

Eetu Nurminen

Rakennusvaiheen aikaiset viemäriku- vaukset

Opinnäytetyö

Rakennus ja- yhdyskuntatekniikka

2019



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkintonimike	Aika
Eetu Nurminen	Rakennus- ja yhdys- kuntatekniikka	Toukokuu 2020
Opinnäytetyön nimi		
Rakennusvaiheen aikaiset viemärikuvaukset		33 sivua 2 liitesivua
Toimeksiantaja		
SRV Rakennus Oy		
Ohjaaja		
Jari Tiusanen/Katja Ahola & Vertti Vallenius		
Tiivistelmä		
<p>Tarkoituksena on tutkia rakennuksen viemäriverkosto mahdollisten vahinkojen löytymiseksi, sekä koostaa kattava raportointi viemäreistä mahdollisten työvirheiden tai valun aikaisten vaurioiden paikantamiseksi. Työssä tutkittiin millaiset kustannukset syntyvät työmaalle, kun tilataan oma putkien ja viemäreiden kuvauskalusto ja kuvaus, suoritetaan työmaatoimihenkilön toimesta. Tätä kustannusta verrataan syntyneisiin kustannuksiin siinä tapauksessa, jos viemärikuvauksia ei olisi suoritettu ja tapahtuisi viemärinvaurio, kun asukkaat ovat jo muuttaneet asuntoihinsa.</p> <p>Viemärit kuvattiin järjestelmällisesti työmaan eri vaiheiden aikana, jotta huomattaisiin, tuleeko niihin vaurioita tai muutoksia työmaan eri työvaiheissa. Havaitut vauriot korjattiin jo ennalta eri rakennusvaiheissa ja niistä koostettiin raportti, jossa ilmenevät työvaiheet sekä korjauksen aiheuttamat kustannukset. Tutkimustuloksilla pystytään luomaan myös kattava laatuluettelo jokaisesta työmaalla sijaitsevasta putkesta.</p> <p>Tutkimukset toteutettiin Ridgrid SeeSnake -viemärikameralla. Kuvauksen jälkeen videot siirrettiin tietokoneelle tarkempaa tarkastelua varten.</p>		
Asiasanat		
dokumentointi, opinnäytetyö, raportointi, putki- ja viemärikuvaus		

Author (authors)	Degree	Time
Eetu Nurminen	Bachelor of Engineering	May 2020
Thesis title		
Construction phase sewer videotaping		33 pages 2 pages of appendices
Commissioned by		
SRV Rakennus Oy		
Supervisor		
Jari Tiusanen/Katja Ahola & Vertti Vallenius		
Abstract		
<p>The purpose of the study was to investigate the pipeline and sewerage network of the building for potential damage, and to compile comprehensive pipeline reporting to identify potential future damage. The project investigated the costs for construction company when ordering its own pipeline and drainage videotaping material and a site contractor is videotaping them. This cost is compared to what would be the cost if pipe and sewer surveys had not been completed and pipe damage had occurred when residents had already moved into their homes.</p> <p>The pipes were systematically photographed during the various stages of the construction to see if the pipes would be damaged or modified during the various stages of the construction. The observed damage was repaired already during the construction phase and a report was drawn up showing the work stages and the cost of the repair. The results of the research can also create a comprehensive quality list for each of the pipes on site.</p> <p>The investigations were carried out with a Ridgrid SeeSnake sewer camera. The tubes were videotaped then the videos were transferred to a computer for further examination.</p>		
Keywords		
documentation, thesis, report writing, pipe- and sewer videotaping		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Tietoa viemärikuvauksesta	7
2 KUVAAMISEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	8
2.1 Viemäreiden kannakointitapojen esittelyä.....	9
2.2 Kannakkeiden materiaali.....	10
2.3 Liitokset.....	11
2.4 Muoviviemäreiden liittäminen.....	12
3 KUVAUSKALUSTON ESITTELY	13
3.1 Micro CA-350 –tarkastuskamera	13
3.2 SeeSnake® microDrain™ -videotarkastusjärjestelmä	14
3.3 SeeSnake Hq –ohjelmisto.....	14
3.4 Järjestelmävaatimukset	14
4. VIEMÄREIDEN JA VIDEOMATERIAALIN TARKASTAMINEN	15
4.2 Videomateriaalin lajittelu	16
4.3 Videoiden tarkastelu	17
5 KUSTANNUKSET	18
5.1 Laskelmat	19
6 VAURIOT JA NIIDEN KORJAUS	23
6.1 Viat	24
6.3 Haitta 1	24
6.4 Haitta 2	26
6.5 Haitta 3	27
6.6 Haitta 4	28
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSIDEAT	29
7.1 Tutkimuksen haasteet.....	31
LÄHTEET	32
KUVALUETTELO	

LIITTEET

Liite 1. Videomateriaalin kaavake

1 JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia rakennusvaiheessa olevan rakennuksen viemäreiden kuntoa kuvaamalla viemärit viemärikameralla tutkien millaisessa kunnossa viemärit ovat betoniholvivalun jälkeen. Vaurioita oli syntynyt holvivalujen jälkeen ja niiden korjaamisesta ja kuntoraportin laatimisesta syntyneitä kustannuksia verrattiin sellaisiin tapauksiin, joissa rakennusvaiheen aikaisia vaurioita ei olisi löydetty viemärikuvauksia suorittamalla. Rakennusvaiheessa löydyttyjen vaurioiden korjauskustannukset kirjattiin muistiin suuntaa-antavasti. Tuloksia verrattiin tapauksiin, joissa viemäreiden vahinkoja ei olisi huomattu ja ne korjattaisiin eri vaiheessa. Tutkimuksen alussa tilaaja painotti viemärikuvausten tärkeyttä ennen holvivalua. Aikaisemmissa tilaajan kohteissa ei ollut kuvattu viemäriinjoja rakennustyön aikana. Tällöin yhdistin havaitun ongelman ja opinnäytetyön aiheen. Siitä seurasi tämän opinnäytetyön aloitus.

Kohde on kahden kellarikerroksen ja kahdeksan maanpäällisen kerroksen teräsbetonirunkoinen uudisasuinrakennus. Lisäksi kohteessa on pysäköintihalli. Kohde sijaitsee Helsingissä. Tontille on määritelty rakennusoikeutta yhteensä 6 820 k-m²(kerrosalaneliötä), josta vähintään 400 k-m² tulee rakentaa myymälä-, liike- tai toimistotiloiksi rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Tontin pihakannen alla sijaitsee kaksi olemassa olevaa kellarikerrosta, joita voidaan hyödyntää pysäköinti-, väestönsuoja-, varasto- ja teknisinä tiloina (SRV Rakennus Oy Projektipankki s.a.)

Suunnitelma perustuu ajatukseen rakennuksen kulmaan sijoittuvasta valopihosta, joka toimii sisääntuloaulana ja asuntojen yhteistilana. Rakennukselle määritelty räystäs- ja harjakorkeus on sovitettu naapurirakennusten korkeuksiin. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2014, 1.) Kohteen laajuustiedot ovat n. 32000 m³ (rakennuksen tilavuus). Muoteilla rakennettavia paikallavalurakenteita on n. 13 000 m², raudoitettavia kiloja n. 450 000 kg ja asennettavia elementtejä n. 1600 kpl. Hankemuoto on KVR-urakka ja KVR-urakoitsijana oli SRV Rakennus Oy. (Rakennusfakta s.a.)

Tämän jälkeen tarkastin aiemmin kuvattuja putki- ja viemäriinjoista otettuja vi-

deoita. Tarkastelussa havaittiin, että videot olivat laadultaan riittämättömiä siihen, että niistä pystyisi tekemään johtopäätöksiä putki- ja viemäriinjojen kunnosta. Videoista ei myöskään pystynyt paikallistamaan, mitä putkia oli kuvattu ja missä niitä oli kuvattu. Viemäreiden kuntotutkimuksen lopputuloksena tilaaja saa luotettavan tiedon kiinteistön putkistojen todellisesta kunnosta ja vaurioiden korjausehdotuksista. Viemäreiden kuntotutkimuksen lopputuloksena tilaaja saa luotettavan tiedon kiinteistön putkistojen todellisesta kunnosta ja jäljellä olevasta käyttöiästä tai mahdollisista vaurioista.

1.1 Tietoa viemärikuvauksesta

Puhuttaessa viemäriinjojen kuvaamisesta kelakameralla tarkoitetaan viemäriinjojen tutkimista ilman, että tarvitsee aukaista rakenteita. Tällä menetelmällä saadaan aikaan kustannussäästöt sekä ajankäytön, että taloudellisesta näkökulmasta. Putkistojen saneeraus on asuintalon elinkaaren aikana kallein, pitkäkestoinen ja eniten asumiseen vaikuttava hanke. Riittävän ajoissa, luotettavasti ja tarvittaessa määräväleihin tehtävä lämmitys-, vesi- ja viemärijärjestelmien (LVV-järjestelmien) kuntotutkimus auttaa ajoittamaan putkistojen saneerauksen oikeaan hetkeen (LVV-kuntotutkimus 2014).

