTISALAOJA 4	22,45	22,03	0,42
TONTTISALAOJA 5	21,97	21,56	0,41
HULEVESIVIEMÄRI	21,88	21,56	0,32
TONTTISALAOJA 6	22,06	21,41	0,65
TONTTISALAOJA 7	20,91	19,99	0,92
PAALU 486	19,97	19,47	0,50

Kun tiedettiin sallittu vesisyvyys h sekä ojan pohjan leveys B voitiin ratkaista veden poikkipinta-ala A neliömetreinä. Koska tarkkaa mittaustietoa ei ollut käytävissä ojan luiskakaltevuudesta, laskennan mahdollistamiseksi sekä sisäluiskien että ulkoluiskien arvioitiin olevan keskimäärin 1:1 kaltevuudessa.

Ojan pohjan leveydet, sallitut vesisyvyydet sekä niistä geometrian perusteella lasketut veden poikkipinta-alat mittauspisteittäin on esitetty sivun 67 taulukossa 14.

Taulukko 14. Veden poikkipinta-alat.

Tarkastelupiste	Vesisyvyys h (m)	Ojanpohjan leveys B (m)	A (m ²)
PAALU 1	0,50	0,8	0,65
TONTTISALAOJA 1	0,71	0,8	1,07
TONTTISALAOJA 2	0,43	1,0	0,61
TONTTISALAOJA 3	1,26	0,9	2,72
TONTTISALAOJA 4	0,42	0,95	0,58
TONTTISALAOJA 5	0,41	1,7	0,87
HULEVESIVIAMÄRI	0,32	1,7	0,65
TONTTISALAOJA 6	0,65	0,6	0,81
TONTTISALAOJA 7	0,92	2,4	3,05
PAALU 486	0,50	1,3	0,90

Märkäpiirin P laskemiseksi tuli selvittää purkuojan luiskien L_1 ja L_2 pituudet. Luiskien pituus voitiin ratkaista pythagoraan matemaattisen teoreeman avulla kun oli tiedossa vesisyvyys h sekä luiskakaltevuuden suhde. Taulukossa 15 on esitetty luiskien pituudet sekä märkäpiirin pituus tarkastelupisteittäin. Märkäpiiri P ratkaistiin kaavalla (Liikennevirasto 2013, 39.)

$$P = L_1 + B + L_2$$

Taulukko 15. Sisä- ja ulkoluiskien pituudet sekä märkäpiirin pituus.

Tarkastelupiste	$L_1 = L_2$ (m)	P (m)
PAALU 1	0,71	2,21
TONTTISALAOJA 1	1,00	2,81
TONTTISALAOJA 2	0,61	2,22
TONTTISALAOJA 3	1,78	4,46
TONTTISALAOJA 4	0,59	2,14
TONTTISALAOJA 5	0,58	2,86
HULEVESIVIAMÄRI	0,45	2,61
TONTTISALAOJA 6	0,92	2,44
TONTTISALAOJA 7	1,30	5,00
PAALU 486	0,71	2,71

Kun oli saatu selville veden poikkipinta-ala A sekä märkäpiirin P pituus tarkastelupisteissä, voitiin ratkaista hydraulinen säde R. Taulukossa 16 on esitetty hyd-

raulisen säteen pituus tarkastelupisteissä. Hydraulinen säde R ratkaistiin kaavalla (Liikennevirasto 2013, 39.)

$$R = \frac{A}{P}$$

Taulukko 16. Hydraulinen säde R.

Tarkastelupiste	R (m)
PAALU 1	0,29
TONTTISALAOJA 1	0,38
TONTTISALAOJA 2	0,28
TONTTISALAOJA 3	0,61
TONTTISALAOJA 4	0,27
TONTTISALAOJA 5	0,30
HULEVESIVIAMÄRI	0,25
TONTTISALAOJA 6	0,33
TONTTISALAOJA 7	0,61
PAALU 486	0,33

Kun tiedettiin purkuojan lähtökorkeus, ojan pohjan korkeudet purkuputkien kohdalla sekä purkuputkien sijainti mittauslinjalla, voitiin ratkaista uoman pituuskaltevuus J tarkastelupisteissä. Purkuojan 0- paalun korkeus oli +22.75. Taulukossa 17 on esitetty kunkin tarkastelupisteen paaluluku sekä uoman pohjan pituuskaltevuus J tarkastelupisteiden välillä.

Taulukko 17. Paaluluku ja pituuskaltevuus.

Tarkastelupiste	Paaluluku (m)	J (n*10 ²) %
PAALU 1	1	0,420
TONTTISALAOJA 1	8	0,029
TONTTISALAOJA 2	35	0,005
TONTTISALAOJA 3	44	x
TONTTISALAOJA 4	45	x
TONTTISALAOJA 5	108	0,007
HULEVESIVIAMÄRI	109	0,007
TONTTISALAOJA 6	141	0,005
TONTTISALAOJA 7	411	0,005
Paalu 486	486	0,007

Koska purkuoja oli laadultaan hoitamaton, luonnontilainen ja lähes kokonaan kasvillisuuden peitossa, käytettiin virtauslaskelmissa uoman seinämän hankauskerroimelle n arvoa 0,150. Taulukossa 18 on esitetty hankauskerroimen arvoja eri uoma laaduille. (Liikennevirasto 2013, 38.)

Taulukko 18. Hankauskerroimien arvoja.

UOMAN LAATU	HANKAUSKERROIN
sora ja hiekka	0,020...0,030
savi ja siltti	0,025...0,040
tasainen ruoholuiska	0,040...0,070
epätasainen ruoholuiska	0,070...0,120
luonnonuoma, paljon kasvillisuutta	0,080...0,150
asfalttipinta	0,013...0,016
betonikouru	0,013...0,018

Purkuojan ominaisuuksien riittävyttä sinne johdettaville mitoitusvirtaamille kyettiin tarkastelemaan, kun oli ensin selvitetty veden poikkipinta-ala A , hydraulinen säde R , pituuskaltevuus J sekä hankauskerroin n kussakin tarkastelupisteessä. Uoman osien tämänhetkinen mitoitusvirtaaman kapasiteetti voitiin ratkaista kaavalla (Liikennevirasto 2013, 37.)

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Tarkastelupisteiden tämänhetkiset kapasiteetit mitoitusvirtaaman osalta on esitetty sivulla 70 taulukossa 19.

Taulukko 19. Mitoitusvirtaamat tarkastelupisteissä.

Tarkastelupiste	Q (m ³ /s)
PAALU 1	1,240
TONTTISALAOJA 1	1,192
TONTTISALAOJA 2	0,227
TONTTISALAOJA 3	x
TONTTISALAOJA 4	x
TONTTISALAOJA 5	0,421
HULEVESIVIAMÄRI	0,273
TONTTISALAOJA 6	0,334
TONTTISALAOJA 7	1,993
PAALU 486	0,449

Taulukosta 19 voidaan havaita tonttisaloajat 3 ja 4 joiden purkuaukkojen kohdalla ojan viettävyys edellisestä tarkastelupisteestä on negatiivinen, eli kohta on teoriassa vedenjakaja. Tonttisaloajien 3 ja 4 kohdalla teoreettista kapasiteettia mitoitusvirtaaman johtamiseksi oli mahdoton määrittää.

Veden virtausnopeus nykyisellä mitoitusvirtaaman kapasiteetilla ja veden poikkipinta-alalla avo-ojan tarkastelupisteissä voitiin ratkaista kaavalla (Liikennevirasto 2013, 39.)

$$v = \frac{Q}{A}$$

Taulukossa 20 on esitetty nykyiset virtausnopeudet tarkastelupisteissä.

Taulukko 20. Virtausnopeudet tarkastelupisteissä.

Tarkastelupiste	Virtausnopeus v
PAALU 1	1,91
TONTTISALAOJA 1	1,11
TONTTISALAOJA 2	0,37
TONTTISALAOJA 3	x
TONTTISALAOJA 4	x
TONTTISALAOJA 5	0,49
HULEVESIVIAMÄRI	0,42
TONTTISALAOJA 6	0,41
TONTTISALAOJA 7	0,65
PAALU 486	0,50

Tonttialaojen 3 ja 4 kohdalla virtausnopeutta ei voitu määrittää negatiivisen virtaussuunnan johdosta.

