

HULEVESIKAIVON VALINTA RAKENTAMISESSA

Ritiläkaivon ja kitakaivon vertailua



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Insinööri (AMK)

Kevät 2023

Matti Puuska

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri
Tekijä Matti Puuska
Työn nimi Hulevesikaivon valinta rakentamisessa
Ohjaaja Jukka Tiala (HAMK)

Tiivistelmä
Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön aiheena oli vertailla betonista ja muovista ritilä- ja kitakaivoa hulevesikaivoina. Työn tavoitteena oli selvittää syitä, joiden perusteella kaivotyyppi ja sen materiaali valitaan hankkeen suunnitteluvaiheessa sekä vaikutuksia, joita valinnalla on urakoinnin ja kunnossapidon kannalta. Aihe opinnäytetyölle syntyi Tieluiska Oy:n työmaapäällikkö Toni Hangan kanssa käydystä keskustelusta, kun tämä toi esiin hulevesikaivojen laadulliset haasteet osana kadun kuivatusta, erityisesti ritiläkaivoissa, joka on yleisimmin käytetty kaivotyyppi hulevesikaivoissa. Samalla pohdittiin syitä, miksi ritiläkaivojen sijaan ei käytetä enemmän kitakantisia kaivoja.

Opinnäytetyössä perehdytään yleisellä tasolla hulevesien hallintaan ja siihen liittyvään lainsäädäntöön, hulevesiviemärointiin, kaivomateriaaleista betoniin ja muoviin sekä kaivon kansistoista ritilä- ja kitakansistoon. Työssä vertaillaan betonia ja muovia hulevesikaivon rakennusmateriaalina sekä ritilä- ja kitakaivoa hulevesikaivotyyppeinä. Työssä tarkastellaan Helsingin kaupungin ja Hämeenlinnan kaupungin käytäntöjä hulevesikaivoissa. Työllä ei ole toimeksiantajaa. Tietolähteinä työssä on käytetty alan kirjallisuutta, verkkolähteitä, erilaisia yleisiä rakennusohjeita sekä asiantuntijahaastatteluja eri organisaatioista rakennuttamisen, suunnittelun, urakoinnin ja kunnossapidon osa-alueilta.

Suunnittelussa ja rakennuttamisessa valinnat kaivomateriaaleissa perusteltiin vahvasti kunnossapidon kautta. Rakennuttamisessa ja maarakennusurakoinnissa muovikaivot koettiin kustannustehokkaaksi ja nopeaksi tavaksi rakentaa mutta kunnossapidon ja päällystystyön kannalta betonikaivojen koettiin olevan huomattavasti parempi vaihtoehto kestävyyden, laadun ja työstettävyyden vuoksi.

Kitakaivot koettiin parempana ja toimivuudeltaan varmempana vaihtoehtona erityisesti päällystystyössä ja Hämeenlinnan kunnossapidossa, vaikka Hämeenlinnassa niiden käyttö on toistaiseksi ollut vähäistä. Samalla havaittiin ristiriita Hämeenlinnan osalta, että ritiläkaivon valinta perusteltiin kunnossapidon kautta, vaikka kunnossapidosta toivottiin kitakaivojen käytön lisäämistä rakentamisessa. Haastattelujen yhteydessä kitakaivoista ei juurikaan noussut huonoja puolia esiin, toisin kuin ritiläkaivoissa, joista erityisesti päällysteeseen liittyvät ongelmat olivat keskeisimpänä.

Avainsanat Hulevesien hallinta, infrarakentaminen, hulevesikaivo, kadun kuivatus
Sivut 43 sivua ja liitteitä 1 sivu

The topic of this thesis was to compare concrete and plastic gulley, and grated gulley and curbside inlet as road gullies. The aim of the study was to find out the reasons based on which the type of gulley and its material are chosen in the planning phase of the project, as well as the effects that the choice has in terms of contracting and maintenance. The topic for the thesis arose from a conversation with Tieluiska Ltd's site manager Toni Hanka, who mentioned the qualitative challenges of road gullies as part of street drying, especially in grated gullies, which are the most used gulley type. At the same time, the choice of curbside inlet instead of grated gulley was discussed.

In the thesis, stormwater management and the related legislation, stormwater drainage, concrete and plastic as gulley materials, grated gullies and curbside inlets as road gullies were examined in general. The work compares concrete and plastic as construction materials for road gullies, as well as grated gulley and curbside inlet as types of road gullies. The work examines the practices of the city of Helsinki and the city of Hämeenlinna in stormwater gullies. The study has no client. As sources of information in the work, industry literature, online sources, various general building instructions and expert interviews from various organizations in the areas of construction, planning, contracting and maintenance have been used.

In planning and construction, the choices in road gulley materials were strongly justified through maintenance. In construction and civil engineering contracting, plastic gullies were perceived as a cost-effective and quick way to build, but in terms of maintenance and paving work, concrete gullies were felt to be a significantly better option due to durability, quality, and workability.

Curbside inlets were felt to be a better and functionally more reliable alternative, especially in paving work and in the maintenance of Hämeenlinna, although their use in Hämeenlinna has so far been minimal. At the same time, a contradiction was noticed for Hämeenlinna, that the choice of a grated gulley was justified through maintenance, even though maintenance was hoping to increase the use of curbside inlets in construction instead of grated gullies. In connection with the interviews, there were not many negative aspects of the curbside inlets, in contrast to the grated gullies, where the problems related to the pavement were the most central.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hulevesien hallinta	2
2.1	Hulevesien hallintaan liittyvää lainsäädäntöä	4
2.2	Hulevesiviemärointi	5
2.3	Kunnossapito.....	6
2.4	Huleveden runkolinjan tarkastuskaivot hulevesiviemärissä.....	7
2.5	Hulevesikaivot	8
2.6	Hulevesiviemärin ja hulevesikaivojen sijainti	9
2.7	Betonikaivot	11
2.8	Muovikaivot	14
2.9	Hulevesikaivot ja runkolinjan tarkastuskaivot Hämeenlinnassa ja Helsingissä.....	15
2.10	Kansistot.....	16
3	Hulevesikaivon valinta.....	19
3.1	Rakennuttajan rooli valinnassa	20
3.2	Kaivon valinta suunnittelussa	22
3.3	Kaivon materiaalin vaikutukset urakointiin ja kunnossapitoon.....	26
3.4	Kaivotyyppin valinnan vaikutukset urakointiin	28
3.5	Kokemukset hulevesikaivoista urakoinnissa ja kunnossapidossa.....	29
3.6	Ritilä- ja kitakaivon laadulliset haasteet	30
3.7	Näkemyksiä Hämeenlinnan kunnossapidolta	32
3.8	Case Aulangontie	33
4	Tutkimuksen tulokset	34
4.1	Kaivomateriaalien vertailua, muovi vs betoni	35
4.2	Kaivotyyppin valinta	36
4.3	Kaivotyyppien vertailu	37
5	Johtopäätökset ja pohdintaa	39
	Lähteet.....	42

Liitteet

- Liite 1 Tieluiska Oy:n projektipankista poimittu Ahvenistontien muutokset-urakan pinnantasaussuunnitelman osa, jossa havaittavissa kita- ja ritiläkaivojen käyttöä

Termit ja lyhenteet

Lujuusluokka	Betonituotteissa käytetty luokittelu, joka kertoo tuotteen kuormituskestävyydestä. Betonikaivot luokitellaan raudoituksen perusteella. Normaali raudoitus, lujuusluokka Br ja vahva raudoitus, lujuusluokka Cr. (Betoniteollisuus ry, 2017, s. 7)
hydrologia	Geofysiikan ala, jossa tutkitaan mm. veden esiintymistä, veden kiertokulkua ja muita veteen liittyviä ilmiöitä (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 10)
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Infra-alan yhdessä laatima kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Sen tarkoitus on yhtenäistää eri toimialojen teknisiä vaatimuksia ja nimikkeistöä yhdeksi selkeäksi kokonaisuudeksi. (Rakennustieto Oy, n.d.)
Sakkapesä/lietepesä	Hulevesikaivoissa purkuputken alapuolella oleva tyhjä tila, jonka tarkoitus on estää kadulta kaivoon huuhtoutuneen hiekan ja muun erottuvan kiintoaineksen kulkeutumisen hulevesiviemäriin. (Betoniteollisuus ry, 2017, s. 14)
SFS-EN	Standardin lyhenne. Kyseisellä merkinnällä standardi on voimassa Suomessa ja Euroopassa.
standardi	Kirjallinen julkaisu, jossa määritellään yhteisesti sovittuja vaatimuksia, suosituksia tai ominaisuuksia tuotteille ja niiden valmistukselle tai testaukselle. Esimerkiksi kaivoille ja niissä käytettäville materiaaleille. Standardit voivat koskea myös erilaisia järjestelmiä ja palveluja. (Suomen standardisoimisliitto SFS ry, n.d.)
”viiksilinja”	Hulevesikaivon ja runkolinjan tarkastuskaivon välinen putkiyhteys

1 Johdanto

Hulevesien hallinnassa on useita eri keinoja ja tapoja huolehtia syntyvistä hulevesistä. Hulevesijärjestelmissä kaivojen käyttö ja viemäröinti on tapa ehkäistä hulevesistä aiheutuvaa ongelmaa, esimerkiksi hallitsematonta tulvimista erityisesti tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä. Kaupunkiympäristössä usein on hankalaa imeyttää hulevesiä, sillä alueet ja kulkuväylät on päällystetty vettä läpäisemättömillä päällysteillä. Näin ollen ratkaisuna kadun kuivatuksessa voidaan käyttää aukollisia kaivoja, joilla pintojen valumavedet saadaan kerättyä viemäriverkostoon, joka johtaa vedet pois, esimerkiksi vesistöön imeytyksen kautta. Kerääviä kaivoja eli hulevesikaivoja kutsutaan monella nimellä mm. viiksikaivoiksi tai syöksykaivoksi. Kaivoissa kansistoina käytetään yleisimmin ritilä- ja kitakansia. Pääkaupunkiseudulla kitakaivoja on käytetty pitkään ja käytetään edelleen mutta esimerkiksi Hämeenlinnassa ritiläkantiset kaivot ovat huomattavasti yleisempiä ja kitakaivoja löytyy vain harvassa.

Olen itse työskennellyt kadunrakennushankkeissa työnjohtotehtävissä pääsääntöisesti saneerauskohteissa, joihin liittyy usein myös kunnallistekniset työt. Työskentelen Tieluiska Oy:ssä maarakentamisen yksikössä työnjohtotehtävissä. Työmaani ovat sijainneet Hämeenlinnan alueella sekä pääkaupunkiseudulla. Alueellisia eroja kadun kuivatuksen ratkaisuissa olen itsekkin huomannut rakennushankkeissa. Kunnallistekniikka on mielestäni mielenkiintoinen aihe ja varsinkin saneerauskohteissa tulee eteen tilanteita, jolloin joudutaan pohtimaan vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa rakentamiskorjauksia.

Opinnäytetyön aihe on syntynyt urakoitsijan kanssa käydystä keskustelusta, jonka yhteydessä Tieluiska Oy:n työmaapäällikkö Toni Hanka toi esiin laadulliset haasteet hulevesikaivojen, erityisesti ritiläkaivon osalta, joka on eniten käytetty kaivomalli hulevesikaivoissa. Samalla nousi esiin kysymys, miksi kitakaivoja ei käytetä enempää ritiläkaivon sijaan monien laadullisten ongelmien ehkäisemiseksi.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan hulevesikaivon valintaan vaikuttavia tekijöitä hankkeen suunnitteluvaiheessa ja valinnan vaikutuksia eri osapuolien näkökulmista. Työssä tarkasteltavia osapuolia ovat rakennuttaminen, suunnittelu, urakointi ja kunnossapito.

Teoriaosuudessa käsitellään yleisellä tasolla hulevesien hallintaa ja siihen liittyvää lainsäädäntöä. Lisäksi käydään läpi hulevesiviemäröinnin pääperiaatteita ja kaivojen rakennusmateriaaleja sekä kaivotyypit hulevesikaivoissa. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja tutkimuksessa tietoa haetaan mm. kirjallisuudesta, internetistä, erilaisista julkaisuista. Työssä keskeisimpinä lähteinä ovat asiantuntijahaastattelut eri organisaatioista.

Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään muovisia ja betonisia kita- ja ritiläkantisia kaivoja. Työssä keskitytään kahden eri kaivotyyppin kohdalla havaittuihin laadullisiin haasteisiin ja ongelmiin kokemuslähtöisesti painottuen Hämeenlinnan ja Helsingin kaupunkeihin. Työssä on tavoitteena selvittää syitä, joiden perusteella materiaalin ja kaivotyyppin valinta tehdään, kun hanketta suunnitellaan ja sitä, minkälaiset vaikutukset valinnalla on rakentamisvaiheessa urakoinnin kannalta sekä pidemmällä aikavälillä kunnossapidon näkökulmasta. Työ painottuu tarkastelemaan tilannetta erityisesti ritiläkaivojen ongelmia Hämeenlinnassa, sillä kaupungissa kitakaivojen käyttö on toistaiseksi ollut melko vähäistä. Lisäksi tavoitteena on selvittää osapuolien näkemyksiä siitä, kumpi kaivotyyppi koetaan parempana vaihtoehtona yleisesti kadun kuivatuksessa.