Tässä opinnäytetyössä keskityimme vain uudiskohteen viemärikuvauksiin, jolla voidaan pidentää aikaväliä, koska seuraava viemäreidenkuntotarkistus tulee ajankohtaiseksi. Viemärikuvauksilla uudiskohteessa varmistetaan myös, että viemäriinjoistot ovat kunnossa ennen kohteen luovutusta tilaajalle. LVV-kuntotutkimuksen avulla voidaan ehkäistä tehokkaasti myös home- ja kosteusvaurioiden syntymistä rakennuksissa. Putket, järjestelmät ja laitteet tarkastetaan ensin aistienvälistä näkyviltä osin kauttaaltaan yleisissä ja yhteisissä tiloissa, ryömintätiloissa ja ullakolla tai vesikatolla. Tässä vaiheessa määritetään tarkemmat tutkimuskohteet ja käytettävät tutkimusmenetelmät putkistojen todellisen kunnan määrittämiseksi. Käytettäviä tutkimusmenetelmiä ovat röntgenkuvaukset, viemäreiden kuvaukset, ultraäänipaksuusmittaukset, näytepalojen otto, vesinäytteet- ja muut mahdolliset putkistojen tai laitteiden kuntoa mittaavat menetelmät. (LVV-kuntotutkimus 2014.)

Näistä tutkimusmenetelmistä käytössä oli viemäreiden kuvaaminen viemärikameralla. Röntgenkamerasta olisi ollut hyötyä, koska rakennustyömaalla viemäreiden likaisuus ja pimeät olosuhteet vaikeuttavat viemäreiden halkeamien tai vierasesineiden tuottamien reikien huomaamista. Putkistojen röntgenkuvauksen tarkoituksena on selvittää taloyhtiön putkiston senhetkinen kunto ja tilanne. Kuvauksen avulla selviää putkiston paksuus sekä laaja-alaiset syöpymävauriot ja erityisesti niin sanotut pistemäiset vauriokohdat. Etenkin paineis-
tetuissa vesiputkistoissa pistemäiset syöpymävauriot voivat aiheuttaa huomattavia vesivahinkoja suhteellisen huomaamattomasti. (Raksystems s.a.)

Huoneistot ja mahdolliset liiketilat tarkastetaan tarvittaessa otantana. Laajuus asuinhuoneistojen osalta voi olla esimerkiksi 10...15 %. Liiketiloja tarkastetaan sen mukaan, missä tutkittavissa järjestelmissä on ilmennyt ongelmia tai missä on erityisiä LVV-tekniisiä laitteita. Mahdollisista toimitiloista voidaan tarvittaessa tarkastaa vähintään yksi tyypillinen kerroksen osa tai koko kerros ja lisäksi alueita, joiden käyttäjät ovat kyselyssä tai haastattelussa kertoneet ongelmista (LVV-kuntotutkimus 2014.) Tässä kohteessa kuvasimme jokaisen asunnon viemäriin varmistaaksemme, että viemärit ovat kunnossa luovutusvaiheessa.

2 KUVAAMISEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Kuvaamisen lähtökohtana oli kuvata rakennuksen jokaisen kerroksen viemärit ennen ja jälkeen massiivista betonilaattavalua. Yleisin keino tehdä viemärikuvauksia on käyttää kelakameraa, jolla voidaan kuvata viemäreitä. Tässä opinäytetyössä kuvasimme viemärit kelakameran avulla. Tarkoituksena oli myös tehdä pintapuoliset tarkastukset holvin raudoiteverkkoon ja muottiin, johon viemärit oli kiinnitetty. Muotin ja raudoitteet tarkastivat elementtityönjohtaja ja ulkopuolinen konsultti. Tämän jälkeen viemärit kuvattiin viemärikameralla ja jos poikkeamia oli huomattu, ne korjattiin. Tarkastuksen valmistuttua annettiin betonointilupa. Betonin kovetettua tarpeeksi viemärit kuvattiin toisen kerran. Seuraavan kerran saman holvin viemärit kuvattiin kun ylemmän kerroksen holvivalua valmisteltiin.

Haastattelin vastaavaa mestaria siitä, kuinka viemärien kuvaaminen on vuosien varrella muuttunut. Hänen mielestään viimeisen reilun kymmenen vuoden

aikana on vakiintunut tapa tehdä kuvauksia. Tätä aikaisemmin viemäreiden kuvaaminen oli harvinaisempaa. Hänen mielestään kuvaamisessa on myös menty parempaan suuntaan niin määrällisesti kuin laadullisesti. Viemäreiden kuvaaminen on tänä päivänä myös vaadittu kohteen urakkaohjelmassa tehtäväksi.

Ennen viemärikuvauksia on tärkeää huomioida, että laitteessa on tarpeeksi muistia tallentamaan kaikki kuvatut viemärit, jotta kuvauksia saada arkistoitua. Olosuhteet tulee huomioida myös kuvaamisessa, että videomateriaalista saadaan tarpeeksi laadukasta. Riittävän valon saaminen on varmistettava selkeän videon saamiseksi. Tärkeää on myös varmistaa viemärikuvaamisen ajoitus. Kiireellinen kuvaaminen juuri enne betonivalun aloitusta on työturvallisuusriski, koska raudoiteverkolla työskentelee silloin monia ihmisiä kiireessä ja silloin raudoiteverkkoon on mahdollista kompastua. Kuvausaikana myös olosuhteet voivat olla märät ja liukkaat, joka jo edelleen lisää kaatumisen riskiä raudoiteverkolla. Huonolla ajoituksella kiireellisesti tehtynä viemärivideot eivät ole niin laadukkaita kun rauhassa kuvatut.

Yhtenä tutkimusmenetelmänä oli käydä läpi ennen opinnäytetyön aloittamista kuvatut videomateriaalit yhdessä vastaavan mestarin kanssa. Pidimme palaverin, jossa katsoimme läpi materiaalista ilmenneet puutteet ja pohdimme, miten niitä voisi tulevaisuudessa estää. Kuvauksen pitää edetä paljon hitaammin kuin aikaisemmin kuvatuissa videoissa. Tämä sen takia, että videomateriaalista pystyisi tekemään selkeitä havaintoja liitoksista ja kaadon virheistä. Vanhoja videoita ei ollut myöskään lajiteltu tai nimetty mitenkään, joten niitä ei voinut paikantaa. Tällöin koko materiaalin hyödyntämisen idea ei toiminut. Huonon paikallistamisen vuoksi ei myöskään tiedetty kuinka kattavasti viemärit oli kuvattu. Tässä asiassa sijainnin ja päivämäärän dokumentointi on tärkeää. Kun uudet videot oli kuvattu ne, lajiteltiin tarkasti omiin kansioihinsa tarkempaa tutkimusta varten.

2.1 Viemäreiden kannakointitapojen esittelyä

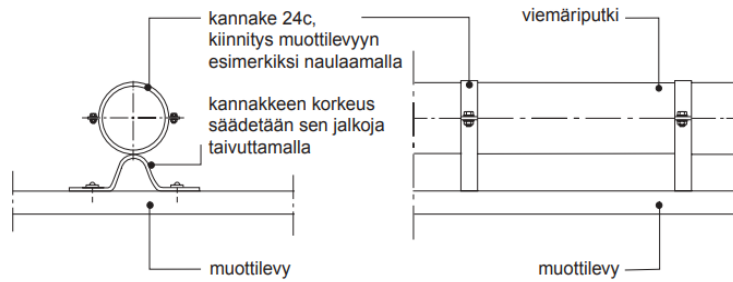
Massiivista betonilaattavalua tehdessä on tärkeää huomioida viemäreiden kiinnitys ennen valua, jotta vältytään viemäreiden vaurioilta betonivalun aikana

sekä viemärit tulevat oikeaan korkoon ja riittävä kaato varmistetaan. Viemärien on oltava joko kokonaan irti valusta tai kokonaan sen sisällä. Ensisijaisesti tulee käyttää pinta-asennuksia. Valussa olevan viemäriin ympärillä on oltava vähintään 15 mm betonia (LVI 20-10348: 2004).

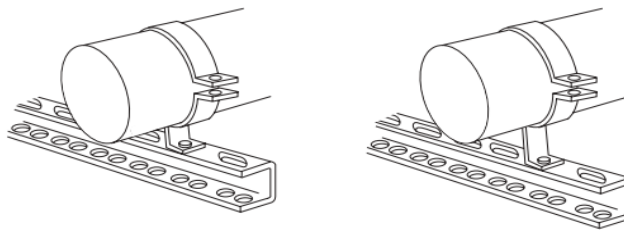
On varmistettava, että viemärit pysyvät valun aikana paikallaan. Yleisimmät syyt vaurioiden aiheutumiselle valutilanteissa on kannakkeiden liikkuminen pois paikoiltaan esim. sen päälle astumisen seurauksena. Ala- ja välipohjaan asennettavat viemärit kannakoidaan niin, etteivät ne valun aikana pääse liikkumaan. Viemärit tuetaan oikeaan asentoon esim. korkopitimellä, kuva 1, tai kiinnittämällä ne rauditusverkkoon vannenauhalla. Betonivaluun viemärit asennetaan niin, että ne ovat kokonaan betonin sisällä. Palo- ja ääniteknisten vaatimusten mukaan viemäriin yläpuolella on oltava vähintään 15 mm ja alapuolella vähintään 25 mm betonia (RT 84-10818: 2004 ; LVI 12-10370: 2004.)