Nykytilanteen mitoituksen jälkeen suunniteltiin purkuojalle tehtävät toimenpiteet, jotta sen kapasiteetti saataisiin riittäväksi valuma-alueelta tulevalle mitoitusvirtaamalle. Suunniteltiin siis uoman ominaisuudet sekä tarkastelupisteiden poikkileikkaukset sellaisiksi, että mitoitusvirtaama uomaan mahtuu, eikä vesi silti nouse salaojen- tai hulevesiviemärin purkautumistasojen yli. Purkuojaan purkavalle hulevesiviemärille asti mitoitusvirtaama oli 2,069 m³/s ja viemärin jälkeiselle osuudelle 2,129 m³/s.

Paalu 1

Tarkastelupisteen kohta tulee vaihtoehtoisesti perata, eli poistaa vesitilasta veden virtausta hidastava kasvillisuus tai kasvattamalla veden poikkipinta-alaa.

Perkauksen ansiosta hankauskerroin n pienenesi arvoon 0,08 eli vastaamaan luonnonuomaa ilman kasvillisuutta. Paalulla 1 mitoitusvirtaaman Q arvo olisi perkauksen jälkeen 2,326 m³/s. Perkauksen johdosta veden virtausnopeus kasvaa nopeuteen 3,58 m/s. Koska saatu virtausnopeus on avo-ojalle erittäin suuri ja lisäisi uomassa tapahtuvaa eroosiota sekä ravinteiden kulkeutumista luonnonvesistöön, kohtaa ei tulisi perata.

Kun veden poikkipinta-alaa kasvatettaisiin kaivamalla ojan pohja 1,5 metrin levyiseksi, saataisiin mitoitusvirtaaman Q arvoksi pohjan leventämisen jälkeen 2,118 m³/s. Toimenpiteen johdosta veden virtausnopeus olisi 2,12 m/s. Virtausnopeus olisi edelleen suuri, mutta kuitenkin reilusti pienempi kuin perkauksella saavutettava arvo. Toimenpiteeksi ehdotetaan ojan pohjan leventämistä nykyisestä 0,8 m:stä 1,5 metriin.

Tonttialaoja 1

Perkaamalla tarkastelupisteestä virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskerroin olisi 0,08 sekä kasvattamalla ojan pohjan leveys 1,6 metriin, saataisiin mitoitusvirtaaman arvoksi 2,049 m³/s. Saatua mitoitusvirtaaman arvoa voitiin pitää riittävänä. Leventämisen ja perkauksen seurauksena veden virtausnopeu-

deksi tulisi 1,25 m/s. Toimenpiteeksi ehdotetaan ojan perkausta sekä ojan pohjan leventämistä nykyisestä 0,8 m:stä 1,6 metriin.

Tonttialaoja 2

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 1,0 m:stä 2,0 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 32 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +22.00 tasoon +21.68. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteeseen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,098 m³/s. Leventäminen ja syventäminen kasvattaisivat veden poikkipinta-alan 2,06 m². Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 1,02 m/s.

Tonttialaoja 3

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 0,9 m:stä 1,0 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 37 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +22.03 tasoon +21.66. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteeseen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,111 m³/s. Syventäminen ja leventäminen kasvattaisivat veden poikkipinta-alan 4,29 m². Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,49 m/s.

Tonttialaoja 4

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 0,95 m:stä 1,55 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 48 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +22.03 tasoon +21.55. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteeseen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,080 m³/s. Syventäminen ja leventäminen kasvattaisivat veden poikkipinta-alan 2,21 m². Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,94 m/s.

Tonttialaoja 5

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 1,7 m:stä 2,2 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 48 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +21.56 tasoon +21.08. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,072 m³/s. Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,75 m/s.

Hulevesiviemäri

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 1,7 m:stä 2,2 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 56 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +21.56 tasoon +21.00. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,179 m³/s. Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,80 m/s.

Tonttialaoja 6

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 0,6 m:stä 1,5 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 56 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +21.41 tasoon +20.85. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,141 m³/s. Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,65 m/s.

Tonttialaoja 7

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,08. Ojan pohjan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 2,4 m:stä 2,7 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä tulisi kasvattaa 9 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +19.99 tasoon +19.90. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupisteen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,137 m³/s. Toimenpiteiden johdosta veden virtausnopeudeksi tulisi 0,57 m/s.

Paalu 486

Tarkastelupisteestä tulisi perata virtausta hidastavat kasvit sekä muotoilla savi-
nen ojan pohja siten, että hankauskertoimena voitaisiin käyttää 0,04. Ojan poh-
jan leveys tulisi muuttaa nykyisestä 1,3 m:stä 2,5 metriin. Lisäksi vesisyvyyttä
tulisi kasvattaa 9 cm, syventämällä ojaa nykyisestä tasosta +19.47 tasoon
+19.38. Syventämisen seurauksena nykyinen maantierummun pää tulisi jää-
mään 9 cm ojan pohjaa korkeammalle. Kyseisillä toimenpiteillä tarkastelupis-
teen mitoitusvirtaamaksi saataisiin 2,187 m³/s. Toimenpiteiden johdosta veden
virtausnopeudeksi tulisi 1,20 m/s.

5.4 Tilantarve ja linjaus

5.4.1 Yrjönnytyntie

Yrjönnytyntien hulevesiviemäriin linjauksessa huomioitiin nykyiset maan alla si-
jaitsevat jätevesiviemäri-, vesijohto-, sähkö- ja tiedonsiirtorakenteet, katuvalais-
tus sekä olemassa oleva avo-oja seuraavasti:

- Hulevesiviemäriin runkolinja suunniteltiin jätevesiviemäriin sekä vesijoh-
don yläpuolelle sekä sen verran sivuun kyseisistä linjoista, että jokaiseen
rakenteeseen päästään käsiksi esimerkiksi korjaustöiden yhteydessä.
- Hulevesiviemäriin tarkastuskaivot sijoitettiin siten, etteivät linjat kulje ristiin
olevien rakenteiden kanssa ja siten, että kansiin korkeus sijaitsee mah-
dollisesti rakennettavan kevyenliikenteen väylän tasolla.
- Viiksijohdoilla sekä hulevesikaivoilla ei katsottu olevan sijoittamisen kan-
nalta, vähäistä suurempaa, vaikutusta olevien rakenteiden saavuttami-
seen.
- Kaikki uuden hulevesilinjan osat sijoitettiin siten, ettei olevia rakenteita tai
laitteita jouduta siirtämään pysyvästi, vaan korkeintaan hulevesiverkos-
ton rakennustyön ajaksi.

- Kaikki rakennettavan hulevesiverkoston osat pyrittiin myös sijoittamaan riittävän etäälle, esisuunnitteluvaiheessa tiedossa olevista, sähkö- ja tiedonsiirtorakenteista sekä valaisinpylväistä.
- Suhteellisen syvää avo-ojaa pyrittiin hyödyntämään linjauksessa siten, että linjaus kulkisi mahdollisimman lähellä ojaa tai jopa ojan kohdalla, jolloin kaivutyötä olisi vähemmän.
- Jatkosuunnittelussa laadittavissa työsuunnitelmissa tulee huomioida ihmisten kulkeminen tonttikaduille.

Kuvassa 12 on esitetty rakennetusta kunnallistekniikasta johtuva, haastava linjauksen kohta Yrjönniityntien ja Piilenkujan risteyksessä.



Kuva 12. Yrjönniityntien ja Piilenkujan risteys.

Linjauksessa otettiin huomioon myös se, ettei ehjiä katurakenteita jouduta kaivamaan eikä putkijohtoja sijoiteta kiinteistöjen alueelle. Työnaikaisia kaivantoja suunniteltaessa tulee jatkossa miettiä, miten kiinteistöjen pensasaitojen ja istutusten kohdissa menetellään. Eli pyritäänkö aidat suojaamaan ja aiheutuneet vauriot korvaamaan vai tehdäänkö työnaikaiset kaivannot tuettuina. Kuvassa 13 on esitetty haasteellinen, tielinjan vaakageometrian taitepiste, jossa

hulevesiviemäri suunniteltiin sijoitettavaksi jäteveden tarkastuskaivon ja Yrjön-
niityntien ajoradan kapeaan väliin.