2 Hulevesien hallinta

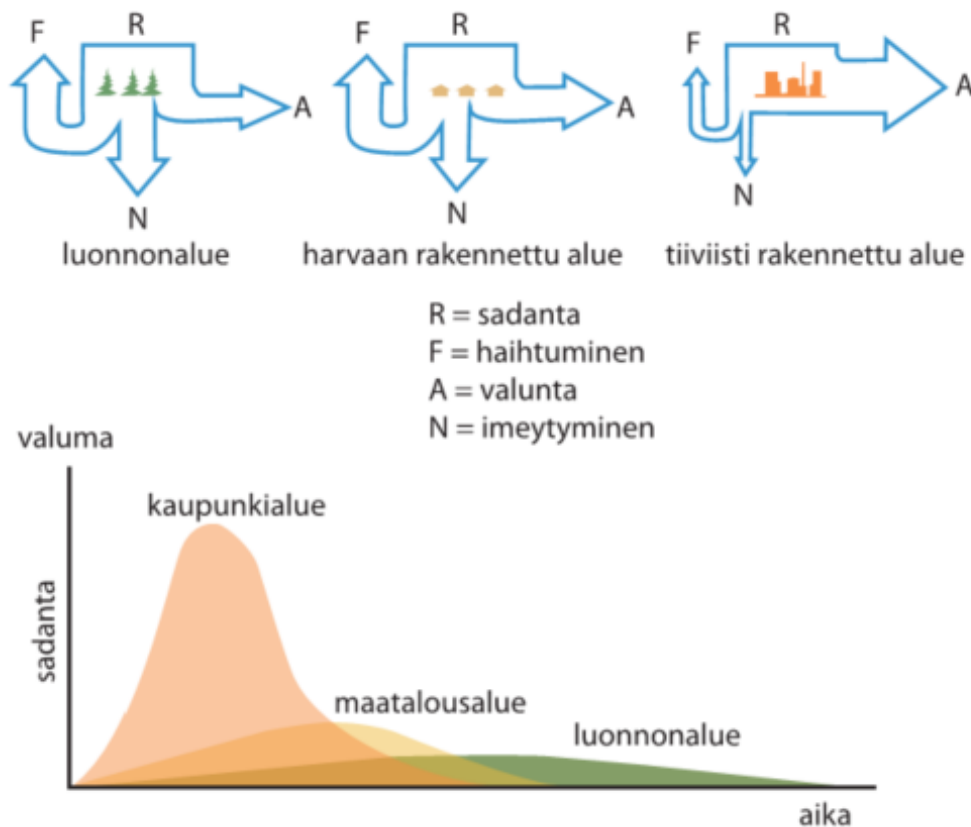
Rakennetulla alueella rakennusten katoille, maan sekä muille pinnoille kertyviä sulamis- ja sadevesiä kutsutaan yleisesti hulevedeksi. Hulevettä muodostuu paljon keväisin lumien sulaessa ja syksyisin rankkojen sateiden yhteydessä. Erityisesti päällystetyillä, pintaa huonosti läpäisevillä alueilla hulevettä muodostuu runsaasti ja nopeasti. Merkittävimmät vaikutukset hulevesillä ympäristöön ovat niiden sisältämät haitta-aineet, jotka voivat heikentää purkuvesistöjen ja pohjavesien laatua sekä hulevesien aiheuttamat tulvat. (Suomen ympäristökeskus, 2020)

Kun puhutaan hulevesien hallinnasta, sillä tarkoitetaan kokonaisvaltaista ratkaisua, jonka tarkoitus on parantaa rakennetun alueen hydrologista kiertoa ja valunnan laatua, jotta päästään vastaavalle tasolle mitä oltiin ennen rakentamista. Hulevesien syntypaikalla tehtävät toimenpiteet niiden muodostumisen ehkäisemiseksi ja huleveteen kohdistuvan

laatuhaitan ehkäisemiseksi, ovat ensiarvoisen tärkeitä hulevesien hallinnassa. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 18)

Useilla eri tekijöillä on vaikutusta hulevesivalunnan muodostumiselle. Näitä ovat sateen voimakkuus ja sen kesto, kuivan ajan pituus ennen sadetapahtumaa, pinnan kaltevuus sekä maaperän ominaisuudet. Vettä läpäisemätön pinta ja sen osuus pinta-alasta vaikuttaa kuitenkin olennaisimpana tekijänä. Taajama-alueilla kadut, väylät ja pysäköintialueet ovat vettä läpäisemättömiä alueita ja nämä kattavat yleensä kaksi kolmasosaa taajamavaluma-alueiden pinta-alasta. Edellä mainitut ovat yleensä kytkettynä alueen hulevesi- tai sekaviemäröintiin. Kuvassa 1. on havainnollistettu maankäytön vaikutus hulevesien muodostumiseen luonnonalueella, harvaan rakennetulla ja tiiviisti rakennetulla alueella. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 18)

Kuva 1. Maankäytön vaikutus hulevesien muodostumiseen. (RT-103006, 2018, s. 2)



2.1 Hulevesien hallintaan liittyvää lainsäädäntöä

Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta hyväksyttiin eduskunnassa 3.6.2014 ja laki astui voimaan syyskuun alussa 2014. Hulevesien hallintaa koskevat säännökset sisältyvät lukuun 13 a, joka lisättiin maankäyttö- ja rakennuslakiin. Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan edistäminen ja vastuiden selkeyttäminen on muutosten taustalla. (Innala, 2017)

Hulevesien hallinta ja sen tavoitteet on määritelty Maankäyttö- ja rakennuslaissa. Hulevesien hallinnalla laissa tarkoitetaan:

hulevesien imeyttämiseen, viivyttämiseen, johtamiseen, viemärointiin ja käsittelyyn toimenpiteitä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014 § 103 b)

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on: 1) kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella; 2) imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla; 3) ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä; ja 4) edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014 § 103 c)

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittää myös vastuut hulevesien hallinnasta. Lain mukaan vastuu hulevesien hallinnasta asemakaava-alueella kuuluu kunnalle.

Kunta vastaa hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueella. Kunta voi ottaa järjestettäväkseen hulevesien hallinnan muillakin alueilla. Kunnan tulee huolehtia siitä, että ryhdytään tarvittaessa toimenpiteisiin kunnan hulevesijärjestelmän ja vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkoston toteuttamiseksi tai hulevesien hallitsemiseksi muulla tavoin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014 § 103 i)

Kunnan määräämä monijäseninen toimielin voi antaa kuntaa tai kunnan osaa koskevia tarkempia määräyksiä hulevesien hallinnasta. Määräykset voivat koskea: 1) hulevesien määrää, laatua, maahan imeyttämistä, viivyttämistä ja

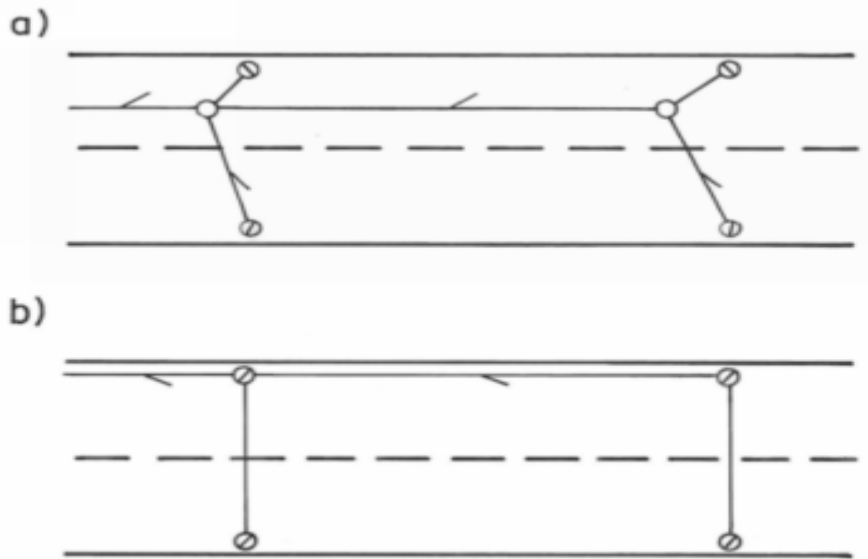
tarkkailua sekä hulevesien käsittelyä kiinteistöllä; 2) kiinteistön hulevesijärjestelmän liittämistä kunnan hulevesijärjestelmään; ja 3) muita näihin rinnastettavia, hulevesien hallintaan liittyviä seikkoja. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014 § 103 j)

Kunta hyväksyy tarvittaessa hulevesisuunnitelman. Suunnitelmassa esitetään tarpeen mukaan imeytysalueet, kosteikot, ojat, valumavesien reitit, putket ja pumppaamot sekä muut kunnan hulevesijärjestelmään kuuluvat hulevesien hallinnan ratkaisut ja rakenteet. Hulevesisuunnitelma on laadittava siten, että suunnitelmassa otetaan huomioon asemakaava, katusuunnitelma ja yleisten alueiden suunnitelma ja että se täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyisyyden vaatimukset myös sademäärän ja rankkasateiden lisääntyessä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014 § 103 l)

2.2 Hulevesiviemärointi

Hulevesiviemäroinnillä tarkoitetaan kadunkuivatusjärjestelmää, joka yleensä muodostuu viemärin runkolinjasta, runkolinjan tarkastuskaivoista ja hulevesikaivoista. Hulevedet kerätään kadulta hulevesikaivoon, josta vesi siirtyy tarkastuskaivon kautta viemäriin poisjohdettavaksi. Kuvassa 2. on esitetty hulevesiviemärin runkovaihtoehtoja.

Kuva 2. Hulevesiviemärin runkovaihtoehdot. Kohdassa a) esitetty erillinen runkolinja kadun suuntaisesti, josta lähtee "viiksilinjat" hulevesikaivoihin kadun molempiin reunoihin. Tämä on suositeltava runkovaihtoehto. Kohdassa b) myös runkolinjan kaivot ovat kerääviä hulevesikaivoja. (Liikennevirasto, 2013, s. 62)



Hulevesiviemäroinnin tarkoituksena on koota tiealueelta sulamis- ja sadevedet sekä samalla johtaa ne pois. Viemärointi liittyy alueen pintakuivatukseen mutta vettä läpäisevän täyttömateriaalin ansiosta myös syväkuivatus paranee. Hulevesiviemärointiä käytetään mm., kun avo-ojaa ei voida käyttää, kaksiajorataisten teiden keskikaistan veden johtaminen tien ali ei tule kysymykseen, alikulkukäytävien yhteydessä, mikäli pintakaltevuus ei ole riittävä tai vesiä ei muuten saada johdettua pois. (Liikennevirasto, 2013, s. 61)

Huleveden pääsy viemäriverkkoon saadaan siihen tarkoitettun erityisen kaivon kautta, jossa on valurautasäleikkö eli ritiläkansi. Virtausaukko voi olla myös kaivon yläosan sivussa, jolloin kyseessä on kitakaivo. (RIL 124-2-2004, 2004, s. 481)

2.3 Kunnossapito

Kadunpito ja vastuut siitä on määritelty maankäyttö- ja rakennuslaissa. Kadunpidon järjestäminen kuuluu lain mukaan kunnalle ja kunnossapito on yksi osa kadunpitoa.

Kadunpito käsittää kadun suunnittelemisen, rakentamisen ja sen kunnossa- ja puhtaanapidon sekä muut toimenpiteet, jotka ovat tarpeen katualueen ja sen yläpuolisten ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden yhteensovittamiseksi. Kadunpidon järjestäminen kuuluu kunnalle. Kiinteistöille kuuluvista kadunpitoon liittyvistä velvollisuuksista säädetään kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta annetussa laissa (669/1978). Kunta voi antaa sille kuuluvan kadunpidon kokonaan tai osittain muiden tehtäväksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 84)

Yleisesti hulevesijärjestelmien kunnossapidosta huolehtivat tavallisesti kunnalliset organisaatiot tai alueella toimivat huoltoyhtiöt kohdekohtaisten huolto- ja kunnossapito-ohjeiden mukaisesti. Järjestelmien huollettavuus ja kunnossapito on yksi osa suunnittelun lähtökohdista ja sillä pyritään varmistamaan turvallisuus järjestelmän käyttäjille. (RT-103006, 2018, s. 22)

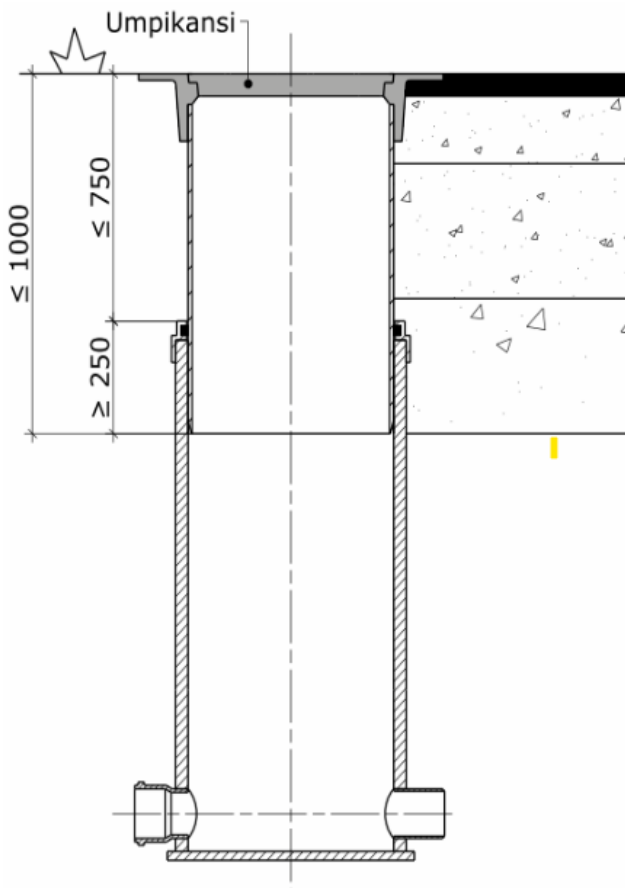
Kunnossapidossa huomioidaan muun muassa jään sekä muun kiintoaineksen kuten roskien poisto kaivoista, ritalöistä, putkistoista ja salaojista. Lisäksi esimerkiksi kaivojen osalta kunnossapitoon kuuluu niiden tarkastuksia, huoltoa ja puhtaanapitoa kuten sakkapesien tyhjennystä lietteestä. (RT-103006, 2018, s. 22)

2.4 Huleveden runkolinjan tarkastuskaivot hulevesiviemärissä

Viemärin runkolinjalle rakennetaan tarkastuskaivoja kunnossapitoa ja tarkastuksia varten. Betonisten tarkastuskaivojen koot ovat yleisimmin 800–1000 mm ja muovisten tarkastuskaivojen koot 500–1000 mm. Tarkastuskaivoja rakennetaan viemärilinjaan viemärin haarautumiskohtiin, pysty- ja vaakatason taitekohtiin, vähintään sadan metrin välein viemärilinjan suorilla osuuksilla (suositeltavaa on käyttää lyhyempää väliä kunnossapidon toiminnan kannalta) ja tonttijohtojen liitoskohtiin. (RIL 237-2-2010, 2010, ss. 106-107)

Rakennettavista kaivoista laaditaan kaivokortit suunnittelijan toimesta. Kaivot valmistetaan kaivokorttien perusteella. (RIL 237-2-2010, 2010, ss. 106) Kuvassa 3. esitetty muovinen huleveden runkolinjan tarkastuskaivo, jossa teleskooppirakenne ja umpikansi.

