

Jouko Väärälä

2000-luvun valurautaviemäreiden ongelmat sairaalaympäristössä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

21.2.2015

Tekijä Otsikko	Jouko Väärälä 2000-luvun valurautaviemäreiden ongelmat sairaalaympäristössä.
Sivumäärä Aika	65 sivua + 16 liitettä 16.11.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkintoohjelma	Talotekniikka
Suuntautumismuutostie	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko tiimipäällikkö Ilkka Piittisjärvi
<p>Tässä insinööriyössä perehdytään vuodesta 2000 saatavilla olleeseen valurautaviemäriin, jonka vuonna 1999 julkaistu standardi ISO-SFS-877 määrittelee. Tämä nykyäänkin myynnissä oleva valurautaviemäriin laatu on pinnoitettu sisä- ja ulkopinnalta epoksimaalilla.</p> <p>WSP Finland Oy:n työntekijänä tein kuntotutkimuksen ja sille jatkotutkimuksen Helsingissä sijaitseva sairaalan viemärijärjestelmille. Tutkimusraportit ja niiden tulokset ovat olleet tämän insinööriyön pohjana. Kohteen valurautaviemäreissä oli todettu puhkisyöpyneitä kohtia 10 vuoden käytön jälkeen, vaikka valurautaviemäreiden käyttöikä odotusarvo on 40-50 vuotta. Tutkimuksessa pyrin määrittämään vaurioiden laajuutta ja pyrin selvittämään niiden synty-miseen johtaneita tekijöitä.</p> <p>Tutkimus osoitti, että valurautaviemäriin kestävyys riippuu suuresti asennuksen huolellisuudesta ja valmistajan ohjeistuksen noudattamisesta. Lisäksi valurautaviemäriin käyttöolosuhteet ja viemäriin laskettavien aineiden määrät ja koostumukset vaikuttavat sen käyttöikänsä. Tulosten perusteella voidaan listata käyttökohteita, joissa valurautaviemäri ei ole suositeltava materiaali.</p>	
Avainsanat	valurauta, viemäri, syöpyminen, sisäpinnoite, rakokorroosio, jätevesi, pesuaine, lämpötila, katkaisu, rikkivety

Author(s)	Jouko Väärälä
Title	Problems of the 2000's cast iron sewer in hospital environment
Number of Pages	65 pages + 16 appendices
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor(s)	Jyrki Viranko, Senior Lecturer Ilkka Piittisjärvi, Team leader
<p>In this Bachelor's thesis the focus is on one type of cast iron sewer with an inner and outer epoxy paint coating that has been available from the year 2000. The quality of the cast iron is defined by the standard SFS-ISO 877, published in 1999.</p> <p>The basis for the thesis were the results of a sewer inspection and its follow-up at a hospital in Helsinki. The inspection revealed corrosion that had penetrated all though the sewer walls in building's cast iron sewers after only 10 years of use, even though a cast iron sewer is expected to have a service life of 40-50 years. In this study the extent of the damage and the factors leading to it were determined.</p> <p>The study showed that the service life of cast iron sewers depends extensively on the installation: how careful it is and how well it complies with the manufacturer's instructions. In addition, the operating environment of a cast iron sewer and the quantity and composition of the fluids it carries have an effect on the service life of the sewer. In conclusion, places where cast-iron sewer is not the recommended material for the material to be used can be listed.</p>	
Keywords	cast iron, sewer, drainage, inner lining, cutting cast iron, waste water, detergent, temperature, hydrogen sulphide

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimuskohteen lähtötiedot	2
3	Tutkimussuunnitelma	3
3.1	Valurautaviemäreiden kuntotutkimukset	4
3.2	Viemäreiden käytön selvitys	5
4	Valurautaviemäriin kulumiseen vaikuttavia tekijöitä	6
4.1	Väärä materiaali väärässä paikassa	6
4.2	Valmistusvirhe	7
4.3	Asennusvirhe	7
4.4	Suunnitteluvirhe	8
4.5	Mekaaninen rasitus	8
4.6	Viemäriin käytöstä johtuvat rasitustekijät	8
4.6.1	Virtaustekniset rasitukset	9
4.6.2	Lämpötilat	9
4.6.3	Kemikaalit	10
4.6.4	Kaasut	11
4.6.5	Kunnallistekniset muuttajat	12
5	Tutkimukset ja niiden tulokset	13
5.1	Aistinvaraiset havainnot	13
5.2	Viemäreiden TV-kuvaukset 7. - 8.11.2013, rakennus 16A [1]	13
5.3	Valurautaviemäreiden röntgen-kuvaukset 19.11.2013, Rakennus 16A [1]	19
5.4	Viemäreiden TV-kuvaukset 6.2.2014, Rakennukset 16A ja 15C [2]	19
5.4.1	Rakennus 15C	19
5.4.2	Rakennus 16A [2]	29
5.5	Viemäreiden TV-kuvaukset 26.2.2014, Rakennus 16A [18]	32
5.6	VTT:n näytekappaleanalyysi, (liite 10)	39
5.6.1	VTT:n näytekappaleanalyysin tutkimusohjelma (liite 10, s.4)	40
5.6.2	Päätelmiä VTT:n näytekappaleanalyysin tulosten pohjalta	41

5.7	VTT:n altistustesti käyttämättömille valurautaviemäreille, (liite 16)	42
5.7.1	VTT:n altistustestin tutkimusohjelma, (liite 16, s. 1)	43
5.7.2	Päätelmiä VTT:n altistustestin tulosten pohjalta	44
5.8	Pesuaineiden käytön vaikutukset viemäriin	47
5.8.1	Yleistä pesuaineiden käytöstä rakennuksessa 16A [18]	47
5.8.2	Pesuaineiden käyttökysely [18]	49
6	Kokoava analyysi	51
6.1	Valurautaviemäreiden nykykunto	51
6.2	Materiaalitekniset tekijät	52
6.3	Havainnekuvia korroosion etenemisestä pinnoitteen alla	54
6.4	Käyttöön liittyvät tekijät	56
6.5	LVI-tekniseen toteutukseen liittyvät tekijät	57
6.6	LVI-suunnitteluun liittyvät tekijät	59
7	Yhteenveto	61
	Lähteet	63

Liitteet

Liite 1. Asemakuva, viemäriliitokset kunnalliseen sekaviemäriin

Liite 2. Linjakuva: Linjat V1 ja V2

Liite 3. Linjakuva: Linja V3

Liite 4. Linjakuva: Linjat V4,V5, RV100, T5 ja V6

Liite 5. Linjakuva: Linjat V7 ja V8

Liite 6. Linjakuva: Linjat V8, V9 ja V10

Liite 7. Linjakuva: Linjat V10, V11 ja V13

Liite 8. Linjakuva: Linjat V12 ja B-rakennuksen viemäreiden liitos

Liite 9. TV-kuvauspöytäkirja

Liite 10. VTT:n tutkimus VTT-S-01991-14, OM 154263, päiväys 24.4.2014. (näytekap-paleanalyysi)

Liite 11. Kaupungin viemärit ja Auroran sairaalan liittymät niihin.

Liite 12. Virtaustekniset laskelmat tuuletusviemärien ilmavirralle.

Liite 13. Pesuaineiden käyttökyselylomake

Liite 14. Pesuaineiden käyttökyselyiden tulokset

Liite 15. Saint-Gobainin katkaisu- ja käsittelyohjeet valurautaviemäriin.

Liite 16. VTT:n tutkimus VTT-S-03687-14, päiväys 27.7.2014 (altistustesti)

Lyhenteet

JV(nro.)	Jätevesiviemäri (linjan numero)
LVI	Lämpö, vesi, ilmanvaihto
LVIS	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö
LVV	Lämpö, vesi, viemäri
RTG	Röntgenkuvaus. Lämpökuva muodostetaan säteilylähteen avulla.
SG	Saint-Gobain
SV(nro.)	Sadevesiviemäri (linjan numero)
VTT	Alkuperäinen koko nimi (vuodelta 1942): Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Nykyinen koko nimi (2014): Teknologian tutkimuskeskus VTT
V(nro.)	Viemäri (linjan numero)
TV-kuvaus	Viemäriin sisäpuolinen videokuvaus, jota seurataan kuvattaessa TV-monitorilta.

1 Johdanto

Tämä insinöörityö pohjaa WSP Finland Oy:n palkkalistoilla Helsingin kaupungin toimeksiannosta tekemilleni tutkimusraporteille. Tutkimuskohteena oli Auroran sairaalan rakennus 16 A, Helsingissä. Ensimmäinen tutkimus oli perinteinen kuntotutkimus, jossa määritettiin viemärijärjestelmän kunto ja korjaustarpeet [1]. Kohteen jätevesiviemäreissä havaittiin huomattavia linjakohtaisia eroja. Osa oli hyvä- ja osa huonokuntoisia. Helsingin kaupungin omistuksessa on useita vastaavanlaisia kohteita, ja tämän takia tilaajaa kiinnosti selvittää, minkä takia osa viemäreistä ei kestä käytössä. Jatkotutkimuksella pyrittiin selvittämään syitä viemäreiden ennenaikaiselle kulumiselle. Jatkotutkimus raportoitiin kahdessa osassa. Ensimmäinen osa laadittiin jatkotutkimuksen väliraportiksi [2]. Varsinainen kokoava jatkotutkimusraportti valmistui syyskuussa 2014, ja se on tämän insinöörityön pääasiallinen lähde [18].

Kuntotutkimuksissa on noudatettu Suomen LVI-liiton 2013 julkaisemaa LVV-kuntotutkimusoppaan ohjeistusta [19].

Kuntotutkimusten lähtötietoina käytettiin tilaajalta saatujen tietojen [16; 21; 22] lisäksi kiinteistöltä kerättyä ja mitattua tietoa [1;2;10;18;20]. Lisäksi lähtötietoja hankittiin kaupungin arkistoista ja rakennuksissa toteutettujen hankkeiden suunnittelijoilta [3;4].

Tutkimuspöytäkirjoja ja tutkimuskarttoja on oleellisin osin tämän insinöörityön liitteinä. VTT:n suorittamien tutkimusten raportit ovat kokonaisuudessaan liitteinä.

2 Tutkimuskohteen lähtötiedot

Tutkitun kiinteistön perustiedot ovat seuraavat:

Kohde:	Auroran sairaala, rakennus 16 A, 00250 Helsinki
Rakennusvuosi:	1951
Peruskorjausvuosi	1976 ja 2003
Rakennuksia:	1 kpl
Rakennustyyppi:	betoni/tiilirakennus
Käyttötarkoitus:	Sairaala
Kerroksia:	6

Asiakirjatilanne ja korjaushistoria

Kiinteistöstä oli käytettävissä seuraavat asiakirjat:

- LVI-saneerauspiirustukset vuodelta 2002
- Perustiedot

Merkittävimmät kiinteistössä toteutetut LVIS-tekniset korjaustoimenpiteet:

- Peruskorjaus vuonna 1976 ja 2003

Tutkimuskohteena olleessa sairaalassa hoidetaan mielenterveyspotilaita. Viemärin käyttö rakennuksessa muistuttaa hotellin olosuhteita.

3 Tutkimussuunnitelma

Tässä osiossa käydään läpi tämän tutkimuksen päämäärät ja metodit, joilla niihin pyrittiin. WSP Finland Oy teki tutkimuskohteeseen kaksi kuntotutkimusta, joista jälkimmäinen raportoitiin kahdessa osassa. VTT teki kohteesta otetuille valurautakappaleille materiaalitestauksen, jolla pyrittiin selvittämään kappaleiden vauriomekanismeja. Lisäksi VTT teki altistustestin kohteessa käytettyjen kaltaisille valurautalaaduille. Testissä valurautaa altistettiin kohteesta talteen otetulle astianpesukoneen poistovedelle.

Tutkittavan kohteen jätevesiviemärit on kokonaisuudessaan uusittu vuoden 2003 peruskorjauksessa. Pääsääntöisesti viemärit ovat valurautaa. Uusitut valurautaputket ja osat ovat samoja, kuin mitä nykyäänkin käytetään: Dükerin SML-sarjaa ja St-Gobainin SMA Global -sarjan putkia ja yhteitä on käytetty molempia. Putket ja -yhteet ovat yhteensopivia keskenään. Molemmissa putkissa on tehdasvalmisteinen epoksinnoite putken sisäpuolella.

Viemäreissä on todettu puhkisyöpymistä: Korjauksia on tehty P-kerroksen aulassa kulkevaan linjaan ja vesimittarin alla olevaan linjaan. (Kuvat 1 ja 2.)



Kuva 1. Puhkisyöpynyt, vuonna 2003 asennettu valurautaviemäri on P-kerroksen katosta.



Kuva 2. Vesimittarin alla on viemäriin laki syöpynyt puhki.

3.1 Valurautaviemäreiden kuntotutkimukset

Sisäpuolinen TV-kuvaus oli pääasiallinen tutkimusmenetelmä viemäreiden rakenteellisen ja toiminnallisen kunnon selvittämisessä [1; 2; 18]. Näkyviltä osin viemäreiden kuntoa tarkasteltiin silmämääräisesti. Lisäksi viemärijärjestelmän toimintaa analysoitiin piirustuksia ja rakennusteknisiä asiakirjoja tutkimalla sekä huoltohenkilökuntaa haastatellen. Röntgenkuvia otettiin alkuperäisen kuntotutkimuksen yhteydessä [1]. Inspecta Oy suoritti röntgenkuvauksen laitteistolla Fox-Rayzor Digital X-.ray.

Viemäriin syöpymismekanismia selvitettiin valurautaviemäriin koepalasta. Tarkoituksena oli määrittää tarkemmin, mitkä tekijät voisivat olla osallisina syöpymisprosessiin. VTT suoritti näytekappaleanalyysin [10]. VTT:n raportti on tämän tutkimuksen liite 10. Tämän tutkimuksen luvussa 5.6 käydään läpi näytekappaleanalyysin tuloksia.

Alun perin jatkokuntotutkimuksen [2;18] osana oli rakennuksen 16A:n jätevedestä tarkoitus ottaa näytteitä laboratorioanalyysia varten. Näytteitä jäteveden laatua piti verrata valurautaviemäreiden laatustandardissa SFS-ISO 877 [6] määriteltyihin arvoihin, joista osa on esitetty kuvassa 3. Jätevesianalyysia ei suoritettu, sillä Suomesta ei löytynyt laboratoriota, joka olisi voinut analysoida jäteveden koostumusta kokonaisvaltaisesti. Kukin laboratorio pystyy määrittämään jätevedestä vain tiettyjen ainesosien määriä.

Käytetyn materiaalin soveltuvuutta käyttöympäristöön tutkittiin altistustestillä. VTT suoritti testin. VTT:n raportti on tämän tutkimuksen liite 16. [20]. Tämän tutkimuksen luvussa 5.7 käydään läpi testin tuloksia.

5.7.2.2 Jätevedenkestokyky

Standardin EN 605 mukaiset normaalikoetangot upotetaan 30 päiväksi lämpötilaltaan (23 ± 3) °C jäteveteen, jonka koostumus on määritetty taulukossa 5.

Taulukko 5 Jäteveden tyypillinen koostumus

Aineosa	Mg/l
Tärkkelys	50
Natriumstearaatti	32
Natriumasetaatti	56
Glyseriini-tristearaatti	15
Urea	13
Ammoniumsulfaatti	70
Proteiineja	90
Juomavettä	tasapaino

Upotusjakson jälkeen kappaleet huuhdellaan demineralisoidulla vedellä ja kuivataan. Kappaleet tutkitaan välittömästi tämän jälkeen kuplien syntymisen tai muun vahingoittumisen osalta. Kappaleet tutkitaan uudelleen niiden oltua 24 tuntia (23 ± 3) °C lämpötilassa.

Liimauskyvyn heikkenemistä tai ruostetta ei sallita.

Kuva 3. SFS-ISO 877:ssa määritelty jäteveden koostumus [6]

3.2 Viemäreiden käytön selvitys

Jatkotutkimuksessa [2;18] pyrittiin selvittämään viemäreiden käytön ja kunnon syy-seuraussuhteita, joten käytön selvitys oli merkittävässä roolissa.

Viemäriin laskettavien aineiden laatuja, pitoisuuksia ja määriä selvitettiin käyttökyselyin, jotka jaettiin täytettäväksi rakennuksen 16 henkilökunnalla. Tulosten vertailun mahdollistamiseksi sama kysely tehtiin myös rakennuksen 15C henkilökunnalle. Kyselyn pääpaino oli käytettävissä kemikaaleissa ja pesuaineissa sekä niiden käyttömäärissä. Ihmisten peseytymistä tai WC:n käyttöä ei selvitetty, sillä henkilöpesuaineet ovat hyvin neutraaleja verrattuna koneelliseen pesuun. Henkilöpeseytymisessä myös lämpötilat ovat matalia, ihminen ei pysty olemaan 42 astetta kuumemmassa vedessä. Käyttökyselylomake on liitteenä nro 13 ja kyselyiden tulokset on summattu liitteeseen nro 14. Käyttökyselyiden lisäksi huoltohenkilökuntaa haastateltiin ja kohteen vesi- ja viemäripiirustuksia analysoitiin.

4 Valurautaviemäriin kulumiseen vaikuttavia tekijöitä

Viemärit joutuvat alttiiksi monenlaisille rasiustekijöille. Tässä osiossa pyritään listamaan mahdollisia tekijöitä, joilla voi olla vaikutusta viemäriin kulumiseen. Erilaiset tekijät esitellään lyhyesti ja niiden relevanttius tutkimuskohteeseen nähden käydään läpi. Valurautaisen jätevesiviemäriin normaalin kestävyuden mittapuuna käytetään standardin SFS-ISO 877 [6] mukaisia määritelmiä. Tässä osiossa valurautaviemäreillä viitataan Auroran sairaalan rakennuksessa 16A käytettyihin Dükerin ja Saint-Gobainin valmistamiin valurautalaatuihin. Nämä samat valurautalaadut ovat myynnissä ja yleisessä käytössä nykyäänkin. Valmistajien selvitysten mukaan kyseiset valurautalaadut pinnoitteineen (Düker SML ja Saint-Gobain SMA) ovat pysyneet samanlaisina vuodesta 2000 tähän päivään (syksy 2014).

4.1 Väärä materiaali väärässä paikassa

Auroran sairaalan rakennukseen 16A asennetut valurautaviemäri on kehitytty kestämään tavanomaista jätevettä ja sadevettä. Auroran sairaalassa ei ole käytössä prosesseja, jotka tuottaisivat niin aggressiivisia jätevesiä, että tavallinen valurautaviemäri ei niitä voisi kestää. Verrattuna asuintaloihin tai toimistoihin viemäriin käyttö on kuitenkin runsaampaa, sillä sairaalan rakennuksissa on koko ajan käyttäjiä paikalla. Lisäksi erityisesti astianpesukoneissa käytetään enemmän vettä ja korkeampia lämpötiloja kuin ns. kotikoneissa. Viemäreiden materiaalivalinnoista ei ole kuitenkaan sitovia määräyksiä [5], ja perimmäinen vastuu suunniteltujen materiaalin soveltuvuudesta kohteeseen on rakennuttajalla. Rakennuttajalla täytyy olla tietotaitoa vaatia suunnittelulta ja toteutukselta toimivia ratkaisuja. Suunnittelijan on vastuussa hankkeesta vain oman suunnittelupalkki- onsa verran [22]. Maankäyttö- ja rakennuslain 119 §:n mukaan

”rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaatimus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.” [22]

4.2 Valmistusvirhe

Sisäpuolisilla TV-kuvauksilla tutkittiin n. 400 metriä viemäriputkea [1;2;18]. Rikkoutuneet ja huonokuntoiset putket ja osat olivat osana johdonmukaisesti huonokuntoisia linjoja. Jos kyse olisi valmistusvirheistä, rikkoutuneita putkia tai osia olisi myös hyväkuntoisissa viemäriinjoissa. Tämän päätelmän perusteella ei putken tai yhteen valmistusvirhettä voida pitää selittävänä tekijänä. Lisäksi VTT:n suorittaman näytekappale analyysin mukaan syöpyneiden kappaleiden rakenne ja pinnoitteen laatu oli johdonmukaisia uusien vastaavien kappaleiden kanssa [10]. Valmistusvirheiden mahdollisuus voidaan käytännössä rajata pois.

4.3 Asennusvirhe

Katkaistujen päiden käsittely on yleensä osatekijänä valurautaviemäreiden ennen aikaiseen syöpymiseen. Valmistajat (Düker [9] ja Saint-Gobain [11]) suosittelevat suorien putkien katkaisua lastuavin katkaisulaittein. Myös moniteräleikkuria voidaan käyttää, jos katkaisupainetta lisätään kohtuullisesti. Kulmahiomakonetta voidaan periaatteessa käyttää, jos käytettävä laikka on tarkoitettu nimenomaan valurautaputken katkaisuun. Muiden laikkojen käyttö on erittäin haitallista, sillä se nostaa katkaisupinnan lämpötilaa niin paljon, että pinnoite palaa irti putkesta.

Leikkauspää täytyy käsitellä valmistajan ohjeen mukaan joko Saint-Gobainin [11] epoksimaalilla tai Dükerin [9] teipillä. Dükerin teippi on tullut markkinoille vasta viime vuosina, joten vuonna 2003 sitä ei ollut saatavilla. Tutkituilla putkiosuuksilla katkaisupäiden käsittelemättömyys oli yleistä. Katkaisupäiden käsittelemättömyys onkin kiistatta osasyynä Auroran sairaalan rakennus 16A:ssa esiintyneisiin vaurioihin valurautaviemäreissä. Osana tutkimuksia kuvattiin Auroran sairaalan rakennuksessa 15C joitakin viemäriin pystylinjoja. Kuvatuissa linjoissa oli viemärien katkaisu/jatkokokhossa havaittavissa huomattavasti vähemmän epoksin repeilyä, joten oletettavasti rakennuksen 15C viemäreiden katkaisupäiden käsittely on ollut huolellisempaa.

Valuraudan vääränlainen katkaisu ja katkaisupäiden maalaamattomuus on tutkimuksista saadun materiaalin [1] perusteella rakennuksessa 16A yleinen ongelma, mutta sillä ei

voida selittää kaikkia kohteessa havaittuja vauriota. Vauriota havaittiin myös suorilla putkiosuuksilla ja tehdasvalmisteisissa yhteissä. Tämän takia vauriomekanismien tarkempi tutkiminen on ollut perusteltua.

4.4 Suunnitteluvirhe

Tuuletusviemäreiden määrä ja laatu voi olla suunniteltu liian vähäiseksi. Tuuletusviemäreitä voi olla liian vähän talossa tai niiden putkikoot voivat olla liian pieniä, jolloin putkessa ei liiku riittävää ilmavirtaa. Tällöin viemärikaasut eivät pääse kunnolla tuulettumaan ulos rakennuksesta, vaan jäävät muhimaan ja tiivistymään viemäreiden ilmatilaan. Erityisesti kokonaan tuulettamattomat ja alipaineventtiilein varustetut viemäriosuudet keräävät viemärikaasuja. Tiivistyessään viemärikaasuissa esiintyvät rikkivedyt muodostuvat rikkihapoksi, joka on erittäin syövyttävää [15]. Rikkihapon tiivistymistä sisäpintaan tapahtuu erityisesti viemäriin laella.

Auroran sairaalan rakennuksen 16A tuuletusviemäreissä ei havaittu merkittäviä puutteita. Viemäreiden suunnittelu täyttää rakentamismääräykset [5].

4.5 Mekaaninen rasitus

Varastointi- ja asennusvaiheessa viemäriputket ovat voineet altistua mekaaniselle rasitukselle, joka on rikkonut putkien ja osien pinnoitteita. Asennettuna putket ja osat voivat joutua mekaanisen rasituksen alaisiksi johtuen rakennuksen liikkumisesta, heikosta kannakoinnista, lämpölaajenemisesta tai mekaanisesta puhdistuksesta. Mekaanisesta rasituksesta johtuvia vaurioita ei tutkimuksissa havaittu [1;2;18].

4.6 Viemäriin käytöstä johtuvat rasitustekijät

Viemäriin sisällä liikkuvan fluidin ominaisuudet aiheuttavat oman rasituksensa viemäriin. Lisäksi aineen liikkumistavalla (jatkovaa vai syklistä) ja nopeudella on omat vaikutuksensa. Seuraavissa alaotsikoissa on pyritty määrittelemään viemäriin käytöstä johtuvia muuttujia ja rasitustekijöitä.

4.6.1 Virtaustekniset rasitukset

Virtausnopeuden lisäys lisää eroosiota putkissa. Viemäreissä virtausnopeudet ja paineet ovat kuitenkin pieniä verrattuna muihin LVI-järjestelmiin. Ainoastaan pystyviemärin taittuessa vaakaan saattaa esiintyä kovia nopeuksia pystyosuutta pitkin tippuvan aineen kääntyessä pohjakulmassa vaakaviemäriin. Viemärivesi tippuu korkeimmillaan 5 kerrosta rakennuksessa 16A. Maksiminopeus 5 kerrosta tippuvalle aineelle on noin 17,7 m/s, joka ei ole vielä erityisen kova nopeus.

$$x = 5 * 3,2m = 16m$$

$$a = g = 9,81m/s$$

$$v^2 = 2ax$$

$$v = \sqrt{2ax} = \sqrt{2 * 9,81 * 16} = 17,7m/s$$

Mikäli viemäröitävien vesien mukana liikkuu sisäpinnoitetta rasittavia aineita, kuten hiekkaa tai liuottimia, ne lisäävät veden virtauksen aiheuttamaa kulumista. Tutkimuksissa ei havaittu erityisen kovia virtaamia tai virtausnopeuksia. Myöskään hiekkaa tai muita viemäriin kuulumattomia aineita ei havaittu.

Sairaalaympäristön päivittäiset jätevesivirtaamat ovat jatkuvasta käytöstä johtuen kuitenkin suurempia kuin asuinrakennuksissa tai toimitiloissa. Tästä syystä sairaaloiden ja hotellien viemärit kohtaavat suurempaa käyttörasitusta. Koska käyttäjillä ei ole poissaolojaksoja, voidaan käyttörasituksen arvioida olevan kaksinkertaista verrattuna asuinrakennuksiin ja toimitiloihin.

4.6.2 Lämpötilat

Kemialliset reaktiot nopeutuvat lämpötilan kohotessa. Lisäksi lämpölaajeneminen voi aiheuttaa mekaanista rasitusta. Standardissa SFS-ISO 877 ei suoraan määritellä, millaisia lämpötiloja valurautaviemärin ja sen sisäpinnoitteen täytyy kestää pitkäaikaisessa käytössä. Standardissa on kuitenkin määritelty testijärjestely kuumun veden kestolle ja kuumun ja kylmän veden sykliselle rasitukselle. Näistä testeistä valuraudan täytyy selvitä määritellyn vaurioasteen sisällä. Lisätietoa on standardissa SFS-ISO 877: Keston määritelmät, otsikko 4.6.2. ja testimenettely, otsikot 5.7.2.6. ja 5.7.2.7 [6].

Standardia referoiden sisäpuolisen pinnoitteen lämpötilan kestoon liittyvät testit ovat seuraavanlaisia: Testikappaleet upotetaan 24 tunniksi +95 °C lämpöiseen veteen. Sisäinen pinnoite tarkastetaan välittömästi tämän jälkeen kuplien syntymisen osalta, joka ei saa ylittää tasoa 3, luokkaa 3 standardin ISO 4628-2 mukaisesti. Lämpötilan vaihtelun kestävyystestissä testikappaleet alistetaan vuorotellen +15 ° ja +93 °C lämpötilalle 1500 kertaa. Sisäpinnoite tarkastetaan kuplien syntymisen ja ruostumisen osalta. Kuplien syntyminen ei saa ylittää tasoa 3, luokkaa 3 standardin ISO 4628-2 mukaisesti. Ruostuminen ei saa ylittää tasoa Ri 2 standardin ISO 4628-3 mukaisesti [6;7;8].

Henkilöpeseytymisessä ei saavuteta lämpötiloja, jotka voisivat olla vahingollisia viemäreille, mutta astian- ja pyykinpesukoneet lämmittävät vettä huomattavasti. Näistä viemäriin laskettavan veden lämpötilat ovat selvityksen mukaan Auroran sairaalassa useimmiten 80 °C astianpesukoneista ja 60 - 90 °C pyykinpesukoneista, (liite 14).

VTT:n suoritti materiaalitutkimuksen parille vaurioituneelle valurautaviemärin kappaleelle [10]. Tutkimuksessa tehtiin testejä myös vastaaville käyttämättömille kappaleille (Düker ja Saint-Gobain). Pinnoitteiden lämpötilan kestoa tutkittiin ja kuumennuksin ja pinnoitteiden koostumuksessa havaittiin muutoksia alimmillaan 55 °C (Saint-Gobain) ja 57 °C (Düker). VTT:n tutkimus käydään tarkemmin läpi luvussa 5.6 VTT:n näytekappaleanalyysi.

4.6.3 Kemikaalit

Käytettävät ja viemäriin päätyvät kemikaalit voivat olla hyvin aggressiivisia. Tämän takia osana tätä tutkimusta tehtiin Auroran sairaalan rakennusten 16 ja 15 henkilökunnan keskuudessa viemäreistä ja niihin kaadettavista aineista käyttökysely (liitteet 13 ja 14). Käyttökyselyn perusteella käytettävät aineet ovat niitä, joita Helsingin kaupungin hankintakeskus voimassa olevien tarjousten perusteella tilaa. Hankintakeskus yhteishankintayksikkönä kilpailuttaa pesuaineet kaupungin virastojen ja liikelaitosten käyttöön. Kilpailutuksessa on mukana asiantuntijaryhmä, joka koostuu pesuaineita käyttävien yksiköiden omista asiantuntijoista. Hankintakeskukselta saatiin kattava listaus valikoimassa olevista aineista ja niiden toimittajista vuosilta 2004 - 2014 [16]. Listauksiin on merkitty aineiden ominaisuuksista pH, joka on koko vertailujaksolla voimakkaimmillaan konetiskiaineissa. Niiden pH vaihtelee välillä 11 - 13, joten kyse on hyvin emäksisistä aineista. Voimakkaasti happamia aineita ei listauksista juuri löytynyt joitakin kalkinpoistoaineita lukuun

ottamatta. Niiden pH saattoi olla jopa 1 - 2 joten ne ovat voimakkaasti syövyttäviä. Käytökyselyiden perusteella kalkinpoistoaineiden käyttömäärät ovat kuitenkin huomattavan pieniä verrattuna konetiskiaineisiin ja pyykinpesuaineisiin (liite 14).

4.6.4 Kaasut

Viemärin ilmatilassa liikkuu erilaisia kaasuja tuuletusviemäriä ja ulkoilmaa kohti. Kaasut voivat tiivistyä viemärin sisäpinnalle ja aiheuttaa syöpymistä. Erityisesti viemärissä uloste- ja ureaperäisten bakteerien vaikutuksesta syntyvää rikkivetyä ja sen tiivistymistä on tutkittu runsaasti. Pomeroy ja Boonin vuonna 1992 päivitetystä tutkimuksesta [15] määritellään olosuhteita, joissa bakteeritoiminta aikaansaa rikkivetyjen muodostumista ja viemäreihin. Rikkivetyjä muodostuu viemäriverteen hapettomissa olosuhteissa viemärinsakkakertymissä tai seisovassa viemäriverdessä. Kun rikkivetypitoinen viemäriveresi pärskähtelee ja kuohuaa (esim. pystyviemärin kääntyessä vaakaosuudelle), veden sisältämiä rikkivetyjä vapautuu viemärin ilmatilaan. Rikkivedyt muodostavat viemärin kosteassa ilmatilassa veden kanssa rikkihappoa, joka voi syövyttää viemäreitä voimakkaasti.[15] Auroran sairaalan rakennuksessa 16A ei havaittu merkittäviä sakkakertymiä tai padotusta [1;2;18]. Rikkivetyjen muodostus rakennuksen omissa viemäreissä ei ole erityisen suurta. Kaupungin viemäriverkosta voi kuitenkin nousta rikkivetyjä tuuletusviemäreiden imun voimalla rakennuksen viemäreihin.

Pesuainepitoisista jätevesistä kaasuuntuvia yhdisteitä tai niiden käyttäytymistä viemäreissä ei ole tieteellisesti tutkittu, joten niiden vaikutusta viemärien kestävyys on vaikea arvioida. Joka tapauksessa viemäriin loiskuvat kuumat pesukoneiden poistovedet höyrystävät viemärin ilmatilaan joitakin yhdisteitä, jotka jäähtyessään tiivistyvät viemärin sisäpinnalle. Höyrystyvien ja tiivistyvien yhdisteiden koostumusta on vaikea määrittää tarkemmin, sillä olomuotomuutokset tapahtuvat pitkällä matkalla rakenteiden sisällä olevissa viemäreissä. Pesuaineissa olevat kompleksinmuodostajat kiihdyttää korroosiota välillisesti, sillä ne estävät metalleja suojaavan oksidikerroksen muodostumista. Lisäksi ne irrottavat limaa ja kerrostumia. Limakerros voi osaltaan suojata metallia syöpymiseltä.[14]

Höyrystyvä kloori on yksittäisenä ainesosana potentiaalinen uhka metalliviemäreille. Se voi höyrystyä putkissa pH:n laskettua alle 10:n. Se syövyttää voimakkaasti metalleja ja

aiheuttaa pistesyöpymiä jopa haponkestävään teräkseen. Klooria käytetään desinfiointiaineissa, mutta ei pesuaineissa. Pesuaineiden käyttöselvityksen perusteella klooria sisältäviä aineita käytetään rakennuksessa hyvin vähän. [13;14] (Liite 14.)

4.6.5 Kunnallistekniset muuttajat

Kunnalliseen jätevesiviemäriin kerääntyy jätevesien mukana rikkivetyjä, joita täytyy tuulettaa kunnallisten viemäreiden ehjänä pysymisen vuoksi. Tuuletus tapahtuu kunnalliseen viemäriin kytkettyjen rakennusten tuuletusviemäreiden kautta. Helsingin vesilaitokselta hankitun johtokartan (liite 11) mukaan Auroran sairaala-alueen rakennus 16 on kytketty päättävään sekaviemäriosuuteen. Koska rakennus 16A on tähän sekaviemäriin liitetyistä taloista korkein, mahdollisesti kaupungin viemäri tuulettuu voimakkaasti juuri rakennus 16A:an kautta. Korkeuserosta johtuva ilman tiheysero saa tuuletusviemäriin päähän alipaineen, mikä vetää viemärissä olevia kaasuja ylöspäin. Mitä suurempi on korkeusero, sitä enemmän syntyy vetoa. Vedon voimakkuuteen vaikuttaa lisäksi lämpötilaero joka riippuu voimakkaasti vuoden ajasta. Liitteessä 12 on laskettu tuuletusviemäriin kaasujen virtaamia erilaisilla lämpötilaeroilla.

Mahdollisesti kunnalliseen viemäriin kerääntyy voimakkaasti höyrystyneitä rikkivetyjä, jotka Auroran sairaalan rakennus 16A:n korkeat tuuletusviemärit imevät talon viemäreiden ilmatiloihin. Siellä rikkivedyt tiivistyvät viemäreiden sisäpinnoille rikkihapoksi ja aiheuttavat syöpymiä. [13;14;15]

Rakennus 16A:n lisäksi tutkittiin pistokokein myös rakennus 15C:n valurautaviemäreitä [2]. 15C:n viemäröinti liittyy kaupungin sekavesiviemäröintiin sairaala-alueen eteläpuolella keskelle Nordenskiöldinkadun pääviemäreitä (liite11). Tämä voisi olla yksi selitys siihen, miksi samanlaiset viemärit ovat kestäneet paremmin rakennuksessa 15C, kuin rakennuksessa 16A. Mahdollisesti kunnallinen viemäri, johon rakennukset 15C viemäri-vedet laskevat, on runsaammin tuuletettu ja sieltä ei tule taloon 15C höyrystyneitä rikkivetyjä.

5 Tutkimukset ja niiden tulokset

Tässä osiossa käydään läpi suoritettut tutkimukset ja niiden tulokset [1;2;18].

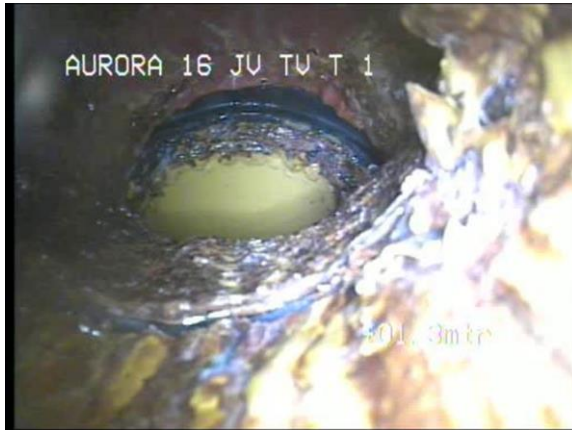
5.1 Aistinvaraiset havainnot

Viemärijärjestelmää päällisin puolin havainnoimalla nähtiin paikallisesti puhki syöpyneitä osia (kuvat 1 ja 2). Käyttäjien haastattelujen perusteella viemärin toiminnassa ei ollut merkittäviä ongelmia. Näkyviltä osin viemäriputkien asennustapa, kannakointi ja kaato olivat kunnossa [1].

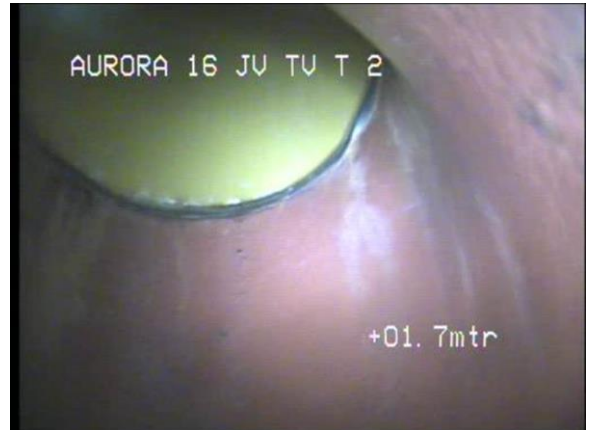
5.2 Viemäreiden TV-kuvaukset 7. - 8.11.2013, rakennus 16A [1]

Viemäreitä TV-kuvattiin yhteensä 20 kohdasta. Tuuletusviemärit kuvattiin sekä ylös-, että alaspäin. Muissa kohteissa kuvaus oli mahdollista vain yhteen suuntaan. Runkolinjoissa ei ole puhdistusyhteitä, joten yhteen runkolinjaan päästiin ainoastaan irrottamalla kulma kellarin viemäristä. Kuvaukset suoritettiin kahtena päivänä, ylhäältä alaspäin edeten.

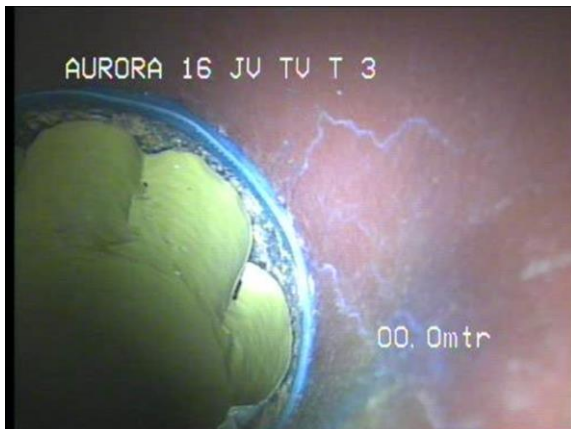
Tuuletusviemäreiden kunnossa on huomattavia linjasta riippuvia eroja. Viemäriinjat, joihin tulee astianpesukoneiden poistovesiä, ovat huonoimmassa kunnossa. Viemärihajoitukset rakennuksen kerroksissa ovat enimmäkseen toteutettu muoviviemärillä. TV-kuvauksissa muoviset osuudet todettiin hyväkuntoisiksi. [1]



Kuva 4. V1-linjan tuuletusviemäri on voimakkaasti syöpynyt. V1 palvelee osastojen keittiöitä.



Kuva 5. T1 on kellarin rasvakaivon tuuletusputki. Putki on hyvässä kunnossa.



Kuva 6. Epoksin repeäminen oli helposti todettavissa tuuletusviemäreissä. RV100-linjan tuuletus.



Kuva 7. Tuuletusviemäreiden notkot huonontavat toimintaa ja edistävät korroosiota. Viemäriinjojen V6,8 ja 10 tuuletus.

Viemäriinjo V5 oli TV-kuvausten huonokuntoisimpia linjoja. Linja kuvattiin ullakolta alaspäin. Tuuletusviemäriin osuudella oli havaittavissa edennyttä syöpymistä (kuvat 8 ja 9). Linjan huonokuntoisin osuus sijoittuu 1. ja 2. haaran väliselle osuudelle (kuvat 10 ja 11). Piirustusten mukaan linjaan pitäisi olla kytketty ainoastaan 3 lavuaaria eri kerrosten lääkäreiden huoneissa (liite 4). TV-kuvausmateriaali viittaisi kuitenkin siihen, että osa 4. kerroksen tarjoilukeittiöstä on kytketty tähän linjaan. Ullakon puhdistusyhteestä pitäisi olla n. 3,5 m matkaa 4. kerroksen keittiön kytkentäviemäriin. Tällä etäisyydellä on kuvauksen etenemislaskurin mukaan ensimmäinen haara (kuva 10). Piirustuksien mukaan ensimmäinen haara on vasta 3. kerroksessa. Oletettavasti samoin kuin linjassa RV100 keittiön vedet ovat aiheuttaneet linjan syöpmisen.



*Kuva 8. Linja 5 tuuletusviemärin puhdistusyh-
teestä.*



*Kuva 9. Pystylinja V5:ssä on epoksin irtoamista
ja syöpymää tuuletusviemärin osuudella*



*Kuva 10. Pystylinja V5:n ensimmäinen haara
ylhäältä päin on 3,5m:n kohdalla.*



*Kuva 11. Pystylinja V5:n ensimmäisen haaran
jälkeen epoksi on irronnut kauttaaltaan.*



*Kuva 12. Epoksin kuplimista suoralla osuu-
della. Pystylinja V5.*



*Kuva 13. Pystylinjan V5 alaosaa on hieman pa-
remmassa kunnossa.*

Linjassa V3 oli todettu aiemmin puhkisyöpynyt (kuva 1) vaakaosuuden jatkokohta, joka oli jo korjattu muovilla (kuva 15). Linjaan viemäroidään hoitajien tilojen lavuaareja, wc:t ja taukotilojen keittiöt. Linja on pystyosuudelta tyydyttävässä kunnossa, mutta P-kerroksen katossa kulkevalla vaakaosuudella on ongelmia. Ongelmakohdat näkyvät kuvissa 14 - 19. Tämä vaakaosuus myös röntgenkuvattiin kahdesta kohtaa. Rtg-kuvista havaittiin, että epoksin irtoaminen ja syöpymät voivat olla hyvinkin paikallisia. Tämän linjan rtg-kuviin ei syöpymäkohtia osunut ja rtg-kuvissa putki näyttääkin hyväkuntoiselta.

Tutkittavassa putkityypissä epoksinpinnon kestävyys käytännössä määrittää putken eliniän. Jos pinnoite irtoaa, voi putki syöpyä nopeastikin. Rtg-kuvauksilla epoksin irtoaminen on tutkimuksen perusteella vaikea todeta, koska tutkimusala on niin pieni. Kuvauspaneelin koko on n. 20 cm * 20 cm. Vaikka viemäristä on olemassa TV-kuvausateriaalia, voi hyvien rtg-kuvauspaikkojen löytäminen olla vaikeaa.



Kuva 14. Linja V3 taivuu vaakaan P-kerroksen katossa. Viemärin laella on wc-paperikertymää.



Kuva 15. Linjan V3 P-kerroksen vaakavedossa on muovilla korjattu pätkä. (Ks. kuva 1.)



Kuva 16. Linjan V3 vaakavedosta otettiin RTG-kuva virtaussuunnassa muovilla paikatus kohdan jälkeen tästä kohtaa.



Kuva 17. RTG-kuvauskohtassa viemäriputki on kunnossa.



Kuva 18. Linjan V3 vaakaosuus on supistuksen kohdalta pahoin syöpynyt.

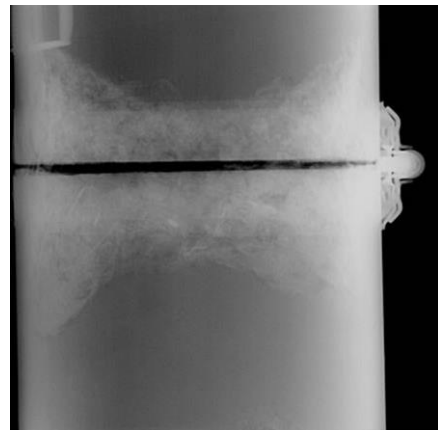


Kuva 19. P-kerros, aulan katto. Ulkopuolelta sama kohta kuin kuvassa 18. Yhtyvä pystylinja V5 on syöpynyt kulmasta puhki. Suoran putken huomattava syöpymä juuri ennen supistuskappaletta ei näy ulospäin.

Kuvissa 20 ja 21 on runkoviemäristä saatu tallennettua sekä rtg- , että TV-kuva samasta kohtaa. TV-kuvasta nähdään merkittävää epoksin irtoamista. Rtg-kuvassa ei näy huomattavaa syöpymistä. On kuitenkin huomattava, että irvistelevä epoksi ja sen alla kerääntynyt ruoste hajauttavat säteilyä ja seinämävahvuuden tulkinnan epätarkkuus kasvaa huomattavasti.



Kuva 20. Jätevesirunkolinja kellarin varastossa 002.



Kuva 21. Sama kohta kuin edellä, RTG 5. Irronnut epoksi näkyy vaaleana. Metalli ei kuitenkaan ole vielä merkittävästi syöpynyt.

Yleisesti lähes kaikissa valurautaviemäreiden jatkokohdissa oli havaittavissa alkavaa tai edennyttä epoksinpinnoitteen irtoamista. Tämä johtuu pääasiallisesti siitä, että katkaisukohtia ei ole käsitelty asianmukaisesti epoksimaalilla. Tämä on hyvin yleinen asennusvirhe valurautaviemäreissä ja osaltaan nopeuttaa korroosion etenemistä. Tällöin syöpyminen pääsee alkamaan paljaaksi jäävästä valuraudan metallipinnasta. 2000-luvun alussa epoksinpinnoitettu valurauta oli materiaalina varsin uusi ja riittävää tietotaitoa katkaisupäiden asianmukaiseen käsittelyyn oli sekä suunnittelussa, että asennustöissä rajallisesti.

Vaikka jatkokohdissa epoksin irtoilu onkin rakennuksen viemäreissä yleistä, ei jatkokohtien maalamatta jättämistä voi pitää ainoana syynä viemäroiden syöpymiseen. Myös tehtaalla ympäriinsä pintakäsitellyt kulma- ja haarayhteet ovat menettäneet pinnoitettaan ja lähteneet syöpymään.[1]



Kuva 22. Kellarin varastossa 004 irrotettiin Inva-wc:n 006 lavuaarin viemäri, jotta päästiin kuvaamaan jätevesirunkoa. Irrotetun jatko kohdalla on nähtävissä alkavat syöpyminen ja epoksin irtoilu. Valuraudan katkaisukohtaa ei ole asennusvaiheessa käsitelty epoksimaalilla.



Kuva 23. Edellisen kuvan viemäriin päästävä vastinkappale. Myös tehdasosassa on selkeää alkavaa syöpyä.

Yksi alkuperäisen kuntotutkimuksen [1] tavoite oli selvittää, voisivatko pari havaittua puhkisyöpymistä (kuvat 1 ja 2) johtua materiaalien valmistusvirheistä. Havaintojen perusteella tämä on epätodennäköistä. Huonokuntoisia viemäriosuuksia on suorissa putkissa, kulmissa ja haaroissa. Mikäli kyseessä olisi laatuvirhe materiaaleissa, se todennäköisesti ilmenisi vain yhdentyypisissä ja merkkisissä osissa. Havaintojen mukaan

huonokuntoiset osuudet ovat kuitenkin linjakohtaisia, eivätkä riipu osien tyypistä. Näin ollen valmistusvirheen mahdollisuus voidaan käytännössä sulkea pois.

5.3 Valurautaviemäreiden röntgen-kuvaukset 19.11.2013, Rakennus 16A [1]

Röntgenkuvia otettiin ainevahvuuksien selvittämiseksi. Lisäksi muutamasta kohdasta, joita ei sisäpuolisin TV-kuvauksin pystytty tutkimaan, otettiin röntgen-kuvat putkien kunnon selvittämiseksi.

Röntgenkuvaus todettiin hankalaksi menetelmäksi viemäreiden kunnon toteamiseksi, koska sisäpinnoitteen vauriot ovat varsin paikallisia ja useimmiten osuuksilla, jotka ovat rakenteiden sisällä [1].

5.4 Viemäreiden TV-kuvaukset 6.2.2014, Rakennukset 16A ja 15C [2]

5.4.1 Rakennus 15C

Rakennuksessa 15C kuvattiin muutama jätevesilinja, jotta 16A:n tutkimustuloksille saatiin referenssidataa. 15C:n viemärit ovat samaa materiaalia ja yhtä vanhoja kuin rakennuksen 16A. Rakennuksen 15C kuvatut viemäriinjat olivat pääosin tyydyttävässä kunnossa. Poikkeuksena oli pyykinpesukonetta viemäröivä kytkentäviemäri, jonka sisäpinnan epoksia oli irronnut runsaasti ja valurauta oli alkanut syöpyä. Keittiölinjaa kuvattiin kolmesta kohdasta, mutta kertymien vuoksi pinnoitteen ja putken kunnosta ei voitu tehdä päätelmiä.

Rakennus 15C:n viemäreitä kuvattiin muutama linja, jotta saataisiin vertailukohta rakennus 16A:n viemäreiden tilanteeseen. Rakennusten viemärijärjestelmät ovat hyvin toistensa kaltaisia. Käytetyt materiaalit ovat samoja ja asennusajankohdat lähellä toisiinsa. Rakennus 16A:n viemärit ovat vuodelta 2003 ja rakennus 15C:n vuodelta 1999. Myös viemäreiden käyttö rakennuksissa on hyvin samanlaista. Tämä varmistui palautettujen käyttökyseiden perusteella. Molemmissa rakennuksissa käytetään samoja pe-

suaineita. Myös käytetyt pesukoneet ovat enimmäkseen samoja. Rakennuksesta pyrittiin kuvaamaan 3 - 4 viemäriinjaa. Ajatuksena oli kuvata osastojen keittiölinja, pyykkihuonelinja sekä 1 - 2 wc/kph-linjaa.

Kuvaukset oli tarkoitus suorittaa 7. kerroksen osastolta alaspäin. Kuvasimme wc/kph-linjat ensin 7. kerroksen kylpyhuoneiden lattiakaivojen kautta. Koska kuvaus onnistui helposti, kuvasimme niitä kaksi: Ensin linja V35a huoneesta C706 ja sitten linja V35 huoneesta C728. Linjat olivat yön jäljiltä kuivia (kuvasajankohta oli aikaisin aamulla, n. klo 6:00).



Kuva 24. V35a. Linjan yhteet ja jatkot olivat pääsääntöisesti kunnossa. Tässä on nähtävissä alkavaa ruostumista oikeassa reunassa.



Kuva 25. V35a. Viemäriin yläosassa näyttäisi olevan pinnon halkeama. Kulmayhde on kunnossa.



Kuva 26. V35a. Pystylinja oli tyydyttävässä kunnossa.