Kuva 13. Kapea tila lähellä rakennetun hulevesiviemärin purkuputkea.

Koska Yrjönniityntielle perustettava hulevesirunkoviemäri on halkaisijaltaan suhteellisen suuri ja perustamissyvyys sijaitsee suurimmalta osin lähellä siirtymäkii-
lasyvyyttä ja osin jopa syvemmällä on kaivannon työnaikainen leveys suuri. Li-
säksi halkaisijaltaan 1000 mm leveät huleveden tarkastuskaivot, 200 mm viiksi-
johdot sekä viiksijohtojen päihin rakennettavat 570 mm hulevesikaivot vaativat
runsaasti työnaikaista tilaa.

Kapeat kaivanto-osuudet voidaan toteuttaa luiskattuina, putkikaivannoista an-
netun ohjeistuksen mukaisesti. Osuudet, joissa työnaikainen kaivannon leveys
kasvaa suureksi, tulee suunnitella jatkossa tarkemmin ja todennäköisesti toteut-
taa tuettuina.

5.4.2 Nuolenkuja

Nuolenkujalla hulevesiviemärin linjauksessa huomioitiin lähtökohtaisesti samat tekijät kuin Yrjönnytiellä. Poikkeuksena mainittakoon seuraavat kohdat:

- Viiksijohtojen sekä hulevesikaivojen sijoittamisessa pyrittiin siihen, ettei työnaikainen asukkaiden kulku omille kiinteistöilleen esty sekä mahdollisimman vähäiseen, rakentamisesta johtuvaan, katurakenteen rikkomiseen.
- Hulevesikaivot pyrittiin sijoittamaan lisäksi siten, että jokaiselta kadun varrella sijaitsevalta kiinteistöltä, joissa nykyisin on sekaviemäröinti, voitaisiin liittää salaojat erillisviemäröintiin.

Nuolenkujalla työnaikaiset kaivannot tulee tehdä lähtökohtaisesti tuettuina. Koska kadulla oleva jätevesiviemäriverkosto on saneerauksen tarpeessa, suunnitellaan hule- ja jätevesiviemärit toteutettavaksi yhtäaikaisesti. Tällöin kaivannon leveys kasvaa suureksi. Kaivutyössä tulee kuitenkin ottaa huomioon kaivannossa oleva vesijohto ja siihen kuuluvat osat. Työnaikainen kaivannon leveys sekä tuentasuunnitelma tuleekin määritellä kohteen jatkosuunnitteluvaiheessa. Kuvassa 14 on esitetty Nuolenkujalla käytössä oleva katutila.



Kuva 14. Nuolenkujan katutila.

5.5 Painuminen

Mikäli jatkosuunnittelun yhteydessä alueella suoritettavista pohjatutkimuksista käy ilmi, että suunnitellut rakenteet sijoittuvat kuivakuorisavikerroksen sijaan huonosti kantavaan liHAVAN saven kerrokseen, tulee miettiä sopiva putkijohtojen ja kaivojen perustamistapa. Vaihtoehtoja voivat olla kaivannon stabiloiminen tai kiviainesarinan korvaavat, vaihtoehtoiset putkijohtojen perustamistapamenetelmät.

5.6 Suunnitelmiin liittyvät työt

Suunnittelualueella tulee suorittaa jatkosuunnitteluvaiheessa tarpeellisiksi todetut maaperätutkimukset koekairauksin sekä olosuhdetarkastelun mukaan valittujen rakennusten kuntokatselmukset ennen rakennustöiden aloitusta. Suunnitelmissa esitettyihin rakennustöihin kuuluvat alustavasti kaikki hulevesiviemäroinnin ja viivytystilan rakentamiseen kuuluvat työtehtävät sekä nykyisten avo-ojien parantamistoimenpiteet. Lisäksi alueella sijaitsee poistettavia, uusittavia ja siirrettäviä rakenteita. Hulevesiviemäroinnin rakentamisen yhteydessä uusitaan huonokuntoiset jätevesiviemärit ja -kaivot.

Vesihuollon rakentamiseen ja saneeraukseen kuuluvat työt

- Pintamaan poisto kaivualueelta.
- Tuetun tai vaihtoehtoisesti luiskatun putkikaivannon maankaivu, kuormaus ja kuljetukset maankaatopaikalle.
- Jätevesiviemärin ja -kaivojen purkutyöt.
- Mahdolliset työnaikaisen kaivannon tuennat.
- Rakenteiden erotus perusmaasta kuitukankaalla.
- Putkilinjan ja -kaivojen perustamiseen kuuluvan kiviainesarinan sekä asennusalustan tekeminen ja tiivistäminen.
- Vesihuollon johtojen ja muiden rakenteiden asentaminen suunnitelmien mukaisesti.
- Nykyisten avo-ojaan laskevien tonttisalaojien liitokset hulevesikaivoihin.

- Savisulkujen rakennustyöt putkilinjalle.
- Johtojen ja muiden rakenteiden ympärystätöt ja tiivistykset.
- Suunnitelma-asiakirjojen mukaisten lämpöeristeiden tekeminen.
- Kaivannon lopputäytön teko liikennealueilla hiekalla tai soralla ja liikennealueen ulkopuolella kaivumailla.
- Viimeistelytyöt nurmettamalla tai kiviverhouksin, jatkosuunnitelmien mukaisesti, ajoradan ulkopuolella.

Viivytystilan rakentamiseen kuuluvat työt

- Pintamaan poisto kaivualueelta.
- Työnaikaisten teräsponttien asennus.
- Tuetun kaivannon maankaivu, kuormaus ja kuljetukset maankaatopaikalle.
- Kiviaineksen erottaminen perusmaasta kuitukankaalla.
- Kiviaineksen ja perusmaan erottaminen geoverkolla tai vastaavalla rakenteella.
- Viivytystilan sisään jäävän jätevesikaivon siirto.
- Viivytystilan täyttö suunnitelmien mukaan.
- Viimeistelytyöt jatkosuunnittelussa valitun tavan mukaisesti.

Suunnitelmissa esitetyt avo-ojat tulee perata ja muotoilla suunnitelmien mukaan. Muut avo-ojille mahdollisesti tehtävät kunnostustoimet tulee miettiä jatkosuunnitteluvaiheessa. Purkuoja tulee kunnostaa tässä työssä esitettyjen suunnitelmien mukaan.

Poistettavat rummut kaivetaan ylös vesihuollon rakentamisen yhteydessä. Siirrettävä rumpu Yrjönnyöntien paalulla 20 tulee siirtää vasta mahdollisen kevyenliikenteen väylän rakentamisen yhteydessä.

6 RATKAISUT JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Hulevesiviemärointi

Yrjönnyntielle tulee rakentaa hulevesiviemäri nykyisen avo-ojan tilalle mahdollisen kevyen liikenteen väylän rakentamisen yhteydessä. Hulevesirunkoviemärien rakentaminen voidaan toteuttaa tässä opinnäytetyössä esitettyjen suunnitelmien mukaisesti. Rakentaminen tulee toteuttaa niin, että kaikki Yrjönnyntien varrella sijaitsevat tonttikadut on mahdollista liittää vaiheittain viemärointiin. Lisäksi nykyiseen avo-ojaan laskevat kiinteistöjen salaojat tulee ehdottomasti liittää hulevesiviemäriin. Ennen rakennusurakan aloitusta tulee selvittää nykyisen jätevesiviemärien kunto. Ainakin vuotavat jäteveden tarkastuskaivot tulisi uusita tai korjata hulevesiviemärien rakentamisen yhteydessä. Yrjönnyntien varressa sijaitsevilla taloilla, joissa todettiin olosuhdetarkasteluvaiheessa riskejä, tulee suorittaa täydentäviä pohjatutkimuksia ennen urakoinnin aloittamista. Kuvassa 15 on esitetty nykyisen runkoviemärien purkuputken sijainti, josta hulevesiviemärien rakentaminen tulee aloittaa.