2.2 Kannakkeiden materiaali

Viemärikannakkeiden materiaali on yleensä sinkittyä terästä. Ulkoisten olosuhteiden vaatiessa (kosteus, syövyttävyys yms.) käytetään ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä valmistettuja kannakkeita. Alapohjan alapuolelle asennettavat kannakkeet ovat aina haponkestävää terästä. Eristämättömälle muoviviemäriin, $d \leq 50$ mm voidaan käyttää myös tehdasvalmisteisia, tarkoitukseen soveltuvia muovisia kannakkeita. Metallisen kannakkeen sisäpinnan tulee olla sileä ja sisäkulmat pyöristettyjä tai kannakkeen sisäpintaan asennetaan eristyskumi. Rakennusvaiheessa käytössä ollut kannakointi esim. 32 mm:n putkille oli tasoitekannakointi. Tasokannakoinnissa viemärit kannakoidaan yhteisen tason, esimerkiksi kannatuskiskon päälle. Tasokannakointia voidaan käyttää seinä-, katto- ja lattiakannakoinnin yhteydessä (RT 84-10818: 2004 ; LVI 12-10370: 2004.)



Kuva 1. Betonilaatan sisään jäävän viemärin kannakointi korkopitimellä. (RT 84-10818 ; LVI 12-10370 2004)



Kuva 1. Tasokannakoinnissa käytettäviä viemärikannakkeita. (RT 84-10818 ; LVI 12-10370 2004)

2.3 Liitokset

Ennen liittämistä tarkistetaan, ettei viemäreissä ole roskia ja että liitospinnat ja liitostarvikkeet esimerkiksi kumitiivisteet ovat ehjiä ja puhtaita. Viemärit katkaistaan valmistajan ohjeita noudattaen ja kyseisille viemäriputkille tarkoitettuja työkaluja käyttäen. Liitokset tehdään valmistajan ohjeita noudattaen. Pistopään on oltava ehjä ja kohtisuorassa viemärin pituusakseliin nähden. Mahdollisen katkaisun aiheuttamat epätasaisuudet poistetaan ennen liitoksen tekemistä. Liitettäessä viemäri kalusteeseen tulee käyttää tähän tarkoitettuja osia. Esimerkkejä kalusteliitoksista on valmistajien ohjeissa. Korjausrakentamisessa muovi- ja valurautaviemärin liitos voidaan tehdä kumitiivisteisellä pantaliitoksella niin, että valurautaviemäri ja muovihylsy tai koonmuutoskappale liitetään toisiinsa pantamansetilla, ja tähän muovihylsyyn liitetään muovi- viemäri normaalisti muoviviemäreiden liitostavoilla.

Muoviviemäreiden erikoisosia voidaan käyttää eri materiaalien liitokseen seuraavasti: muovi- tai valurautaputken jatkoyhde putkien välikappaleena, valurautaputken päällä kuppi- ja O-rengastiiviste. Sen päälle työnnetään muovi-

putki, lämpökutistettava jatkoyhde tiivisteineen, jolloin muoviputki lämmitettäessä kutistuu asennuksen jälkeen tiiviisti valurautaviemäriin ympärille. Muoviviemäri liitetään betoniviemäriin tarkoitukseen valmistetulla jatkoyhteellä tai kutistusjatkoyhteellä kuten edellä, betoniviemäriin kylkeen liitos tehdään hiekkapinnoitetulla yhteellä ja tiivistetään runsaalla laastikauluksella. Betoniputken aukko saa olla vain liitosmuhvin mitan kokoinen. Muhvi on kahden putken liitospalkki (RT 84-10818: 2004 ; LVI 12-10370: 2004.)

2.4 Muoviviemäreiden liittäminen

Katkaisussa syntynyt jäte poistetaan ja katkaistu pää viistetään putken asentamisen helpottamiseksi. Putkien liitokset tehdään ensisijaisesti putkissa ja yhteissä valmiina olevilla liitostomuhveilla, joissa on tehtaalla paikoilleen asennettu kumitiiviste. Liitoksissa käytetään tiivisteitä, jotka on hyväksytty kyseiselle liitostyypille. Kumitiivisteiden materiaalin on täytettävä standardin SFS-EN 681 vaatimukset tai liitosten on oltava tyyppihyväksytyjä. Liitostavasta ja kumirenkaiden käsittelystä ja varastoinnista noudatetaan valmistajan ohjeita.

Liitosta tehtäessä otetaan huomioon viemärien tarvitsema paisuntavara. Muhviton dB-putken liitos yhteeseen tai toiseen muhvitomaan desibeliputkeen tehdään tiivisteellisellä paisuntamuhvilla. Lyhyt muhviton dB-putki voidaan liittää yhteeseen tai toiseen vastaavaan putkeen myös pistoyhteellä. Paisuntamuhvi tai pistoyhde lukitaan. Jos liitokseen kohdistuu vetoa, liitos varustetaan lukituksella (lukituspannalla tai kiintopitimellä). Liukuaineena voidaan käyttää vettä tai valmistajan suosittelemaa ainetta. Saippuaa ei käytetä, koska se estää kuivuessaan muhvissa tarvittavan liikkeen. HTP-viemäri voidaan liittää valurauta-, muovi-, betoni- tai RST-viemäriin http viemäriin muhvin tai erityisen liitososan avulla. Voidaan käyttää myös kuppitiivisteitä ja lämpökutistettavia jatkoyhteitä (RT 84-10818: 2004 ; LVI 12-10370 2004.)

3 KUVAUSKALUSTON ESITTELY

Tässä tutkimuksessa kaluston laadulla on iso merkitys. Laadukkaalla kalustolla varmistetaan, että kuvatut videomateriaalin tulokset ovat tarpeeksi selkeitä, että niistä pystytään tekemään kuvatuista viemäreistä havaintoja. Kuvanlaadun ollessa huonoa on jo muutenkin pimeissä ja likaisissa viemäreissä vaikeaa tehdä havaintoja viemäreiden kunnosta. Toisaalta jos viemärikameran kuvauskaapeli ei ole tarpeeksi taipuisa on sillä vaikeaa kuvata viemärihajoituksia. Kuvauskaapelin tarvitsee myös olla tarpeeksi pitkä, jos tarkoituksena on kuvata pitkää hormistoa tai viemäriinjaa.

3.1 Micro CA-350 –tarkastuskamera

RIDGID micro CA-350 -tutkimuskamera on tehokas, kädessä pidettävä digitaalinen tallennuslaite. Se on täysin digitaalinen ympäristö, jossa voit ottaa ja tallentaa kuvia ja videoita visuaalisista tutkimuksista vaikeapääsyisillä alueilla. Järjestelmässä on valmiina useita kuvankäsittelytoimintoja, kuten kuvan kääntäminen ja digitaalinen zoomaus, jotka varmistavat yksityiskohtaiset ja tarkat visuaaliset tutkimukset. Laitteessa on ulkoinen muisti ja tv-lähtö. Mukana on lisävarusteina koukku, magneetti ja peili, joiden avulla saadaan lisää joustavuutta käyttöön kiinnittämällä kuvapää. (Ridgrid Microca350-inspectioncamera s.a.)



Kuva 3. Kuvassa Micro CA-350 -tarkastuskamera (Ridgid SeeSnake-microdrain-kamera s.a.)

3.2 SeeSnake® microDrain™ -videotarkastusjärjestelmä

MicroDrain™ on pienikokoinen ja helposti käsiteltävä videotarkastusjärjestelmä pieniläpimittaisten ja tiukkamutkaisten putkien tarkastuksiin. (Liite 2)

3.3 SeeSnake Hq –ohjelmisto

HQ on ilmainen työpöytäohjelmistotyökalu, joka auttaa sinua keräämään digitaalisia putken tarkastussisältöjä, jotka sisältävät videota, ääntä, kuvia ja tekstiä ja antavat asiakkaalle mahdollisuuden luoda helposti ammattimaisia raportteja. SeeSnake hq:lla voi muokata tarkastustöitä, tallentaa asiakastietoja, muokata ja jakaa raportteja useissa eri muodoissa sekä päivittää laitteisto-ohjelmiston.

3.4 Järjestelmävaatimukset

Järjestelmävaatimuksia ovat:-Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10.

-Intel® Core i5 or AMD vastaava tai suurempi. 1.84 GHz 2.4 GHz tai nopeampi suositeltu.

-2 GB muistia 4 Gt tai tehokkaampi suositeltava.

-DirectX 9 / 10 / 11 yhteensopiva näytönohjain integroitu / omistettu kanssa 256MB tai uudempi. Suositeltava 512 MB tai korkeampi näytönohjain DirectX 9 tai uudempi yhteensopiva äänikortti.

-30 Gt levytilaa

-1 USB 2.0 portti (USB 3.0 tai C-tyypin USB valinnainen)

Näytön resoluutio 1024 x 768 (1280 x 800 suositus vähintään)

(Ridgid Support Hq-online-manual s.a.)

4. VIEMÄREIDEN JA VIDEOMATERIAALIN TARKASTAMINEN

Viemäreiden asennukset tarkastetaan aina uusimmilla suunnitelmilla. Viemärit tarkistettiin ennen betonivaluja. Viemäreistä tarkastettavia asioita ovat viemärien kaadot, kannakointi, viemäröintireitit sekä viemäriverusteet. Pohjaviemäri-asennusten yhteydessä on tarkastettava maapohjat, jos asennus toteutetaan maanvaraisena. Kaato rakennuksen sisällä on vähintään 1 cm/m. Kannakoinnissa käytetään sinkittyä terästä, ellei olosuhteet aseta korkeampia vaatimuksia. Alapohjassa käytetään aina haponkestäviä kannakkeita. Alapohjan viemärikannakoinnissa on syytä kiinnittää huomiota sivuttaiseen kannakointiin. Kannakointivälit määrittää kannakkeiden valmistaja, mutta LVI-kortin 12-10370 suosittelemat kannakointivälit toimivat hyvänä yleisohjeena.