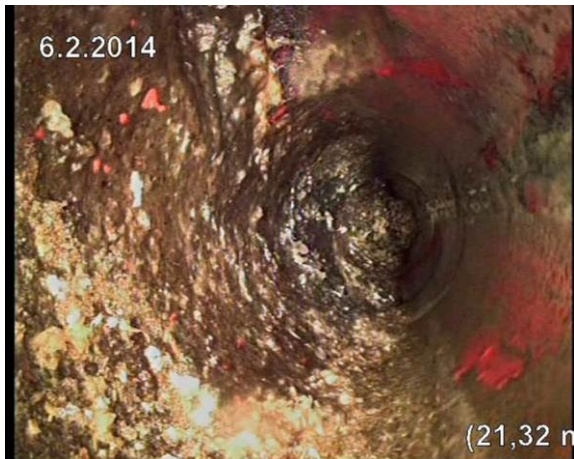
Kuva 27. V35a. Pystylinjan seinillä olevan kertymän koostumus vaihteli. Tässä viemäriin seinissä näyttäisi olevan korroosiota/sisäpuolen pinnon vaurioita, mutta kertymän takia mahdollista vauriota on vaikea arvioida.



Kuva 28. V35a. Pystylinjan seinämissä on vaaleaa kertymää.



Kuva 29. V35a. Pystylinjan haarayhteet olivat kunnossa.



Kuva 30. V35a. Pystylinjan kääntyessä vaakaan, viemärin kattoon oli tarttunut huomattavasti kiintoaineskertymää. Virtausreitti oli kuitenkin auki.



Kuva 31. V35a. Runkoviemärin vaakaosan laella näyttäisi olevan ruostunut osio. Linjan pesun jälkeen tämä saataisiin varmistettua.

Linja V35a on yleisesti ottaen tyydyttävässä kunnossa. Joissakin kohdissa oli havaittavissa alkavaa korroosiota kulmayhteissä. Pystylinjan seinämät olivat vaihtelevasti kertymän peitossa. Joissakin kohtaa pystylinjassa näyttää olevan korroosiota, mutta luotettavaa havaintoa häiritsee kertymä putken seinämillä. Vasta linjan pesulla ja uudelleen kuvaamisella päästään luotettavaan tutkimustulokseen.

Seuraavaksi kuvattiin linja V35.



Kuva 32. V35. Haarayhde vaakakokooja-viemä-
rissä. Vasemmassa reunassa ja
laella näkyy alkavaa korroosiota.



Kuva 33. V35. Vaakakokoojaviemärissä ruoste-
pilkkuja sisäpinnotteessa.



Kuva 34. V35. Kulmayhteen reunoilla ruostetta
ja laella ruostepilkkuja.



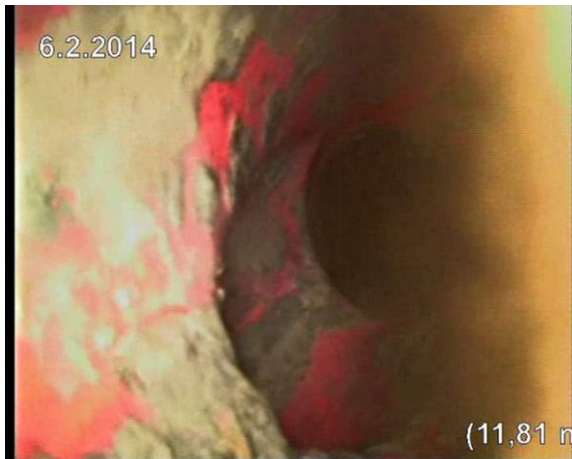
Kuva 35. V35. Pystyviemäri, jossa seinille on
kertynyt ainesta hyvin tasaisesti.



Kuva 36. V35. Pystyviemäriin jatkos kohdalla
kertymän pinnanmuoto muuttuu.



Kuva 37. V35. Pystyviemärissä on epätasaista
kertymää.



Kuva 38. V35. Pystylinjan haarat ovat kunnossa.



Kuva 39. V35. Linjan kääntyy alhaalla muoviseksi pohjaviemäriksi. Muovinen osuus on hyväkuntoista.

Linja V35 oli yleisesti varsin hyvässä kunnossa. Vain alun vaakaviemäriosuuksilla oli muutamassa kohtaa havaittavissa alkavaa ruostumista.

Seuraavaksi kuvattiin linja 33a 7. kerroksen keittiön altaan viemäristä (kuvat 40-45). Keittiön viemäri meni lattian sisään 50mm:n muoviputkella. Lattian sisällä viemäri muuttuu välittömästi valuraudaksi.



Kuva 40. V33a. Ensimmäisessä valurautakulmassa on tiheää sisäpinnoitteen kuplintaa.



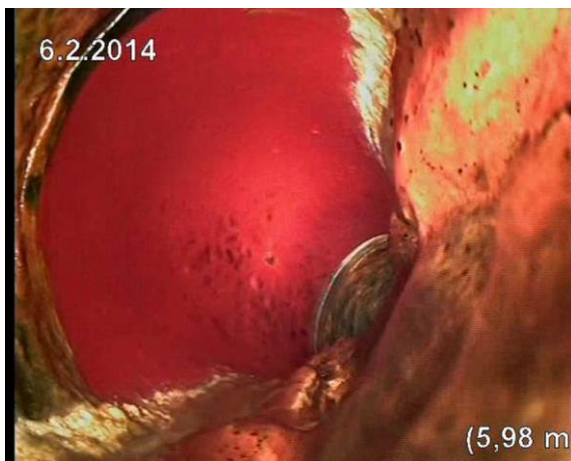
Kuva 41. V33a. Kytentäviemäriin vaakaosuudella on niin paljon kertymää, ettei putken sisäpinnan kunnosta voi sanoa mitään.



Kuva 42. V33a. Kulma alaspäin on kunnossa.



Kuva 43. V33a. Vaakaosuudella on niin paljon kertymää, ettei putken sisäpinnan kunnosta voi sanoa mitään.



Kuva 44. V33a. Kulma alaspäin on kunnossa



Kuva 45. V33a, Kulma on kertymän peitossa, mutta muuten kunnossa.

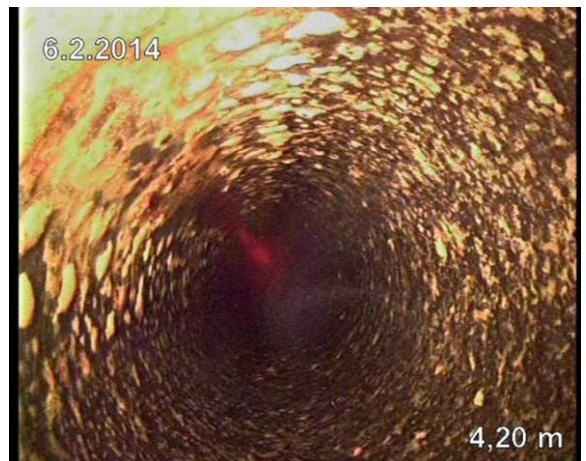
Linjaan 33a on viemäröity rakennuksen 15C kaikkien osastojen keittiöt. Kaikissa keittiöissä on astianpesukoneet, joissa useimmissa on käytössä automaattiannostelija. Tarkoituksena oli kuvata pystylinja, jotta saataisiin käsitys astianpesuaineiden vaikutuksesta viemäriin kuntoon. Valitettavasti viemäriissä oli rasvaista kertymää siinä määrin, että näkyvyys sisäpuolisessa TV-kuvauksessa oli huonoa. Keittiön C704 kytkentäviemäristä kuvattaessa ei päästy pystyviemäriin asti. Lisäksi kuvatulla 6,5 metrin matkalla viemäriin sisäpuolista kertymää oli niin paljon, että johtopäätöksiä viemäriin sisäpinnan kunnosta ei voi tehdä (kuva 43). Luotettavimmat tutkimustulokset vaativat kuvasreitin pesua ja uudelleen kuvaamista.

Kokeilimme kuvata samaa linjaa myös 5. kerroksen keittiön kautta. Kytkeväviemäriässä kertymää oli vielä enemmän ja kameran linssi oli koko ajan tukossa. Tästä TV-kuvauksesta ei saatu tuloksia lainkaan.

Linjaa 33a kuvattiin vielä ullakon tuuletusviemärin kautta (kuvat 46 - 51). Ullakolla linja V33a yhtyy linjan V34 kanssa yhteiseen katolle vievään tuuletusputkeen. Tuuletusviemäriässä oli kulmayhde, joka saatiin irrotettua ja sitä kautta päästiin kuvaamaan linjaa alaspäin.



Kuva 46. V33a. Tuuletusviemäriässä ennen yhtymistä linjan V34 tuuletukseen on pitkä vaakaveto.



Kuva 47. V33a. Vaakaosuudella on havaittavissa sisäpinnon kuplintaa.



Kuva 48. V33a. Pinnon kuplintaa ennen vaakaosuuden kääntymistä pystylinjaan



Kuva 49. V33a. Pinnon kuplintaa oli myös pystyosuudella. Edessä näkyy 7. kerroksen keittiön haara.



Kuva 50. V33a. Keittiön haaran jälkeen seinämissä oli kertymää siinä määrin, että sisäpinnan arviointi on vaikeaa.



Kuva 51. V33a. 6. kerroksen haaran kohdalla kertymää oli paljon. Kameralla ei päästy tästä eteenpäin.

Tuuletusviemäristä alaspäin kuvattaessa päästiin tarkastelemaan linjan V33a seinämiä vailla kertymien tuomaa epäselvyyttä (kuvat 46 - 49). Sisäpinnan pinnoitteessa havaittiin kuplimista ja epätasaisuutta. Pinnoitteen repeilyä ja putken ruostumista ei kuitenkaan havaittu. Kuvauksen edettyä pystylinjan haaroille, keittiöistä tulleet rasvaiset kertymät vaikeuttivat linjan kunnon tulkitsemista. Varsinkin 6. kerroksen keittiöhaaran jälkeen kertymää oli niin paljon, että kameralla ei päästy eteenpäin (kuva 51). Jotta linjan kunnosta saataisiin luotettava kuva, suositamme linjan pesua ja uudelleen kuvausta.

Rakennuksesta haluttiin TV-kuvata myös pyykinpesukoneita viemäroivä linja. V38 kuvattiin 7. kerroksen pyykkihuoneen C724 lattiakaivon kautta (kuvat 56 - 63).



Kuva 52. V38. Lattiakaivolta lähtien valuraudan sisäpinnalla on havaittavissa ruostepilkkuja.



Kuva 53. V38. Vaakaosuudella putken sivulla on ruostepilkkuja.



Kuva 54. V38. Ensimmäisen vaakaviemäri-osuuden loppupuolella on viemärin laella huomattavaa sisäpinnoitteen repeilyä.



Kuva 55. V38. Epoksin repeilyä viemärin laella.



Kuva 56. V38. Epoksin repeilyä viemärin laella.



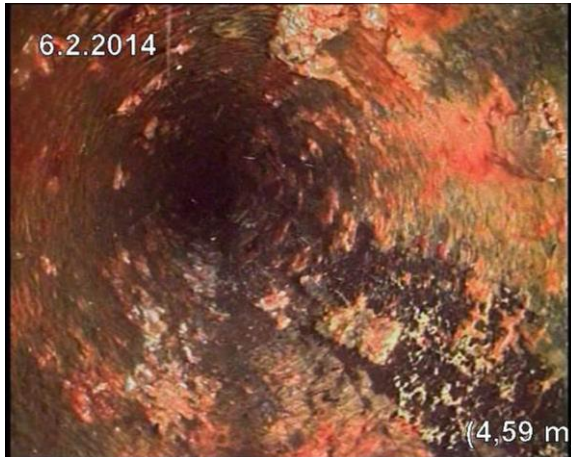
Kuva 57. V38. Epoksin repeilyä viemärin laella. Revenneen pinnoitteen alla on nähtävissä ruosteista valurautaa.



Kuva 58. V38. Vaakaviemäriosuuden lopussa on huolimattomasti asennettu panta. Kun viemärin syöpyminen etenee, viemärin laelle tulee reikä.



Kuva 59. V38. Liitos pystyviemäriin. Haaran sivuilla on nähtävissä maalipinnan kuplintaa ja alkavaa syöpymää.



Kuva 60. V38. Pystyviemärissä on kertymää ja mahdollisesti alkavaa syöpymää. Linjan pesu helpottaisi ihotopäätösten tekemistä.



Kuva 61. V38. 6. kerroksen haaran kohdalla pystyviemäri on kunnossa.



Kuva 62. V38. 6. kerroksen haara on tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 63. V38. Kertymien määrä lisääntyy pystylinjassa alaspäin mentäessä. Samalla viemäri kunto paranee.

Linjaan V38 viemäroidään ylimmän kerroksen pyykkihuone. Alemmissa kerroksissa siihen viemäroidään potilashuoneiden kylpyhuoneita. Pyykkihuoneesta lähtien viemärissä oli havaittavissa huomattavaa sisäpinnon repeilyä ja ruostumista (kuvat 52 - 59). Vaakaosan lopussa oli liitos, jossa panta on vain hieman putken päällä (kuva 58). Tämän liitoksen kohdalla viemärin sisäpinta oli menettänyt pinnoitteensa ja alkanut syöpyä. Syöpymisen jatkuessa riittävän pitkään, viemärin laelle tulee reikä. TV-kuvauksen perusteella ei voi päätellä, missä vaiheessa syöpymä tai korroosio on. Välittömästi vaakaosuuden jälkeen pystyviemärissä on viitteitä alkavasta korroosiosta. Kertymien vuoksi luotettava sisäpinnan kunnon arviointi on kuitenkin vaikeaa. Alaspäin mentäessä pystyviemärin kunto paranee. Kuvauksen täytyi lopettaa 17,1 m:n päässä lähtöpisteestä, sillä 3. kerroksen haarasta tuli pystylinjaan kova kuormitus. Tuolloin viemäriin laskettiin runsaasti vettä jostain vesipisteestä.

Myös linjaa V36 kuvattiin. Siihen viemäroidään pyykkihuoneet kerroksista 2 - 6. Kuvaus suoritettiin 5. kerroksen pyykkihuoneen C524 lattiakaivosta. Kytkeväviemärissä oli kuitenkin niin paljon kertymää, että kuvausta ei saatu etenemään reilua metriä pidemmälle.

5.4.2 Rakennus 16A [2]

Rakennuksen 16A viemäreitä kuvattiin alapihan sadevesikaivosta ja kahdesta jätevesikaivosta rakennukseen päin. Sadevesiviemäri oli tyydyttävässä kunnossa olevaa muoviviemäriä, missä ei havaittu ongelmia. Myös itäpuolen jätevesikaivosta taloon päin kuvattu putkiosuus oli kunnossa. Länsipuolen sekaviemärikaivosta kuvattiin isoa betoniviemäriä taloon päin. Betoniviemäriin pohjalla lojuvien kerääntymien vuoksi kuvaus ei edennyt talon pohjaviemäriin asti, ja rakennuksen puolelle ehdotettiin puhdistusyhteen asentamista runkoviemäriin, jotta pohjaviemäri voitaisiin kuvata talosta kadulle päin.

Aiemman tutkimuksen [1] perusteella pesuaineet vaikuttivat olevan syyllisiä joidenkin viemäriinjojen huonoon kuntoon. Silloin käytössä olleella TV-kuvauskalustolla ei päästy kuvaamaan viemäriinjoja V10 ja V13. Kerrosten siivouskomerot viemäroidään linjaan V10 ja pyykkihuoneet linjaan V13. Tähän tutkimukseen nämä linjat kuvattiin pienimpiin putkikokoihin menevällä kalustolla.

Rakennuksen 16A sisäpuolella linja V10 todettiin hyväkuntoiseksi (kuvat 64 - 67). Linja TV-kuvattiin 3. kerroksen siivouskomerosta. Linjassa todettiin vähäistä sisäpinnan epoksin irtoilua jatkon kohdalla. Alempien kerrosten vaakaosuudella oli hivenen pado-tusta. Yleisesti linja oli kuitenkin hyvässä kunnossa. Kertymiä havaittiin vähän.



Kuva 64. V10. Eräessä katkaisu/liitoskohdassa oli alkavaa sisäpinnoitteen irtoamista.



Kuva 65. V10. Linjan yhteet olivat hyväkuntoisia.

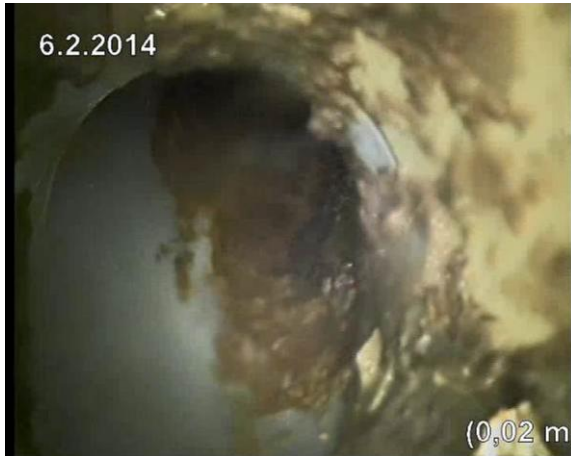


Kuva 66. V10. Linjan vaakaosuudella oli hiveneräpäisyyttä.



Kuva 67. V10. Vaakaosuuksilla oli hieman kertymää.

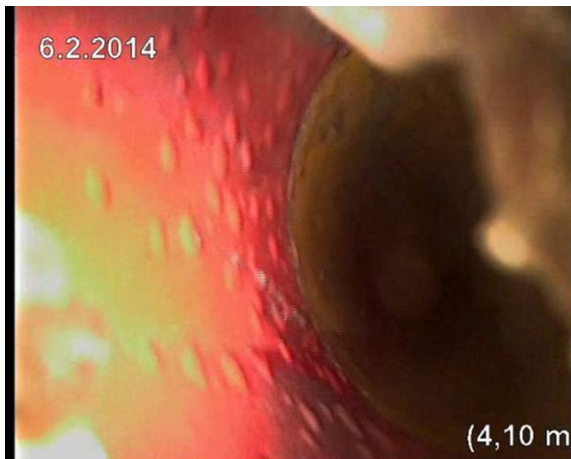
Linja V13 TV-kuvattiin 3. kerroksen pyykkihuoneesta käsin (kuvat 68 - 71). Linjassa oli melko paljon kertymää, joka tarttui kameran kuvauspäähän peittäen näkymän. Tämän takia kuvaus täytyi suorittaa useampaan kertaan. Lopulta linja saatiin kuvattua pohjaviemärin alkuun asti. Pyykinpesukoneita viemäroivä linja oli hyväkuntoinen. Linjasta ei havaittu merkittäviä vikoja. Kaikki rakennuksen 16A osastojen pyykkikoneet on viemäroity tähän linjaan.



Kuva 68. V13. Kytöntäviemäristä lähtien linjassa oli melkoisesti kertymää. Kytöntäviemärin osuus on muovia.



Kuva 69. V13. Pystylinjan jatkoissa oli vain alkavaa sisäpinnoitteen irtoamista.



Kuva 70. V13. Haarayhteen sisäpinnalla oli havaittavissa alkavaa maalin kuplimista.



Kuva 71. V13. Yleisesti viemäriin oli varsin hyvässä kunnossa.

5.5 Viemäreiden TV-kuvaukset 26.2.2014, Rakennus 16A [18]

Rakennus 16:sta viemärit yhtyvät kunnalliseen sekaviemäriin kahdesta eri kohdasta (liite 1). Kellarin vesimittarihuoneeseen oli edellisten tutkimuskäyntien jälkeen asennettu puhdistusyhteitä, joista päästiin kuvaamaan runkoviemäristä pohjaviemäriin päin. Näin saatiin länsipuolinen pohjaviemäri TV-kuvattua.

Tämän takia pohjaviemäriin kunto oli hyvä saada varmistettua sisäpuolisilla kuvauksilla, sillä maan alla epäiltiin olevan vanhoja valurautaisia osuuksia.

Pohjaviemäriin TV-kuvaus suoritettiin vesimittarihuoneen puhdistusyhteestä. Puhdistusyhteiden ja siihen liittyvä putki ovat muovia, ja niiden jälkeen viemäri jatkuu näkyvällä osuudella valurautana. Lattian alla pohjaviemäri jatkuu vanhana pinnoittamattomana valurautana. Länsipuolinen pohjaviemäri on jostain syystä jätetty uusimatta peruskorjauksen yhteydessä 2003. Uutta viemäriä ei ollut piirretty vuoden 2002 saneerauspiirustuksiin, joten se ei ole kuulunut urakkaan. Vanha pohjaviemäri todettiin huonokuntoiseksi.

Viemäreiden sisäpuolisissa TV-kuvauksissa 26.2. kuvattiin lisäksi ullakolta kahta viemäriin tuuletusputkea alaspäin. Tarkoituksena oli varmentaa aiemmin tehtyjen tutkimusten päätelmiä. Aiemmassa viemärikuvauksessa ei viemäriin mutkaisuudesta johtuen päästy linjaa pitkin kuin metrin verran. Tällä kertaa käytössä oli pienemmän kokoluokan kamera, jolla oletettiin päästävän pidemmälle. Ensin kuvattiin oikean puoleinen tuuletusputki T100, joka piirustusten mukaan tulee suoraan rasvanerotuskaivolta. Todellisuudessa tuuletusputki yhtyy kellarikerroksessa länsipuolisen pohjaviemäriin päähän. Kuvissa 72 – 74 on havainnollistettu kytkentöjä kellarikerroksessa. Havaintojen perusteella siihen ei ole kytketty yhtään viemäritäyttöä vesipistettä. Kuvaus eteni 7,3 m (kuvat 76 - 83). Kuvausmatkalla viemäri oli tyydyttävässä kunnossa. Vain pieniä sisäpinnoitteen vauriota havaittiin (kuva 77).



Kuva 72. T100 on oikean puoleinen tuuletusputki. Kuva on ullakon IV-konehuoneesta. TV-kuvaus suoritettiin tästä pisteestä alaspäin.



Kuva 73. T100 kellarikerroksen katossa. Tuuletusviemäri viettää nuolten suuntaan. Kuvan toinen pystylinja tulee osastojen keittiöiltä. Sivulta siihen liittyy P-kerroksen ammattikeittiön viemäroinnit.



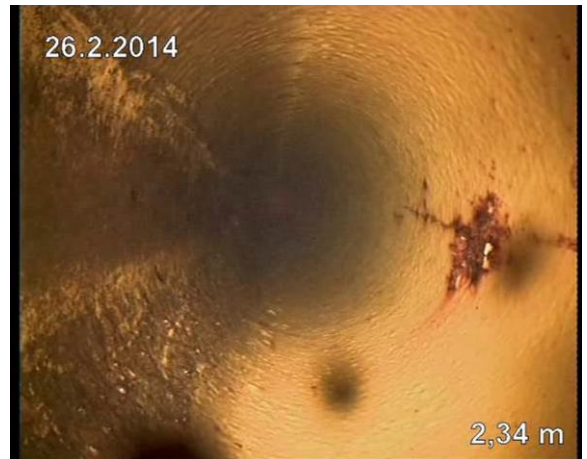
Kuva 74. T100 tulee yläkautta vesimittarihuoneeseen. Yläkautta siihen on kytketty siivouskeskuksen viemäriin tuuletus. Siivouskeskuksen jätevedet viemäroidään pumppukaivon kautta itäiseen kaupungin sekaviemäriin.



Kuva 75. Vesimittarihuoneessa T100 liittyy pohjaviemäriin laskevaan runkoviemäriin.



Kuva 76. T100. Tuuletusviemäri on varsin puhdas ja hyväkuntoinen



Kuva 77. T100. Vaakaosuudella on halkeama sisäpinnan epoksissa, josta valurauta on alkanut syöpyä.



Kuva 78. T100. Liitokset on kunnossa.



Kuva 79. T100. Kulmayhteet ovat tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 80. T100. Jatkoskohdassa ei ole huomattavaa sisäpinnan epoksin repeilyä, mutta ruosteisia valumajälkiä alkaa jatkoksesta.



Kuva 81. T100. Jatkoskohdasta on valunut ruostetta.



Kuva 82. T100. Jatkos ja kulmayhteet ovat kunnossa.

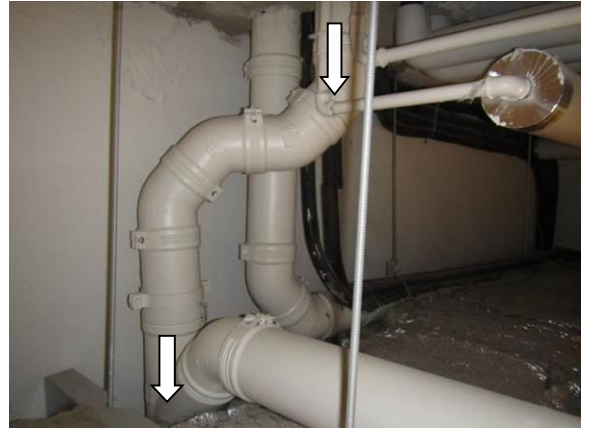
Kuva 83. Vaakaosuus on kunnossa.

Toinen ullakolta suoritettu kuvaus tehtiin kuvien mukaan osastojen keittiötä palvelemaan linjaan V1. Tähän linjaan on lisäksi kytketty P-kerroksen ammattikeittiön viemäröintipisteet. Linja toimii myös rasvanerotuskaivon tuuletusviemärinä. Kuvista 84 - 85. voidaan nähdä viemärin kytkennät kellarikerroksessa. Rasvanerotuskaivoja opastetaan tuuletamaan erillisellä tuuletusviemärillä, mitä tässä tapauksessa ei ole tehty. Tämä voi osaltaan aiheuttaa rasitusta osastojen keittiötä palvelemaan viemäriin.

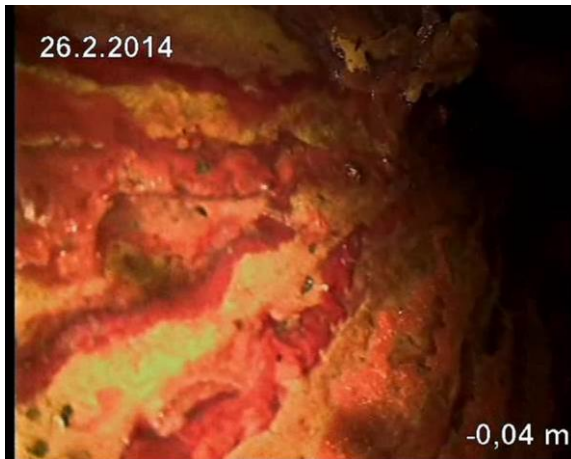
Kuvatulta osuudelta tuuletusviemärissä oli useita huonokuntoisia osuuksia. Sisäpinnan epoksia oli revennyt monin paikoin, ja kaikissa kuvausmatkan yhteissä oli havaittavissa vaihtelevan tasoista syöpymää (kuvat 86 – 95). Lisäksi valurautaisen tuuletusviemärin sisäpinnan hilseilyn tippuminen pystyosuuksilta luo vaakaosuudelle taittuviin kulmiin kertymää. Tämä heikentää tuuletuksen tehokkuutta virtausaukon pienentyessä (kuvat 96–97).



Kuva 84. V1. Linja päättyy rasvanerotuskaivoon.



Kuva 85. V1. Ylhäältä tulevat osastojen keittiöt, sivulta P-kerroksen ammattikeittiön viemärit.



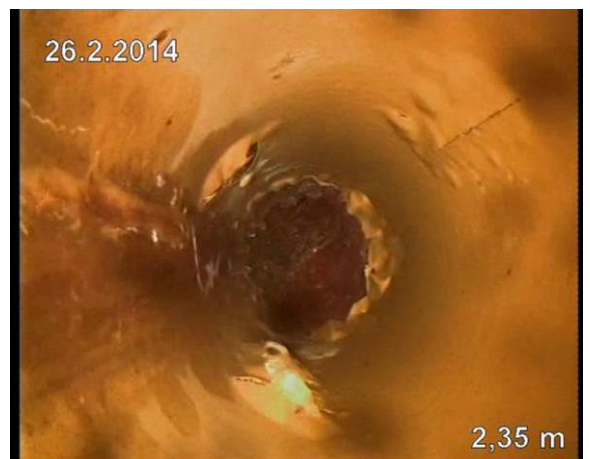
Kuva 86. V1. Kuvauksen alussa on huomattavissa yhteiden punaisen maaliin valumista.



Kuva 87. V1. Ensimmäinen vastaan tullut kulma on huomattavasti syöpynyt.



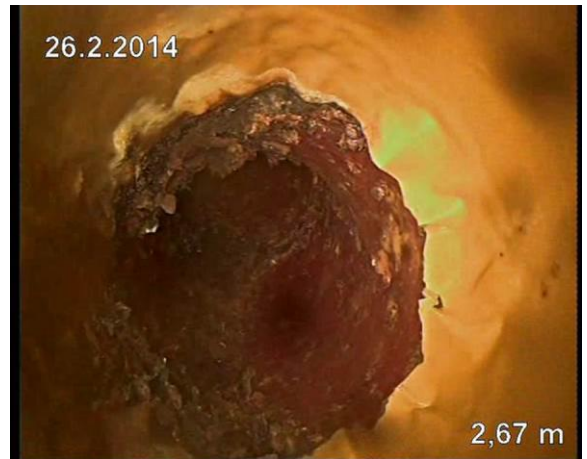
Kuva 88. V1. Kulmayhteen hilseilyä



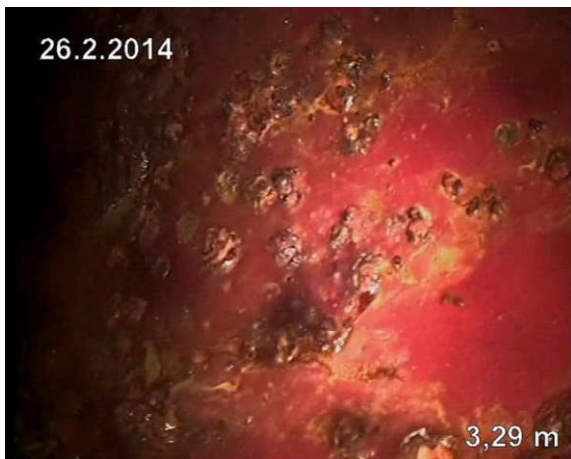
Kuva 89. V1. Vaakaosuudella huomattavaa sisäpinnan epoksin repeilemistä



Kuva 90. V1. Syöpyminen on edennyt pinnoitteen alla, kun kuvan vasemmasta reunasta on havaittavissa.



Kuva 91. V1. Jatkoskohdassa sisäpinnoite on irronnut huomattavasti.



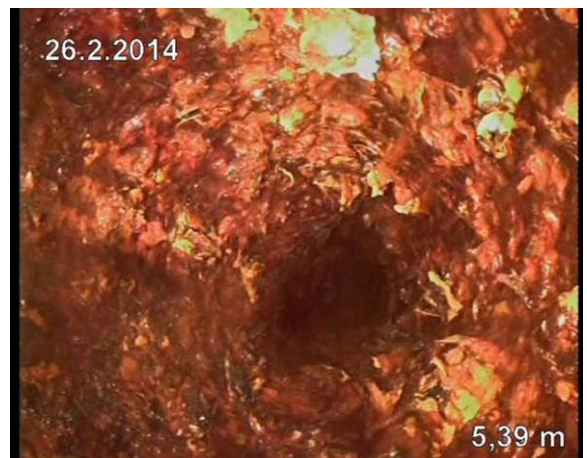
Kuva 92. V1. Lähikuva kulmayhteestä.



Kuva 93. V1. Pystyosuudella on suorassa putkessa huomattavaa sisäpinnoitteen hilseilyä.



Kuva 94. V1. Pystyosuutta.



Kuva 95. V1. Pystyosuus. Sisäpinnoite on hilseilyt kauttaaltaan irti.



Kuva 96. V1. Pystyosuuden pohjakulma on voimakkaasti syöpynyt. Ainevahvuuksia ei kuitenkaan pysty kuvasta/videosta päättelemään.



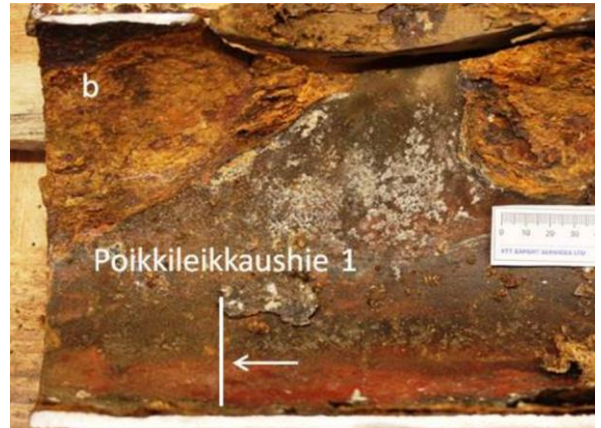
Kuva 97. V1. Pystyosuuksilta pohjakulmiin variseva sisäpinnoite ja hilseilevä valurauta pienentävät tuuletusviemäriin ilman virtausaukkoa.

5.6 VTT:n näytekappaleanalyysi (liite 10)

VTT:n tutkimusselostus on kokonaisuudessaan tämän tutkimuksen liitteenä nro 10. Tässä osiossa tutkittavat kappaleet, niiden ominaisuudet sekä tutkimusohjelma ja käytetyt menetelmät esitellään lyhyesti VTT:n raportin pohjalta. Tutkimuksen tuloksia analysoidaan tämän osion lopussa.



Kuva 98. Näytekappaleeksi otettiin kuvassa näkyvä viemärin haarakappale ja siitä myötävirtaan jatkuva suora putki. Kellarikerroksen vesimittarihuone.



Kuva 99. Edellisen kuvan haarayhteen (tutkimuskappale B) sisäpinta. Alaosassa on punaista sisäpinnoitetta vielä kiinni metallissa. (Liite 10, s. 5)



Kuva 100. Haaran jälkeisen suoran putken (tutkimuskappale A) sisäpinta. Alemmassa kuvassa on putken alapinta. Ylhäällä vasemmassa kulmassa on selvästi nähtävissä epoksin irtoamista ja ruostumista käsittelemättömässä liitoskohdassa. Käsittelemättömän jatkoksen yläpinta (a) on syöpyneyt huomattavasti enemmän kuin alapinta (c). (Liite 10, s.5)

Tutkimuksen tarkoituksena oli rajata pois mahdolliset valmistusvirheet materiaaleissa ja selvittää korroosion tyyppiä ja mekanismeja, jotta voitaisiin saada selville syöpymiseen johtaneita tekijöitä.

Vioittuneita kappaleita vertailtiin vastaaviin käyttämättömiin verrokkikappaleisiin.

5.6.1 VTT:n näytekappaleanalyysin tutkimusohjelma (liite 10, s.4)

Tutkittaville kappaleille tehtiin seuraavat tutkimukset ja kokeet:

- Vaurioyhde ja suora putkiosa halkaistiin ja niiden sisäpintoja tarkasteltiin silmämääräisesti ja stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Valurautayhteen (Saint-Gobain) vuotokohdasta ja suoran putkiosuuden (Düker) alueesta valmistettiin poikkileikkaushie, jonka mikrorakennetta tutkittiin valomikroskoopilla (OM) ja elektromikroskoopilla (SEM) sekä analysoitiin siihen liitetyllä röntgenanalysaattorilla (EDS).
- Valurautoista määritettiin koostumus optisella emissiospektrometrillä (OES) ja mitattiin kovuus Vickers-kovuuslukuina (HV5)
- Vaurioyhteen ja suoran viemäriosuuden valurautoista määritettiin niiden mikrorakenne ja syöpymismekanismi.
- Pinnoilta pyrittiin löytämään kohtia, joissa pinnoitetta olisi vielä kiinni ja mahdollisesti irtoamassa. Alueista valmistettiin mahdollisuuksien mukaan poikkileikkaukset, joista määritettiin sisäpuolisen pinnoitteen paksuutta. Samalla voitiin arvioida pinnoitteen ja kuvata pinnoitteen kiinnitarttuvuutta. Lisäksi nähtiin sisältääkö käytetty epoksinpinnoite lisäainepartikkeleita.
- Pinnoitteita irrotettiin ja siitä valmistettiin mahdollisimman puhdas näyte koostumusanalyysiin röntgenfluoresenssilla (XRF). Pinnoitteen mahdollisesti sisältämiä kiteisiä lisäainepartikkeleita tunnistettiin röntgendiffraktiolla (XRD), ja sen orgaania yhdisteryhmiä tyyhitettiin infrapunaspektrometrillä (FTIR).

- Pinnoitteen lasittumispisteitä mitattiin kalorimetrillä (DSC). Vastaavasti samoja testejä tehtiin yhden pinnoitetun käyttämättömän, Düker ja Saint-Gobain-merkisen viemärikappaleen sisäpinnoitteelle.

5.6.2 Päätelmiä VTT:n näytekappaleanalyysin tulosten pohjalta

Näytekappaleanalyysissa todettiin, että vioittuneet kappaleet vastasivat ominaisuuksiltaan käyttämättömiä. Tällöin voidaan todeta, että vauriot eivät olleet johtuneet valmistusvirheestä.

Tutkituissa kappaleissa havaittiin sisäpinnan pinnoitteen ohentumista virtausreitillä.

Sisäpinnoitteen lasittumispistetestillä pyrittiin selvittämään kuinka korkeassa lämpötilassa pinnoitteen ominaisuudet alkavat muuttua. Alin lasisiirtymälämpötila on lämpötila, jossa epoksi alkaa pehmetä. Alimmillaan ensimmäisessä lämmityksessä lasisiirtymälämpötila oli näytekappaleilla B (vaurioitunut Saint-Gobain) 55 °C ja G (käyttämätön Düker) 57 °C.

Koska Auroran sairaalassa käytetään astian- ja pyykinpesukoneissa ohjelmia, jotka tuottavat viemäriin 60-90 °C asteisia jätevesiä, voivat ne aiheuttaa epoksin pehmenemistä. Lämpötilan vaikutuksesta tapahtuva sisäpinnoitteen pehmeneminen yhdistetty runsaaseen virtaamaan voivat kuluttaa epoksinpinnoitteita huomattavasti. Paksumpi pinnoite kestää lämpötilaa ja kulutusta paremmin, mutta vain silloin kun se on täysin ehjä.

Sisäpuolisen pinnoitteen kuluessa puhki viemärivesi ja kaasut pääsevät kosketuksiin valuraudan kanssa ja alkavat syövyttää sitä.

Käsittlemättömissä jatkoskohdissa valuraudan ollessa paljaana, syöpyminen alkaa heti ja se pääsee vapaasti etenemään. Myös kaikki vauriokohdat sisäpinnoitteessa tarjoavat reitin rakokorroosion etenemiselle sisäpinnoitteen alla. Pinnoitteen ei tarvitse rikkoontua kuin yhdestä kohtaa ja valurautaisen viemäriputken käyttöikä lyhenee huomattavasti.

5.7 VTT:n altistustesti käyttämättömille valurautaviemäreille (liite 16)

VTT suoritti kesällä 2014 simuloivan altistustestin tutkimuskohteessa käytetyn tyyppisille valurautaviemäreille. VTT:n tutkimusselostus on kokonaisuudessaan tämän tutkimuksen liitteenä nro 16. Tutkimuksen tuloksia analysoidaan tämän osion lopussa.

Testiin haettiin LVI-Dahlin hyllystä keväällä 2014 kappaleet Saint-Gobainin ja Dükerin valurautaviemäriä. Lisäksi samaisesta tukusta hankittiin 2 kpl liitospantoja ja katkaisupäiden paikkamaalia ”Saint-Gobain Extrem”. Testissä valurautakappaleet altistettiin Auroran sairaalan astianpesukoneen poistovedelle (Näyte otettiin suoraan osaston 1A astianpesukoneen poistoletkusta). Poistovesi kuumennettiin ja pidettiin testin ajan 80 °C:ssa. Testikappaleen sisään laitettiin magneettisekoittaja, joka loi kappaleen sisään virtausta ja esti poistoveden sedimentoitumista. Testillä haluttiin tutkia, onko korkea lämpötilan ja voimakkaasti emäksisen astianpesukoneen poistoveden yhdistelmä valurautaviemäriin sisäpinnoitetta vahingoittava yhdistelmä. Verrokkitestiksi kaavailtiin samaa testiä vesijohtovedellä suoritettuna. Tällöin olisi voitu nähdä liuoksen emäksisyyden vaikutus lopputulokseen. Verrokkitestistä ei tehty.



Kuva 101. Koejärjestely ja lämpötilan mittaus

Testijärjestely luotiin siten, että päästiin tutkimaan valuraudan katkaisupäiden käsittelyn merkitystä kulutuskestävyyteen. Testikappaleiden keskellä oli jatkos, jonka toinen pää oli käsittelemätön ja toinen pää oli maalattu ”Extrem”-suojamaalilla. Valuraudan katkaisu suoritettiin vannesahalla.



Kuva 102. Testikappaleet testin jälkeen eristeistä purettuina.

5.7.1 VTT:n altistustestin tutkimusohjelma, (liite 16, s. 1)

Saint-Gobainin ja Dükerin valurautaviemärien sisäpintojen pinnoitteiden kestävyyttä testattiin kuumennetussa emäksisessä vedessä. Testien sisällöstä sovittiin tarjousvaiheessa ja niitä toteutettiin esitetyn tutkimussuunnitelman mukaisesti.

Tutkimus koostui seuraavista osioista:

- Testin loppuksi leikattiin testatusta putkesta ja alkuperäisestä putkesta näytepalat, joiden pintoja tarkasteltiin stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Testatusta näyteputkista ja alkuperäisestä putkesta valmistettiin poikkileikkaus-
hieet, joiden sisäpinnan pinnoitteen rakennetta tutkittiin stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Testiputken ja alkuperäisen putken sisäpinnan pinnoitteen kerrospaksuudet mitataan valomikroskoopilla (OM).
- Pinnoitteiden kovuudet mitataan Vickers-kovuuslukuina (HV1).

5.7.2 Päätelmiä VTT:n altistustestin tulosten pohjalta

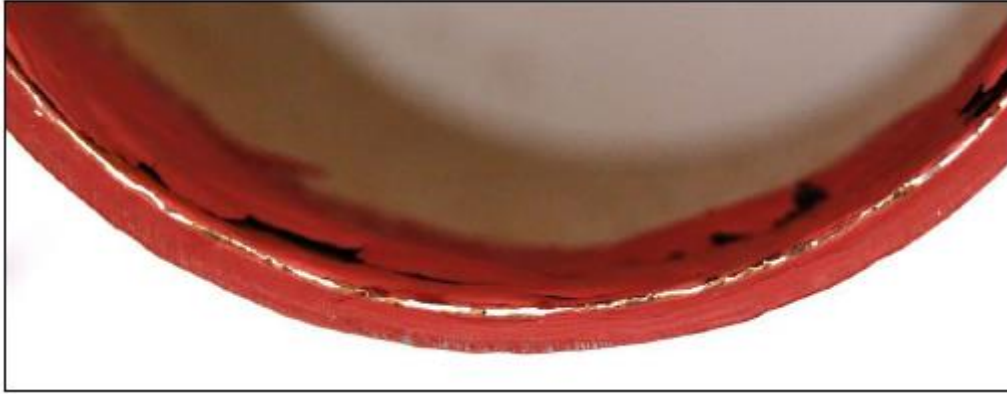
Valurautaviemärin maalamattomassa katkaisukohtassa korroosio alkoi molemmissa testikappaleissa edetä huomattavasti nopeammin kuin maalatussa (SG kuva 103 ja 104, Düker 105 ja 106). Dükerin putken rakokorroosio maalaamattomassa katkaisupäässä eteni silminnähden pidemmälle kuin Saint-Gobainin putkessa (kuvat 104 ja 106).



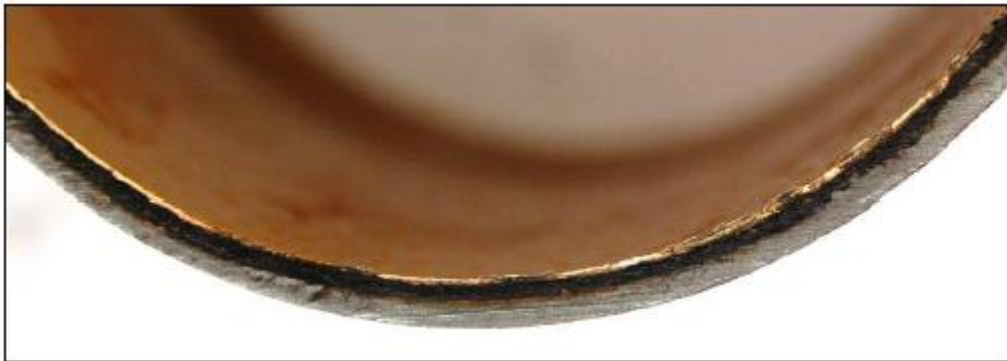
Kuva 103. Testikappaleen Saint-Gobain maalattu reuna testin jälkeen.



Kuva 104. Testikappaleen Saint-Gobain maalaamaton reuna testin jälkeen.



Kuva 105. Testikappaleen Düker maalattu reuna testin jälkeen.



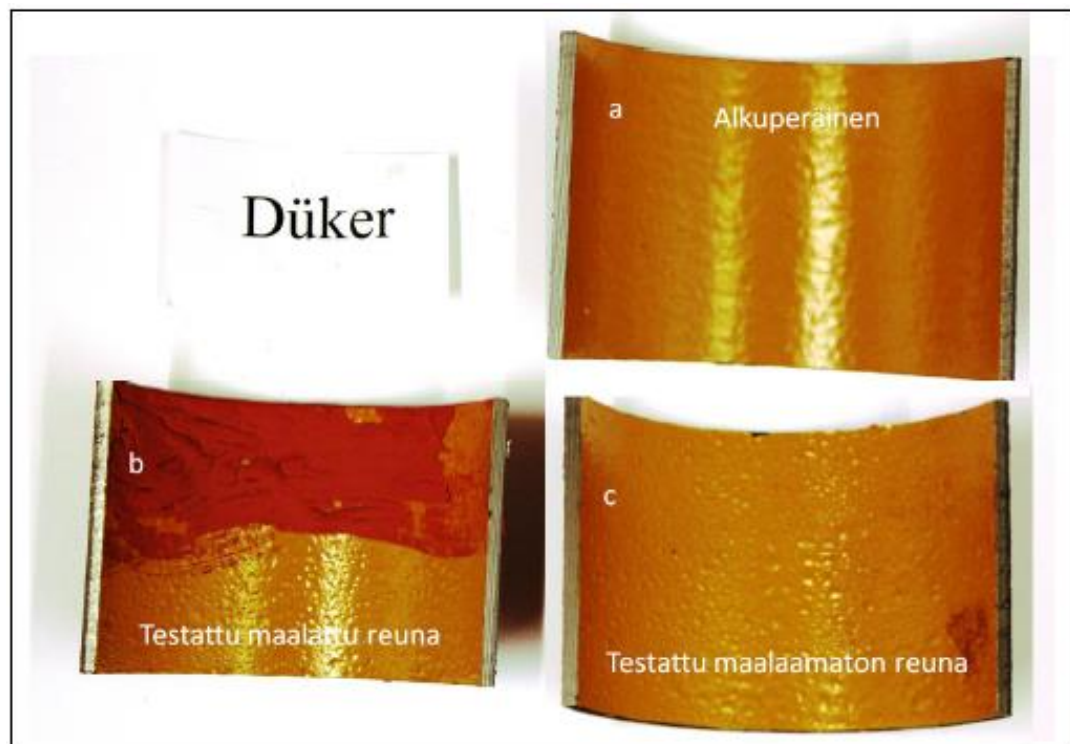
Kuva 106. Testikappaleen Düker maalaamaton reuna testin jälkeen.

Saint-Gobainin maalatussa katkaisupäässä ei ollut testin jälkeen merkittävää kulumista (kuva 104). Dükerin maalatussa katkaisupäässä oli havaittavissa huomattavaa maalin irtoilua ja voidaankin todeta, ettei Saint-Gobainin PAM-EXTREM1 – paikkamaali sovellu ko. viemärille. Kyselyjeni perusteella (2014) muita valuraudan katkaisupäiden käsittelyyn käytettäviä maaleja tai teippejä ei ole saatavilla Dükerin valurautaa myyvissä LVI-tu-kuissa. Düker on viime aikoina tuonut markkinoille katkaisupäiden suojaukseen tarkoite- tun teipin nimeltään ”Düker pro - cut tape”, ko. teippiä ei ole kuitenkaan tietojeni mukaan Suomessa saatavilla. Ennen tämän teipin lanseerausta, Düker ei ole ohjeistanut käyttäjiä katkaisupäiden käsittelystä mitenkään [9]. Saint-Gobainin katkaisupäiden käsittelyohjeet ovat liitteenä 15.

Kolmen viikon testien aikana pinnoitteiden paksuudet eivät merkittävästi ohentuneet. Pinnoitteesta ei voitu havaita jonkin pinnoitteen sisältämän alkuaineen liukenemista. Saint-Gobain -merkkisen pinnoitteen havaittiin säilyttäneen sisäpinnoitteensa saman- tyypin testauksen ajan (kuva 107). Düker -merkkisen pinnoitteen havaittiin peh- menevän merkittävästi kolmen viikon testauksen aikana, ja siinä havaittiin testauksen aiheuttamaa kuplimista (kuva 108).



Kuva 107. Testikappaleen Saint-Gobain (a) alkuperäisen, (b) maalatun reunan ja (c) maalaamattoman reunan sisäpintojen kuvat.



Kuva 108. Testikappaleen Düker (a) alkuperäisen, (b) maalatun reunan ja (c) maalaamattoman reunan sisäpintojen kuvat.

Testin tulokset kertovat kyseenomaisten materiaalien kestävydestä tässä tietyssä testitilanteessa. Testin tuloksia ei voida suoraan yleistää muihin käyttötilanteisiin. Tuloksia tarkasteltaessa täytyy myös ottaa huomioon testin otannan pienuus.

5.8 Pesuaineiden käytön vaikutukset viemäriin

Pesuaineet muodostavat rakennuksen viemäreiden suurimman kemikaalirasituksen. Tässä osiossa käydään läpi käytettäviä pesuaineita, niiden annostusta sekä käytön määrää ja taajuutta. Käytettävät pesukoneet määritellään myös tyypeiltään.

5.8.1 Yleistä pesuaineiden käytöstä rakennuksessa 16A [18]

Rakennuksen potilasosastot 1A, 2A ja 3A ovat pesukonevarustukseltaan samanlaisia. Keittiössä on automaattiannostelijalla DOS G 60 toimiva Miele Professional Hygiene astianpesukone (kuva 109 -112), joka on kytketty kylmään ja kuumaan veteen.

Koneen normaali pesuohjelma on seuraavanlainen (muut ohjelmat ovat lyhempiä):

- 1. Esipesu 28 °C:ssa
- 2. Esipesu 23 °C:ssa
- Varsinainen pesu 23->65 °C:ssa (pesun aikana lämpötila nousee)
- Välihuuhtelu 52 °C:ssa
- Loppuhuuhdeltu (desinfiointi) 85 °C:ssa

(kokonaisuudessaan normaali ohjelma käyttää 42 litraa vettä, muut ohjelmat vähemmän)

Pesukonetta käytetään 5 - 6 kertaa päivässä, jokaisen aterian jälkeen. Käytettävä astianpesuaine on Suma ultra Pur-Eco(L2) ja huuhteluaine on Suma select Free. Käytettävä pesuohjelma vaihtelee konetta kulloinkin käyttävän henkilön mukaan.

Jokaisella osastolla on hoitajien taukotilassa kotitalousmallin astianpesukone, jota käytetään 2 - 3 kertaa päivässä. Näissä koneissa ei ole automaattiannostelijoita ja käytettävät pesuaineet vaihtelevat.



Kuva 109. Osastojen keittiöiden astianpesukone, Miele Professional Hygiene.



Kuva 110. Mielen pesuaineen automaattiannostelija DOS G 60.



Kuva 111.. Yleinen käytettävä pesuaine on Suma Ultra Pur-Eco L2.



Kuva 112.. Astianpesukoneet on viemäroity keittiöiden vesilukkoihin.

Jokaisella osastolla on myös pyykinpesukone (kuva 113), jossa potilaat pesevät omia vaatteitaan. Käytetyin pesuaine on Green Serto. Pesuohjelmat ja lämpötilat vaihtelevat. Pyykinpesukerroiksi arvioitiin 1 - 5 kertaa päivässä.