Kuva 15. Hulevesirunkoviemärien liittäminen rakennettuun.

Nuolenkujalle tulee rakentaa tässä opinnäytetyössä esitettyjen suunnitelmien mukainen hulevesiviemärointi samassa rakentamisvaiheessa Yrjönniityntien runkoviemäriin kanssa. Nuolenkujalla tulee saneerata huonokuntoinen jätevesiviemärijärjestelmä ja työ tulee toteuttaa yhtäaikaisesti hulevesiviemäroinnin kanssa.

Mikäli betonisissa jätevesiputkistoissa todetaan Yrjönniityntiellä jatkosuunnittelun aikana saneeraustarve, tulisi jätevesiviemäroinnit uusia samanaikaisesti rakennettavan hulevesiviemäroinnin kanssa.

Jatkosuunnittelun aikana tulee hulevesiviemäroitivillä alueilla toteuttaa riittävän kattavat maaperän pohjatutkimukset, joilla on vaikutusta työn toteuttamiseen sekä tässä opinnäytetyössä esiteltyihin rakentamisolosuhteisiin. Pohjatutkimusten perusteella täydennetään tässä työssä suoritettua rakennusten olosuhdetarkastelua. Nuolenkujan varressa sijaitsevilla taloilla, joissa todettiin olosuhdetarkasteluvaiheessa riskejä, tulee suorittaa täydentäviä pohjatutkimuksia ennen urakoinnin aloittamista.

Halssinkuja tulisi suunnitella liitettäväksi hulevesiviemärointiin seuraavana Nuolenkujan liittämisen jälkeen. Suurin osa Kisakallion alueelta tulevista vuotovesistä on peräisin Halssinkujalta, joten niistä tulisi ehdottomasti päästä eroon. Hulevesiviemärointi tulisikin rakentaa mahdollisimman lähelle nykyisen jätevesiviemäriin korkeutta, jotta kaivoihin tulevat salaojat voitaisiin liittää järjestelmään. Kadulla sijaitsevan jätevesiviemäroinnin kunto tulee tarkastella jatkosuunnittelussa, jonka perusteella tehdään katua koskevat suunnitelmat. Mikäli jätevesiviemäriin saneeraustarvetta ei ilmene, tulee ainakin huonokuntoiset kaivot uusia hulevesiviemäroinnin yhteydessä. Ennen urakoinnin aloitusta tulee kadulla suorittaa samat olosuhde- ja maaperätarkastelut kuten aiemmin kerrotuilla Nuolenkujalla ja Yrjönniityntiellä.

Hulevesiviemärien rakentamista koskevat suunnitelmat on esitetty liitteissä 4, 6 ja 7.

Maanpäällinen viivytystila

Ratkaisun toteuttaminen vähentäisi valuma-alueelta C tulevien vesien tulvimista pihoihin Nuolenkujan ja Nuolemontien välissä sijaitsevilla kiinteistöillä, jossa niistä on tähän asti ollut ongelmia. Rakenteen sijoittaminen Nuolenkujalle rakennettavan hulevesiviemärin yhteyteen varmistaisi vesien poistumisen rakenteesta. Viivytystilan rakentaminen tulisi suorittaa tässä opinnäytetyössä esitettyjen suunnitelmien pohjalta. Kuvassa 16 on esitetty maanpäällisen viivytystilan sijoituspaikka Nuolenkujalla sijaitsevien kiinteistöjen välissä, taustaojan Nuolenkujan ja Piilenkujan välisellä osuudella.



Kuva 16. Maanpäällisen viivytystilan sijainti.

Suunnitelman toteuttamiseksi tulee kuitenkin ratkaista monta asiaa. Ensiksikin, mahdollisen Nuolenkujan jätevesiviemärin saneerauksen yhteydessä, keskellä suunniteltua viivytystilaa sijaitseva tarkastuskaivo tulisi sijoittaa siirtää. Lisäksi tulee tarkastella, miten rakenteen sijoittaminen vaikuttaa lähellä sijaitseviin rakennuksiin ja onko tämän tyyppisen rakenteen toteuttaminen alueella mahdollista. Jatkosuunnittelussa tulee miettiä, halutaanko viivytystila mitoittaa kaikille C-alueen valumavesille, vai pitäisikö rakennetta mataloittaa sekä pienentää ja

pyrkii vain osaa vesistä viivyttävään ratkaisuun. Rakenteen vaikutukset kunnossapitoon sekä sen kustannuksiin ja rakentamisesta syntyvät toteutuskustannukset tulisi tutkia tarkemmin jatkosuunnittelussa. Toimivan viivytystilan rakentaminen olisi kuitenkin merkittävä askel kohti tulevaisuuden ratkaisuja koskien hulevesien hallintaa.

Purkuoja

Suunnitelmien mukaiset toimenpiteet purkuojan osuudella tulisi suorittaa viipymättä, vaikka muita tässä työssä esitettyjä suunnitelmia ei toteutettaisikaan lyhyellä aikavälillä. Avo-ojan kapasiteetti on jo tällä hetkellä sulamisvesien johdosta äärimmillään. Mikäli hulevesien johtamista tehostetaan alueella, tulee purkuojan kapasiteetti ylittymään. Kuvassa 17 on esitetty vedenpinnan nousun aiheuttamat vaikutukset tonttialaojen toimintaan. Kuvassa etualalla oleva valkoinen salaojaputki sijaitsee purkuojan tarkastelupisteessä 3.



Kuva 17. Veden alle jäävä tonttialaoja.

Purkuojassa on suoritettu perkausta talven 2012-13 välisenä aikana. Ojan perkaus tulisi kuitenkin suorittaa kunnostustöiden yhteydessä siten, että perattava

puusto ja kasvillisuus myös poistetaan ojasta. Kuvassa 18 on esitetty suoritettut toimenpiteet, joilla ei voida katsoa olevan ojan kuntoa parantavia vaikutuksia. Purkuojalle tehtävät parannustoimenpiteet on esitetty liitteessä 5.



Kuva 18. Purkuojasta raivattua pensaikkaa, joka on jätetty ojaan.

Avo-ojat ja rummut

Suunnittelualueella sijaitseville avo-ojille tulisi tehdä liitteessä 4 esitettyjen suunnitelmien mukaiset toimenpiteet, pääsääntöisesti hulevesiviemäröinnin rakentamisen yhteydessä. Poikkeuksena on Nuolenkujan ja Nuolemontien välinen avo-oja osuus, joka tulisi perata viipymättä. Liitteessä 4 esitetyt rumpujen siirrot ja poistamiset tulee tehdä hulevesiviemäröinnin rakentamistöiden yhteydessä.

Muut kadut

Piilenkujalle ei ole tarpeellista suorittaa rakennustoimenpiteitä nykytilanteen muuttamiseksi. Avo-ojien toimivuuteen tulisi kuitenkin kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Sivuojen poikkileikkauksen muoto tulisi tarkistaa aika-ajoin. Mikäli sivuojen tarkastuksen yhteydessä ilmenee selkeää aihetta pituuskaltevuuden parantamiseen tai sivuluiskien muotoiluun, tulisi työt suorittaa syysaikaan, kun kasvukausi lähestyy loppuaan. Ojien niitot tulee suorittaa nykyisellä mallilla.

Koneellisesti tapahtuvaa lumien aurausta sivuojiin ei tule jatkossakaan sallia. Mikäli Yrjönnyntien hulevesiviemärin jatkamisen todetaan vaikuttavan Piilenkujan kuivatusolosuhteisiin tai kadulta tulevasta vuotovesistä halutaan eroon, tulee tarkastella kujan liittämistä hulevesiviemäröintiin jatkosuunnittelun aikana.