4.1 Yleisimmät viemäreiden ongelmat

Käyttövesijärjestelmässä ongelmien ehkäisyssä ja laadunvalvonnassa pitää kiinnittää huomiota esimerkiksi putkiston materiaaleihin, kannakkeisiin, painekokeisiin, huuhteluun ja säätöihin. Yksi erityistä huomiota vaativa ongelma on putkiston aiheuttamat äänet paineiskujen takia, jos kannakointi on puutteellista. Lisäksi vesikalusteiden toiminta, virtaamat ja altaiden viemäröinti täytyy tarkistaa ennen luovutusta, koska iso osa käyttövesipuolen ongelmista liittyy niihin. Viemärijärjestelmässä oleellista on jo edellä mainittujen asentajan ammattimaisuuden ja huolellisuuden lisäksi putkistojen riittävä ja oikeanlainen kaltevuus ja kannakointi, mihin olisi hyvä kiinnittää huomiota laaduntarkkailussa. Oleellinen osa viemäreiden asennusta on myös seinien paikkojen merkkaaminen riittävän tarkasti ja siten, että seinien paikat olisivat todennettavissa myös lattiavalun jälkeen. Liian usein putket ovat väärässä paikassa väärin merkattujen seinien takia, mikä aiheuttaa myöhemmin ongelmia, jos esimerkiksi viemäriputki on osittain seinän sisällä ja sitä joudutaan siirtämään lattiavalun jälkeen. Lisäksi viemäriputkien työmaa-aikainen säilytys ja avonaisten putkien tulppaus on tärkeää, että mitään ylimääräistä ei pääse viemäriputkistoon (Kivioja 2019.)

4.2 Videomateriaalin lajittelu

Videomateriaalit lajiteltiin kansioihin ja järjestettiin helposti löydettäväksi ja käytettäväksi siinä tapauksessa, että videoiden tarkastelu tulee tarpeelliseksi. Kun videomateriaali on lajiteltu selvästi kansioihin kerrosnumeroiden ja huoneisto numeroiden perusteella, on ongelmien paikallistaminen sujuvaa. Tämä helpottaa ongelmakohtien löytämistä ja niiden korjaamista. Kuvaushetkellä videomateriaali tallennettiin muistitikulle ja sen jälkeen työmaan omaan verkkokansioon, josta se on nopea löytää ja tarkastella tarvittaessa.

Videomateriaalin lajittelusta on myös se hyöty, että pystytään löytämään juuri tietyn putki- ja viemäriinjan kuvamateriaali ilman, että joudutaan etsimään tiedostoista oikeaa kuvattua viemäriinjaa. Kun videomateriaalia on jokaisesta asunnosta viemäriin asennuksesta lähtien olemassa, pystytään jo rakennusvaiheessa ilmenneitä ongelmia korjaamaan ajoissa. Jos ongelma huomattaisiin vasta myöhemmässä vaiheessa ilman viemärikuvausta, sen korjaamisesta tulisi todennäköisesti hankalampaa ja syntyisi enemmän kustannuksia.

Opinnäytetyöni kohteessa viemärivideoita on kuvattu 10 kerroksessa. Asun-kerroksia on 7 kappaletta, joissa jokaisessa oli n. 11 asuntoa. Jokaisessa asunnossa oli yhdestä kahteen viemärihajoitusta ja noin 10--20 metriä kuvattavaa viemäriä per asunto. Videomateriaali kertyi 7,83 Gt (8 416 822 737 tavua) ja tiedostoja oli 277 kappaletta ja lajiteltuja kansioita 58 kappaletta. Yhden portaan kaikkien huoneistojen viemärikuvaukseen meni aikaan noin kaksikymmentä tuntia. Materiaalin lajitteluun ja jokaisen videon katsomiseen ja analysointiin kului huomattava määrä aikaa. Kuvaukset tehtiin ensin B-portaassa, joka oli pienempi kuin myöhemmin kuvattu A-porras. Koska materiaalia on yhteensä n. kaksinkertainen määrä, molemmat portaat huomioiden rajasimme A-portaan pois opinnäytetyöstä. Mutta jos tukkeumia tai ongelmia viemäriiliitoksissa havaittiin A-portaan asunnoissa, liitettiin ne myös tähän opinnäytetyöhön.

2 krs	27.9.2019 10.48	Tiedostokansio
3 krs	23.8.2019 7.36	Tiedostokansio
4 krs	27.9.2019 8.12	Tiedostokansio
5 krs	21.10.2019 15.07	Tiedostokansio
6 krs	21.10.2019 8.00	Tiedostokansio
7 krs	24.10.2019 8.46	Tiedostokansio

Kuva 4. Kuvassa esitetty videomateriaalin lajittelua kansioihin. (Nurminen 2019)

B52	23.10.2019 8.37	Tiedostokansio	
B53	23.10.2019 8.37	Tiedostokansio	
B54	23.10.2019 8.37	Tiedostokansio	
B55	23.10.2019 8.38	Tiedostokansio	
B56	23.10.2019 8.38	Tiedostokansio	
Lisäkuvat	22.10.2019 10.24	Tiedostokansio	
Putki- ja viemäri paikallistuspiirros	23.8.2019 7.46	JPG-tiedosto	167 kt

Kuva 5. Kuvassa huoneistot lajiteltuna. (Nurminen 2019)

B53 LK1	22.5.2013 1.35	MP4-tiedosto	27 094 kt
B53 LK2	22.5.2013 1.39	MP4-tiedosto	14 047 kt
B53 WC-viemäri	22.5.2013 1.37	MP4-tiedosto	19 745 kt

Kuva 6. Kuvassa huoneisto numeroinnin takaa löytyvät asuntokohtaiset videomateriaalit. (Nurminen 2019)

4.3 Videoiden tarkastelu

Videot dokumentointiin yhtenäisellä dokumenttipohjalla, joka on esitetty Liite 1:ssä. Tähän dokumenttipohjaan on tehty esimerkki yhdestä kuvatusta viemäristä. Tämän perusteella pystyttiin viemärikuvauksista laatimaan yhtenäinen laatukooste, jonka avulla pystyi arvioimaan viemäreiden sen hetkisen kunnon. Tämän jälkeen videomateriaalit pystyi lajittelemaan siten, että ison poikkeaman vaurioituneet viemärit laitettiin vielä oman kansiosijaintinsa lisäksi uuteen kansioon. Viemärit, joissa havaittiin lieviä poikkeamia, lajiteltiin vielä omaan kansioon. Kunnossa olleet viemärit siirrettiin kyseisen asunnon omaan kansioon. Siten kaikki kuvattu videomateriaali on omissa kansioissaan, joista ne on helppo löytää tarkastelua varten.

Suurimpia haasteita videoiden kuvaamiselle olivat ajoittain huonot ulkoiset kuvaolosuhteet ja se, että kameran linssi sumentui sekä likaantui kuvauksi tehdessä. Joitakin lattiakaivoja ei päästy aluksi kuvaamaan, koska niiden alueella oli muottitarvikkeita ja elementtitukia yms. Tästä aiheutui se, että osa videoista jouduttiin kuvaamaan myöhäisempänä ajankohtana. Joissakin viemäreissä oli myös roskaa, joka myöhemmin huuhdeltiin pois. Osa putkista oli myös kuvattu uudelleen veden kanssa, jos lähtötilanteessa havaittiin, että vesi jää seisomaan keskelle viemäriä. Vedellä huuhdellessa pystytään havaitsemaan ongelmat viemäreiden kaadoissa.



Kuva 7. Kuvassa kunnossa oleva viemäriin liitos. (Nurminen 2019)

5 KUSTANNUKSET

Tutkimukseen on lisätty hypoteettinen tapaus, jossa rakennuksen yhteen huoneistoon on työnaikana aiheutunut tukkeuma viemäriverkostoon. Tapauksessa asukkaat ovat jo muuttaneet huoneistoon asumaan. Tästä on tehty vertailu, jossa vertaillaan korjausoperaatiota tehtynä asukkaan muuton jälkeen verrattuna samaan korjaustyöhön tehtynä rakennustyön aikana. Kustannusvertailun tarkoituksena oli selvittää säästömahdollisuuksia, kun viemärit kuvataan omalla kalustolla ennen ammattilaiskuvaajan tilaamista työmaalle. Löytyneet vauriot voidaan tällöin korjata jo aikaisemmassa vaiheessa. Tällöin voi-

daan saada kustannuksissa säästöjä, koska purettavaa materiaalia on vähemmän ja korjauksen tekeminen on helpompaa.