Neljännessä kerroksessa juhlasalin vieressä laitoskeittiö, jossa on ammattimainen nopean ohjelman astianpesukone. Tämän koneen käyttö on harvinaista ja rajoittuu juhlasalissa järjestettävien kokoontumisten tarjoiluihin. Kokoustarjoilulle on kuitenkin ominaista isot kertatiskit, ammattitason astianpesukone voi tuottaa lyhyessä ajassa paljon lämmintä vettä viemäroitäväksi.

Pohjakerroksessa on päivittäisessä käytössä olevat laitoskeittiö, jonka pika-astianpesukoneen vedet viemäroidään kellarin rasvanerotinkaivoon.

Kellarikerroksessa on siivoushuoneessa kaksi pyykinpesukonetta (kuva114), joilla pestään siivoojien käyttämät mopit, liinat ja muut siivousvälineet. Rakennuksessa ei pestä laitosvaatteita, vaan ne lähetetään eteenpäin laitospesulaan.



Kuva 113. Osaston 3A pesula, jossa asiakkaat pesevät omia vaatteitaan.



Kuva 114. Siivouskeskuksen pesukoneissa pestään ainoastaan siivousvälineitä.

5.8.2 Pesuaineiden käyttökysely [18]

Sairaalan rakennusten 16 ja 15 henkilökunnalle teetettiin kysely, jolla pyrittiin kartoittamaan viemäriin joutuvia kemikaaleja ja niiden määriä. Pääpaino oli konetiski- ja pyykinpesuaineissa. Kyselykaavake on liitteenä 13. Kyselyiden tulokset on koottu liitteeseen 14. Kyselyiden perusteella rakennuksissa 16 ja 15 käytetään käytännössä samoja aineita samoilla annostuksilla. Rakennusten välillä viemäreiden kemiallinen altistus on siis hyvin samankaltaista. Molempien rakennusten siivous, pyykinpesu- astianpesu- ja keittiökemikaalit tulevat Helsingin kaupungin hankintakeskuksen kautta. Saimme käyttöömmme Hankintakeskuksen listauksia vuosina 2004 - 2014 käytössä olleista kemikaaleista [16]. Listauksista selvisi, että käytössä olleet aineet ovat vaihdelleet varsin vähän. Käytännössä käytettävät kemikaalit ovat pysyneet koko tarkastelujakson (2004 - 2014) samoina.

Käyttökyselyn perusteella pesuaineiden käyttö on hyvin organisoitua ja dokumentoitua eritoten Hankintakeskuksen toiminnan ansiosta. Käytettävät aineet ovat tarkoituksiinsa soveltuvia ja puhdistavat tehokkaasti pintoja, pyykkiä ja astioita.

Selvitimme tarkemmin yleisesti käytettyjen pesuaineiden kemiallisia ominaisuuksia ja molemmissa rakennuksissa käytössä ollut ja edelleen oleva Diverseyn Suma Ultra Pur Eco- konetiskiaine todettiin ominaisuuksiltaan erittäin aggressiiviseksi emäkseksi. Tuoteselosteen mukaan käyttöliuoksen pH on 13, eli liuos on erittäin emäksinen. Helsingin yliopiston fysikaalisen kemian laboratorion professori Lauri Halonen kommentoi ko. konetiskiainetta seuraavasti [13]:

”Astianpesukoneaine Suma Ultra Pur-Eco sisältää 30 prosenttia natriumhydroksidia, mikä on erittäin syövyttävä emäs. Sen vesiliuoksen kanssa rautakappale reagoi nopeasti vetyä vapauttaen.”

Voimakas emäs syövyttää valurautaa, mutta valurautaviemärin sisäpinnoitteen epoksiin sen ei pitäisi pystyä.

VTT:n näytekappaleanalyysin perusteella vaikuttaisi siltä, että pesukoneiden tuottamien jätevesien lämpötiloilla voi olla suuri merkitys valurautaviemäreiden sisäpinnoitteiden kestoon. Pinnoitteiden ominaisuudet alkavat muuttua jo alle 60 °C:n lämpötilassa. Voi olla, että pelkkä korkea veden lämpötila yhdessä virtaaman kanssa riittää kuluttamaan sisäpinnan epoksia, eikä käytettävällä pesuaineella ole käytännön merkitystä. Mikäli näin on ja nyt käytetyt pesuaineet vaihdettaisiin toisiin, viemäreiden kulumisen luultavasti jatkuisi samanlaisena.

Käytännön altistustesteillä voidaan määrittää lisääkö testattava aine viemärin kulumista vai ei.

Altistustestin suorittaminen tällä hetkellä Auroran sairaalan rakennuksessa 16A käytettävällä konetiskiaineella (Suma Ultra Pur-Eco) ja vertailevan altistustestin suoritus vesijohtovedellä antaisi vastauksen siihen, onko pesuaineella merkitystä viemärin kulumiseen.

Jotta löydettäisiin aineita, jotka kuluttavat viemäreitä mahdollisimman vähän, pitäisi kaikilla tarjolla olevilla aineilla tehdä sama altistustesti. Tämä olisi niin työlästä, ja hintavaa, että siitä ei saataisi vastaavaa hyötyä. Lisäksi käytettävissä olevat aineet saattavat muuttua hyvinkin nopeasti, jolloin testaamisen tulokset eivät olisi kovin pitkään käyttökelpoisia. Valitettavasti tämän tutkimuksen perusteella ei voida suositella pesuaineita, jotka paremmin soveltuisivat Auroran sairaalan tai vastaaviin toimintaympäristöihin.

Viemäreissä tapahtuvien kemiallisten reaktioiden selvittäminen on vaikeaa ja tulosten soveltaminen hankalaa. Viemäreiden kestämisen kannalta suurempi vaikutus olisi asennustekniikan valvomiseen keskittyminen ja kestävämpien materiaalien käytöllä. Nykyaikainen sisäpinnoitettu valurautaviemäri on arka syöpymiselle, jos sitä ei ole asianmukaisesti käsitelty ja asennettu. Kun korrosio pääsee sisäpinnoitteen alle, se jatkuu rako-korrosiona ja etenee nopeasti sisäpinnoitteen alla. Tuolloin sisäpinnoitteesta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Sisäpinnoitteen virheettömyys on tärkein yksittäinen tekijän nykyaikaisen valurautaviemäriin keston kannalta.

6 Kokoava analyysi

Tässä osiossa tehdään johtopäätöksiä tutkimustulosten ja käytettävissä olleen muun aineiston ja lähdekirjallisuuden perusteella.

6.1 Valurautaviemäreiden nykykunto

Rakennuksen 16A viemärit on asennettu vuonna 2003. Viemäreissä on esiintynyt muutamia puhkisyöpymisiä pohjakerroksessa (V3, V5) ja kellarikerroksessa (länsipuolinen runkoviemäri, länsipuolinen pohjaviemäri). Puolet puhkisyöpyneistä kappaleista ja putkista on jo korjattu huoltotöinä.

Rakennuksessa 16A pohjaviemärit ovat osittain muovia samoin kuin suurin osa kerrosten kytkentäviemäreistä. Kaikki muoviset viemäriosuudet ovat tutkimusten perusteella hyvässä kunnossa.

Rakennuksen valurautaisten viemäriinjojen välillä on huomattavia linjakohtaisia eroja. Puolet on tyydyttävässä kunnossa, muutamat osuudet ovat huonokuntoisia ja loput siltä väliltä. Huonoimmassa kunnossa olevat viemäriosuudet on merkitty liitteinä 2-8 oleviin tutkimuskohteen linjakuviin. Tutkimusten perusteella rakennuksen huonokuntoisimmat viemäriosuudet olivat:

- Viemäri linja V1, joka viemäri osastojen keittiöitä, sekä P-kerroksen valmistuskeittiötä.
- Viemäri linja V3, joka viemäri hoitajien kanslioiden keittiöitä ja asiakkaiden kylpyhuoneita.
- Viemäri linja V5, joka viemäri osastojen lääkäreiden huoneita ja piirustuksista poiketen myös 4. kerroksen valmistuskeittiötä.
- Kellarikerroksen länsipuoliselle pohjaviemäri vievä runkoviemäri on osin huonokuntoinen.
- Läntinen pohjaviemäri on alkuperäistä valurautaa ja ainakin yhdestä kohtaa puhki.

Näiden osuuksien sisäpuolinen pinnoittaminen on suositeltavaa 5 vuoden sisällä. Muilta osuuksilta viemäreiden voidaan olettaa kestävän yli 5 vuotta.

6.2 Materiaalitekniset tekijät

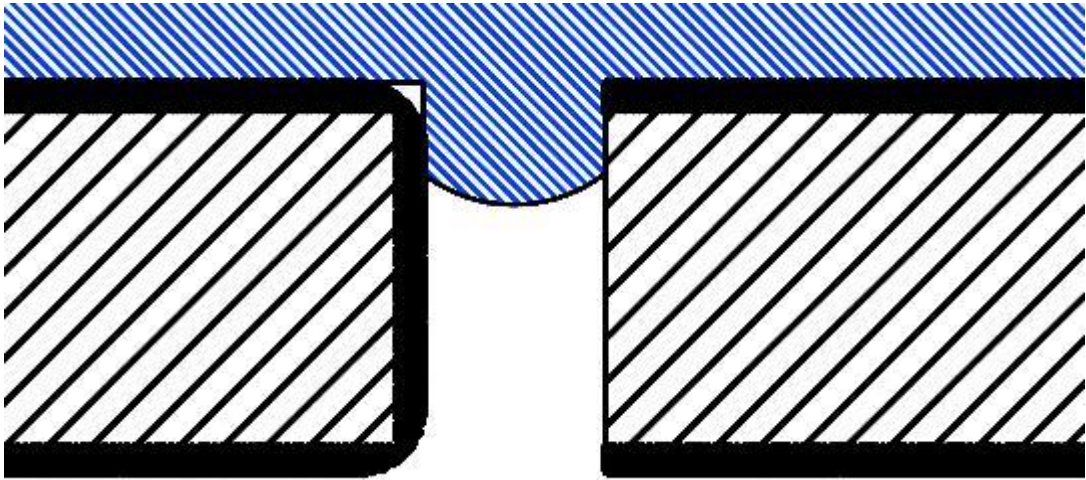
Nykyisen tyyppistä valurautaviemäriä on käytetty 2000-luvun alusta [9;11]. Tuolloin valmistajat alkoivat tuottaa vuonna 1999 esitellyn eurooppalaisen standardin EN-877 mukaista päältä ja sisältä pinnoitettua valurautaviemäriä. Suomennettu versio standardista on SFS-877. Valmistajien (Düker ja Saint-Gobain) mukaan viemäreiden pinnoitteet ovat pysyneet käytännössä samanlaisina tähän päivään. Näin ollen 10 vuotta sitten asennetuissa valurautaviemäreissä ilmenevät ongelmat todennäköisesti ilmenevät myös nykyisillä valurautamateriaaleilla.

Verrattuna vanhanaikaiseen pinnoittamattomaan muhvolliseen valurautaan on nykyaikainen valurauta pehmeämpää, helpommin katkaistavaa ja seinämävahvuudeltaan puolet ohuempaa. Ohuemman seinämävahvuuden ja suuremman huokoisuuden ansiosta nykyinen valurauta syöpyy nopeammin puhki, kuin klassinen pinnoittamaton paksuseinämainen valurauta. Koska nykyaikaisen valurautaviemäriin valurauta ei ole erityisen hyvin korroosiota kestävä, putkien käyttöikä riippuu pitkälti sisäpinnoitteen yhtenäisyydestä

ja kestävydestä. Mikäli sisäpinnoite on jostain kohtaa puhki, korroosio pääsee pinnoitteen alle. Tällöin korroosio etenee rakokorroosiona laajalle alueelle, se irrottaa sisäpinnoitetta ja näin korroosio pääsee vaikuttamaan putkeen laaja-alaisesti. Valuraudan paljastuttua sisäpinnoitteen alta on rauta alttiina myös viemärikaasujen syövyttävälle vaikutuksille.

2000-luvun alussa ei Suomessa ollut saatavilla kuin yhdenlaatuista, SFS-EN-877 standardin mukaista valurautaviemäriä (Düker SML ja Saint-Gobain SMA). Nykyään samat valmistajat tarjoavat hotelli- ja sairaalaympäristöihin paksummilla pinnoitteilla varustettuja valurautaviemäreitä (Düker KLM ja Saint-Gobain SMU Plus). Paksumpi pinnoite varmasti parantaa putken kestävyyttä, mutta koska perusmateriaali (valurauta) on edelleen korroosioherkkää, on putken käyttöikä riippuvainen asennukset huolellisuudesta ja sisäpinnoitteen yhtenäisyydestä. Mikäli paksumman pinnoitekerroksen valurautaviemäriä katkotaan väärin menetelmin ja katkaisupäitä ei käsitellä valmistajan ohjeiden mukaan, se syöpyy puhki yhtä nopeasti kuin tavallinen valurautaviemäri. Tasalaatuisilla materiaaleilla (muovi, RST ja HST) asennusvirheiden riski ja siitä aiheutuvat ongelmat ovat pienempiä.

6.3 Havainnekuvia korroosion etenemisestä pinnoitteen alla



Kuva 115. Vasemmalla on tehdasosa tai maalattu katkaisupää. Oikealla on käsittelemätön katkaisupää. Sininen rasteri kuvaa liitospinnan kumia.

Kuten kuvista 115-118, voidaan nähdä, maalipinta on aina kulmakohdissa ohuinta. Up-pomaalatut tehdasosat lähtevät syöpyämään putkensuun kulman maalipinnan rei'istä. Käsittelemättömissä katkaisupäissä syöpyminen pääsee heti valurautaan käsiksi.

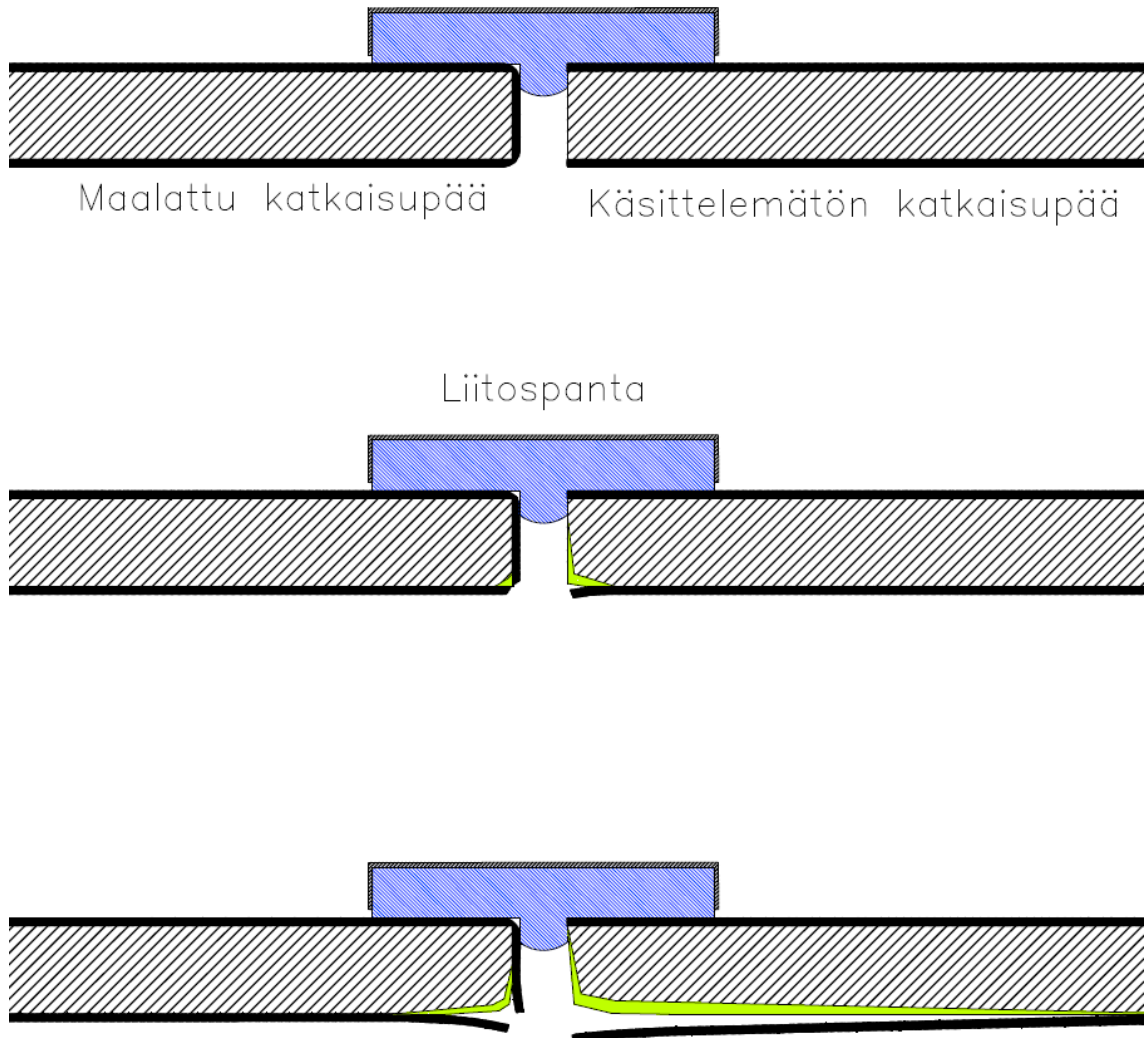


Kuva 116. Tehdasosa, jonka päädyn kulmasta on syöpyminen päässyt sisäpinnoitteen alle.



Kuva 117. Käsittelemätön katkaisupää, jossa syöpyminen on alkanut levitä sisäpinnoitteen alle.

Paljaan valuraudan päästessä kosketukseen viemäriverden ja viemärikaasujen kanssa se alkaa syöpyä. Korroosion edetessä sisäpuolen pinnoitteen ja valuraudan väliin syntyy otolliset olosuhteet rakokorroosiolle. ”Sellaisissa ahtaissa raoissa, joihin liuos pääsee tunkeutumaan, mutta joissa se ei pääse vaihtumaan samalla nopeudella kuin muilla metallipinnan alueilla, tapahtuu rakokorroosiota.”[17, s.107].



Kuva 118. Havainnekuva rakokorroosion etenemisestä. Vihreä alue kuvaa syöpyvää valurautaa sisäpinnoitteen alla.

6.4 Käyttöön liittyvät tekijät

Luvussa 5.6 läpikäydyn VTT:n näytekappaleanalyysin perusteella valurautaviemärin sisäpinnoitteen ominaisuudet muuttuvat alhaisimmillaan 55 - 57 °C lämpötilassa. Tätä korkeampia lämpötiloja esiintyy pesukoneiden poistovesissä ja keittiöiden viemäriveresissä. Todennäköisesti korkea lämpötila yhdistetty veden virtaukseen aiheuttaa viemäreiden sisäpinnoitteen kulumista [10].

Pesukoneiden poistovesien kemiallisilla ominaisuuksilla voi olla myös vaikutusta pinnoitteen kulumiseen. Tämän varmistaminen vaatisi vertailevia altistustestejä. Käytännössä

altistustesteillä voidaan määrittää, lisääkö testattava aine viemärin kulumista vai ei. Jotta löydettäisiin aineita, jotka kuluttavat viemäreitä mahdollisimman vähän, pitäisi kaikilla tarjolla olevilla aineilla tehdä sama altistustesti. Tämä olisi niin työlästä, ja hintavaa että siitä ei saataisi vastaavaa hyötyä. Lisäksi käytettävissä olevat aineet saattavat muuttua hyvinkin nopeasti, jolloin testaamisen tulokset eivät olisi kovin pitkään käyttökelpoisia [13;14;16].

Altistustestin suorittaminen tällä hetkellä Auroran sairaalan rakennuksessa 16A käytettävällä konetiskiaineella ja vertailevan altistustestin suoritus vesijohtovedellä antaisi vastauksen siihen, onko pesuaineella merkitystä viemärin kulumiseen. Voi olla, että pesuaineella ei ole merkitystä ja korkea lämpötila ja virtaama ovat syytä viemäreiden sisäpintojen kulumiseen. Suosittelen tämän tyyppistä jatkotutkimusta Helsingin kaupungin yleiseen käyttöön.

Viemäreiden käytön määrä vaikuttaa viemäreiden kulumiseen. Sairaalaympäristön päivittäiset jätevesivirtaamat ovat jatkuvasta käytöstä johtuen kuitenkin suurempia kuin asuinrakennuksissa tai toimitiloissa. Tästä syystä sairaaloiden ja hotellien viemärit kohtaavat suurempaa käyttöä. Koska käyttäjillä ei ole poissaolojaksoja, voidaan käyttöä arvioida olevan kaksinkertaista verrattuna asuinrakennuksiin ja toimitiloihin. Tämän takia nykyään valmistajat suosittelevat sairaala- ja hotelliympäristöihin paksummin pinnoitettuja valurautalaatuja.

6.5 LVI-tekniseen toteutukseen liittyvät tekijät

Valurautaviemäriputkien ja yhteiden huolellinen käsittely ja asennus ovat ensiarvoisen tärkeitä. Valmistajan ohjeita täytyy noudattaa putken katkaisussa ja katkaisupäiden käsittelyssä. Asennetun putken sisäpuolisen pinnoitteen täytyy olla yhtenäinen, jotta pinnoitteesta on hyötyä.

Suurin yksittäinen syy rakennuksessa ilmenneisiin viemäriaurioihin on ollut muhvittoimien valurautaputkien vääränlainen katkaisu- ja jatkotekniikka. Katkaisuun on mm. käytetty ketjuleikkuria, jonka käytön valmistaja kieltää uuden putkea asennuksessa (kuva

119). Ketjuleikkuri on vanhojen pinnoittamattomien valurautaputkien purkamiseen ja katkaisuun tarkoitettu työkalu. Se puristaa putkea voimakkaasti katkaisun yhteydessä, jolloin muodonmuutos voi aiheuttaa sisäpinnan epoksin lohkeilua [9; 11], (liite 15).



Kuva 119. Tuuletusviemäristä irrotettu putki. Ketjuleikkurin jäljet on selkeästi nähtävissä putken katkaisupäässä. Epoksi oli irronnut sisäpinnalta n. 10 - 15 cm matkalta.

Lisäksi katkaistut valurautaputken päät kuuluu käsitellä asiaan kuuluvalla epoksimaalilla. Jos katkaisupäät jätetään maalaamatta, korrosio pääsee välittömästi sisäpinnoitteen alle putken päästä. Siellä korrosio etenee rakokorroosiona, jolloin sisäpinnoitteesta on enemmän haittaa kuin hyötyä. [17]

Tutkimusten perusteella kaikki valurautaviemäriin katkaisupäät on jätetty maalaamatta. Viemäriin sisäpuolisissa TV-kuvauksissa ei nähty merkkejä epoksimaalista katkaisukohdissa. Putken katkaisuun käytettyä menetelmää ei voitu varmentaa kuin niiltä osin, mistä putkia otettiin irti. On kuitenkin oletettavaa, että ketjuleikkuria on käytetty pääasiallisena katkaisumenetelmänä.

Viemärit täytyy kannakoida tukevasti ja riittävä kaato säilyttäen. Auroran sairaalassa ei kuitenkaan havaittu ongelmia kannakoinnissa tai viemärien kaadoissa [1].

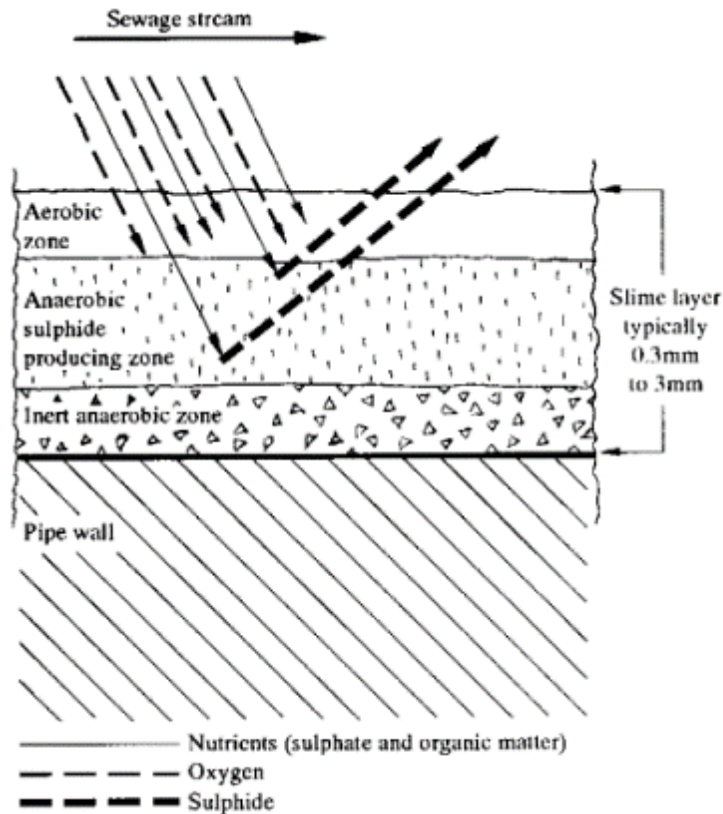
6.6 LVI-suunnitteluun liittyvät tekijät

Materiaalivalinnoilla on suuri merkitys. Kaikki rakennuksen sisäpuolisissa TV-kuvauksissa vastaan tulleet muoviset viemäriosuudet olivat hyväkuntoisia. Muoviviemäri ei ruostu ja kestää erinomaisesti kemiallista rasitusta. Jos huonokuntoisilla valurautaosuuksilla olisi käytetty muoviviemäriä, ne olisivat todennäköisesti säilyneet hyväkuntoisina. Muita valurautaa kestävämpiä materiaaleja ovat ruostumaton ja haponkestävä teräs. Ne ovat kuitenkin huomattavasti kalliimpia materiaaleja.

Viemäriin tuuletus on järjestelmän toiminnan kannalta tärkeä asia ja suunnittelussa siihen täytyy kiinnittää huomiota kahdesta syystä:

- 1) Pystyviemäreissä tippuvat vesi voi aiheuttaa alipainetta viemäriin ja tyhjentää vesilukkoja. Jos viemäriin ei saada riittävästi korvausilmaa, se myös ”vetää” huonommin.
- 2) Viemäreiden ilmatilan rikkivedyt täytyy saada tuuletettua pihalle, jotta ne eivät syövytä betoni- ja valurautaputkistoja kaupungin viemäreissä.

Pomeroyn alun perin vuonna 1976 kirjoittamassa ja Boonin vuonna 1992 päivittämässä tutkimuksessa *”The problem of hydrogen sulphide in sewers”* [15] määritellään olosuhteita, joissa bakteeritoiminta aikaansaa rikkivetyjen muodostumista ja viemäriin. Rikkivetyä muodostuu viemäriin hapettomissa olosuhteissa viemäriin sakkakertymissä tai seisovassa viemäriin vedessä. Kuva 120, on mainitusta tutkimuksesta [15] ja siinä havainnollistetaan rikkivetyjen muodostumista viemäriin limakerroksessa. Kun rikkivetytoinen viemäriin vesi pärskähtelee ja kuohuaa (esim. pystyviemäriin kääntyessä vaakasuudelle) veden sisältämiä rikkivetyä vapautuu viemäriin ilmatilaan. Viemäriin kaasuna tunnettu rikkivety muodostaa viemäriin ilmatilan vapaan hapen kanssa rikkihappoa viemäriin seinämälle, ($\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$). Rikkihappo syövyttää betoni- ja valurautaviemäreitä.



Kuva 120. Havainnekuva rikkivedyn syntymisestä viemärin limakerroksen hapettomassa osassa. Havainnollistettu prosessi tapahtuu pääasiassa viemärin alapuoliskolla ja muodostunut rikkivety sitoutuu ohi virtaavaan nesteeseen. Viemäriverteen sitoutuneiden määrä lisääntyy viemärin alajuoksuun suuntaan.

Auroran sairaalan rakennuksessa 16A ei havaittu merkittäviä sakkakertymiä tai pado-
tusta [1;2;18]. Rikkivetyjen muodostus rakennuksen omissa viemäreissä ei ole siis eri-
tyisen suurta. Kaupungin viemäriverkosta voi kuitenkin nousta rikkivetyjä tuuletusviemä-
reiden imun voimalla rakennuksen viemäreihin.

Rikkivedyn määrää Auroran sairaalan viemäreissä voitaisiin tutkia kaasuanalyysin. Mit-
tauksia täytyisi tehdä useasta mittauspisteestä, pitkällä aikavälillä ja eri olosuhteissa,
sillä viemärikaasujen virtaamat vaihtelevat voimakkaasti pohjaviemärin ja talon tuuletus-
viemäreiden päässä vallitsevan lämpötilaeron suhteen. Liitteessä 12 on hahmoteltu tuu-
letusviemärin kaasujen virtaaman riippuvuutta lämpötilaerosta. Viemärikaasujen pitoi-
suus on todennäköisesti suurin talon alimmissa viemäriosuoksissa, sillä suurin osa rik-
kivedyistä tulee todennäköisesti kaupungin viemäristä. Lisäksi tuuletusviemäreiden ve-
don ollessa heikko (lämpötilaeron ollessa pieni) kaasujen pitoisuus pääsee nousemaan
rakennuksen viemäreiden alimmissa osissa. Alimmissa osuoksissa on myös suurimmat
jäteveden virtaamat, jolloin niihin kohdistuva rasitus on suurempi kuin ylemmissä osissa.

Rikkivetyjen aiheuttamia ongelmia voitaisiin lieventää tehostamalla kaupungin jätevesiviemärin tuuletusta. Jos kaupungin viemärillä olisi oma riittävään suuri tuuletusputki rakennuksen ulkopuolella, eivät rikkivedyt imeytyisi rakennuksen viemäriin.

7 Yhteenveto

Valurautaviemäreitä tutkittiin silmämääräisesti, sisäpuolisin TV-kuvauksin sekä röntgenkuvauksilla.

Tämä tutkimuskohde tarjosi hyvän lähtökohdan pesuaineiden syövyttävien ominaisuuksien tutkimukselle. Tutkimustuloksia soveltamalla voitaisiin mahdollisesti tulevaisuudessa ennaltaehkäistä viemäreiden putkirikkoja. Helsingin kaupungilla on paljon kiinteistöjä, joissa esiintyy vastaavia käyttöolosuhteita ja materiaaleja.

Jos viemäreitä syövyttäviä aineita saataisiin määriteltyä ja sitä kautta niiden käyttöä vähennettyä, voisivat kustannussäästöt olla huomattavia pidennetyn viemärin käyttöiän muodossa.

VTT:n näytekappaleanalyysin perusteella vaikuttaisi siltä, että pesukoneiden tuottamien jätevesien lämpötiloilla voi olla suuri merkitys valurautaviemäreiden sisäpinnoitteiden keston. Pinnoitteiden ominaisuudet alkavat muuttua jo alle 60 °C:n lämpötilassa. Voi olla, että pelkkä korkea veden lämpötila yhdessä virtaaman kanssa riittää kuluttamaan sisäpinnan epoksia, eikä käytettävällä pesuaineella ole käytännön merkitystä. Mikäli näin on ja nyt käytetyt pesuaineet vaihdettaisiin toisiin, viemäreiden kulumisen luultavasti jatkuisi samanlaisena.

Käytännön altistustesteillä voidaan määrittää, lisääkö testattava aine viemärin kulumista vai ei. Vertailevan altistustestin suoritus vesijohtovedellä antaisi vastauksen siihen, onko pesuaineella merkitystä viemärin kulumiseen.

Jotta löydettäisiin aineita, jotka kuluttavat viemäreitä mahdollisimman vähän, pitäisi kaikilla tarjolla olevilla aineilla tehdä sama altistustesti. Tämä olisi niin työlästä ja hintavaa, että siitä ei saataisi vastaavaa hyötyä. Lisäksi käytettävissä olevat aineet saattavat muut-

tua hyvinkin nopeasti, jolloin testaamisen tulokset eivät olisi kovin pitkään käyttökelpoisia. Valitettavasti tämän tutkimuksen perusteella ei voida suositella pesuaineita, jotka paremmin soveltuisivat Auroran sairaalaan tai vastaaviin toimintaympäristöihin.

Käytettävien pesuaineiden määrittämisen sijasta tulevaisuuden säästöihin kannattaa pyrkiä määrittämällä eri käyttötarkoituksiin paremmin soveltuvia materiaaleja. Muoviviemäri ei ruostu ja kestää erinomaisesti kemiallista räsitystä. Jos huonokuntoisilla valurautaosuuksilla olisi käytetty muoviviemäriä, ne olisivat todennäköisesti säilyneet hyväkuntoisina. Muita valurautaa kestävämpiä materiaaleja ovat ruostumaton ja haponkestävä teräs. Ne ovat kuitenkin huomattavasti kalliimpia.

Mikäli valurautaviemäriä asennetaan, työnaikaiseen valvontaan kannattaa panostaa ja vaatia valmistajan tukemia asennustapoja. Valurautaviemäriin putkien ja yhteiden huollin käsittely ja asennus ovat ensiarvoisen tärkeitä. Valmistajan ohjeita täytyy noudattaa putken katkaisussa ja katkaisupäiden käsittelyssä. Asennetun putken sisäpuolisen pinnoitteen täytyy olla yhtenäinen, jotta pinnoitteesta on hyötyä.

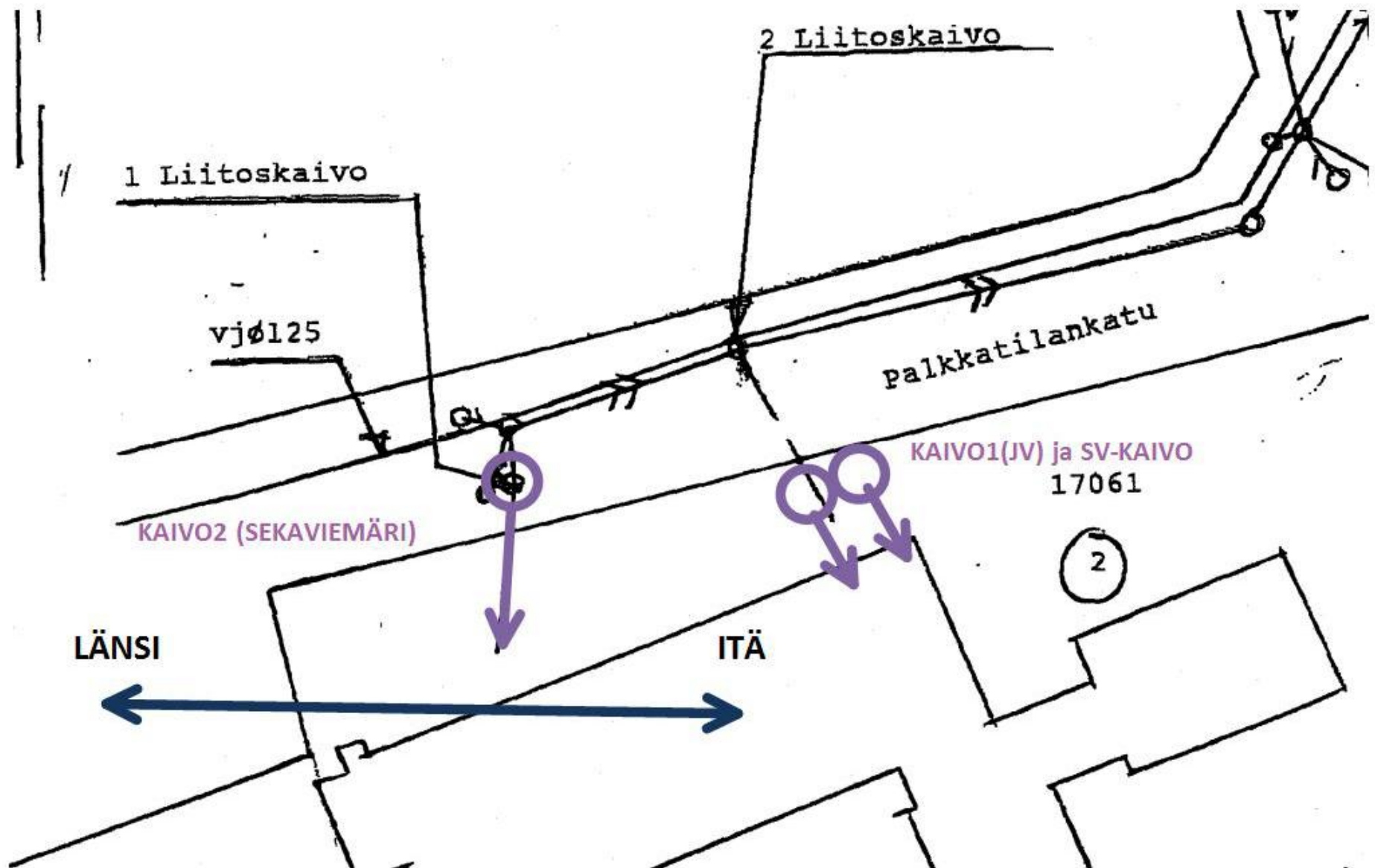
Lähteet

1. "Auroran Sairaala RAK 16 viemärin kuntotutkimusraportti 19.12.2013". 2013. WSP Finland Oy
2. "Aurora16A_osall_väliRaportti18_02_2014". 2014. WSP Finland Oy
3. LVI-työselostus-Auroran sairaalan rakennus 16A. 2002. JP Talotekniikka Oy
4. LVI-työselostus-Auroran sairaalan rakennus 15C. 2002. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy
5. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Vesi- ja viemärlaitteistojen määräykset ja ohjeet. 2007. Ympäristöministeriö
6. SFS-ISO 877. Valurautaputket ja yhteen. 2008. Suomen standardisoimisliitto
7. SFS-ISO 4628. Maalit ja lakat. 2004. Suomen standardisoimisliitto
8. SFS-ISO 2409. Maalit ja lakat, hilaristikkokoe. 2007. Suomen standardisoimisliitto
9. Düker SML –tuoteperheen esitteet valmistajalta. Verkkodokumentti. 2013 http://www.dueker.de/fileadmin/download/PR/02_Abflusstechnik/GAT_specifiersmanual_SML.pdf Tiedosto ladattu 15.4.2014. Englanniksi.
10. VTT:n tutkimusraportti nro VTT-S-01991-14, (2014) VTT Expert services Oy
11. Saint –Gobain SMA tuoteperheen esitteet valmistajalta, verkkodokumentti (2013), <http://www.sgps.fi/sivu.asp?taso=3&id=65>. Luettu 13.4.2014, sivun päivitysjankohdasta ei ole tietoa. Saint – Gobain
12. Diverseyn eri pesuaineiden tuotetiedot, verkkodokumentteina useilta eri internet -sivustoilta tarkasteltuna, (2013)
13. Professori, Helsingin yliopiston kemian laboratorio. Puhelinkeskustelut ja sähköpostiviestit. keväällä 2014. Halonen Lauri. 2014.
14. KiihtoClean Oyn tuotekehitysosasto. Puhelinkeskustelu 14.4.2014. Illi Heikki. 2014.
15. "The Problem of Hydrogen Sulphide in Sewers 2nd edition" Dr.R.D.Pomeroy. Päivittänyt ED.A.G.Boon, (1992) Clay Pipe Development Association Limited

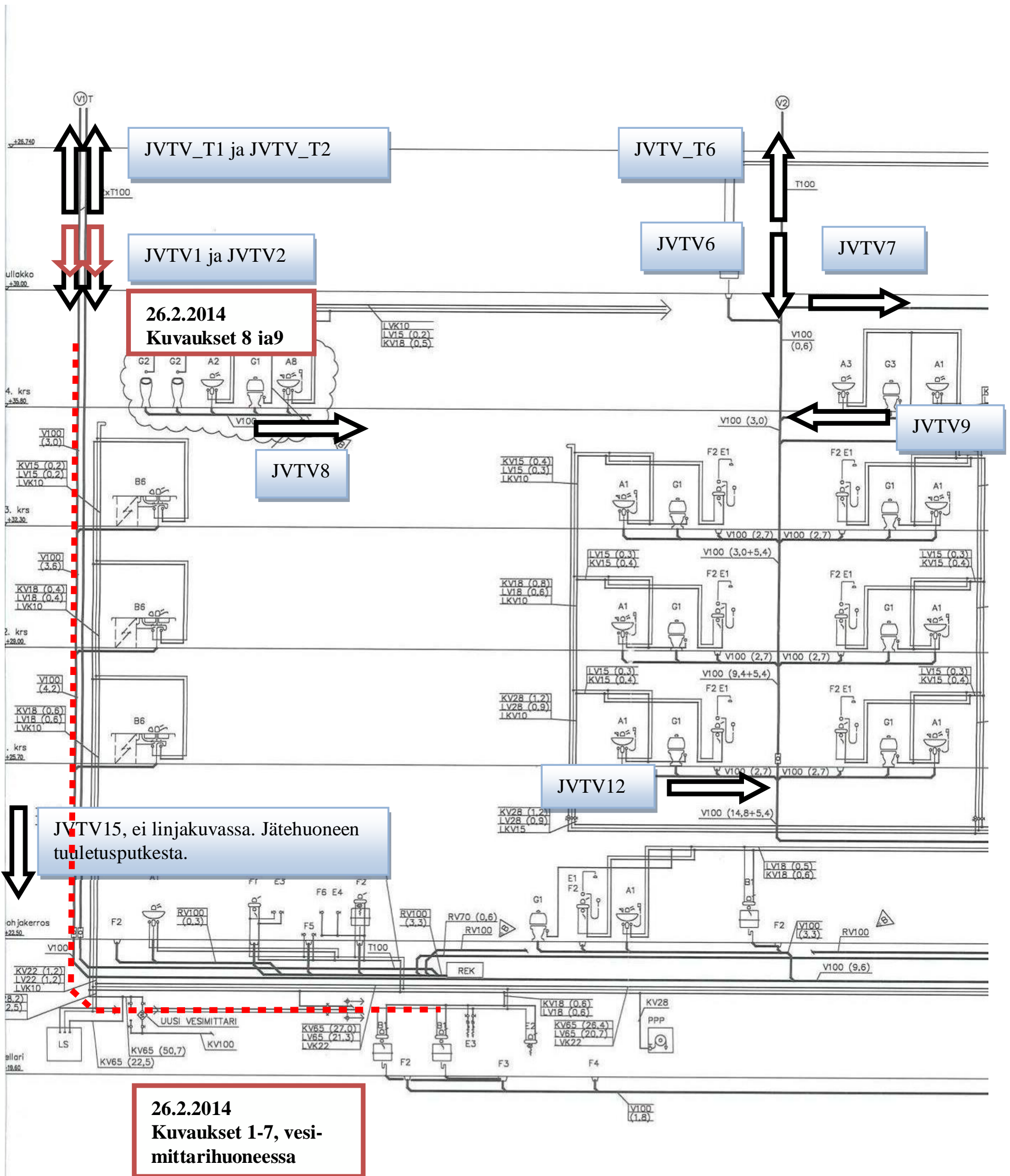
16. Helsingin kaupungin hankintakeskuksen listaukset kaupungin kiinteistöissä käytetyistä pesu-, keittiö-, ja siivousaineista vuosilta 2004 - 2014.
17. "Korroosiokäsikirja". 2004. Kunnossapitoyhdistys Promaint. 2. painos
18. "Viemäriverkoston jatkokuntotutkimus ja sen käytön selvitys, 3.9.2014". 2014. WSP Finland Oy
19. LVV-Kuntotutkimusopas 2013. 2013. Suomen LVI-liitto SuLVI
20. VTT:n tutkimusselostus nro VTT-S-03687-14. 2014. VTT Expert services Oy
21. LVI-piirustukset Auroran sairaala rakennus 16A. 2002. JP Talotekniikka Oy
22. LVI-piirustukset Auroran sairaala 15C. 2002. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy
23. Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö (1999). <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1999/19990132>. Luettu 22.5.2014,

Liite 1. Viemäriliitokset kunnalliseen sekaviemäriin

Kuvassa kaivot, joista pohjaviemäreiden kuvaukset suoritettiin.

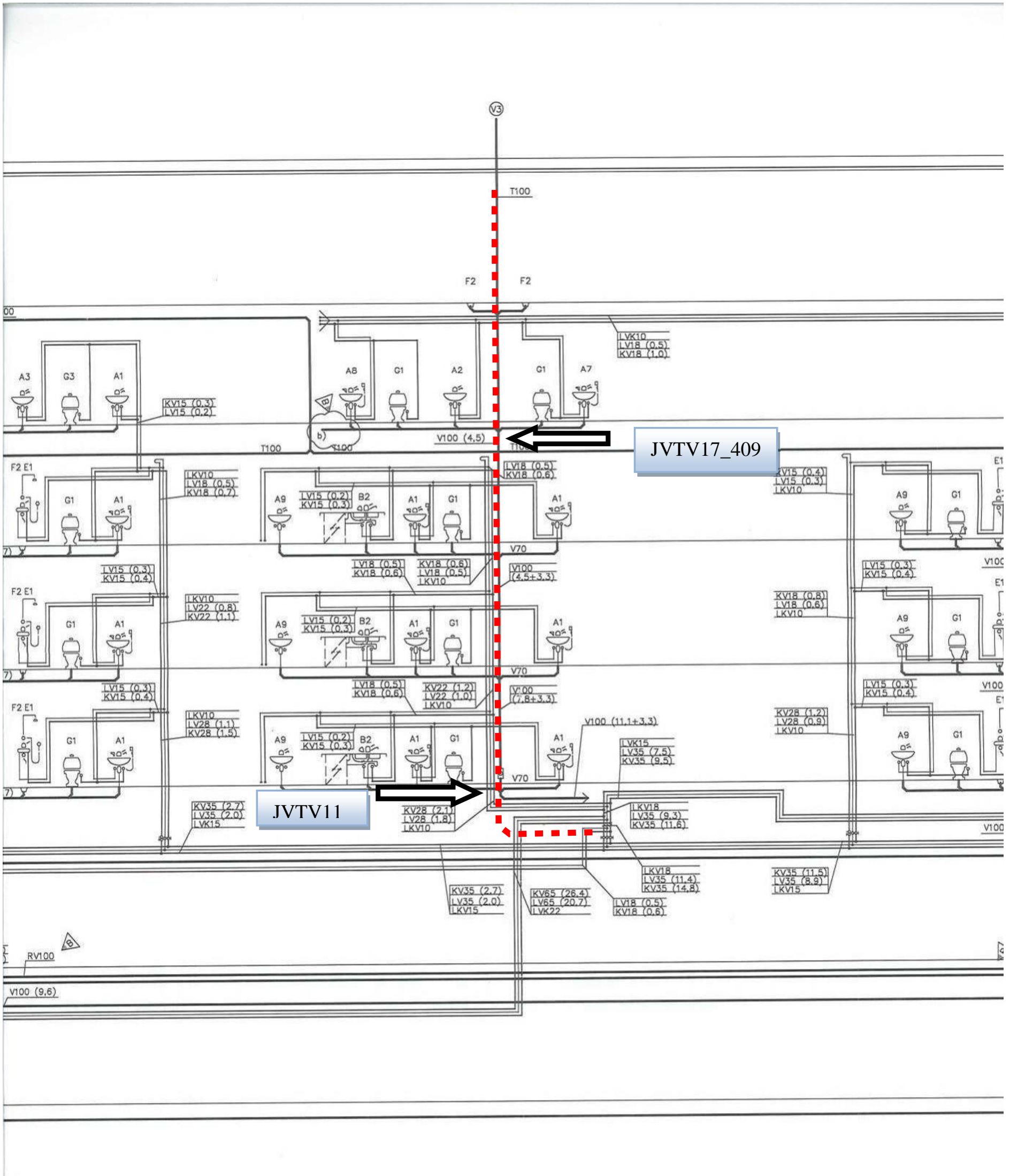


Liite 2, linjat V1 ja V2



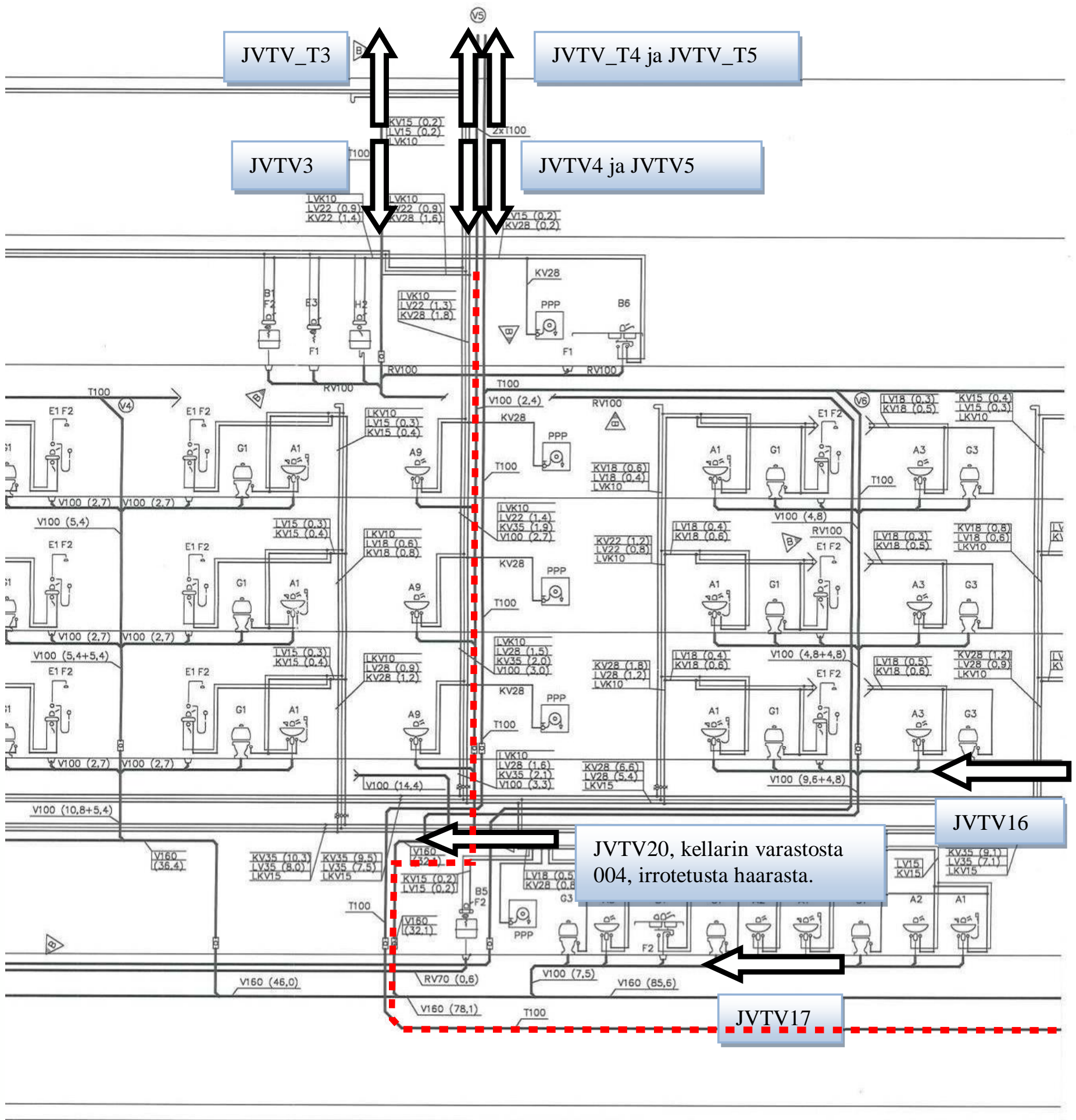
..... Jätevesiviemäriin pinnoitettavaksi suositeltava osuus