Jousenkuja, Viinenkuja ja Vekarakuja eivät vaadi tässä työssä tarkasteltujen vaatimusten mukaan kaduille rakennettavaa hulevesiviemäröintiä. Nykyinen Yrjönnyntiellä kulkeva hulevesirunkoviemäri on rakennettu katujen alueella. Kaduilla ei ole sekaviemäröityjä kiinteistöjä, joten niiltä ei tule jätevesijärjestelmää kuormittavia vuotovesiä. Katujen kunnossapito tulisi suorittaa samaan tapaan kuin Piilenkujalla. Rakennetun hulevesirunkoviemärin vesihuoltolaitteiden toiminta tulisi kuitenkin kartoittaa Yrjönnyntien ja tässä kappaleessa mainittujen katujen välisillä risteysalueilla, joihin tonttikatujen avo-ojat laskevat. Kuvassa 19 on esitetty väärään kohtaan asennettu hulevesikaivo, joka tulisi sijoittaa lähemmäs ojan pohjaa viereisen, matalalla sijaitsevan tontin kuivattamiseksi.



Kuva 19. Viinenkujan ja Yrjönnyntien risteys. Hulevesikaivo luiskassa.

Kartoittamalla huonosti kuivatuksen hoitavat sekä täysin väärin sijoitetut laitteet, voidaan parantaa kuivatusolosuhteita yksinkertaisin toimin.

LÄHTEET

Joen Loka Ky. 2013. Viemäreiden savukoe. Viitattu 2.4.2013. www.joenloka.fi > palvelut > viemäreiden savukoe.

Laki rakennusperinnön suojelemisesta 4.6.2010/498.

Liikennevirasto. 2013. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 5/2013. Helsinki.

Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096.

Muinaismuistolaki 17.6.1963/295.

Seppinen, J. 2010. Diplomityö: Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen. Espoo. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu.

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki. Suomen Kuntaliitto.

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Suunnittelukeskus Oy. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät, suunnitteluohje. Kuopion kaupunki.

H. Paajanen. Liedon kunnan kunnallistekniikkapäällikkö Henna Paajanen.

J. Suominen. Geomaster Oy: n toimitusjohtaja Jyrki Suominen.

Liite 1. Asukaskyselyn tiedote



OPINNÄYTETYÖ HULEVESIVIAMÄRÖINNISTÄ

Hei, teen opinnäytetyötä Liedon kunnalle Kisakallion Yrjönnyntien alueella sijaitsevien kiinteistöjen rakennusten kuivatuksesta hulevesiviamäröinnillä sekä tonttien ja tiealueiden nykyisten sade- ja sulamisvesien kuivatuksen tehostamisesta.

Pyytäisinkin teitä vastaamaan ohessa olevaan hankkeen suunnittelua koskevaan asukaskyselyyn **22.2.2013** mennessä. Tämä kirje sisältää asukaskyselylomakkeen sekä esimaksetun palautuskirjekuoren. Kyselyyn vastaaminen vie noin 5-10 minuuttia.

Asukaskyselylomakkeen vastaukset käsitellään luottamuksellisesti, eikä niitä tulla julkaisemaan.

Ennen vastaamista on suositeltavaa lukea tämän sivun alaosa, jossa on kerrottu hankkeesta. Vastaamalla voit vaikuttaa kiinteistösi rakenteiden kuivatustehokkuuden, sekä piha- ja katualueiden kuivana pysymisen suunnitteluun.

Hulevesiviamäröinnin suunnittelun ja piha-alueiden kuivatuksen tarkastelut

Kunnan tavoite hankkeessa on luopua nykyisestä sekaviamäröinnistä, jolloin katto- ja salaojavedet erotettaisiin jätevesiviamäröinnistä ja tilalle rakennettaisiin korvaava kuivatusjärjestelmä. Toinen kunnan tavoite on vesien tulvimisen ehkäisemiseksi kehitellä menetelmä pintavesien hallitulle poisjohtamiselle ilman uomien täyttymistä ja tulvimista.

Liedon kuntaa on lähestytty alueen asukkaiden toimesta koskien hulevesiviamäröinnin järjestämistä Yrjönnyntien alueelle, koska osaa alueen asukkaista on askarruttanut salaojien toimivuus, johtuen rakennusten matalasta korkeusasemasta suhteessa avo-ojiin.

Suunniteltava alue, jolla hulevesiviamäröintiä tarkastellaan käsittää Yrjönnyntien alkupään sekä Nuolenkujan, Piilenkujan, Jousenkujan, Viinenkujan, Halsinkujan ja Vekarakujan kiinteistöt.

Osa alueen salaojista purkaa avo-ojiin ja mikäli alueelle hulevesiviamäröinti rakennetaan, avo-ojien tehtävä koskien kiinteistöjen kuivatusvesien poisjohtamista päättyy.

Kunnan vastuulle tässä hankkeessa tulisi hulevesiviamäröinnin rakentamiskustannukset tiealueella (runkoputket kaivoineen ja tontin rajalle asennettava tarkastusputki).

Alueen asukkaiden maksettavaksi tulisi tontilla tehtävät laiteasennukset ja kaivutyöt. Mikäli hulevesiviamäröintihanke etenee, tulevat alueen kiinteistöt siihen liitettäväksi. Liittymisen mahdollistaa huleveden tarkastuskaivon (varustettava padotusventtiilillä) asennus tontille sekä liittyminen putkituksella kunnan tarkastusputkeen tai kaivoon.

Mahdollisista liittymis- ja käyttömaksuista tiedotetaan, mikäli hanke päätetään toteuttaa.

Ystävällisin terveisin

Teemu Salo

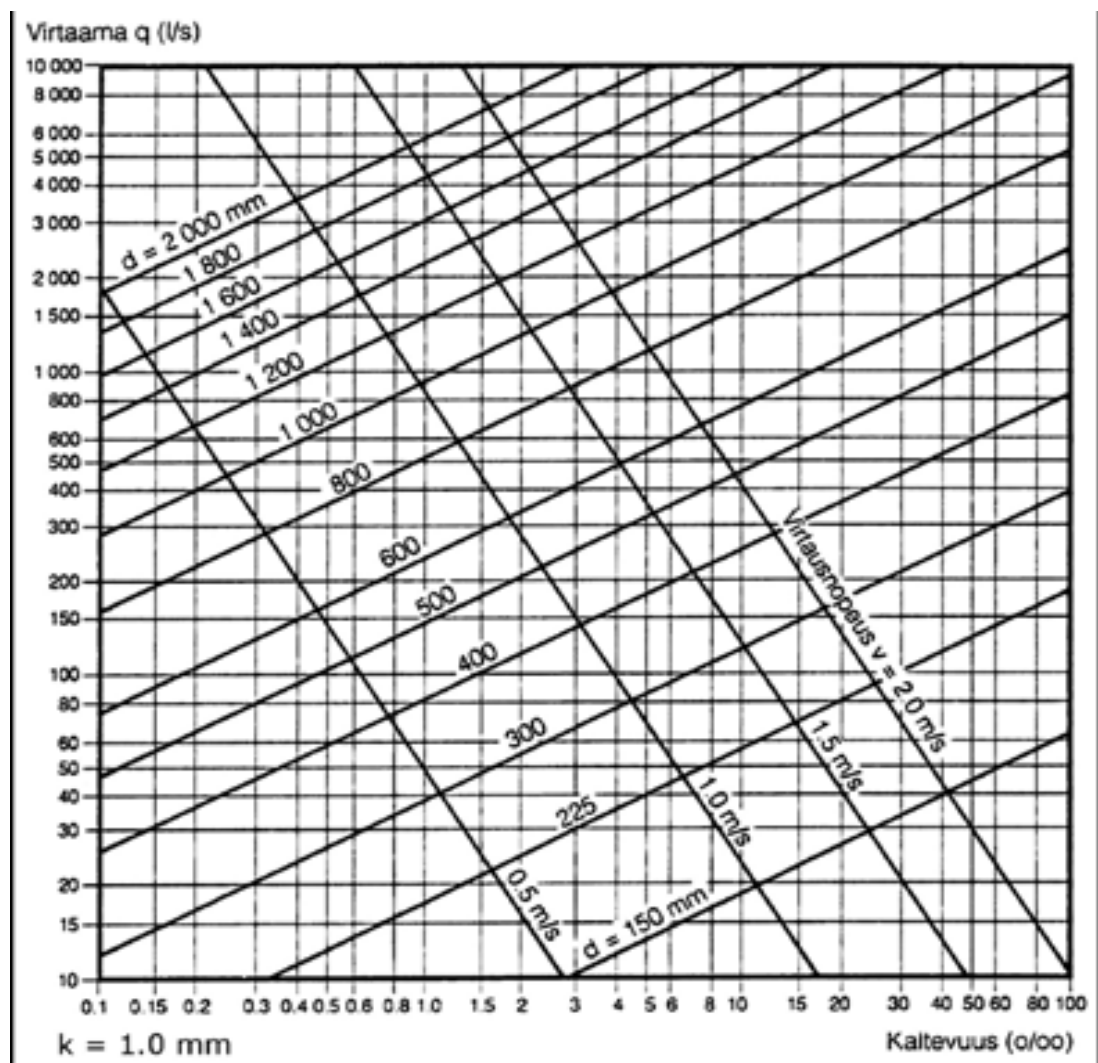
Turun Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma

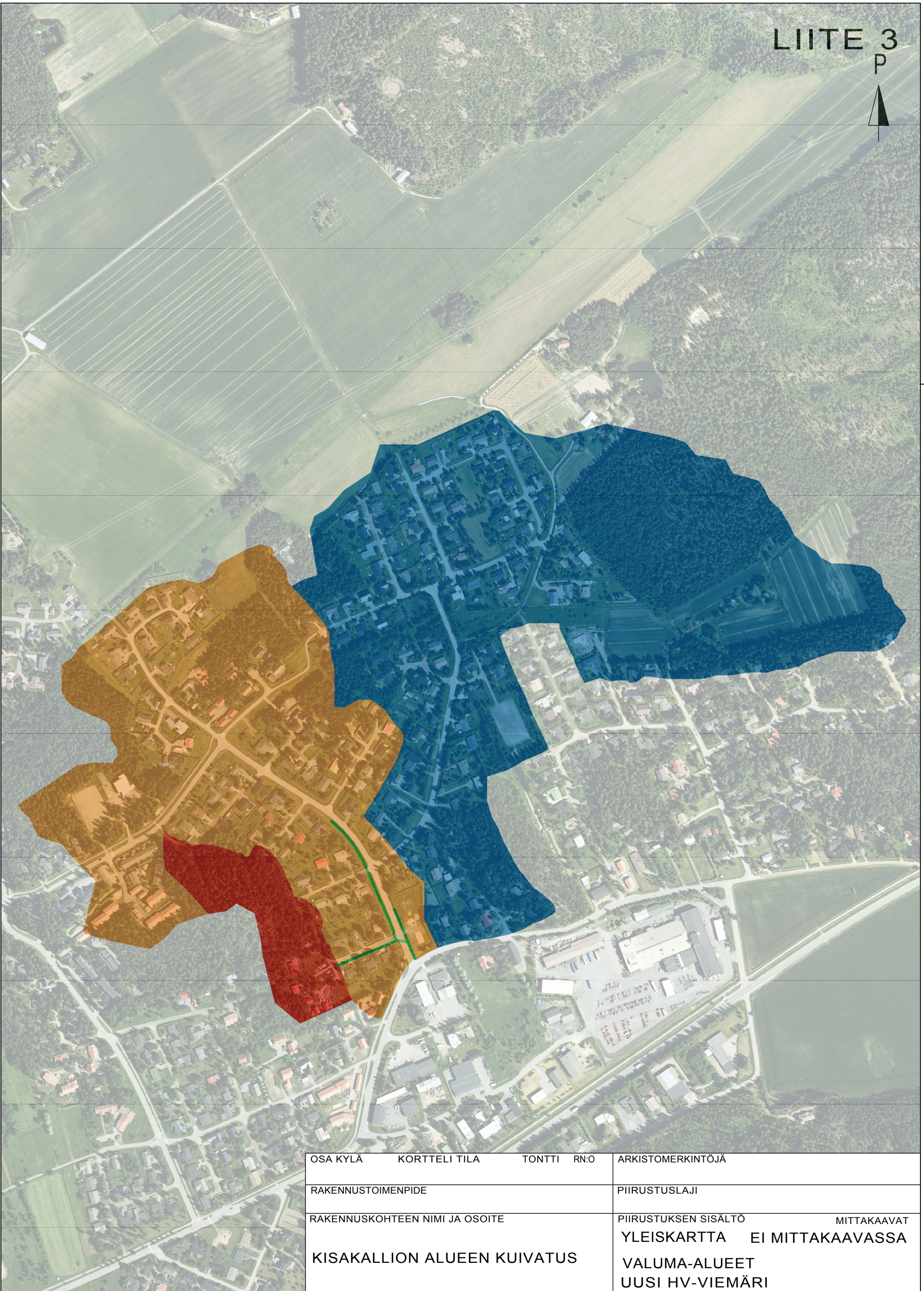
Liedon kunta/ Tekniset ja ympäristöpalvelut