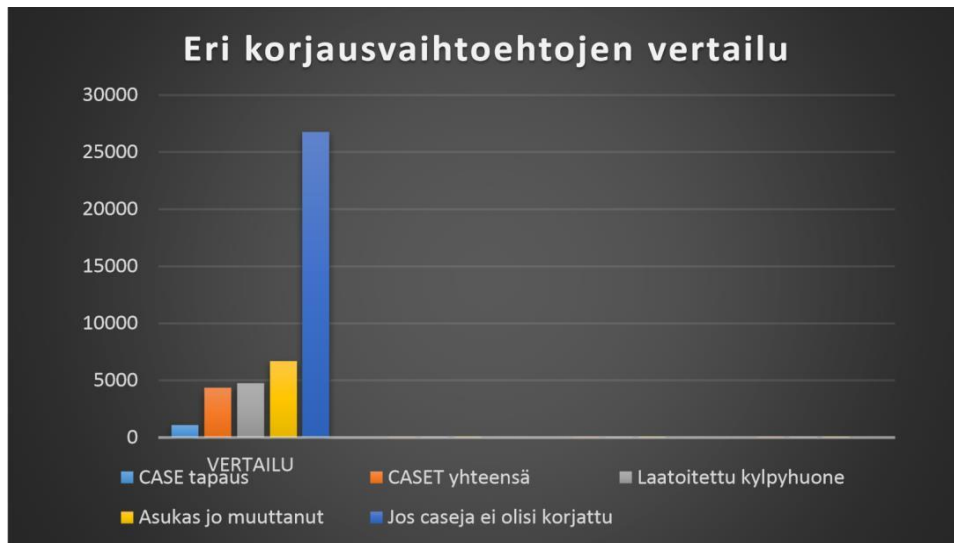
Lopputuloksena on kolme erilaista kustannusvaihtoehtoa, joita vertaillaan toisiinsa. Rakentamisen aikana viemärilinjaston kuvauksissa huomattiin, että laatuongelmia oli syntynyt. Nämä ongelmat eriteltiin toisistaan ja nimettiin **tapaus 1, tapaus 2** jne. Tämän tutkimustyön tekemisestä syntyi kustannuksia työjohtajalle maksettavasta palkasta sekä tarvittavasta kalustosta. Kuluja syntyi myös korjauksiin tarvittavista työkoneista ja materiaaleista, sekä työntekijöille maksettavasta palkasta. Näiden kustannukset hoitaa aliurakoitsija, jonka arvioitu tuntihinta on näissä laskelmissa ollut 42 €. Tässä työssä vertasimme syntyneitä kustannuksia eri tapauksen välillä. Tapauksessa, jossa vaurioitunut viemäri voitiin korjata jo rakentamisen aikana, kutsutaan laskemissa Case-tapaukseksi. Case-tapausta verrataan tapaukseen, kun asunnosta löytyy vaurioitunut viemäri, joka joudutaan korjaamaan siten, että asukkaat joutuvat muuttamaan tilapäismajoitukseen korjauksen ajaksi. Vertailussa on otettu myös huomioon tilanne, jossa vaurioitunut viemäri korjataan silloin, kun lattia on ehditty jo laatoittaa, mutta asukkaat eivät ole vielä muuttaneet asuntoon.

5.1 Laskelmat

Kustannuslaskelman tässä esitetyt summat ovat suuntaa-antavia. Varsinaiset kustannuslaskelmat ovat vain pelkästään tilaajan käyttöön. Laskelmat toteutettiin suuntaa antavasti antamalla työntekijälle ja työjohtajalle laskutushinta, jota käytettiin laskelmissa siten, että tarvittavat työvaiheet listattiin ja niiden kestot arvioitiin. Kustannuslaskelmien tekoon käytettiin yksi työpäivä. Laskelmien tekoon Laskelmien tuloksissa verrattiin vaurioituneen viemärin korjausta, kun asukkaat olivat jo muuttaneet asuntoihin. Tästä seurasi kustannuksia yhteensä 6686 €. Siitä kun vaurioituneet putket korjattiin rakentamisen vaiheessa eli case-tapaukset eli haitat, joita oli yhteensä neljä kappaletta, tuli kustannuksia yhteensä 4328 €.

Yhteiskustannus saatiin, kun laskenta suoritettiin yhden case-tapauksen korjauksesta, jonka hinnaksi tuli 1080 € ja se kerrottiin case-tapausten määrällä, josta saatiin yhteismääräksi 4328 €. Laskenta voitiin suorittaa vain yhdelle

case -kohteelle, koska niiden korjaukset olivat täysin samanlaisia, kun vaurioituneet putket päästiin korjaamaan rakentamisen vaiheessa. Laskelmissa on myös tehty kustannuslaskelma siitä, kun vaurioituneet putket korjattaisiin luovutusvaiheessa eli kylpyhuone olisi laatoitettu, mutta asukkaat eivät olisi vielä muuttaneet asuntoon. Tästä syntyi kustannuksia yhteensä 1187 € ja kun se kerrotaan rakennusvaiheessa korjattujen vaurioiden määrällä, saadaan 4748 €.



Kuva 8. Taulukossa esitetty korjausvaihtoehtojen vertailua (Nurminen 2019)

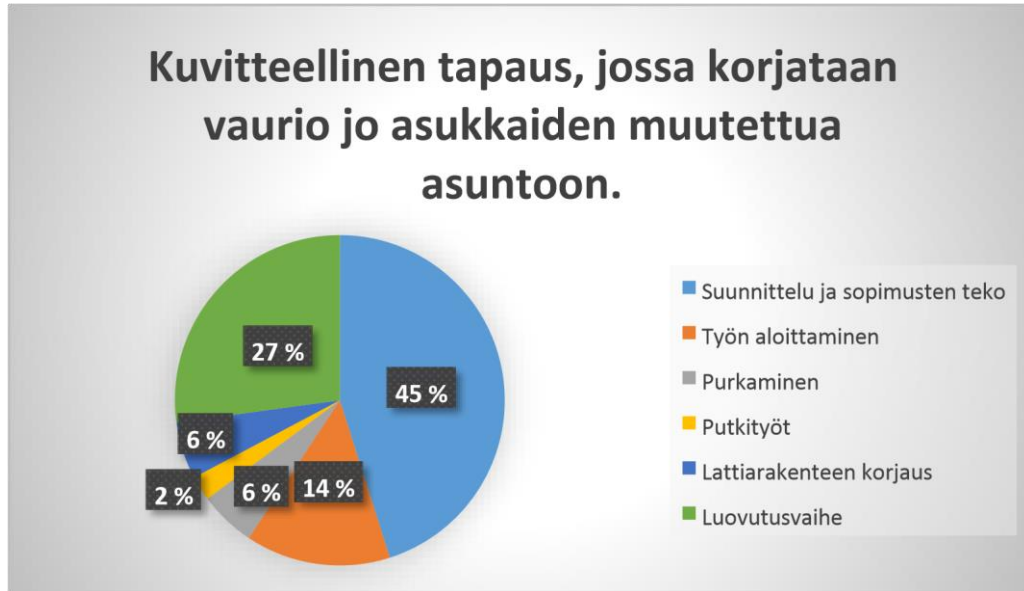
Kaaviossa on vertailtu eri korjausvaihtoehtojen kustannuksia. Korjatut case-tapaukset ja laatoitettu kylpyhuone on rakentamisen vaiheen aikana summattu korjatuilla määrillä eli neljällä. Huomataan, että jos case-tapauksia ei olisi korjattu ja ne kaikki korjattaisiin vasta kun asukas olisi jo muuttanut asuntoon kustannukset olisivat luonnollisesti kaikista korkeimmat.

5.2 Kustannusten jakautuminen



Kuva 9. Taulukossa Case-tapauksien kustannusten jakaantuminen (Nurminen 2019)

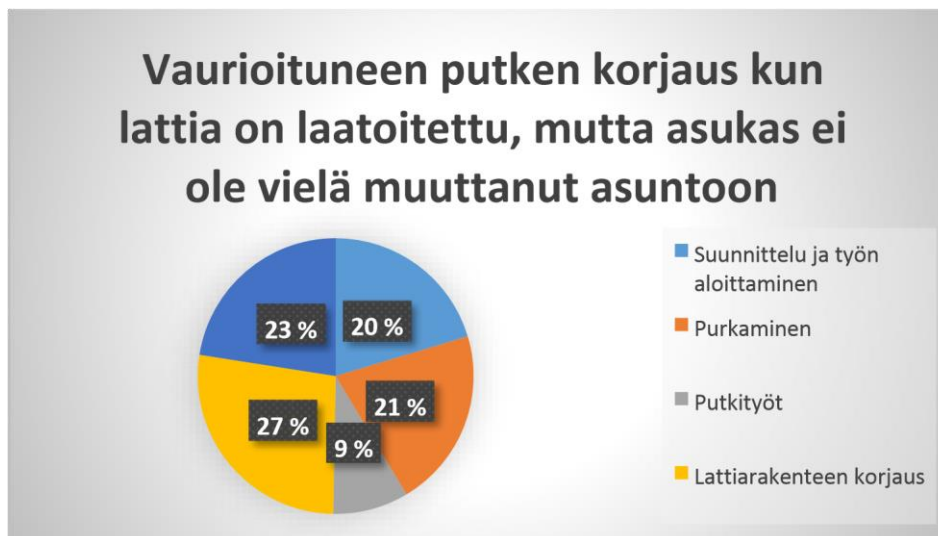
Case-tapauksissa suunnittelun ja työn aloittamisen kustannukset olivat 26 % case-tapausten kokonaiskustannuksista. Purkamisen kustannukset olivat 17 % kokonaiskustannuksista. Putkityöt olivat 11 % kustannuksista. Lattiarakenteen korjaukset olivat myös n. 17 % ja dokumentoinnista muodostui n. 28 % kokonaiskustannuksista.