Liite 3, linja V3



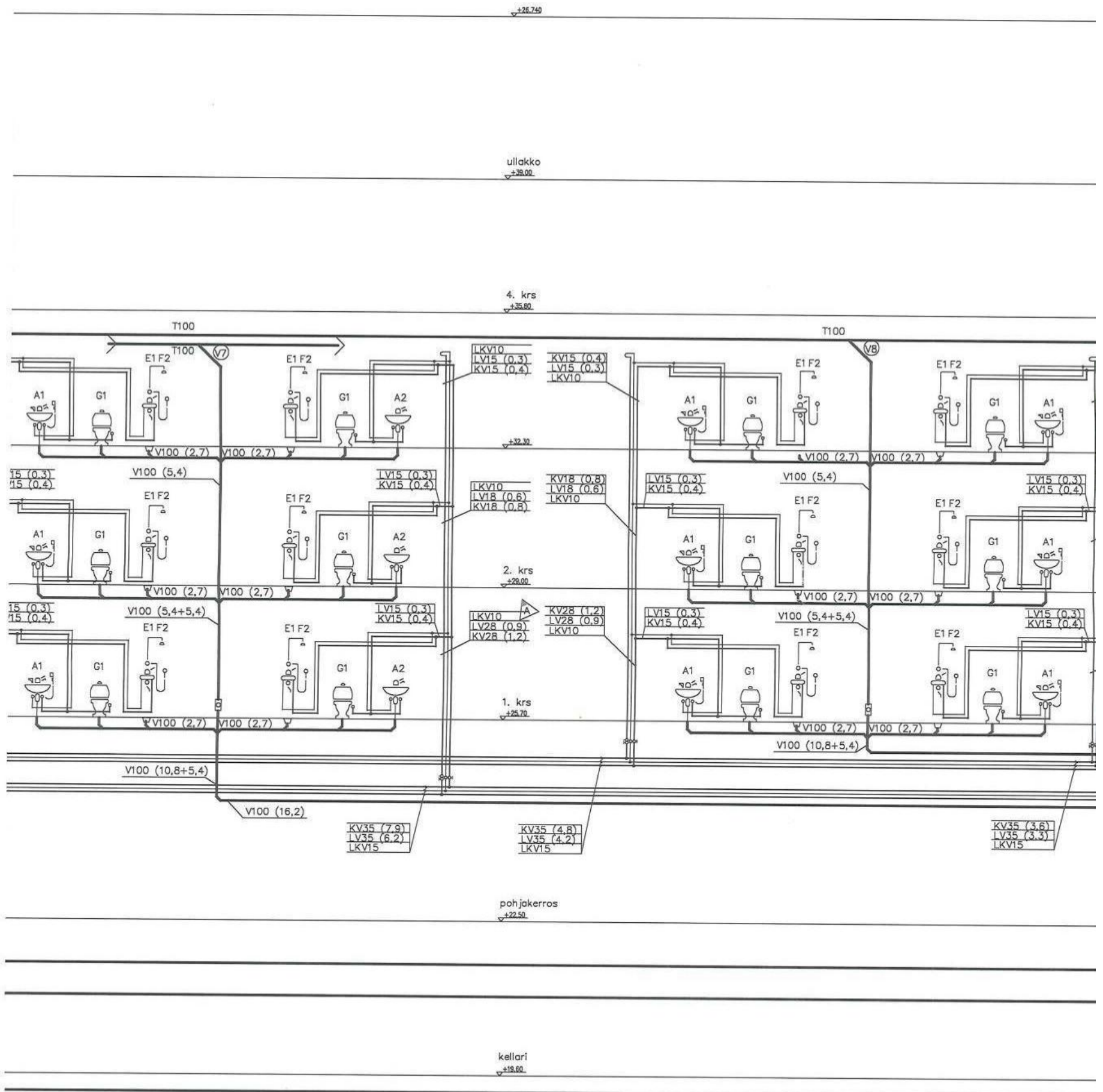
.....
 Jätevesiviemäriin pinnoitettavaksi
 suositeltava osuus

Liite 4, linjat V4, V5, RV100, T5 ja V6

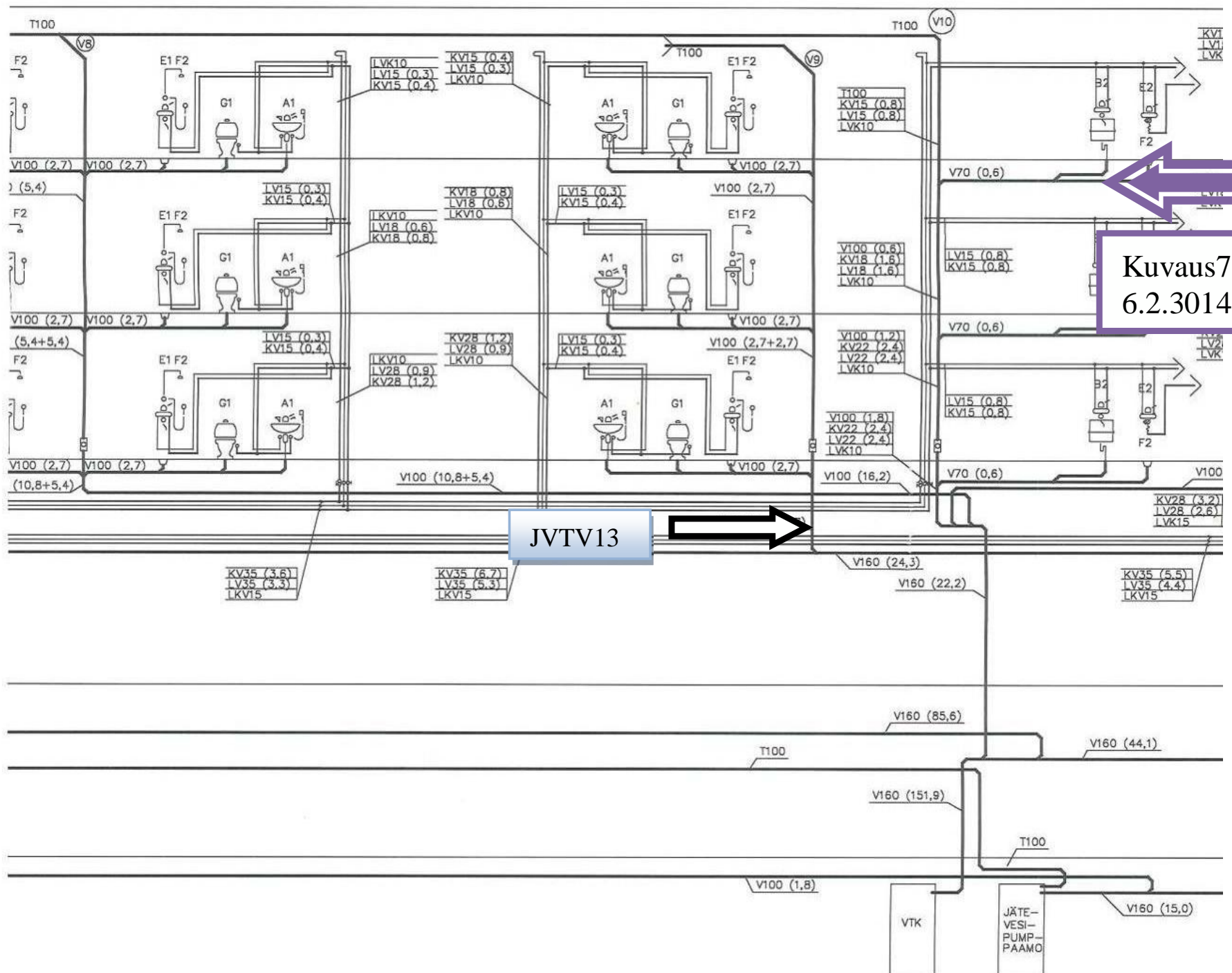


.....
 Jätevesiviemärin pinnoitettavaksi
 suositeltava osuus

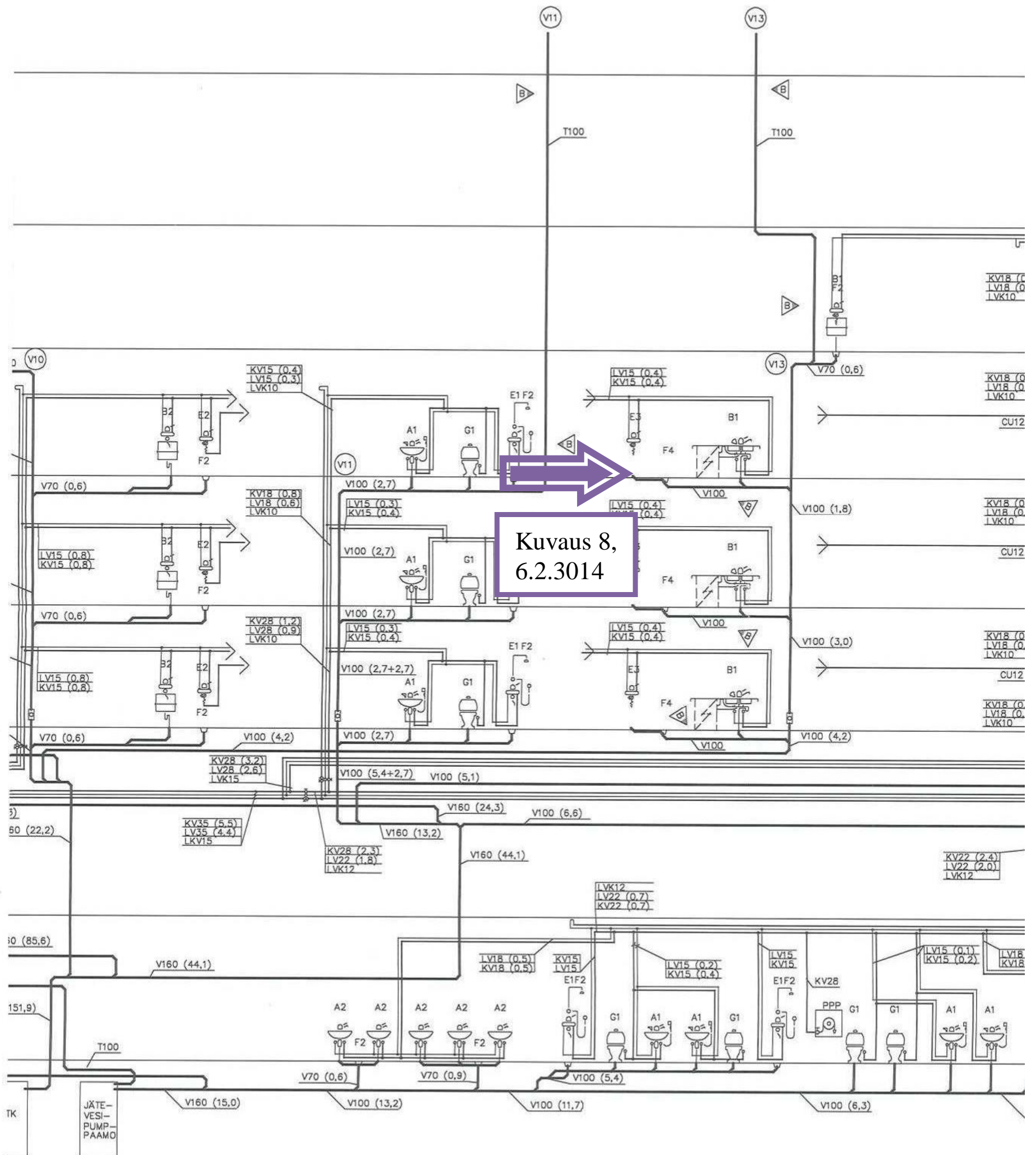
Liite 5, linjat V7 ja V8



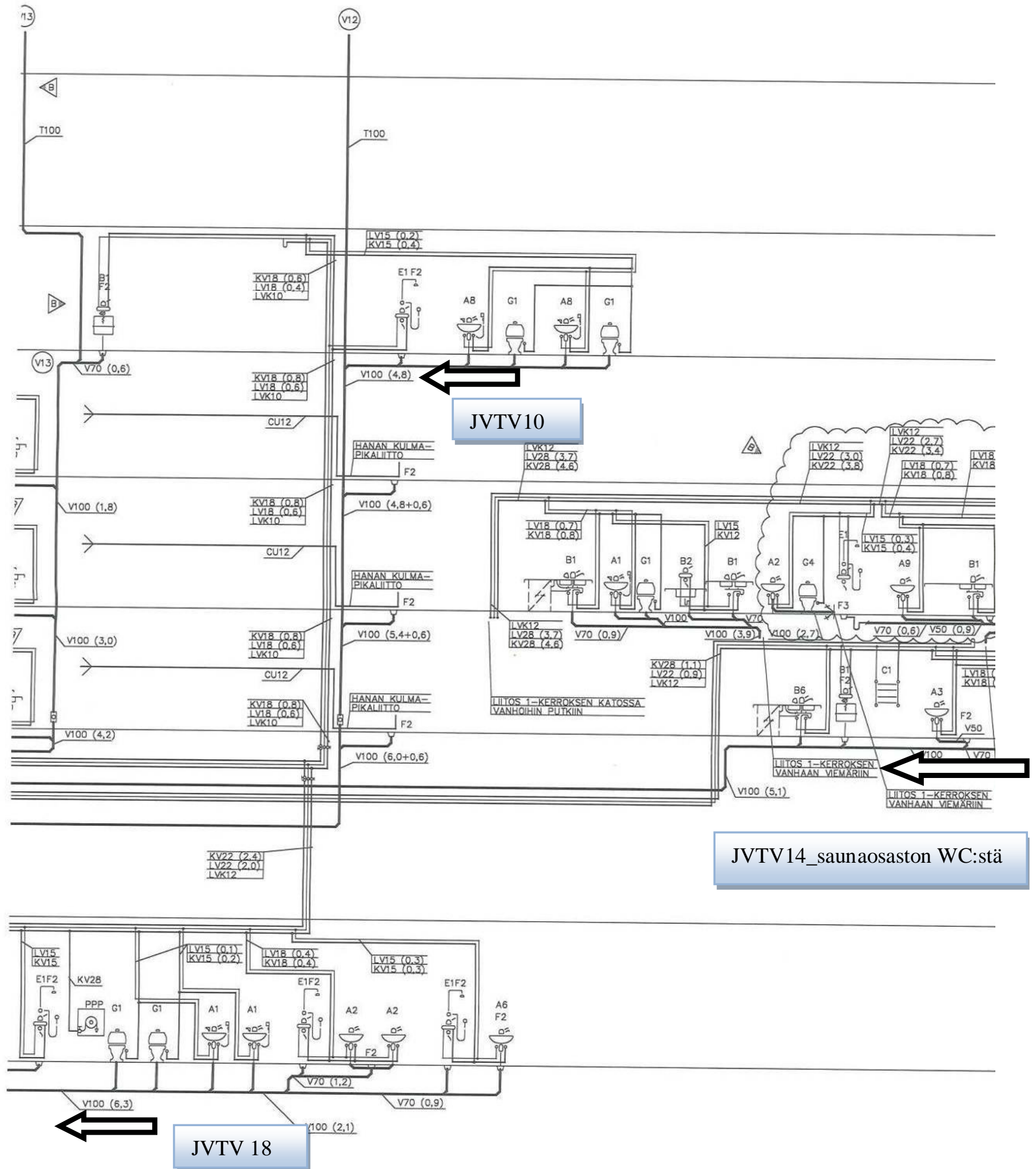
Liite 6, linjat V8, V9 ja V10



Liite 7, linjat V10, V11 ja V13



Liite 8, linjat V12 ja B/C-rakennuksen viemäreiden liitos





Laatinut:
Jouko Väärälä 050 320 4317

LIITE 9.

Tallenne	Materiaali*	Koko, mm	Reitti	KERROS	Havainnot	Pituus/m	Linja	KL
RAKENNUS 16A								
Kuvaus1 JV	MUO/GR/ BET	160	Vesimittarin alta myötävirtaan puhdistusluukusta. Runkoviemäristä pohjaviemäriin.	Kellari	Valurautaviemäriä oli korjattu muoviviemäriillä. Kuvauspisteestä 0,5m päässä alkaa 2003 peruskorjauksessa asennettu valurautaviemäri. 05m- 1,5m on valurautaa, joka vaihtuu lattianrajassa muoviksi. 1,8m pohjaviemäriässä muovinen haara. 2,2m pantaliitos vanhaan valurautaan. Vanhassa valuraudassa kertymää sivuilla ja laki on voimakkaasti syöpynyt. 2,9m viemäriin pohjassa reikä. 4,15m kulma oikealle. 5,5m liitos betoniviemäriin. Betoniviemäriin kunto ok. 17,5m-18,8m halkeamia betonissa- 18,8m portin pielessä olevaan tarkastuskaivoon.	18,9	JV_Pohja	1
Kuvaus2 JV	MUO/GR	110	Vastavirtaan rasvakaivon purkuputken puhdistusluukusta.	Kellari	0,2m liitos, jossa kulmissa alkavaa syöpymistä. 0,3m-0,5- suoraa valurautaa, jossa rasvaa pohjalla. Rasva tukkii kameran kuvauspään, eikä kuvausta voi jatkaa.	0,5m	RV_las- kuputki	4
Kuvaus3 SO	MUO	110	SOK1 huoneen keskustaan päin	Kellari	110mm kovaa salaojaputkea. Pohjalla kiinteäksi asettunutta hiekkaa 10-20%. Muuten tyydyttävässä kunnossa. 2,9m liitos SOK2:lta padotusventtiilille menevään putkeen.	2,9	SO	4
Kuvaus4 SO	MUO	110	SOK1 LJH:n suuntaa	Kellari	SOK1:ltä SOK3 suuntaan (kts. Tutkimuskartta2) 110 kovaa salaojaputkea. Pohjalla kiinteäksi asettunutta hiekkaa 10-20% Putki on enimmäkseen kuiva. Pari metriä ennen SOK3:a hiekka on kosteaa. Putki on yleisesti tyydyttävässä kunnossa.	9,1	SO	4
Kuvaus5 SO/JV	MUO	110	SOK 2 Vesimittaria kohti	Kellari	Kuvaus alkaa SOK2:sta kohden vesimittarikulmaa. Putki on 110mm kovaa salaojaputkea. Putki on kuiva ja tyydyttävässä kunnossa. Kertymää ei ole. 3,10m kohdalla putkeen liittyy Y-haara virtaussuuntaa vasten. Putki tulee SOK:sta. 3,8m vastaan tulee padotusventtiili, joka on kiinni ja puolillaan maainesta. Välittömästi padotusventtiilin jälkeen salaojat liittyvät jätevesipohjaviemäriin. Liittyvä haara on kuvaus1 haarasta seuraavana ylävirtaan pohjaviemäriässä.	8,5	SO- purkuputki/ JV_Pohja	4
Kuvaus6 SV/JV	GR	160	Sadevesiviemäriin puhdistusyhteestä myötävirtaan pohjaviemäriin.	Kellari	Kuvaus alkaa vesimittarihuoneen vanhaan valurautaiseen kulmaan tehdystä pienestä rassiluukusta. Sadevesiviemäri on alkuperäistä ja yleistä syöpymää on havaittavissa. Lähtöpisteestä 1,1m päässä liittyy sekavesipohjaviemäriin sivulta. 1,56m lähtöpisteestä on liitos muoviseen salaojan liittymähaaraan.	2,1	SV runko/ JV_pohja	3
Kuvaus7 SV/JV	GR	160	Sadevesiviemäriin puhdistusyhteestä vastavirtaan ylöspäin	Kellari	Sisäpihan kaivoilta tuleva sadevesiviemäriin kunto on suhteellisen ok. Valuraudassa on havaittavaa yleistä syöpymää, mutta ei huomattavaa hilseilyä, halkeilua tai grafitoitumista. 4,5m -6,5m välillä on padotusta n. 10%.	8,0m	Sisäpihan SV linja	3
Kuvaus8 JV	GR	100	IV-konehuoneen länsipäädyn oikean puoleisen tuuletusviemäriin puhdistusluukusta alaspäin.	Ullakko	Läntisen pohjaviemäriin tuuletusputki, eikä siihen liity mitään viemäröintipisteitä. Kuvausmatkalla 7,3m vastaan tuli 3 suunnanmuutoskohtaa, mutta ei lainkaan haarayhteitä. 2,3m kuvauksen alkupisteestä viemäriin laen epoksissa on halkeama, jossa on havaittavissa alkavaa syöpymää. Putki on muuten ok.	7,3	Läntisen pohjaviemä- rin tuuletus	5
Kuvaus9 JV	GR	100	IV-konehuoneen länsipäädyn vasemman puoleisen tuuletusviemäriin puhdistusluukusta alaspäin.	Ullakko	Tuuletusviemäri nousee osastojen palvelukeittiöiden linjasta/ rasvanerotuskaivoilta. Kuvauksen alusta 1m ensimmäisen suunnanmuutoksen kulmat ovat voimakkaasti syöpyneet. 2,5m on vaakaosuuden päässä huomattavaa epoksin repeilyä. Seuraavissa kulmissa on syöpymiä. Pystyviemäriillä 3,3m-6m on alaspäin pahenevaa epoksin repeilyä. 5-6m on riekaleina. 6,7m pysty kääntyy vaakaan ja kamera jumittuu.	6,7m	V1 tuuletuk- sesta alas	3

Materiaali

ASB=asbestisementti
BET=betoni
TII=tiili
LSA=lasitettu savi
TER=teräs
PEH=peh
PEL=pel
PEM=pem
PP=polypropeeni
POE=polyesteri
PVC=pvc
MUO=muovi
GR=valurauta

Putkilaji

T = tuuletusviemäri
J = jätevesiviemäri
S = sadevesiviemäri
Y = sekavesiviemäri
N = paineviemäri
SO = salaoja, muu: _____

Kuntoluokat

Jäljellä oleva tekninen käyttöikä on yli 10 vuotta **5**
Jäljellä oleva tekninen käyttöikä on 5-10 vuotta **4**
Jäljellä oleva tekninen käyttöikä on yli 3-5 vuotta **3**
Jäljellä oleva tekninen käyttöikä on yli 1-3 vuotta **2**
Jäljellä olevaa käyttöikää ei voi määrittää **1**

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

Tilaaaja WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 HELSINKI

Tilaus 10.3.2014, Jouko Väärälä.

Yhteyshenkilö VTT Expert Services Oy
Tom E. Gustafsson
Biologinkuja 7
PL1001, 02044VTT
email:tom.e.gustafsson@vtt.fi

Auroran sairaalan valurautaviemärin syöpymisen tutkimus

Näytteet Tilaajan 27.2.2014 9.3.2014 toimittamat näytteet:

- (A) Vaurioitunut viemäriputki merkinnöin, Auroran sairaala rak 16 A, runkoviemäri, yhtä haaraa rasvanerotuskaivosta, vesimittari päällä, tippumisjäljet kondenssivedestä, putkimateriaali Düker SML, kuva 1.
- (B) Vaurioituneeseen viemäriputkeen A pantaliitoksella liitetty yhdekappale (D20), yhdemateriaali Saint-Gobain SMA, kuva 1.
- (C) Viemäriputki Auroran sairaala rak 16A, rasvanerotuskaivon purkuputki, putkimateriaali Düker SML, kuva 2.
- (D) Yhdekappale, putkimateriaali Saint-Gobain SMA, kuva 3.
- (E) Viemäriputken pala, putkimateriaali Saint-Gobain SMA, kuva 4.
- (F) Viemäriputken pala, putkimateriaali Düker SML, kuva 4.
- (G) Viemäriyhde, putkimateriaali Düker SML, kuva 5.
- (H) Viemäriputki, putkimateriaali Düker SML, kuva 5.
- (I) Viemäriyhde, putkimateriaali Düker SML, kuva 6.

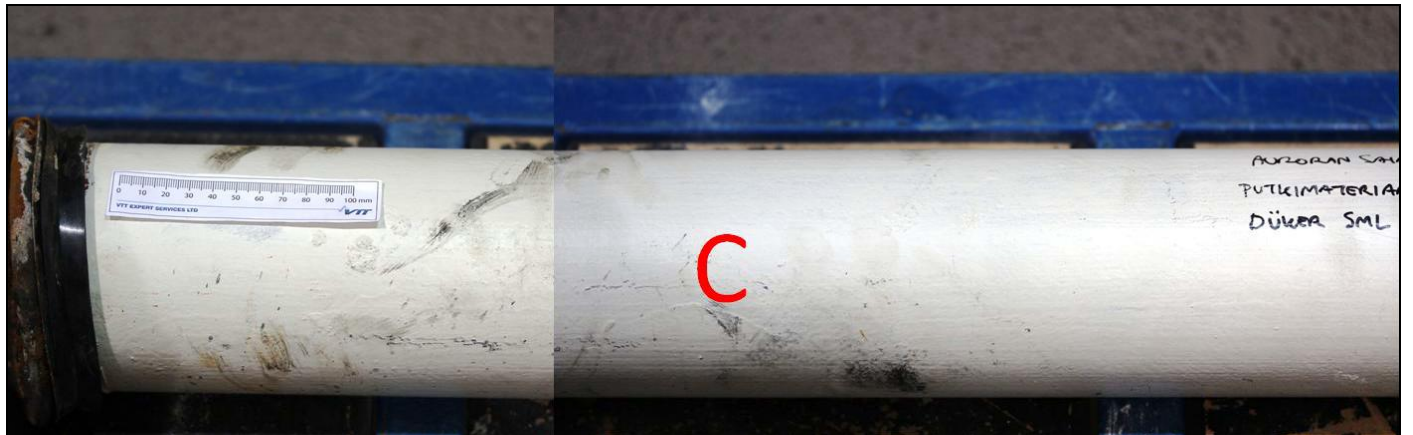


Kuva 1. Vaurioitunut viemäriputken (A) Düker yläpinta ja siihen pantaliitoksella liitetty läpisyöpynyt yhdekappale (B) Saint-Gobain.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 2. Viemäriputki, rasvanerotuskaivon purkuputki Düker SML.



Kuva 3. Yhdekappale Saint-Gobain.



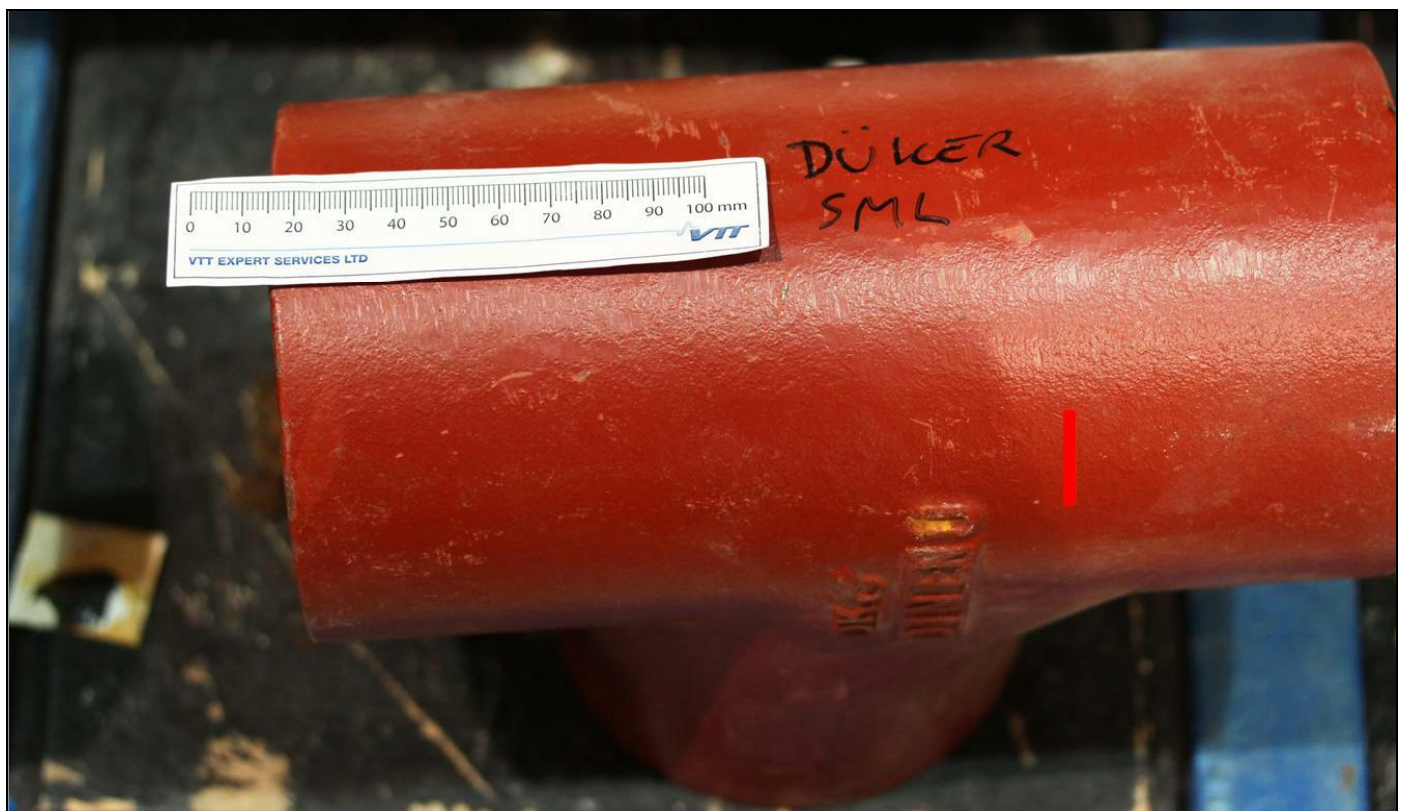
Kuva 4. Viemäriputkinäytteet (E) Saint-Gobain SMA ja (F) Düker SML.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 5. Viemäriyhde (G) Düker SML ja viemäriputki (H) Düker SML.



Kuva 6. Viemäriyhde (I) Düker SML.

Saadut asiatiedot

Rakennuksessa on tehty peruskorjaus vuonna 2003, jolloin kaikki rakennuksen viemärit on uusittu. Rakennuksessa on havaittu puhkisyöpyneitä viemäreitä. Viemärit ovat pääsääntöisesti Dükerin SML-sarjaa. Saint-Gobainin SMA-sarjan putkea on myös käytetty paikoitellen. Viemäriin sisäpuolisten kuvausten perusteella erilaisella käytöllä olevat linjat ovat keskenään erilaisessa kunnossa. WC/kph-linjat vaikuttivat varsin hyväkuntoisilta verrattuna astianpesukoneiden vesiä viemäroiviin linjoihin.

Viemäriyhde B (Saint-Gobain) ja putki A (Düker) ovat länsipuoleisesta runko-viemäriinjasta ja C (Düker) on rasvanerotuskaivon poistoputki.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

Tehtävä Tutkimus koostui seuraavista osioista:

- Vaurioyhde ja suora putkiosa halkaistiin, ja niiden sisäpintoja tarkasteltiin silmämääräisesti ja stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Valurautayhteen (Saint-Gobain) vuotokohdasta ja suoran putkiosuuden (Düker) alueesta valmistettiin poikkileikkaushie, jonka mikrorakennetta tutkittiin valomikroskoopilla (OM) ja elektronimikroskoopilla (SEM) sekä analysoitiin siihen liitettyllä röntgenanalysaattorilla (EDS).
- Valuraudoista määritettiin koostumus optisella emissiospektrometrillä (OES) ja mitattiin kovuus Vickers-kovuuslukuina (HV5).
- Vaurioyhteen ja suoran viemäriosoisuuden valuraudoista määritettiin niiden mikrorakenne ja syöpymismekanismi.
- Pinnoilta pyrittiin löytämään kohtia, joissa pinnoitetta olisi vielä kiinni ja mahdollisesti irtoamassa. Alueista valmistettiin mahdollisuuksien mukaan poikkileikkaukset, joista määritettiin sisäpuolisen pinnoitteen paksuutta. Samalla voitiin arvioida pinnoitteen huokoisuutta ja kuvata pinnoitteen kiinnitarttuvuutta. Lisäksi nähtiin sisältääkö käytetty epoksinpinnoite lisäainepartikkeleita.
- Pinnoitetta irrotettiin ja siitä valmistettiin mahdollisimman puhdas näyte koostumusanalyysiin röntgenfluoresenssilla (XRF). Pinnoitteen mahdollisesti sisältämiä kiteisiä lisäainepartikkeleita tunnistettiin röntgendiffraktiolla (XRD), ja sen orgaanisia yhdisteryhmiä tyypitettiin infrapunaspektrometrillä (FTIR).
- Pinnoitteen lasittumispisteitä mitattiin kalorimetrillä (DSC). Vastavasti samoja testejä tehtiin yhden pinnoitetun, käyttämättömän, Düker ja Saint-Gobain-merkkisen viemärikappaleen sisäpinnoitteelle.

Viemäriputkien yleispiirteet

Suoritus ja tulokset

Viemäriyhde B (Saint-Gobain) ja putket A (Düker) ja C(Düker) halkaistiin ja niiden sisäpintojen yleispiirteitä tarkasteltiin silmämääräisesti ja stereomikroskoopilla (Stereo-OM).

Viemäriyhteen B (Saint-Gobain) yläosan ja alaosan sisäpintojen valokuvat on esitetty kuvissa 7a ja 7b. Viemäriputken A (Düker) yläosan ja alaosan sisäpintojen valokuvat on esitetty kuvissa 8a-d. Pannan vierestä havaittu pahin syöpymä johtunee valurautaputken pään maalaamattomuudesta. Viemäriputken C (Düker) yläosan ja alaosan sisäpintojen valokuvat on esitetty kuvissa 9a-d.

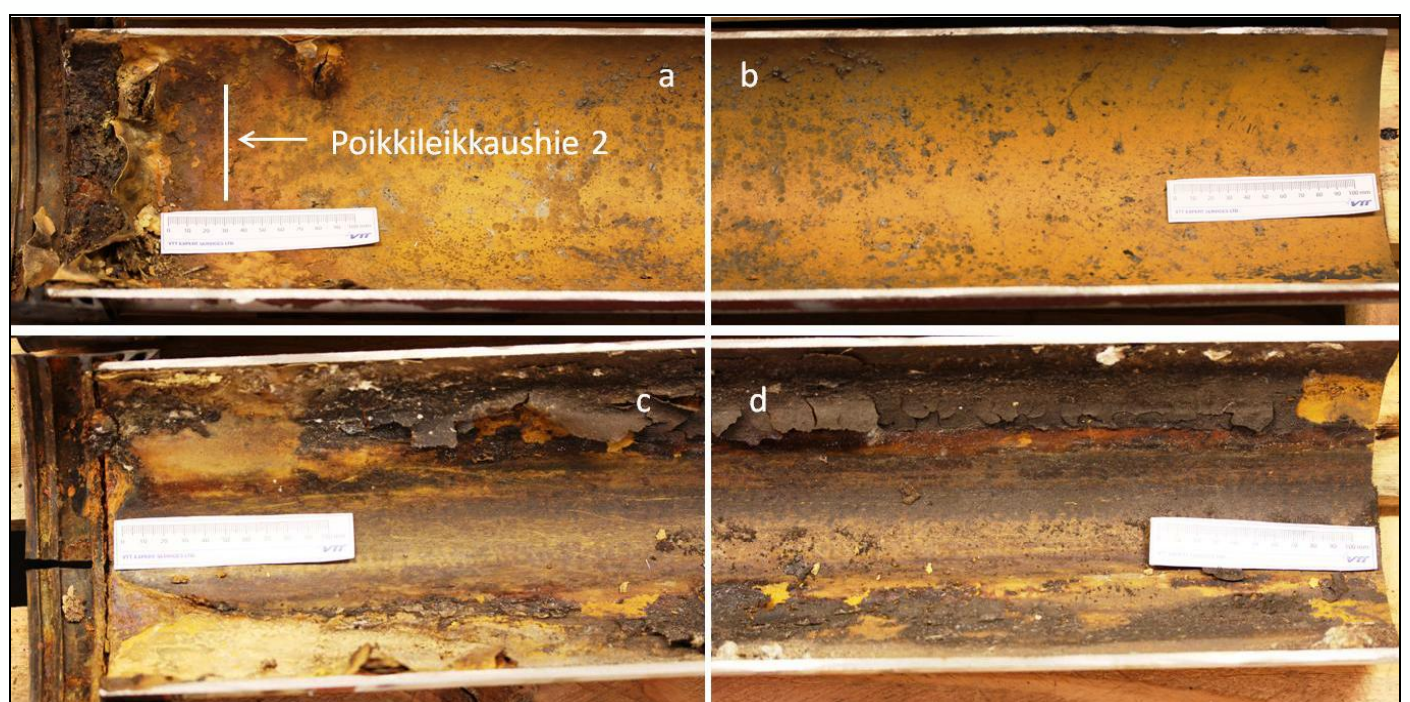
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 7. Syöpyneen B (Saint-Gobain) yhteen (a) yläosan sisäpinnan ja (b) alaosan sisäpinnan valokuvat. Kuvaan 7b on merkitty valkoisella viivalla hieen leikkauslinja ja nuolella poikkileikkauksen tarkastelusuunta.



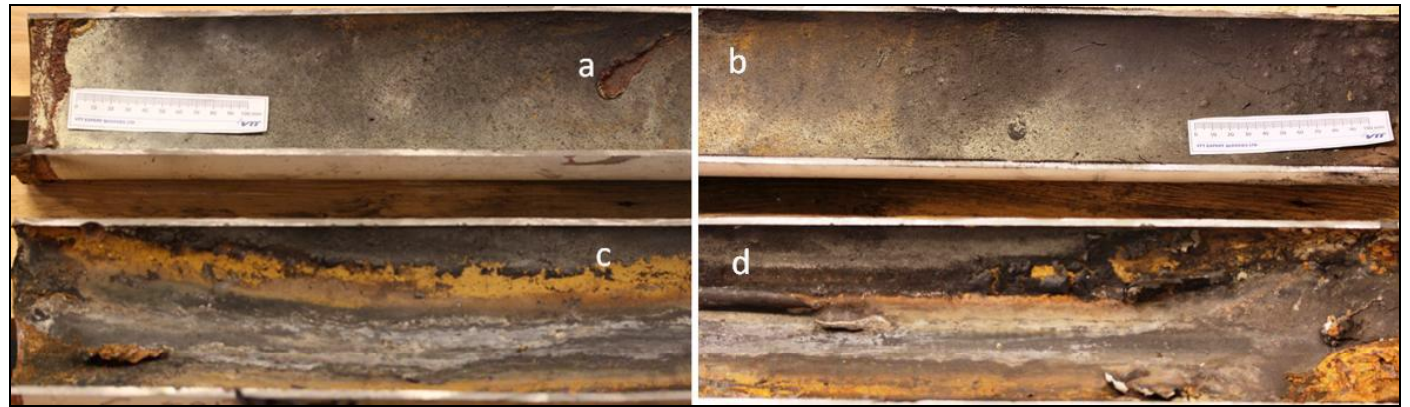
Kuva 8. Viemäriputken A (Düker) yläosan (a,b) ja alaosan (c,d) sisäpintojen valokuvat. Kuvaan 8a on merkitty valkoisella viivalla hieen leikkauslinja ja nuolella poikkileikkauksen tarkastelusuunta.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 9. Viemäri putken C (Düker) yläosan (a,b) ja alaosan (c,d) sisäpintojen valokuvat.

Syöpyneen yhteen B ylä- ja alaosan sisäpinnat olivat kauttaaltaan yleisen syöpymän vaurioittamat. Viemäriputkien A ja C alaosissa sakkaumaa/syöpymää oli havaittavissa enemmän kuin putken yläosissa.

Viemäriputkien koostumus, mikrorakenne ja kovuudet

Suoritus ja tulokset

Viemäriputkien koostumus määritettiin optisella emissiospektrometrillä (OES). Viemärimateriaalien koostumus on esitetty taulukossa 3. Viemäriputkien Düker ja Saint-Gobain perusaineesta valmistettiin pokkileikkaushie, jonka mikrorakennetta tutkittiin valomikroskoopilla (OM). Viemäriputkien mikrorakenteen valomikroskooppikuvat on esitetty kuvissa 10-13. Viemärimateriaalien kovuudet määritettiin Vickers-kovuuslukuina (HV5) käyttäen 49,1N kuormaa. Kovuudet on esitetty taulukossa 4.

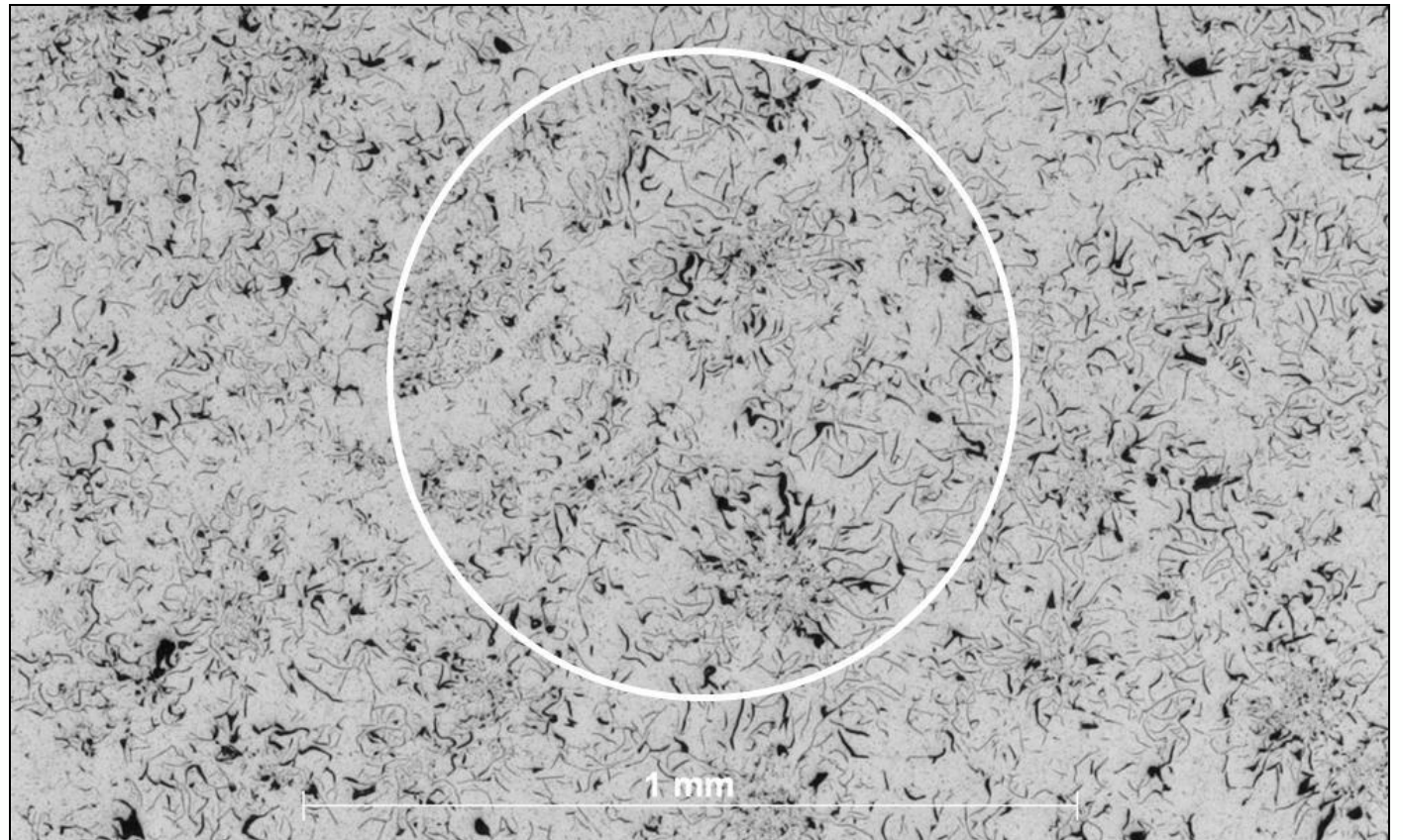
Taulukko 3. Viemärimateriaalien koostumukset (%)

Alkuaine	Näyte A (Düker)	Näyte B (Saint-Gobain)
C	3,5	3,2
Si	2,5	2,5
Mn	0,52	0,68
S	0,05	0,04
P	0,48*	0,05
Cr	0,08	0,02
Ni	0,08	0,02
Mo	0,03	<0,01
Cu	0,18	0,02
Al	<0,01	<0,01
V	0,04	<0,01
Ti	0,04	<0,01
Mg	<0,001	<0,001
Fe	(loput)	(loput)
Anal. n:o.	70/14	71/14

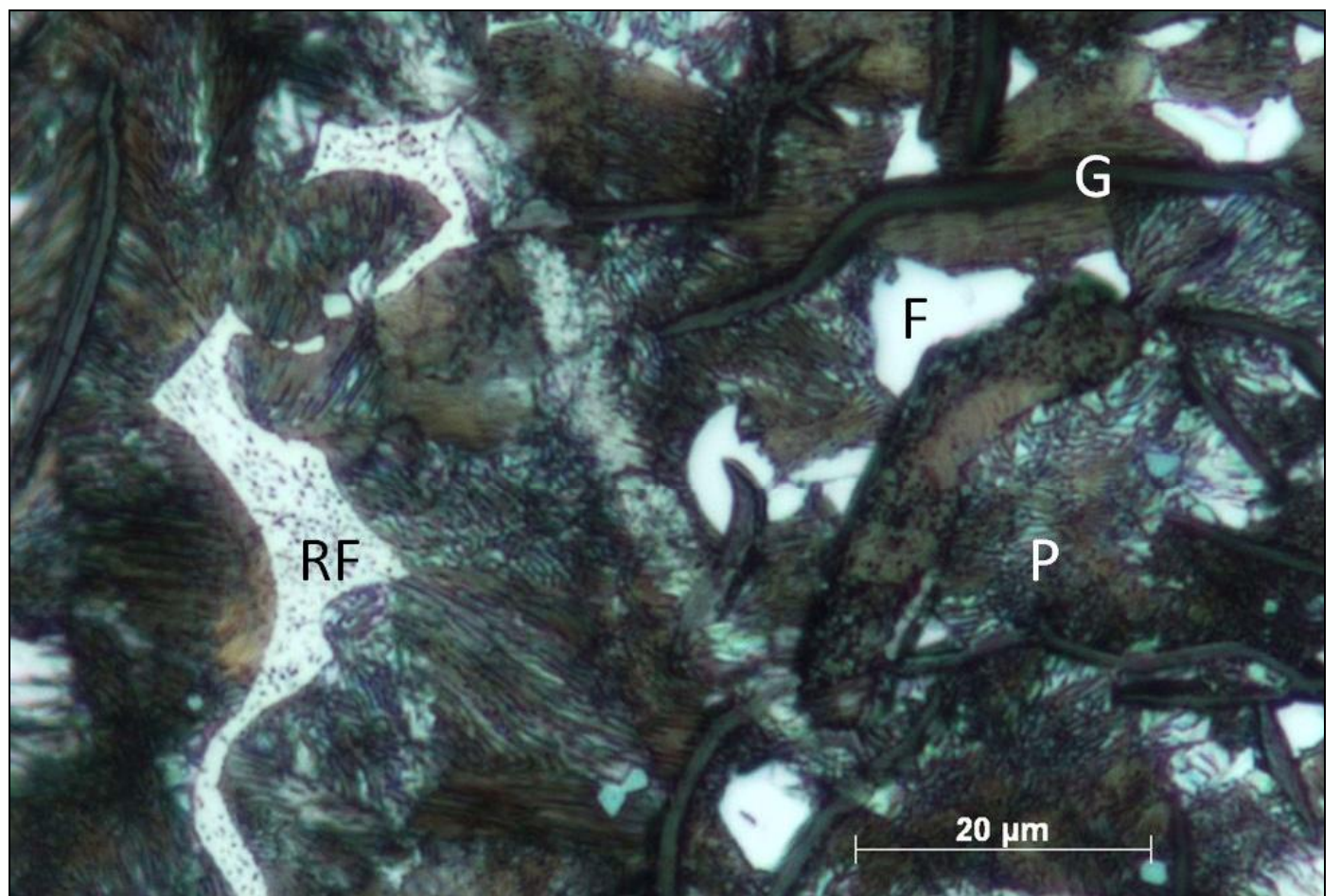
Näyte on analysoitu ”harmaana” valurautana.

*Fosforin (P) tulos epävarma, ei sopivaa vertailumateriaalia.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

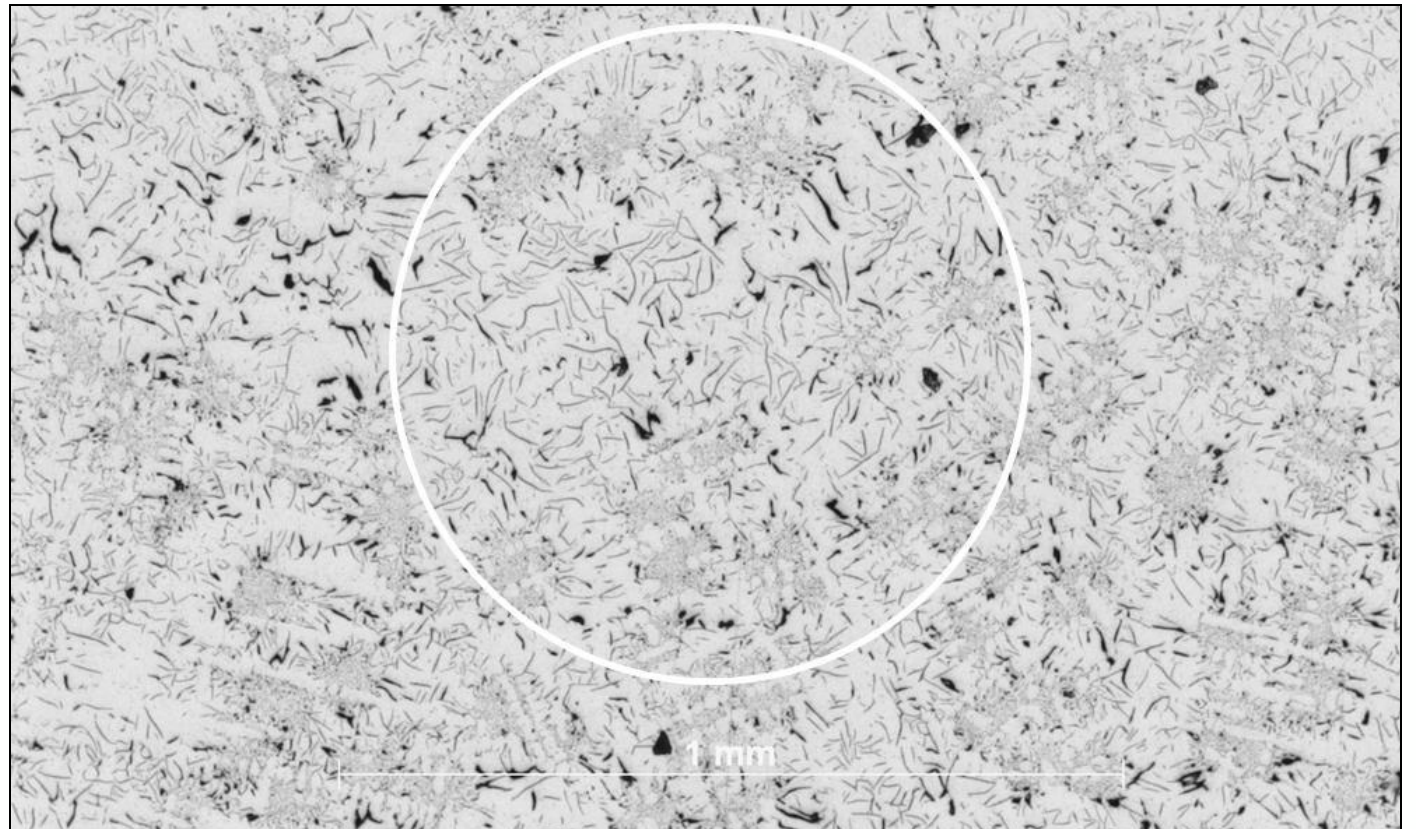


Kuva 10. Viemäriputkinäytteen A Düker grafiittijakauma kiillotetussa hiessä.