teemu.salo@lieto.fi

p. 0503150385

Liite 2. Colebrookin virtausnomogrammi



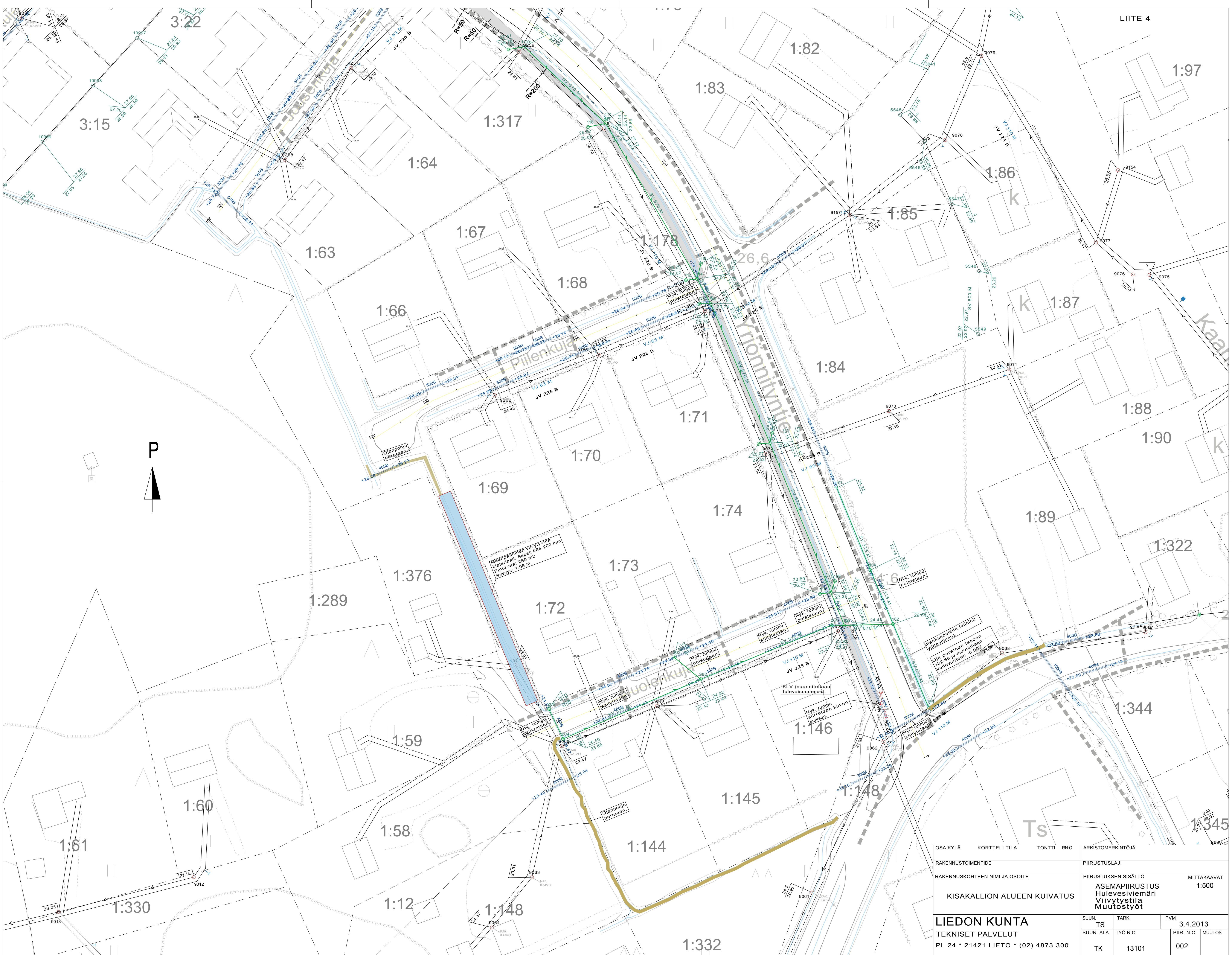


OSA KYLÄ	KORTTELI TILA	TONTTI	RN:O	ARKISTOMERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE				PIIRUSTUSLAJI
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE				PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS				MITTAKAAVAT YLEISKARTTA EI MITTAKAAVASSA
				VALUMA-ALUEET UUSI HV-VIEMÄRI




MERKKIENSELITYS	
	VALUMA-ALUE A PINTA-ALA: 31,7 ha
	VALUMA-ALUE B PINTA-ALA: 21,3 ha
	VALUMA-ALUE C PINTA-ALA: 3,3 ha
	UUSI HULEVESIVIEMÄRI

LIEDON KUNTA
TEKNISET PALVELUT
 PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300

SUUN. TS	TARK.	PVM 03.04.2013	
SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	MUUTOS
TK	13101	001	



OSA KYLÄ	KORTTELI TILA	TONTTI	RN.O	ARKISTOMERKINTÖJÄ
RAKENNUSLOMAKORTTI				PIIRUSTUSLAJI
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE				PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS				MITTAKAAVAT 1:500
LIEDON KUNTA				SUUN. TARK. PVM
TEKNISET PALVELUT				TS 3.4.2013
PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300				SUUN. ALA TYÖ N.O PIIR. N.O MUUTOS
				TK 13101 002

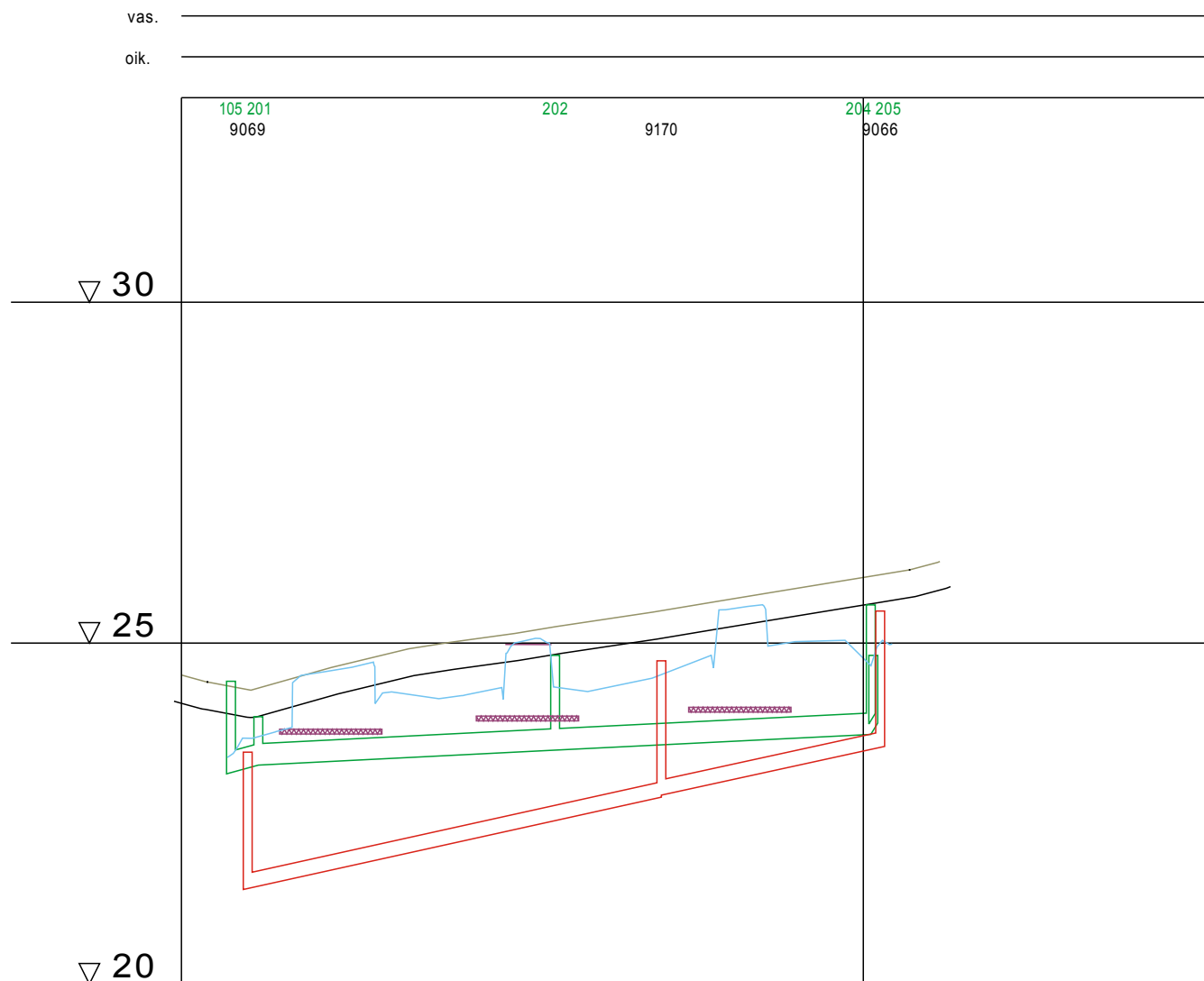
MERKKIENSELITYS	
	TARKASTELUPISTE
	OJAN POHJA
	KASVILLISUUDEN POISTO/PERKAUS
+ X.XX	OJANPOHJAN LEVENTÄMINEN
- X.XX	OJANPOHJAN SYVENTÄMINEN



OSA KYLÄ	KORTTELI TILA	TONTTI	RN.O	ARKISTOMERKINTÖJÄ
RAKENNUSOIMENPIDE				PIIRUSTUSLAJI
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE				PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS			ASEMAPIIRUSTUS	MITTAKAAVAT
			PURKUOJA	1:500
LIEDON KUNTA				SUUN. PVM
TEKNISET PALVELUT				TS 3.4.2013
PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300				SUUN. ALA TYÖ N.O. PIIR. N.O. MUUTOS
				TK 13101 003

KUIVATUS

SV: 105 201 202 204 205
JV: 9069 9170 9066

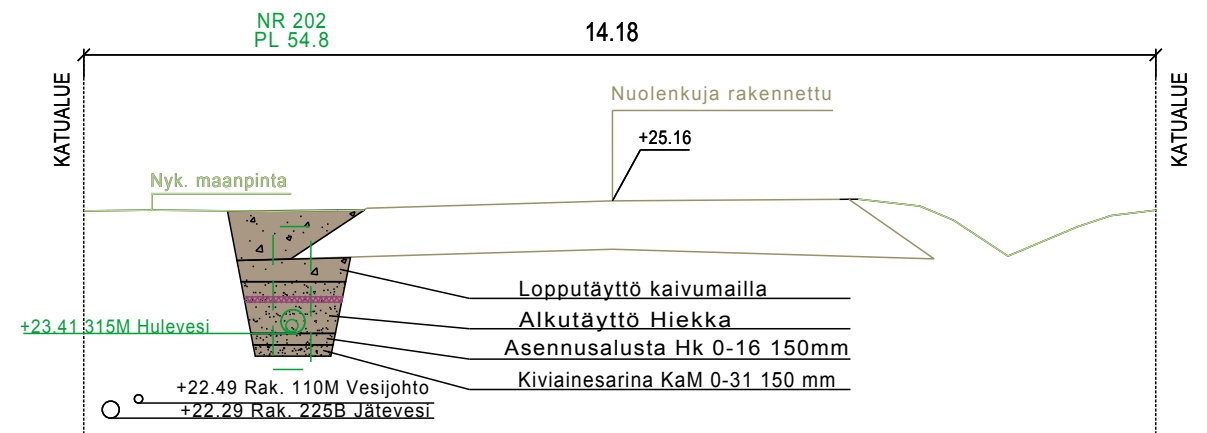


	Routaeriste
	Nykyisen avo-ojan pohja
	Suunniteltu avo-ojan pohja
	Nuolenkujan pinta
	Rakennettu jätevesiviemäri

