

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Mika Kynnysmaa

**HARJAVALLAN SUURTEOLLISUUSPUISTON VIEMÄRISELVITYS 2006,
RIKKIHAPPOTEHTAIDEN ALUE**

Työn valvoja

DI Esa Väliäho

Työn teettäjä

New Boliden Harjavalta OY, valvojana kehitysinsinööri Elina

Olenius, vastuualueen johtajana rikkihappotehtaiden käyttöpäällikkö

Pauli Kuisma

Toukokuu 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Kemiantekniikka

Kynnysmaa, Mika

Harjavallan Suurteollisuuspuiston viemäriselvitys 2006,
rikkihappotehtaiden alue

Tutkintotyö

53 sivua + 21 liites.

Työn ohjaaja

DI Esa Väliaho

Työn teettäjä

New Boliden Harjavalta Oy

Toukokuu 2007

Hakusanat

Saneeraus, viemäri, kaivo

TIIVISTELMÄ

Rikkihappotehtaiden alueen viemäriverkosto sekä jätevesilaitoksen (JVL) ja Kokemäenjoen välinen viemäri linja kuvattiin viemärikameralla. Viemäriverkosto pyrittiin selvittämään siten, että tuntemattomia viemäreitä ei ole. Samalla selvitettiin viemäreiden ja kaivojen kunto. Lisäksi tehtiin riskien arviointia, suunnitelma kaivojen merkitsemisestä ja ilmoitettiin viemäriverkoston eroista paikan päällä ja kartalla. Työn tarkoitus on tehdä yhteenveto New Boliden Harjavalta Oy:lle kuvaustuloksista sekä arvioida mahdollisia riskejä liittyen viemäriverkoston. Työssä selvitetään teoriassa eri saneerausmenetelmiä sekä saneeraukseen liittyviä tarpeita, tavoitteita ja tekijöitä.

Rikkihappotehtaan alueella ei löytynyt tuntemattomia jokeen vieviä viemäri linjoja. Ainoastaan muutamia JVL:lle johtavia kaivoja ja linjoja puuttui kartasta. Kuvattaessa löytyi joitakin epämääräisiä viemäri tulppauksia sekä yksi tulppauksen puuttuminen. Kemiran puolella jokeen vievään linjaan tulee yksi tuntematon liittymä. Viemärit ovat kohtalaisessa kunnossa. Alueellisesti SO₂-laitoksen ympäristössä kaivot ja viemäri linjat ovat huonoimmassa kunnossa. Pääasiassa viemäri vaurioita ovat painumat, halkeamat ja rapautumat. Kuvaukset ja TV-kuvaukset suoritti Lassila & Tikanoja (L&T), jolla oli viemäri en kuvaamiseen soveltuva laitteisto sekä kokenut kuvaaja, joten kuvaustuloksia voidaan pitää luotettavina.

TAMPERE POLYTECHNIC

Chemical Engineering
Chemical Engineering
Kynnysmaa, Mika

Sewer system clarification at the Harjavalta's Industry park, sulfuric acid plants area

Engineering Thesis

53 pages + 21 appendixs

Supervisor

M.Sc. Esa Väliäho

Commissioned by

New Boliden Harjavalta Oy

May 2007

Keywords

Renovation, sewer, sewer well

ABSTRACT

Sewer system at sulfuric acid plants and sewer line between river Kokemäenjoki and wastewater plant was documented with sewer camera. The purpose was to clarify sewer system so, that there would not be unknown sewer lines.

Simultaneously, the condition of sewers and wells were clarified. In addition the risk analyzes and the plans of marking the wells were made. Also the sewer system map was updated. The purpose of this study is to summarize results of filming the sewers and estimate possible risks related to sewer system to the New Boliden Harjavalta Oy. The study clarifies in theory different kind of methods, goals, factors and needs of the sewer renovation.

Based on results, there were not found any unknown sewer lines leading to the river at the area of sulfuric acid plants. There were only few wells and sewer lines leading to wastewater plant that were missing from the map. When filming few undefined sewer plugs were found. In one case sewer plug was missing completely. At the Kemira area there is one unknown sewer line that joins the sewer line that leads to the river. The sewer lines are in moderate condition. Locally, the wells and sewer lines near to SO₂-plant are in worst condition. The main damages in sewer lines are collapses, cracks and declines. Filming and the TV-monitoring minutes were carried out by Lassila & Tikanoja. They had proper equipment and professional photographer for sewer filming so therefore the results in this study are reliable.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	6
2 YLEISTÄ VIEMÄRILINJOJEN VAURIOISTA.....	6
3 SANEERAUSTOIMENPITEIDEN TARVE VIEMÄRILINJOISSA.....	7
4 SANEERAUSMENETELMIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT YLEISET TEKIJÄT.....	8
4.1 Tekniset tekijät.....	9
4.1.1 Painumisolosuhteet.....	9
4.1.2 Sortumat.....	9
4.1.3 Puhdistustarve.....	9
4.1.4 Sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin.....	10
4.2 Taloudelliset tekijät.....	10
4.2.1 Muu toiminta saneerattavan johdon ympäristössä.....	10
4.2.2 Liitosten määrä.....	10
4.2.3 Olosuhteet johtokaivannossa.....	11
4.2.4 Olosuhteet viemäriinjan yläpuolella.....	11
4.2.5 Saneeraustyön kesto.....	11
4.2.6 Kustannukset saneerauksen jälkeen.....	11
4.3 Haitat ulkopuolisille.....	11
5 SANEERAUSMENETELMILLE ASETETTAVAT TAVOITTEET.....	12
5.1 Toiminnalliset tavoitteet.....	12
5.2 Tekniset ja rakenteelliset tavoitteet.....	13
5.3 Laadulliset tavoitteet.....	13
5.4 Terveydelliset tavoitteet.....	14
5.5 Taloudelliset tavoitteet.....	14
6 SANEERAUSTYÖN SUUNNITTELU.....	14
7 VIEMÄRIVERKOSTON TUTKIMUSMENETELMÄT.....	15
7.1 Viemärikamerakuvaus.....	16
7.2 Endoskooppi ja fiberoskooppi.....	17
7.3 Silmämääräistarkastus.....	17
7.4 Vuotovesiselvitys.....	17
7.5 Radiosondin käyttö.....	18
7.6 Väriaineen käyttö tutkimuksissa.....	18

8 VIEMÄRIPUTKIMATERIAALIT	18
8.1 Muoviputket	19
8.2 Betoniputket	21
8.3 Muovi- ja betoniputken ominaisuuksien vertailu	23
9 SANEERAUSMENETELMÄT	24
9.1 Pitkäsujutus.....	24
9.2 Pätkäsujutus	26
9.3 Muotoputkisujutus	28
9.4 Sukkasujutus.....	29
9.5 Pakkosujutus.....	31
9.6 Kuristussujutus	33
9.7 Spiraalisujutus	34
9.8 Panelointi.....	35
9.9 Pinnoitus ruiskuttamalla	36
9.10 Kohdeinjektointi	38
10 VIEMÄRIEN TUTKIMINEN SUURTEOLLISUUSPUISTOSSA	39
10.1 Viemärien kuvaaminen.....	40
10.2 Kuvausten tulokset	41
10.3 Kaivojen merkitseminen.....	48
10.4 Karttojen päivittäminen	48
10.5 Riskien arviointi	48
10.6 Johtopäätökset	50
LÄHDELUETTELO	52

1 JOHDANTO

Kesällä 2006 pääsi Harjavallan Suurteollisuuspuiston alueelta öljyä Kokemäenjokeen. Kyseisen tapauksen vuoksi syntyi tarve teollisuusalueen viemäreiden selvittämiseen (poislukien Kemiran alue). Selvitykseen kuuluu viemäreiden kunnan selvittäminen ja viemäriinjojen päivittäminen kartalle sekä riskien arvioinnin päivittäminen.

Suurteollisuuspuiston viemäreiden selvitystyö on laaja ja aikaa vievä prosessi, niinpä tämä työ rajattiin rikkihappotehtaiden alueeseen sekä Kokemäenjoen ja vesienkäsittelylaitoksen väliseen alueeseen.

Tämän työn alussa selvitetään viemäreiden saneeraukseen liittyviä tavoitteita ja tekijöitä sekä asioita, joita on hyvä ottaa huomioon saneeraussuunnitelmaa tehtäessä. Lisäksi kerrotaan viemäreiden kunnan tutkimusmenetelmistä ja viemäriputkien materiaaleista. Työssä esitellään eri saneerausmenelmiä, joissa keskitytään vain viemäriin. Lopussa kerrotaan Harjavallan Suurteollisuuspuiston rikkihappotehtaiden alueen viemäreiden (lukuun ottamatta saniteettiviemäreitä) tutkimisesta sekä tuloksista.

2 YLEISTÄ VIEMÄRILINJOJEN VAURIOISTA

Yleisesti viemäriverkkojen vikatiheys on huomattavasti pienempi kuin vesijohtoverkkojen. Viemäriverkkojen vikatiheys ei kuitenkaan kerro koko totuutta, koska vesijohtovaurion sattuessa, se korjataan heti, kun taas viemärivaurio voi olla pitkänkin aikaa huomaamaton. Muutenkaan viemärivaurion korjaaminen ei aina ole niin kiireellinen tai sitä pidetä niin kiireellisenä kuin vesijohtovaurion korjaamista. /6, s.193/ Kuitenkin viemäriverkoston toimiminen on tärkeää niin taloudellisesti kuin ekologisestikin.

Putkiston ideaalitilanne on ehdoton tiiveys. Kun viemäriverkosto on tiivis ja turvallinen, pääsee siihen vain verkostoon tarkoitettua vettä ja mahdollisimman vähän vuotovesiä. /5, s.648/ Näin ollen vedenkäsittelyyn tuleva määrä pysyy mahdollisimman pienenä ja veden käsittelykustannukset pysyvät kurissa.

Usein saneerauksen syynä ovat vuotavien viemäreiden ympäristövaikutukset. Kun viemäriputkistossa on vaurioita, kuten esimerkiksi vuotava liitoskohta tai heikentynyt putken rakenne, saattaa viemäriin päästä sen ulkopuolelta sinne kuulumatonta vettä. Jätevesiviemäreissä virtaa jäteveden lisäksi vuotovettä, joka on peräisin joko kiinteistöjen tai päällystettyjen alueiden kuivatuksesta, pintavesivaluman pääsemisestä viemäriin tai pohjaveden pääsemisestä viemäriverkkoon. Kun putkistossa olevat vauriot päästävät ylimääräistä vettä viemäriverkostoon, niin samoin viemäristöstä saattaa päästä putkien ulkopuolella olevaan maaperään haitallista jätevettä. Viemärivettä voi valua putkesta suoraan maaperään tai viemäriin tukkeutuessa tai sen kapasiteetin ylittyessä viemärivettä pääsee ylivuotona suoraan luontoon. Tämä on erittäin epäsuotuisaa varsinkin pohjavesialueilla. /10, s.4/

3 SANEERAUSTOIMENPITEIDEN TARVE VIEMÄRILINJOISSA

Viemäriinjan saneeraustarve tulee esiin, kun putken kunto on heikentynyt siten, ettei se enää vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Viemäriverkoston saneeraustoimenpiteiden tarve saattaa aiheutua rakenteellisista, toiminnallisista tai muista tekijöistä. /12, s. 7/

Saneeraustarvetta aiheuttavat rakenteelliset tekijät ovat putkien raaka-aineiden ja rakenteiden heikkeneminen, tiivisteiden rappeutuminen, painumat ja siirtymät sekä korrosio /5, s.652; 8, s. 1; 11, s. 34; 12, s. 7/.

Toiminnallisia tekijöitä ovat verkoston kapasiteetin lasku saostumien vuoksi, alikuormitus sekä ylikuormitus /5, s. 652; 8, s. 1; 11, s. 34; 12, s. 7/.

Muita saneeraustarvetta aiheuttavia tekijöitä ovat muutos maankäytössä, muu rakennustoiminta sekä olosuhteiden muuttuminen johdon yläpuolella. Myös putkien huuhteleminen liian suurella paineella saattaa aiheuttaa putkivaurioita. /5, s. 652; 8, s. 1; 11, s. 37; 12, s.7/.

Yksittäisen putken tai koko viemäriverkoston saneeraukseen tulee ryhtyä viimeistään silloin, kun putkirikkoja ja tukoksia esiintyy toistuvasti, viemärisortumien vaara kasvaa, johtojen kapasiteetti ei riitä tai viemäri-vesilaitoksen kapasiteetti ei viemäriverkoston johtuvista syistä riitä. /5, s. 652/

Saneeraustarvetta voidaan arvioida, tilastotietojen avulla, tarkastelemalla kunnossapitotoimenpiteiden lisääntymistä ja niiden keskittymistä viemäriverkoston eri osiin sekä käyttö- ja kunnossapitokustannuksia. Lisäksi on syytä tarkastella pumpattuja, kulutettuja ja viemäri-ssä virtaavia vesiä, viemäri-vesilaitoksen kapasiteetin riittävyyttä, verkoston ikää ja materiaaleja sekä ympäristövaikutuksia ja ympäristövaikutusten näkyvyyttä. /5, s. 652/

4 SANEERAUSMENETELMIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT YLEISET TEKIJÄT

Saneeraus jaetaan uusimiseen, peruskorjaukseen ja perusparantamiseen (LIITE 1). Saneerausmenetelmän valinta tehdään yleensä kahden pääratkaisumallin välillä. Toinen malli on se, että uusitaan kaivamalla linja auki ja asennetaan uudet putket, ja toinen malli on valita muiden saneerausmenetelmien kesken. Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavia päätekijöitä tai lähtötietoja ovat tekniset tekijät, taloudelliset tekijät sekä haitat ulkopuolisille. /6, s. 195/

4.1 Tekniset tekijät

Saneerauksen keskeisiä teknisiä tekijöitä ovat painumisolosuhteet, sortumat, puhdistuksen tarve sekä siirtyminen sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin /6, s. 196/.

4.1.1 Painumisolosuhteet

Saneeraustarpeen aiheutuessa pahoista painumista, on uusiminen auki kaivamalla lähes ainoa mahdollisuus. Painuman ollessa vähäistä tai todetaan, että painuman tila ei enää pahene, voidaan käyttää muita menetelmiä. Viemäriinjan kulkiessa syvällä tai pohjaveden pinnan alapuolella tai kaivuolosuhteiden ollessa vaikeat, ei aukikaivaminen taloudellisesti ajateltuna ole järkevä vaihtoehto. /6, s. 196/

4.1.2 Sortumat

Viemäriinjan ollessa sortunut, on kaivettava auki joko koko johto tai vain sortuneet kohdat. Mikäli muodonmuutos ei ole vielä vakava, on muiden menetelmien käyttö todennäköisesti mahdollista. /6, s. 196/

4.1.3 Puhdistustarve

Eräät saneerausmenetelmät vaativat saneerattavan viemäriosan puhdistamista korkeapainehuuhtelulla. Viemäriinjan osoittautuessa syöpyneeksi tai siinä todetaan halkeamia, on sen puhdistuksenkestävyys selvitettävä ennen työn aloittamista. Ulkopuolisen urakoitsijan osallistuessa työhön, on vastuukysymyksistä oltava selvät sopimukset. /6, s. 196/

4.1.4 Sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin

Valittaessa saneerausmenetelmää tulisi tarkastaa mahdollinen tarve rakentaa erillinen sadevesiviemäri jätevesiviemärin rinnalle. Näin pystyttäisiin, jos muuten ei ole mahdollista, estämään hulevesien johtamista jätevesiviemäriin, joka muuten turhaan kuormittaa jätevesi määrää. /6, s. 196/

4.2 Taloudelliset tekijät

Saneerausmenetelmien valinnassa huomioon otettavia taloudellisia tekijöitä ovat muu toiminta saneerattavan johdon ympäristössä, tonttiliitosten lukumäärä, olosuhteet johtokaivannossa, olosuhteet viemäriinjohtolinjan yläpuolella, saneeraustyön kesto, kustannukset saneerauksen jälkeen sekä ennalta arvaamattomat kustannukset. /6, s. 197/

4.2.1 Muu toiminta saneerattavan johdon ympäristössä

Viemäriinjohtolinjan ympäristössä tehtäessä muita maanrakennustöitä, kuten muiden putkien ja kaapeleiden saneerausta tai uudisrakentamista, voi viemärin saneeraus aukikaivamalla olla perusteltua. Jos ollaan vain uusimassa maanpäällystettä, esimerkiksi tietä, ja samalla jokin viemäriinjohto sen alla on saneerattava, on järkevämpää käyttää jotain muuta saneerausmenetelmää kuin aukikaivamista. Näin tien rakenteen tasaisuutta ei ainakaan huononeta. Aukikaivamisen seurauksena saattaisi olla epätasaiset painumat päällysteen pinnassa. /6, s. 197/

4.2.2 Liitosten määrä

Tehtäessä valintaa aukikaivamisen ja muiden saneerausmenetelmien kesken, ei saneerattavaan viemäriinjohtoon liittyvien johtojen määrällä yleensä ole vaikutusta.