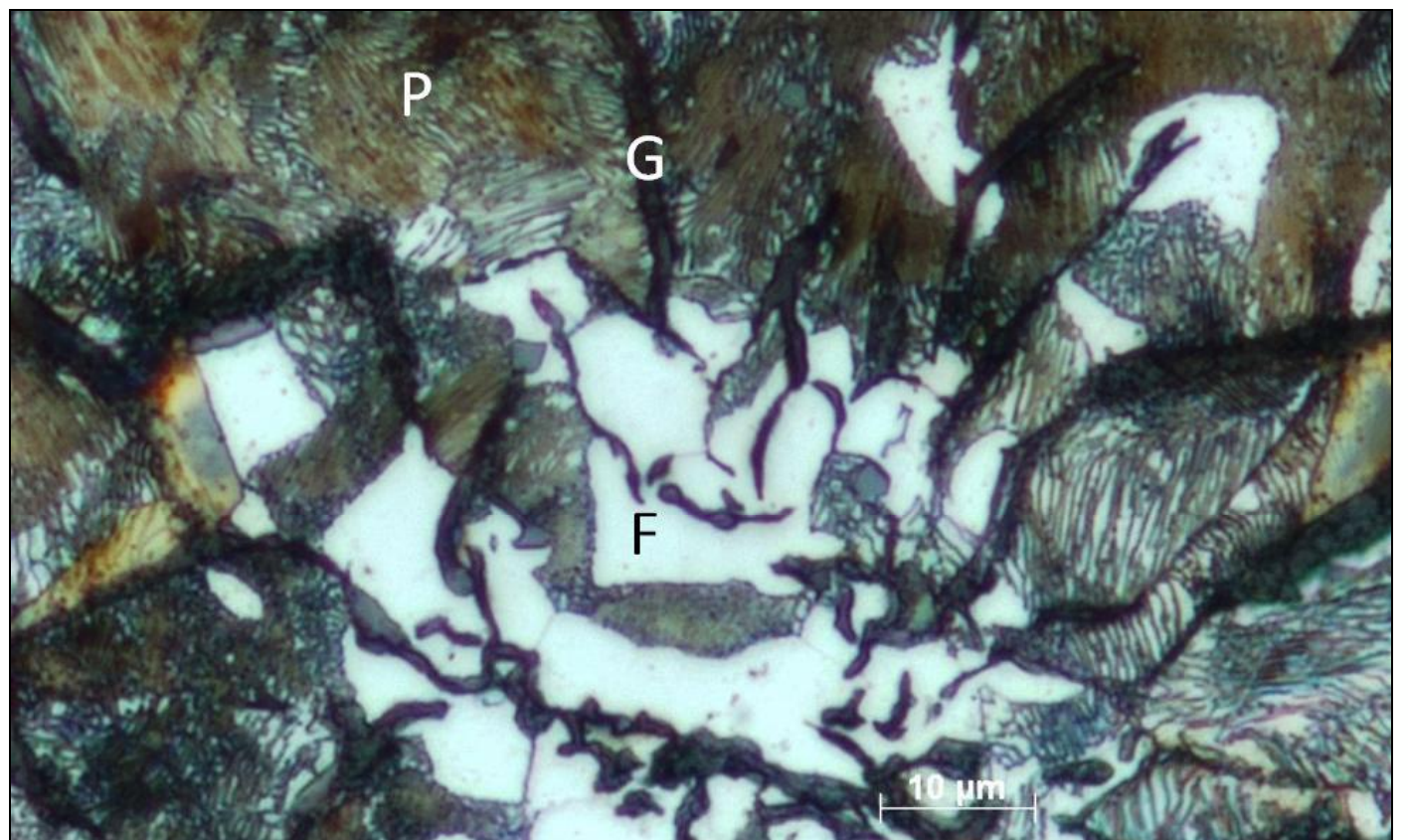


Kuva 11. Viemäriputkinäytteen A Düker mikrorakenteen valomikroskooppikuva. (G) grafiitti, (P) perliitti, (F) ferriitti, (RF) rautafosfidia ferriitissä. Syövytetty näyte.

Viemäriputken A (Düker) materiaali on suomugrafiittista valurautaa, jonka grafiittisuomut on standardin ISO 945-1:2008(E) mukaan muotoa II, jakauma E ja koko 4-5. Matriisiltaan valurauta on ferrittis-perliittinen, jossa on mukana myös rautafosfidia (Fe_3P) ferriitissä eutektisessä tasapainossa.



Kuva 12. Viemäriputkinäytteen B Saint-Gobain grafiittijakauma kiillotetussa hieessä.



Kuva 13. Viemäriputkinäytteen B Saint-Gobain mikrorakenteen valomikroskooppikuva. Syövytetty näyte.

Viemäriyhteen B (Saint-Gobain) materiaali on suomugrafiittista valurautaa, jonka standardin ISO 945-1:2008(E) mukaan on muoto II, jakauma E ja koko 4-5. Matriisiltaan valurauta on ferrittis-perliittinen.

Taulukko 4. Viemäriputkien perusaineiden kovuudet kovuus (HV5)

Näyte	#1	#2	#3	#4	#5	Keskiarvo
A (Düker)	278	240	226	223	234	240
B (Saint-Gobain)	179	183	179	188	176	181

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

Koostumukseltaan, grafiittisuomuiltaan ja mikrorakenteeltaan sekä kovuudeltaan Saint-Gobainin viemärihyhteen ja Düker viemäriputken valuraudat ovat tyypillistä suomugrafiittista valurautaa. Fosforia lisätään valurautaan lisäämään kulutuksen kestävyyttä.

Düker ja Saint-Gobain pinnoitteiden koostumukset

Suoritus ja tulokset

Pinnoitteita raaputettiin irti viemäriputkinäytteiden A, B, D ja G sisäpinnoilta. Homogenoitujen näytteiden alkuainekoostumukset määritettiin käyttäen Philips PW2404 röntgenspektrometriä ja puolikvantitatiivista SemiQ-ohjelmaa. Näytteistä määritettiin fluori (F) ja sitä raskaammat alkuaineet lukuun ottamatta jalokaasuja, yhteensä 79 alkuainetta. Menetelmän määrittämissä raja-arvoissa on luokkaa 0,01 %. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 5. Alkuainepitoisuudet on laskettu normalisoimalla 100 %:iin oksideina. Alkuaineet, joita ei ole lueteltu tulostaulukossa ovat pitoisuudeltaan alle määrittämissä raja-arvoissa.

Taulukko 5. Viemäriputki näytteiden A, B, D ja G sisäpinnan pinnoitteen koostumus(%).

Alkuaine	Näyte A Düker SML	Näyte B Saint-Gobain SMA	Näyte D Saint-Gobain SMA	Näyte G Düker SML
Natrium, Na	0,10	0,22	0,09	0,07
Magnesium, Mg	2,6	0,33	0,12	4,7
Alumiini, Al	1,2	0,66	7,8	1,3
Pii, Si	5,3	7,8	10	9,2
Fosfori, P	0,07	2,7	3,3	0,05
Rikki, S	5,7	3,6	0,43	1,9
Kloori, Cl	0,32	0,14	0,72	0,27
Kalium, K	0,08	0,75	0,24	0,13
Kalsium, Ca	0,78	1,5	0,25	0,26
Titaani, Ti	0,85	0,14	0,31	0,06
Kromi, Cr	0,05	0,09	0,12	0,08
Mangaani, Mn	0,09	0,50	0,20	0,18
Rauta, Fe	18	42	32	36
Nikkeli, Ni	-	0,12	-	0,09
Kupari, Cu	-	0,11	0,11	0,11
Sinkki, Zn	0,40	0,58	2,1	0,05
Rubidium, Rb	0,02	-	-	-
Strontium, Sr	0,19	0,02	-	0,08
Tina, Sn	-	0,14	1,9	-
Barium, Ba	34	-	0,39	10

"-" pitoisuus alle määrittämissä raja-arvoissa

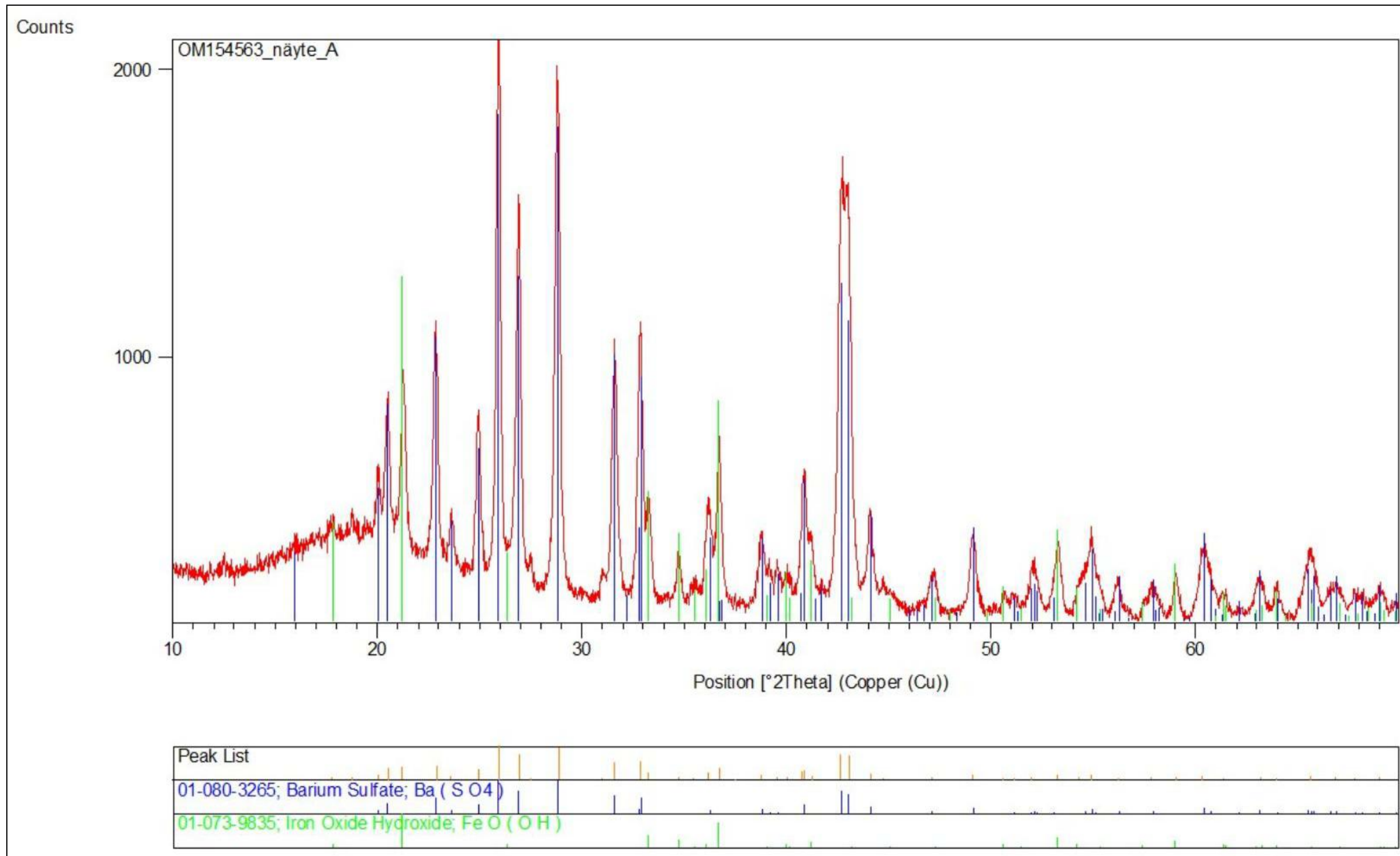
Pinnoitteiden kiteiset yhdisteet

Suoritus ja tulokset

Homogenoidut näytteet A, B, D ja G analysoitiin käyttäen Philips X'Pert MPD röntgendiffraktometriä ja pulverimenetelmää. Menetelmällä voidaan tunnistaa näytteen sisältämät kiteiset yhdisteet. Viemäriputkien A, B, D ja G sisäpintojen pinnoitteiden ja korroosiotuotteiden röntgendiffraktiogrammit on esitetty kuvissa 14 – 18.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



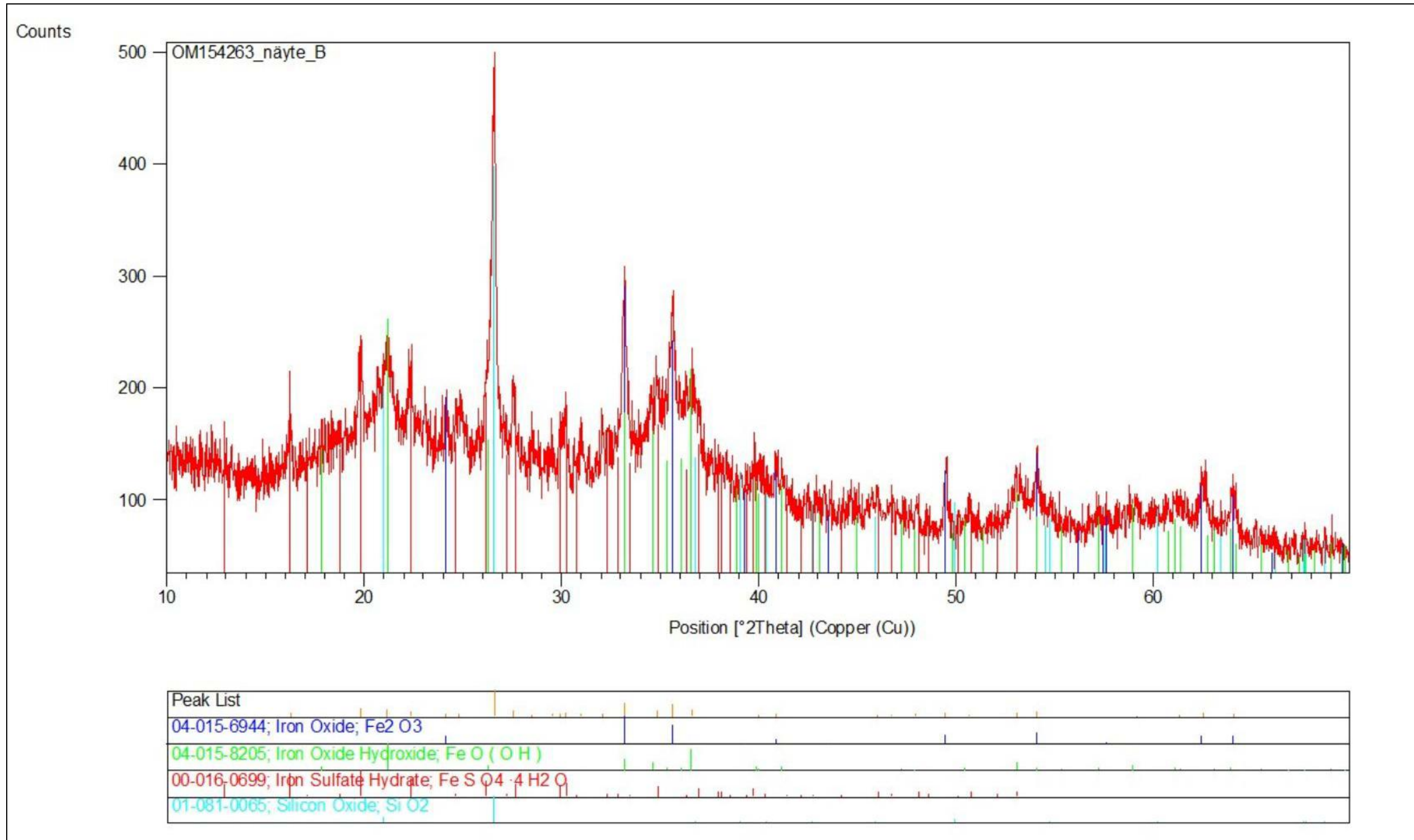
Kuva 14. Näytteen A Düker SML sisäpinnan pinnoitteen ja korroosiotuotteen röntgendiffraktiogrammi.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



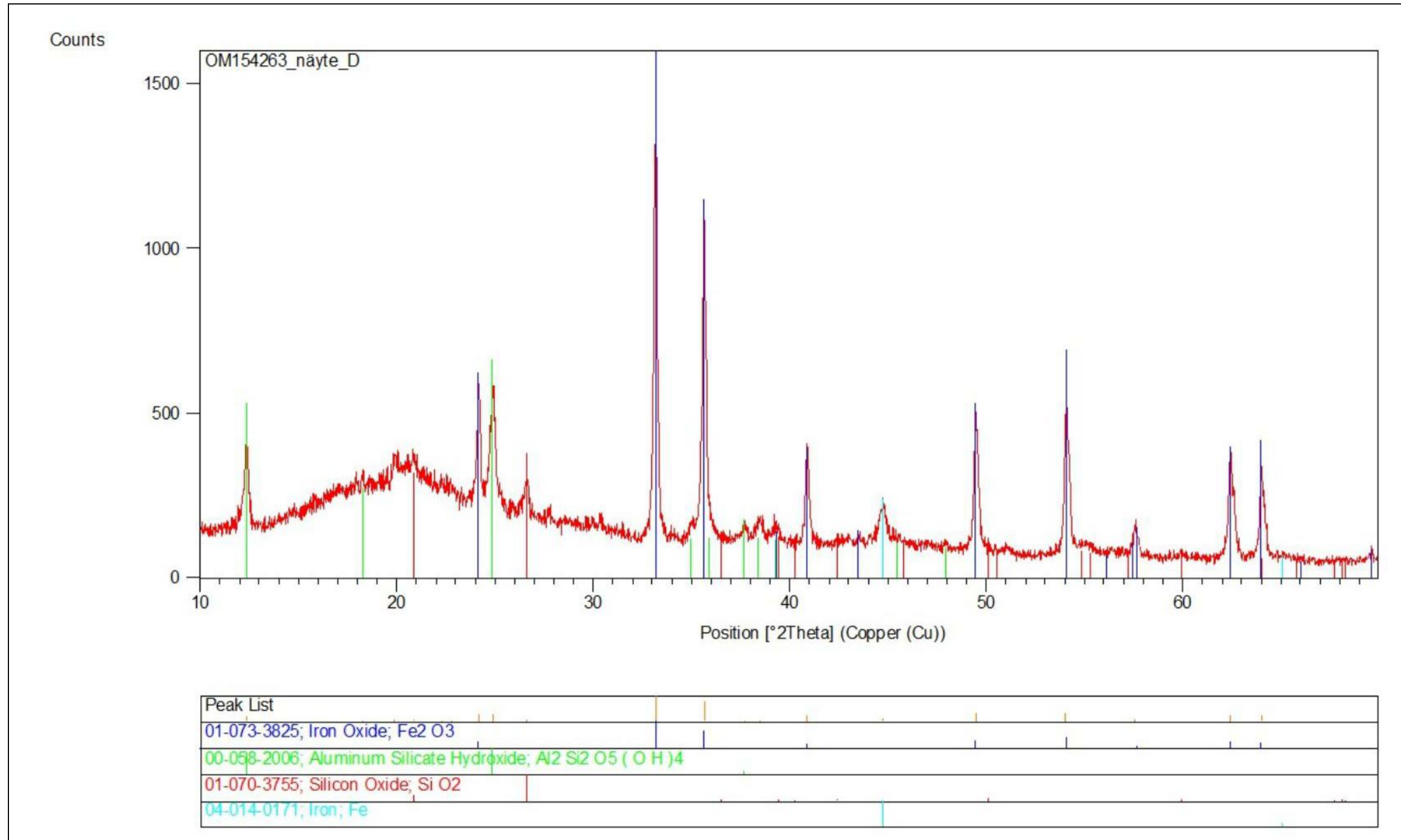
Kuva 15. Näytteen B Saint-Gobain SMA sisäpinnan pinnoitteen ja korroosiotuotteen röntgendiffraktiogrammi.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



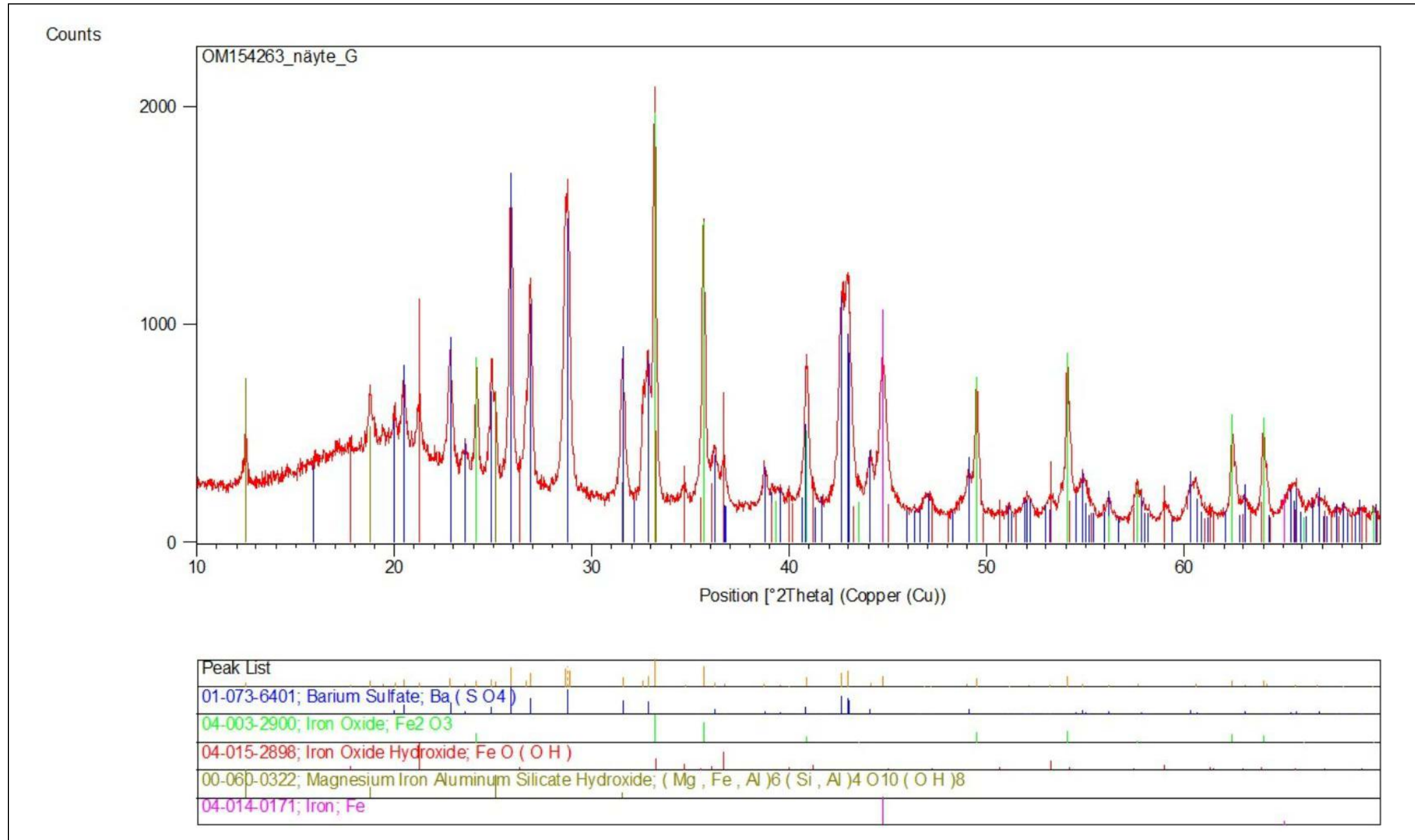
Kuva 16. Näytteen D (Saint-Gobain) SMA sisäpinnan pinnoitteen röntgendiffraktiogrammi.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 17. Näytteen G (Düker) SML sisäpinnan pinnoitteen röntgendiffraktiogrammi.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

Viemäri­näytteen A sisäpinnan pinnoitteesta havaittiin kiteisinä yhdisteinä ba­riumsulfaattia (BaSO_4) ja rautahydroksidia (FeOOH), kuva 14.

Viemäri­näytteen B sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin ki­teisinä yhdisteinä rautaoksidia (Fe_2O_3), rautahydroksidia (FeOOH), rautasul­faattihydraattia $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kvartsia SiO_2 , kuva 15.

Viemäri­näytteen D sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin ki­teisinä yhdisteinä rautaoksidia (Fe_2O_3), alumiinislikaattihydroksidia $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, kvartsia SiO_2 ja rautaa Fe, kuva 16.

Viemäri­näytteen G sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin ki­teisinä yhdisteinä bariumsulfaattia (BaSO_4), rautaoksidia (Fe_2O_3), rautahydrok­sidia (FeOOH) magnesiumrauta alumiinislikaattihydroksidia $(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ ja rautaa Fe, kuva 17.

Näytteistä A(Düker) ja G(Düker) havaittiin sisäpinnan epoksinpinnoitteessa ba­riumsulfaattia (BaSO_4), joka toimii valurautaa suojaavana korroosioinhibiittinä.

Pinnoitteiden rakenteen yksityiskohtien tarkastelu poikkileikkaushieessä

Suoritus ja tulokset

Viemäriputkinäytteiden A ja B pinnoitteen rakenteen yksityiskohtia tutkittiin valomikroskoopilla (OM) ja elektronimikroskoopilla (SEM) sekä analysoitiin siihen liitettyllä röntgenanalysaattorilla (EDS), jolla havaitaan hiili (C) ja sitä raskaammat alkuaineet. Kevyemmät alkuaineet, ja alkuaineet joiden pitoisuus on pieni (<0,5%) eivät välttämättä näy analyysissä. Rakenteiden kuvantamisessa käytettiin takaisinsirontaelektroneja (BE)



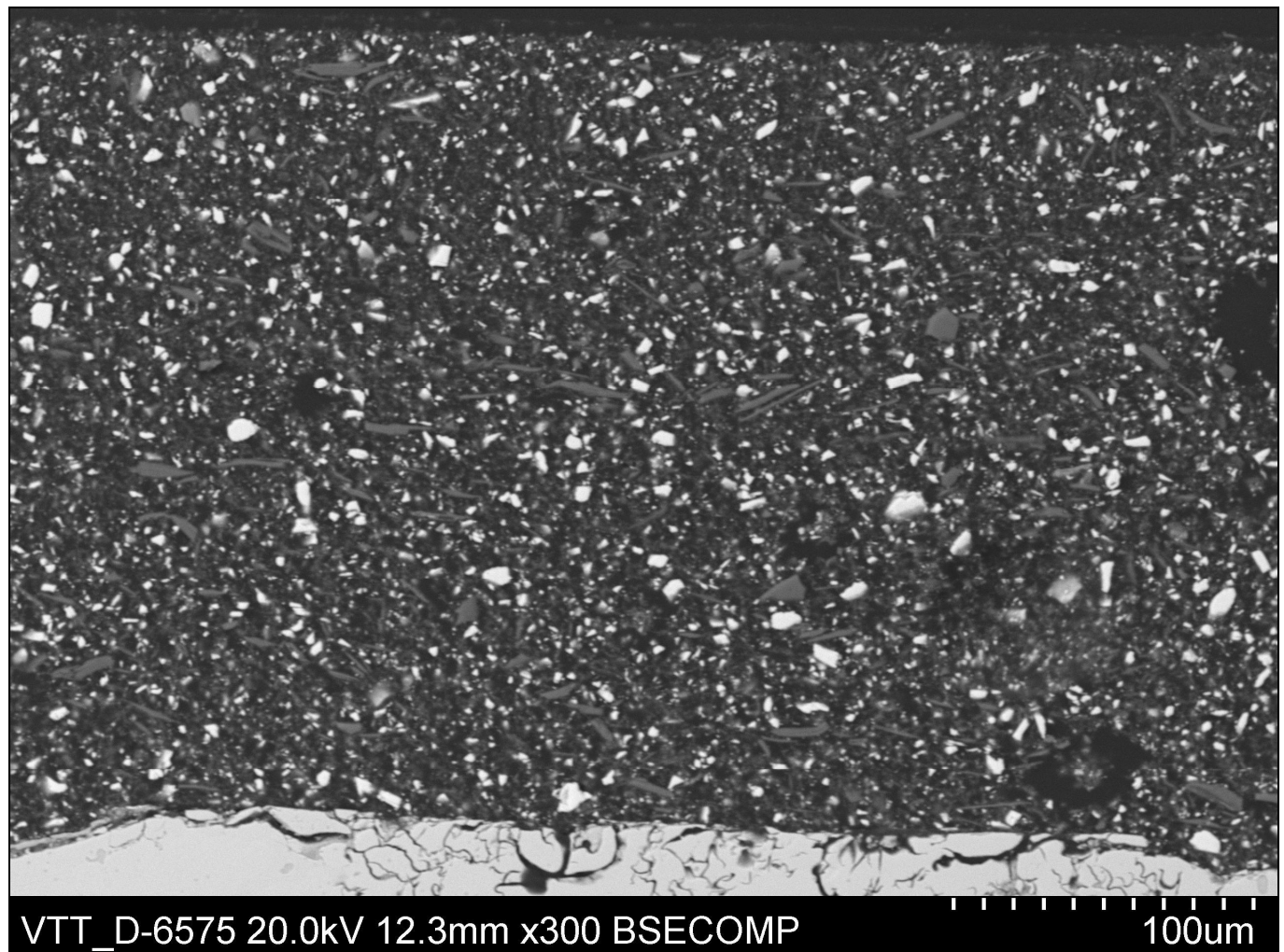
Kuva 18. Viemäriputki näytteen A (Dürker) pinnoitteen poikkileikkauksen va­lomikroskooppikuva.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 19. Viemäriputki näytteen B Saint-Gobain pinnoitteen poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

Viemäriputkien sisäpintojen pinnoitteiden poikkileikkauksien stereomikroskooppikuvat on esitetty kuvissa 18 ja 19. Näytteen A (Düker) pinnoitteen ja valuraudan välissä ei juuri ollut havaittavissa syöpymistä. Näytteen B (Saint-Gobain) pinnoitteen ja valuraudan välissä oli havaittavissa runsaasti kerroksellista korroosiosakan muodostumista.

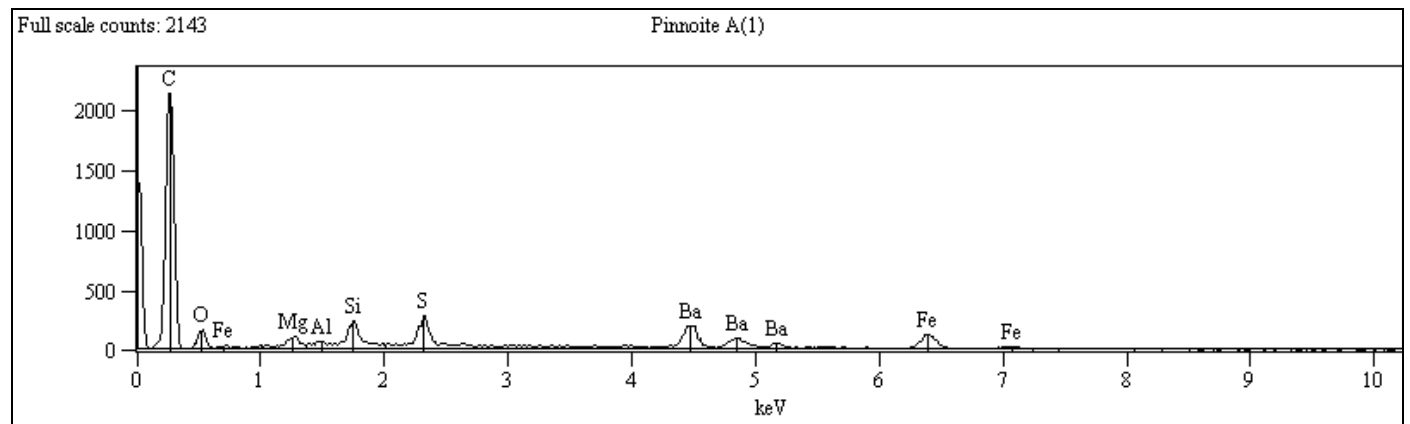


Kuva 20. Viemäriputkinäytteen A (Düker) pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

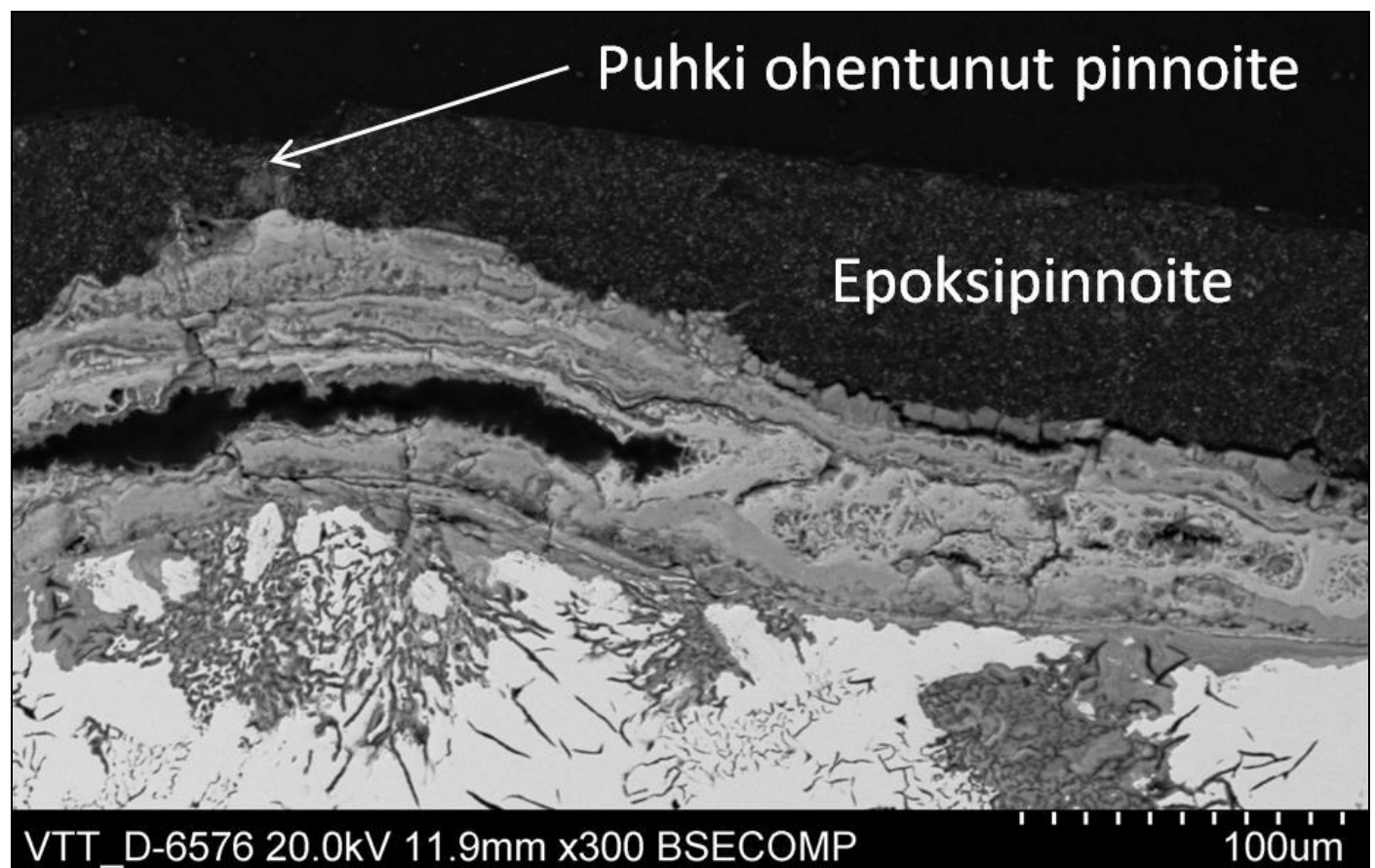
Viemäri­näytteen A sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva on esitetty kuvassa 20. Pinnoitteen röntgenspektri on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21. Viemäriputkinäytteen A (Düker) pinnoitteen röntgenspektri.

Viemäri­näytteen A (Düker) pinnoitteesta havaittiin hiilen (C) ohella bariumia (Ba), rikkiä (S), happea (O), piitä (Si), rautaa (Fe), magnesiumia (Mg) ja hie­man alumiinia (Al). Kuvassa 20 erottuvat kirkkaat partikkelit ovat bariumsulfaatti partikkeleita.

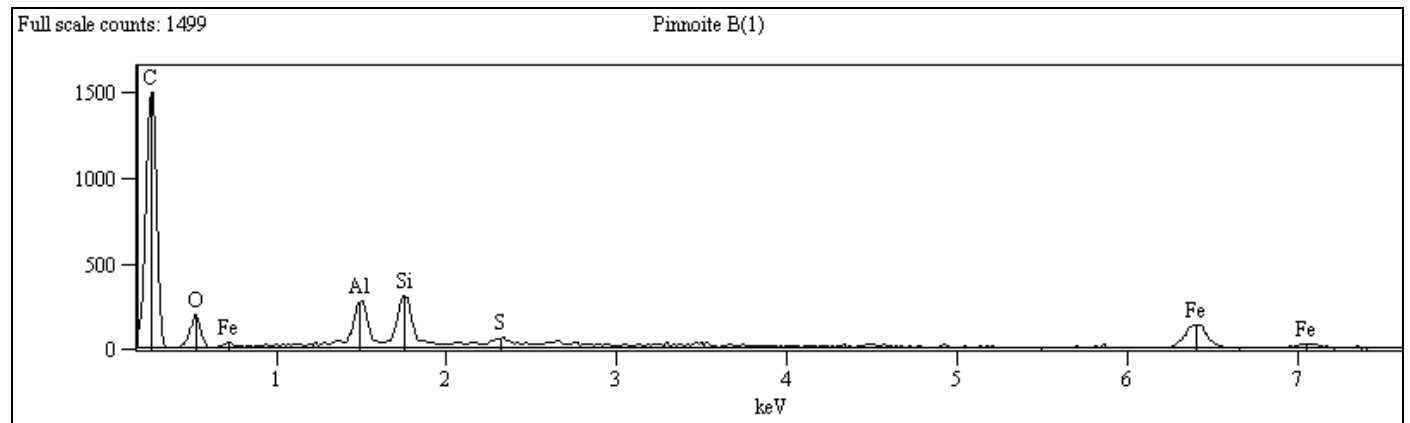
Viemäri­näytteessä A (Düker) on sisäpinnan epoksinnoitteessa käytetty kauttaaltaan bariumsulfaattia korroosioinhibiittinä.



Kuva 22. Viemäriputkinäytteen B (Saint-Gobain) pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva

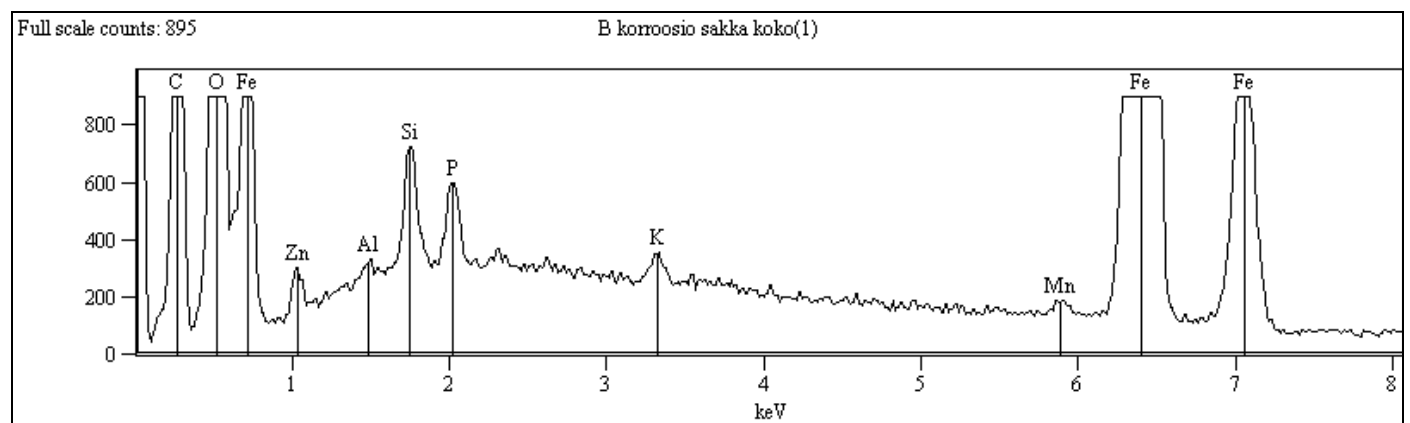
Viemäri­näytteen B (Saint-Gobain) sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva on esitetty kuvassa 22. Epoksinnoite on ohentunut vaurioalueella ja siinä on havaittavissa puhki asti ohentuneita kohtia. Pinnoitteen ja valuraudan välissä oli havaittavissa runsaasti kerroksellista korroosiosakan muodostumista. Pinnoitteen röntgenspektri on esitetty 23.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 23. Viemärinäytteen B pinnoitteen röntgenspektri.

Viemärinäytteen B (Saint-Gobain) pinnoitteesta havaittiin hiilen ohella piitä, alumiinia rautaa ja happea. Kerroksellisen korroosiosakan röntgenspektri on esitetty kuvassa 24.

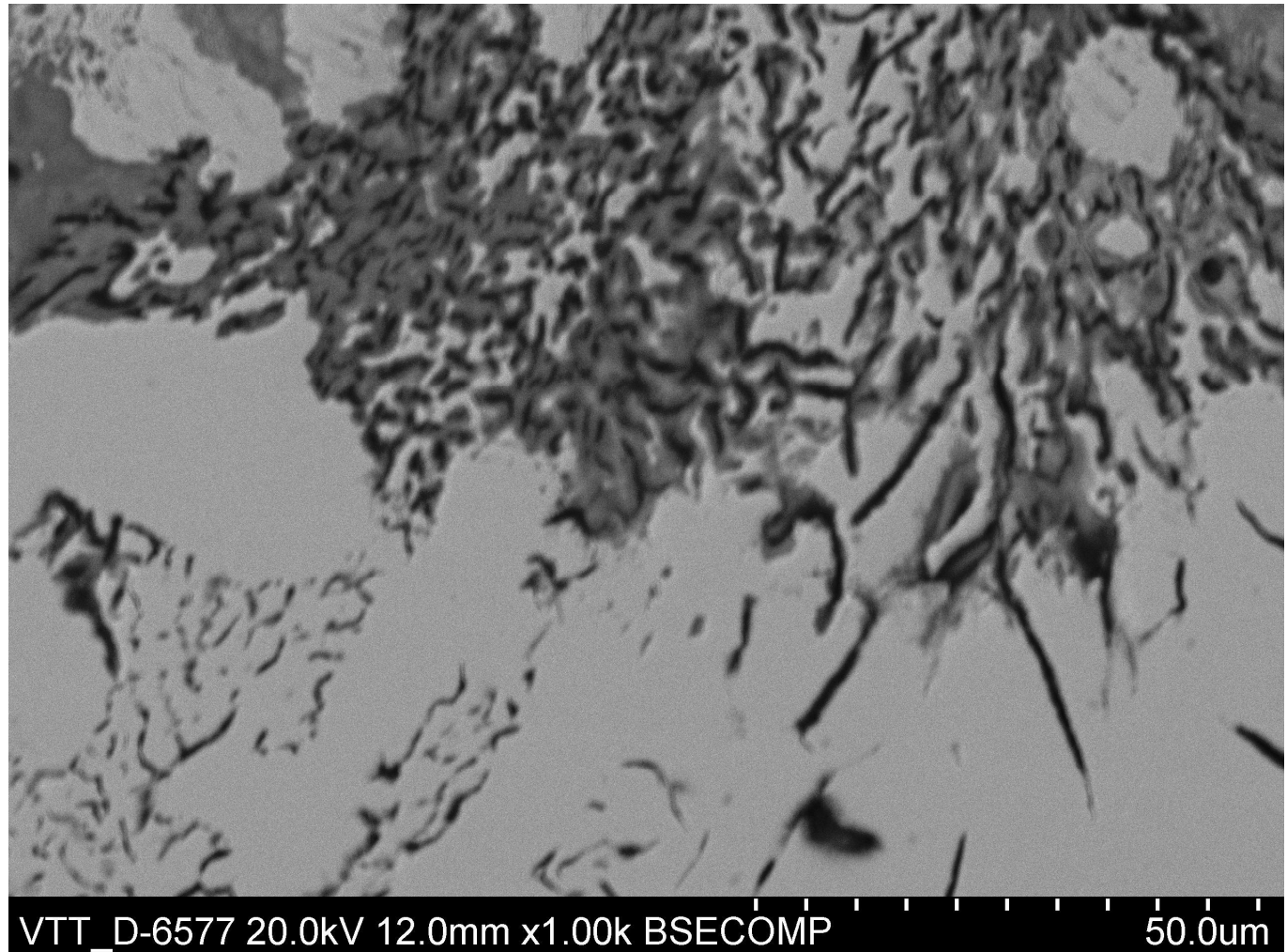


Kuva 24. Viemärinäytteen B kerroksellisen korroosiosakan röntgenspektri.

Viemärinäytteen B kerroksellisesta korroosiosakasta havaittiin raudan (Fe), hapen, hiilen, piin ohella sinkkiä (Zn) fosforia (P), kaliumia (K) sekä hieman alumiinia ja mangaania (Mn).

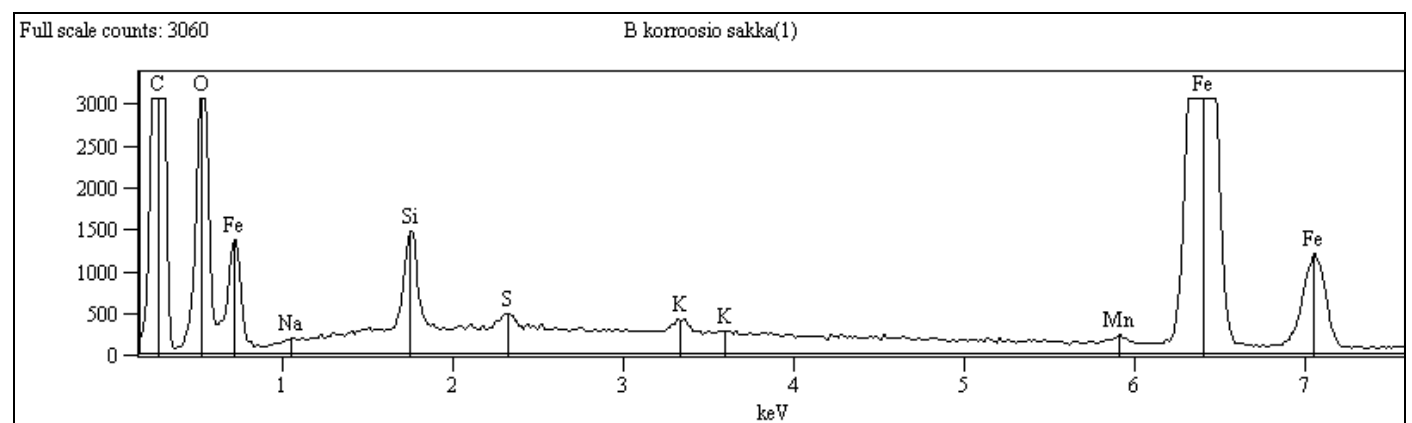
Viemärinäytteen B syöpmän kärjen BE-kuva on esitetty kuvassa 25. Syöpmän kärjen röntgenspektri on esitetty kuvassa 26.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 25. Viemärinäytteen B syöpmän kärjen BE-kuva.

Viemärinäytteen B (Saint-Gobain) syöpmän kärjen röntgenspektri on esitetty kuvassa 26.



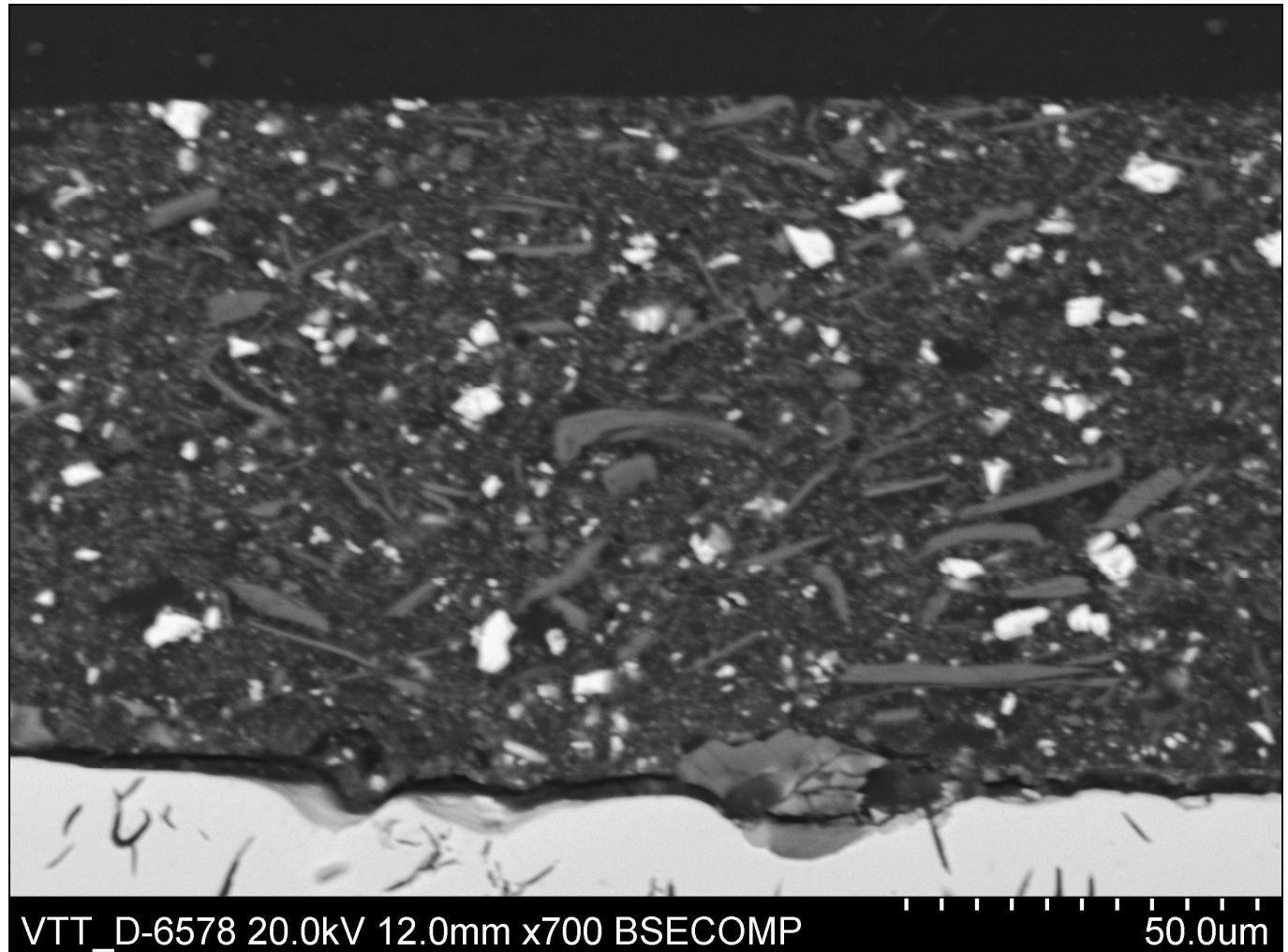
Kuva 26. Viemärinäytteen B syöpmän kärjen röntgenspektri.

Viemärinäytteen B syöpmän kärjestä havaittiin raudan, hiilen, hapen ja piin ohella rikkiä, kaliumia (K) ja hieman mangaania.