Kuva 3. Esimerkki muovisesta huleveden runkolinjan tarkastuskaivosta



2.5 Hulevesikaivot

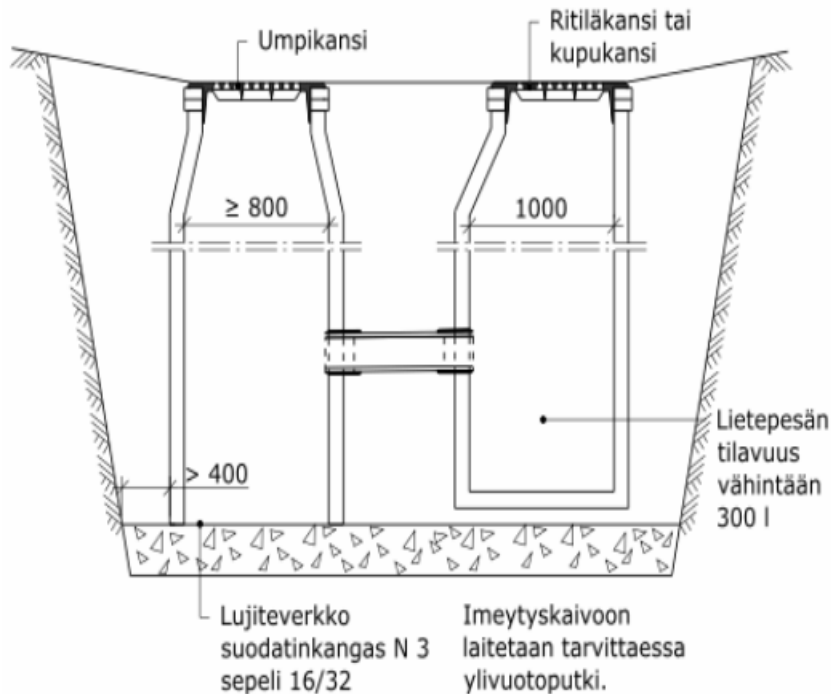
InfraRYL asettaa vaatimuksena hulevesikaivoille, että niissä olevan sakkapesän tilavuus tulee olla vähintään 300 litraa. Mikäli kaivoon on voitava laskeutua huoltohenkilökunnan toimesta, hulevesikaivon halkaisijan tulee olla vähintään 800 mm. (InfraRYL, 2022, 31200.1.2)

Kaivoista laaditaan kaivokortit. Kaivokortteihin ilmoitetaan putkien tulo- ja lähtösuunnat sekä korkeudet. Kaivomateriaalista riippumatta tarvittavat putkiliittymät kaivoihin tehdään yleensä jo tehtaalla. (Liikennevirasto, 2013, s. 64)

Mikäli maaperä on vettä läpäisevää pohjamaata tai kaivon sijainti on penkereessä, voi myös imeytyskaivo tulla kysymykseen, jolloin kaivoon ei asenneta pohjaa vaan vesi päästetään valumaan kaivon pohjassa olevaan vähintään puolen metrin paksuiseen sora- tai sepelitäytteeseen. Täytteen läpäistyään vesi kulkeutuu vähitellen maaperään. Veden

johtaminen imeytyskaivoon tulisi tapahtua erillisen hulevesikaivon kautta kuvassa 4. esitetyn esimerkin mukaisesti. (Liikennevirasto, 2013, s. 64)

Kuva 4. Vasemmalla kaivannossa umpikantinen imeytyskaivo, josta "viiksiliinja" oikeanpuoleiseen rutiläkantiseen hulevesikaivoon (InfraRYL, 2022, 31200:K10)



InfraRYL asettaa tiettyjä vaatimuksia valmiiden hulevesikaivojen asennustoleransseihin.

Hulevesikaivot tulee olla asennettuna pystysuoraan ja sallittu poikkeama metrin matkalla on 10 mm. Vaakatasossa mitattuna sallittu poikkeama suunnitellusta sijainnista reunatuen vieressä on +/- 100 mm ja muualla +/- 200 mm. Etäisyys reunatuesta kaivolla sen sisäreunasta mitattuna on alle 150 mm. Kun kaivossa ei ole liittymiä, sallitaan +/- 300 mm:n poikkeama pituussuunnassa mitattuna. (InfraRYL, 2022, 31200.4.2)

2.6 Hulevesiviemärin ja hulevesikaivojen sijainti

Hulevesiviemärin sijaintia määritettäessä huomioidaan kaivojen sijainnit ja erilaiset huoltotyöt, jotta haitta liikenteelle edellä mainittujen vuoksi olisi mahdollisimman vähäistä. Hulevesivesikaivojen paikat suunnitellaan tien pituussuunnassa ennen suojatietä sen hyvän

käytettävyyden varmistamiseksi, saarekkeiden alapäihin, jotta vesi ei pääse virtaamaan tien yli, liittyvän tien alapäähän, jotta vesi ei pääse virtaamaan päätielle. Jos kaivo sijoitetaan pehmeikölle, paikaksi valitaan eniten painuva kohta tai ennen paalutettua viemäriä/muuta painumatonta rakennetta. Lisäksi kaivot sijoitetaan riittävän kauas, esimerkiksi valaisinpylväistä, portaaleista ja muista rakenteista. (Liikennevirasto, 2013, s. 62)

InfraRYL asettaa vaatimukset hulevesiviemäriin vähimmäisetäisyyksille muihin rakenteisiin nähden. Taulukossa 1. on esitetty vähimmäisetäisyydet.

Taulukko 1. Hulevesiviemäriin sijainti muihin rakenteisiin nähden (InfraRYL, 2022, 31200:T2)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki (ilman lämmöneristettä)	1,0
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki, risteävä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	1,0
telekaapelit (suojaputkeen)	1,0
puut	2,5

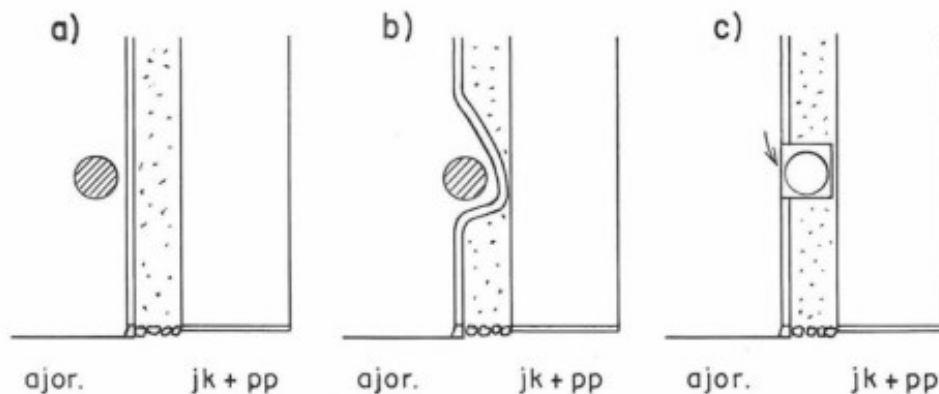
Hulevesikaivoja, joilla vedet kerätään kaduilta viemäriin, rakennetaan katualueelle siten, että kaivoja on yksi kappale 800–1000 m² kokoista aluetta kohti. Väliä kaivoilla ei tule olla 100 metriä enempää, jotta kadun pinnalla ja reunatuen vieressä virtaava vesimäärä ei kasvaisi kohtuuttomaksi. (RIL 124-2-2004, 2004, s. 481)

Kun hulevedet on kerätty kaivoilla viemäreihin, ne joko johdetaan laajempaan viemäriverkkoon tai vaihtoehtoisesti puretaan ojaan tai eroosiosuojattuun luiskaan. Hulevesikaivot suunnitellaan tavallisesti reunatuen viereen, reunatuesta muotoiltuun pussiin tai käytetään kitakaivoa, jolloin kaivo sijoitetaan reunatukilinjaan alla olevan kuvan 5. mukaisesti. Kaivoja ei tule sijoittaa ajourien kohdalle. Niillä teillä, joissa on riski epätasaiselle routimiselle, tulisi yleensäkin viemäri sijoittaa ajoradan ulkopuolelle, jolloin haitat routanousu- ja painumaeroista eivät ole niin suuria. Uudelleenpäällystykset tulee myös huomioida rakennevalinnoissa asentamalla kaivoihin teleskooppikansistot sekä sijainnit

katsoa siten, että uudelleenpäällystyksen yhteydessä kansistoa ei tarvitse siirtää.

(Liikennevirasto, 2013, ss. 62–63)

Kuva 5. Kaivon sijainti poikkileikkauksessa. Kohdassa a) kaivo on sijoitettuna ajoradan reunaan reunakiven viereen. Kohdassa b) reunakivestä on muotoiltu ”tasku”, jonne kaivo sijoittuu. Kohdassa c) on esitetty kitakaivo. (Liikennevirasto, 2013, s. 63)



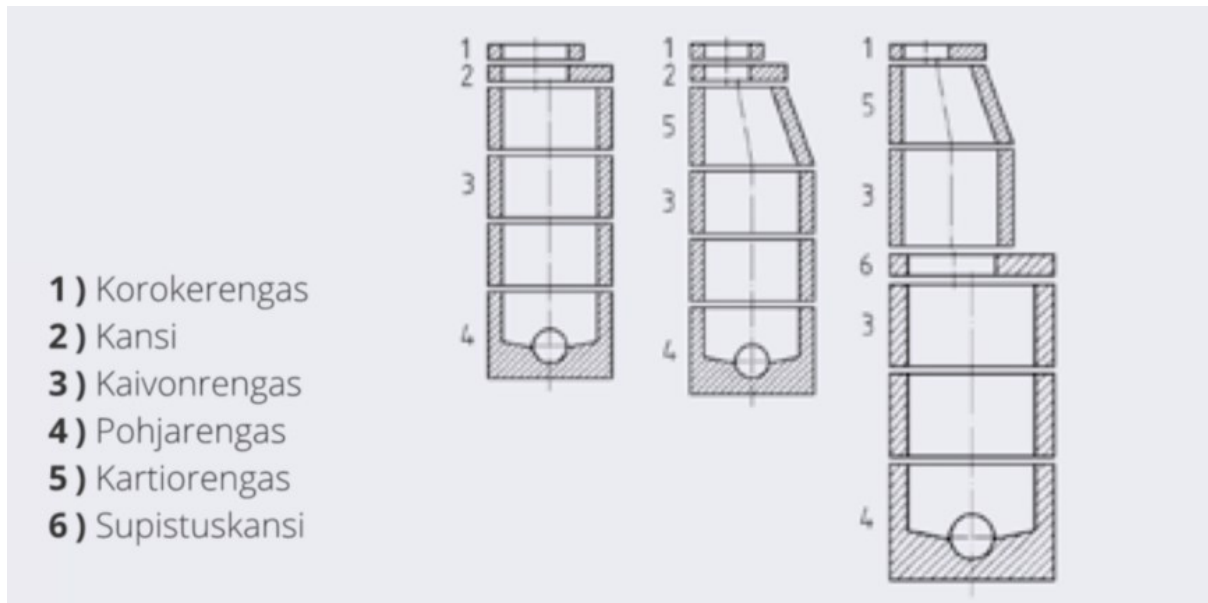
2.7 Betonikaivot

Betonikaivoissa käytettävien pohjaelementtien, kaivonrenkaiden ja korotusrenkaiden tulee täyttää voimassa olevien standardien SFS 7033 (Betoniputkilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot) ja SFS 7035 (Betonirenkailta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot) sekä Betoniputkinormit-julkaisun mukaiset vaatimukset. Käytettävät betonirengaskaivot kuuluvat Cr-lujuusluokkaan, jotka voidaan asentaa korkeintaan kymmenen metrin syvyyteen. Cr-lujuusluokka tarkoittaa vahvasti raudoitettua betonikaivoa. (InfraRYL, 2022, 31200.1.2.1)

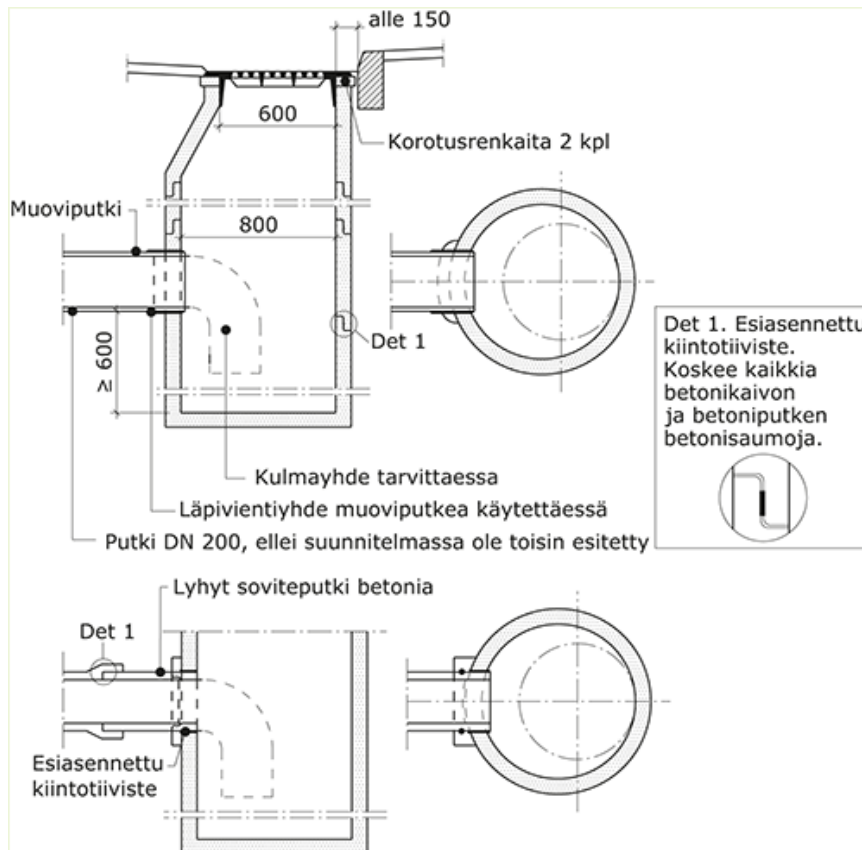
Betonisissa kaivoissa käytetään pääosin tehdasvalmisteisia elementtejä ja kaivonrenkaita. Pohjalta ylöspäin siirryttäessä kaivon osat muodostuvat pohjaelementistä eli pohjarenkaasta, jonka korkeus määräytyy kaivon liitettävien tulo- ja poistoputkien koon ja korkoerojen mukaan, kaivonrenkaasta, supistuskannesta tai kartiosta sekä korokerenkaista.