Kun taas vaihtoehtoisten saneerausmenetelmien kesken tehtäessä vertailua, viemäriliitosten määrällä voi olla ratkaisevakin merkitys. Erityisesti silloin kun aukikaivettavat liitokset ovat työteknisesti hankalia. /6, s. 197/

4.2.3 Olosuhteet johtokaivannossa

Mikäli olosuhteet johtokaivannossa ovat aukikaivamisen kannalta hankalat, on helpompaa ja taloudellisempaa saneerata viemärijohto aukikaivamatta. /6, s. 197/

4.2.4 Olosuhteet viemäriinjan yläpuolella

Viemäriinjan yläpuolella saattaa olla muita rakenteita, jotka aukikaivamistilanteessa jouduttaisiin uusimaan tai siirtämään. Rakenteita ovat putket, kaapelit, rakennukset, tukimuurit, istutukset ja päällysteet tai muut sellaiset. Ne tulee ottaa huomioon taloudellisuusvertailussa. /6, s. 197–198/

4.2.5 Saneeraustyön kesto

Saneeraustyöhön käytetty aika on ratkaiseva tekijä kokonaiskustannuksissa. Saneeraus aukikaivamalla vie usein enemmän aikaa kuin aukikaivamatta tehtävä saneeraus, mikä näkyy myös kustannuksissa. /6, s. 198/

4.2.6 Kustannukset saneerauksen jälkeen

Saneerausmenetelmän valinnassa tulee huomiota kiinnittää välittömien kustannusten lisäksi myös niihin kustannuksiin, jotka aiheutuvat vasta tulevaisuudessa. Toteutettaessa saneeraus aukikaivamalla, on tulevat ylläpitokustannukset melko hyvin tiedossa, kun taas kaikkien saneerausmenetelmien todellisesta taloudellisesta käyttäjästä ei ole vielä kokemusta. Kunnossapitokustannukset voivat olla erilaisia eri saneerausvaihtoehdoilla. /6, s. 198/

4.3 Haitat ulkopuolisille

Rakennettu ympäristö asettaa saneeraustyön toteutukselle rajoituksia. Saneerausta suunniteltaessa on syytä ottaa huomioon ulkopuolisille aiheutuvat haitat. Haittojen pitää olla mahdollisimman lyhytaikaisia sekä etukäteen ajoitettuja. Jos viemäriinjaa joudutaan saneeraamaan aukikaivamalla, on liikennejärjestelyt huomioitava hyvin. Samoin on yritettävä minimoida saneerauksesta aiheutuvat haitat tuotantolaitoksille sekä yrityksille. Haittaa saattaa aiheutua myös maassa oleville putkille, kaapeleille ja johdoille. /6, s. 198; 9, s. 20/

5 SANEERAUSMENETELMILLE ASETETTAVAT TAVOITTEET

Saneerausmenetelmille asetettavia tavoitteita ovat toiminnalliset, tekniset, rakenteelliset, laadulliset, terveydelliset sekä taloudelliset tavoitteet. /8, s. 5; 12, s. 7/

5.1 Toiminnalliset tavoitteet

Saneerauksen jälkeen putken kapasiteetin tulee parantua tai säilyä riittävänä ja viemäriin mahdollinen kaltevuus tulee säilyttää. Saneerauksessa käytettävien materiaalien on kestävä huollosta aiheutuvat rasitukset, mm. sulatukset sekä huuhtelut, ja lisäksi saneeratulle laitteistolle tavoitteeksi asetettujen ominaisuuksien tulee säilyä hyvänä. Viemäriputkiin täytyy pystyä tekemään jälkikäteen liittymiä sekä haaroja ja vanhojen liittymien kunnon pitää parantua runkolinjaa saneerattaessa. Käyttökatkosten tulee olla mahdollisimman lyhytkestoisia. /8, s. 5; 12, s. 8/

5.2 Tekniset ja rakenteelliset tavoitteet

Saneerauksessa käytettävien tuotteiden tulee täyttää eri materiaaleille asetetut yleiset laatuvaatimukset, kuten mitat, merkinnät, ominaisuudet ja koestukset.

Viemäriputken paine- ja lujuusluokka tulee määrittää olosuhteiden mukaiseksi tai säilyttää vanha, jos ei muuta päätetä. Putken lujuuden tulee olla riittävä koko suunnitellun käyttöiän. Lujutta määriteltäessä on huomioitava lämpölaajeneminen, välitilan täyttötarve, muodonmuutokset, erilaiset kuormitukset, pinnoituspaksuudet sekä vanhan ja uuden rakenteen yhteistoiminta. Huomiota tulee kiinnittää myös käytetyn saneerausmenetelmän, putken, sukan, kalvon tai pinnoitteen, asettumiseen ja kiinnittymiseen.

Lisäksi saneeratun viemäriin tulee olla tiivis niin, että se täyttää uudisrakenteen tiivisyvaatimukset, sekä karkeuskertoimen on oltava pieni, jotta putkiston itsepuhdistus- ja vedenjohtokyky paranee tai pysyy hyvänä.

Saneerauksen työtekniikoissa tulee ottaa huomioon sallitut veto- ja työntöjännitykset sekä vaikutukset rakenteille. Myös kaivantojen tarve on syytä ottaa huomioon. /8, s. 6; 12, s. 8/

5.3 Laadulliset tavoitteet

Saneeraukseen käytettävillä tuotteilla pitää olla hyvä korroosionkestävyys. Saneeratun putken tulee kestää normaaleja verkostovesiä sekä mahdollisia haitallisia aineita, jotka saattavat joutua viemäriverkostoon. Lisäksi saneeratulla putkella tulee olla hyvä kulutuksenkestävyys.

Käyttöikä uudisrakentamiseen verrattavilla saneerauksilla tulee olla normaaliolosuhteissa vähintään 75 vuotta. Muiden menetelmien osalta käyttöikä voi

olla lyhyempi, jos se on toteuttamis- ja käyttökustannuksiin suhteutettuna järkevää.

/8, s. 7/

5.4 Terveydelliset tavoitteet

Käytettävät saneerausmenetelmät eivät saa aiheuttaa vaaraa työntekijöille tai ympäristölle. Eli toisin sanottuna ympäristöriskit on pyrittävä minimoimaan saneerausta tehtäessä ja sen jälkeen. Työturvallisuudesta on pidettävä kiinni. /8, s.

7; 12, s. 8/

5.5 Taloudelliset tavoitteet

Taloudelliset tavoitteet saneerausmenetelmän osalta ovat mahdollisimman alhaiset kustannukset. Siihen vaikuttaa rakentamisen ja kunnossapidon kustannukset, työn kesto, aiheutuvat haitat viemäriin käyttäjille sekä toimintakeskeytykset. /8, s. 7;

12, s. 8/

6 SANEERAUSTYÖN SUUNNITTELU

Kun yksittäistä johto-osaa saneerataan, tulee sen perustua koko viemäriverkoston saneerauksen yleissuunnitelmaan sekä saneerauskohteen toteuttamissuunnitelmaan, joka on sen pohjalta tehty. Nämä määräävät monia yksittäisen johto-osan saneeraukseen ja menetelmän valintaan liittyviä asioita, kuten mikä on putkistojen kunto ja mitä toimenpiteitä, esimerkiksi puhdistus, se edellyttää. Voidaanko vanhoja rakenteita käyttää hyväksi ja mikä on hankkeiden kiireellisyysjärjestys. Onko kaikki johto-osat tulevaisuudessa tarpeellisia ja voidaanko tietyille johto-osalle määrittää normaalia lyhyempi käyttöikä. Onko viemäriä kokoa muutettava

isommaksi tai mahdollista pienentää. Tarvitaanko sulkuventtiilejä lisää ja niiden sijoituspaikat. Harvennetaanko viemäriin kaivovälejä. Mitkä ovat saneeraustyöhön vaikuttavat ulkoiset olosuhteet, kuten maaperä ja pohjavesi. Mikä on työn ajankohta ja mitä oheistöitä voi samalla tehdä. /8, s. 9/

Varsinainen saneeraustyö on yleensä nopeaa, mutta sen valmistelu voi kestää kauan. Puutteellinen valmistelutyö saattaa aiheuttaa lisäkustannuksia ja viivästymistä. Saneeraustyön toteutusta suunniteltaessa pitää viemärimateriaalien määrät laskea tarkkaan, jotta voidaan tehdä tilaus tarvittavista määristä putki- ja kaivotuotteita. Tämä vähentää mahdollisia materiaalipulaan liittyviä viivästyksiä. /3, s. 76; 8, s. 9/

Saneeraustyö tulee aina valmistella huolellisesti ja on varauduttava mahdollisiin viemäriveden pumppauksiin. Työn suunnittelussa otetaan huomioon kaivantosuunnitelmat, painekokeet sekä tiiviystestit. /8, s. 9/

Viemäreiden saneeraussuunnitelmasta täytyy löytyä kaikki toteutuksessa tarvittava tieto. Saneeraussuunnitelman tulee olla yksiselitteinen, toteuttamiskelpoinen ja taloudellisesti harkittu. Saneeraustyön toteuttamiseen tarvittavat luvat on hankittava ajoissa, jotta niiden mahdollisesti aiheuttamat asiat otetaan huomioon jo suunnitelmaa tehtäessä. /9, s. 4/ Sopimusasiakirjoissa tulee yksityiskohtaisesti määrittää asetetut vaatimukset työn suoritukselle ja lopputulokselle sekä vastuukysymykset. /8, s. 9/

7 VIEMÄRIVERKOSTON TUTKIMUSMENETELMÄT

Viemäriverkoston tutkimusmenetelmiin kuuluu putkenkuntoa sisäpuolelta tarkastelevat laitteet, kuten viemärikamerakuvaus sekä endoskooppi ja fiberoskooppi tähystys. Muita tutkimusmenetelmiä ovat silmämääräistarkistus ja vuotovesiselvitykset sekä mahdolliset painumamittaukset. Lisäksi tutkimusmenetelmiin kuuluu putkenpaikantamiseen tarkoitettu radiosondilaitteisto.

Myös väriainetta on mahdollista käyttää tutkimusmenetelmiin. /4, s. 47–53; 5, s. 660–663; 10, s. 37; 12, s. 14–15/

7.1 Viemärikamerakuvaus

Viemäreiden TV-kuvaus on erinomainen tapa viemäreiden kunnon ja toimivuuden selvittämisessä. Viemärikameralla pystytään kuvaamaan viemärit sisäpuolelta ja kuvausmateriaali tallennetaan DVD-levyille, joista on helppo myös myöhemmin tarkastella tiettyä kaivoväliä tai linjaa kokonaisuudessaan. Kuvaus suoritetaan yleensä viemärikaivoista siten, että koko kaivoväli tulee kerralla kuvattua. /4, s. 51; 10, s. 78/

Menetelmä edellyttää yleensä, parhaan lopputuloksen saamiseksi, viemäriin huuhtelua ja puhdistamista ennen kuvauksen aloittamista, mutta se ei ole välttämätöntä. Täyttöaste viemäriässä ei saa ylittää 50 %, muussa tapauksessa linja joudutaan tulppaamaan tai pumppaamaan kaivoväli virtauksen vähentämiseksi. / 2, s. 116; 4, s. 52; 5, s. 662–663; 12, s. 15/

Viemärikuvakseen käytettävä kauko-ohjattu kameravaunu on yhteydessä virtalähteeseen ja näyttöön kaapelin avulla. Kaapeli mittaa samalla kameran etäisyyden lähtöpisteestä. Kameravaunussa on yleensä myös paikannuslaite, jolla kameran sijainti ja havaittu vauriokohta voidaan paikantaa. Paikannuslaitteen avulla voidaan tehdä piirustukset viemäreiden sijainnista. /4, s. 51–52; 5, s. 662–663/

TV-kuvausmenetelmä on nopein tapa viemäriin kunnon tutkimiseen. Menetelmällä havaitaan viemäriputkiston sisäpuolella olevat virheet, kuten siirtymät, sortumat, painaumat, halkeamat, asennusvirheet sekä putkessa olevat tukokset ja vieraat esineet. TV-kuvausmenetelmä sopii hyvin ison alueen kokonaistilanteen kartoittamiseen. /4, s. 51; 12, s. 15/

7.2 Endoskooppi ja fiberoskooppi

Endoskooppi ja fiberoskooppi ovat tähystyslaitteita, mutta huomattavasti pienempiä kuin viemärikamera. Endoskooppi ja fiberoskooppi ovat keskenään lähes samanlaisia laitteita. Ero näillä kahdella on siinä, että endoskooppissa on jäykkä linssisysteemi ja fiberoskoopissa valokuituoptiikkaan perustuva taipuisa kuvauspää, jota voi ohjata. Nämä soveltuvat pienten putkistojen sisälle tähystämiseen ja rakenteissa kulkevien putkiosien tarkastamiseen silmämääräisesti. /4, s. 52–53/

7.3 Silmämääräistarkastus

Silmämääräistarkastuksin voidaan putken kunto todeta vain pieniltä osin kerrallaan. Aukikaivamisen yhteydessä voidaan putken pintaa havainnoimalla arvioida sen kuntoa, mutta se ei anna luotettavaa tietoa putken sisäpuolisesta kunnosta. Pääasiassa silmämääräistarkastuksia voidaan tehdä kaivoista ja niistä lähtevien putkien suuaukoista, koska muulloin se edellyttää aukikaivamista. Silmämääräisellä tarkkailulla voidaan todeta se, että pääseekö vettä kaivon kannen kautta viemäriin tai onko vuotokohtia kaivorenkaiden liitoskohdissa sekä putkien liitosten ja viemärikaivon välinen tiiviys. Menetelmä on nopea, edullinen ja yksinkertainen. Se soveltuu hyvin kunnossapitoon liittyvään tarkkailuun. /4, s. 50; 5, s. 662; 12, s. 14/

7.4 Vuotovesiselvitys

Vuotovesiselvitystä tehdään siten, että verrataan pumpattua, kulutettua ja viemäreissä kulkevaa vesimäärää toisiinsa. Tässä selvitysmenetyksessä täytyy ottaa huomioon vallitsevat säätilat. Jos viemäriin tulee paljon vettä sadejaksojen ja lumien sulamisen aikaan, pääsee pintavesi viemäriin yleensä tarkastuskaivojen kautta. Jos viemäriin vesimäärät ovat huomattavasti suuremmat kuin kulutus pitkähkön aikaa sateiden jälkeen, voidaan todeta vuotoja olevan viemäriputkissa ja

niiden liitoksissa. Vastaavasti kuivan kauden aikaan voi kulutus olla suurempi kuin viemäreissä virtaava vesimäärä. Tällöin vuotoja tapahtuu ulospäin, joka saattaa olla ympäristölle erittäin haitallista. /5, s. 660–662; 12, s. 14/

7.5 Radiosondin käyttö

Radiosondilaitteisto koostuu lähetinosasta sekä paikannuslaitteesta. Lähetinosa työnnetään putkeen ja se paikallistetaan kädessä kannettavalla paikannuslaitteella. Lähetinosan sijaintisyvyys voidaan lukea suoraan asteikolta. Tätä menetelmää voidaan käyttää hyväksi tutkittaessa viemäriverkoston kulkua (LIITE 2). /4, s. 48/

7.6 Väriaineen käyttö tutkimuksissa

Väriainetta käyttämällä on mahdollista selvittää hankalissa paikoissa sijaitsevien kaivojen ja viemäreiden liittyminen toiseen viemäriin. Käyttö tapahtuu siten, että kaadetaan väriainetta tiettyyn kaivoon ja seurataan viemäriin, johon kyseisestä kaivosta lähtevän linjan oletetaan liittyvän, tarkastuskaivolla väriaineen ilmestymistä näkyviin. Tällä menetelmällä pystyy ainoastaan toteamaan linjojen yhdistyvän, mutta tarkempaan tietoon tätä ei voida käyttää.