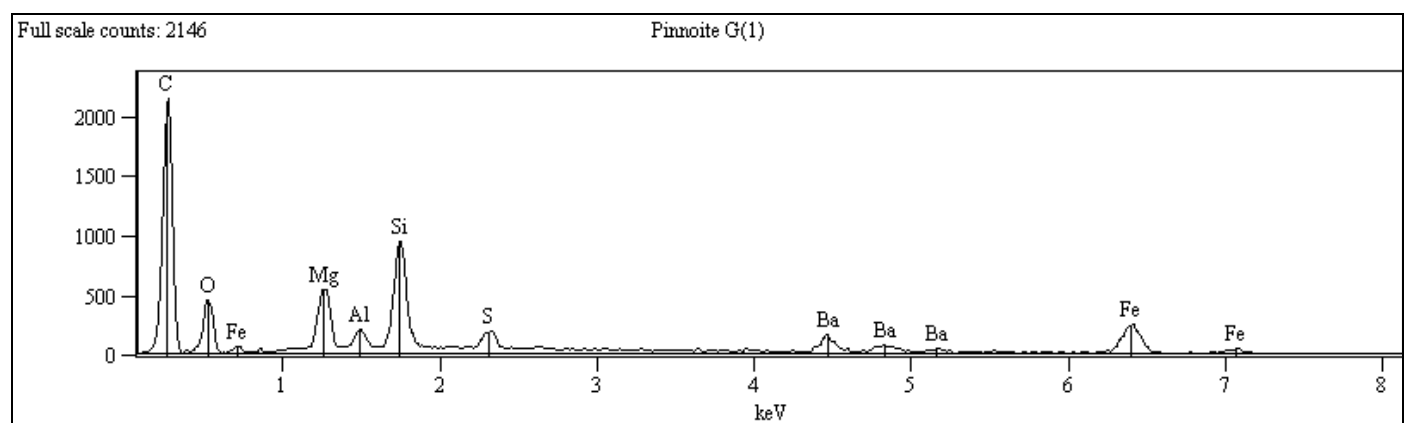
Tulokset viittaavat viemärinäytteessä B käytetyn korroosiosuojan epoksinnoituksen alla sinkkifosfointia, jonka kanssa on nähtävissä kerroksellista korroosiotuotteen kertymää.

Viemärinäytteen G (Düker) sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva on esitetty kuvassa 27. Viemärinäytteen G pinnoitteen röntgenspektri on esitetty kuvassa 28.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 27. Viemäriputkinäytteen G (Düker) pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva.

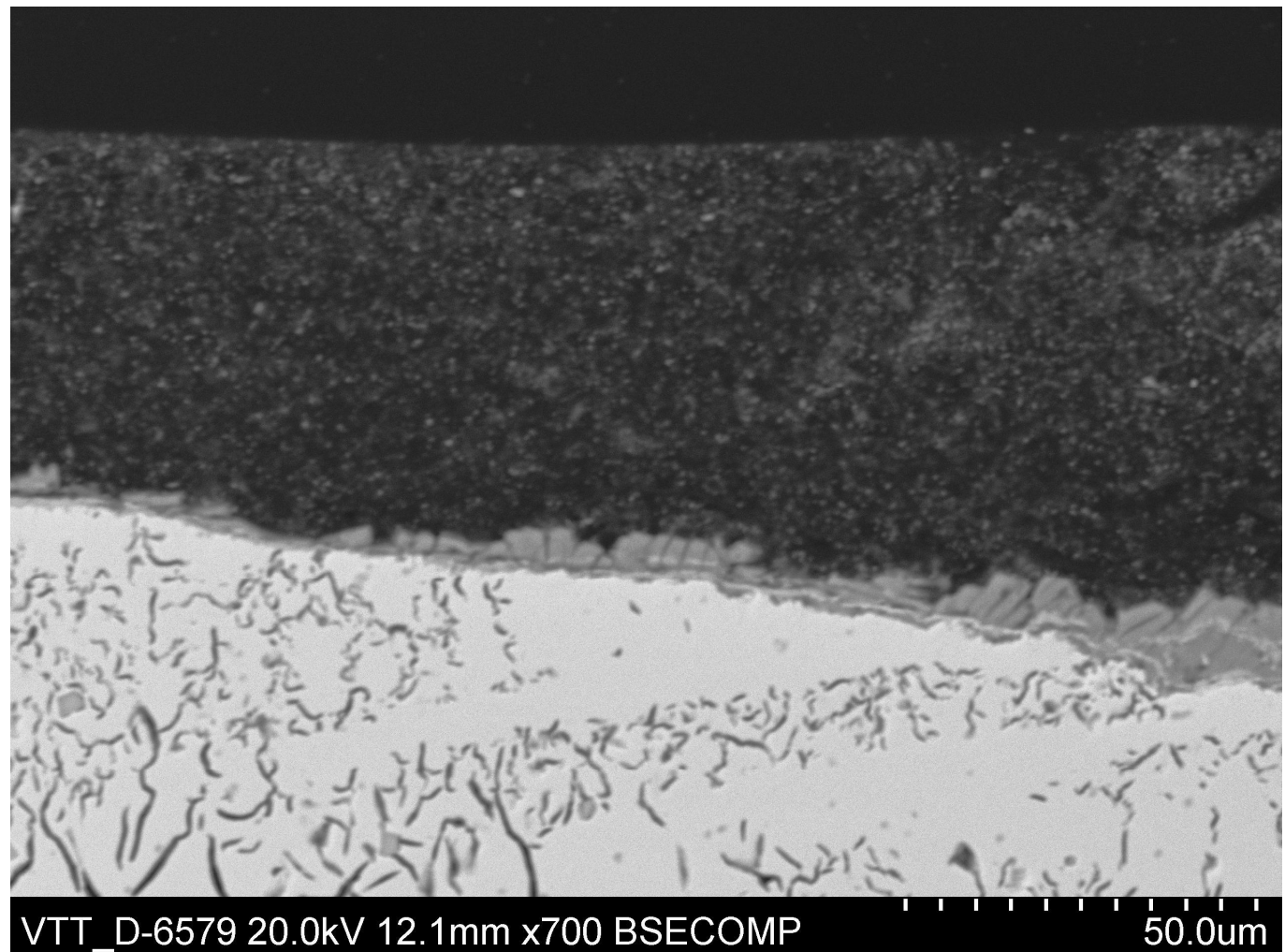


Kuva 28. Viemäriputkinäytteen G (Düker) pinnoitteen röntgenspektri.

Viemäriputkinäytteen G (Düker) pinnoitteesta havaittiin hiilen (C) ohella bariumia (Ba), rikkiä (S), happea (O), piitä (Si), rautaa (Fe), magnesiumia (Mg) ja alumiinia (Al). Kuvassa 27 erottuvat kirkkaat partikkelit ovat bariumsulfaattipartikkeleita. Isommat harmaat liuskamaiset partikkelit ovat talkkia.

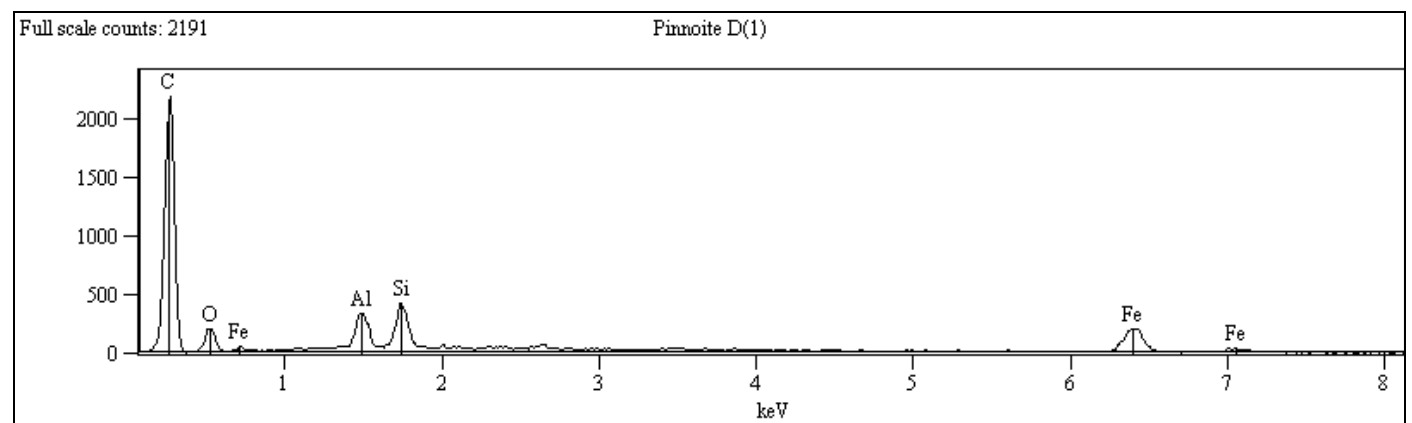
Viemäriputkinäytteen D (Saint-Gobain) sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva on esitetty kuvassa 29. Viemäriputkinäytteen D pinnoitteen röntgenspektri on esitetty kuvassa 30. Pinnoitteen alta havaitun välikerroksen röntgenspektri on esitetty kuvassa 31.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

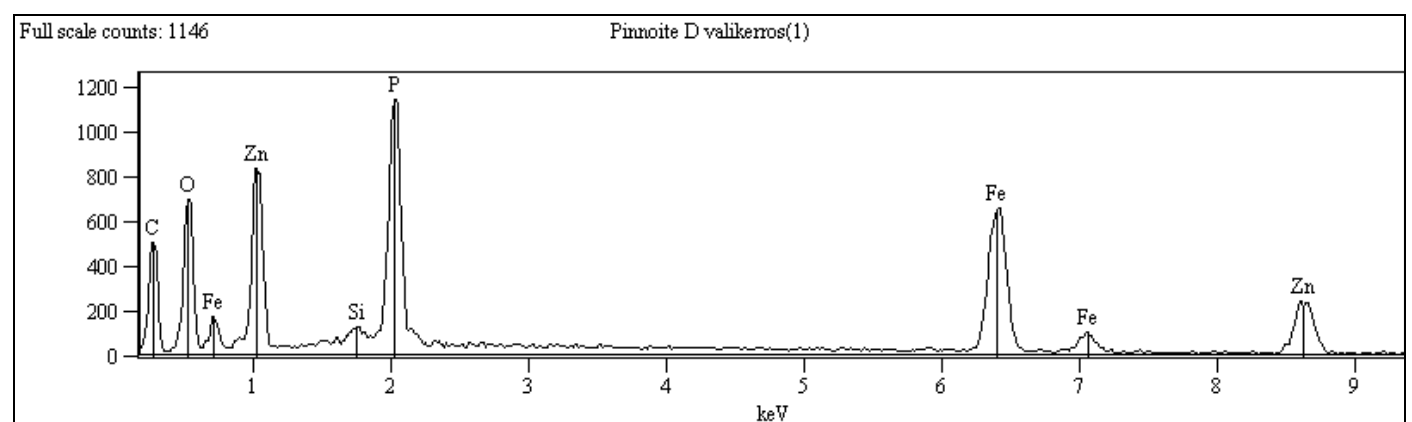


VTT_D-6579 20.0kV 12.1mm x700 BSECOMP 50.0um
 Kuva 29. Viemärinäytteen D (Saint-Gobaín) pinnoitteen poikkileikkauksen BE-kuva.

Viemärinäytteen D pinnoitteesta havaittiin hiilen ja hapen ohella piitä, alumiinia ja rautaa. Pinnoitteen alta havaitusta välikerroksesta havaittiin hiilen ja hapen ohella sinkkiä, fosforia, rautaa ja hieman piitä.



Kuva 30. Viemärinäytteen D pinnoitteen röntgenspektri.



Kuva 31. Viemärinäytteen D pinnoitteen välikerroksen röntgenspektri.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.

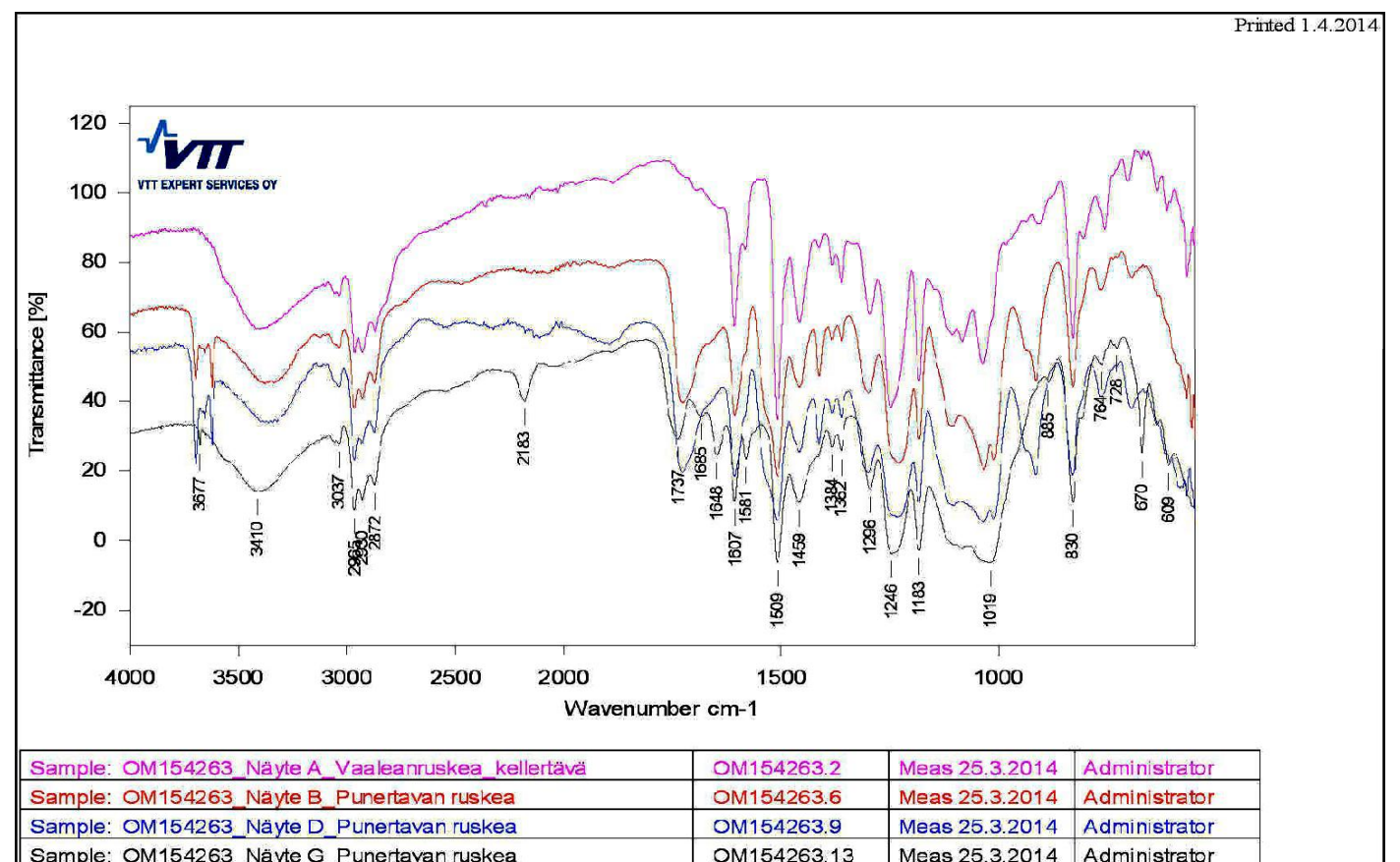
Düker tyyppisissä viemäriputkissa ja yhteissä korroosiosuojaus perustuu epoksinnoitteeseen (kuva 27) ja siihen kauttaaltaan seostettuun bariumsulfaatin korroosiota inhiboivaan vaikutukseen. Pinnoitteen havaittiin olevan poikkileikkaukseltaan asiallisen tiivis ja se oli hyvin kiinnittynään valurautaan. Pieni rako pinnoitteen ja valuraudan välissä johtunee poikkileikkauhien valmistuksessa syntyneestä vetelystä.

Saint-Gobain tyyppisissä viemäriputkissa ja yhtyeissä korroosiosuojaus perustuu epoksinnoitteeseen ja sen alla sijaitsevaan sinkki/rautafosfointi välikerrokseen. Kyseinen välikerros todennäköisesti parantaa myös eepoksin kiinnipysyvyyttä. Pinnoitteen havaittiin olevan poikkileikkaukseltaan asiallisen tiivis ja se oli hyvin kiinnittynään sinkki/rautafosfointiin.

Pinnoitteiden orgaaniset yhdisteryhmät.

Suoritus

Näytteistä A, B, D ja G ajettiin FTIR-spektrejä Bruker Equinox 55 –spektrometrillä käyttäen IR-mikroskooppia. Näytteiden spektrit on esitetty kuvassa 33.



Kuva 32. Näytteiden kokonaisspektrit

Kaikki tutkitut näytteet ovat epoksia. Näytteet poikkeavat toisistaan epäorgaanisen koostumuksen osalta. Näytteet B ja D sisältävät kaoliinia. Näyte G sisältää talkkia. Lisäksi näytteiden A ja G spektreissä on juovia, jotka viittaavat bariumsulfaatin läsnäoloon.

Pinnoitteiden lasittumispisteet

Suoritus

Näytteet mitattiin kahdella kuumennuksella. Ensimmäinen lämmitys 0 -> 200 °C (10 °C/min). Toinen lämmitys 0 -> 400 °C (10 °C/min). Ensimmäisen läm-

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

mityksen aikana tehdään näytteen lämpötilahistorian nollaus ja toisessa varsinainen mittaus.

Tulokset

Viemäri näytteiden A, B, D ja G sisäpintojen pinnoitteiden DSC-grammit on esitetty kuvissa 33 ja 34.

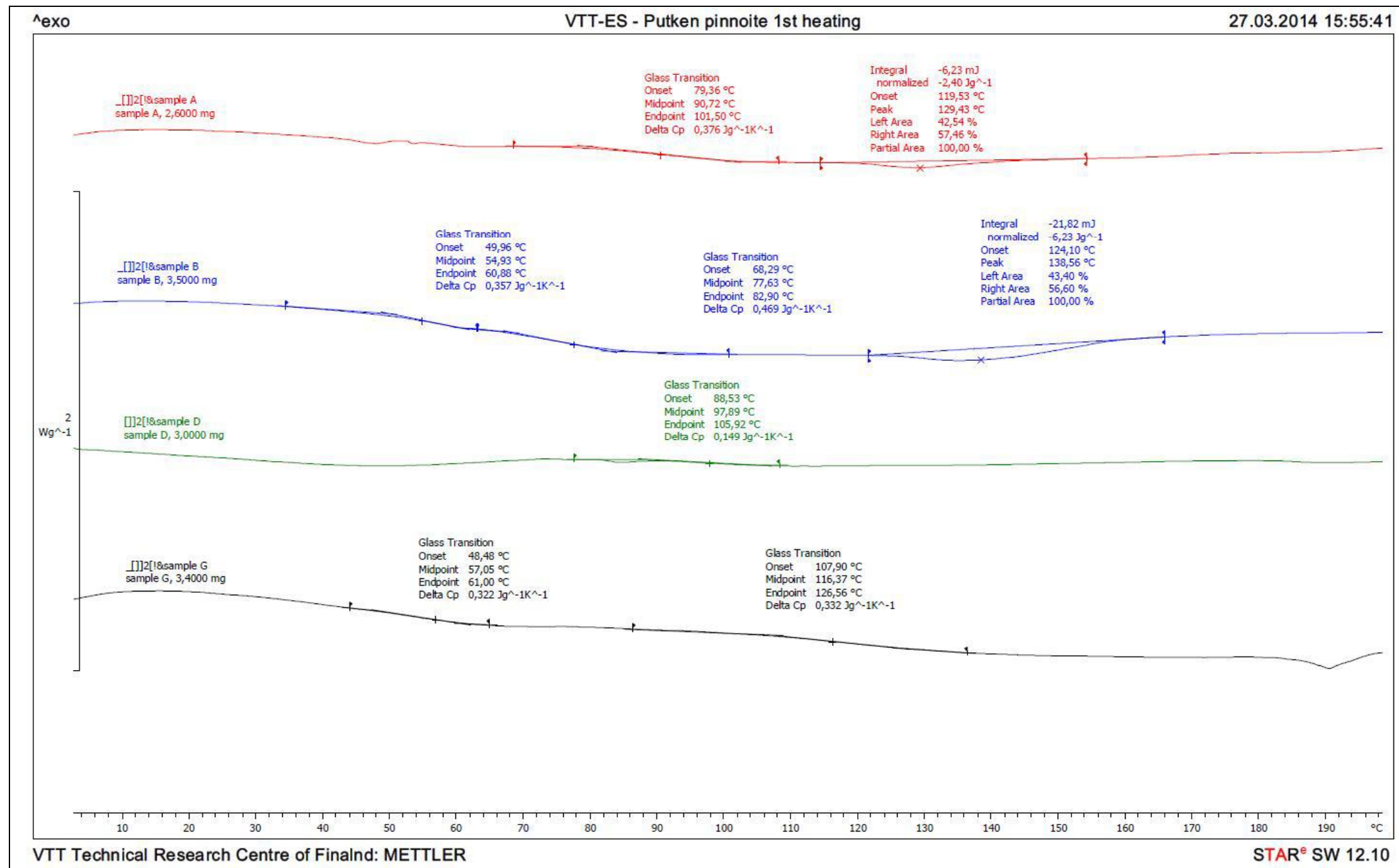
Alimmillaan ensimmäisessä lämmityksessä lasisiirtymälämpötila on näytteillä B(Saint-Gobain) 55°C ja G(Düker) 57°C.

Toisessa lämmityksessä näytteelle G näyttäisi olevan kaksi lasisiirtymää (75 ja 110 °C) kun muilla näytteillä on vain yksi selkeä lasisiirtymä. Tämä voi esimerkiksi indikoida näytteen komponenttien huonoa sekoittumista tai sekoittuvuutta toisiinsa. Myös ajan myötä voi tapahtua komponenttien erottumista.

Kaikilla näytteillä havaitaan pieni eksotermi 130-200 °C välillä. Entalpia arvoista näkee, että tapahtuma on suhteellisen pieni. Piikkilämpötilat 167, 182, 174 ja 173 °C (A, B, D ja G). Nämä muutokset ovat kuitenkin käyttölämpötiloihin nähden hyvin korkealla tapahtuvia muutoksia.

Käytännössä viemärissä virtaavan veden lämpötilat eivät nouse niin korkeiksi, että viemäriputkien pinnoitteissa tapahtuisi merkittäviä rakenteellisia muutoksia. Lämpötilat saattavat riittää epoksin pehmeämiseen, jolloin niiden kulutuskestävyys heikkenee.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



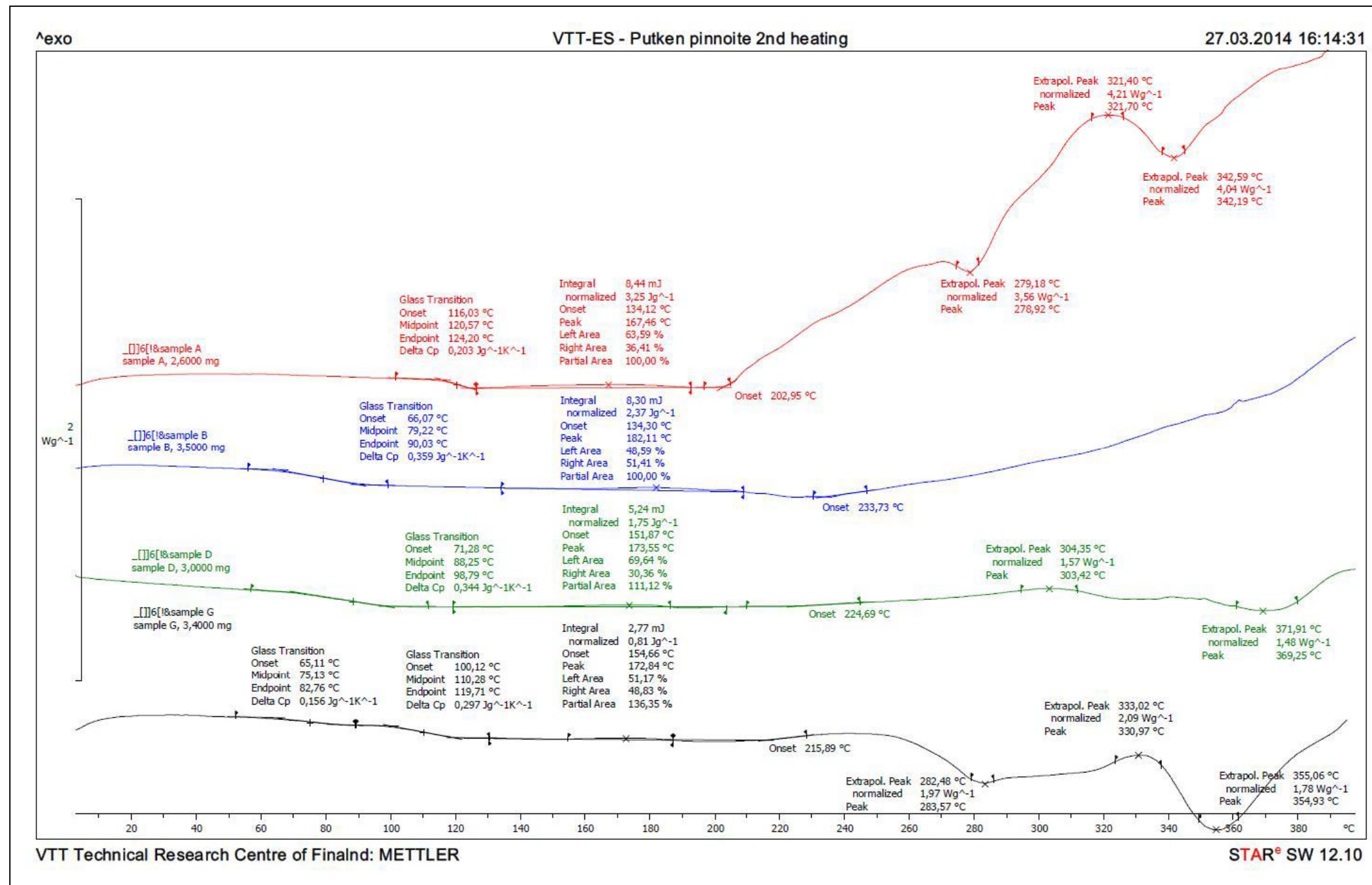
Kuva 33. Viemäriputkien A, B, D ja G sisäpinnan pinnoitteen ensimmäisen kuumennuksen DSC-grammit.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tämä tutkimusselostus, johon on tehty asiakkaan pyytämät täsmennykset taustatietoihin, korvaa aiemman selostuksen VTT-S-01318-14.



Kuva 34. Viemäriputkien A, B, D ja G sisäpinnan pinnoitteen toisen kuumennuksen DSC-grammit.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Tulosten tarkastelu

Rakennuksessa on tehty peruskorjaus vuonna 2003, jolloin kaikki rakennuksen viemärit on uusittu. Rakennuksessa on havaittu puhkisyöpyneitä viemäreitä. Viemärit ovat pääsääntöisesti Dükerin SML-sarjaa. Saint-Gobainin SMA-sarjan putkea on myös käytetty paikoitellen. Viemäriin sisäpuolisten kuvausten perusteella erilaisella käytöllä olevat linjat ovat keskenään erilaisessa kunnossa. WC/kph-linjat vaikuttivat varsin hyväkuntoisilta verrattuna astianpesukoneiden vesiä viemäroiviin linjoihin.

Viemäriinjoissa astianpesukoneiden poistovesi on todennäköisesti kuumempaa kuin WC/kph viemäriinjojen vesi.

Syöpyneen yhteen B (Saint-Gobain) ylä- ja alaosan sisäpinnat olivat kauttaaltaan yleisen syöpymän vaurioittamat. Viemäriputkien A (Düker) ja C (Düker) alaosissa sakkaumaa/syöpymää oli havaittavissa enemmän kuin putken yläosissa.

Valuraudat viemäriyhteessä B (Saint-Gobain) ja viemäriputkessa (Düker) olivat koostumukseltaan, grafiittisuomuiltaan ja mikrorakenteeltaan sekä kovuukseltaan tyypillisiä suomugrafiittisia valurautoja.

Viemäriinäytteen A (Düker) sisäpinnan pinnoitteesta havaittiin kiteisinä yhdisteinä bariumsulfaattia (BaSO_4) ja rautahydroksidia (FeOOH).

Viemäriinäytteen B (Saint-Gobain) sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin kiteisinä yhdisteinä rautaoksidia (Fe_2O_3), rautahydroksidia (FeOOH), rautasulfaattihydraattia $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kvartssia SiO_2 .

Viemäriinäytteen D (Saint-Gobain) sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin kiteisinä yhdisteinä rautaoksidia (Fe_2O_3), alumiinislikaattihydroksidia $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, kvartssia SiO_2 ja rautaa Fe.

Viemäriinäytteen G (Düker) sisäpinnan pinnoitteesta ja korroosiotuotteesta havaittiin kiteisinä yhdisteinä bariumsulfaattia (BaSO_4), rautaoksidia (Fe_2O_3), rautahydroksidia (FeOOH) magnesiumrautaalumiinislikaattihydroksidia $(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ ja rautaa Fe.

Näytteistä A(Düker) ja G(Düker) havaittiin sisäpinnan epoksinpinnoitteessa bariumsulfaattia (BaSO_4), joka toimii epoksinpinnoitteen kulutuskestävyyttä lisäävänä lisäaineena. Sillä on myös korroosiota inhiboivaa vaikutusta./1/ Lisäksi näyte G (Düker) sisältää talkkia.

Näytteistä B (Saint-Gobain) ja D (Saint-Gobain) havaittiin epoksinpinnoitteessa alumiinislikaattia epoksinpinnoitteen kulutuskestävyyttä lisäävänä lisäaineena.

Düker tyyppisissä viemäriputkissa ja yhteissä korroosiosuojaus perustuu epoksinpinnoitteeseen ja siihen kauttaaltaan seostettuun bariumsulfaatin korroosiota inhiboivaan vaikutukseen. Bariumsulfaattipartikkeleilla on myös kulutuskestävyyttä lisäävä vaikutus.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Saint-Gobain tyyppisissä viemäriputkissa ja yhteissä korroosiosuojaus perustuu epoksinpinnoitteeseen ja sen alla sijaitsevaan sinkki/rauta fosfointivälikerrokseen. Kyseinen välikerros todennäköisesti parantaa myös epoksin kiinipysyvyyttä. Epoksikerroksessa on lisäksi kvartsihiukkasia lisäämässä kulutuskestävyyttä.

Alimmillaan ensimmäisessä lämmityksessä lasisiirtymä lämpötila on näytteillä B(Saint-Gobain) 55°C ja G(Düker) 57°C. Alin lasisiirtymä lämpötila on lämpötila, jossa epoksi alkaa pehmetä.

Viemäri-vesien lämpötilat Auroran sairaalan viemäriverkostoissa saattavat riittää epoksin pehmeämiseen, jolloin niiden kulutuskestävyys heikkenee. Epoksinpinnoitteiden havaittiin ohentuneen käytössä niin, että vaurioyhteessä oli havaittavissa ohentumista puhki asti. Eri pinnoitteet ohentuvat näkemyksemme mukaan erilaisilla nopeuksilla.

Kirjallisuuden mukaan kohonnut lämpötila voi nopeuttaa veden absorboitumista ja aiheuttaa pinnoitteen irtoamista, jos pinta kontaminaatioita on läsnä. Putkistoille joiden lämpötila on 65°C ja 85°C suositellaan paksumpia jopa 800 µm epoksinpinnoitteita./2/

Johtopäätökset

Suoritettujen tutkimusten ja saatujen asiatiertojen perusteella voidaan todeta, että vallinneissa käyttöolosuhteissa epoksinpinnoitteet ovat pehmenneet ainakin osittain ja niiden kulumisen vaikutuksesta pinnoitteet ovat ohentuneet. Ohentuminen on puolestaan jatkunut aina pinnoitteen paikalliseen puhkeamiseen asti. Viemäri-veden päästyä kosketuksiin valuraudan kanssa alkaa se syöpyä johtaen lopulta koko viemäriputken puhkeamiseen.

ESPOO, 24.4.2014



Tapio Klasila

Tuotepäällikkö



Tom E. Gustafsson

Erityisasiantuntija

VIITTEET

/1/ U.S. Patent 2,824,059 Corrosion inhibitor composition and method of preventing corrosion. 1958.

/2/ Uhlig's corrosion handbook, third edition (2011). Edited by R. Winston Revie, p.992.

JAKELU

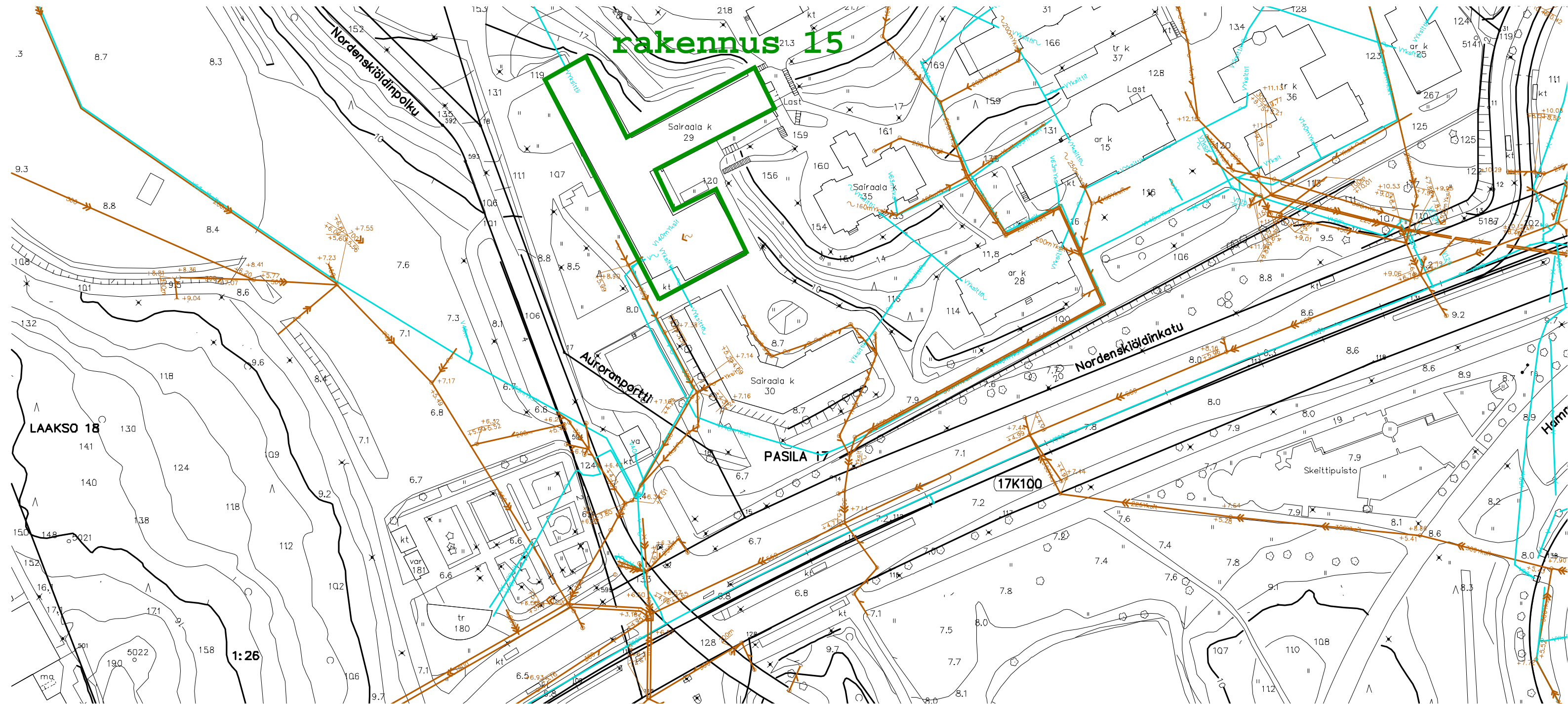
Tilaaaja
Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

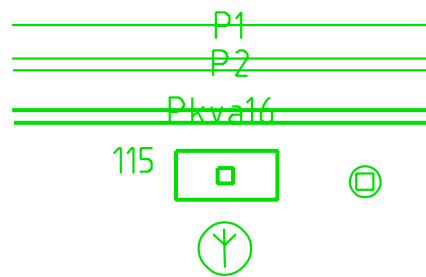
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



HELSINGIN KAUPUNGIN VIEMÄRI- JA VESIJOHTOKARTTA
Auroran sairaalan rakennus 15:ta liittymät

Puhelin/Tietoliikenne



Käyttötarkoitus

T Tv ok

Omistaja

P, Tele, TEur, Telia

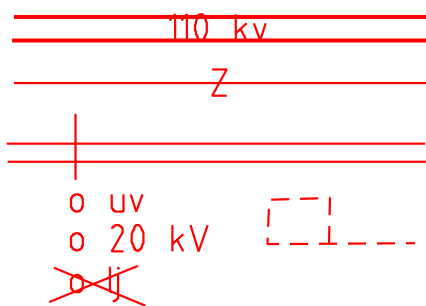
Kaapeli, 1 kouru/suojaputki
Kaapelimatto, 2 kourua/suojaputkea
Kanava, 16 putkea
Kaivo, vetokaivo

Merkkiantenni

Muu viestintä, Televisio, Valokuitu

Elisa, TeliaSonera, TDC, Telia....

Sähkö



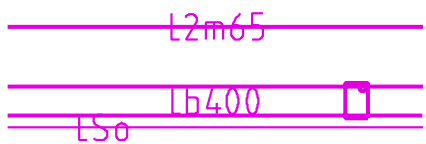
Sähkökaapeli 110 kilovolttia

Sähkökaapeli

Kaapelimatto, kaapeleiden keskinäinen järjestys, jänniteluku ja käytöstä poistettu kaapeli.

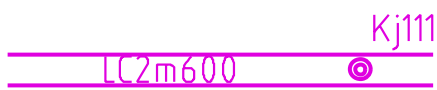
Liikenteenohjaus tunnistin

Kaukolämpö



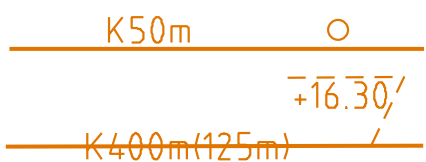
Kaukolämpöjohto, 2 putkea, ulkokuorimateriaali, nimelliskoko, salaoja ja kaivo.

Kaukojäähdytys



Kaukojäähdytysjohto, 2 putkea, ulkokuorimateriaali, koko, kaivo

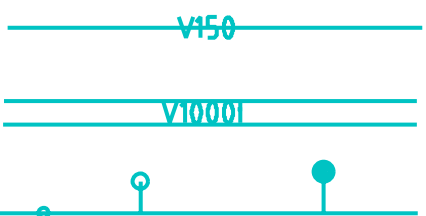
Kaasu



Kaasujohto, koko, materiaali ja sulkuventtiili. jos materiaali on valurautaa tai tuntematon sitä ei merkitä kartalle.

Sujuttamalla saneerattu, lakikorkeus

Vesi

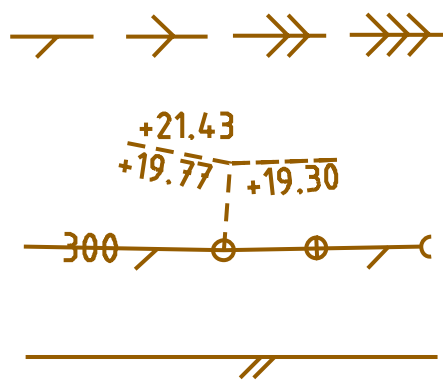


Vesijohto, koko, materiaali

m(muovi), a(asbesti), c(kupari), t(teräs), jos materiaali on valurautaa tai tuntematon, sitä ei merkitä kartalle.

Sulku, vesiposti ja paloposti (maanpäällinen)

Viemäri

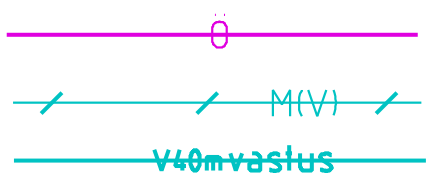


Sade-, Jäte-, Seka- ja Painevesiviemäri jos materiaali on betonia tai tuntematon sitä ei merkitä kartalle.

Sadevesiviemäri, koko, tarkastuskaivo, siiviläkaivo, kannenkorkeus, juoksukorkeudet, virtaussuunta, imu-/purkuaukko

Ylivuotoputki

Muut johdot ja kohteet

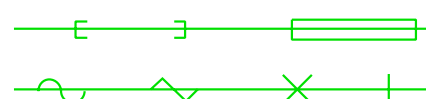


Öljyjohto

Anodi- tai katodisuojauskaapeli.

Sähkösaatto Huom! johdot pinnassa

Johtolajeja koskevat yleismerkit:



Suojaputki ja suojaputkialue.

Sijainti epävarma tai peilattu, hylätty maahan, rakenne muuttuu.



Lämpöpumppuporakaivo, poraussuunta katkoviivalla
Pohjavesilark.piste, automaallinen pohjavesilark.piste
Huokospaine-, Painuma-, Sivusiirtymämittauspiste



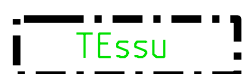
Tunneli, jossa vesijohto.



Jätevesitunneli



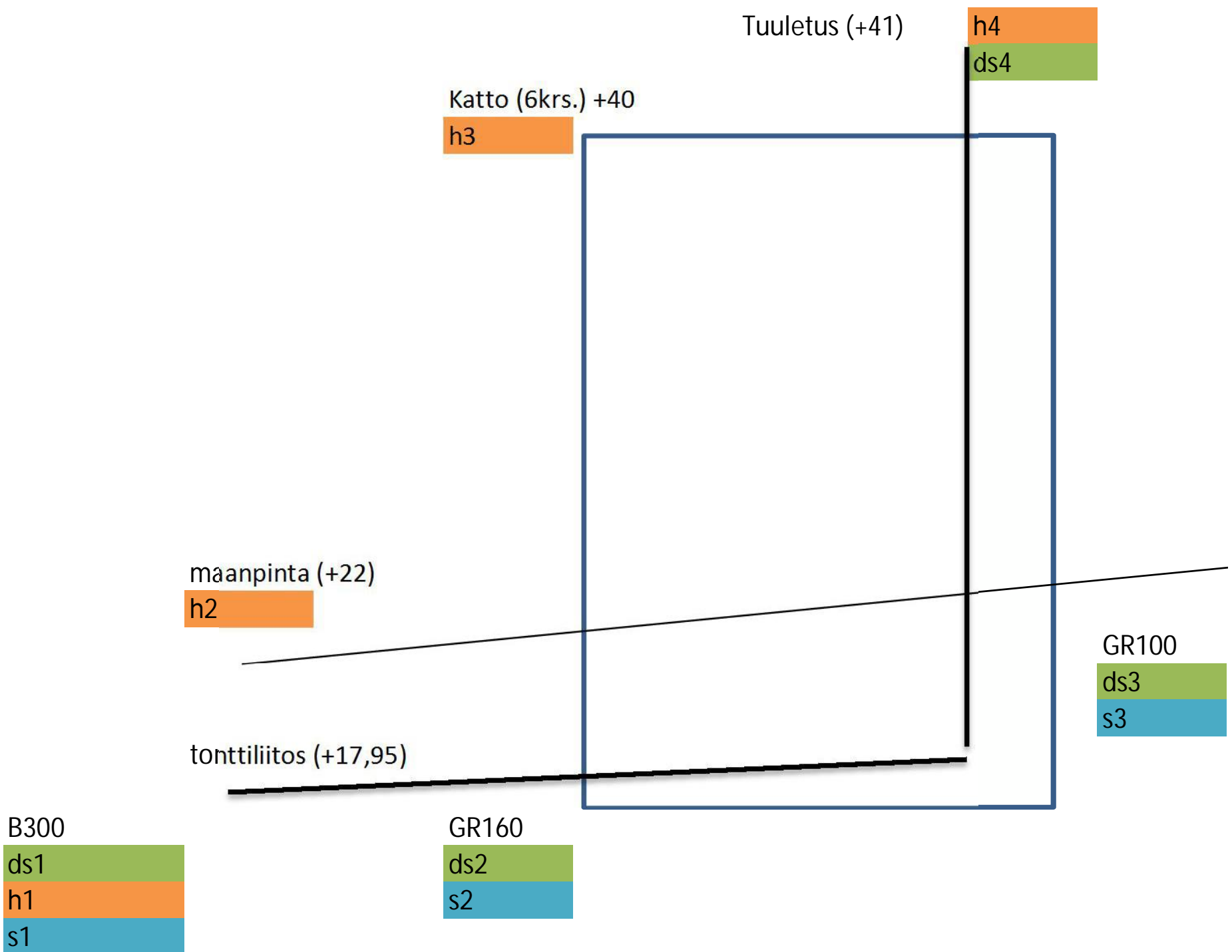
Maanalainen rakenne



Kaivualue

Keskeneräinen tai rakenteilla oleva työalue tunnuksineen.

Tuuletusviemärissä liikkuvan ilman virtaaman laskenta



Muuttujat

	mm	m		m
ds1 (100GR)	300	0,3	s1	15
ds2 (100GR)	160	0,16	s2	15
ds3 (100GR)	100	0,1	s3	22,4
ds4 (100GR)	100	0,1		

(0-tasosta)	m
h1	17,95
h2	22
kerroskork.	3,2
kerros kpl	7
h3	44,4
tuuletusputki	1
h4	45,4
Δh	27,45

Vakiot		
g	9,81	m/s ²
R	8,314	Pa m ³ /mol K
0°C	273,15	K
Mp(ilma)	28,966	g/mol
p1 (+17,95)	101110	Pa
p2(+41)	100833	Pa

Kaasun (ilman tiheys) $\rho = \frac{Mp}{RT}$

ilmanpaine= $101325 \cdot (1 - 2,25577 \cdot 10^{-5} \cdot h)^{5,25588}$
 h= korkeus merenpinnasta

6.1 Painovoiman aikaansaama paine-ero

Tiheyserot painovoimaketäissä saavat aikaan paine-eron, joka voidaan yleisesti laskea yhtälöstä

$$\Delta p = \Delta \rho g h \quad (6.1)$$

Δp on painovoiman aikaansaama paine-ero, Pa
 $\Delta \rho$ tiheusero järjestelmän alku- ja loppupisteen välillä, kg/m^3
 g painovoiman kiihtyvyys = $9,81 \text{ m/s}^2$
 h tapauksessa vaikuttava korkeusero, m

Putkiosa nro	Virtaus l/s	ds mm	A m ²	v m/s	Re	Re*k/d	Lambda	pdyn Pa
betoni	50	250	0,049087	1,01859164	16685,58	20,023	0,027839	0,616276
160 valu	40	150	0,017671	2,26353697	22247,44	44,495	0,025907	3,043337
160 valu	60	150	0,017671	3,39530545	33371,15	66,742	0,02769	6,847508
100 valu	10	100	0,007854	1,27323954	8342,788	25,028	0,033106	0,962931
100 valu	15	100	0,007854	1,90985932	12514,18	37,543	0,029915	2,166594
100 valu	20	100	0,007854	2,54647909	16685,58	50,057	0,027839	3,851723
100 valu	25	100	0,007854	3,18309886	20856,97	62,571	0,026328	6,018318
100 valu	30	100	0,007854	3,81971863	25028,37	75,085	0,030566	8,666378

Putkiosa nro	Virtaus l/s	R Pa/m	Pituus m	Δp_{kitka} Pa	Kertavastu lukujen sur	Δp_{kerta} Pa	$\Delta p_{\text{pyhteens}}$ Pa	Lambda
betoni	50	0,068626	15	1,02938421	4	2,4651	3	0,027839
160 valu	40	0,525624	15	7,88436169	4	12,173	20	0,025907
160 valu	60	1,264044	15	18,9606554	4	27,39	46	0,02769
100 valu	10	0,318789	22,4	7,14088097	4	3,8517	11	0,033106
100 valu	15	0,648132	22,4	14,5181573	4	8,6664	23	0,029915
100 valu	20	1,072275	22,4	24,0189648	4	15,407	39	0,027839
100 valu	25	1,584524	22,4	35,4933351	4	24,073	60	0,026328
100 valu	30	2,648923	22,4	59,3358858	4	34,666	94	0,030566

betoni karheus 2
 valurauta karheus 0,3

Painehäviölaskelman mukaan 100 GR putkessa mahdollinen maksimivirtaama on välillä 10-20 l/s

pohjaviemäri		ulkoilma katolla		käyttövoima			
t1 lämpöt. °C	tiheys ρ_1 ilma kg/m ³	t2 lämpöt. °C	tiheys ρ_2 ilma kg/m ³	ΔT K	$\Delta \rho$ kg/m ³	Δp paine-ero Pa	qv l/s (GR100)
40	1,1249	-20	1,388	60	0,263	71	26
30	1,1620	-20	1,388	50	0,226	61	25
20	1,2017	-20	1,388	40	0,186	50	23
10	1,2441	-20	1,388	30	0,144	39	20
5	1,2665	-20	1,388	25	0,121	33	18
40	1,1249	-10	1,335	50	0,210	57	24
30	1,1620	-10	1,335	40	0,173	47	22
20	1,2017	-10	1,335	30	0,133	36	19
10	1,2441	-10	1,335	20	0,091	24	16
5	1,2665	-10	1,335	15	0,069	18	12
40	1,1249	-5	1,310	45	0,185	50	23
30	1,1620	-5	1,310	35	0,148	40	20
20	1,2017	-5	1,310	25	0,108	29	17
10	1,2441	-5	1,310	15	0,066	18	12
5	1,2665	-5	1,310	10	0,044	12	10
40	1,1249	0	1,286	40	0,161	43	21
30	1,1620	0	1,286	30	0,124	33	19
20	1,2017	0	1,286	20	0,084	23	15
10	1,2441	0	1,286	10	0,042	11	10
5	1,2665	0	1,286	5	0,020	5	5
40	1,1249	5	1,263	35	0,138	37	20
30	1,1620	5	1,263	25	0,101	27	17
20	1,2017	5	1,263	15	0,061	17	24
10	1,2441	5	1,263	5	0,019	5	5
5	1,2665	5	1,263	0	-0,003	-1	0
40	1,1249	10	1,241	30	0,116	31	19
30	1,1620	10	1,241	20	0,079	21	15
20	1,2017	10	1,241	10	0,039	11	10
10	1,2441	10	1,241	0	-0,003	-1	0
5	1,2665	10	1,241	-5	-0,026	-7	0
40	1,1249	20	1,198	20	0,073	20	19
30	1,1620	20	1,198	10	0,036	10	10
20	1,2017	20	1,198	0	-0,003	-1	0
10	1,2441	20	1,198	-10	-0,046	-12	0
5	1,2665	20	1,202	-15	-0,065	-17	0

Käyttövoimana toimivan paine-eron ja virtaaman riippuvuus lämpötila erosta pohjaviemäriin ja tuuletusputken pään välillä.

Todennäköisesti lämpötilaero pohjaviemäriin ja ulkoilman välillä on maksimissaan 30-40K

Tällöin käyttövoima/paine-ero on maksimissaan 30-50 Pa

Kesällä ulkoilman ollessa lähes saman lämpöistä pohjaviemäriin ilman kanssa tuuletusta ei käytännössä tapahdu ollenkaan. Mahdollinen tuuli lisää tuuletuksen imua.

KYSELY KÄYTTÄJILLE / HUOLTAJILLE

Kyselykaavakkeen täyttäjä _____

Rakennus / Kerros / Osasto / Tila _____

Arvioitu käyttäjämäärä _____

hlö/vrk

Päivämäärä ____ . ____ .2014

KYSELY PALAUTETAAN:

jouko.vaarala@wspgroup.fi

31.1.2014 MENNESSÄ.

Vesijohdot ja viemärit		Tarkennus:
Onko viemäreiden kanssa ollut ongelmia(tukoksia, vuotoja, hajua..)?	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	
Mitä pyykinpesuaineita käytätte nyt? (milloin aloitettu?)		
Mitä käytettiin aiemmin? (millä ajanjaksolla?)		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kuinka usein? ■ Millaisella annostuksella? ■ Mitä pesulämpötiloja? 		
Mitä konetiskiaineita käytätte nyt? (milloin aloitettu?)		
Mitä käytettiin aiemmin? (millä ajanjaksolla?)		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kuinka usein? ■ Millaisella annostuksella? ■ Mitä pesulämpötiloja? (Jos lämpötiloista ei ole tietoa merkatkaa pesukoneen merkki ja malli)		
Mitä pintojen pesuaineita käytätte? (vahvimmat ja eniten käytetyt)		
Mitä käytettiin aiemmin?		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kuinka usein? ■ Millaisella annostuksella? ■ Mitä pesulämpötiloja? 		
Mitä muita aineita lasketaan viemäriin? (desinfiointiaineet, lääkeaineet, liuottimet yms.) Normaalia WC & suihkukäyttöä ei huomioida.		