Kuvissa 6. ja 7. on esitetty erilaisia vaihtoehtoja kaivon rungoille. (Betoniteollisuus ry, 2017, s. 12)

Kuva 6. Betonikaivon rungon osat (Betoniteollisuus ry, 2017, s. 12)



Kuva 7. Esimerkki betonisesta hulevesikaivosta (InfraRYL, 2022, 31200:K3)



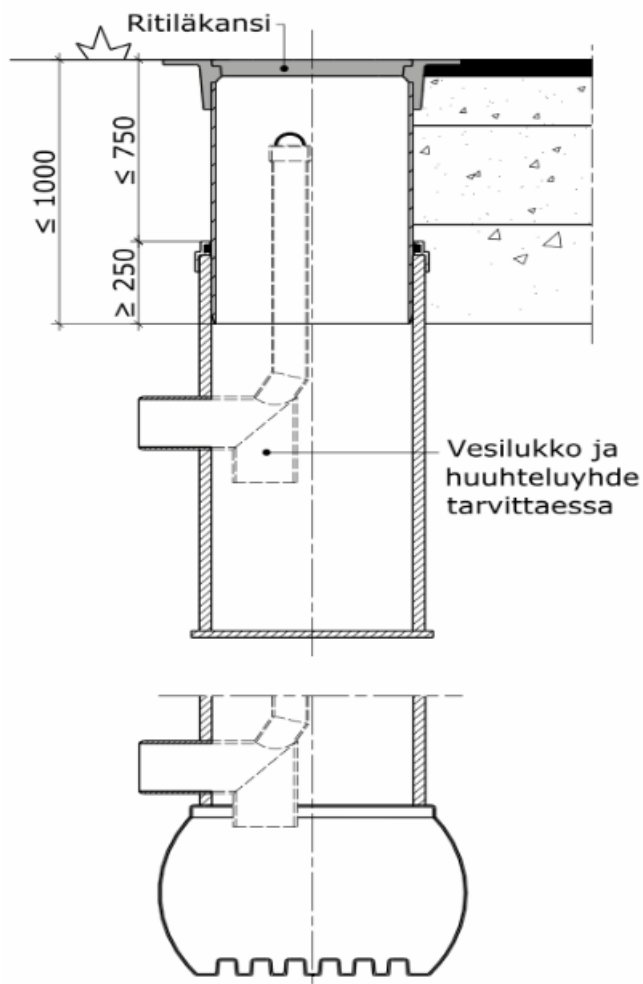
Betonikaivojen rakentamisessa periaatteena on käyttää mahdollisimman vähän kaivonrenkaita mutta kuitenkin niin, että saavutetaan suunniteltu korkeus ja kaltevuus. (InfraRYL, 2022, 31200.3.2.4)

Betonikaivojen asennus tapahtuu tasaiselle ja tiivistetylle alustalle. Kaivinkone tai autonosturi nostaa kaivon pohjarenkaan paikoilleen nostoraksien avulla ja apumies tarkastaa lopuksi vesivaa’alla pohjarenkaan pystysuoruuden. Tämän jälkeen nostetaan loput kaivonrenkaat yksitellen paikoilleen ja pystysuoruus varmistetaan vesivaa’alla. Ennen asennusta tiivisteiden ja asennettavan renkaan kunto tarkastetaan. Asennuksessa käytetään liukastetta, jotta kumitiiviste ei vaurioidu ja pysyy paikoillaan. Lopuksi asennetaan kansi ja korkoa säädetään haluttuun tasoon joko kaivon kannella tai erillisillä korokerenkailla. Ritiäkaivoihin laitetaan kuitukangas estämään maa-aineksen pääsy kaivoon täyttövaiheessa. (RATU 0447, 2019, s. 9)

2.8 Muovikaivot

Liikennöidyllä alueella käytetään muovikaivoja, jotka kaivon valmistaja on määrittänyt käytettäväksi kyseisillä alueilla. Kyseisissä kaivoissa kansistot välittävät kuormat päällysteeseen. Kuormien välittyminen kannesta kaivon alaosaan estetään teleskooppirakenteella, jonka pituus on enintään 1 m. Mikäli kaivo sijoittuu liikennealueen ulkopuolelle, teleskooppirakenne ei ole välttämätön riippuen suunnitelma-asiakirjojen vaatimuksista. Kaivojen tulee olla standardin SFS-EN 13598-2 (Muoviputkijärjestelmät maanalaiseen paineettomaan viemäröintiin. Osa2: Vaatimukset liikennealueilla ja syvissä maanalaisissa asennuksissa käytettäville viemärikaivoille.) mukaisia, jossa esitetään vaatimukset muovisille tarkastuskaivoille ja putkille liikennealueilla. (InfraRYL, 2022, 31200.1.2.2) Kuvassa 8. esitetty esimerkki muovisesta hulevesikaivosta.

Kuva 8. Esimerkki muovisesta hulevesikaivosta. (InfraRYL, 2022, 31200:K7)



2.9 Hulevesikaivot ja runkolinjan tarkastuskaivot Hämeenlinnassa ja Helsingissä

Huleveden kaivoissa yleisimmin käytetyt materiaalit ovat muovi ja betoni. Materiaalien käyttöä ohjataan yleisillä rakennusohjeilla ja standardeilla mutta lisäksi on kaupunki- ja vesilaitoskohtaisia ohjeita, jotka voivat poiketa yleisistä ohjeista. Hämeenlinnan alueella toimii vesilaitos Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy (HS-Vesi Oy). Helsingin kaupunki kuuluu Helsingin seudun ympäristöpalvelujen, HSY:n alueeseen.

Hämeenlinnassa vesilaitoksen ohjeistuksen mukaan huleveden runkolinjan tarkastuskaivoina käytetään sakkapesättömiä muovisia tai betonisia kaivoja riippuen siitä mikä on linjan putkikoko taulukon 2. mukaisesti. Putken halkaisijan ollessa 600 mm tai suurempi, käytetään betonisia putkiosia ja kaivoja ja pienempää putkikokoa käytettäessä runkolinjan tarkastuskaivot ja putket ovat muovisia. Hulevesikaivoina käytetään halkaisijaltaan 1000 mm betonikaivoa, jossa sakkapesän syvyys on vähintään 0,7 m ja tilavuus yli 500 litraa.

Hattulassa ja Akaassa käytetään ainoastaan muovisia halkaisijaltaan 560/500 mm olevia kaivoja hulevesikaivoina. Kyseisen kokoluokan kaivossa pohjaosa on halkaisijaltaan 560 mm ja kaivon yläosa eli teleskooppiosa on halkaisijaltaan 500 mm. Sakkapesän syvyys kaivossa on oltava vähintään 600 mm ja tilavuus 130 litraa. Hulevesikaivoissa kansistoina voidaan käyttää ritilä- tai kitakansistoa. (Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, 2017)

Taulukko 2. Huleveden runkolinjan tarkastuskaivot. (Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, 2017)

Linjan koko	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 200-315	muovi	560, 800 muovi
Ø 400-500	muovi	560,800 muovi
Ø 600-800	betoni	800, 1000 betoni
Ø 1000	betoni	1000 betoni

Helsingissä suunnittelussa minimikoko muoviselle hulevesilinjan putkikoolle on 315 mm ja tällöin runkolinjan tarkastuskaivoina voidaan käyttää 560/500 mm muovikaivoa tai 800 mm betonikaivoa taulukon 3. mukaisesti. Betonisissa linjoissa minimikoko on 300 mm ja tarkastuskaivot ovat betonia. Yli 600 mm linjoissa kaivokoko on 1000 mm ja pienemmällä

putkikoolla voidaan käyttää 800 mm kaivoja. Hulevesikaivoissa materiaalina käytetään liikennöidyllä alueella aina ensisijaisesti betonisia kaivoja, joiden minimikoko on 800 mm. Sakkapesän tilavuus tulee olla vähintään 300 litraa. Taulukossa 4. on esitetty hulevesikaivojen materiaali ja mittavaatimukset. Kansistoina käytetään kita- tai ritiläkansistoja mutta puistoalueilla voidaan käyttää myös kupukansia. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019, s. 16)

Taulukko 3. Huleveden tarkastuskaivojen minimikoot Helsingissä. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019, s. 16)

Linjan koko [mm]	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 315	muovi	Ø 560/ 500 PE tai Ø 800 B/EK-Cr
Ø 300 – 600	betoni	Ø 800 B/EK-Cr
Ø 800	betoni	Ø 1000 B/EK-Cr

Taulukko 4. Hulevesikaivojen mitat ja materiaalit Helsingissä. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019, s. 16)

Kaivon koko [mm]	Materiaali	Huom.
Ø 800/500	PE	teleskooppikaivo
Ø 800	B/EK-Cr	sakkapesän syvyys ≥ 0,6 m

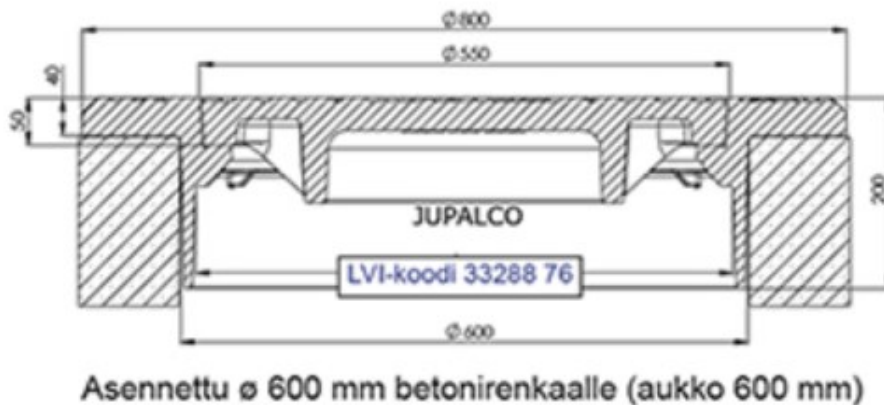
2.10 Kansistot

Kansistoja on tehty erilaisille kuormituksille ja kuormitukset määrittelevät kansiston käytön suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Kansistojen valmistusta ja testausta ohjaa standardi SFS-EN 124 (Sadevesi- ja tarkastuskaivojen kansistot ajoneuvo- ja jalankulkualueille. Rakennevaatimukset, testaukset, merkinnät, laadun tarkastus). Liikennöidyllä alueelle kansistojen kuormituskestävyys tulee olla D400, eli tarkoitetaan kansistoa, joka kestää 400 kN kuorman. Liikennealueen ulkopuolisilla alueilla käytetään vähintään D250 (250 kN) kansistoja. Kitakaivoissa kansiston vaatimuksena on, että kansisto kestää auran kolhaisut. Mikäli alueen käyttöön liittyy erittäin raskaita kuormituksia, tulee kaivon kansistojen kuormituskestävyys suunnitella erikseen. Tällaisia alueita on esimerkiksi lentokentät ja terminaalit. Mikäli ihmisen täytyy päästä laskeutumaan kaivoon, esimerkiksi

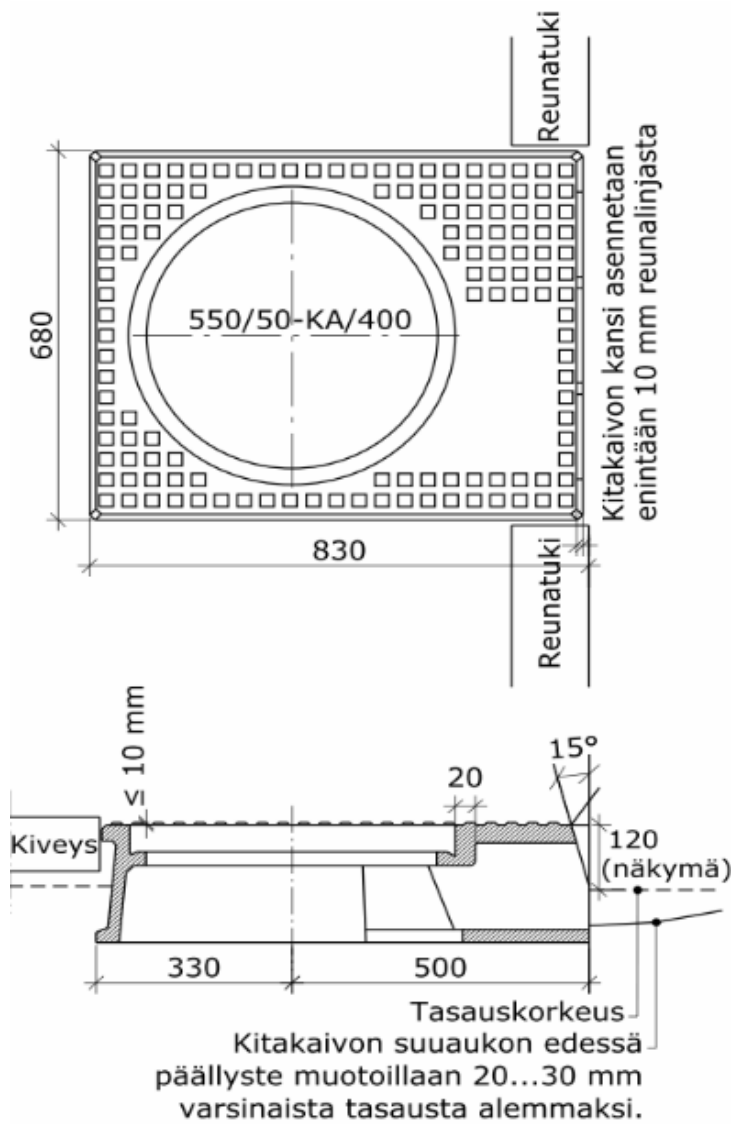
huoltotoimenpiteiden yhteydessä, vapaan aukon tulee olla vähintään 500 mm halkaisijaltaan. (InfraRYL, 2022, 31200.1.2.3)

Alueella, joka on liikennöity sekä päällystetty, kansiston tulee olla kelluvaa mallia, jossa päällysteellä tuetaan kehyksen reuna. Kansistoa täytyy olla mahdollisuus säätää kadun kallistuksen mukaan. Kansistot ovat yleensä pyöreitä muovi- ja teräskaivoissa mutta kiveysalueilla voidaan käyttää suorakulmaisia kehyksiä. Asfalttipäällysteisellä alueella kehyksen ulkoreuna on viistetty. Kuvassa 9. on esitetty ritiläkansisto ja kuvassa 10. kitakansisto. Mikäli suunnitelma-asiakirjoissa on erikseen määritelty, voidaan niille osoitetuilla paikoilla käyttää myös ritiläkansia, jotka ovat malliltaan kupolimaisia (kuva 11.) tai kourumaisia. Lisäksi voidaan käyttää myös kitakaivotyypistä kansisto, joka asennetaan reunatuokilinan yhteyteen. (InfraRYL, 2022, 31200.3.2.8)

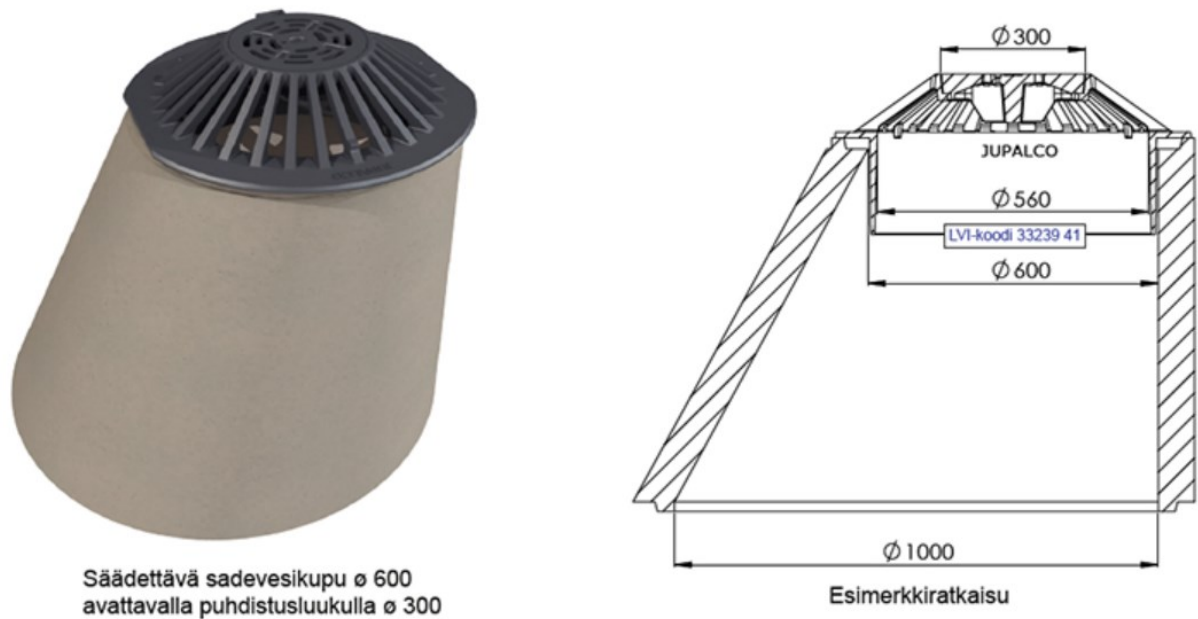
Kuva 9. Valurautainen ritiläkansisto betoniselle kaivolle. (Jupalco Oy, 2023)