Kuva 10. Kuvitteellisen tapauksen kustannusten jakautuminen. (Nurminen 2019)

Kuvitteellisessa tapauksessa, jossa putken vaurio korjataan, kun asukkaat ovat jo muuttaneet asuntoon suunnittelun ja sopimusten tekovaiheen kustannukset olivat 45 % kokonaiskustannuksista. Työn aloittamisen kustannukset olivat 14 %. Putkityön kustannukset olivat noin 5 %. Purkamisen kustannukset olivat 6 % kustannuksista. Lattiarakenteen korjauksen osuus on 5 % ja luovutusvaihe on 27 % kokonaiskustannuksista.

Laskelmista huomataan, että suurin osa kustannuksista syntyy tapauksessa, jolloin asunto on jo luovutettu asukkaalle käyttöön, koska joudutaan työnjohdon osalta sopimaan asukkaiden kanssa monista asioista. Kuten esimerkiksi mahdollisesta muutosta, aliurakoitsijoista, korjauksen päivämäärästä ja sopimusten tekemisestä. Tämä vie huomattavasti työnjohtajan aikaa vielä, kun tähän vielä lisätään työntekijöiden opastaminen työpaikalle ja työn selostaminen työntekijöille. Tällöin puhutaan huomattavasta tuntimäärästä. Kun asunto on luovutettu ja sieltä luovutuksen jälkeen löytyy yllä mainitun oloinen virhe, on se myös rakennusliikkeen imagolle ikävä asia. Tämän tapaisella tapahtumalla voi olla huomattavat haitat yrityksen imagolle ja se voi vaikeuttaa uusien rakennuskohteiden saamista.



Kuva 5. Kustannusten jakaantuminen tapauksessa, jossa asukas ei ole muuttanut asuntoon (Nurminen 2019)

Korjauksessa, jossa lattia on laatoitettu mutta asukas ei ole vielä muuttanut asuntoon, suunnittelun ja työn aloittamisen kustannukset olivat 23 % kokonaiskustannuksista. Purkaminen tuotti 24 % kustannuksista. Putkityöt tuottivat 10 % ja lattiarakenteen korjaus tuotti 31 % kokonaiskustannuksista. Dokumentointi tuotti 26 % kokonaiskustannuksista. Kun verrataan tapausten korjausta siihen, että vaurio korjataan, kun lattia on jo laatoitettu huomataan, että purkaminen, putkityöt- ja lattiarakenteen korjaus tuottivat 42 % kokonaiskustannuksista. Laatoitetussa tapauksessa purkaminen, putkityöt- ja lattiarakenteen korjaus aiheuttivat 57 % kokonaiskustannuksista. Tämä selittyy sillä, että kun kylpyhuone on jo laatoitettu, menee laatoituksen ja vedeneristyksen purkamisessa ja uudelleen tekemisessä huomattavasti enemmän aikaa. Ja suuremmasta tuntimäärästä syntyy luonnollisesti enemmän kustannuksia korjauksen tilaajalle.

5.3 Laskelmien tulokset

Verrattaessa asukkaiden muuton jälkeen tapahtunutta korjausta oikeasti korjattuihin case-tapauksiin. Huomataan, että kun korjaus tehdään asukkaiden jo muutettua asuntoihin. Tällöin siitä syntyvät kustannukset ovat n. 54 % prosenttia korkeammat kuin siinä tapauksessa, että korjaukset tehtäisiin jo rakentamisen aikana. Laskelmissa oletuksena oli se, että kuvitteellisessa tapauksessa tapahtuisi vain yhdessä asunnossa tukkeuma. Mutta jos yhden kuvit-

teellisen asunnon korjauksen kokonaiskustannukset kerrotaan oikeasti korjattujen vaurioiden määrällä, saataisiin kuvitteellisten tapauksien kokonaiskustannukseksi 26 747 €. Tätä verrattaessa case-tapausten kokonaiskustannukseen 4 328 € huomataan, että korjaaminen rakentamisen vaiheessa aiheuttaa n. 5 kertaiset kustannukset. Silloin kun verrataan siihen, että vauriot huomataan vasta asukkaiden muutettua asuntoihin. Silloin kun verrataan case-tapauksia siihen, että korjaus suoritetaan kylpyhuoneen ollessa jo laatoitettu, mutta korjaaminen tapahtuu rakentamisen aikana. Saadaan tulokseksi, että korjaus laatoituksen jälkeen on n. 10 % kalliimpaa kuin korjaus ennen laatoituksen valmistumista.

6 VAURIOT JA NIIDEN KORJAUS

Tässä kappaleessa on esitetty tukkeumien ja viemärien haittojen korjauksia. Näitä tapauksia kutsutaan ”case”-tapauksiksi. Haittojen korjaus eteni jokaisessa tapauksessa melkein täysin samanlailla, joten osa korjauksista on kerrottu tarkemmin ja osa hieman lyhyemmin. Viemäreiden kuvaksissa vauriot yleensä luotellaan neljään eri luokkaan niiden korjaustarpeen selvittämiseksi. Alla esitetyt haitat kaikki kuuluivat haittaluokka neljään eli niiden korjaus oli tehtävä mahdollisimman nopeasti. Vikaluokitusten avulla voidaan arvioida korjaustarpeen kiireellisyyttä ja auttavat työn tilaajaa hahmottamaan ongelmakohtien merkityksen selkokielellä.

Vikaluokka	Vian vakavuus	Korjaustarve	Ajallinen ohje korjaukselle
1	Ei vikaa	-	-
2	Vähäinen vika	Ei vaadi korjausta	Uusintatutkimusta suositellaan 5 vuoden kuluessa
3	Kohtalainen vika	Vaatii korjausta lähitulevaisuudessa	Toimenpiteisiin ryhdyttävä 2 vuoden sisällä
4	Vakava vika	Vaatii korjausta nopeasti	Korjaustoimenpiteisiin ryhdyttävä mahdollisimman nopeasti

Kuva 6. Viemärien kuntoluokitukset ja niiden korjaustarpeen kiireellisyys. (Viemäreiden ja vesi-johtojen TV-kuvauksen teettämisohjeet 1998)

6.1 Viat

Vika putkistossa voi olla rakenteellinen tai toiminnallinen. Rakenteellinen vika vaikuttaa viemärin kuormitusominaisuuksiin ja toiminnallinen taas sen sijaan viemärin virtausteknisiin ominaisuuksiin. (Viemäreiden ja vesijohtojen TV-kuvauksen teettämisohjeet 1998,19.) Rakenteellisia vikoja ovat esimerkiksi: halkeamat, muodonmuutokset, irronneet tiivisteet, vioittuneet liitokset. Toiminnallisia vikoja ovat esimerkiksi: tukokset, vieraat esineet. (Rautainen 2019.)

6.2 Halkeamat

Halkeaman vakavuusluokituksen määrittäminen jakautuu sen mukaan, kuinka suuri vaikutus sillä on putken muotoon tai toiminnallisuuteen. Halkeaman vakavuusluokka määritellään asteikolla 1–4 (Hytti 2015, 46). Halkeama on pieni ns. hiushalkeama 1. Halkeama on avoin 2. Halkeama on irrottanut palasia putkessa tai muuttanut muotoa enintään 15 % halkaisijasta 3. Halkeama on aiheuttanut niin suuren muodonmuutoksen, että putki on menettänyt rakenteellisen muotonsa tai muuttanut muotoa yli 15 % sen halkaisijasta (Rautainen 2019.)

6.3 Haitta 1

Neljännennen kerroksen asunnossa huomattiin viemärikuvausten yhteydessä, että kuivakaivon sisälle oli päässyt betonia. Kuivuessaan betoni oli aiheuttanut tukkeuman viemärin sisälle. Kun viemärin tukkeuman huomasi, jo rakennusvaiheessa on sen korjaaminen paljon helpompaa ja kustannuksiltaan pienempää kuin se, että se jouduttaisiin korjaamaan, kun asukkaat ovat jo muuttaneet asuntoihinsa.



Kuva 7. Kuivakaivossa havaittu tukkeuma betonista. (Nurminen 2019)

Putkessa havaitun tukkeuman jälkeen aloitin korjaustoimenpiteiden suunnittelun yhdessä vastaavan mestarin kanssa. Aloitimme katsomalla ennen valua neljännen kerroksen lattiasta otettua valokuvaa. Tästä pystyimme päättämään missä kohdassa putkea oli tukkeuma. Kuvasta näki myös lattialämmityksen kaapelit, joihin osumista yritimme välttää korjaustoimenpiteiden aikana. Tällöin niiden korjaaminen on paljon vaikeampaa ja siihen kuluisi myös enemmän aikaa.

Suunnitelman seuraava työvaihe oli piikata betonilattiasta osa pois, että vaurioituneen putken kohdan saisi näkyville tarkempaa tarkastelua varten ja pystyisimme poistamaan raudoitteet korjattavalta osalta. Tämän jälkeen pyysimme putkiasentajan korjaamaan viallisen viemärin osan. Kun viemäri oli korjattu, tehtiin asennustarkastus. Seuraavaksi suoritettiin raudoitteen korjaaminen ja piikatun kohdan betonointi. Kuvien tarkastelun jälkeen alkoivat korjaustyöt kyseisessä asunnossa. Kuvassimme viemärikameralla ensin lattiakaivon vieressä sijaitsevan lattiakaivon. Katsoimme paljonko, kuvauskaapelia meni, viemäriin ja teimme kaapeliin merkin. Kun poistimme kaapelin ja vertasimme lattiakaivojen etäisyyksiä kaapelilla, jossa oli merkintä. Pystyimme arvioimaan missä kohdassa lattiaa putken tukkeuma oli lattiakaivosta katsottuna.