OLETTEHAN YSTÄVÄLLINEN JA PALAUTAT KYSELYN MÄÄRÄAIKAAN MENNESSÄ, KIITOS!
WSP Finland Oy

 Heikkiläntie 7 D
 00210 HELSINKI
 Puhelin 0207 864 11

 Ratakatu 12
 90100 OULU
 Puhelin 0207 864 12

 Pinninkatu 45 A
 33100 TAMPERE
 Puhelin 0207 864 11

 Sipolantie 3
 96100 ROVANIEMI
 Puhelin 0207 864 12

 Y-tunnus 0875416-5
 www.wspgroup.fi

nro	päivä-määrä	Rake-nnus	Kerr-os	Tilat	Käytt- aja- määr	Vastaaja	On ongelmia, mitä ovat	Nykyinen pyykinpesuaine	Mistä lähtien	Entinen pyykin- pesuaine	Ajan- jakso	pesu- kertoja / vrk	Annos- tus	lämpötilat			Nykyinen konetiski- aine	Mistä lähtien	Entinen kone- tiskiaine	Ajan- jakso	Entinen konetiski- aine2	Ajan- jakso	pesu- kertoja / vrk	Annostus	lämpötila	Nykyinen pintapesu aine	Mistä lähtien	Entinen pinta- pesu-aine	Ajan- jakso	pesu- kertoja / vrk	Annostus	lämpö- tilat	Muita aineita viemäriin?
														90	60	40																	
1	23.1.	15C	2	osasto 2C	24	Kainulainen Seija	Hajuja henkilökunnan WC:ssä	Serto		Serto		3	13ml/kg	90	60	40	Suma Base Free	2013	Suma Ultra Pur Eco	2001-2013		5	15g/krt	87	Unidrop saniteho		Unidrop saniteho		1		40	jääneet maidot, kahvit	
2	22.1.	16G	P	Niemikotisäätiö	45	Rantasalo Leena	Hajuja paikoissa suihku, siivouskomero, työsalin lattiaviemäri	Diversey Sumetta micro expert				1	45ml/kone	80	60	40	Suma ultra Pur-Eco(L2) + Suma select	2012	Suma Nova Pur Eco(L6)	2009-2012	Suma alufree (L	2004-2008		Automaattii	56-85	Suma Bac (D10)+				Ohjeiden mukaan	Suma Bac D 10		
3	23.1.	16C	1		6	Bäckman Siw		Ei ole pyykkikonetta																Steelco D5 500	Steelco D5 500	Virkon, Hypokloriitii		Erihyd Forte				Virkon, Hypokloriitti 1%, Deconex 2%, Decon 5%	
4	23.1.	15	2	2A,202,209,211,213,215,217	20	Niittyaho Ulla		Green Serto	vuosia			1,5	1mitta/pesu		60	40	Suma Ultra Pur-Eco	2009	Suma Base free			5	Automaattii	Miele Professio	Unidrop (lattia)				0,1-1	Ohjeiden mukaan	35		
5	27.1.	15	3	Erytishoidon osasto	20	Kylmänen Mikko/	Siivouskomeron pesuallas vetää huonosti	Serto		Bio Luvil		2	1mitta/pesu			40	Suma Base Free MY 1,5kg		Konetiskijauhe, nimeä ei tiedossa			5,5	1mitta/pesu	Miele Professio	Unidrop (lattia)				1	2,5ml/ 5l vettä	10	Vanhonjen nestemaisten lääkkeiden jämat	
6	27.1.	15	5	osasto 5C	2	Keistiö Sirpa	Keittiö, henkilökunnan wc, kanslia. Mita?	Green Serto		Professionaal Serto		1	45-60ml ohjeen mukaan	95	60	40	Suma Base Free	2013	Suma Ultra Pur Eco	2001-2012		1	25ml/pesu	85, Miele merkkine	Unidrop Oxivir		Erisandes,		1	2,5ml/ 5l vettä	10	Klorilli	
7	27.1.	15	2	osasto 2B		Peltonen Marja	Usein tukoksia ja hajuja	Serto	2011			0,2	25ml/kone	80	60	40	Suma	2011				6	Automaattii	Miele Professio	Unidrop				1	Ohjeiden mukaan	35	Vellit ja sileät kiisselit	
8	28.1.	16	K	Siivous-keskus	5	Kesonen Maarit	Lattiakaivo vetää huonosti	Bio color by serito		Bio color by serito		2	25ml/kone	90											Unidrop		Unidrop		1	25ml/5l vettä	35		
9	31.1.	15	1	Siivous-keskus	15	Turunen Eija		Bio color by serito	2010	Bio color by serito,	2006-2010	2,86	40ml/kone	95	60	40									C1 Unidrop		C1 Unidrop		1	0,2-1ml/1l vettä	35		
10	28.1.	15	1	harjoituskeittiö, kuvahuone	15	Pihkanen Hannimari	WC tiloista viemäriin hajut tuoksahtelevat välillä käytävälle asti	Pirkka Color pyykinpesujauhe	2011			0,15				40	Sun konetiskitabletti	2013	Jotain Pirkka-jauhetta			1	65/tuliterä	Tolusuihk e, Vim	Ajax-yleispuhdi		Unidrop		1				keittiörasvoja, maitoa yms. Vesiliukoisia värejä
11	27.1.	15	4	4C	2	Haarus Eija/Saarinen Sari	Keittiössä vuotoa ja hajuja	Green Serto		Professionaal Serto		1	45ml-60ml	95	60	40	Suma Ultra Pur-Eco	2001				1	Automaattii	85/ Miele Professio	Unidrop, Sanitop,		Unidrop Reocid		1	2,5ml/ 5l vettä	10	Klorilli (tarvittaessa)	
12	31.1.	16A	2	Osasto 2A	27	Vuokko Soile/		Green Serto				1,5	1mitta/pesu		60	30	Suma Ultra Pur-Eco					5,5	Automaattii	85	Unidrop Sensitive					Ohjeiden mukaan		vanhat maidot, kahvit, mehut	
13	31.1.	15	3	Osasto 3C	12,5	Lehtinen-Lehmusoksa	Potilashuoneiden ja keittiöiden pesuallat. Mita?	Serto		Bio Luvil		1	1mitta/pesu			40	Suma Ultra Pur-Eco		Suma Base free			5	Automaattii	Miele Professio	Unidrop(lattia)		Aspi		1			kahvit, maidot	
14	4.2.	15	6	Osasto 6C	14	Mahkonen Maarit	Keittiön allas usein tukossa. Pahaa hajua mm. henkilökunnan taukotilan	Serto pesujauhe tiiviste									Sun Classic tabletit Sun prof.	2013	Suma nova free, Suma base free, Sun	2009-2013		5	Automaattii	Miele Professio	Unidrop, Sanidrop				1	Ohjeiden mukaan		Ei ainakaan lääkkeitä.	
15	2.2.	16A	3	3A	30	Siiman ja Kiusalaag	Lavuaarit vetävät usein huonosti	Green Serto (Erisan huuhteluaine)				5	Miten sattuu,	60	40	Suma Ultra Pur-Eco						6	Automaattii	Miele Professio	Unidrop				1	2,5ml/ 5l vettä	20	Nestemäiset ruuantähteet, välillä muutakin ruokaa	
16	4.2.	16	2	Osasto 2B	6	Merano Irene	Potilashuoneiden lavuaareissa ollut tukoksia. Eristyshuoneen viemäristä	Serto	2000?	Bio Luvil	Ennen 2000?	5,5	1mitta/pesu		60		Suma Ultra Pur-Eco	2012	Suma	ennen 2012		6	Automaattii	85	Unidrop		Puhdas Pisara		1	2,5ml/ 5l vettä	20	Ylimääräiset kahvit, vanhat maidot ja piimät. Keiton	
17	23.1.	15	1	Kahvila	1,5	Boman Kiistiina	Joskus hajua WC C108										Heti konetiskiaine 3000	2000				3	Automaattii	85	Unidrop				1	muutama pisara	50	Neste Dip ph 14, astioiden liuotusaine, kerran viikossa	

Kyselyt rakennuksittain: Rak 16, 6kpl

nro	päivämäärä	Rakenne	Kerros	Tilat	Käyttäjämäärä	Vastaaja	On ongelmia, mitä ovat	Nykyinen pyykinpesuaine	Mistä lähtien	Entinen pyykinpesuaine	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötilat	Nykyinen konetiskiaine	Mistä lähtien	Entinen konetiskiaine	Ajanjakso	Entinen konetiskiaine2	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötila	Nykyinen pintapesuaine	Mistä lähtien	Entinen pintapesuaine	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötilat	Muita aineita viemäriin?	
2	22.1.	16G	P	Niemikotisäätiö	45	Rantasalo Leena	Hajuja paikoissa suihku, siivouskomero, työsalin lattiaviemäri	Diversey Sumetta micro expert				1	45ml/kone	80 60 40	Suma ultra Pur-Eco(L2) + Suma select	2012	Suma Nova Pur Eco(L6)	2009-2012	Suma alufree (L)	2004-2008		Automaattii	56-85	Suma Bac (D10)+								Suma Bac D 10
3	23.1.	16C	1		6	Bäckman Siw		Ei ole pyykkikonetta							Erisan Deko / laboratorio tiskikone	2008						Steelco D5 500	Steelco D5 500	Virkon, Hypoklorii		Erihyd Forte					Virkon, Hypokloriitti 1%, Deconex 2%, Decon 5%	
8	28.1.	16	K	Siivous-keskus	5	Kesonen Maarit	Lattiakaivo vetää huonosti	Bio color by serto		Bio color by serto		2	25ml/koneelline	90										Unidrop		Unidrop		1	25ml/5l vettä	35		
12	31.1.	16A	2	Osasto 2A	27	Vuokko Soile/		Green Serto				1,5	1mitta/pesu	60 30	Suma Ultra Pur-Eco						5,5	Automaattii	85	Unidrop Sensitive							vanhat maidot, kahvit, mehut	
15	2.2.	16A	3	3A	30	Siiman ja Kiusalaag	Lavuaarit vetävät usein huonosti	Green Serto (Erisan huuhteluaine)				5	Miten sattuu,	60 40	Suma Ultra Pur-Eco						6	Automaattii	Professio	Unidrop				1	2,5ml/ 5l vettä	20	Nestemäiset ruuantähteet, välillä muutakin ruokaa	
16	4.2.	16	2	Osasto 2B	6	Merano Irene	Potilashuoneiden lavuaareissa ollut tukoksia. Eristyshuoneen viemäristä	Serto	2000?	Bio Luvil	Ennen 2000?	5,5	1mitta/pesu	60	Suma Ultra Pur-Eco	2012	Suma	ennen 2012			6	Automaattii	85	Unidrop		Puhdas Pisara		1	2,5ml/ 5l vettä	20	Ylimääräiset kahvit, vanhat maidot ja piimat. Keiton	
18	4.2.	16A	1	Osasto 1A		Pasanen-Laakso Nina		Serto							UN 1824 Sodium hydroxide solution																	

kpl	käyttövuosia	laatu (pyykki, nykyinen)	pesukertoja	kpl	pyykki, entinen	pesuja	vuosia	yhteensä	laatu (ap, nykyinen)	kpl	laatu (ap, ennen1)	kpl	laatu (apl, ennen2)	pesut1	pesut2	pesut3	Autom	lämpötilat
1		Diversey Sumetta micro expert	1	1	Bio color by serto			80-5 60 30-	Suma ultra Pur-Eco	4	Suma Nova Pur Eco(l1		Suma alufree 1	17,5			4	85
1		Bio color by serto	2	1	Bio Luvil			x x x	Erisan Deko	1	Suma	1			6			x
4		Green Serto	12					2 4 3	Suma dish tabs pur-ec 1									4
1		Erisan huuhteluaine	5						UN 1824 Sodium hydr 1									

Kyselyt rakennuksittain: Rak 15, 10 kpl

nro	päivämäärä	Rakenne	Kerros	Tilat	Käyttäjämäärä	Vastaaja	On ongelmia, mitä ovat	Nykyinen pyykinpesuaine	Mistä lähtien	Entinen pyykinpesuaine	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötilat	Nykyinen konetiskiaine	Mistä lähtien	Entinen konetiskiaine	Ajanjakso	Entinen konetiskiaine2	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötila	Nykyinen pintapesuaine	Mistä lähtien	Entinen pintapesuaine	Ajanjakso	pesukertoja / vrk	Annostus	lämpötilat	Muita aineita viemäriin?	
1	23.1.	15C	2	osasto 2C	24	Kainulainen Seija	Hajuja henkilökunnan WC:ssä	Serto		Serto		3	13ml/kg	90 60 40	Suma Base Free	2013	Suma Ultra Pur Eco	2001-2013				5	15g/krt	87	Unidrop saniteho		Unidrop saniteho		1		40	jääneet maidot, kahvit
4	23.1.	15	2	2A,202,209,211,213,215,217	20	Niittyaho Ulla		Green Serto	vuosia			1,5	1mitta/pesu	60 40	Suma Ultra Pur-Eco	2009	Suma Base free				5	Automaattii	Miele Professio	Unidrop (lattia)				0,1-1	Ohjeiden mukaan	35		
5	27.1.	15	3	Eriyishoidon osasto	20	Kylmänen Mikko/	Siivouskomeron pesuallas vetää huonosti	Serto		Bio Luvil		2	1mitta/pesu	40	Suma Base Free MY 1,5kg		Konetiskijauhe, nimeä ei tiedossa				5,5	1mitta/pesu	Miele Professio	Unidrop (lattia)				1	2,5ml/ 5l vettä	10	Vanhojen nestemäisten lääkkeiden jämat	
6	27.1.	15	5	osasto 5C	2	Keistiö Sirpa	Keittiö, henkilökunnan wc, kanslia. Mita?	Green Serto		Professio nal Serto		1	45-60ml ohjeen mukaan	95 60 40	Suma Base Free	2013	Suma Ultra Pur Eco	2001-2012			1	25ml/pesu	85, Miele merkkine	Unidrop Oxivir		Erisan des,		1	2,5ml/ 5l vettä	10	Klorilli	
7	27.1.	15	2	osasto 2B		Peltonen Marja	Usein tukoksia ja hajuja	Serto	2011			0,2	40ml/koneelline	80 60 40	Suma	2011					6	Automaattii	Miele Professio	Unidrop				1	Ohjeiden mukaan	35	Vellit ja sileät kiisselit	
9	31.1.	15	1	Siivous-keskus	15	Turunen Eija		Bio color by serto	2010	Bio color by serto,	2006-2010	2,86		95 60 40									C1 Unidrop		C1 Unidrop		1	0,2-1ml/1l vettä	35			
10	28.1.	15	1	harjoituskeittiö, kuvahuone	15	Pihkanen Hannimari	WC tiloista viemäriin hajut tuoksahtelevat välillä käytävälle asti	Pirkka Color pyykinpesuaine	2011			0,15		40	Sun konetiskitabletti	2013	Jotain Pirkka-jauhetta				1		65/ tuliterä	Tolusuihke, Vim	Unidrop	Ajax-yleispuhdi		1			keittiörasvoja, maitoa yms. Vesiliukoisia värejä	
11	27.1.	15	4	4C	2	Haarus Eija/ Saarin Sari	Keittiössä vuotoa ja hajua	Green Serto		Professio nal Serto		1	45ml-60ml	95 60 40	Suma Ultra Pur-Eco	2001					1	Automaattii	85/ Miele Professio	Unidrop, Sanitop,		Unidrop Reocid		1	2,5ml/ 5l vettä	10	Klorilli (tarvittaessa)	
13	31.1.	15	3	Osasto 3C	12,5	Lehtinen-Lehmusksa	Potilashuoneiden ja keittiöiden pesuallat. Mita?	Serto		Bio Luvil		1	1mitta/pesu	40	Suma Ultra Pur-Eco		Suma Base free				5	Automaattii	Miele Professio	Unidrop(lattia)		Aspi		1			kahvit, maidot	
14	4.2.	15	6	Osasto 6C	14	Mahkonen Maarit	Keittiön allas usein tukossa. Paha hajua mm. henkilökunnan taukotilan tiiviste	Serto pesuaine							Sun Classic tabletit Sun prof.	2013	Suma nova free, Sun	2009-2013			5	Automaattii	Miele	Unidrop, Sanidrop				1	Ohjeiden mukaan		Ei ainakaan lääkkeitä.	
17	23.1.	15	1	Kahvila	1,5	Boman Kiistiina	Joskus hajua WC C108								Heti konetiskiaine 3000	2000					3	Automaattii	85	Unidrop				1	muutama pisara	50	Neste Dip ph 14, astioiden liuotusaine, kerran viikossa	

kpl	käyttövuosia	laatu (pyykki, nykyinen)	pesukertoja	kpl	laatu	pesuja	vuosia	yhteensä	laatu (ap, nykyinen)	kpl	laatu (ap, ennen1)	kpl	laatu (apl, ennen2)	pesut1	pesut2	pesut3	Autom	lämpötilat
4		Serto	6,2	1	Serto			80-5 60 30-	Suma ultra Pur-Eco	3	Suma ultra Pur-Eco	2		11	6		6	85
3		Green Serto	3,5	2	Bio Luvil			x x x	Suma Base free	3	Suma Base free	3		11,5	15			x
1		Bio Color	2,86	2	Professional Serto			5 6 9	Suma	1	Pirkka jauhe	1		6	5			7
1		Pirkka Color	0,15	1	Bio color by serto				Sun konetiskitabletti	2	Suma nova free	1		6	5			
									Heti konetiskiaine 3001	1	Sun prof. Huuhteluai	1		3	5			

Pesuaineet Rak 16

laatu (pyykki, nykyinen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	laatu (pyykki, ennen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	pesulämpötiloja (yleisesti)	laatu (apk, nykyinen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	laatu (apk, ennen1)	kpl	käyttö vuosia	pesu- krt. /vrk	laatu (apl, ennen2)	kpl	käyttö vuosia	pesu- krt. /vrk	Automaatt iannostelij oita, kpl	lämpö- tiloja
Diversey Sumetta micro expert	1		1	Bio color by serto	1			80-90 60 30-40	Suma ultra Pur-Eco	4	2	17,5	Suma Nova Pur Eco(L6)	1	3		Suma alufree (L 10)	1	4		4	85
Bio color by serto	1		2	Bio Luvil	1			x x x	Erisan Deko	1	4		Suma	1		6						x
Green Serto	4	10	12					2 4 3	Suma dish tabs pur-eco	1	4											4
Erisan huuhteluaine	1		5						UN 1824 Sodium hydroxide soluti	1												


pyykinpesuaineet talo 16				kpl+käyttövuoDET+pesukerrat				konetiskiaineet talo 16				kpl+käyttövuoDET+pesukerrat				
<i>nykyinen käyttö</i>								<i>nykyinen käyttö</i>								
Diversey Sumetta micro expert	1		1	2				Suma ultra Pur-Eco	4	2	17,5	23,5				
Bio color by serto	1		2	3				Erisan Deko	1	4		5				
Green Serto	4	10	12	26				Suma dish tabs pur-eco	1	4		5				
Erisan huuhteluaine	1		5	6				UN 1824 Sodium hydroxide soluti	1							
<i>aiempi käyttö</i>								<i>aiempi käyttö</i>								
Bio color by serto	1			1				Suma Nova Pur Eco(L6)	1	3		4				
Bio Luvil	1			1				Suma	1		6	7				
								Suma alufree (L 10)	1	4		5				

* sodium (engl.) = natrium
 (Luultavasti luettu "Suma-ultra pur-eco"- kanisterin takaetiketistä
 Sodium hydroxide on suomeksi
 natriumhydroksidia, jota myös Suma ultra- Pur Eco
 sisältää 30%.
 Tämä on erittäin syövyttävä emäs. Sen vesiliuoksen
 kanssa rautakappale reagoi nopeasti vetyä vapauttaen.

Pesuaineet Rak 15

laatu (pyykki, nykyinen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	laatu (pyykki, ennen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	pesulämpötiloja (yleisesti)	laatu (apk, nykyinen)	kpl	käyttöv uosia	pesu- krt. /vrk	laatu (apk, ennen1)	kpl	käyttö vuosia	pesu- krt. /vrk	laatu (apl, ennen2)	kpl	käyttö vuosia	pesu- krt. /vrk	Automaatt iannostelij oita, kpl	lämpö- tiloja
Serto	4	3	6,2	Serto	1	3		80-90 60 30-40	Suma ultra Pur-Eco	3	14	11	Suma Ultra Pur-Eco	2	23						6	85
Green Serto	3	3	3,5	Bio Luvil	2	3		x x x	Suma Base free	3	2	11,5	Suma Base free	3	4							x
Bio Color	1	4	2,86	Professional Serto	2	2		5 6 9	Suma	1	2	6	Pirkka jauhe	1								7
Pirkka Color	1	2	0,15	Bio color by serto	1	4	2,86		Sun konetiskitabletti	2	2	6	Suma nova free	1	4							
									Heti konetiskiaine 3000	1		3	Sun prof. Huuhteluaine	1								

pyykinpesuaineet talo 16				kpl+käyttövuoDET+pesukerrat				konetiskiaineet talo 15				kpl+käyttövuoDET+pesukerrat				
<i>nykyinen käyttö</i>								<i>nykyinen käyttö</i>								
Serto	4	3	6,2	13,2				Suma ultra Pur-Eco	3	14	11	28				
Green Serto	3	3	3,5	9,5				Suma Base free	3	2	11,5	16,5				
Bio Color	1	4	2,86	7,86				Suma	1	2	6	9				
Pirkka Color	1	2	0,15	3,15				Sun konetiskitabletti	2	2	6	10				
								Heti konetiskiaine 3000	1		3	4				
<i>aiempi käyttö</i>								<i>aiempi käyttö</i>								
Serto	1		3	4				Suma Ultra Pur-Eco	2	23		25				
Bio Luvil	2		3	5				Suma Base free	3	4		7				
Professional Serto	2		2	4				Pirkka jauhe	1			1				
Bio color by serto	1	4	2,86	7,86				Suma nova free	1	4		5				
								Sun prof. Huuhteluaine	1			1				

Saint-Gobain Pipe Systems Oy Merstolantie 16, 29200 HARJAVALTA Nuijamiestentie 3 A, 00400 HELSINKI Puh. 0207 424 600, fax 0207 424 601 E-mail: sgps.finland@saint-gobain.com		
	Päiväys	23.5.2012
Asennusohje		
Viemäriputken katkaisu	AS/VIE/8231/90115	

AQUASAFE-valurautaputket suositellaan katkaistavaksi lastuavilla katkaisulaitteilla. Myös moniteräleikkuria voidaan käyttää, kun katkaisupainetta lisätään kohtuullisesti. Kulmahiomakonetta, hydraulisia saksia ja ns. ketjuleikkureita, jotka puristavat suoraan putken poikki, ei saa käyttää.

Valurautaputkia katkaistessa paras tulos saadaan, kun joko putki tai katkaisulaite on kiinnitetty esim. jigiin tai penkkiin. Katkaisutilanteessa on muistettava noudattaa siihen liittyviä työsuojeluohjeita.

Putken katkaisupinnat tulee käsitellä paikkamaalilla (Extrem).



EXTREM 1 KÄYTTÖOHJE

Erikoismaali valurautaviemäreiden katkaisupäiden suojaamiseen

- Käyttövalmis 1-komponenttinen punaruskea maali
- Helppokäyttöinen, ei valu
- Sivellin kiinni kannen sisäpuolella, ei kuivu



SEOS

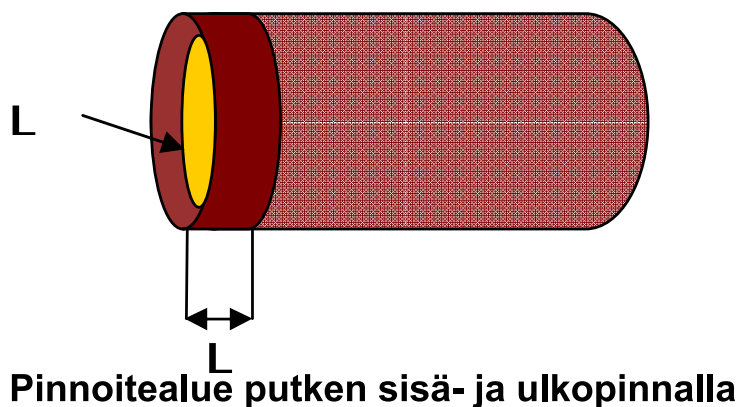
Liuotinpitoinen akryylihartsi

KÄYTTÖTARKOITUS

Tuotetta käytetään suojaamaan valurautaviemärin katkaisupäitä korroosiolta sekä jätevesi- että sadevesiviemärijärjestelmissä. Ei saa käyttää juomavesiverkostoissa.

KÄYTTÖ

- Katkaise putki oikeaan pituuteen.
- Poista mahdolliset terävät särmät katkaisupinnoilta.
- Pinnat tulee puhdistaa ennen maalausta.
Pöly, ruoste, kosteus ja rasva tulee puhdistaa ennen pinnoitusta.
- Asennus tulee tehdä Saint-Gobain Pipe Systemsin ohjeiden mukaan.
- Ravista maalipurkkia hyvin ennen käyttöä.
- Sivele paksuhko kerros maalia kanteen integroidulla siveltimellä putken sisä- ja ulkopintaan. Asianmukainen lopputulos saadaan vähintään 30 mm leveällä maalipinnalla. Katso kuva ja taulukko.



Putken halkaisija mm	L in mm
50 - 200	30
250	40
300	40

EXTREM 1 KÄYTTÖOHJE

- Sulje maalipurkki tiiviisti heti käytön jälkeen kuivumisen välttämiseksi.
- Kuivumisaika taulukon 1 mukaan

Kuivumisaika taulukko 1

Lämpötila °C	Kuivumisaika min
5	35
20	15
40	13
60	8

Pinnoitettujen päiden lukumäärä 0.5 kg:n maalipurkilla

DN 50	130
DN 75	90
DN 100	70
DN 125	55
DN 150	45
DN 200	35
DN 250	20
DN 300	15

PAKKAUS

EXTREM 1 on saatavissa 0,5 kg:n ja 1,0 kg:n purkeissa. Sivellin integroitu kanteen

VARASTOINTI

- Varastoitava hyvin tuuletetussa tilassa yli 0 °C.
- Varastointiaika 1 vuosi avaamattomana.

TEKNISET TIEDOT

Pinta	Matta
Tiheys	2 ± 0.05 g/cm ³
Väri	Punaruskea
Kiintoaineen pitoisuus	57 % ± 2
Tyypillinen kerrospaksuus	200 µm
Teoreettinen riittoisuus	2.8 m ² /l 200 µm:n kuivapaksuudella

TURVALLISUUS- HYGIEENISYYS- YMPÄRISTÖ



Tämä tuote on luokiteltu vaaralliseksi. Lue turvallisuusohje huolellisesti ennen käyttöä. Lähetämme sen pyydettyä ja löydät sen myös internet-sivujemme tuotekortilta. Varmistu käytön aikana hyvästä tuuletuksesta. Käytä suojaimia.

Tilaaaja WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 HELSINKI

Tilaus Jouko Väärälä, Sähköposti 12.6.2014.

Yhteyshenkilö VTT Expert Services Oy
Tom E. Gustafsson
Biologinkuja 7
PL1001, 02044VTT
email:tom.e.gustafsson@vtt.fi

Näytteet Tilaaaja 4.6.2014 toimittamat vesinäyte ja noin 1 m mittaiset 100 mm halkaisijan suorat viemäriputken testikappaleet sekä liitoksen valmistamiseksi pantaliitostiiivisterenkaat ja niiden kiristimet.

Tausta Putkien valmistajat olivat Düker ja Saint-Gobain. Putkimateriaaleja oli aiemmin tutkittu vaurioselvitys raportissa VTT-S-1318-14 koskien Auroran sairaalan viemäriputkia.

Tehtävä Valurautaviemärien sisäpintojen Saint-Gobain ja Düker pinnoitteiden kestävyden testaus kuumennetussa emäksisessä vedessä. Testien sisällöstä sovittiin tarjousvaiheessa ja niitä toteutettiin liitteessä 1 esitetyn tukimussuunnitelman mukaisesti.

Tutkimus koostui seuraavista osioista:

- Testin lopuksi leikattiin testatusta putkesta ja alkuperäisestä putkesta näyte-palat, joiden pintoja tarkasteltiin stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Testatusta näyteputkista ja alkuperäisestä putkesta valmistettiin poikkeileikkaushieet, joiden sisäpinnan pinnoitteen rakennetta tutkittiin stereomikroskoopilla (Stereo-OM).
- Testiputken ja alkuperäisen putken sisäpinnan pinnoitteen kerrospaksuudet mitataan valomikroskoopilla (OM).
- Pinnoitteiden kovuudet mitataan Vickers-kovuuslukuina (HV1).

Testauksen yleispiirteet

Testilaitteisto rakennettiin vetokaappiin ja testiveden lämpötila nostettiin n. 80 °C. Magneettisekoittimella pidettiin testivesi tasaisessa liikkeessä, kuvat 1a ja 1b. Liitoksessa oli vastakkain yläpuolella maalaamaton ja alapuolella maalattu viemäriputken sahauspinta. Maalina käytettiin Saint-Gobain PAM-EXTREM1 merkkistä maalia ja värisävy oli ROUGE BRUN.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuvat 1(a, b). Koejärjestely ja lämpötilamittaus.

Kolmen viikon testauksien jälkeen viemäriputkien testikappaleet purettiin eristeistä (kuva 2) avattiin.



Kuva 2. Testikappaleet Saint-Gobain ja Düker testien jälkeen purettuina eristeistä.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuva 3. Testikappaleen Saint-Gobain viemäriputkiliitos testin jälkeen avattuna.



Kuva 4. Testikappaleen Saint-Gobain maalatun reunan yksityiskohdan kuva.

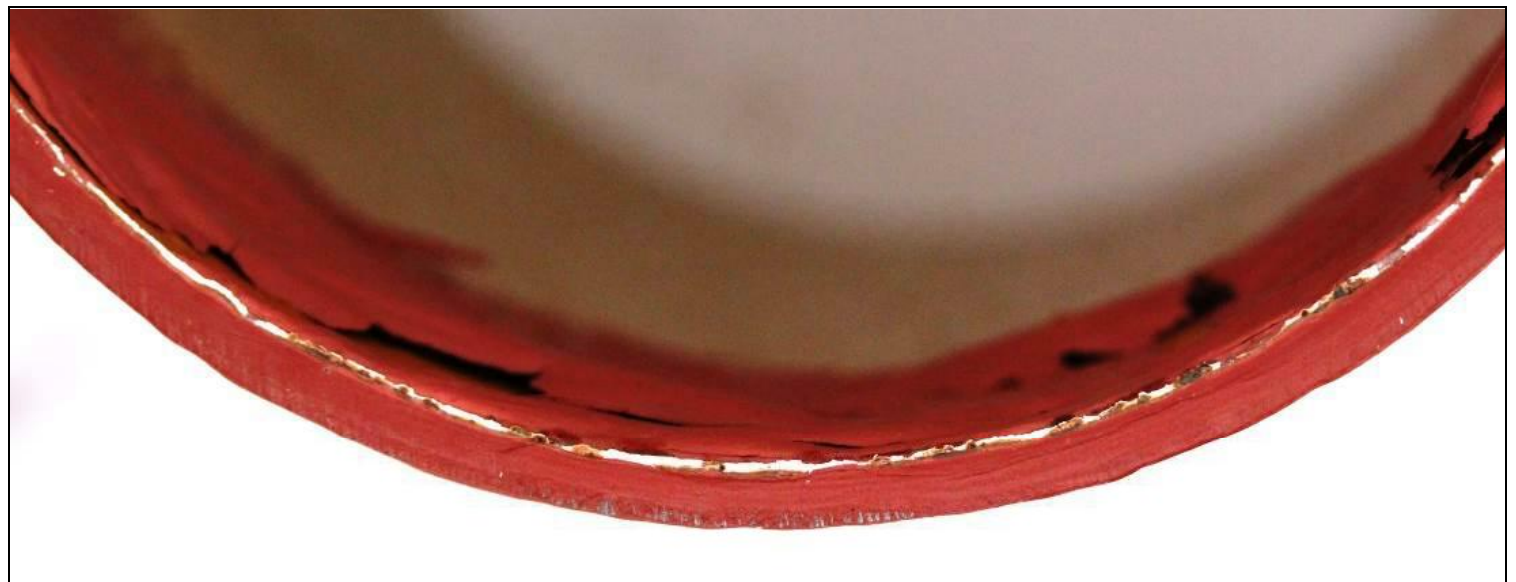


Kuva 5. Testikappaleen Saint-Gobain maalaamattoman reunan yksityiskohdan kuva.

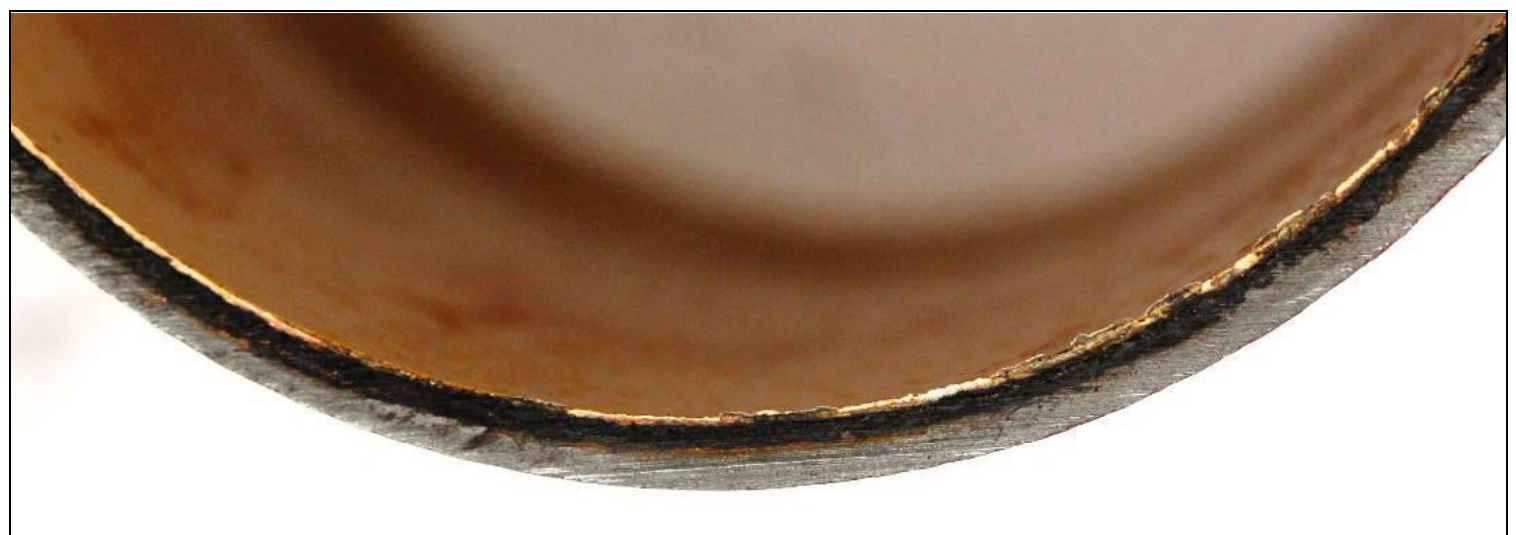
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuva 6. Testikappaleen Düker viemäriputkiliitos testin jälkeen avattuna.



Kuva 7. Testikappaleen Düker maalatun reunan yksityiskohtan kuva.



Kuva 8 Testikappaleen Düker maalaamattoman reunan yksityiskohtan kuva.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuva 9. Testikappaleen Saint-Gobain maalatun reunan sisäpinnan yksityiskohtan kuva.



Kuva 10. Testikappaleen Düker maalatun reunan sisäpinnan yksityiskohtan kuva.

Avattuja testikappaleita silmämääräisesti verrattaessa havaittiin maalaamattomien viemäriputkien sahauspinnoilla Düker merkkisen putken ja pinnoitteen välissä syöpymisen edenneen voimakkaammin kuin Saint-Gobain merkkisillä putkilla, kuvat 5 ja 8.

Avattuja testikappaleita silmämääräisesti verrattaessa havaittiin maalatuissa viemäriputkien sahauspäissä Saint-Gobain PAM-EXTREM1 maalin irronneen isoina paloina Düker merkkisen putken pinnoitteesta, kuva 10. Maalin suojaava vaikutus Düker merkkisillä putkilla on heikompi kuin Saint-Gobain merkkisillä putkilla.

Avattujen halkileikattujen testikappaleiden valokuvat on esitetty kuvissa 11 ja 12. Sisäpinnoitteiden stereomikroskooppikuvat on esitetty kuvissa 13 ja 14.

Saint-Gobain merkkisen pinnoitteen havaittiin säilyttäneen sisäpinnoitteensa samantyyppisenä testauksen ajan. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin muodostaneen alun perin tasaiseen pinnoitteeseensa kuplia.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

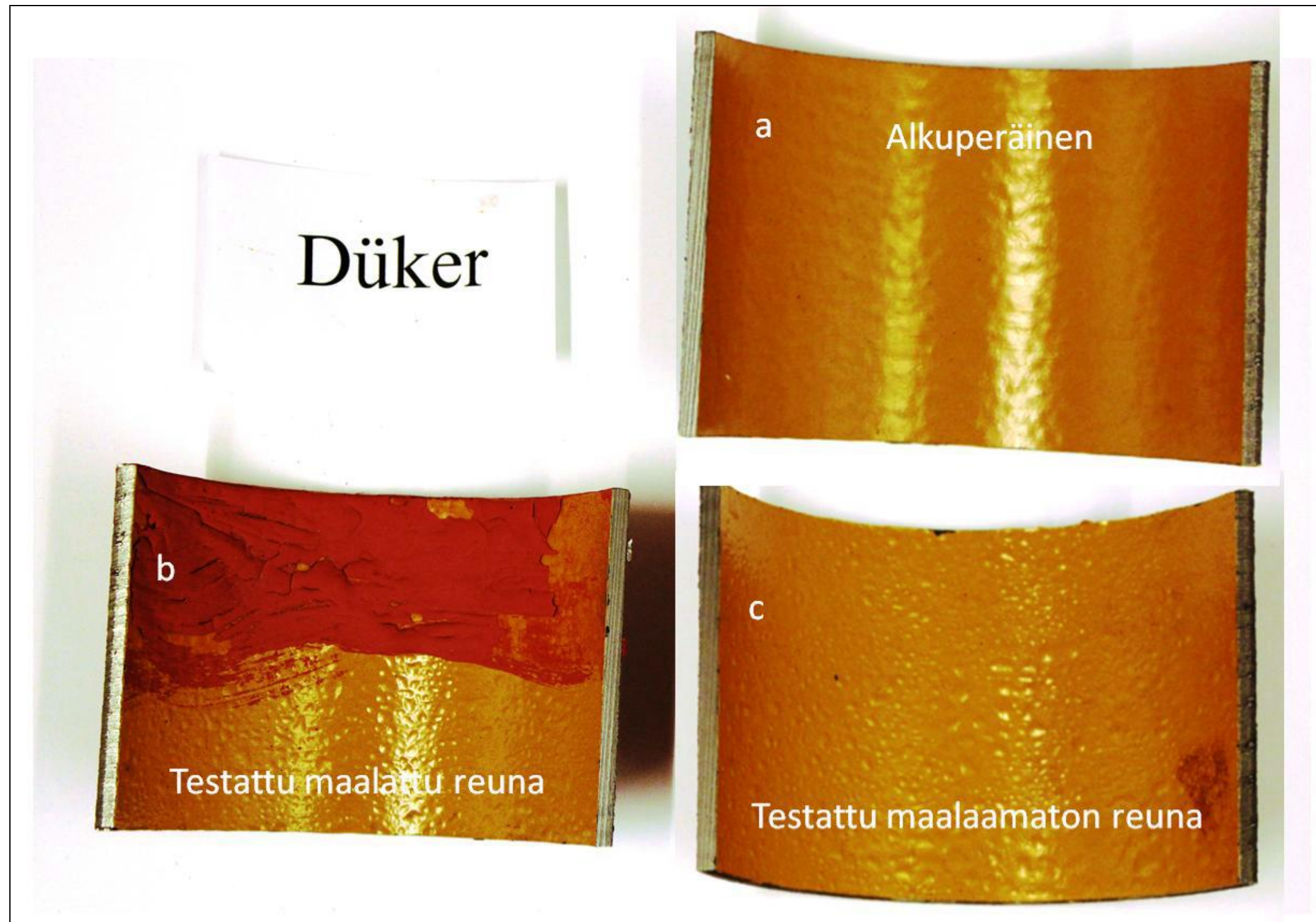
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 11. Testikappaleen Saint-Gobain (a) alkuperäisen, (b) maalatun reunan ja (c) maalaamattoman reunan sisäpintojen kuvat.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

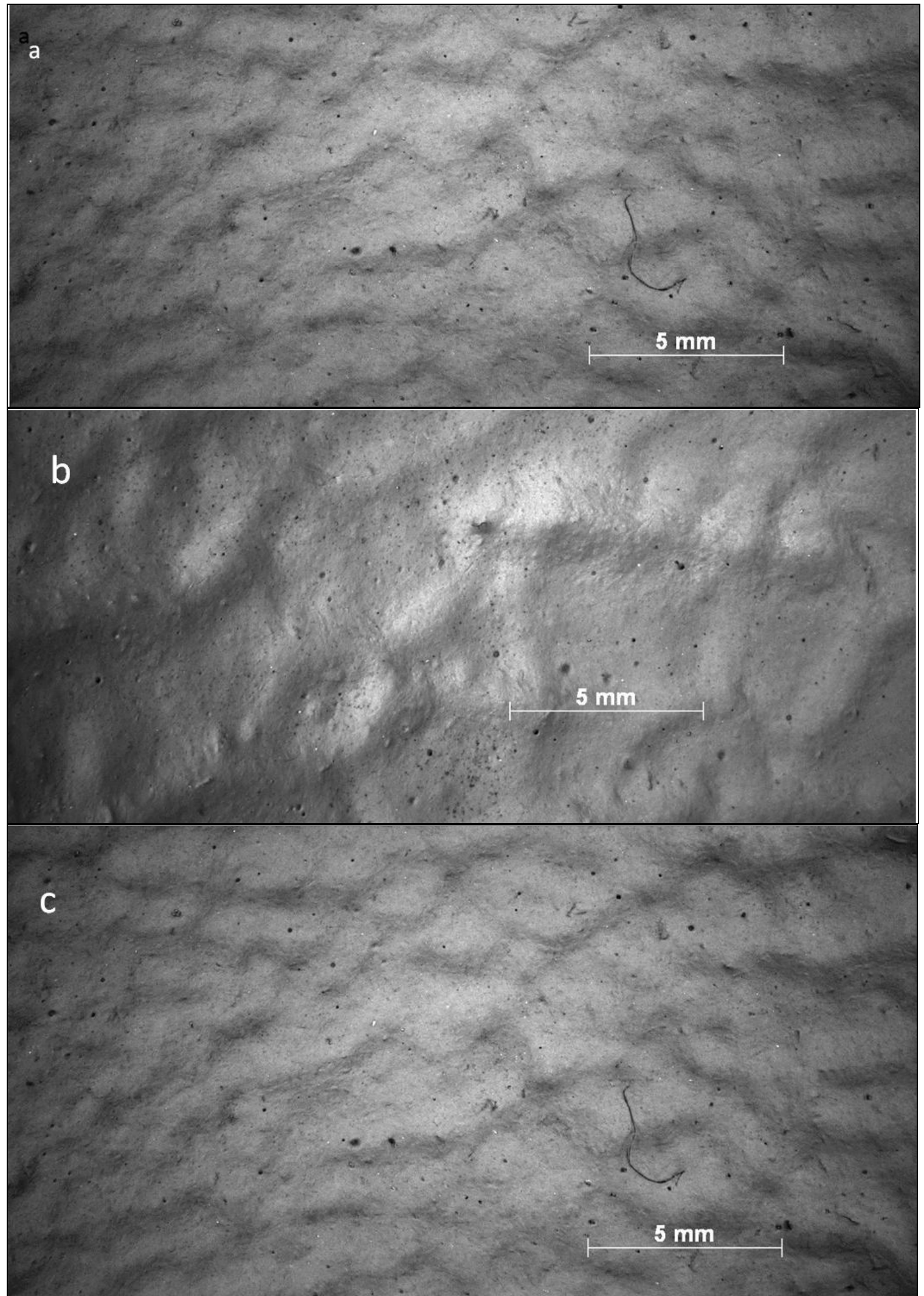


Kuva 12. Testikappaleen Düker (a) alkuperäisen, (b) maalatun reunan ja (c) maalaamattoman reunan sisäpintojen kuvat.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

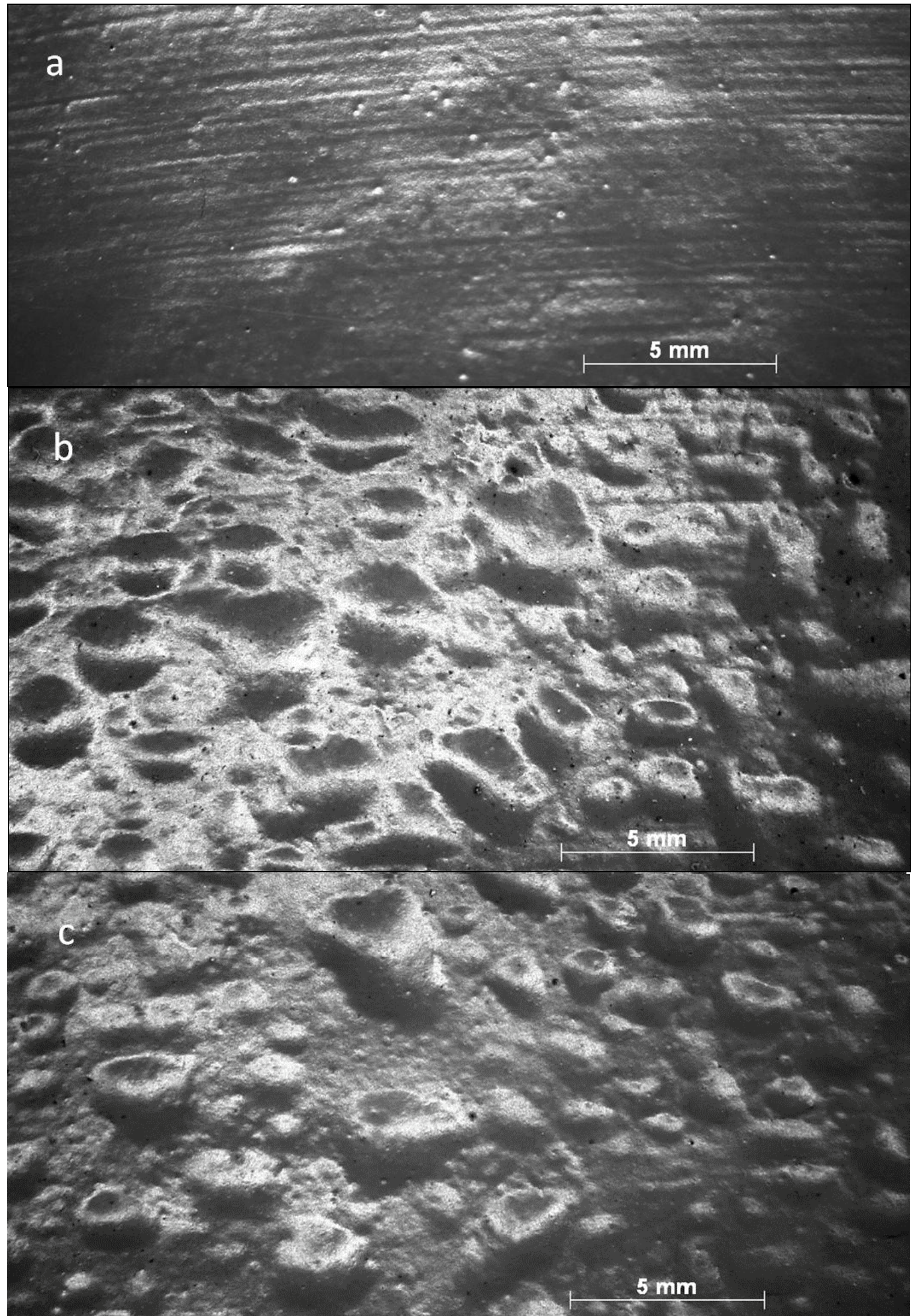


Kuva 13. Testikappaleen Saint-Gobain sisäpintojen stereomikroskooppikuvia. (a) Alkuperäinen, (b) Testattu maalattu reuna ja (c) Testattu maalaamaton reuna.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



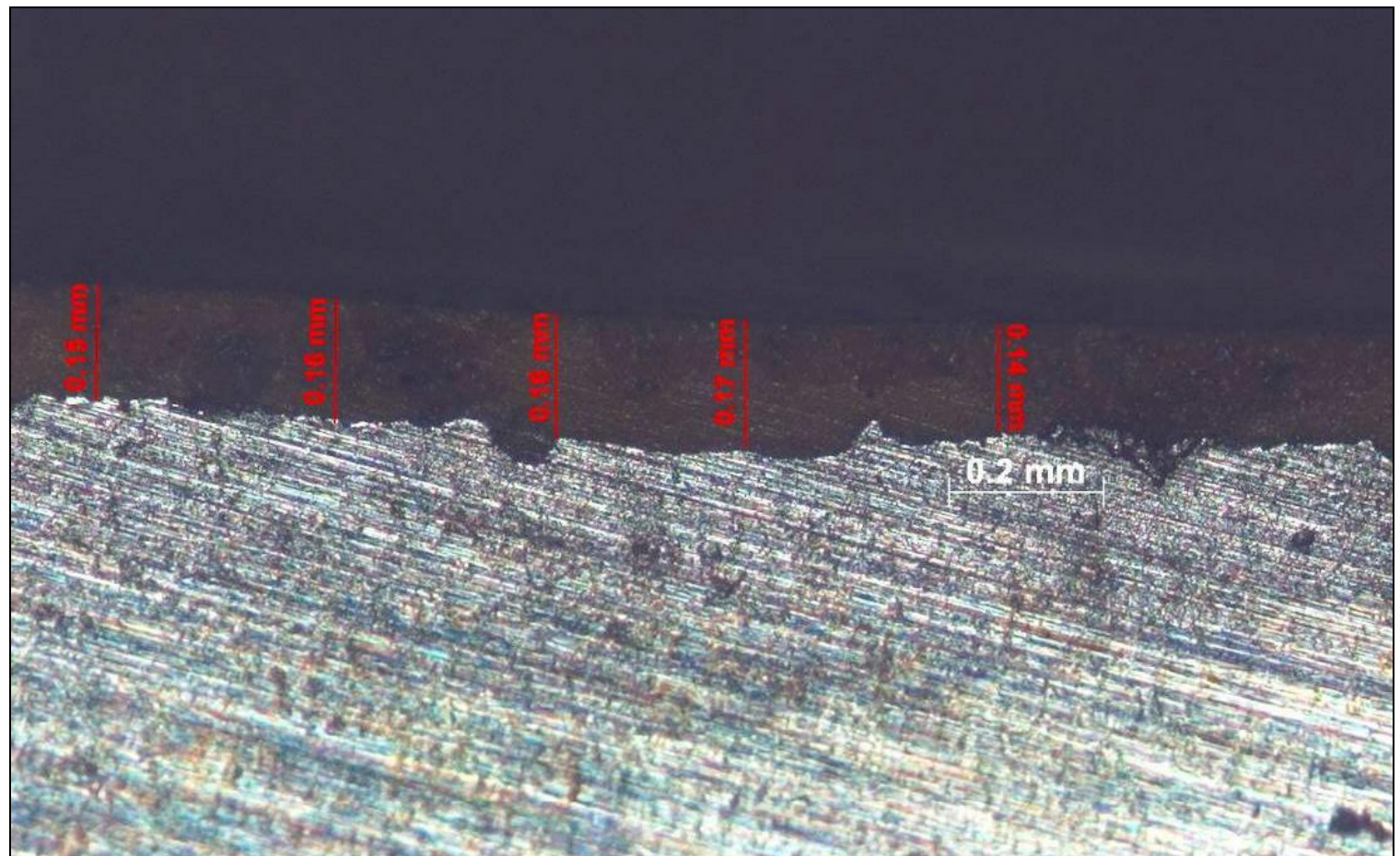
Kuva 14. Testikappaleen Düker sisäpintojen stereomikroskooppikuvia. (a) Alkuperäinen, (b) Testattu maalattu reuna ja (c) Testattu maalaamaton reuna.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Testikappaleiden sisäpuolisista pinnoitteista valmistettiin poikkileikkaushieet, joiden valomikroskooppikuvat on esitetty kuvissa 15 – 20. Pinnoitteiden paksuudet esitetty taulukossa 1.