Kuva 10. Esimerkki valurautaisesta kitakansistosta betoniselle kaivolle. (InfraRYL, 2022, 31200:K11)



Kuva 11. Kupukansisto betoniselle kaivolle. Kansistotyyppiä käytetään esimerkiksi puistoalueilla. (Jupalco Oy, 2023)



3 Hulevesikaivon valinta

Tutkimuksessa on selvitetty hulevesikaivon valintaan liittyviä tekijöitä ja valinnan vaikutuksia eri osapuolille. Vertailukaupunkeina ovat Helsinki ja Hämeenlinna. Tutkimuksessa on haastateltu asiantuntijoita eri organisaatioista rakennuttamisen, suunnittelun, urakoinnin ja kunnossapidon yksiköistä. Haastateltavilta on saatu lupa julkaista heidän nimensä tässä opinnäytetyössä. Haastateltavia ovat:

- Jere Takala, Hämeenlinnan kaupunki, rakennuttajapäällikkö (rakennuttaminen)
- Marja Mänty, Hämeenlinnan kaupunki, kunnallistekniikan suunnittelija (suunnittelu)
- Olli Hakala, WSP Finland Oy, maisema-arkkitehti/projektipäällikkö (suunnittelu)
- Esa Ränkman, Harjavallan kaupunki, kunnallistekniikan suunnittelija (suunnittelu)
- Toni Hanka, Tieluiska Oy, työmaapäällikkö (urakointi)
- Juha Sinkko, Peab Industri Oy/Peab Asphalt, myyntipäällikkö (urakointi)
- Jari Korhonen, Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara, työmaapäällikkö (kunnossapito)

- Markus Lahtinen, Hämeenlinnan kaupunki, vastaava kunnossapitomestari (kunnossapito)
- Aleksi Koivuniemi, Hämeenlinnan kaupunki, kunnossapitomestari (kunnossapito)

Tutkimuksessa on mainittu esimerkkitapahtumana Hämeenlinnassa Ahvenistontielle käynnissä oleva Ahvenistontien muutokset -kadunrakennushanke. Haastateltavista kunnallistekniikan suunnittelija Esa Ränkman on ollut Ahveniston hankkeen suunnittelutyössä mukana silloisen työnantajansa Ramboll Finland Oy:n palveluksessa.

3.1 Rakennuttajan rooli valinnassa

Rakennuttajana Hämeenlinnan kaupunki käyttää suunnittelussa kaupungin omia kadun- ja kunnallistekniikan suunnittelijoita sekä ulkopuolisia konsultteja rakennushankkeissa, riippuen siitä, mitkä ovat resurssit kulloinkin. Kaupungilla ei ole omia rakennesuunnittelijoita, geoteknikkoja eikä taitorakennesuunnittelijoita, jolloin niitä tarvittaessa täytyy suunnittelu ostaa palveluna ulkopuolelta. Toisinaan myös omat suunnittelijat ovat sidottu työtehtäviinsä siten, että joudutaan ulkoistamaan suunnittelua. Rakennuttajana suunnitteluun mennään yleensä mukaan, kun kohteesta on tehty suunnitelmaluonnoksia tai yleispiirustuksia. Riippuen hankkeesta, joskus päästään mukaan osaksi suunnittelua vasta siinä vaiheessa, kun hankkeesta on tehty esikopiosarjat, jotka voivat olla jo käytännössä valmiit suunnitelmat. Hankkeen monimutkaisuus tai tavanomaisuus vaikuttaa suunnitteluun osallistumiseen. Rakennuttajana puututaan suunnitelmissa lähinnä työtekniisiin seikkoihin. Esimerkkinä näistä ovat rakennusmateriaalit ja niiden valinta, joita suunnitelmissa korjataan. Jos putkikoko mahdollistaa muoviputken käytön betoniputken sijaan, päädytään usein muoviin sen nopean, helpomman ja edullisemman asentamisen vuoksi. Näitäkin kuitenkin aina katsotaan tapauskohtaisesti, sillä joskus betoniputken käyttö voi kokonaisuus huomioiden olla järkevämpää. Visuaalisiin seikkoihin suunnitelmissa rakennuttajana ei juurikaan oteta kantaa. Hämeenlinnan kaupungilla on käytössä oma epävirallinen kaupunkikuvaryhmä, joka koostuu kaupungin suunnitteluyksikön henkilöstöstä mm. arkkitehteistä ja vihersuunnittelijoista. Se päättää suunnittelussa visuaalisista yksityiskohdista ja estetiikan laatutasosta. Kaupunkikuvaryhmään ei kuulu päättäjiä, ja siinä mielessä päätökset eivät ole ns. virallisia. Mikäli suunnittelusta on

annettu toimeksianto ulkopuoliselle konsultille, määrätään kaupungin sisällä toimeksiannolle vetäjä, jonka kautta suunnittelun ohjaus hoidetaan keskitetysti. (Takala, J., henkilökohtainen tiedonanto, 2.2.2023)

Materiaalivalinnassa hulevesikaivojen osalta Hämeenlinnassa on päädytty käyttämään betonisia kaivoja niiden mahdollistaessa suuremman sakkapesän, jolloin tyhjennysväliä saadaan pidemmäksi. Lisäksi on käsitys, että betonikaivot kestävät paremmin huoltotoimenpiteitä. Runkolinjan tarkastuskaivoina käytetään pääsääntöisesti muovisia kaivoja, koska ne ovat edullisia ja ne katsotaan riittävän kestäviksi tarkoitukseensa. (Takala, J., henkilökohtainen tiedonanto, 2.2.2023)

Hämeenlinnassa kitakaivoja on muutamia keskustan alueella mutta pääsääntöisesti on käytetty rutiläkaivoja hulevesikaivoina. Tähän on yleisesti näkemys kunnossapitoa ajatellen, että kitakaivoihin päätyy enemmän kiintoainesta kadulta suurten rutiläaukkojen vuoksi. Lisäksi rutiläkantisten kaivojen kunnossapito ajatellaan mahdollisesti olevan helpompaa kuin kitakaivojen. Rakennussuunnittelun näkökulmasta rutiläkantisen kaivon asennustoleranssi on lisäksi kitakaivoa sallivampi, ja rutiläkaivoa käyttämällä halutaan varmistaa, että saadaan toimivampi lopputulos. Ahvenistolla käynnissä olevaan kadunrakennushankkeeseen liittyviin hulevesikaivoratkaisuihin ei ole rakennuttajana otettu kantaa ja syytä runsaalle kitakaivojen käytölle rutiläkantisten kaivojen sijaan hankkeessa ei varsinaisesti ole rakennuttajalla tiedossa. (Takala, J., henkilökohtainen tiedonanto, 2.2.2023)

Hämeenlinnassa hulevesien kanssa haasteellisia paikkoja ovat esimerkiksi herkästi tulvivat alikulkukäytävät, joista vesi johdetaan pumppaamon kautta viettoviemäriin ja sieltä se päätyy ennen pitkää takaisin samaan alikulkukäytävään. Tällaisia ongelmia on tiedossa ja niitä pyritään saamaan kuntoon. Lisäksi keskusta-alueella on suuria korkeuseroja katujen välillä, joten kovilla rankkasateilla linjat täyttyvät ja vesi pääsee tulvimaan kiinteistöjen kellaritiloihin. Lisäksi korkeuserojen takia osa rutiläkaivoista on huomattavasti alempana runkolinjaan nähden, joka pahentaa tilannetta rankkasateilla ja tulviminen nostaa kansistoja pois paikoiltaan. Keskusta-alueella viemäreiden riittämätön kapasiteetti aiheuttaa ongelmaa. (Takala, J., henkilökohtainen tiedonanto, 2.2.2023)

3.2 Kaivon valinta suunnittelussa

WSP Finland Oy:n maisema-arkkitehti ja projektipäällikkö Olli Hakalan mukaan viime aikoina on ollut havaittavissa, että tilaajan suunnittelusta vastaavan lisäksi myös itse rakennuttaja on enemmän mukana suunnittelussa jo suunnittelun alkuvaiheessa, aiempaan verrattuna. Suunnittelun ohjauksen määrä ja tarve riippuu useimmiten rakennuttajasta/tilaajasta sekä suunnittelijoiden kokemustasosta. Mitä kokeneempi suunnitteluporukka on, ohjauksen tarve on vähäisempää ja konsultti pystyy muun muassa antamaan enemmän ehdotuksia suunnitelmiin. Toisaalta suunnitteluporukan ollessa kokemattomampi saattaa ohjauksen tarvekin olla suurempi ja tällöin kokeneen tilaajan ollessa kyseessä, tämä voi osallistua suunnittelun ohjaukseen enemmän. Joskus tilaajan toimesta otetaan kantaa suunnitelmiin jopa hyvin yksityiskohtaisella detaljitasolla, esimerkiksi piirustuksen kirjainfontin tarkkuudella. Suunnittelun aikataulu voi myös olla niin tiukka, että suunnitelmissa otetaan kantaa ainoastaan merkittäviin asioihin ja tällaisessa tilanteessa detaljit saattavat jäädä pienemmälle huomiolle. (Hakala, O., henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2023)

Kaupungeilla ja vesilaitoksilla on omia ohjeita, joita huomioidaan suunnittelussa. Ohjeissa on määritelty esimerkiksi hulevesikaivojen materiaalit ja sijoittelu katualueella. Suunnittelua Helsingin kaupungin hankkeissa ohjaa myös työselostuspohja, jonka tilaaja toimittaa suunnitteluun. Työselostuspohjaan on ajan myötä sisällytetty katulitteroituja ja siinä on hyvin laajalti kadunrakentamiseen liittyviä kaupungin käytäntöjä ja ohjeita. Työselostusta muokataan hankekohtaisesti. Toki myös yleiset suunnitteluohjeet mm. InfraRYL ovat tärkeänä ohjenuorana suunnittelussa. (Hakala, O., henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2023)

Kaupungin omat ohjeet ja HSY:n verkostosuunnitteluohjeet ohjeistavat materiaalien käytössä. Helsingissä käytetään hulevesikaivoina liikennöidyillä alueilla betonisia kaivoja ja niistä on pitkä käyttökokemus. Betonin myös yleisesti ajatellaan olevan kestävämpi, kuin muovin. (Hakala, O., henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2023)

Helsingissä käytetään hulevesikaivoina sekä ritilä, että kitakaivoja. Kitakaivoja on käytetty jo pitkään ja katukuvasta löytyy jopa ”antiikkisia” malleja alla olevan kuvan 12. mukaisesti. Kitakaivoja suositellaan Helsingissä käytettäväksi pääkaduilla ja niillä väylillä, joissa kulkee

paljon bussiliikennettä. Kitakaivo sijoittuu reunatukilinjaan, jolloin kaivoon ei kohdistu liikennekuormaa eli dynaamista rasitusta. Kitakaivot ovat myös nousseet esiin kevyen liikenteen kautta. Pyöräilijät pääkaupunkiseudulla kritisoivat herkästi katuratkaisuja ja esimerkiksi kaivoja ei haluta pyöräkaistoille ollenkaan. Ritoläkantiset kaivot voivat olla haitaksi ajettaessa kapeilla pyöränrenkailla. Kitakaivo voi tällaisissa tapauksissa olla parempi ratkaisu ja toimii hyvänä vaihtoehtona. Ritiläkaivo ratkaisuna yleensä koetaan hyväksi ja varmaksi ratkaisuksi jo asennuksenkin näkökulmasta, sillä se on pitkään ollut käytössä ja monelle hyvin tuttu. On kuitenkin hyvä, että vaihtoehtoisia ratkaisuja löytyy, jotka tukevat toisiaan. Lisäksi yhtenä vaihtoehtona kahdelle edellä mainitulle kansistolle on niin sanottu hybridikansisto, joka asennetaan reunakivilinjaan ja siinä on kidan lisäksi myös ritilä, joka asemoituu reunakiven viereen kadun puolelle. (Hakala, O., henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2023) Esimerkki hybridikansistosta on esitetty kuvassa 13., joka on kitakaivon ja ritiläkaivon yhdistelmä. Sitä voidaan käyttää, esimerkiksi saneerauskohteessa kaivon osuessa keskelle reunakivilinjaa, jolloin kitakansiston tai ritiläkansiston asentaminen ei onnistu ja kaivon siirtäminen ei ole mahdollista. Kansisto asettuu keskelle kaivon aukkoa.

Kuva 12. Osin luonnonkivistä työstetty kitakaivo 1900-luvun alkupuolelta Helsingissä Töölön kaupunginosassa. (Google Maps, n.d.)



Kuva 13. Kuva Hybridikansisto, jossa kidan lisäksi ajoradalle sijoittuva ritilä. (Saint-Gobain PAM Finland Oy, n.d.)