Tämän jälkeen merkkasimme mitatun kohdan merkintäkynällä lattiaan. Seuraavaksi syötimme kuvauskaapelia kuivakaivoon ja katsoimme, paljonko kuvauskaapeli upposi kyseiseen lattiakaivoon ja teimme merkinnän kaapeliin. Kun kaapeli oli poistettu lattiakaivosta ja asetettu betonilattialle lattiakaivojen väliin pystyimme merkkaamaan merkkauksynällä kummankin lattiakaivon etäisyyden tukkeumaan. Tämän jälkeen arvioimme ennen valua lattiasta otetusta kuvasta, paljonko lattialämmityskaapelien etäisyys oli korjattavasta viemärin osasta. Merkkasimme lattiaan kohdan, josta rakennustyöntekijä voisi aloittaa piikkaamisen. Kun työntekijä oli saanut piikattua, betonilattiaa riittävästi auki huomasimme, että putken liitos oli vaurioitunut lattiavalun aikana.



Kuva 8. Viemäri tukkeuman kohta auki piikattuna. (Nurminen 2019)

Päätelimme, että lattiavalua tehnyt työntekijä olisi astunut putken päälle, josta olisi aiheuttanut putken vaurioitumisen ja betonilla täytyminen. Onnekkemme myös piikkaus oli onnistunut niin, että lattialämmityskaapelit olivat säilyneet ehjinä eikä niitä tarvinnut korjata.

Vaurioituneet viemäriin liitokset poistettiin ja paikalle pyydettiin putkiasentaja, joka asensi uuden liitoskappaleen putkien välille. Poistetut raudoitteet lisättiin takaisin korjatun viemäriin yhteyteen ja lattian kohta betonointiin uudelleen.



Kuva 9. Kuvassa tukkeutunut putkiliitos. (Nurminen 2019)

6.4 Haitta 2

Tässä tapauksessa WC-viemäri on tukkeutunut betonista ja muusta roskasta, joka oli jäänyt tukkeeksi viemäriin. Korjaustoimenpiteenä oli ensin paikantaa tukkeutunut viemäri asunnosta viemärikuvauskameran avulla. Tämän jälkeen

viemärikameran kelan osaan tehtiin merkintä. Siitä kuinka syvälle se meni viemärin sisällä. Näin saatiin tietää missä tukkeuma sijaitsee ja kuinka pitkällä viemärissä se on. Kun tukkeuma oli paikannettu, pystyttiin aloittamaan piikkaustyöt. Kun tukkeutunut viemäri oli saatu esiin piikkauksen jälkeen, pystyttiin se vaihtamaan uuteen. Tämän jälkeen uusi viemäri paikattiin betonilla. Korjaustoimenpiteet olivat samanlaiset kaikissa tapauksissa, joissa viemäri oli tukkeutunut.



Kuva 10. Kuvassa tukkeutunut viemäri. (Nurminen 2019)

6.5 Haitta 3

Neljännessä kerroksessa kolmiossa löytyi toinen tukkeutunut viemäri. Tukkeuma johtui siitä, että viemärin suojatulppa oli irronnut lattiavalun aikana. Tällöin putkeen oli valunut betonia, joka oli kovettunut viemärin sisälle. Betonia oli puolet viemärin halkaisijasta melkein metrin mittaiselta matkalta. Viemäri lisäksi kääntyi Elpo-elementin sisään, joka vaikeutti korjauksen suunnittelua ja toteutusta. Tässä tapauksessa onneksi viemäriin ei valunut niin paljon betonia, että sen olisi joutunut piikkaamaan myös vieressä olevan betoniseinän alta auki. Iso aikasäästö syntyi myös siitä, ettei betonia valunut Elpo-hormiin asti.

Elpo-hormielementin perusidea on koota kerrostalon nousuputkisto yhteen hormiin ja asentaa koko betonirunkoinen elementti kerroksittain kerralla paikoilleen. Elpo-hormiin voi sijoittaa kaikki asuinhuoneistoissa tarvittavat vesijohdot, lämpöjohdot, viemärit, ilmanvaihtokanavat sekä putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten. Myös jäähdytysverkostoa voi asentaa Elpo-hormiin (Elpo-hormi –talotekniikan innovaatio 2020.)

Päädyimme korjausta tehdessämme siihen, että viemäri piikataan betonista esiin siten, että putken haara, joka kääntyy elementin sisään, saadaan poistettua. Loppuosa viemäristä, joka oli puoliksi täynnä betonia, saatiin irrotettua erikoistyökälulla. Valitettavasti viemäriässä ollut betoni oli kovettunut ja sitä oli niin paljon, että sitä ei saatu kokonaan irrotettua ja se jouduttiin vaihtamaan kokonaan. Alla olevassa kuvassa esitetty putki oli koko matkaltaan täynnä betonia.



Kuva 11. Kuvassa uusi putken osa, joka asennuksen ja raudoitteen korjauksen jälkeen paikattiin betonilla. (Nurminen 2019)

6.6 Haitta 4

Asentamisessa on tärkeää, että viemäreissä toteutuu suunnitelmien mukaiset kaadot ja liitokset. Tällöin viemärin toiminta varmistuu. Tästä esimerkkinä kerroksen maanvaraisen lattian valu, minne tuli viemäriinjoja. Kun kaatovika havaittiin viemärikuvauksen ansiosta. Sitten vioittunut viemäri vaihdettiin uuteen ja aloitettiin viemärin asennus uudestaan. Ensin sepeliin kaivettiin tarpeeksi suuri putkikaivanto, että putki saataisiin siihen asetettua. Viemärikaivanto tehdään ja täytetään siten, ettei viemäri myöhemmin liiku paikaltaan esimerkiksi liikenteen aiheuttaman maan siirtymisen seurauksena. Putkiarinnan alapuolinen täyttö sekä putkien yläpuolinen alkutäyttö tiivistetään huolellisesti 0,15 m putken yläpuolella. Putken perustamistavan tulee olla sellainen, että perustukset, kantavat rakenteet ja painumat pysyvät sallituissa rajoissa. Liitosten tulee

kestää sallituista painumaeroista ja routanousuista johtuvat liikkeet.

Kun ura oli kaivettu. Asennettiin suodatinkangasta, jonka päälle putki asetettiin ja suodatinkangas, jonka päälle laitettiin asennushiekka. Sitten putken kaato tarkistettiin vatupassin avulla laittamalla vatupassi putken päälle ja katsomalla, että putkeen tulee riittävä kaato. Jos kaato esim. 2cm/m laitetaan 2cm palikka vatupassin alle 1m kohdalle. Huomasimme jo tässä vaiheessa, että putkessa ei ollut riittävä kaatoa. Kaivoimme putkikaivantoa syvemmäksi toisesta päästä ja asettelemalla putken uudestaan, jolloin saimme mitattua suunnitelmien mukaisen kaadon. Tämän jälkeen suodatinkangas käännettiin putken päälle ja sepeli siirrettiin sen päälle ja se tasoitettiin täryttimellä tasaiseksi.



Kuva 12. Kuvassa K2 kerroksen viemäriinjan tekoa. (Nurminen 2019)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSIDEAT

Kun viemäreitä kuvataan työmaan toimihenkilön avulla, tulee se viemään suuren osan hänen työajastaan, koska viemäreiden kuvaaminen kattavasti vie paljon aikaa. Yhden kerroksen kuvaaminen kestää n. 2 tuntia. Sen jälkeen, kun suoritetaan vielä videomateriaalin katsominen ja lajittelu kerros ja huonekohtaisiin kansioihin. Tukkeumien ja vahinkojen löytyessä tulee se silti kannattavammaksi, koska tukkeumat pystytään korjaamaan jo rakennusvaiheessa eikä silloin kun asukkaat ovat jo muuttaneet asuntoihinsa. Siinä säästetään

myös kustannuksissa, että myös rakennusliikkeen imagossa, kun asukkaita ei jouduta muuttamaan hotelliin korjauksien ajaksi.

Työmaan vastaavan mestarin päätettäväksi jää, että onko kannattavaa laittaa työmaatoimihenkilöä kuvaamaan viemäreitä. Työmaalla on tiukat aikataulut niin toimihenkilöä voi tarvita muissakin tehtävissä. Suurin osa viemäreille sattuneista vahingoista oli sattunut lattiavalujen aikana, jolloin niitä voidaan estää niin, että lattiavalujen aikana tarkkaillaan, astuuko viemäreiden päälle työntekijöitä ja pysyvätkö viemärit kiinnitettynä paikallaan. Kuvasimme myös viemärien ja sähköjen kiinnitykset valuverkkoon ennen valua, että kaikki olisivat kunnossa ennen betonivalua.

Pääosin viemäri- ja putkilinjastot olivat hyvässä kunnossa. Suurin osa viemäreille tapahtuneista vahingoista oli syntynyt lattiavalujen aikana. Lattiavalun aikana syntyneistä vahingoista suurin osa aiheutui urakoitsijan ja työnjohdon huolimattomuudesta sekä piittaamattomuudesta. Valujen aikana putkien ja niiden liitosten päälle oli astuttu tai ne olivat siirtyneet valutyön yhteydessä. Tällöin betonia oli päässyt viemäreiden sisään mikä, kuivuessaan aiheuttaa tukoksen viemäriin. Viemäreiden suojakorkit olivat välillä myös irronneet lattiavalujen aikana, eikä niitä ollut laitettu takaisin. Tästä aiheutuu se, että viemäriin sisälle on mahdollista kulkeutua betonia ja myös roskaa. Koko tukkeutunut viemäriin osa joudutaan piikkaamaan auki ja vaurioitunut viemäriin osa vaihtamaan uuteen. Tästä aiheutuu suuria määriä turhaa työtä, kun valettua lattiaa joudutaan ensin piikkaamaan auki ja sen jälkeen vielä paikkaamaan korjattu kohde betonilla.