8 VIEMÄRIPUTKIMATERIAALIT

Viemäriputken materiaalin pitää olla kestävä sekä veden ja sen mukana kulkevan kiintoaineen aiheuttamaa mekaanista kulutusta, että kemiallista korroosiota vastaan. Materiaalin on myös oltava mekaanisesti lujaa, jotta putki kestää siihen kohdistuvan maapaineen. Putkien tulee kestää myös rakennustyön aiheuttama rasitus sen käsittelyssä. /5, s. 472; 11, s. 29/

Putkien tulee olla helppoja käsitellä ja asentaa. Eli liitosten on oltava yksinkertaisia ja tiiviitä. Putkien tiiveyden pitää säilyä myös silloin, kun putket liikkuvat toisiinsa nähden tai maaperä painuu. /5, s. 472/

Lisäksi putkien tulee olla sileitä ja tiiviitä sisäpinnoiltaan. Nämä hydrauliset vaatimukset siksi, että virtausvastus olisi pieni ja veden mukana kulkeva kiintoaine ei tarttuisi. /5, s. 472/

Viemäriverkostossa käytettäviä putkimateriaaleja ovat yleisimpinä muovi ja betoni, joihin perehdytään enemmän. Näiden lisäksi on käytetty ja rajoitetussa määrin käytetään edelleen lasitettua savea, valurautaa ja terästä sekä asbestisementtiä, jota ei saa enää käyttää uusissa putkissa Suomessa. Myös puuta on mahdollista käyttää teollisuuden purkuputkena. /5, s. 473/

8.1 Muoviputket

Muoviputkien käyttö viemäriputkena on yleistynyt nopeasti. Muoviputket ovat vallanneet alaa muilta putkilta ja muovi onkin tällä hetkellä käytetyin viemärimateriaali. Muoviputkien etuina on täysin sileä sisäpinta, rakennustöitä helpottava keveys, hyvä kemiallinen kestävyys ja suuri pituus sekä kilpailukykyinen hinta tiettyyn putkikokoon asti. Ne ovat täysin tiiviitä ja helposti liitettäviä. Maahan asennettujen viettoviemäreiden tavallisimmat muovimateriaalit ovat PVC (polyvinyylikloridi), PE (polyeteeni) ja PP (polypropeeni). /5, s. 306, 308, 473; 7, s. 57; 11, s. 8/

Kestomuovit, kuten PVC, PE ja PP, omaavat hyvän joustavuuden ja erittäin korkean murtovenymän. Joustavuuden ansiosta maassa olevat muoviputket muuttavat muotoaan ja osa maan ja liikenteen rasituksesta siirtyy putkea ympäröivään maaperään ennen kuin venymät ovat saavuttaneet murtovenymän. Maahan asennetuilla kestomuoviputkilla onkin suuri varmuus ylikuormitusta vastaan. Muodonmuutoksen takia on erittäin tärkeää, että asennettaessa putkea

maahan tehdään asennustyöt huolella. Riippumatta siitä mitä putkimateriaalia käytetään, merkitsee asennustyö eniten mietittäessä tulevaisuudessa putkistoon kohdistuvaa rasitusta. Oikea asennustapa on tärkeä tulevien painumien ja putkirikkojen välttämiseksi. Oikeassa asennustavassa tehdään riittävän leveä kaivanto sekä kunnollinen kaivannon pohja, joka on tasattu, routimaton ja vapaa kivistä. Lisäksi tehdään kunnollinen tasauskerros, ympärystäyttö ja lopputäyttö. /7, s. 13–14, 39–41; 13/

Lämpötila on muoviputkille tärkeä tekijä, koska kaikkien muovimateriaalien murtolujuudet laskevat lämpötilan noustessa. Kertamuovien ja ristosilloitettujen kestopuovien sekä lujitemuovien murtovenymä on vähemmän riippuvainen lämpötilasta kuin kestopuovien. Muoviputken käyttölämpötila riippuu osittain siitä, onko kyseessä paine- vai viettojohto sekä siitä, onko lämpötilakuormitus jatkuva vai tilapäinen. (LIITE 3). /7, s. 16–17/

Yleisimmin käytettävillä muoviputkilla, kuten PVC, PE ja PP, on huomattavasti suurempi lämpölaajenemiskerroin kuin teräksellä tai betonilla. Muovimateriaalien lämpölaajenemisen ollessa suhteellisen suuri, täytyy muoviputkien asennus suorittaa kunnolla. Kun pohja ja täyttö on tehty oikein, on putken ulkopinnan ja maaperän välinen kitka niin suuri ettei lämpölaajenemista tarvitse ottaa huomioon. /3, s. 9; 7, s. 17–18; 13/

Muoviputket kestävät yleensä hyvin kemiallista rasitusta. On kuitenkin mahdollista, että kemikaalit vaikuttavat muoviputken murtolujuuteen. Tietoa muoviputken kemiallisesta kestävydestä saa standardista ISO/TR 10358, 1993 (LIITE 4). Täytyy kuitenkin huomioida, että laboratoriossa tehdyt kokeet ovat upotuskokeita. Käytössä oleva putki saattaa joutua tilapäisesti kontaktiin kyseisten aineiden kanssa, eikä vaikutus ole silloin ihan samanlainen kuin upotuskokeessa. Lisätietoa saa putkenvalmistajalta. /7, s. 18; 11, s. 21; 13/

Kemiallisessa kestävydessä tulee huomioida myös käytettyjen tiivisteiden kemiallinen kestävyys. Ei riitä, että pelkkä viemäriputki kestää kemiallisen rasituksen jos tiivisteiden toiminta heikkenee. PE ja PP putket voidaan hitsata kiinni

toisiinsa, jolloin ei tarvita tiivisteitä ja koko putkiston materiaali pysyy samana. /7, s. 22; 13/

Viemäriputkien kuluminen on usein ongelmana. Muovimateriaaleilla onkin erittäin hyvä kulutuskestävyys. Muovia käytettäessä vettä johdoissa kulumisella ei ole merkitystä ohutseinäisissä putkirakenteissa. /7, s. 20; 11, s. 14/

Maahan asennettavien viemäriputkien käyttäytymisen kannalta on rengasjäykkyys merkittävä asia. Putkea asennettaessa on peitesyvyys sekä liikennesäätö huomioitava ja valittava oikeanlainen putkiluokka sekä jäykkyysluokitus. /5, s. 473/

Muoviputket kestävät hyvin biologista kasvua, eikä näin ollen juuret ym. vahingoita sitä. Muoviputkien pinnoille ei muodostu tuberkkeleita eivätkä ne hilseile. Näin ollen hydrauliset ominaisuudet säilyvät koko käyttöänsä. Löysiä saostumia saattaa muodostua putken pinnoille, mutta ne voidaan poistaa puhdistamalla. /11, s. 24/

8.2 Betoniputket

Betoni on luonnollinen materiaali, joka koostuu runkoaineesta, sideaineesta ja vedestä. Seos- ja lisäaineilla voidaan vaikuttaa betonin ominaisuuksiin halutulla tavalla. /2, s. 9; 3, s. 9/

Betoniputkien hyviä ominaisuuksia ovat korkea rakenteellinen lujuus sekä jäykkyys ja hyvä kuormien sietokyky. Lisäksi betonilla on hyvin pieni lämpölaajenemiskerroin ja hyvä lämpötilavaihteluiden kesto. /2, s. 9; 3, s. 9/

Betoniputkien valmistuksessa käytettävässä betonissa on hyvin alhainen vesi-sementtisuhde, joka parantaa monia kovettuneen betonin ominaisuuksia, kuten puristuslujuutta, tiiveyttä ja sen myötä saavutetaan parempi kemiallinen kestävyys sekä kulutuskestävyys. /2, s. 10; 3, s. 10/

Betoniputki on luja ja jäykkä sekä kestää hyvin fysikaalisia rasituksia.

Normaaleissa olosuhteissa olevalle betoniviemärille voidaan ennustaa, kulumisriski huomioituna, 100 vuoden käyttöikä. /1, s. 11; 2, s. 11–12; 3, 10–11/

Betoniviemäriin kemiallinen kestävyys riippuu valmistuksessa käytetyn sementin määrästä, tyypistä sekä ominaisuuksista. Betonin sideaineen huokoisuus ja erityisesti betonin tiiveys vaikuttavat siihen, kuinka helposti betonia vahingoittavat aineet voivat siihen tunkeutua.

Betonille haitallisimpia ovat happamat ja sulfaattipitoiset jätevedet. Betoni on emäksinen materiaali ja happamien jätevesien alentaessa betonin emäksisyyttä, heikkenee betonin teräksiä suojaavat ominaisuudet. Teräksen korroosiotuotteiden tilavuus on ehjää suurempi, minkä seurauksena etenevä ruoste murtaa pintabetonin ja vaurioittaa betoniputken rakennetta. Huomioitavaa on myös se, että väkevä rikkihappo reagoi kovettuneen sementin kanssa muodostaen kipsiä. Tähän voidaan vaikuttaa käyttämällä sulfaatinkestävää sementtiä, joka ei ole niin herkkä happamille olosuhteille. /2, s. 13–15; 3, s. 11–13/

Betoniputkista tehdyssä viemäriverkostossa tulee ottaa huomioon myös tiivisteiden kestävyys. Putkien liitoksissa käytetään kumitiivisteitä. Tiivisteiden tulee putkien ohella kestää vallitsevat olosuhteet. /1, s. 11; 2, s. 18; 3, 16–17/

8.3 Muovi- ja betoniputken ominaisuuksien vertailu

Taulukko 1 Muovi- ja betoniputken ominaisuuksien vertailu

	MUOVI	BETONI
Käsittely ja työstettävyys	Keveytensä ansiosta helppo käsitellä ja työstää	Hankala työstettävä
Hinta	Kilpailukykyinen pienissä kokoluokissa	Kilpailukykyinen kaikissa kokoluokissa
Asennus	Nopea asentaa	Painavuutensa vuoksi hankala asentaa
Asennussyvyys	Valittava oikeanlainen putkiluokka sekä jäykkyyssluokitus kohteesta riippuen	Voidaan asentaa matalammalle kuin muoviputki
Seinämän sileys	Erittäin sileä → vähäinen virtausvastus	Suurempi virtausvastus kuin muoviputkella
Vaurioituminen	Vaurioituu helpommin kuin betoniputki	Kestävä materiaali
Muodonmuutokset	Muodonmuutokset mahdollisia	Ei muodonmuutoksia
Saumakohdat	Vähemmän saumakohtia kuin betoniputkissa. Putken pituus yleensä 6m.	Enemmän saumakohtia. Putken pituus yleensä 2m.
Kulutuskestävyys	Erittäin hyvä kulutuskestävyys	Hyvä kulutuskestävyys (seinämät paksuja → varaa kulu)
Kemiallinen kestävyys	Erinomainen	Hyvä (vaikeimpia happamat ja sulfidipitoiset olosuhteet)

9 SANEERAUSMENETELMÄT

9.1 Pitkäsujutus

Pitkäsujutuksessa saneerattavan putken sisään vedetään tai työnnetään yhtenäiseksi hitsattu tai liitetty putki, joka muodostaa uuden tiiviin putken. Materiaalina käytetään polyeteeniä tai polypropeenaa. Vanhan ja uuden putken väliin jää vapaata tilaa, joka sujutuksen jälkeen täytetään (LIITE 5). /5, s. 663–664; 7, s. 99; 8, s. 11; 12, s. 17/

Käyttöalue

Menetelmän käyttöalue kattaa vesijohdot ja viemärit. Maksimikokoa rajoittaa lähinnä saatavissa olevat putket. /8, s. 11; 12, s. 17/

Työn valmistelu

Viemäriputki huudellaan ja puhdistetaan irtonaisista aineksista ja sedimenteistä sekä tarkastetaan TV-kameralla. Tarvittaessa järjestetään ohituspumppaus. Vähäiset viemäriverdet eivät haittaa sujutusta. /8, s. 11; 12, s. 17/

Kaivannon koko riippuu saneerattavan putken syvyydestä, maaperän laadusta, sujutusputken tyypistä ja koosta sekä ulkolämpötilasta, mikä vaikuttaa taivutussäteeseen. Sujutuskuoppa tehdään sellaisen tarkastuskaivon kohtaan, jossa viemäriin linjaus muuttuu merkittävästi. Käyttäessä flexoren-järjestelmän rengasjäykistettyä ja pituussuunnassa taipuvaa polyeteeniputkea, voidaan viemäriin sujutus tehdä tarkastuskaivosta ilman kaivamistöitä. /5, s. 663–664; 8, s. 11; 12, s. 17/

Työn suoritus

Saneerattavaan putkeen ujutetaan vaijeri. Ennen varsinaista sujutusta voidaan vaijerin avulla vetää putken läpi ns. tulkki sujutuksen onnistumisen varmistamiseksi. /8, s. 11; 12, s. 17/

Sujutettava putki hitsataan kokonaan valmiiksi ennen työn suorittamista.

Hitsausseammat tasoitetaan sisä- ja ulkopuolelta ennen sujutusta. /8, s. 11/

Sujutettava putki varustetaan tarkoitukseen soveltuvalla vetopäällä, johon vaijeri kiinnitetään. Putki voidaan vetää paikalleen vinssin tai työkoneen avulla.

Suuremmissa ja pitemmissä putkissa voidaan työntöä käyttää apuna. /8, s. 11; 12, s. 17/

Saneeraustyön aikana on varottava liian suurta voiman käyttöä, ettei putki naarmuunnu tai saa muodonmuutoksia. Työ tulisi suorittaa yhtäjaksoisesti mahdollisuuksien mukaan, koska lepokitka on liikekitkaa suurempi. Vetovoima on mitattava ja sallittujen vetojännitysten ylittämisen estämiseksi voidaan käyttää rajoittimia. /8, s. 12; 12, s. 17–18/

Kerralla sujutettava osuus voi olla yli 500 metriä. Viemäreissä voidaan sujuttaa useita kaivovälejä ja avata kaivokohdat jälkikäteen. Putkeen liitettyjen, kooltaan pienten liittymien uusiminen on suoritettava kaivamalla liitospaikka auki. Liitoskohdat on tehtävä huolellisesti, sillä ne ovat saneerauksen jälkeen vaurioherkimpiä kohtia. /8, s. 12; 12, s. 18/

Putkien väliin jäävä tila on aina täytettävä rakenteellisen vahvuuden vuoksi ja paikallaan pysymisen varmistamiseksi sekä mekaanisten rasituksien vähentämiseksi. /8, s. 12/

Taulukko 2 Pitkäsujutuksen edut ja haitat /8, s. 12/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- Saadaan uusi putkirakenne- Vaatii vähän erikoiskalustoa- Suhteellisen nopea menetelmä- Karkeuskerroin pienenee- Suuret työpituudet mahdollisia- Sopii suuriinkin kokoihin- Polyeteeni on tunnettu materiaali	<ul style="list-style-type: none">- Vaatii paljon tilaa sujutuspaässä- Putken halkaisija pienenee- Pienissä putkissa haaroituskohdat kaivettava esille- Korjattavan putken vauriot voi haitata sujutusta- Työn aikana uusi putki voi helposti vaurioitua

9.2 Pätkäsujutus

Pätkäsujutuksessa saneerattavan putken sisään työnnetään lyhyistä putkista koostuva uusi putki. Tässä saneerausmenetelmässä uusi putki kootaan työn aikana. Pätkäsujutukseen tarkoitettuja moduuliputkia valmistetaan betonista, polyvinyylidikloridista (PVC), polyeteenistä (PE) sekä polypropeenista (PP) (LIITE 6). /6, s. 203; 7, s. 100; 8, s. 14; 12, s. 20/

Käyttöalue

Käyttöalue on pääsääntöisesti vain viemäritöissä. Putkien kokoluokat ovat 100–1000 mm ja käytettävien putkien pituus on 500–6000 mm. /7, s. 100; 8, s. 14; 12, s. 20/

Työn valmistelu

Viemäri puhdistetaan ja tarkastetaan TV-kameralla. Sujutusta haittaavat esteet poistetaan ja ohituspumppaus järjestetään tarvittaessa. Myös haarojen liitoskohdat selvitetään. Sujutus voidaan tehdä viemärikaivosta tai kaivannosta. Sujutustyön onnistuminen voidaan varmentaa vetämällä ”tulkki” saneerattavan putken läpi. /8, s. 14; 12, s. 20/

Työn suoritus

Työ voidaan suorittaa kaivosta hydraulisesti työntämällä tai vetämällä putkijonoa vaijerilla seuraavasta kaivosta hydraulisesti tai vinssillä. Jos käytetään muoviputkia ja sähkömuhviliitosta, voidaan veto suorittaa putkijonon kärjestä. /8, s. 14; 12, s. 20/

Tarkastuskaivosta sujutettavien putkien pituus on 500–600 mm. Pidempien putkien sujutuksessa on tehtävä erillinen kaivanto. Ensimmäisen sujutettavan putken päähän asetetaan suippeneva kärkikappale suojaamaan putkenpäätä. Putkien työntöön voidaan, hydraulityöntimen puuttuessa, käyttää kaivinkonetta tms. työkonetta. Liiallista voiman käyttöä on varottava, ettei putki vaurioidu. Pätöksujutuksella tehdään yleensä yksi kaivoväli kerralla. /6, s. 203; 7, s. 100; 8, s. 14; 12, s. 20/

Kaivoihin liittyminen on tiivistettävä hyvin, jotta vuotovedet eivät pääse kaivoihin ja viemäriin tai ympäristöön. Vaihtoehtoisesti voidaan vanha kaivo korvata uudella betoni- tai muovikaivolla tai tarkastusputkella. /8, s. 15; 12, s. 21/

Viemäriin kytketyt liittymät joudutaan kaivamaan esiin uutta liitostyötä varten, ellei sitten käytä saneeraukseen sellaisia sovellutuksia, kuten esimerkiksi VIP-LINER. Tässä menetelmässä liittymät voidaan tehdä suoraan sujutusputkeen ilman kaivamista. /8, s. 15/

Uuden ja vanhan putken väliin jäävä tyhjä tila tulee täyttää aina muoviputkia käyttäessä. Betoniputkia käytettäessä voidaan täytön tarvetta harkita tapauskohtaisesti. /8, s. 15/

Taulukko 3 Pätkäsujutuksen edut ja haitat /8, s. 15/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- vaatii vähän erikoiskalustoa- saadaan uusi putkirakenne- tunnetut materiaalit- ohipumppausta ei tarvitse aina järjestää- nopea asentaa- lyhyillä putkilla työ voidaan suorittaa viemärikaivosta	<ul style="list-style-type: none">- pitkiä putkia käytettäessä tarvitaan kaivanto- halkaisija pienenee- ei voida asentaa erittäin vaurioituneisiin viemäriin- putki voi vaurioitua työn aikana- välitilan täyttö voi olla ongelma

9.3 Muotoputkisujutus

Saneeraus muotoputkilla perustuu putkeen, jonka kutistettu poikkipinta-ala laajenee ja muotoutuu saneerattavaan putkeen. Muotoputkien materiaaleina käytetään PE, PP ja PE-X (ristisilloitettu polyeteeni). Valmistuksen jälkeen putki muotoillaan pienempään poikkipinta-alaan. Putken poikkipinta on taivutettu siten, että suurihalkaisinenkin voidaan kiertää kelalle sekä se voidaan helpommin sujuttaa saneerattavaan putkeen (LIITE 7). /7, s. 100; 8, s. 24/

Käyttöalue

Muotoputkisujutusta käytetään halkaisijaltaan 100–460 mm viemäriin. /8, s. 24/

Työn valmistelu

Putki puhdistetaan ja TV-kuvataan sekä selvitetään liittymäkohdat.