POIKKILEIKKAUS PAALULTA 50

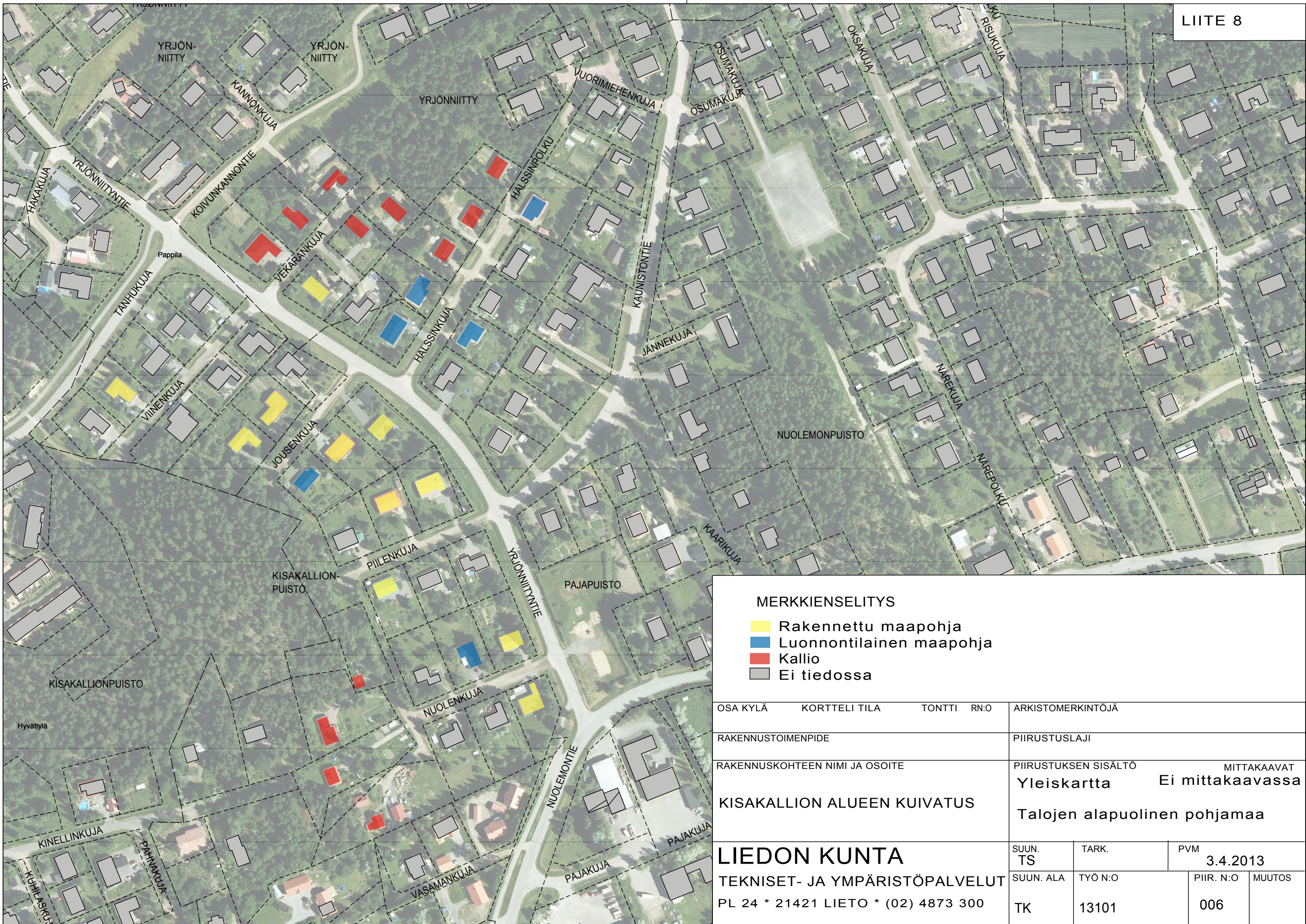
1:100

14.18



VESIJOHTO	LAEN KORKEUS PUTKEN MITAT, LAATU																					
HULEVESIVIEMÄRI	PAALU SISÄPOHJAN KORKEUS PUTKEN MITAT, LAATU	315 M																				
	PAALU KAIVOVÄLI, KALTEVUUS	7.5 4/0.028	11.5	43.5/0.005	55	46/0.005	101	101.5	10/0.006													
JÄTEVESIVIEMÄRI	SISÄPOHJAN KORKEUS PUTKEN MITAT, LAATU	21.40	225																			
	PAALU KAIVOVÄLI, KALTEVUUS	9.5	60.5/0.022	70.5	32/0.022	102.5																
PUTKIEN PERUSTAMISTAPA		Asennusalusta 150 mm 0-16 hiekka + Arinarakenne 150 mm 0-31 murske																				
PÄÄLLYSRAKENNE																						
MATKA																						
KALTEVUUS / PYÖRISTYSSÄDE																						
TASAUSVIIVAN KORKEUS																						
MAANPINNAN KORKEUS		24.53	24.31	24.59	24.84	25.02	25.16	25.32	25.47	25.64	25.80	25.96	26.16									
PAALUTUS		0	10.18	21.93	33.31	39.41	48.94	54.95	69.13	78.29	86.06	96.45	100	11.23								
KAAREVUUS		Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr	Sr								
AJORADAN SIVUKALTEVUUS																						

OSA KYLÄ	KORTTELI	TILA	TONTTI	RN:O	ARKISTOMERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE					PIIRUSTUSLAJI
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE					PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS					MITTAKAAVAT
					Pituusleikkaus 1:100/1:1000
LIEDON KUNTA					Paalukohtainen 1:100
					HV-linja Nuolenkuja
TEKNISET PALVELUT					SUUN. TARK. PVM
PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300					TS 3.4.2013
					SUUN. ALA TYÖ N:O PIIR. N:O MUUTOS
					TK 13101 005



- MERKKIENSELITYS**
- Rakennettu maapohja
 - Luonnontilainen maapohja
 - Kallio
 - Ei tiedossa

OSA KYLÄ	KORTTELI	TILA	TONTTI	RN:O	ARKISTOMERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE					PIIRUSTUSLAJI
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE					PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS					MITTAKAAVAT
					Yleiskartta
					Talojen alapuolinen pohjamaa
LIEDON KUNTA			SUUN. TS	TARK.	PVM
					3.4.2013
TEKNISET- JA YMPÄRISTÖPALVELUT			SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O
PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300			TK	13101	006
					MUUTOS



- KIINTEISTÖLLÄ SEKAVIEMÄRÖINTI
- KUNNOSTUSTA VAATIVA JV-KAIVO

OSA KYLÄ	KORTTELI	TILA	TONTTI	RN:O	ARKISTOMERKINTÖJÄ				
RAKENNUSTOIMENPIDE					PIIRUSTUSLAJI				
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE					PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ				
KISAKALLION ALUEEN KUIVATUS					MITTAKAAVAT				
					Yleiskartta Savutusko Vuotovesikartoitus	Ei mittakaavassa			
LIEDON KUNTA TEKNISET PALVELUT PL 24 * 21421 LIETO * (02) 4873 300					SUUN. TS	TARK.	PVM	3.4.2013	
					SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	MUUTOS	
					TK	13101	007		