Hämeenlinnan kaupungin kunnallistekniikan suunnittelijan Marja Männyn mukaan betonin käyttö kaivomateriaalina hulevesikaivoissa Hämeenlinnassa juontaa juurensa ajassa kauas taaksepäin ja kunnossapidolliset asiat ovat syynä niiden käyttöön. Betonikaivo mahdollistaa suuremman sakkapesän ja lisäksi ne koetaan muovista kestävämmäksi. (Mänty, M., henkilökohtainen tiedonanto, 9.2.2023)

Hämeenlinnassa valtaosa suunniteltavista kohteista on reunakivettömiä tonttikatuja, jolloin myöskään kitakaivoja ei voida käyttää. Tonttikaduille lähtökohtaisesti ei reunakiviä laiteta, mikäli se ei ole kadun kuivatuksen kannalta oleellista. Tällaisesta voidaan mainita esimerkkinä tapaus, jossa rinteessä olevan kadun alapuoliselle tontille hulevesien valuntaa ei ilman reunakiveä pystytä estämään. Vesien ohjaaminen painanteisiin ja sitä kautta hitaasti kaivoihin, helpottaa hulevesiverkkoa verrattuna siihen, että vesi liikkuu vauhdikkaasti asfaltin pintaa pitkin kaivoon. (Mänty, M., henkilökohtainen tiedonanto, 9.2.2023)

Kun käytetään graniittista reunakiveä betonisen liimakiven sijaan, kitakaivon käyttö on aina yksi vaihtoehto hulevesikaivoksi. Kitakaivojen käyttö voisi olla suotavaa erityisesti graniittireunakivetyillä pääkaduilla, joissa on puukujanteet, sillä kitakaivo ei tukkeudu samalla tavoin puiden lehdistä, kuin ritiläkaivo. Jos katu on hyvin kapea, ajoradalle sijoittuva ritiläkaivon yli ajetaan jatkuvasti, jolloin kitakaivo voisi olla vaihtoehtona parempi. Kitakaivon kansisto on jonkin verran kalliimpi mutta kaivojen valinnassa suunnittelun lähtökohtana on

aina toimivuus. Kustannustehokkuus kuitenkin toki huomioidaan mutta kaivon kansistojen osuus hankkeen kokonaiskustannuksista on hyvin pieni. Hämeenlinnassa on aikoinaan päädytty käyttämään kaduilla pääsääntöisesti ritiläkantisia kaivoja mutta mitään selkeää yksittäistä syytä tähän ei ole tiedossa. Oletetusti linjaus on alun perin ollut lähtöisin kunnossapidon puolelta. (Mänty, M., henkilökohtainen tiedonanto, 9.2.2023)

Suunnittelussa haasteeksi muodostuu usein erityisesti saneerauskohteissa lähtöaineiston epätarkkuus. Esimerkiksi vanhojen kaukolämpöputkien sijainti saattaa poiketa usealla metrillä mitä kartassa on näytetty. Tarkkojen suunnitelmien tekeminen niiden pohjalta on hyvin haastavaa. Kun suunnitelmista ei pystytä tekemään kovinkaan tarkkoja, tästä voi aiheutua rakennusvaiheessa kustannuksia lisä- ja muutostöiden lisääntyessä. (Mänty, M., henkilökohtainen tiedonanto, 9.2.2023)

Kadun kuivatuksen suunnittelussa huomioidaan viemäriverkkosuunnitelma ja pinnantasaussuunnitelma. Ne toimivat yhdessä ja ovat suunnitelmakuvina tärkeitä työkaluja suunnittelijalle. Niiden avulla voidaan suunnitella toimiva kuivatus. (Ränkman, E., henkilökohtainen tiedonanto, 10.2.2023)

Haasteena ahtaassa kaupunkiympäristössä kadun pinnan alla olevat vanhat olemassa olevat rakenteet, esimerkiksi isot putkistot ja kaapelit, jolloin kaivon sijoittaminen voi hankaloitua. Reunakivilinjan kohdalla saattaa olla tekniikkaa, joka estää kitakaivon sijoittamisen, jolloin päädytään käyttämään ritiläkaivoa tai toisinpäin. Mikäli kaivon sijaintia ei pystytä muuttamaan, voidaan joskus joutua käyttämään, esimerkiksi matalaa sakkapesätöntä kaivoa, tai hulevesikaivon sijaan veden johtaminen pois toteutetaan muilla keinoin. (Ränkman, E., henkilökohtainen tiedonanto, 10.2.2023)

Hämeenlinnassa Ahvenistontien kadunrakennushankkeessa, josta liitteessä 1 esitettynä pinnantasaussuunnitelman osa, on ollut lähtökohtana käyttää hulevesikaivoina kitakaivoja aina kun se on mahdollista ja järkevää. Syynä tähän on ollut vilkkaan linja-autoliikenteen reitti ja sen huomioiminen. Kaivojen kansistot on haluttu pois ajoradalta mahdollisuuksien mukaan. Ajoradalle sijoitetut kaivot alkavat ajan myötä kolistaa raskaiden ajoneuvojen ajaessa päältä usein, jolloin tulee ympäristölle mm. meluhaittaa. Ritiläkaivoja on käytetty

Ahvenistontien hankkeessa, mikäli kitakaivoa ei ole ollut järkevää tai mahdollista laittaa, esimerkiksi pinnantasauksellisista syistä tai olemassa olevien rakenteiden vuoksi.

Pinnantasauksesta johtuvia syitä ovat mm. erottelukaistat jalkakäytävän ja ajoradan välissä, joissa on jyrkkä sivukaltevuus, jolloin kitakaivon sijoittaminen voi olla hankalaa. (Ränkman, E., henkilökohtainen tiedonanto, 10.2.2023)

3.3 Kaivon materiaalin vaikutukset urakointiin ja kunnossapitoon

Kaivon rakennusmateriaalina muovi mahdollistaa helpon siirrettävyyden ja liikuteltavuuden. Kaivoja pystytään siirtämään, esimerkiksi yksitellen peräkärryllä tai useampia kaivoja kuorma-autolla, eikä nostamiseen tarvita kaivinkonetta tai nosturia. Muovikaivojen asennusvaiheessa kaivon siirtäminen paikalleen on helpompaa ja asennustyö lähtökohtaisesti nopeampaa ja näin ollen myös kustannustehokasta. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Varastoimisessa muovi materiaalina kuitenkin vaatii suojaamista sään vaikutuksilta, sillä esimerkiksi pitkän ajan auringolle altistumisen seurauksena muovin ominaisuudet heikkenevät. Betoni sen sijaan kestää hyvin sään vaihtelut ja kaivoja voidaan myös varastoida oman lujan kantavuutensa ansiosta myös päällekkäin, jolloin varastotilaa säästyy. Betonikaivojen siirtelyssä tarvitaan kuitenkin raskaampaa nostokalustoa. Tämä aiheuttaa myös logistisen haasteen urakoitsijalle, sillä siirtotyöhön tulee varsinaisesta rakennustyöstä irrottaa resursseja ja riippuen varastoalueen sijainnista, joskus siirtoa varten täytyy varata erillistä kalustoa. Varastoinnissa on kuitenkin huomioitava, että työmaa itsessään määrittelee, miten varastointi voidaan toteuttaa. Jollain työmaalla varastoaluetta on paljon ja lähellä mutta toisinaan taas varastointi on vaikea toteuttaa. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Muovikaivojen nopean asentamisen varjopuolena on, että useimmiten nopeuden kasvaessa myös asennukseen liittyvät virheet kasvavat. Muovikaivojen läheisyydessä tiivistäminen tulee tehdä varoen ja huolellisesti muovin ollessa herkempi materiaali ja joskus tiivistystyö voi jäädä puutteelliseksi. Tämä voi vaikuttaa kaivon pystysuoruuteen sekä näkyy painumina päällysteessä kaivon ympärillä. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Kaivot asennetaan paljon aiemmin kuin reunakivet ja muut pintarakenteet. Mikäli kaivon sijainti havaitaan esimerkiksi reunakiviasennuksen yhteydessä virheelliseksi ja kaivon sijaintia pitää nopeasti korjata jälkikäteen, voi muovikaivon siirtäminen olla mahdotonta. Muovikaivon sivuttainen siirtäminen kaivon rakenteen vuoksi ei onnistu, ellei kaiva koko kaivoa pohjaa myöten esiin. Tämä on toimenpiteenä usein hyvin hankala toteuttaa ilman laadullisia puutteita lopputuloksessa. Betonikaivoissa on käytössä kartio tai tasakansi, jotka ovat epäkeskoja, jolloin niitä kääntämällä pystytään sijaintia säätämään jonkin verran ilman suurempaa kaivuutyötä. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Kaivojen materiaaleja verrattaessa muovikaivoissa on selkeästi useammin huomautettavaa/reklamoitavaa. Muovikaivot valmistetaan kaivokorttien mukaan, jossa ilmoitetaan kaivon tiedot. Kaivojen valmistus ja toimitus tehtailta on nopeaa mutta myös puutteita kaivoissa on havaittu useammin. Esimerkiksi kaivojen pituudet eivät ole oikein tai putkien läpiviennit kaivoissa ovat vääräkokoisia. Betonikaivoissa vastaavanlaista ongelmaa ei ole samassa määrin havaittu kaivojen noudattaessa enemmän standardikokoja. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Päällystystyössä kaivon kansistot nostetaan murskepinnalta asfaltin tasoon muovikaivoissa teleskoopin avulla ja betonikaivoissa korotusrenkaita/kelluvaa kansistoa käyttämällä. Päällystystyössä kaivojen nosto tehdään pääsääntöisesti käsityökaluja käyttämällä miesvoimin, sillä useimmiten ei ole mahdollisuutta ja resursseja järjestää, esimerkiksi kaivinkonetta apuun. Ongelmana työskentelyssä on usein myös tilanpuute, joka estää työkoneneen käytön kansiston nostossa. Mitä pidempi teleskooppi on kyseessä, sen vaikeampaa kansiston nostaminen on. Lisäksi teleskoopin ympärystäytössä käytettävän kiviaineksen raekokoon tulisi kiinnittää huomiota. Teleskoopin ympärystäyttö tulisi aina tehdä hienorakeisella kiviaineksella, jolla teleskoopin säädeltävyys helpottuu. Usein tämä ei kuitenkaan toteudu. Kadun rakennekerroksissa käytetty karkea kiviaines kiilautuu kiinni teleskooppiin, hankaloittaen kansiston nostamista. Betonikaivojen korotus renkailla ja kelluvalla kansistolla taas on huomattavasti helpompaa. Päällystystyön näkökulmasta betonikaivot ovat huomattavasti parempia työstää. Kansistojen nostaminen päällysteen tasalle on merkittävin yksittäinen työtapaturmia aiheuttava riskitekijä päällystystyössä ja se

näkyv mm. venähdysvammoina työtaturmatilastoissa. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Kunnossapitopäällystyksen yhteydessä kaivon kansistoa tulee laskea jyrsimen tieltä 50 mm alaspäin. Muovikaivon teleskoopin painaminen alaspäin on hyvin haastavaa. Jos teleskoopillisia kaivoja on useampia, ne yleensä jätetään pintaan ja jyrsimellä otetaan niin läheltä kaivoa kuin uskalletaan. Tämän jälkeen piikataan kaivon ympäriltä. Betonikaivon kohdalla sen sijaan kansiston laskeminen on yksinkertaisempaa ja nopeampaa. Otetaan kansisto pois, poistetaan korokerengas ja lasketaan kansisto paikalleen. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Helsingin kaupungilla on linjaus, että kaikki katualueelle sijoitettavat kaivot ovat betonisia. Muovisia kaivoja ei lähtökohtaisesti käytetä liikennöidyllä alueella. Kaivon materiaalilla itsessään ei kunnossapidon toimenpiteisiin ole olennaista vaikutusta. (Korhonen, J., henkilökohtainen tiedonanto, 30.1.2023)

Hämeenlinnan kunnossapidon kokemuksen mukaan kaivomateriaalilla ei lähtökohtaisesti ole vaikutusta huoltotoimenpiteiden suorittamiseen. Muovisien kaivojen kohdalla on kuitenkin havaittu enemmän laadullisia ongelmia, esimerkiksi kansistojen painumisena asfaltoidulla kadulla. Muoviset kaivon teleskooppiosat painuvat, etenkin jos tiivistäminen on jäänyt puutteelliseksi. Tämä aiheuttaa kansiston kolahtelua ajoneuvon ajaessa päältä, joka aiheuttaa meluhaittaa ja samalla kansisto voi vaurioitua. Betonikaivon kansistot sen sijaan eivät pääse samalla tavoin painumaan. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023)

3.4 Kaivotyyppin valinnan vaikutukset urakointiin

Erot rutilä- ja kitakantisen kaivon asennuksessa urakoitsijan näkökulmasta ovat suhteellisen pieniä. Kaivon rungon ollessa samanlainen molemmissa, eroten ainoastaan kansiston osalta, asennustyö itsessään on hyvin samanlainen. Kitakaivon asennuksessa ja paikalleen mittaamisessa tulee huomioida lisäksi jälkeenpäin asennettava reunakivi, jolloin mittaustarkkuus korostuu. Tosin myös rutiläkaivo tulee saada sijoittumaan mahdollisimman

lähelle reunakiveä, jotta se toimii hyvin ja vesi lopulta löytää kohteeseensa. Onnistuneen lopputuloksen kannalta oleellista on, että kaikkien osapuolien työt tehdään ammattitaitoisesti ohjeiden mukaisesti, mukaan lukien päällystys- ja kivityöt. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Päällystystyön kannalta työn suorittaminen kitakaivon ollessa kyseessä, toimenpiteet kaivojen kohdalla ovat huomattavasti vähäisemmät. Itse kansistoon ei tarvitse koskea ollenkaan asfaltin pohjatöissä ja päällystysvaiheessa. Kitakaivojen kanssa työskentely on huomattavasti nopeampaa rutiläkaivoihin verrattuna. Vaikka pituuskaltevuus kadulla olisi vaatimaton, sivukaltevuutta useimmiten kadulla riittää ja hulevedet on näin helppo saada ohjautumaan reunakiveä kohti. Pinnan muotoilu on helpompaa ja varmempaa kaivon ollessa reunakivilinjassa, jolloin hulevesien hyvä ohjautuminen kaivoon on todennäköisempää.

Käsin tehtävää työtä on rutiläkaivon kohdalla paljon enemmän. Rutiläkaivon kansisto on nostettava oikeaan korkoon ja päällyste asennetaan kehyksen alle käsin. Rutiläkaivon kansiston sijainti reunakivilinjaan nähden on oltava kunnossa, jotta hulevedet saadaan ohjautumaan kaivoon. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

3.5 Kokemukset hulevesikaivoista urakoinnissa ja kunnossapidossa

Suunnitelmista tehdään toisinaan hyvin tarkkoja ja niissä ei juuri joustovaraa löydy. Kun kadun pinnan kallistukset ovat vaatimattomia, huleveden ohjaaminen rutiläkaivoihin saattaa muodostua haastavaksi. Vaikka kaivo olisi asennettu täsmälleen suunniteltuun korkoon saattaa päällystysten jälkeen sateella huomata, että vesi lätäköityy kaivon ympärille, kun ympäröivä asfaltti on muodostanut ns. ”purseen” eli päällyste on koholla kaivon kehyksen ympärillä. Lätäköitynyt vesi jäätyessään aiheuttaa riskejä loukkaantumiselle erityisesti kevyen liikenteen väylillä. Tilanne on korjattavissa, esimerkiksi jyrkimällä asfalttia jälkikäteen mutta tämän jälkeen jää esteettinen ja mahdollisesti toiminnallinen haitta kadun pintaan. (Hanka, T., henkilökohtainen tiedonanto, 13.2.2023)

Useasti päällystystyössä havaittu ongelma on vinoon asennetut kaivot, jolloin myös kansistot ovat päällysteeseen nähden vinossa ja kansiston reuna jää koholle. Päällysteen muotoilu ja

kaadot voivat olla hyvin hankalia toteuttaa ja lisäksi kaivoon voi kohdistua rasitusta, joka rasittaa kaivon runkoa tai jopa vaurioittaa sitä. Kaivojen asennuksissa on tärkeää varmistaa, että kaivo on asennettu suoraan, tai voimakkaasti kaltevalla kadulla kaivot olisi asennettu pinnan kaltevuuden mukaan, esimerkiksi pohjasta viistoon muotoiltuja kaivoja käyttämällä. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Erityisesti Helsingissä viiksikaivojen sijoittuminen kadunvarsipysäköintipaikkoihin aiheuttaa haasteen kunnossapidolle. Kaivot pyritään sijoittamaan kohtaan, jossa kunnossapito on helpompaa mutta vanhemmilla alueilla tämä ei välttämättä toteudu.