Ohituspumppaus on usein järjestettävä. /8, s. 24/

Työn suoritus

Muotoputki lämmitetään tarvittaessa taipuisaksi kuljetusautossa ja sujutetaan saneerattavaan putkeen. Putkea lämmitetään edelleen, kunnes sopiva lämpötila saavutetaan. Kokoonlaitettu putki laajennetaan lopulliseen muotoonsa laitteella, jota työnnetään putkessa matalapainehöyryllä. Uusi putki painautuu tiivisti saneerattavan putken seinämään. Putki jäähdytetään lopulliseen muotoonsa paineistettuna. Tarvittaessa saneerattavaan putkeen vedetään ohut muovikalvo, joka suojaa uutta putkea vaurioitumiselta, vuotovesiltä sekä varmistaa hyvät olosuhteet uuden putken sujuttamiselle. Liitoskohdat avataan porauslaitteen avulla. /8, s. 24/

Taulukko 4 Muotoputkisujutuksen edut ja haitat /8, s. 24/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- ei yleensä vaadi kaivamista- putken halkaisija ei paljon pienene- nopea asentaa- vahva rakenne	<ul style="list-style-type: none">- vaatii erikoiskalustoa- korjattavan putken oltava melko suora- vaatii usein ohituspumppauksen- liitokset tulee avata putken sisäpuolelta

9.4 Sukkasujutus

Saneerattavaan putkeen asetetaan epoksi- tai polyesterihartsilla kostutettu polyesteri- tai lasikuitusukka. Se kovetetaan höyryllä, lämpimällä vedellä tai UV-valolla sen jälkeen vasta, kun se on saatu paikalleen (LIITE 8). /5, s. 665; 7, 101–102; 8, s. 20/

Käyttöalue

Viemäreillä sukkasujutusta voidaan käyttää kokoluokissa 100–2500 mm. Kerralla sujutettava enimmäispituus on noin 300 m (erikoistapauksissa pitempiäkin). /8, s. 20/

Työn valmistelu

Viemäri puhdistetaan ja tarkastetaan TV-kuvauksella. Ohipumppaus pitää järjestää. Liittymien paikat mitataan tarkasti. Sukka valmistetaan käyttökohteen, halkaisijan, pituuden ja vaaditun lujuuden mukaan. /8, s. 20/

Työn suoritus

Sukka tuodaan yleensä kyllästettynä ja kovettumisaikaa säätelevällä lisäaineella käsiteltynä paikalle. Erikoistapauksissa sukka kyllästetään paikan päällä. Mahdollisesti käytetään esiasennettua suojakalvoa. /8, s. 20/

Kaivonpäälle asennetaan 5-7 metriä korkea asennustorni, johon kiinnitetään sukan toinen pää. Syöttöputkeen johdetaan vettä tai paineilmaa, mikä asettaa sukan paikalleen. Sujutuksen jälkeen lämmitetään asennusvesi tai -ilma, joka kovettaa sukan. Kovetus voidaan tehdä myös UV-valolla. Kovetuksen jälkeen putken päät tasataan ja laitteistot puretaan. Viemäriputkeen tulevat liittymät avataan kauko-ohjatulla porauslaitteella. /8, s. 20/

Taulukko 5 Sukkasujutuksen edut ja haitat /8, s. 21/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- laaja tuotevalikoima ja sopivuus eri putkimuotoihin- lujuus mitoitettavissa tarpeen mukaan- hyvät virtausominaisuudet- putken halkaisija pienenee vain vähän- sujutus tehdään tarkastuskaivosta- ei yleensä vaadi kaivamista- nopea asentaa- saneerattavan putken ei tarvitse olla suora- ei välitilan täyttöö	<ul style="list-style-type: none">- ohipumppaus järjestettävä- styreenin haju, tuulettava tarpeen mukaan- talohaarat avattava erikseen putken sisältä- putkien kulmamuuтокset aiheuttavat ryppyjä seinämään

9.5 Pakkosujutus

Pakkosujutus menetelmä on sellainen, jossa vanha putki murskataan ja samalla vedetään uusi putki sisään. Tällä menetelmällä uuden putken halkaisija voi olla sama tai suurempi kuin saneerattavan putken (LIITE 9). /5, s. 664; 7, s. 103; 8, s. 17; 12, s. 23/

Käyttöalue

Menetelmää käytetään viemäreiden saneerauksessa sellaisilla alueilla, joissa ei ole muiden viemäreiden tai rakenteiden vaurioitumisvaaraa. Tätä menetelmää voidaan käyttää joko pitkä- tai pätkäsujutuksena. /8, s. 17/

Työn valmistelu

Ohipumppaus on järjestettävä, kun käytetään pakkosujutusmenetelmää saneeraukseen. Haarojen liitoskohdat on selvitettävä sekä mahdolliset kaivannot käytettäessä pakko-pitkäsujutusta. /8, s. 17; 12, s. 23/

Työn suoritus

Työn suorittaminen vaatii erikoiskalustoa, kuten vetolaitteisto ja pakkosujutuslaite. Pakkosujutuslaite voi olla joko pneumaattisesti tai hydraulisesti toimiva.

Hydrauliset laitteet ovat pienempiä ja soveltuvat viemärikaivoista käytettäväksi ja pätksujutukseen. /7, s. 103; 8, s. 17; 12, s. 23/

Sujutuksessa pakkosujutuslaite vedetään ja ohjataan saneerattavaan putkeen vinssillä. Laite pystyy rikkomaan betonia, asbestisementtiä, keraamisia putkia, valurautaa ja uusimmat laitteet myös terästä. Pakkosujutusta voidaan käyttää erittäin huonokuntoisiin putkistoihin. /7, s. 103; 8, s. 17–18; 12, s. 23/

Pakkosujutuslaitteen takapäähän kiinnitetään uusi putki, jonka laite vetää perässään saneerattavaan putkeen. Materiaalina käytetään pääasiassa PE-putkia. /7, s. 103; 8, s. 17; 12, s. 23/

Viemäriputkeen tulevat liitoskohdat on kaivettava esiin ja irroitettava linjasta ennen putken murskausta, jotta liittymät eivät vaurioidu /7, s. 103; 8, s. 18; 12, s. 23/.

Taulukko 6 Pakkosujutuksen edut ja haitat /8, s. 18/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- työn nopeus- putken halkaisija sama tai isompi kuin aikaisemmin- soveltuu huonokuntoisellekin putkilinjalle- muodostaa uuden putkirakenteen	<ul style="list-style-type: none">- sujutettavan putken vaurioituminen mahdollista- voi vahingoittaa lähellä olevia rakenteita ja johtoja- vaatii ohipumppauksen- vaatii pitkäsujutuksessa kaivannon

9.6 Kuristussujutus

Kuristussujutus on pitkäsujutusmenetelmän muunnos. Kuristussujutuksessa putken halkaisijaa pienennetään työn ajaksi, jonka jälkeen se palautetaan alkuperäiseen kokoonsa ja putki painuu saneerattavan putken seinämiin. Materiaalina käytetään PE:ä (LIITE 10). /5, s. 664; 8, s. 22/

Käyttöalue

Kuristussujutusmenetelmää käytetään halkaisijaltaan 50–900 mm viemäriin saneerauksissa. /5, s. 665; 8, s. 22/

Työn valmistelu

Saneerattava putki puhdistetaan sekä tarkastetaan TV-kameralla, ettei putkessa ole haitallisia vaurioita, kuten painumia tai siirtymiä. Varmistetaan sujutusmahdollisuus vetämällä ”tulkki” saneerattavan putken läpi. Liitoskohdat selvitetään. Tehdään kaivanto sujutuspaahan ja tarpeen vaatiessa myös vetopaahan. /8, s. 22/

Työn suoritus

Työssä käytetään erikoislaitteistoa. Niihin kuuluu vetolaitteisto, hitsauskone ja putken pienentämiseen käytettävä laite. Saneerausputkia lämmitetään ja sen halkaisijaa pienennetään, sen kulkiessa kuristuslaitteiston läpi. Sujutus tapahtuu vetämällä putkea vinssin tai työkoneen avulla. Sujutuksen jälkeen putken halkaisija palautetaan paineen ja/tai lämmön avulla alkuperäiseen kokoonsa. Putken halkaisijan palautuminen voi tapahtua myös itsestään. Sujutuksen päätepisteiksi valitaan mm. jyrkät kulmamuuoskohdat. /8, s. 22/

Pienten viemäreiden liitoskohdat joudutaan kaivamaan esiin ja tekemään liitos saneerattuun putkeen. Halkaisijaltaan isoissa viemäreissä käytetään haaroituslaitteita, jotka kulkevat viemäriin sisällä. /8, s. 22/

Taulukko 7 Kuristussujutuksen edut ja haitat /8, s. 23/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- uusi putkirakenne- mahdollistaa pitkät työpituudet- nopea suorittaa- vähäinen johtokapasiteetin aleneminen- ei välitilan täyttöö	<ul style="list-style-type: none">- vaatii erikoiskalustoa- pienissä viemäreissä kaivettava liittymät esiin- saneerattavan putken vauriot voivat haitata sujutusta

9.7 Spiraalisujutus

Spiraalisujutuksessa putki koostuu nauhasta, joka paikan päällä tehdään kierreliitosputkeksi ja sujutetaan vanhaan putkeen. Spiraalinauha pakotetaan kulkemaan saneerattavan putken seinämiä pitkin. Spiraalisujutukseen käytettävät materiaalit ovat PVC ja PE (LIITE 11). /5, s. 665; 7, s. 102; 8, s. 34/

Käyttöalue

Spiraalisujutusmenetelmä soveltuu viettoviemäreiden saneeraukseen. Kokoluokat ovat 100–2500 mm. /5, s. 665; 7, s. 102; 8, s. 34/

Työn valmistelu

Saneerattava putki puhdistetaan ja tarkastetaan TV-kameralla. Järjestetään ohituspumppaus ja selvitetään liitoskohdat. /8, s. 34/

Työn suoritus

Työssä käytetään erikoiskalustoa, kuten saumauslaite, laastin pumppaus- ja levityslaite, tyhjiöpumppu, laajennustulppa sekä kompressor. /8, s. 34/

Työ tehdään joko tarkastuskaivosta tai kaivannosta. Kelalla olevasta nauhasta muodostetaan saumauslaitteessa kierreliitosputkea, joka vedetään saneerattavaan putkeen. Uusi putki kiinnitetään kärkikappaleeseen, joka ruiskuttaa laastia saneerattavan putken seinämille. Laasti toimii välitilan täytteenä, putkien välisen kitkan pienentäjänä sekä tiivisteenä. Saneerausputken laajentuminen, sujutuksen aikana, estetään alipaineella. Kun sujutustyö on valmis, putki laajennetaan lopulliseen kokoonsa ilmanpaineella. /8, s. 34/

Taulukko 8 Spiraalisujutuksen edut ja haitat /8, s. 34–35/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- vähän tai ei lainkaan kaivamista- tiivis rakenne- virtauskapasiteetti ei paljon pienene- soveltuu muihinkin kuin pyöreisiin putkiin- nopea menetelmä- sopii suurin kokoihin	<ul style="list-style-type: none">- vaatii erikoiskalustoa- ohituspumppaus järjestettävä

9.8 Panelointi

Saneerattavan putken sisällä liitetään käsin elementtejä, jotka siten muodostavat uuden putken. Soveltuu erimuotoisille putkille, koska elementit valmistetaan mittatilaustyönä. Materiaaleina käytetään lujitemuovia tai lisäaineistettua lasikuitua (LIITE 12). /5, s. 665; 7, s. 101; 8, s. 32/

Käyttöalue

Menetelmä soveltuu suuriläpimittaisiin viettoviemäriin. Kokoluokat ovat 800 mm ylöspäin. Halkaisijaltaan pienempiin viemäriin voidaan panelointia käyttää patkäsujutuksen tavoin. /5, s. 665; 7, s. 101; 8, s. 32/

Työn valmistelu

Putki puhdistetaan ja vauriot, kuten sortumat ja suuret muodonmuutokset kirjataan. Ohipumppaus järjestettävä, koska työ tehdään putken sisällä. /8, s. 32/

Työn suoritus

Pääsääntöisesti putken poikkileikkaus valmistuu kahdesta elementistä, ylä- ja alapuolesta. Isoissa putkissa saatetaan käyttää useampaakin elementtiä. /8, s. 32/

Elementtien liittäminen tapahtuu siten, että ne asennetaan limittäin valmiiksi muotoiltuihin uriin ja tiivistetään liitoksiin soveltuvalla massalla. /7, s. 101; 8, s. 32/

Saneerattavan putken ja elementtien väli tuetaan sekä injektoidaan sementtilaastilla, jolloin rakenteesta tulee kestävämpi. Liitokset tehdään erikseen. /7, s. 101; 8, s. 32/

Taulukko 9 Paneloinnin edut ja haitat /8, s. 33/

EDUT	HAITAT
- soveltuu kaiken muotoisiin putkiin	- elementtien toimitusaika voi olla pitkä
- vahva rakenne	- virtauskapasiteetti pienenee
- vaatii vähän erikoiskalustoa	- hidas asentaa
	- vaatii ohituspumppauksen

9.9 Pinnoitus ruiskuttamalla

Saneerattavan putken sisäpintaan ruiskutetaan jotain pinnoitetta. Ruiskutettavista aineista yleisin on betoni. /5, s. 665; 8, s. 26/

Käyttöalue

Menetelmä soveltuu viemäreille. Pienin kokoluokka kyseiselle menetelmälle on 80 mm, ylärajaa ei ole. /5, s. 665; 8, s. 26/

Työn valmistelu

Putki puhdistetaan perusteellisesti ja kuvataan TV-kameralla. Ohipumppaus on järjestettävä työn ajaksi. Työ suoritetaan kaivannosta. /8, s. 26, 28/

Työn suoritus

Työn suoritukseen tarvitaan erikoiskalustoa. Pinnoiteaine sekoitetaan maanpäällä, jonka jälkeen se syötetään letkulla laitteeseen, joka levittää aineen putken sisäpintaan. Sen jälkeen pinnoite tasoitetaan vedettävällä kartiolla tai pyörivällä tasoittimella. /8, s. 26/

Pinnoiteaine vuoraus pystyy tukkimaan pieniä vuotokohtia, mutta liittymät eivät yleensä tukkeudu. /8, s. 26/

Taulukko 10 Pinnoituksen edut ja haitat /8, s. 27/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- pysäyttää sisäpuolisen korroosion- virtauskapasiteetti ei juuri muutu- melko edullinen	<ul style="list-style-type: none">- ei sovellu jos korroosio ulkopuolista- tarvitsee erikoiskalustoa- liittymät voivat joskus tukkeentua- pinnoiteaineen kuivuminen voi viedä aikaa- ohipumppaus järjestettävä

9.10 Kohdeinjektointi

Yksittäiset vauriokohdat paikataan putken sisäpuolelta. Materiaaleina käytetään polyuretaania, sementtilaastia tai kaksikomponenttimassaa (LIITE 13). /8, s. 40/

Käyttöalue

Viemäreiden liitokset, reiät ja pintavauriot. Saneerattavan putken tulee olla hyväkuntoinen, eikä siinä saa olla huomattavia muodonmuutoksia tai halkeamia. /8, s. 40/

Työn valmistelu

Saneerattavan johto-osan osalta on järjestettävä ohipumppaus. Työ voidaan suorittaa viemärikaivosta. Putkeen laitetaan kauko-ohjattava laitteisto, joka hoitaa injektoinnin. /8, s. 40/

Kohdeinjektointia voidaan käyttää myös kaivoihin sekä käsin kaivosta lähteviin putkiin ja liitoksiin. /8, s. 40/

Taulukko 11 Kohdeinjektoinnin edut ja haitat /8, s. 40/

EDUT	HAITAT
<ul style="list-style-type: none">- nopea- kohdistuu suoraan vaurioon- ei pienennä poikkileikkausta	<ul style="list-style-type: none">- jotkin aineet tarvitsevat kuivan tartuntapinnan- lyhyt kestoikä- työsuojelun ja ympäristön kannalta varmistettava aineiden haitattomuus

10 VIEMÄRIEN TUTKIMINEN SUURTEOLLISUUSPUISTOSSA

Harjavallan suurteollisuuspuiston viemäriselvitys aloitettiin vuoden 2006 syksyllä. Selvityksessä tutkitaan sadevesi- ja prosessiviemäriverkoston kuntoa sekä päivitetään viemäriverkoston kartat. Saniteettiviemäreitä ei tarkastella tässä projektissa. Kuten aikaisemmin on mainittu, tässä työssä keskitytään vain rikkihappotehtaiden alueeseen sekä jätevesilaitoksen ja Kokemäenjoen väliseen alueeseen, joka on yhtenä osa-alueena projektissa.