Kuva 15. Testikappaleen Saint-Gobain alkuperäisen sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

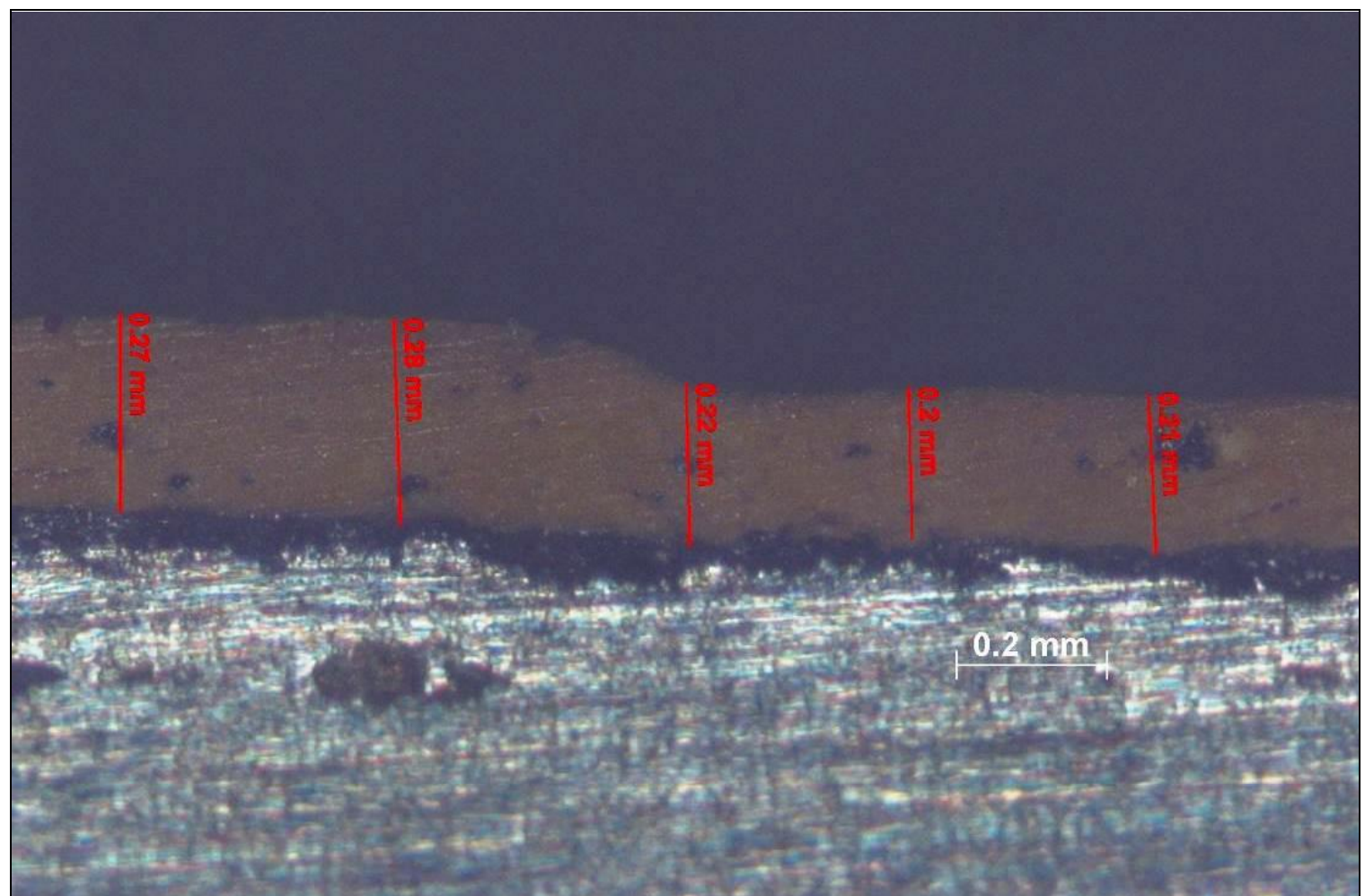


Kuva 16. Testikappaleen Düker alkuperäinen sisäpinnan pinnoitteen poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuva 17. Testatun testikappaleen Saint-Gobain maalatun pään poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

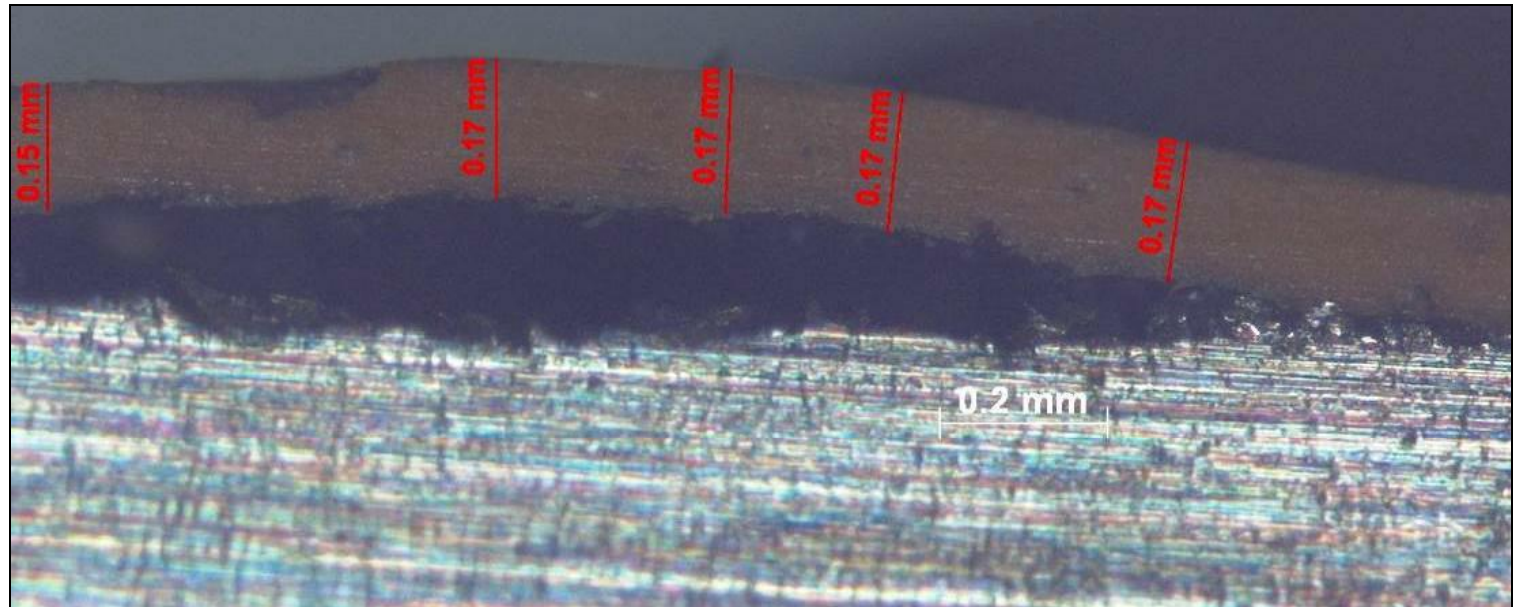


Kuva 18. Testatun testikappaleen Saint-Gobain maalaamattoman pään poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

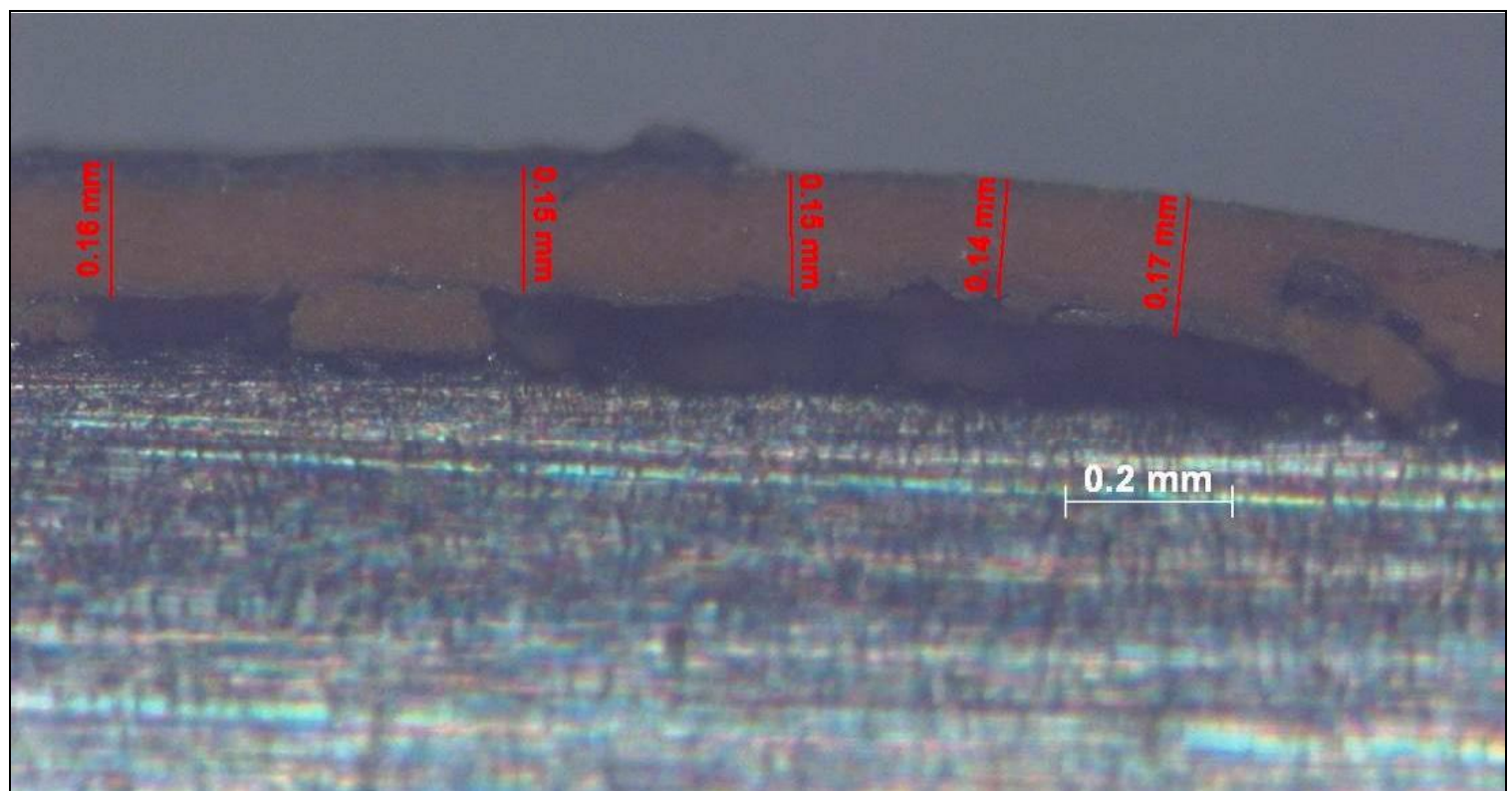
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 19. Testatun testikappaleen Düker maalatun pään poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.



Kuva 20. Testatun testikappaleen Düker maalaamattoman pään poikkileikkauksen valomikroskooppikuva.

Taulukko 1. Pinnoitteiden paksuudet (mm).

Näyte	#1	#2	#3	#4	#5	keskiarvo
Saint-Gobain alkuperäinen	0,3	0,3	0,27	0,21	0,29	0,27
Saint-Gobain maalattu testattu	0,19	0,2	0,22	0,2	0,21	0,20
Saint-Gobain maalaamaton testattu	0,27	0,28	0,22	0,2	0,21	0,24
Düker alkuperäinen	0,15	0,16	0,16	0,17	0,14	0,16
Düker maalattu testattu	0,13	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16
Düker maalaamaton testattu	0,16	0,15	0,15	0,14	0,17	0,15

Putkien sisäpinnoitteiden paksuudet eivät ole merkittävästi muuttuneet testauksen aikana. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin olevan ohuempi kuin Saint-Gobain merkkinen pinnoite. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin irronneen putkesta ja muodostaneen pyöreämuotoisia kohoumia pinnoitteeseen.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

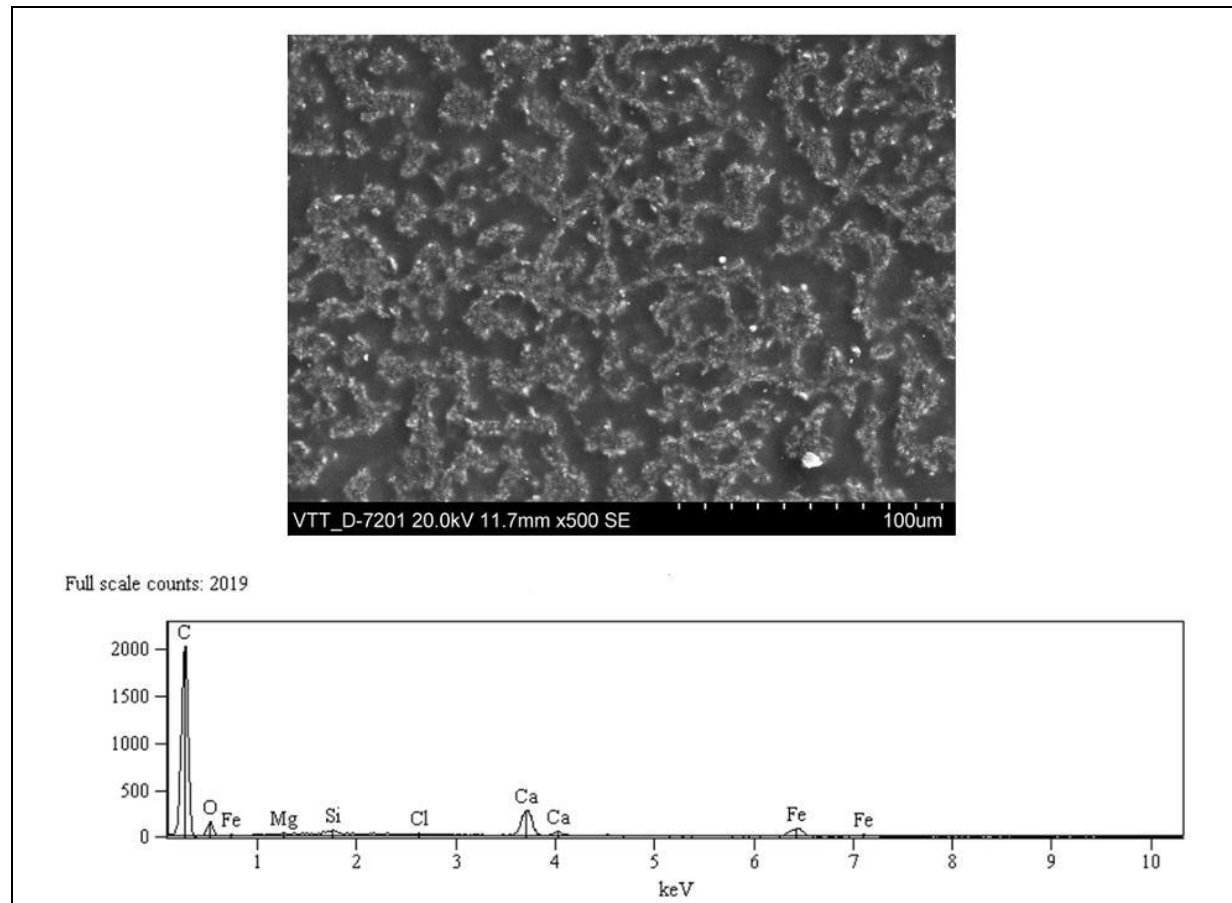
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

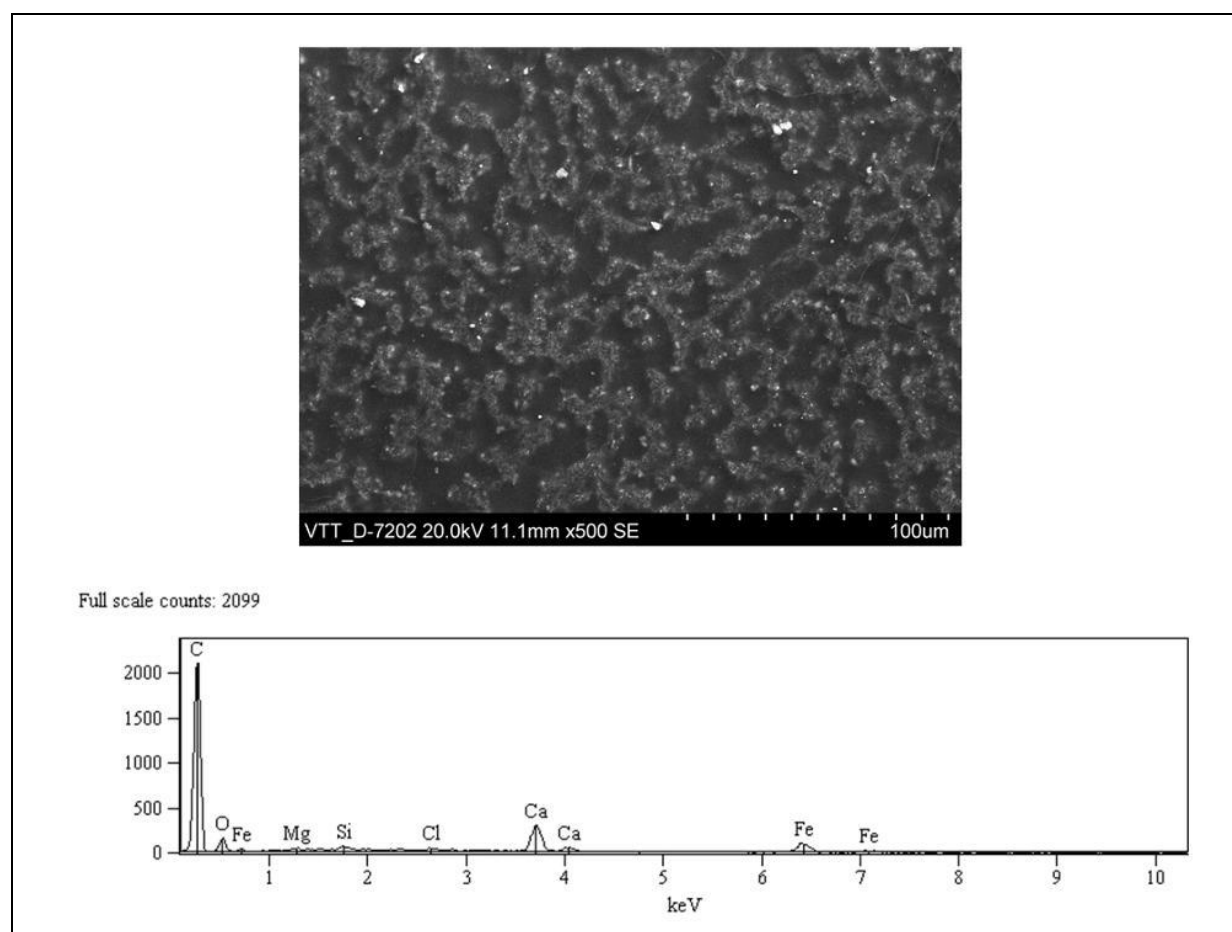
Putkien sisäpinnoitteiden yksityiskohtien tarkastelu

Suoritus ja tulokset

Putkien sisäpintojen pinnoitteiden yksityiskohtia tutkittiin elektronimikroskopiolla (SEM) ja analysoitiin siihen liitettyllä röntgenanalysaattorilla (EDS), jolla havaitaan hiili (C) ja sitä raskaammat alkuaineet. Kevyemmät alkuaineet, ja alkuaineet joiden pitoisuus on pieni (<0,5%) eivät välttämättä näy analyysissä. Sisäpinnoitteiden SEM-kuvat ja röntgenspektrit on esitetty kuvissa 21 – 26.

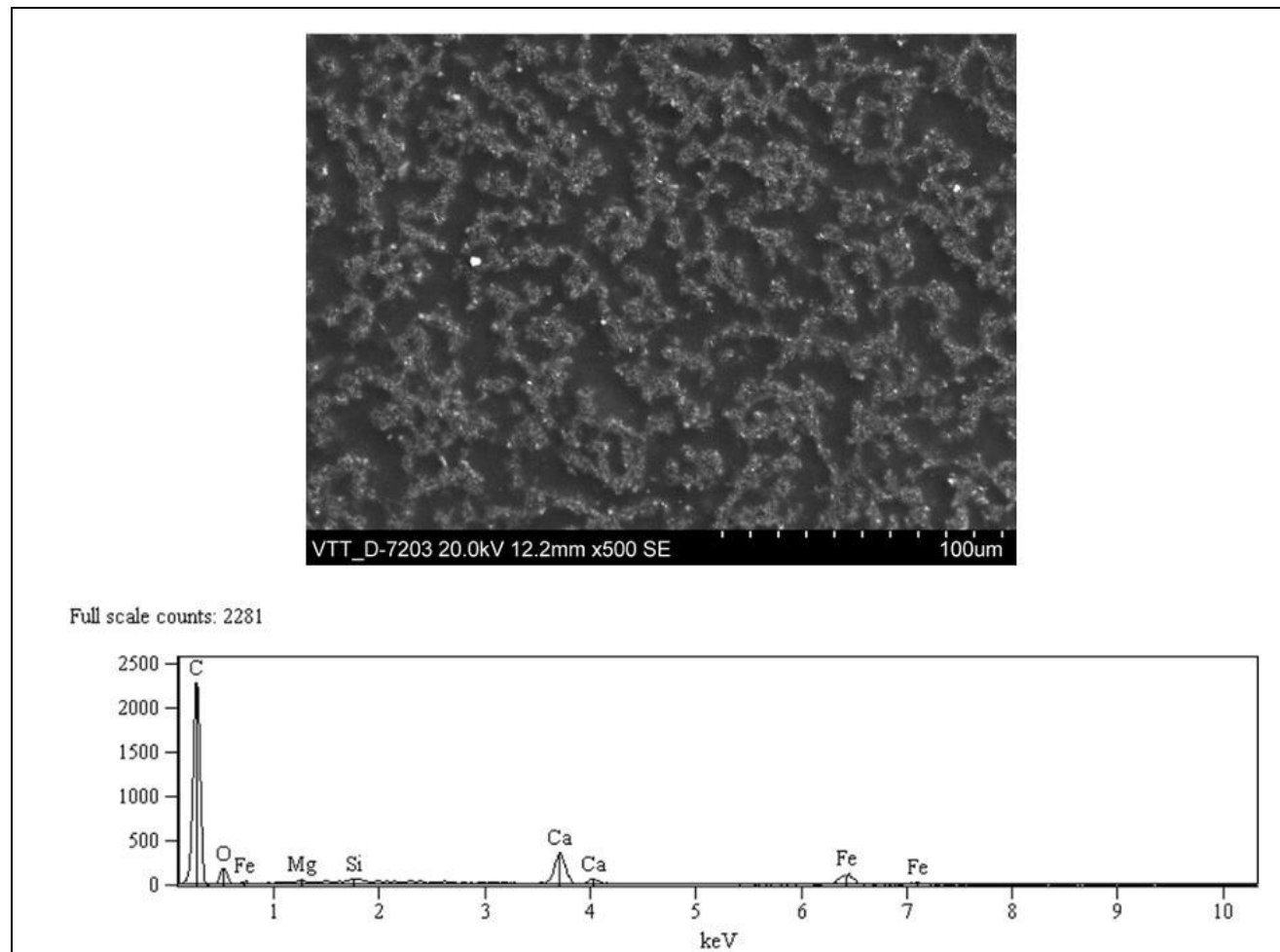


Kuva 21. Testikappaleen Saint-Gobain alkuperäinen sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).



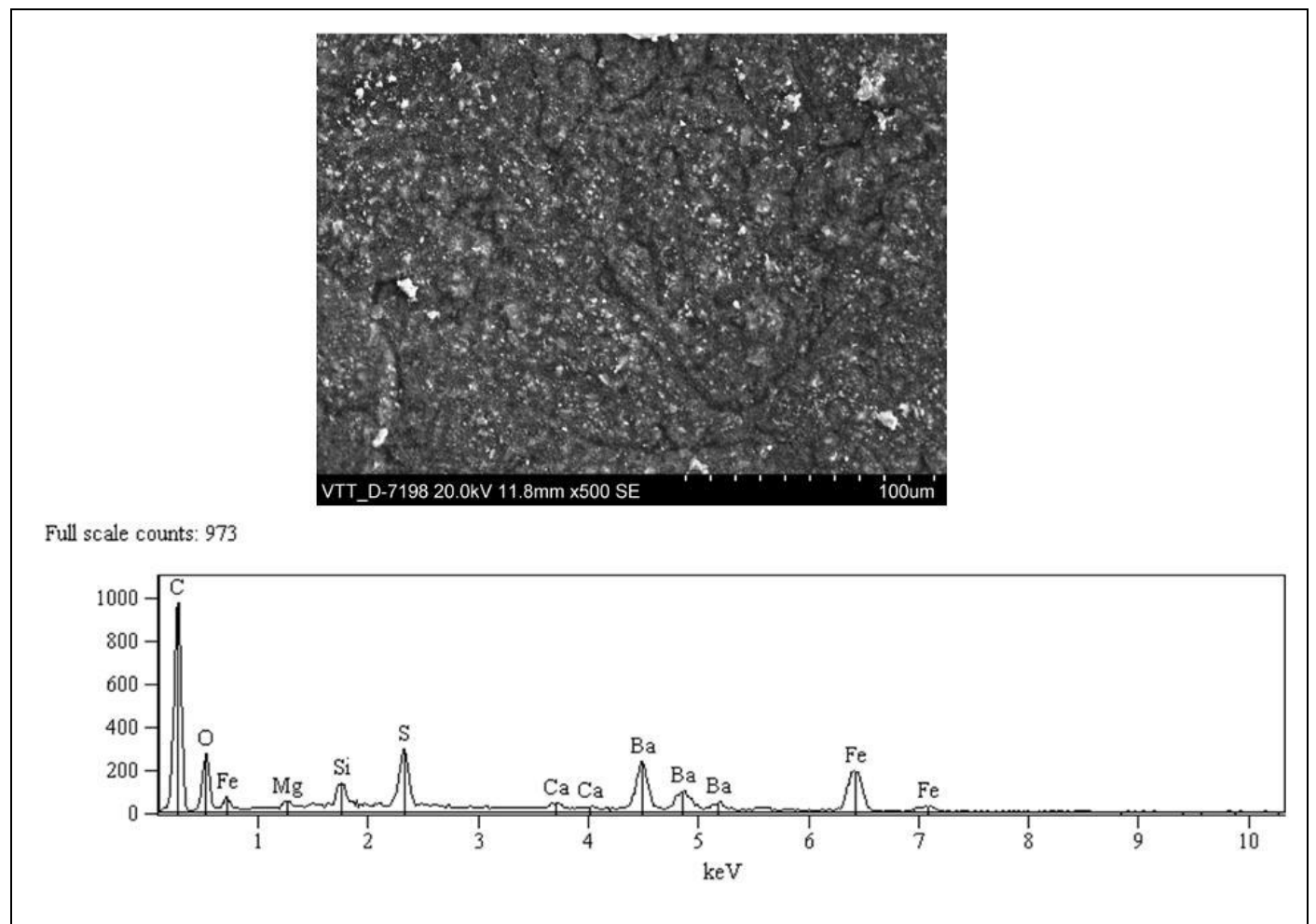
Kuva 22. Testikappaleen Saint-Gobain maalattu ja testattu sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



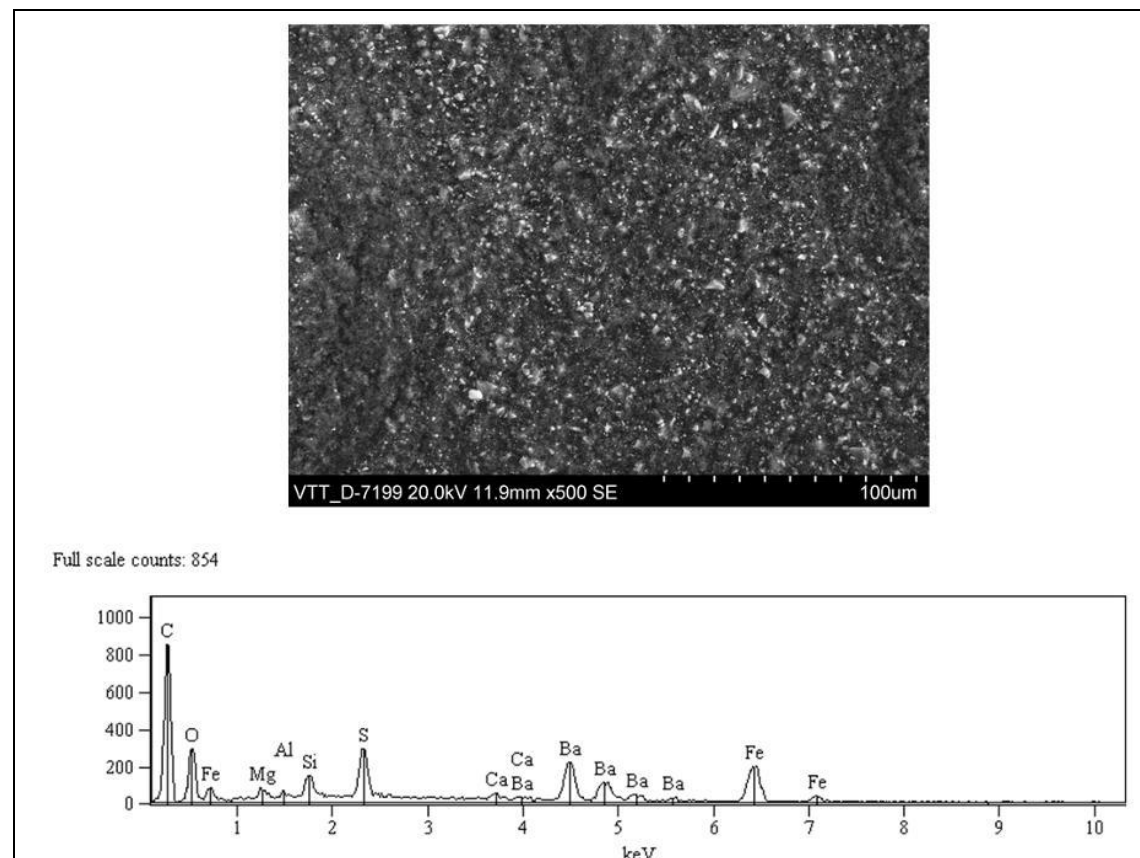
Kuva 23. Testikappaleen Saint-Gobain maalaamaton ja testattu sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).

Testikappaleen Saint-Gobain alkuperäinen sisäpinnalta havaittiin hiilen (C) ja hapen (O) ohella kalsiumia (Ca) ja rautaa (Fe) sekä hieman piitä (Si), magnesiumia (Mg) ja klooria (Cl). Testaus ei muuttanut havaittujen alkuaineiden keskinäisiä suhteita merkittävästi.

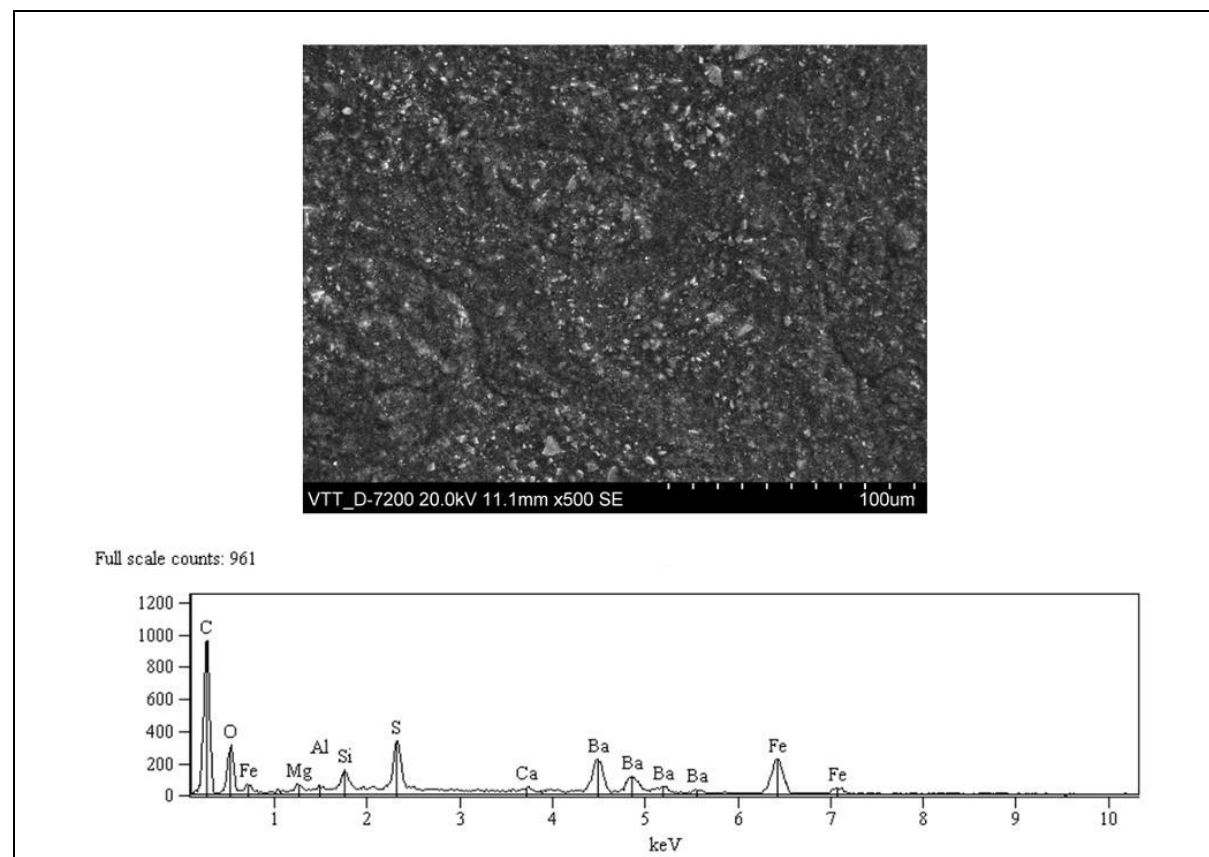


Kuva 24. Testikappaleen Düker alkuperäinen sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



Kuva 25. Testikappaleen Düker maalattu ja testattu sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).



Kuva 26. Testikappaleen Düker maalaamaton ja testattu sisäpinnan SEM-kuva ja röntgenspektri (EDS).

Testikappaleen Düker alkuperäinen sisäpinnalta havaittiin hiilen (C) ja hapen (O) ohella rautaa (Fe), bariumia (Ba), rikkiä (S), piitä (Si) ja hieman magnesiumia (Mg), alumiinia (Al) ja kalsiumia (Ca). Testaus ei muuttanut havaittujen alkuaineiden keskinäisiä suhteita merkittävästi

Pinnoitteiden kovuudet

Suoritus ja tulokset

Pinnoitteiden kovuudet mitattiin putkien sisäpinnoilta Vickers-kovuuslukuina (HV1) käyttäen 9,81N kuormaa. Kovuudet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Putkien sisäpintojen pinnoitteiden kovuudet (HV1).

Näyte	#1	#2	#3	#4	#5	keskiarvo
Saint-Gobain alkuperäinen	22,8	24,2	19,7	18,6	23,8	21,8
Saint-Gobain maalattu testattu	18,4	14,4	25,7	26,6	18,4	20,7
Saint-Gobain maalaamaton testattu	23,3	25,5	29,2	26,5	26,9	26,3
Düker alkuperäinen	26,4	24,7	28,1	26,9	26,5	26,5
Düker maalattu testattu	17,6	16,5	13,2	16,8	18	16,4
Düker maalaamaton testattu	17,8	14,4	20	18,5	18,6	17,9

Testauksen vaikutuksesta Düker tyyppinen sisäpinnoite pehmenee merkittävästi.

Tulosten tarkastelu

Testauksen tarkoituksen oli verrata Saint-Gobain ja Düker merkkisten viemäriputkien sisäpinnoitteiden kestävyyttä n. 80 °C Auroran Sairaalan testivedessä kolmen viikon ajan. Magneettisekoittimella pidettiin testivesi tasaisessa liikkeessä. Liitoksessa oli vastakkain yläpuolelle maalaamaton ja alapuolella maalattu viemäriputken sahauspinta. Maalina käytettiin Saint-Gobain PAM-EXTREM1 merkkistä maalia, jonka värisävy oli ROUGE BRUN.

Avattuja testikappaleita silmämääräisesti verrattaessa havaittiin maalaamattomien viemäriputkien sahauspinnoilla Düker merkkisen putken ja pinnoitteen välissä syöpymisen edenneen voimakkaamin kuin Saint-Gobain merkkisillä putkilla. Lisäksi havaittiin maalatuissa viemäriputkien sahauspäissä Saint-Gobain PAM-EXTREM1 maalin irronneen isoina paloina Düker merkkisen putken pinnoitteesta. Maalin suojaava vaikutus Düker merkkisillä putkilla on heikompi kuin Saint-Gobain merkkisillä putkilla.

Saint-Gobain merkkisen pinnoitteen havaittiin säilyttäneen sisäpinnoitteensa samantyyppisenä testauksen ajan. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin muodostaneen alun perin tasaiseen pinnoitteeseensa kuplia.

Testikappaleen Saint-Gobain alkuperäinen sisäpinnalta havaittiin hiilen (C) ja hapen (O) ohella kalsiumia (Ca) ja rautaa (Fe) sekä hieman piitä (Si), magnesiumia (Mg) ja klooria (Cl). Testaus ei muuttanut havaittujen alkuaineiden keskinäisiä suhteita merkittävästi. Pinnoitteesta ei voitu havaita jonkin pinnoitteen sisältämän alkuaineen liukenemistä.

Testikappaleen Düker alkuperäinen sisäpinnalta havaittiin hiilen (C) ja hapen (O) ohella rautaa (Fe), bariumia (Ba), rikkiä (S), piitä (Si) ja hieman magnesiumia (Mg), alumiinia (Al) ja kalsiumia (Ca). Testaus ei muuttanut havaittujen alkuaineiden keskinäisiä suhteita merkittävästi. Pinnoitteesta ei voitu havaita jonkin pinnoitteen sisältämän alkuaineen liukenemistä.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Putkien sisäpinnoitteiden paksuudet eivät ole merkittävästi muuttuneet testauksen aikana. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin olevan ohuempi kuin Saint-Gobain merkinen pinnoite. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin irronneen putkesta ja muodostaneen pyöreämuotoisia kohoumia pinnoitteeseen ja testauksen vaikutuksesta Düker tyyppinen sisäpinnoite pehmenee merkittävästi.

Johtopäätökset

Suoritettujen testausten perusteella voidaan todeta käytetyn Saint-Gobain PAM-EXTREM1 maalin olevan huonosti sopiva suojaamaan Auroran Sairaalan n. 80°C pesuvedessä Düker merkkisten viemäriputkien sahauspäitä. Kolmen viikon testien aikana pinnoitteiden paksuudet eivät merkittävästi ohentuneet. Pinnoitteesta ei voitu havaita jonkin pinnoitteen sisältämän alkuaineen liukenemistä. Düker merkkisen pinnoitteen havaittiin pehmenevän merkittävästi kolmen viikon testauksen aikana, ja siinä havaittiin testauksen aiheuttamaa kuplimista.

ESPOO, 22.8.2014

Tom E. Gustafsson
Erityisasiantuntija

JAKELU

Tilaja
Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

TARJOUS

30.4.2014

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 HELSINKI

Jouko Väärälä

Täsmennykset: Jouko Väärälä
4.6.2014 - 050 320 4317

Testin tarkoitus on selvittää, että aiheuttaako voimakkaan emäksinen astianpesukoneen poistovesi epoksinnoitteen irtoamista. Toisin sanoen, voiko tämän materiaalin odottaa kestävän Aurora 16A:n olosuhteissa. Samalla ajateltiin tutkia jatkospäiden käsittelyn vaikutusta (s. 2 täsmennys)

Valurautaviemärien sisäpintojen Saint-Gobain ja Düker pinnoitteiden kestävyys testaus kuumentamalla emäksisessä vedessä.

Nämä kappaleet ovat käyttämättömiä ja hankittu verokkinäytteiksi aiempaan vauriotutkimukseen. Kappaleet ovat vastaavaa laatua kuin Auroran sairaalan rakennuksessa 16A käytetyt viemärit.

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme suorittamaan toimeksiannon seuraavin ehdoin.

Testit suoritetaan tilaajan keräämässä (n. 10 litraa) Aurora sairaalan viemäri-
linjan vedessä.

Tilaaaja aiemmin toimittamat ja raportissa VTT 1991-14 kuvatut näytteet E (Saint-Gobain SMA) ja F (Düker SML) toimivat testikappaleina, kuva 1.



Kuva 1. Testikappaleet E(Saint Gobain SMA) ja F (Düker SML)

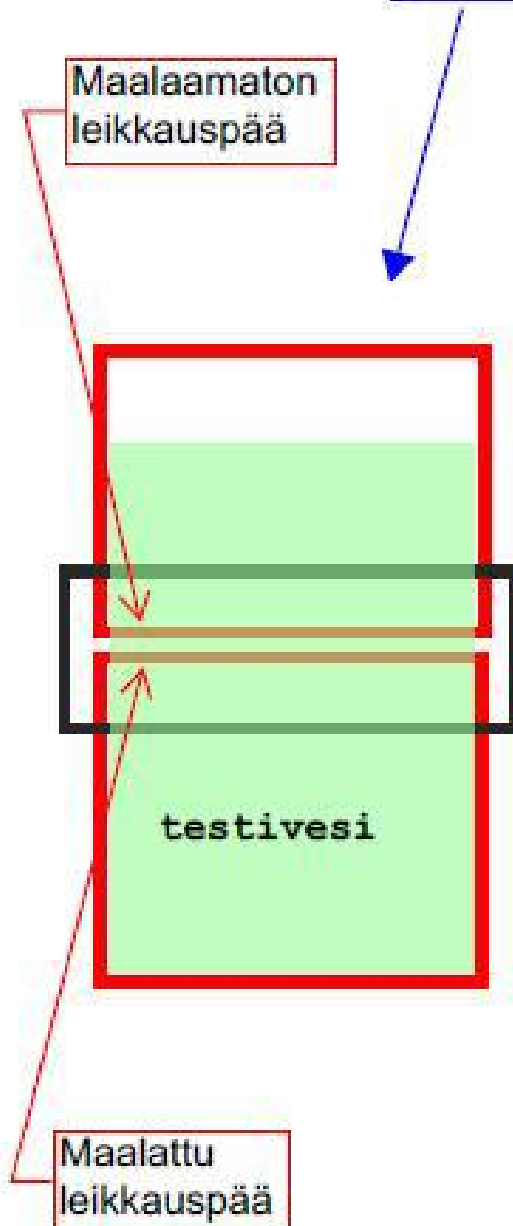
Putkien sisäpintojen pinnoitteet valokuvataan. Putkista leikataan n. 1 cm levyinen viipale alkuperäisellä pinnoitteella myöhempiä vertailuja varten. Putkien sahauspinnat tasataan keskenään samansuuntaisiksi akselia vastaan kohtisuoriksi pinnoiksi. Testiputken alapinnalle tulee ohut teräslevy ja yläpinnalle läpinäkyvä muovilevy tiivisterenkain varustettuna. Levyt kiristetään neljällä pultilla tiiviiksi paketti. Testivesi kaadetaan putkipaketin muovilevyn läpiviennin kautta sisälle putkeen ja sinne laitetaan myös magneettisekoittaja. Muovilevyssä on läpivienti lämpötilan mittausta varten. Läpivientejä voidaan lisätä tarvittaessa saman-aikaista veden pH-mittausta tai johtokyvyn mittausta varten. Paketti asetetaan kuumentavan magneettisekoit-

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

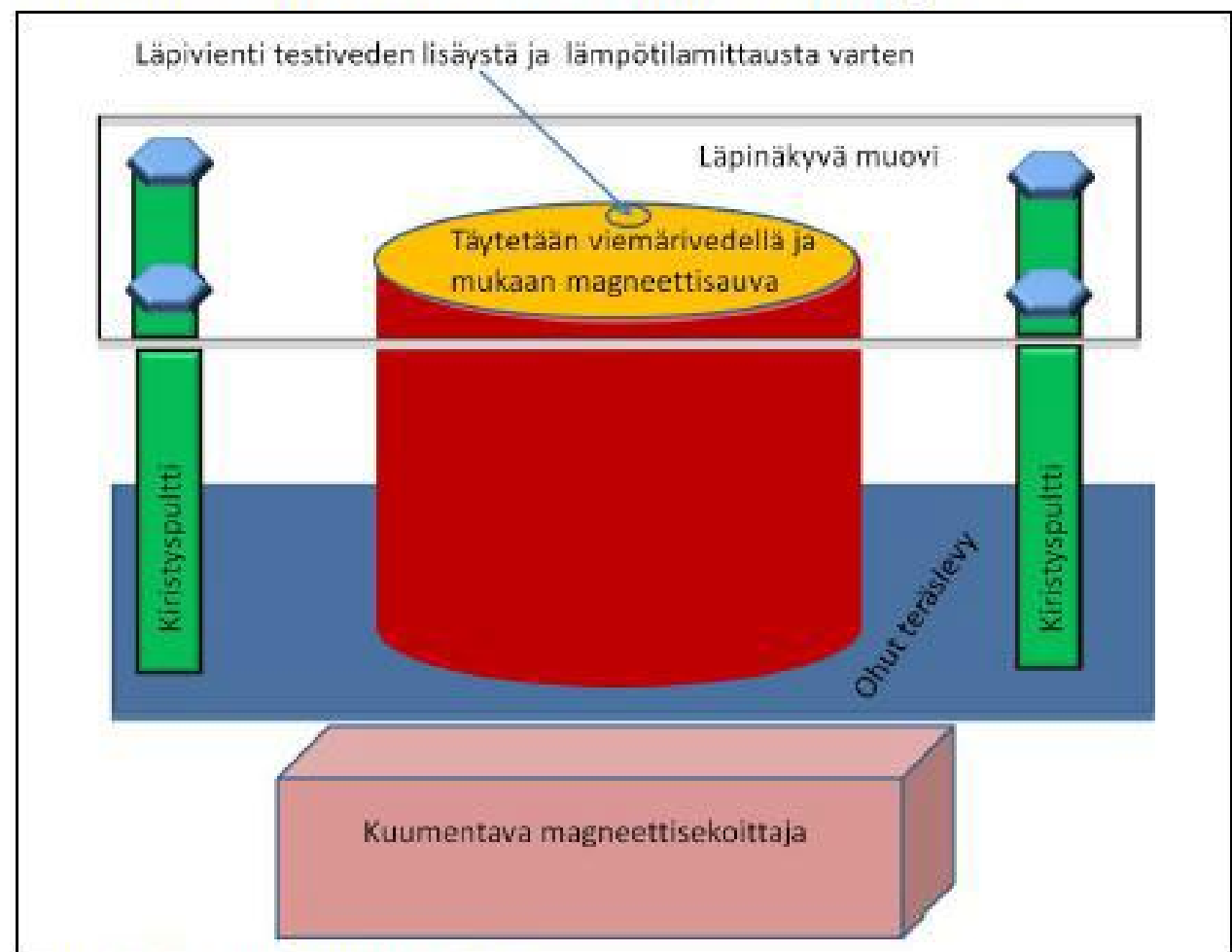
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Palaveerasin VTT:n tutkijoiden kanssa 2.6. tutkimuksen tavoitteista ja käytännön järjestelyistä. Alkuperäistä testiä päätettiin muuttaa siten, että testattavaan kappaleeseen tehdään jatkos. Jatkoksen toinen pää käsitellään valmistajan ohjeiden mukaan epoksimaalilla. Toinen pää jätetään maalaamatta, niin kuin usein käytännön työssä käy. Tällä järjestelyllä saataisiin tutkimustulosta katkaisukohtien käsittelyn merkityksestä viemäreiden kestävyys suhteen.



tajan levyille. Lämpötila nostetaan, että testiveden lämpötila on 80°C ja sekoitus säädetään siten, että putkessa on tasainen viemäriveden liike. Tarvittaessa testikappaleen ympärille asennetaan eristevillakerros lämpöhukan vähentämiseksi. Testit suoritetaan laboratorioon vetokaapissa.



Kuva 2. Kaavio testijärjestelystä.

Testiä jatketaan kolmen viikon ajan seuraamalla lämpötilaa työpäivittäin ja smalla arvioiden silmämääräisesti pinnoitteessa mahdollisesti tapahtuvaa muutosta. Ensimmäisen testin valmistuttua aloitetaan toisen viemäriputken pinnoitteen testaus. Kaikkiaan testaukset kestävät 6 viikkoa.

Testin lopuksi leikataan testatusta putkesta alkuperäisestä viipaleesta näytepalat, joiden pintoja tarkastellaan stereomikroskoopilla (Stereo-OM). Testatusta näytepalasta ja alkuperäisestä viipaleesta valmistetaan poikkileikkaus-
hieet, joiden sisäpinnan pinnoitteen rakennetta tutkitaan valomikroskoopilla (OM). Testikappaleen ja alkuperäisen viipaleen sisäpinnan pinnoitteen kerrospaksuudet mitataan valomikroskoopilla (OM). Pinnoitteiden kovuudet mitataan Vickers-kovuuslukuina (HV1).

Saatuja tuloksia käytetään arvioitaessa viemäriveden emäksisyyden ja lämpötilan vaikutusta epoksipinnoitteen pehmenemiseen ja sitä kautta kulumiseen sekä pinnoitteen ohenemiseen.

Aikataulu	Työ voidaan aloittaa heti tilauksen ja testiveden saavuttua laboratorioon.
Raportointi	Tulokset raportoidaan suomenkielisenä tutkimusraporttina kahdeksan viikon kuluessa tilauksen ja testiveden saapumisesta laboratorioon.
Yhteyshenkilö	VTT Expert Services Oy:ssä asiaa hoitaa Tom E. Gustafsson, Biologinkuja 7, PL1001, 02044VTT, puh:0207225404, email:tom.e.gustafsson@vtt.fi.
Hinta ja laskutus	Toimeksiannon veroton hinta on 4700 €. Laskuille lisätään voimassa oleva arvonlisävero.
Maksuehdot	Maksuehto on 14 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.
Voimassaolo	Tarjous on voimassa yhden (1) kuukauden päiväyksestään.
Muut ehdot	Tarjouksen ulkopuoliset työt veloitetaan erikseen VTT Expert Services Oy:n laskutushintojen mukaan.
	Muutoin noudatetaan VTT Expert Services Oy:n yleisiä sopimusehtoja (Liite 1).

VTT Expert Services Oy

Tom E. Gustafsson
Erityisasiantuntija

LIITTEET

Liite 1. VTT Expert Services Oy:n yleiset sopimusehdot