Kadunvarsipysäköintipaikat ovat yleensä autoja täynnä, jolloin esimerkiksi kaivojen sakkapesien tyhjentäminen voi olla hankalaa. Autojen poissaamiseksi alueelta huoltotoimenpiteitä varten voidaan käyttää siirtokehotusmenettelyä, mutta aikaa menettelyssä kuluu kaksi vuorokautta ennen siirtokehotuksen voimaan tuloa ja tällaista toimenpidettä harvemmin halutaan tehdä yhden tai kahden kaivon takia.

Aikoinaan saatavuusongelmien takia jouduttiin hankkimaan materiaalia toimittajilta, joiden kansistot eivät olleet olleet aiemmin käytössä ja kansien paksuus saattoi poiketa aiemmasta. Kun kaivojen kansia piti myöhemmin vaihtaa huoltotoimenpiteissä, ne saattoivat olla kansistoon nähden liian paksuja tai sitten liian matalia, jolloin ne toimivat huonosti katualueella. Ongelmasta on nykyään päästy melko hyvin eroon mutta pääkaupunkiseudulla on yhä kohteita, joissa poikkeamia löytyy. (Korhonen, J., henkilökohtainen tiedonanto, 30.1.2023)

3.6 Ritolä- ja kitakaivon laadulliset haasteet

Päällystystyössä on havaittu tyypillisenä ongelmana ritiläkaivojen osalta lätäköitymistä niiden ympärille. Asfaltin pohjatöiden aikana kansisto on useimmiten murskeen alla, kun alue höylätään oikeaan tasoon. Tämän jälkeen kansisto nostetaan murskepintaan, jolloin usein tapahtuu virhe, että ylimääräiset murskeet jätetään kaivon ympärille. Tämän myötä pohja jää niin sanotusti ”kovaksi”, jolloin myös asfaltti kaivon ympärillä jää herkästi koholle ja veden pääsy kaivoon vaikeutuu. Tämän kaltaiset laatuvirheet ovat tyypillisimpiä kaivoihin liittyviä ongelmia päällystystyössä. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Kaivojen ollessa väliaikaisesti murskeen alla, esimerkiksi kiireessä tai epähuomiossa saattaa joskus yksittäisiä kaivoja jäädä nostamatta ennen päällystystä murskeen pintaan, ja tämä havaitaan usein vasta päällystystyön jälkeen. Kaivo saadaan jälkikäteen nostettua esiin mutta on mahdollista, ettei kaivo aja enää tarkoitustaan, jos pohja ja asfaltti eivät ole enää oikeassa muodossa kaivon ympärillä. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Myös ritiläkaivon sijainti reunakiveen nähden on merkittävä asia. Monesti ritiläkaivon ja reunakiven väliin jää liikaa tilaa, jolloin vesi kulkeutuu reunakiven viertä pitkin kaivon ohi. Asfaltista on mahdollista muotoilla pientä pattia reunakiven ja kaivon väliin, mutta tämä ei ole esteettisesti tyylikäs ratkaisu ja toisaalta myöskään ei kovin pitkäikäinen, kun patti irtoaa lumenaurauksen yhteydessä herkästi. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Päällystystyössä pyritään välttämään saumoja, sillä ne ovat aina päällysteen heikkoja kohtia. Ritiläkannen ja asfaltin väli on myös aina saumakohta, vaikka sitä ei yleensä sellaiseksi mielletä. Kaivojen kohdalla liikennöidyllä alueella on aina suurempi riski painumiin ja asfaltin murtumisiin. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Helsingissä on käytetty pitkään ritilä- ja kitakantisia kaivoja hulevesikaivoissa. Kunnossapidon huoltoimenpiteisiin kaivon tyyppi ei käytännössä vaikuta. Ritiläkaivon ritilät saattavat tukkeutua herkemmin, esimerkiksi syksyllä puun lehdistä, joita joudutaan puhdistamaan kaivon päältä. Kitakaivo pysyy isomman sisäänmenoaukon ansiosta paremmin auki. Talvella jää ja lumi saattavat tukkia kaivojen aukkoja, mutta ritiläkaivot saadaan yleensä kadun suolauksen yhteydessä auki ja kitakaivon kohdalla aukko voidaan tökkiä käsin auki. (Korhonen, J., henkilökohtainen tiedonanto, 30.1.2023)

Kitakaivon suuaukossa olevien tukiripojen rikkoutuminen voi olla syy kansiston vaihtamiselle mutta tällaisissa tapauksissa kyseessä on yleensä vanha kitakaivon kansisto. Lähtökohtaisesti kitakaivon kansistoja tarvitsee vaihtaa harvoin, sillä ne eivät joudu samanlaiselle rasitukselle kuin ritiläkaivot. Lumiaura harvemmin rikkoo kitakaivon kansistoja mutta tiehöylän käytössä kansiston rikkoutuminen on todennäköisempää. Ritiläkaivon kansiston kehys saattaa rikkoutua, esimerkiksi päällysteen muodon muuttuessa kaivon ympärillä liikennekuormien takia, jolloin kansisto joutuu vääränlaisen rasituksen kohteeksi. Vaurioituneita kansistoja

vaihdetaan, esimerkiksi uudelleenpäällystyksen yhteydessä. (Korhonen, J., henkilökohtainen tiedonanto, 30.1.2023)

Ritiläkantisten kaivojen sijainti suhteessa reunakiveen päällystetyillä alueilla on usein ongelmallinen. Kaivon ja reunakiven väliin jää usein liikaa tilaa, jolloin vesi pääsee virtaamaan kaivojen ohi. Päällysteen pinta reunakiven vieressä saattaa myös olla hieman alempana, kuin kaivon ritiläkansisto, jolloin veden pääsy kaivoon hankaloituu entisestään. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023)

Päällystystyön näkökulmasta kitakaivojen osalta ei ole merkittäviä haasteita tai ongelmia havaittu. Kitakaivoissa ongelmat ovatkin olleet vähäisiä. Joskus on jälkikäteen käyty muotoilemassa korjaustoimenpiteenä kaivon edustaa, kun vesi ei ole kunnolla ohjautunut kaivoon ja muotoilulla ongelma on saatu korjattua. Tällaiset tilanteet ovat kuitenkin harvinaisia. (Sinkko, J., henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2023)

Aura-autolla ajaessa auran ollessa käytännössä reunakivessä kiinni, kitakaivon asemointi reunakivelinjaan nähden on kriittinen. Mikäli kitakaivon etureuna on ajoradan puolella poiketen reunakivelinjasta, on olemassa riski, että aura osuu kaivon kansistoon. Jos kaivon etureuna taas on liikaa kivilinjan sisäpuolella, on olemassa riski, että aura kolhaisee ja vaurioittaa reunakiveä. Kitakaivo myös päästää suurempien sisäänmenoaukkojen vuoksi enemmän roskia mm. puiden lehtiä kaivoon ja sitä kautta päätyy viemäriverkostoon. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023)

3.7 Näkemyksiä Hämeenlinnan kunnossapidolta

Hämeenlinnassa on melko vähän kokemusta kitakaivoista, sillä niiden käyttö alueella tähän asti on ollut melko vähäistä. Kuitenkaan kunnossapidollisesti niiden ei oleteta olevan hankalampia ritiläkaivoon verrattuna. Vaikka kitakaivoja ei Hämeenlinnassa paljoa ole käytetty, kunnossapidon yksiselitteinen näkemys on, että kitakaivojen käyttöä halutaan ehdottomasti lisätä. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023)

Ritiläkaivot sijoittuvat asfaltoidulle alueelle, jolloin ne altistuvat dynaamiselle rasitukselle, kun taas kitakaivot ovat ajoradan reunassa. Myös turvallisuuden näkökulmasta kitakaivo voisi olla järkevämpi vaihtoehto korjaus- ja huoltotoimenpiteitä ajatellen. Toimenpiteet voi olla mahdollista toteuttaa pienemmällä haitalla ajoneuvoliikenteen kannalta kaivojen sijoituksessa ajoradan viereen kadulla. Jos ajoradan ulkopuolella on kevyen liikenteen väylä, voitaisiin mahdollisesti huolto- ja kunnossapitotoimet toteuttaa sieltä käsin. Kevyen liikenteen osalta liikennejärjestelyt on yleensä yksinkertaisempaa toteuttaa ajoneuvoliikenteeseen verrattuna. Huoltotoimenpiteitä tehdään Hämeenlinnassa jatkuvasti ja esimerkiksi sakkapesiä tyhjennetään, riippuen tarpeesta 1–5 vuoden välein. On alueita, joissa kaivojen sakkapesien tyhjennykseen ei juuri ole tarvetta mutta sitten löytyy niitä paikkoja, joissa tyhjennystä tarvitaan tiheämmin. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023)

3.8 Case Aulangontie

Hämeenlinnassa kitakaivoa on käytetty Aulangontielle, jossa kunnossapidon kannalta oli pitkään ongelmana huleveden kerääntyminen ajoradalle kadun suvantokohtaan. Paikassa oleva ritiläkaivo ei toiminut kunnolla ja vedet valuivat kevyenliikenteen väylälle ja kiinteistölle. Aluksi ongelmaa yritettiin korjata nostamalla kevyen liikenteen väylää ja lisättiin toinen ritiläkaivo. Ongelma jatkui, kun ritiläkaivon kansistot olivat usein tukossa lehdistä. Kunnossapidon toimesta päädyttiin lopulta vaihtamaan ritiläkaivoon kitakansisto, jonka jälkeen tilanne on korjaantunut ja vastaavanlaista ongelmaa ei ole enää havaittu kyseisessä kohdassa. (Lahtinen & Koivuniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 15.2.2023) Kuvassa 14. esitetty korjausratkaisu Aulangontieltä.

Kuva 14. Aulangontielle asennettu kitakaivo vanhan ritiläkaivon viereen. Taustalla kevyen liikenteen väylä ja kiinteistön piha, joihin vesi pääsi tulvimaan aiemmin. (15.2.2023)



4 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksessa käytettiin haastatteluista poimittuja asiantuntijoiden kokemuksia ja havaintoja. Tutkimuksessa vertailtiin betonia ja muovia kaivomateriaalina kita- ja ritiläkaivoissa kahden kaupungin, Helsingin ja Hämeenlinnan osalta. Työssä selvitettiin kaivotyyppin valintaan vaikuttavia tekijöitä ja valinnan seurauksia.

Tutkimuksessa haastateltiin asiantuntijoita eri organisaatioista ja haastatteluista saatiin selkeitä tuloksia erityisesti päällystystyön ja Hämeenlinnan kaupungin kunnossapidon näkökulmista. Tutkittua tieteellistä tietoa kaivon tyyppin ja materiaalin valintoja koskien havaittiin olevan hankala löytää.

4.1 Kaivomateriaalien vertailua, muovi vs betoni

Yleiset rakennusohjeet mahdollistavat betonin ja muovin käytön kaivomateriaalina. Kaupungeilla ja vesilaitoksilla on omia ohjeita materiaalien valinnassa rakentamisessa. Haastattelujen perusteella betoni mielletään muovia kestävämmäksi vaihtoehdoksi erityisesti vilkkaan liikenteen alueella. Helsingissä käytetään pääsääntöisesti kaivomateriaalina betonia liikennöidyillä alueilla hulevesikaivoissa ja runkolinjan tarkastuskaivoissa.

Hämeenlinnassa betonikaivojen käyttö hulevesikaivoissa perustellaan kunnossapidon kautta. Betonikaivot mahdollistavat suuremmat sakkapesät, jolloin kunnossapidon tarve on lähtökohtaisesti vähäisempää pidemmän tyhjennysvälin mahdollistuessa. Myös niiden kestävyys koetaan paremmaksi huoltotoimenpiteissä. Runkolinjoissa tarkastuskaivoina käytetään pääsääntöisesti muovikaivoja niiden ollessa kaikkein taloudellisin tapa rakentaa ja ne koetaan olevan riittävän kestäviä tarkoitukseensa.

Maarakennusurakoinnin näkökulmasta muovikaivojen käyttö on mieluisin ja kustannustehokkain tapa rakentaa betonikaivoihin verrattuna. Muovikaivojen etuna on niiden helppo siirreltävyys ja ne ovat nopeita asentaa, kun taas betonikaivot vaativat raskaampaa nostokalustoa liikuttamista varten. Muovisten kaivojen nopea asennus toisaalta lisää riskiä virheille asennusvaiheessa ja esimerkiksi tiivistäminen saattaa jäädä puutteelliseksi. Muovikaivojen sijaintia on myös jälkikäteen hankalampi korjata, sillä niissä ei ole vastaavanlaista epäkeskosysteemiä (kartio), kuten betonikaivossa. Betonikaivojen varastointi sen sijaan on huolettomampaa, sillä ne eivät ole säälle herkkiä.

Päällystystyössä betonikaivot koetaan huomattavasti paremmaksi vaihtoehdoksi muovikaivoihin verrattuna. Päällystysten yhteydessä betonikaivojen korotus korokerenkailla on hyvin yksinkertaista ja nopeaa, kun taas muovikaivon teleskooppi on usein hyvin hankalaa saada nousemaan murskeen puretuessa kiinni teleskooppiin. Kunnossapitopäällystystä suoritettaessa kaivon madaltaminen on helppoa jyrsimisen yhteydessä, korokerenkaita poistamalla. Muovikaivon teleskooppi ei välttämättä saada painettua kunnolla alas, jolloin

joudutaan jättämään kaivon ympärys jyrsimättä. Kaivojen nostotilanteet ovat yksittäinen merkittävä työtapaturmien aiheuttaja päällystystyössä.

Kunnossapidon kannalta ei materiaalilla koeta olevan merkittäviä eroja huoltotoimenpiteiden suorittamiseen. Betonikaivojen suuri sakkapesä mahdollistaa hulevesikaivojen harvemman tyhjennystarpeen lietteestä mutta muuten huoltotoimenpiteet tehdään samalla tavalla molempien materiaalien kohdalla.

4.2 Kaivotyyppin valinta

Suunnittelussa lähtökohtana on kuivatuksen toimivuus ja suunnittelijaan luotetaan ratkaisuisaan. Helsingissä vilkas liikenne on huomioitu kaupungin ja vesilaitoksen ohjeissa ja siksi ohjeissa suositellaan kitakaivon käyttöä ritiläkaivon sijaan esimerkiksi väylillä, joilla on runsasta bussiliikennettä. Kitakaivoa käyttämällä saadaan kaivo sijoitettua ajoradalta pois. Kitakaivo ja ritiläkaivo molemmat ajatellaan suunnittelussa yleisesti toimiviksi ratkaisuiksi ja vaihtoehtoina kadun kuivatuksessa täydentävät toisiaan.