Projektipäällikkönä toimii Mauri Järvinen. Selvitystyön vastuuhenkilönä toimii Elina Olenius, joka toimii valvojana tässä insinöörityössä. Pauli Kuisma toimii vastuualueen johtajana ja Vesa Haikonen yhteyshenkilönä. Viemäreiden kuvaukset niiden käytännön järjestelyt hoitaa Jori Aronpää ja Tero Myllyharju (Lassila & Tikanoja). Viemäreiden kuntokartoituksista vastaa Jari Ollila (ABB) ja viemärikartan päivityksistä vastaa Jaakko Mäenpää (OT).

Selvitystä varten laadittiin suunnitelma kuvattavista viemäriosuuksista. Kuvattavat viemäriosuudet valittiin niin, että selvitykset tehdään osastoittain loogisessa järjestyksessä. Ensivaiheessa kuvataan rikkihappotehtaiden sekä JVL:n ja Kokemäenjoen välinen alue.

Projektissa pyritään selvittämään, mitkä viemäriinjat menevät vesilaitoksen vesienkäsittelyn läpi ja mitkä viemäriinjat sekä kaivot johtavat suoraan jokeen. Selvitetään viemäriverkko siten, että tuntemattomia jokeen vieviä linjoja ole. Samalla tarkastetaan viemäriverkoston kunto.

10.1 Viemärien kuvaaminen

Viemärien kuntoselvitys suoritettiin kuvaamalla viemäriinjoita. Tällä menetelmällä nähdään kaikki viemäriinjoon liittyvät haarat, mahdolliset ylivuotoyhteet sekä viemärien kunto.

Viemärikuvausta varten putki puhdistettiin etukäteen yhdistelmäauton kanssa. Samalla varmistuttiin, ettei kuvaamiselle ole esteitä. Puhdistuksen jälkeen kamera-autolla kuvattiin puhdistetut viemäriosuudet. Kuvaukset suoritti Juha Wellenius (L&T). Yhdistelmäautoa käytettiin kuvauksien yhteydessä mm. viemäri-vesien pumppaamiseen, jotta kuvaukset saatiin suoritettua. Rikkihappotehtaiden yhteyshenkilönä toiminut Vesa Haikonen järjesti niin, että kuvattaviin viemäriinjoihin johdettavia vesimääriä tuli mahdollisimman vähän.

Kamera-autossa olevilla laitteilla saatiin kuvamateriaali tallennettua DVD-levyille. Jokaisesta kaivovälistä on oma videoleike DVD:llä sekä TV-kuvaus pöytäkirja (LIITE 14). DVD-levyissä ja pöytäkirjoissa on kaikki kaivovälit otsikoitu numeroilla (1, 2, 3, jne...) ja näin ollen voidaan helposti myöhemminkin tarkastella sekä paperi-että videomateriaalia halutusta kaivovälistä. Jokaisen DVD:n ja siihen kuuluvien TV-kuvaus pöytäkirjojen lisäksi ovat kartat, joista näkyy kyseiselle DVD:lle tallennettujen viemäriinjojen sijainti. DVD-levyissä 1, 2, 3, 4, 7 ja 8 on kuvattu tämän työn alueeseen kuuluvia viemäreitä. Tähän työhön ei ole liitetty kuvauksien materiaalia kokonaisuudessaan vaan ainoastaan esimerkinomaisesti liitteiksi.

TV-kuvaus pöytäkirjoista ja DVD:n videoleikkeistä koottiin yhteenvetotaulukot (LIITE 15), joista näkyy kuvattujen viemäriinjojen materiaalit, kunto (arvosteltuna 1-5, joista 1= ehjä, 2= pieni vaurio tai este, 3= kohtalainen vaurio tai este, 4= vakava vaurio tai este, 5= erittäin vakava vaurio tai este), halkaisija, virtaussuunta, otsikot, kaivonumerot sekä kunnan arvosteluun vaikuttavia tekijöitä.

10.2 Kuvausten tulokset

Alueen viemäriverkosto koostuu useista eri putkimateriaaleista. Pääosa on PEH-, PVC- ja betoniviemäreitä. Alueella on myös lasitettusavi-, teräs- sekä puuviemäreitä.

Alueen viemärikaivot ovat pääsääntöisesti betonirengaskaivoja. Osa uudemmissa kaivoista on muovikaivoja (PEH). Kaivojen kannet ovat valurautaisia umpi- ja ritiläkansia.

Muoviviemärit

Muoviviemärit ovat selvityksen mukaan melko hyvässä kunnossa muutamaa viemäriä lukuun ottamatta. Huonokuntoisten viemärien kunnan heikkenemisen syy johtuu vakavista tai kohtalaisista muodonmuutoksista sekä painumista. Lieviä painumia ja muodonmuutoksia esiintyy kohtalaisesti, mutta ei vaadi tällä hetkellä saneerausta. Irto-kertymiä, saostumia ja hiekkaa sekä vieraita esineitä viemäri-linjoissa on edelleenkin pesusta huolimatta. Osa viemäreistä on syytä puhdistaa uudelleen.

Betoniviemärit

Alueen betoniviemäreistä neljännes (5/20) on kohtalaisesti tai vakavasti vaurioitunut. Huonokuntoisten viemäreiden vauriot johtuvat viemärin rapautumisesta, paneloidun betoniputken (LM) pinnalta irronneesta pinnoitteesta, saumojen avoimuudesta, halkeamista sekä irronneista viemäriputken paloista. Lieviä painumia, lieviä siirtymiä, irronnutta pinnoitetta, vähäisiä halkeamia sekä irto-kertymää esiintyy vähemmän vaurioituneissa betoniviemäreissä.

Lasitettusavi viemärit

Alueella on kaksi viemäriä lasitetusta savesta ja ne molemmat ovat huonokuntoisia. Toisessa esiintyy poikkisiirymää koko matkalla ja putken yläosasta puuttuu iso pala. Toisessa on verkko- ja poikkihalkeama sekä lieviä painumia.

Puuviemärit

Alueella on neljä puuviemäriä. Ne ovat hyvässä kunnossa.

Teräsviemärit

Alueella on kaksi oletettavasti teräksestä valmistettua viemäriä. Niiden kunto on hyvä. Toiminnallisia häiriöitä niissä aiheuttaa lika, hiekka ja rakennusjäte.

Kaivot

Kaivot ovat kokonaisuudessaan kohtalaisessa kunnossa. Ainoastaan pieni joukko kaivoista vaatii välittömiä korjaustoimenpiteitä. Kaivojen vauriotyypit ovat pinnan rapautuminen, vuotavat kaivopohjat sekä painumat. Eräissä kaivoissa on haittaavana tekijänä niihin kuulumattomat tavarat, kuten puukepit, laudat sekä betonin että pinnoitteen palat.

Kaivon kansien osalta huomattiin eroa viemärikarttoihin merkityn ja paikallaan olevien kansien kesken. Neljässä kaivossa on karttaan merkätyn umpikannen tilalla ritiläkaivo, yhdessä on umpikansi ritiläkannen tilalla sekä yhdestä kaivosta puuttuu kansi kokonaan.

DVD-levyt

Seuraavassa tarkastellaan DVD-levy kerrallaan kuvausten tuloksia. Tuloksissa mainitaan vain sellaisista viemäriinjoista, joissa on vaurio tai este kohtalaisen ja erittäin vakavan välillä. Lisäksi mainitaan karttaan merkkeamattomista viemäreistä sekä linjan poikkeamista. Karttana käytetään luonnosta K-300139-0 versio H.

Lukemisen helpottamiseksi ensin on merkattu otsikkonumero, jolla tiedon löytää DVD:ltä sekä TV-kuvaus pöytäkirjasta. Suluissa on ensin aloituskaivon numero ja sitten lopetuskaivon numero sekä viemäriin viettosuunta.

Levy 1

OTSIKKO 3 (510–511, JOKI): Viemärin alaosa on rapautunut kohtalaisesti koko matkalta. Karttaan merkkeamaton liittymä klo 12:sta on 7,90 metrin päässä kaivosta 510.

OTSIKKO 5 (259–258, JVL): Kaivon 259 pohjassa vakava vuotovaurio. Kaivon 258 yläosaan tulee karttaan merkkeamaton liittymä (100 mm).

OTSIKKO 6 (259–XXX, JVL): Karttaan merkkeamaton linja, jossa kohtalaista painumaa ja vähäinen muodonmuutos. Kaivoon XXX tulee kolme liittymää (100 mm)

OTSIKKO 7 (259–WWW, JVL): Kaivo WWW on erittäin rapautunut piilokaivo SO₂- laitoksen oven edessä, jota ei ole merkattu karttaan. Lisätietoa kaivosta WWW löytyy otsikoissa 24 ja 25 sekä levyiltä 4 otsikolta 26.

OTSIKKO 8 (259–502, JVL): Viemärissä on lieviä painumia sekä vähäinen muodonmuutos. Kaivoon 502 tulee kolme liittymää, joita ei ole merkattu karttaan. Yksi tulee SO₂-laitoksen sisällä olevasta kaukalosta, toinen öljynerotuskaivosta 501 (200 mm) ja kolmas rautatien suunnalta (150 mm). Kaivossa 502 on umpikansi karttaan merkatun ritiläkannen tilalla.

OTSIKKO 9 (502–552, JVL): Kaivosta 502 on kohtalaista painumaa linjan alussa.

OTSIKKO 10 (503–552, JVL): Klo 11 kohdalla, 7,07 metriä kaivosta 503, on vakavana vauriona reikä putken seinässä. Kaivon 552 pohjassa on vakava vuotovaurio. Lisäksi viemärissä esiintyy poikkisiirtymää saumoissa koko matkalta materiaalin vaihtuessa lasitetuksi saveksi.

OTSIKKO 11 (503–504, JVL): Kohtalaista muodonmuutosta esiintyy koko välillä. Linjassa on kohtalaisia painumia.

OTSIKKO 12 (553–554, JVL): Linjassa on kohtalainen muodonmuutos sekä lieviä muodonmuutoksia.

OTSIKKO 14 (551–504, JVL): Kaivon 551 alaosa on erittäin rapautunut. Viemäri linja kulkee karttaan merkitystä poiketen.

OTSIKKO 15 (554–504, JVL): Kohtalainen muodonmuutos koko välillä. Lisäksi putkessa esiintyy vakava painuma 4,67 metrin päässä kaivosta 554.

OTSIKKO 16 (YYY–555, JVL): Kohtalaisia muodonmuutoksia.

OTSIKKO 18 (557–556, JVL): Kohtalainen muodonmuutos. Kaivoon 556 tulee kolme liittymää, joita ei ole merkattu karttaan. Haponpuhdistuslaitoksen koilliskulmasta tuleva putki on tulpattu.

OTSIKKO 20 (521–ZZZ, JVL): Linjaa ei ole merkattu karttaan. Putki on täynnä saosta ja maa-ainesta n. 17 metrin päässä (kohta ZZZ) kaivosta 521. Oletettavasti linja ei ole käytössä.

OTSIKKO 22 (521–520, JVL): Kaivoon 520 tulee kaksi liittymää, joita ei ole merkattu karttaan. Kyseessä olevista linjoista toinen on rikkihappotehtaiden valvomon ilmastointilaitteen jäähdytysvesien purkulinja.

OTSIKKO 23 (257–500, JVL): Kaivo 257 on erittäin rapautunut ja vuotaa. Kaivo 500 on erittäin rapautunut piilokaivo.

OTSIKKO 24 (WWW–500, JVL): Linja on halkaisijaltaan 200 mm eikä 225 kuten karttaan on merkitty.

OTSIKKO 25 (WWW–251, JVL): Kaivo 251 on erittäin rapautunut ja vuotaa. Kaivosta puuttuu kansi. Kartalla näkyvää suoraa linjaa kaivosta 251 kaivoon 259 ei ole olemassa.

OTSIKKO 26 (554–555, JVL): Kohtalainen muodonmuutos sekä painuma.

Levy 2

OTSIKKO 2 (514–243, JVL): Vakava- ja kohtalainen muodonmuutos.

OTSIKKO 4 (516–523, JVL): Pesusta huolimatta hiekka aiheuttaa kohtalaisia esteitä.

OTSIKKO 15 (397–389, JOKI): Linja kulkee karttaan merkitystä poiketen. Kaivossa 397 on ritiläkansi umpikannen sijaan.

OTSIKKO 16 (397–UUU, JOKI): Viemäriinjassa on paljon sinne kuulumatonta tavaraa, jotka aiheuttavat esteitä. Koko matkalla on hiekkaa ja lähellä kaivoa UUU on laudanpaloja, kiviä ja soraa sekä saumaan takertunutta rakennusjätettä. Kaivossa UUU on ritiläkansi umpikannen sijaan.

OTSIKKO 17 (561–562, JVL): Kohtalaisena esteenä hiekkaa sekä vieras esine.

OTSIKKO 18 (562–563, JVL): Kohtalaisena esteenä hiekkaa.

OTSIKKO 20 (563–559, JVL): Kaivoon 559 tulee karttaan merkitsemätön liittymä (300 mm).

OTSIKKO 25 (674–673, JVL): Kaivossa 673 on puukeppejä.

Levy 3

OTSIKKO 3 (672–671, JVL): Kaivossa 671 kohtalaisena esteenä irrallinen levypala.

OTSIKKO 4 (671–667, JVL): Linja kulkee karttaan merkitystä poiketen.

OTSIKKOT 6 ja 7 (528–nnn, JOKI): Linjassa on karttaan merkkeamaton välikaivo OOO sekä kolme merkitsemätöntä liittymää. Linjassa on kohtalainen poikkihalkeama sekä useita vähäisempiä vaurioita.

OTSIKKO 8 (528–529, JOKI): Kaivossa 529 on ritiläkansi umpikannen sijaan.

OTSIKKO 9 (529–531, JOKI): Linjassa karttaan merkitsemätön liittymä noin 14 metrin päässä kaivosta 529.

OTSIKKO 12 (3A–550, JOKI): Pinnoitetta on irronnut putken seiniltä. Estää kuvauksen kaivolle 550 asti.

OTSIKKO 13 (3A–4, JOKI): Karttaan merkitsemätön liittymä noin 30 metrin päässä kaivosta 3A. Seiniltä irronneita pinnoitepaloja on ajoittain koko matkalla.