Kuvaamalla jo rakentamisen eri vaiheissa viemäriinjastot voidaan säästää huomattavia määriä aikaa, kun tukkeutuneet viemärit pystytään korjaamaan ennen kuin lattiaa on esimerkiksi laatoitettu. Myös jossain myöhemmin löydettyissä tukkeumissa oli jo EasyLex-harkko seinää muurattu jo viemäriin päälle. Täten osaa seinästä jouduttiin purkamaan, jotta päästiin korjaamaan vaurioitunut putken osa. Vaurioituneista viemäreistä koottiin raportti ammattilaisen kuvaamisen jälkeen myöhempää tarkastelua varten. Ammattilaisen kuvattua viemärit niistä koottiin erillinen raportti, jota ei saa julkaista tässä opinnäytetyössä.

Viemäreiden tukemiseen ja suojaamiseen valun vaikutuksilta pitäisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota, koska korjattavia viemäreitä löytyi huomattavia määriä betonivalujen jälkeen. Yhtenä vaihtoehtona olisi ollut valun alapuoliset asennukset, mutta siinä on myös omat haasteensa. Myös valun aikaisen työnvalvonnan olisi pitänyt olla tarkempaa, koska vauriot olisi voinut estää sillä.

7.1 Tutkimuksen haasteet

Tutkimuksen toteutuksessa haasteina olivat viemäriverkostojen videomateriaalin laatu. Videomateriaalia olivat myös kuvanneet muut työmaan toimihenkilöt, jotka eivät olleet lajitelleet kuvamateriaalia. Kukaan videomateriaalia kuvannut ei myöskään ollut ennen käyttänyt tai kuvannut viemäriverkostoja, mistä aiheutui myös ongelmia videomateriaalien laadussa. Myös koulun ja opinnäytetyön aikataulut oli hankalaa kuvausajankohtien löytämiseksi. Kun eri ihmiset olivat kuvanneet videomateriaalia ja jokaisella oli erilainen kuvausajankohdan ja paikan merkintätapa, syntyi mahdollisuus virheisiin videomateriaalin luetteloinnissa.

Tämä johti siihen, että LVI-piirustuksista täytyi paikantaa oikea kuvauspaikka ja aika. **Videomateriaali ei myöskään ollut niin laadukasta, että sitä pystyisi käyttämään luovutettavaan laatukansioon. Materiaali oli kuitenkin riittävän laadukasta siihen, että rakentamisen erivaiheissa tapahtuneet vakavat ja selvät vauriot huomattiin. Tähän tässä opinnäytetyössä pyrittiin.** Ammattikuvaajan olisi voinut tilata myös noin kuukauden aikaisemmin, koska kuvaajan avulla oli mahdollista havaita kaatovirheitä viemäreissä. Näitä ei pystytty kuvaamaan ja toteamaan laadukkaasti meidän työmaa resursseilamme. Totesimme kuitenkin, että toteutetusta opinnäytetyö aiheesta oli iso hyöty työmaan etenemisessä sekä laadullisesti että ajallisesti. Jatkossa vastaavan mestarin työmaalleen vakiintuu tapa kuvata viemärit omalla kalustolla ennen valua ja heti valun jälkeen.

LÄHTEET

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2014. Kaupunkisuunnittelulautakunnan esitys Kaartin poliisitalon, Ullanlinna, Punanotkonkatu 2, tontin asemakaavan muutokseksi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/ff/ff0e6be4b46081e3da59f2b77ba21750a339aa64.pdf> [23.1.2019].

Hytti J. 2015. Viemärin kuvaus. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Verkkolinkki. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92647/Hytti_Juuso.pdf?sequence=1 [9.5.2020].

Kivioja, J 2019. LVI-tekniisten töiden työmaa-aikainen laadunvarmistus. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Talotekniikan tutkinto-ohjelma. Verkkolinkki. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/168984> [9.5.2020].

Laitinen, A 2014. Rakennusvaiheen LVI-tarkastukset ja tarkastusten asiakirjapohja muistilistoinen. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohto LVI. Verkkolinkki. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/72606> [13.4.2020]

LVI-20-10348. 2004. Putkistojen asennus. Rakennustieto OY. Rakennustietosäätiö ja keskusliitto.

LVV-kuntotutkimus. 2014. Tilaajan ohje. RT 18-11165. Rakennustieto Oy.

Rakennusfakta s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusfakta.fi/punanotkonkatu-2-koy-punanotkonkatu-2/project.html> [10.3.2020]

Rautiainen, J 2019. Viemärin kuvaus ja kuntoarvion tekeminen. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Talotekniikka. Verkkolinkki. [11.5.2020]. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/263267>

Ridgid s.a. Micro-ca350-inspectioncamera. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ridgid.eu/fi/micro-ca350-inspection-camera> [13.4.2020]

Ridgid s.a. Support Hq-online-manual. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://support.seesnake.com/hq-online-manual/> [13.4.2020]

RT 84-10818. 2004. Putkistojen ja kanavien kannakointi. Rakennustieto Oy. [13.3.2020]

Rudus s.a. Elpo-hormi –talotekniikan innovaatio 2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/elpo-hormit> [13.3.2020]

SRV Rakennus Oy Projektipankki s.a.

Videomateriaalin analysointi kaavake

Liite 1/1

Tilaaaja yritys: SRV Rakennus Oy

PAIKKAKUNTA TUTKITTAVAN KOHTEEN SIJAINTI: HELSINKI, PUNANOT-
KONKATU 2

TUTKITTAVAN VIEMÄRIEN SIJAINNIT: B-RAPPU K2-8 KRS

KOHTEEN TYYPPI: UUDISRAKENNUS

MAANKÄYTTÖ TUTKITTAVALLA VIEMÄRILINJALLA : TYÖMAA-ALUE

TILAAJAN TYÖNUMERO: XXXX

TALLENTEEN TYYPPI JA TIETO SIITÄ MINNE VIDEOKUVAA ON TALLEN-
NETTU, VAIHTOEHDOT:

MUISTITIKKU (X)

CD

DVD

TIETOKONEEN OMA MUISTI (X)

TALLENTEEN TUNNUS: VIEMÄRIKUVAUKSET

TUTKIMUKSEN TARKOITUS

VANHAN VIEMÄRIN KUNTOTUTKIMUS

KORJAUS- TAI SANEERAUSTYÖN LAADUNTARKASTUS

UUDISRAKENTAMISTYÖN LAADUNTARKASTUS (X)

ILMENNEEN ONGELMAN SELVITTÄMINEN (X)

OMAAN KÄYTTÖÖN

TUTKIMUSMETELMÄ

SILMÄMÄÄRÄINEN VIEMÄRISTÄ/VIEMÄRIHAJOTUKSESTA TEHTY
TUTKIMUS(X)

KUVAUS (X)

VAIN VIEMÄRIN TARKASTUSKAIVOSTA TEHTY HAVAINTO MUU

PVM RAPORTIN TEKOPÄIVÄ: 15.01.2020

SÄÄ TIETO SÄÄOLOSUHTEISTA: VAIHDELLUT, SATEISTA, LUNTA,PAK-

KASTA JA + ASTEITA

LÄMPÖTILA ULKOLÄMPÖTILA: -5 – 18 C

KUVAAJA KUVAUKSEN TEHNEEN HENKILÖN NIMI: EETU NURMINEN LO-
MAKKEEN NUMERO TUTKIMUSRAPORTIN JUOKSEVA NUMERO:

XXXX

PUTKEN MUOTO PUTKEN POIKKILEIKKAUKSEN MUOTO VOI OLLA JO-
KIN SEURAAVISTA:

- PYÖREÄ(X)
- SUORAKAIDE
- MUNAN MUOTOINEN
- PISARAN MUOTOINEN
- MUU

KOKO PUTKEN KOOLLA TARKOITETAAN PUTKEN SISÄ- TAI ULKOHAL-
KAISIJAA (MM). 32 - 110MM

MITATTU MERKITÄÄN X, MIKÄLI ILMOITETUT LUVUT ON SAATU MITTAA-
MALLA.

MATERIAALI PUTKEN MATERIAALI VOI OLLA JOKIN SEURAAVISTA:

- ASBESTISEMENTTI
- TIILI
- VALURAUTA
- LASITETTU SAVI
- BETONI
- MUOVI (X)
- MUU

PUHDISTETTU ENNEN TUTKIMUSTA MERKINTÄ, JOS VIEMÄRI OLI PUH-
DISTETTU ENNEN TUTKIMUSTA: EI

TUTKIMUKSEN SUUNTA TUTKIMUKSEN SUUNTA JOKO VEDEN VIR-
TAUSSUUNTAAN TAI VASTAVIRTAAN

- VIRTAUSSUUNTAAN

VIEMÄRIN LAJI VIEMÄRIN KÄYTTÖTARKOITUS VOI OLLA JOKIN SEURAAVASTA:

JÄTEVESI (X)

SADE/HULEVESI

SEKAVIEMÄRI (X)

MUU

(Lyytinen, M 2015. Viemäriin kuvaus.)