Hämeenlinnassa vesilaitoksen ohjeistuksessa ei ole otettu samalla tavoin kantaa kaivon valintaan, vaan kitakaivon käyttö on ainoastaan vaihtoehtona yleisesti kaivotyyppiksi. Hämeenlinnassa on pääsääntöisesti käytetty ritiläkantisia kaivoja mutta mitään yksittäistä selkeää perustetta tai syytä niiden käyttöön päätymiselle ei varsinaisesti noussut esiin. Yleisesti mielletään, että ritiläkaivon kunnossapito on yksinkertaisempaa ja asennus varmempaa kitakaivoon nähden, kun sitä pidetään sallivampana asennustoleranssiltaan.

Hämeenlinnassa Ahvenistontien rakennushankkeessa on aiemmasta poiketen päädytty kitakaivojen runsaaseen käyttöön, ja taustalla on Helsingin ohjeistuksen tapaan vilkkaan bussiliikenteen huomioiminen. Suunnittelu Ahvenistontien hankkeeseen on tehty konsulttitoimeksiantona, ja suunnittelusta on vastannut Ramboll Finland Oy. Rakennuttajana Hämeenlinnan kaupunki ei ole ottanut kantaa kaivotyyppin valintaan tai antanut suunnitteluun ohjeita valinnan osalta.

4.3 Kaivotyyppien vertailu

Kitakaivon ja ritiläkaivon eroavaisuudet fyysisesti ovat kaivojen erilaiset yläosat eli kansistot. Runko molemmissa kaivoissa on samanlainen. Oleellinen ero on kaivon sijoittamisessa kadulla. Kitakaivo asemoituu reunakivilinjaan ja ritiläkaivo ajoradan puolelle asfaltin pintaan.

Maarakennusurakoinnin näkökulmasta itse asennustyö ei erityisesti eroa ritiläkantisen ja kitakantisen kaivon kohdalla. Molemmat kaivot asennetaan samalla tavoin, mutta kaivon paikalleen mittaaminen on kitakaivon kohdalla tarkempaa työtä, sillä reunakivilinja määrittää myös sijaintia. Kuitenkaan tätä ei haastattelun perusteella koettu erityisesti ongelmaksi lopputuloksen kannalta.

Päällystystyötä suorittaessa toimenpiteet kitakaivon kohdalla on huomattavasti vähäisemmät. Kaivon sijoituessa reunakivilinjaan ainoa toimenpide on kaivon kidan edustan muotoilu. Itse kansistoon ei tarvitse koskea ollenkaan ja tästä syystä päällystystyövaiheen kannalta kitakaivon käyttö on aina ritiläkaivoa parempi ja nopeampi vaihtoehto. Myös pinnantasauksen tekeminen toimivaksi hulevesien ohjauksen kannalta koetaan varmemmaksi ja helpommaksi, kun käytetään kitakaivoja. Haastattelun perusteella ei päällystystyövaiheen osalta noussut esiin mitään erityisiä ongelmia kitakaivojen suhteen.

Ritiläkaivot ovat päällystystyössä aina työtä hidastava tekijä. Kaivot tulee nostaa oikeaan korkoon ja nostotoimenpide lisää aina myös työtapaturmariskiä. Asfaltin asennus ritiläkaivon kohdalla lisää aina myös käsityön määrää, joka hidastaa työtä. Ritiläkaivon kohta rikkoo asfaltin yhtenäistä rakennetta sijoituessaan asfaltille, kun kansiston ja asfaltin väliin muodostuu saumakohta. Päällystystyössä saumakohtia halutaan välttää, sillä ne ovat päällysteen heikoin kohta.

Tyypillisimpänä ritiläkantisen kaivon ongelmana nostettiin esiin se, että veden pääsy kaivoon estyy tai hankaloituu. Yleisimpänä mainittiin kaivon ympärillä koholla oleva asfaltti, jolloin vesi lätäköityy kaivon edustalle. Lätäköityminen aiheuttaa kadun käyttäjille haittaa erityisesti suojatien alueella. Koholla oleva asfaltti johtuu yleensä päällystysvaiheessa ylimääräisestä murskeesta kaivon ympärillä, joka jää poistamatta pohjatöiden yhteydessä kaivon kansiston

nostamisessa oikeaan korkoon ennen päällystystä. Lisäksi useasti vaatimattomat pituuskaltevuudet aiheuttavat ongelmaa, kun pienikin heitto päällysteen muotoilussa estää veden pääsyn kaivoon kuvan 15. mukaisesti.

Kuva 15. Vesilammikko noin metrin päässä kaivosta. Vaatimaton pituuskaltevuus kadulla Ahveniston hankkeessa. (7.11.2022)



Kaivon sijainti saattaa myös olla liian kaukana reunakivestä, jolloin on suurempi riski veden virtaamiselle kaivon ja reunakiven välistä päätyä kaivoon, jos esimerkiksi asfaltin pinta reunakiven kohdalla on kaivoa hiemankin alempana.

Ritiläkaivon ongelmia aiheuttaa yleensäkin sen sijoittuminen ajoradan puolelle. Kaivot joutuvat ajoradalla voimakkaan dynaamisen rasituksen kohteeksi, jolloin esimerkiksi puutteet tiivistämisessä aiheuttavat suurempia ongelmia kaivoissa ja päällysteessä. Puutteellinen tiivistäminen kaivon ympärillä aiheuttaa kaivon kansiston painumista kadulla. Tästä aiheutuu ympäristölle meluhaittaa ja kadun käytettävyys huononee.

Päällystystyön ja kunnossapidon näkemyksen mukaan kitakaivot koetaan yksiselitteisesti paremmaksi vaihtoehdoksi ritiläkaivoon verrattuna reunakivetyillä kaduilla. Päällystystyössä kitakaivon ollessa kyseessä ei erityisesti tarvitse tehdä toimenpiteitä kaivon kohdalla. Ritiläkaivot saattavat olla piilossa murskeen alla asfaltin pohjatöiden aikana mutta koko ajan näkyvissä oleva kitakaivo jopa auttaa pohjan muotoilussa, kun nähdään helpommin mihin veden kuuluu ohjautua. Päällystystyön edustajan haastattelussa ei noussut mitään huonoja puolia kitakaivon osalta.

5 Johtopäätökset ja pohdintaa

Kaivon rakennusmateriaalista betonilla on pitkät perinteet ja se koetaan yleisesti varmaksi ratkaisuksi kaivoissa. Muovikaivojen puolesta puhuttiin lähinnä niiden kustannustehokkaan ja nopean asentamisen kannalta. Kustannustehokkain tapa rakentamisvaiheessa ei kuitenkaan aina pitkällä aikavälillä ole taloudellisin vaihtoehto, jos ongelmia alkaa ilmetä. Erityisesti päällystystyön ja kunnossapidon näkemykset muovista kaivomateriaalina ovat kaikkein selkeimmät ja siitä voi päätellä, että ne tahot, jotka alueella toimii rakennushankkeen jälkeenkin, näkevät myös paremmin ongelmakohdat. Kunnossapidon tulee huolehtia jatkossa kadun käytettävyydestä ja päällystystyötä tehdään ajan saatossa kunnossapidollisesti. Maarakennusurakoitsijaa eivät lähtökohtaisesti takuuajan päätyttyä tulevaisuuden ongelmat enää varsinaisesti kosketa.

Kaivotyyppien vertailussa ritiläkaivon ongelmia oli helpompi löytää. Tähän voi olla osittain syynä Hämeenlinnan osalta se, että niiden käyttö kaupungissa on paljon yleisempää kitakaivoon verrattuna. Toisaalta moniin ongelmiin mitä ritiläkaivoissa on havaittu, olisi kitakaivo toimivampi ratkaisu. Selkeimmät mielipiteet kaivojen vertailussa löytyivät päällystystyön ja Hämeenlinnan kaupungin kunnossapidon haastateltavilta. Päällystystyössä

kitakaivoissa ei löydy käytännössä mitään huonoa puolta ja kunnossapidon näkökulmasta halutaan kitakaivojen käyttöä lisätä merkittävästi, koska kitakaivo koetaan olevan toimiva ratkaisu. Haastatteluissa suunnittelijoiden ja rakennuttajan edustajan kohdalla ei näin selkeitä näkemyksiä löytynyt. Totutut toteuttamistavat rakentamisessa mahdollisesti ohjaavat paljon rakennuttamista ja suunnittelua, jolloin vaihtoehtoiset tavat rakentaa saattavat jäädä vähäiseksi erityisesti maakunnissa. Helsingissä sen sijaan joudutaan kasvavista liikennemääristä ja kevyen liikenteen merkittävyyden korostuessa pohtimaan laajasti erilaisia vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa rakentamista, jolloin monipuolisuus näkyy myös rakentamisessa. Merkillepantavaa Hämeenlinnan kohdalla on se, että ratkaisut kaivojen valinnassa perustellaan vahvasti kunnossapidon kautta. Siinä mielessä on ristiriitaista, että kaupungin kunnossapidosta taas toivotaan välittämään viestiä rakennuttamiseen ja suunnitteluun, että rakentamisessa lisittäisi kitakaivojen määrää merkittävästi, jos niitä on mahdollista käyttää.

Ongelmat kaivoissa johtuvat yleisimmin rakennusvaiheen ongelmista, kuten puutteista tiivistämisessä kaivon asennuksen ja päällystyksen pohjatöiden yhteydessä. Jos asennus onnistutaan tekemään täysin ongelmitta ja laadukkaasti, välttämättä ongelmia ei ilmene. Kuitenkin tiukkojen aikataulujen ja rajallisten resurssien kanssa harvoin pystytään täydelliseen onnistumiseen kaikilta osin. Ajoin sijoitettavien ritiläkaivojen joutuminen rasitukselle alttiiksi tekee niistä herkempiä vaurioille. Vastaavasti esimerkiksi tiivistämisestä johtuvat ongelmat eivät välttämättä kitakaivojen kohdalla näy ollenkaan vuosien saatossa. Ajoin sijoitettavien ritiläkaivojen kohdalla on oletetusti todennäköisempää, että pidemmän aikavälin tarkastelussa laadulliset ongelmat ovat kitakaivoja suuremmat ja ongelmat myös tulevat herkemmin näkyviin. Toisin sanoen kitakaivon käyttö reunakivetyillä ajoradoilla on lähtökohtaisesti varmempi vaihtoehto. Tällöin esimerkiksi rakennusvaiheessa kalliimpi kitakansisto tulee todennäköisesti huomattavasti taloudellisemmaksi vaihtoehdoksi. Eri valmistajien hintatietojen perusteella kitakaivon kansisto on lähes tuplasti ritiläkansistoa kalliimpi mutta urakoiden kokonaiskustannuksissa kansistojen osuus on melko pieni. Jos halutaan toimia varman päälle hyvän lopputuloksen saamiseksi, olisi järkevää tehdä valintoja sen mukaan, missä riski laatuvirheiden aiheuttamista ongelmista tulevaisuudessa olisi mahdollisimman pieni. Mitä vähemmän sijoitetaan tekniikkaa ajoradalle, riski laatuvirheille yleensä pienenee.

Tutkimus antaa aihetta lisäselvityksille mm. pidemmän aikavälin vertailuun kustannuksista, kun huomioidaan kunnossapidon kulut ja uudelleenpäällystysten kustannukset kaivotyypeittäin. Tässä tutkimuksessa haastatteluista saadut tiedot ovat yksittäisten toimijoiden omia mielipiteitä ja havaintoja, eivätkä välttämättä edusta laajempaa kantaa, eikä niillä ole varsinaista tieteellistä näyttöarvoa. Kuitenkin monien yksiselitteisten kantojen myötä voidaan ajatella tutkimuksen tuloksien olevan merkittäviä. Tutkimusta olisi järkevää jatkossa laajentaa koskemaan useampaa eri kaupunkia ja kuntaa, joista kerätä kokemuksia ja havaintoja eri kaivotyypeistä, esimerkiksi laajan kyselyn avulla.

Lähteet

Betoniteollisuus ry. (2017). *Betoniset viemäri- ja hulevesijärjestelmät-suunnittelu ja toteutus*.
https://betoni.com/wpcontent/uploads/2015/04/Betoniset_viemari_ja_hulevesijarjestelmat.pdf

Google Maps. (n.d.). [Kuvakaappaus Google street view katunäkymästä]. Haettu 15.2.2023 osoitteesta
<https://www.google.com/maps/@60.1768825,24.9189333,3a,90y,26.16h,61.68t/data=!3m1!1e1!3m4!1sFTfbd2t6N8ZllhD4QCe-2w!2e0!7i16384!8i8192>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019). *HSY:n vesihuolto, Verkostosuunnittelukäytännöt vol 4*.

Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy. (16. 2 2017). *Hs-veden verkostosuunnittelukäytännöt aluerakennuskohteissa*. Suunnitteluohje.

InfraRYL. (22.12.2022). *31200 Hulevesiviemärit*. Rakennustieto Oy.
https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/infraryl/2022_2/

Innala, T. (24. 2 2017). *Hulevesien hallinta*. Kuntaliiton julkaisu.
<https://www.kuntaliitto.fi/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tekniikka/hulevesien-hallinta>

Jupalco Oy. (1. 1 2023). *Kaivonkansistot*. [9, 11] Haettu 16.2.2023 osoitteesta
<https://www.jupalco.com/kannet.html>

Liikennevirasto. (2013). *Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu*.
https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121630/lo_2013-05_978-952-255-250-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L12>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L13a>

RATU 0447. (2019). *Putkiasennus*. Rakennustieto Oy.

<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/17914#page=1>

Rakennustieto Oy. (n.d.) *InfraRYL-Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset*.

<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/infraryl>

RIL 124-2-2004. (2004). *Vesihuolto II*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 237-2-2010. (2010). *Vesihuoltoverkkojen suunnittelu-mitoitus ja suunnittelu*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 103006. (2018). *Hulevesirakenteet*. Rakennustieto Oy.

<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/2182#page=1>

Saint-Gobain PAM Finland Oy. (n.d.). *Selecta Maxi kitakaivon kansisto*. [12] Noudettu

13.2.2023 osoitteesta <https://www.pamline.fi/kansistot/kitakaivot/2086/selecta-maxi-kitakaivon-kansisto>

Suomen kuntaliitto. (2012). *Hulevesiopas*. Kuntaliiton julkaisu.

<https://www.ymparisto.fi/download/hulevesiopas2012pdf/%7BE52472-D-9C28-494C-84DC-EE3AD26E45F9%7D/115796>

Suomen standardisoimisliitto ry. (n.d.). *Mitä standardi tarkoittaa?*

<https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Suomen ympäristökeskus. (4.8.2020). *Hulevesien hallinnan kehittäminen*.

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.

<https://www.ymparisto.fi/fi->

[fi/vesi/vesiensuojelu/Yhdyskunnat ja hajaasutus/Hulevesien hallinnan kehittäminen](https://www.ymparisto.fi/fi-)

Liite 1: Tieluiska Oy:n projektipankista poimittu Ahvenistontien muutokset-urakan pinnantasaussuunnitelman osa, jossa havaittavissa kita- ja ritiläkaivojen käyttöä. Kuvassa kitakaivot ympyröity punaisella ja ritiläkaivot magentalla värillä.