OTSIKKO 23 (683–MMM, JVL): Linjaa ei ole merkitty karttaan. Linjassa on lievänä esteenä saoslikaa ja hiekkaa.

Levy 4

OTSIKKO 1 ja 13 (GGG–389, JOKI): Putken seinämältä on irronnut pala. Viemäriässä on avoimuutta saumassa ja kohtalainen painuma. Linjaa ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 2 (389–AAA, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan. Kaivoon AAA tulee liittymä, joka on täynnä maata.

OTSIKKO 3 (AAA–BBB, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan. Kohtalainen poikkihalkeama.

OTSIKKO 4 (AAA–DDD, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 5 (DDD–EEE, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 6 (BBB–FFF, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan. Hiekka aiheuttaa kohtalaisen esteen.

OTSIKKO 14 (389–HHH, JOKI): Putki on erittäin rapautunut kohdasta, jossa materiaali muuttuu betoniksi. Putkessa on kohtalaisia verkkohalkeamia sekä poikkihalkeama. Kaivo HHH on täynnä lautoja yms.

OTSIKKO 15 (BBB–JJJ, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 16 (AAA–CCC, JOKI): Linjaa ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 19 (561–lattiak., JVL): Linjaa ei ole merkitty karttaan. Lattiakaivo sijaitsee vakuumihaihduttamalla.

OTSIKKO 26 (WWW–haara vast., JVL): Kaivoon WWW tuleva liittymä SO₂-laitoksen sisältä supistuu ja siinä on kovettumaa. Linja on tukossa noin 1,5 metrin päässä piilokaivosta WWW.

OTSIKKO 27 (529–haara vast., JOKI): Kuvausta ei saatu suoritettu perille asti, koska putki supistuu 7,83 metrin päässä kaivosta 529. Viemäriinjassa on kohtalainen verkkohalkeama ja vähäinen poikkihalkeama sekä lievä painuma.

Levy 7

OTSIKKO 4 (543–haara vast., JOKI): Karttaan merkitsemätön liittymä 1,67 metrin päässä kaivosta 543.

OTSIKKO 5 (543–ylähaara, JOKI): Kuvaus päättyy ylähaaraan, jossa venttiili auki. Linja menee R4 tehtaan sisälle.

OTSIKKO 6 (524–527, JOKI): Kyseinen linja on ylivuotolinja kaivosta 527 kaivoon 524.

Levy 8

OTSIKKO 12 (524–525, JOKI): Linja ei ole tulpattu, vaikka niin oletettiin. Linjassa on kolme liittymää, joita ei ole merkitty karttaan.

OTSIKKO 17 (TTT–poik.linja, JOKI): Kaivossa TTT on ritiläkaivo umpikaivon sijaan.

10.3 Kaivojen merkitseminen

Todettiin, että kentällä olevat kaivot pitää merkitä siten, että niistä käy suoraan paikan päällä ilmi minne kaivo johtaa. Näin tiedetään heti mahdollisen vuodon sattuessa toimia oikein, eikä tule epäselvyyttä siitä johtaako viemäri linja suoraan jokeen vai kulkeutuuko se JVL:lle.

Päätettiin, että kaivoihin tullaan hitsaamaan kaivonnumero (nelinumeroinen luku, koska kaivoja on yli tuhat) sekä teksti JVL tai JOKI (esim. JVL 0551).

Kansimerkintöjen lisäksi tullaan mahdollisuuksien mukaan kiinnittämään seiniin, kaivojen välittömään läheisyyteen, muovilaatat. Jokeen menevissä kaivoissa laatat ovat punaista muovia ja jätevesilaitokselle menevissä valkoista muovia. Laatoissa tulee olemaan sama teksti kuin kaivonkansissa.

10.4 Karttojen päivittäminen

Kaivojen päivittäminen kartoille tehdään erillisenä työvaiheena. Kuvauksissa löytyneet piilokaivot sekä kaivot, joita ei kartoista löytynyt paikannetaan siirrettävällä GPS-laitteistolla. Kaivojen saatua GPS-koordinaatit, OT aloittaa viemärikarttojen sekä kaivokorttien päivityksen.

10.5 Riskien arviointi

Suoraan jokeen vaikuttavia satunnaispäästöriskejä aiheuttavat mahdolliset happovuodot lämmönvaihtimissa, joissa on jokivesijäähdytys. Lämmönvaihtimissa on sähkönjohtokykyä mittaavia antureita sekä siihen kytketty hälytysjärjestelmä, joita valvomalla huomataan mahdollinen hapon pääsy jäähdytysveden sekaan. Muita vaikuttavia riskejä ovat kuljetuskalustoista pääsevät mahdolliset vuodot jokeen

vievään viemäriin ja R6-tehtaan puhallinhuoneen lattiakaivon kautta kulkeutuvien aineiden pääsy, kaivojen 524–525 tulppaamattoman linjan kautta, suoraan jokeen. Puhallinhuoneessa kaivon kulkeutuu mahdollisesti pieniä määriä öljyä sekä pesun yhteydessä pesuveden mukana kulkeutuvia haitallisia aineita.

Happovuodot lattioille ja pihalle ovat mahdollisia laiterikon, ylivuodon tai automaation pettämisen seurauksena. Rikkihappotehtaiden alueen viemäriverkosto on sellainen, että mahdolliset happovuodot viemäriverkostoon kulkeutuvat JVL:n suuntaan. Kun JVL:n pH menee sekaisin, liukenee JVL:stä metalleja, jotka kulkeutuvat sieltä läntisen viemäriin kautta jokeen. Kaikki muut JVL:een johtavat viemäriin, paitsi R7 imeytyslaitoksen eteläpuolella olevat, kulkevat kaivon 667 kautta. Kaivossa 667 on johtokykytestaus ja siihen liittyvä hälytysjärjestelmä sekä automaattiventtiili, jolla voi väliaikaisesti pysäyttää virtaaman JVL:lle. Tämä antaa aikaa happovuodon pysäyttämiseksi, valmistautua JVL:lle sekä mahdollisesti neutralisoida happamia viemäriä ennen niiden pääsyä JVL:lle.

Öljyvuotoja saattaa tulla SO₂-laitokselta kompressoreista tai niiden kahdesta öljysäiliöstä sekä uppohaihduttimen öljylinjasta että kontaktiapaaraattien lämmitysöljysäiliöstä. SO₂-laitoksella on öljyaukko kompressorien takana, jonka tarkoitus on kerätä vuotavat öljyt ja johtaa ne öljynerotuskaivon 501. Kuvaustulosten mukaan aukosta menee linja todennäköisesti myös kaivon 502, jolloin öljyä pääsee ohi öljynerotuskaivon suoraan JVL:lle menevään linjaan. Uppohaihduttimelta on mahdollista valua öljyä ulos pihakaivon 551. Se kuitenkin edellyttää sitä, että öljyä ehtii valua öljypolttimen tasolle niin paljon, että se pääsee valumaan tasolla olevista rei'istä lattiatasolle. Lattiatasolla olevan umpikaivon täytyttyä öljy lähtee kohti kaivon 551. Säännöllisillä valvontakerroksilla öljyvuoto yleensä huomataan ajoissa. Öljyvuoto ympäristöön on mahdollista kontaktiapaaraattien lämmitysöljysäiliöstä, jos säiliö tai linja öljypolttimelle vuotaa. Säiliön pintaa tarkkaillaan ja mahdollinen vuoto huomataan, jos pinta laskee, vaikka sitä ei pitäisi kulua mihinkään.

Viemäreiden ja viemärikaivojen kunto vaikuttaa mahdollisiin ympäristöriskeihin. Happamat olosuhteet vaikuttavat viemäriin rakenteita heikentävästi varsinkin, jos materiaalina on tavallinen betoni. Jos viemäriin vuotaa kaivon pohjasta, liitoksista,

halkeamista ja rei'istä, pääsee viemäriin mahdollisesti joutuneet hapot, arseenipitoiset pesuhapot, öljyt tai muut kemikaalit valumaan ympäristöön. Toisaalta pääsee myös ympäristöstä valumaan viemäriin ylimääräistä vettä, joka turhaan kuormittaa JVL:ta.

Minna Eerola on tehnyt raportin ”Ympäristöriskianalyysi OKHA:n metallipäästöistä vesistöön” vuonna 2001. Kyseinen raportti löytyy tunnuksella 01023-ORC-T.

Eerolan raportissa on käytetty VTT:n kehittämää SARA- satunnaispäästöriskianalyysi menetelmää. Raportissa on otettu kattavasti huomioon mahdollisia metallipäästön aiheuttajia sekä syitä päästöihin, että niiden seurauksia. Raportissa kerrotaan myös sen hetkinen varautuminen mahdollisiin päästöjä aiheuttaviin ongelmiin sekä toimenpide-ehdotukset.

10.6 Johtopäätökset

Viemärit ovat yleisesti ottaen kohtalaisessa kunnossa. Alueellisesti SO₂-laitoksen ympäristössä kaivot ja viemäriinjohtimet ovat huonoimmassa kunnossa. Se johtuu osittain siitä, että pumppukaivo 555:stä puuttuu pumppu. Tällöin se padottaa linjaa ja mahdollisesti linjaan päässyt hapan sadevesi tai pesuhappo jää syövyttämään varsinkin betonikaivoja. Useista kaivoista pohja vuotaa. Pumpun puuttuminen aiheuttaa myös sateilla tulvimista, koska linjasta ei pääse sadevesiä pois ennen kuin vesiraja saavuttaa kaivon 555 poistoputken. Sateiden jälkeenkin linja tyhjenee hitaasti viemäriin vuotokohdista maaperään. Viemäreitä saneerattaessa on syytä harkita uppopumpun asettamista paikoilleen, jotta viemärit toimisivat niin kuin on suunniteltu.

Viemäriinjohtimessa, kaivosta 563 kaivoon 666, putki sukeltaa jyrkästi alas väistäen läntisen 1200 mm viemäriinjohtimen. Putki tekee U-muotoisen lenkin ja näin ollen kerää viemäriin kulkevaa kiintoainetta siihen. Ajan mittaan se saattaa estää kunnan läpivirtauksen.

Vaikka linjat pestiin ennen kuvaamista, niihin jäi paljon hiekkaa sekä epämääräisiä kappaleita. Isoimpien esteitä muodostavien kappaleiden poistaminen mahdollisuuksien mukaan on suotavaa.

Kaikkiin jokeen suuntaaviin kaivoihin on syytä laittaa umpikannet. Tällä hetkellä Kemiran vaa'an lähellä olevissa kaivoissa TTT , UUU ja 397 sekä R6 puhallinhuoneen lähellä olevassa kaivossa 529 on ritiläkannet ja se aiheuttaa turhaa hallitsematonta riskiä.

Rikkihappotehtaan alueella ei löytynyt tuntemattomia jokeen vieviä viemäriinjoja. Ainoastaan muutamia JVL:lle johtavia kaivoja ja linjoja puuttui kartasta. Kuvattaessa löytyi joitakin epämääräisiä tulppauksia sekä tulppauksen puuttuminen. Kemiran puolella kaivojen 3A ja 4 väliselle linjalle tulee yksi liittymä, josta ei ole tietoa.

Viemäriinjojen saneerausta suunniteltaessa on hyvä ottaa huomioon myös muut mahdolliset samaan aikaan tehtävät työt. Esimerkiksi saniteettiviemäreiden ja sade- ja prosessiviemäreiden työt on edullisempaa hoitaa samaan aikaan, jos tarvitaan aukikaivamista.

LÄHDELUETTELO

TEOKSET

- 1 Betoniputkinormit 2001. Suomen Kuntatekniikan Yhdistys. Edita Oyj. Helsinki 2001. 59 s.
- 2 Betoniviemärit Suunnittelijan käsikirja. Rakennustuoteteollisuus RTT ry. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 1996. 116 s.
- 3 Betoniviemärit 2003 – käsikirja. Suomen Betonitieto Oy. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 2003. 97 s.
- 4 Karjalainen, Jyrki, Vesi- ja viemäriputkistojen kuntoarvio. Kiinteistöalan kustannus Oy-REP Ltd. Nettopaino Oy. Joutsa 1995. 80 s.
- 5 Karttunen, Erkki, RIL 124-2 Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Vammalan Kirjapaino Oy. Vammala 2004. 684 s.
- 6 Karttunen, Erkki, Vesihuoltotekniikan perusteet. Opetushallitus. Hakapaino Oy. Helsinki 1999. 207 s.
- 7 Muoviputkijärjestelmät. Chemas Oy. Tammer-Paino Oy. Tampere 2003. 110 s.
- 8 Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95. Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys. Copy-Set. Helsinki 1995. 47 s.
- 9 Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden rakennuttamisasiakirjat 2000. Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys. Copy-Set. Helsinki 2001. 22 s.

SARJAJULKAISUT

- 10 Kiinteistöjen tonttivesijohtojen ja –viemäreiden saneeraus. Vesi- ja viemäriulaitosyhdistyksen monistesarja Nro 9. Copy-Set. Helsinki 2002. 95 s.
- 11 Rintala, Satu, Muovisten vesijohtojen pitkäaikaiskestävyys. Vesi- ja viemäriulaitosyhdistyksen monistesarja Nro 10. Copy-Set. Helsinki 2003. 84 s.

OPINNÄYTETYÖT

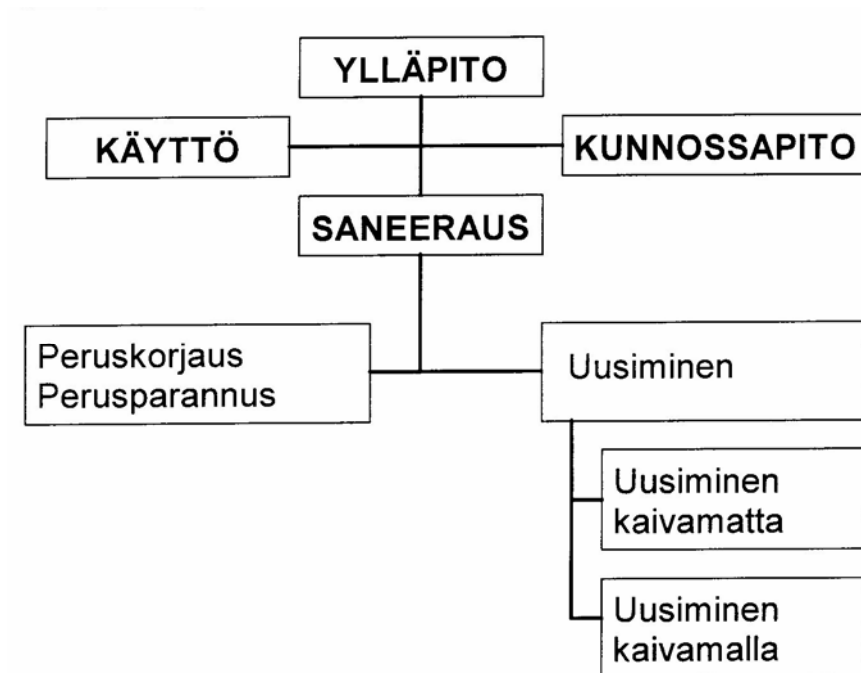
- 12 Pulli, Petri, Viemäri- ja vesijohtosaneeraus Tampereen kaupungilla. Insinöörityo. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennusosasto. Tampere 1996. 37 s. + 4 liites.

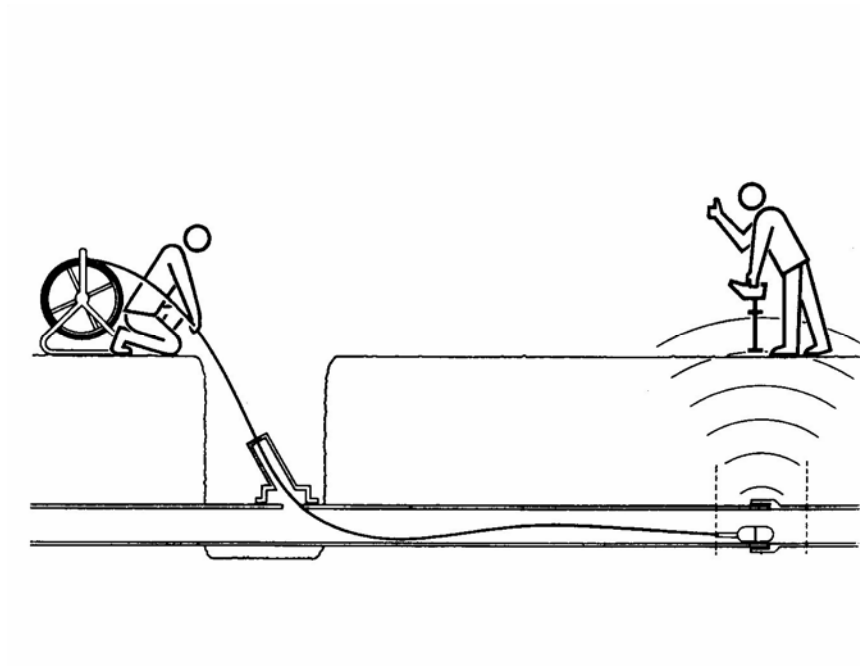
HAASTATTELUT

- 13 Sund, Jan-Åke, M.Sc. (Chem. Eng.) Laboratory Manager. Haastattelu
23.3.2007. Oy KWH Pipe Ab.

LIITELUETTELO

- 1 Saneerausmenetelmien jako. Karttunen, Erkki, Vesihuoltotekniikan perusteet, s. 194.
- 2 Radiosondin käyttö. Karjalainen, Jyrki, Vesi- ja viemäriputkistojen kuntoarvio, s. 48.
- 3 Suositeltavat käyttölämpötilat muoviputkille. Muoviputkijärjestelmät, s. 17.
- 4 ISO/TR 10358:1993(E/F), s. 40–41.
- 5 Pitkäsujutus. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s. 13.
- 6 Pätksujutus. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.16.
- 7 Muotoputkisujutuksen periaate. Muoviputkijärjestelmät, s. 101.
- 8 Sukkasujutus. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.21.
- 9 Pakkosujutus. Vesihuoltotekniikan perusteet, s. 204.
- 10 Kuristussujutus. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.23.
- 11 Spiraalisujustus. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.35.
- 12 Panelointi. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.33.
- 13 Kohdeinjektointi. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95, s.41.
- 14 TV-kuvaus pöytäkirja
- 15 Yhteenvetotaulukot





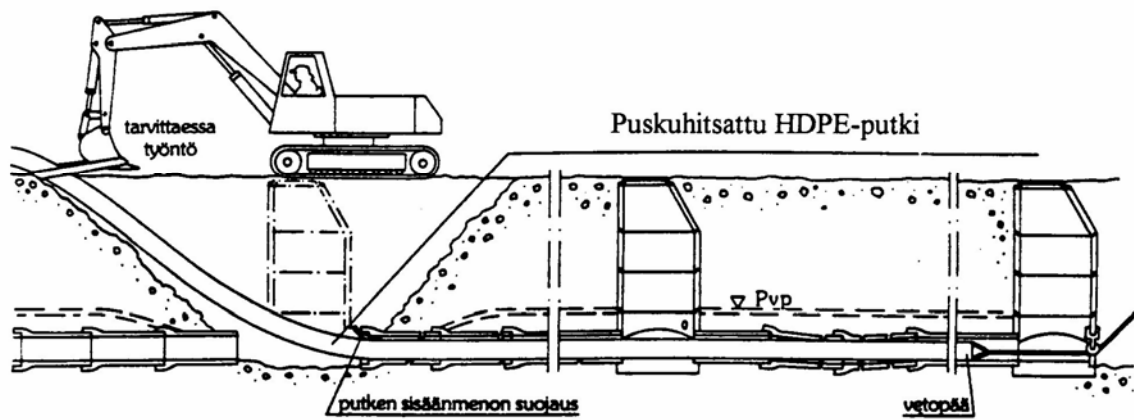
Ohjearvot korkeimmalle sallitulle käyttölämpötilalle (°C)

Putkimateriaali	Painejohdot		Viettojohdot	
	Jatkuva lämpötilakuormitus	Jatkuva lämpötilakuormitus	Tilapäinen, lyhytaikainen lämpötilakuormitus	
PVC	45*	45	95	
PE	50*	45	95	
PP	70*	45	100	
PE-X	90*	–	–	

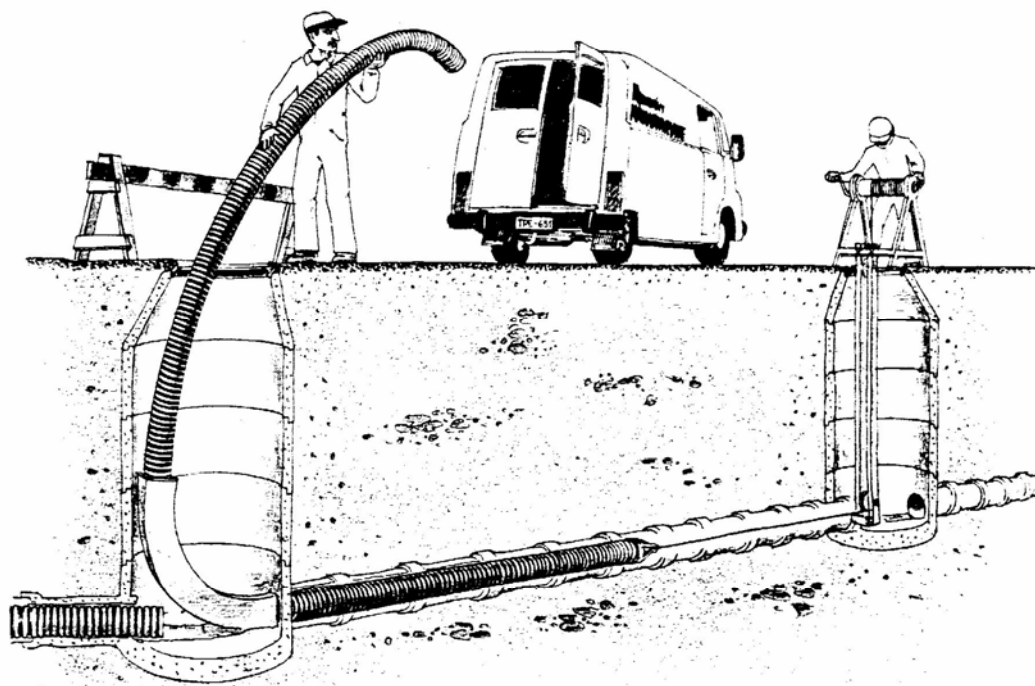
* Lämpötiloissa yli 20 °C vaaditaan paineen alentamista putkenvalmistajien ohjeiden mukaisesti

No.	Chemical	m.p. °C	b.p. °C	Concentra- tion %	T °C	PE- LD	PE- HD	PP	PB	PVC- U	PVC- C	ABS	PVDF	PE- X
378	Soybean oil			Work.sol.	20 60			S L						
379	Sugar, aqueous sol.			Sol.	20 60					S S	S S			
380	Sulphur dioxide, dry gas	- 73	-10		20 60	S S	S S	S		S S	S S			
381	Sulphur dioxide, wet gas	- 73	-10		20 40 60			S S	S		S S	NS	NS	
382	Sulphur trioxide	17	45	tg-1	20 60	NS NS	NS NS		L NS				NS	
383	Sulphuric acid			Up to 10	20 50 60 80 100 120	S S S	S S S	S S S	S S S	S S S	S S S	S S S	S S S	S S S
				15	20 50 60 80 100 120	S S S	S S	S	S S	S S	S S	S S	S S S	S S
				10 to 30	20 60 80 120	S S	S S	S S	S S	S S	S S	S	S S S	S S
				10 to 50	20 60 80 120	S S	S S	S	S S	S S	S S	S	S S S	S S
				50	20 50 60 80 100	S S	S S	S L	S S	S S	S S	S L	S S S	S S
				60	120			L					S	
				50 to 75	20 60 80	S S	S S		L NS	S L	S S		S S S	S S
				80	120								L	
				50 to 90	20 60 80					S L	S S			S L NS
				90	100								S	
				75 to 90	20 50 60 80				L NS	S L	S S	NS NS		S L NS

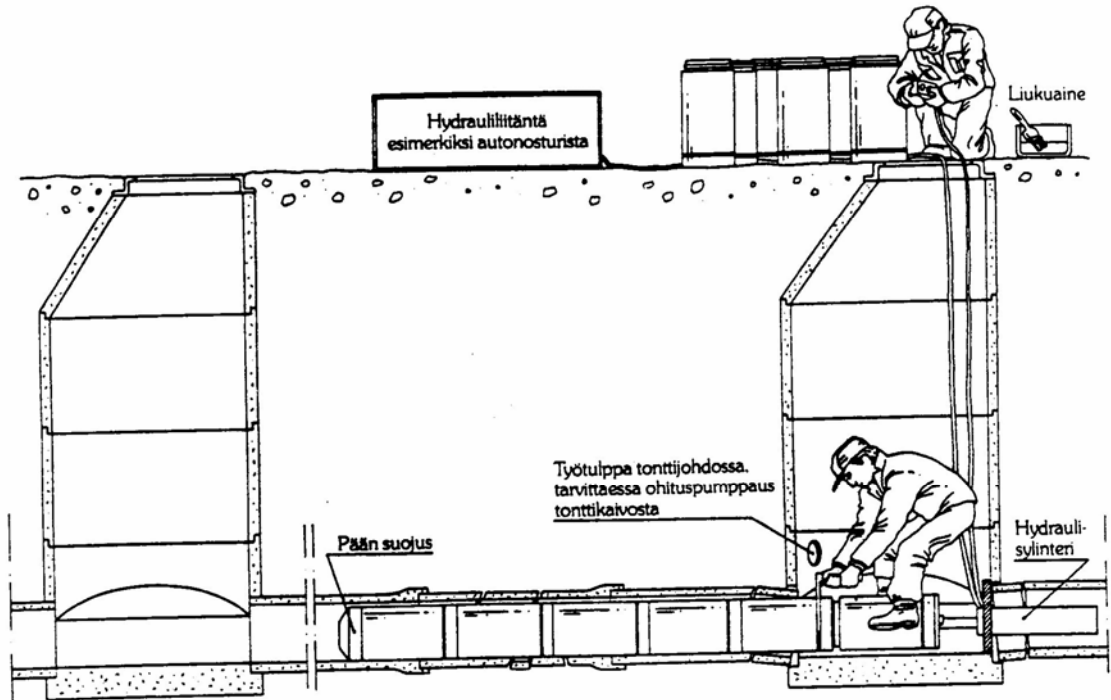
No.	Chemical	m.p. °C	b.p. °C	Concentra- tion %	T °C	PE- LD	PE- HD	PP	PB	PVC- U	PVC- C	ABS	PVDF	PE- X																											
383	Sulphuric acid (contd.)			95	20					L	S	NS		S																											
															50																										
															60							NS	NS	S			L														
															80									L			NS														
															100											L															
															96	20				20						S	NS		S												
																														50											
																														60						L	NS	NS	S		L
																														80									L		NS
																														100						NS		NS		L	
															98	20				20	L	S	L	NS	NS		NS		S												
																														40											
																														50										NS	
																														60	NS	NS	NS	NS	NS						L
																														80											
100						NS																																			
Fuming	20	NS	NS	L	NS	NS				NS																															
50										NS																															
60	NS	NS	NS	NS	NS																																				
100							NS																																		
384	Sulphurous acid				100									S																											
															Up to 30	20	S	S	S	S	S	S	S																		
															50						S	S																			
															60	S	S		S	S																					
385	Tannic acid				20									S																											
															50	S	S	S	S	S	S	S	S	S																	
															60	S	S	S	S	S	S			S																	
															100									S																	
															Sat.sol.	20							S				S														
																60							S				S														
																100											S														
386	Tartaric acid (Dec.)	170			20									S																											
															50	S	S	S	S	S	S	S	S																		
															60	S	S	S	S	S	S			S																	
															120									S																	
															Sat.sol.	20	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S														
																50							S	S			S														
																60	S	S	S	S	S	S			S	S															
																80									S	S															
120											S																														
387	Tetrahydrofuran		66	tg-1	20	NS			L	L	NS	NS	NS	L																											
															50																										
															60	NS			NS	NS	NS			NS																	
															100				NS		NS																				
388	Tetralin	- 35	207	tg-1	20									NS																											
															60																										
															80																										
389	Thionyl chloride	-105	79	tg-1	20	NS	NS		S	NS		NS	NS																												
															60	NS	NS		S	NS																					
390	Thiophene	- 38	84	tg-1	20				S																																
															60				L																						



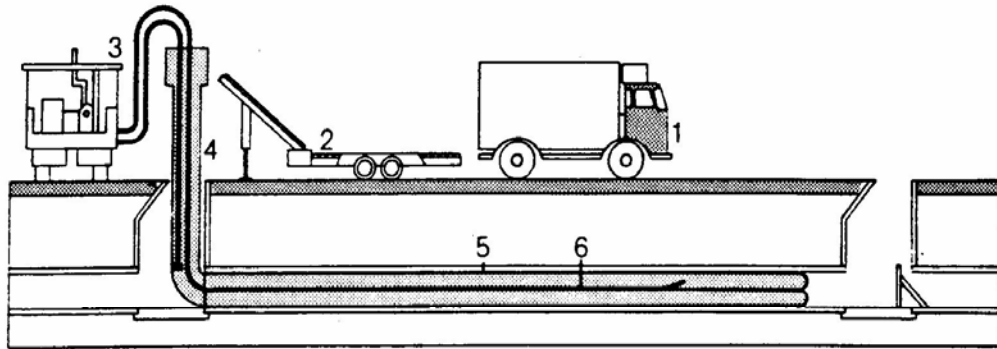
PITKÄSUJUTUS



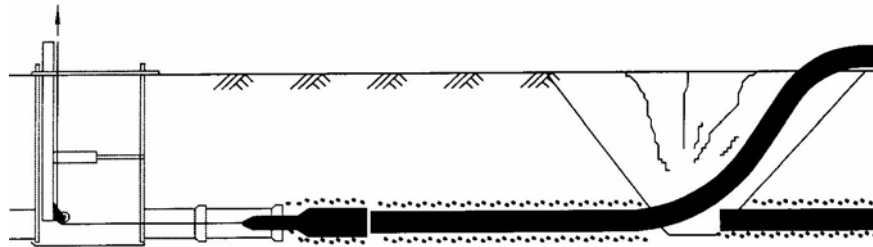
FLEXOREN-PITKÄSUJUTUS

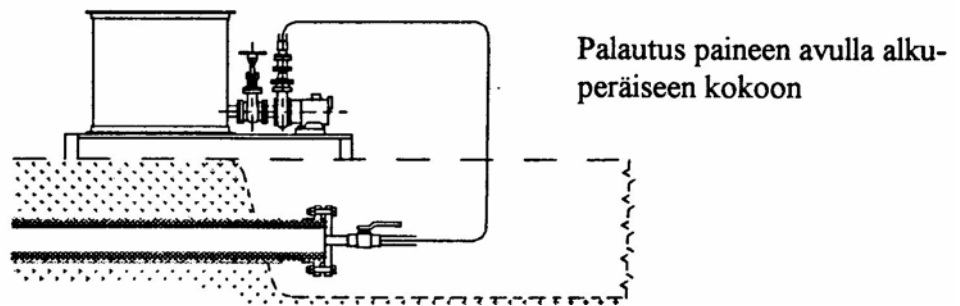
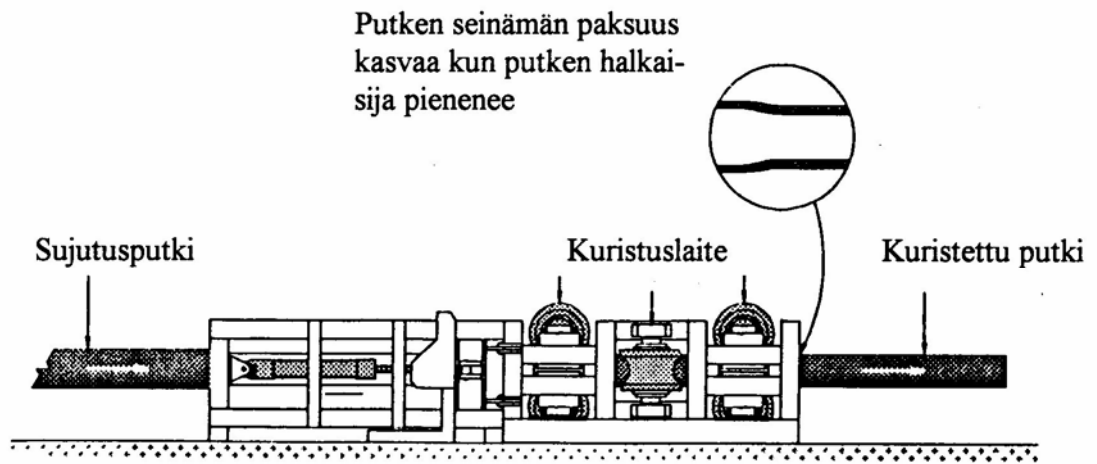


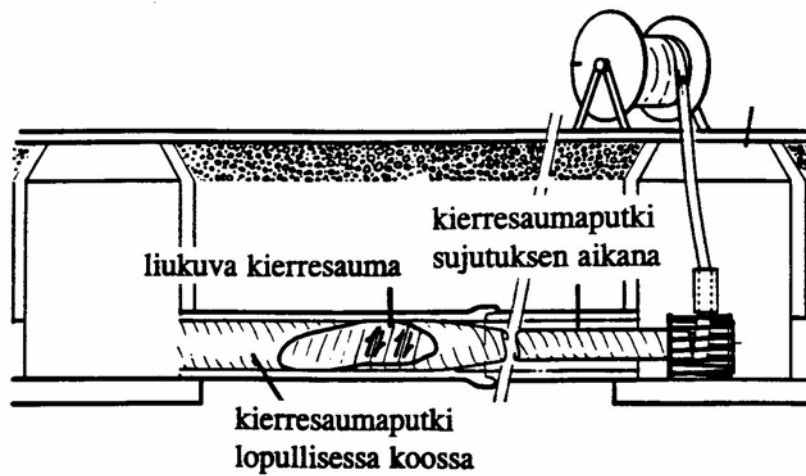
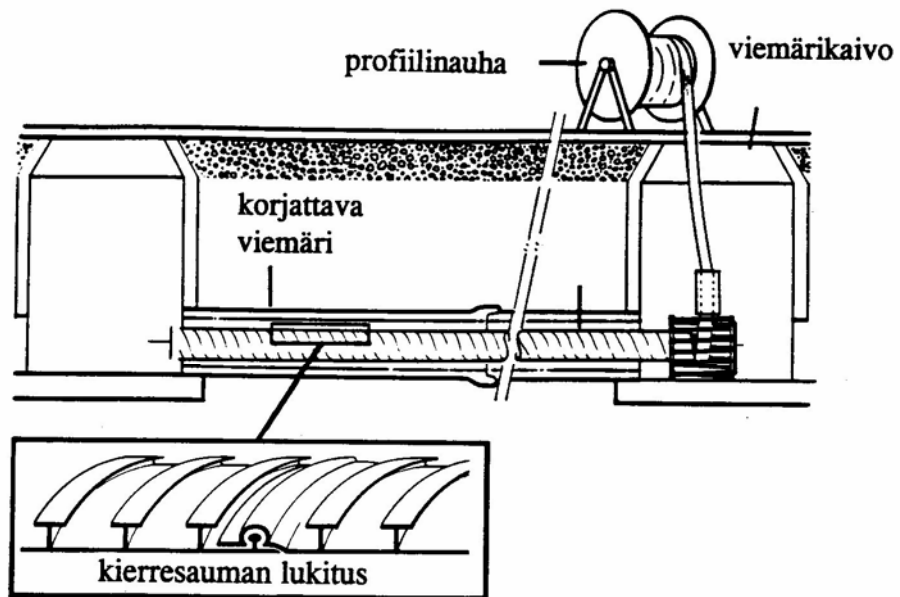


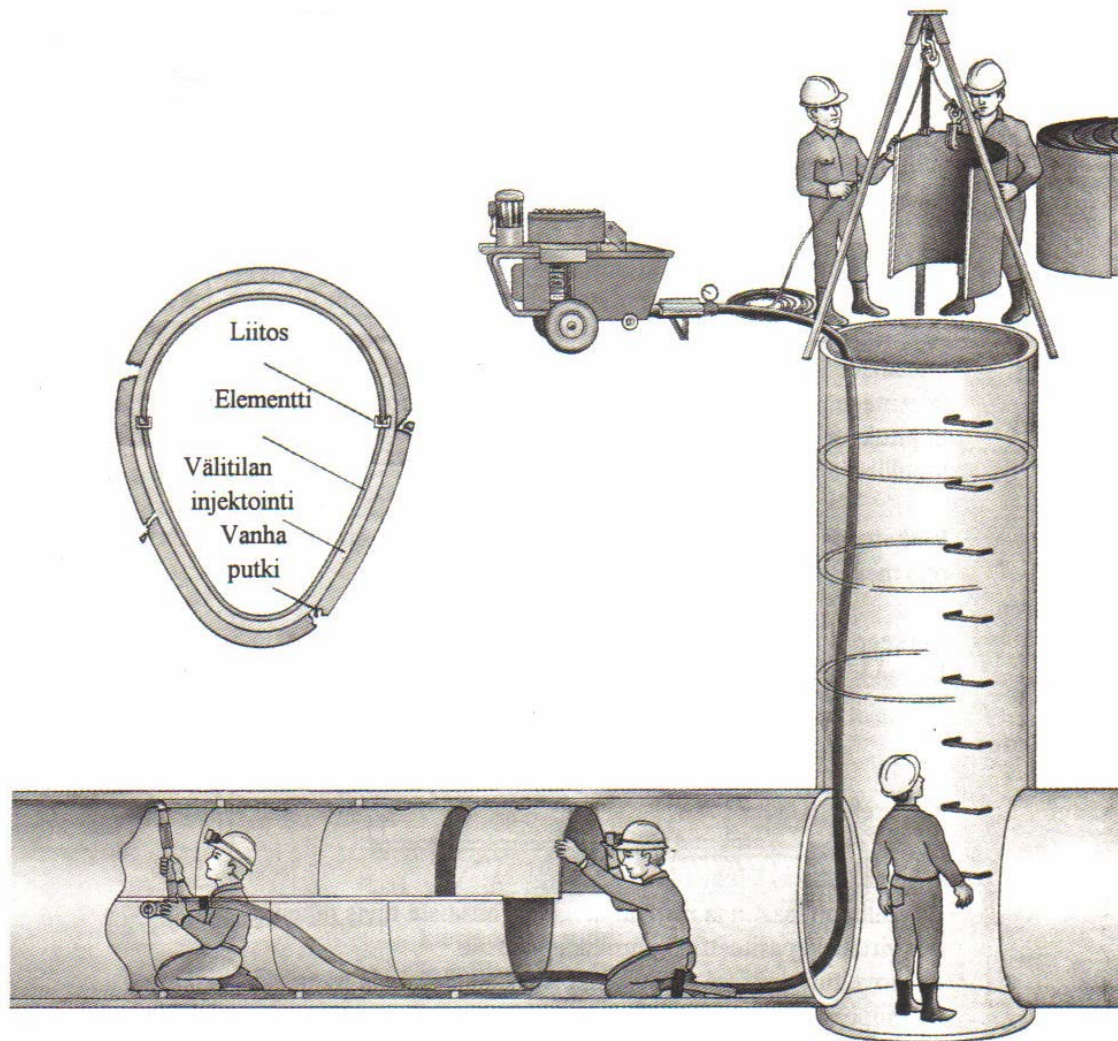


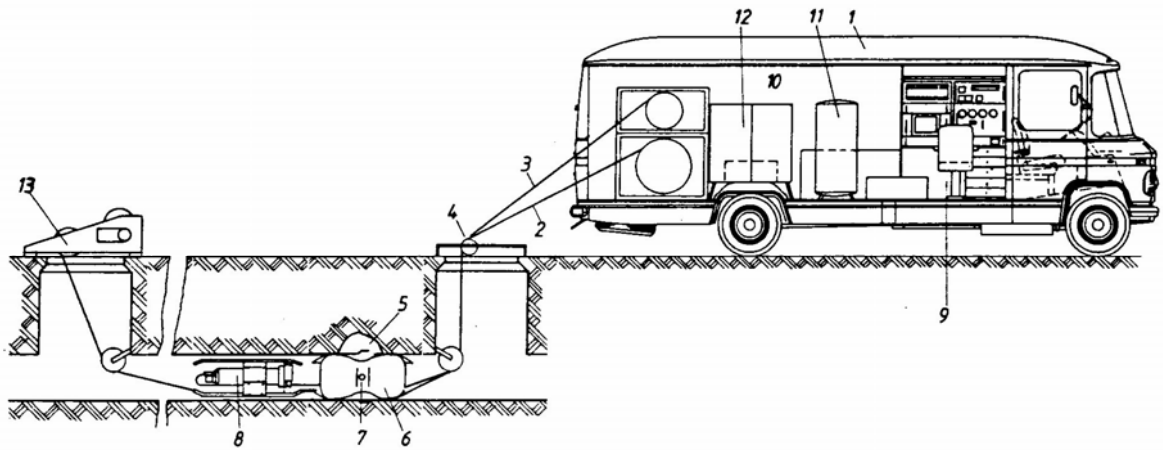
1. Sukan kuljetusauto
2. Siirtohihna
3. Pumppaus- ja lämmityslaitteisto
4. Syöttöputki
5. Kyllästetty sukka
6. Kuumavesiletku



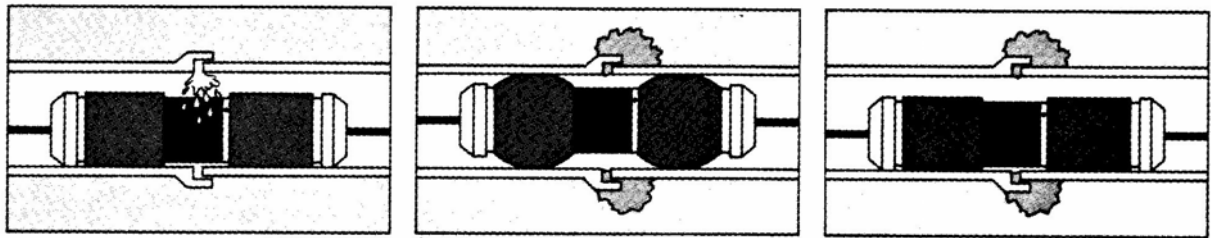



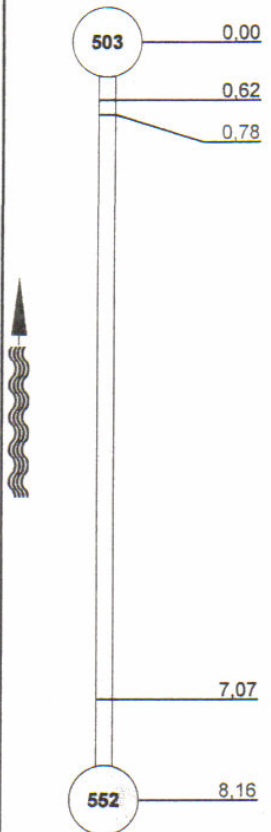
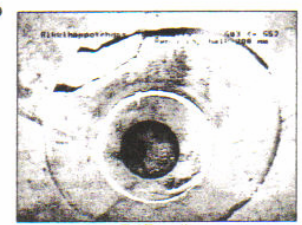






- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. Korjausauto | 8. Tv-kamera |
| 2. Kemikaaliletku | 9. Ohjauspöytä |
| 3. Tv-kaapeli | 10. Laite- ja työtila |
| 4. Kääntöpyörä | 11. Vesisäiliö |
| 5. Vuotava sauma | 12. Tiivistyskemikaalien säiliöt |
| 6. Sauman tiivistyslaite | 13. Teräsvaijeri ja vinssi |
| 7. Kemikaalin annostus | |



		L&T Noutokatu 1 21100 Naantali Tel: 010 636 170, Fax: 010 636 4600			
TV-kuvaus pöytäkirja					
PVM: 27.09.2006	Työ Nr.:	Sää: Kuiva	Kuvaaja: Juha Wellenius	kaivovälin numero: 6	Putken tunnus:
Vastuuhenkilö:	Auto: Auto 275	Kamera: IPEK 100	Aloituskohhta:	Puhdistettu: Kyllä	Arvo:
Katu:	Rikkihappotehdas, Harjavalta	Kartta Nr.1:	300139-0	Aloituskäivo:	503
Kaupunki:	Harjavalta Copper	Kartta Nr.2:		Lopetuskaivo:	552
Sijainti:	Piha	Videonauha Nr.:		putken pituus:	8,16 m
TV-kuvauksen syy:	Yleiskunto	Koko/muoto:	halk 200 mm		
Kaivovälin käyttö:	Sadevesi	Materiaali:	Peh / LS	Putkiliitosten väli:	
Vesialue:		Vuoraus:			
Huomautus:					
1:75	sijainti	Koodi	havainto	arvo	
					
503	0,00		Kuvauksen aloitus, ritiläkaivo 503 (otsikko 10)		
	0,62		Materiaali muuttuu, LS		
	0,78		Poikkisiirtymää saumoissa koko välillä	2	
	7,07	00%	Pala irti,reikä klo.11, vakava		
552	8,16		Kuvauksen loppu, ritiläkantinen kaivo 552, alaosa vuotaa!!	4	

LEVY 1

Otsikko	Kaiivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suurta	Kunto	Huom.
1	508 -> 509	Betoni	500	JOKI	2	irtokertymä
2	509 -> 510	Betoni	500	JOKI	2	lievä rapautumaa
3	510 -> 511	Betoni	800	JOKI	3	rapautumaa
4	511 -> 550	Muovi/Teräs	800	JOKI	1	
5	259 -> 258	PVC	160	JVL	4	kaivon 259 pohja vuotaa
6	259 -> xxx	PVC	160	JVL	3	lieviä painumia, kohtalainen painuma
7	259 -> www	PVC	200	JVL	4	kaivo www erittäin rapautunut
8	259 -> 502	PEH	n. 200	JVL	2	lieviä painumia, lievä muodonmuutos
9	502 -> 552	PEH	200-225	JVL	3	kaivossa 502 painumaa
10	503 -> 552	PEH/LS	200	JVL	4	poikkisiirtymää koko matkalla, pala irti (vakava), kaivon 552 alaosaa vuotaa
11	503 -> 504	PEH	250	JVL	3	muodonmuutosta koko välillä, kohtalaisia painumia, saostumaa
12	553 -> 554	PEH	200	JVL	3	vähäinen ja kohtalainen muodonmuutos
13	553 -> 505	PEH	200	JVL	2	irtokertymä
14	551 -> 504	PVC	200	JVL	4	kaivon 551 alaosaa erittäin rapautunut
15	554 -> 504	PEH	250	JVL	4	vakava muodonmuutos, vakava painuma, irtokertymä
16	yy -> 555	PEH	200	JVL	3	kohtalaisia muodonmuutoksia
17	557 -> yy	PEH	315	JVL	1	
18	557 -> 556	PEH	200	JVL	3	muodonmuutos kohtalainen
19	557 -> 558	PEH	315	JVL	2	lievä painuma, irtokertymä
20	521 -> zzz	PEH	250	JVL	4	vähäinen saostuma, (17m) putki täynnä saosta ja maa-ainesta (kuvaus päätty)
21	521 -> 522	PEH	315	JVL	1	
22	521 -> 520	PEH	150	JVL	1	
23	257 -> 500	PEH	150	JVL	4	kaivot 257 ja 500 erittäin rapautuneita
24	www -> 500	PVC	200	JVL	4	kaivot www ja 500 erittäin rapautuneita, lievä irtokertymä
25	www -> 251	PEH	100	JVL	4	kaivot www ja 251 erittäin rapautuneita
26	554 -> 555	PEH	250	JVL	3	muodonmuutos kohtalainen, painuma kohtalainen
27	256 -> 243	PEH	150	JVL	2	vähäinen muodonmuutos
28	242 -> 243	PEH	150	JVL	2	kaivossa 242 lievä painumaa, putkessa lievä painumaa
29	255 -> 254	PEH	150	JVL	1	

LEVY 2

Otsikko	Kaivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suurta	Kunto	Huom.
1	514 -> 255	PEH	200	JVL	2	irtokertymä vähäinen
2	514 -> 243	PEH	200	JVL	4	muodonmuutos vakava, muodonmuutos kohtalainen
3	514 -> 516	PEH	315	JVL	2	lievä painuma, hiekkaa
4	516 -> 523	PEH	315	JVL	3	hiekkaa
5	516 -> 515	PEH	160	JVL	1	
6	523 -> vv	PEH	160	JVL	1	
7	523 -> 558	PEH	315	JVL	2	lievä painuma koko putkessa, lievästi avoin sauma
8	558 -> 522	PEH	500	JVL	2	hiekkaa
9	561 -> (R4)	PEH	315	JVL	1	
11	519 -> 522	PEH	500	JVL	2	painuma lievä, hiekkaa ja kaivonkannen paloja?
12	519 -> 518	PEH	500	JVL	2	poikkisiirtymä lievä
13	518 -> 253	PEH	160	JVL	2	lievä porras saumassa, lievä painuma, hiekkaa
14	388 -> 387	Muovi	n. 600	JOKI	2	liikaa, lievä avoin sauma
15	388 -> 389	PEH	800	JOKI	1	
16	397 -> 389	Teräs?	n. 800	JOKI	2	liikaa
17	397 -> uuu	Teräs?	n. 800	JOKI	3	hiekkaa, saumassa roikkuu rakennusjätettä (vanteen pala?), lautoja, kiviä, soraa
18	561 -> 562	PEH	315	JVL	3	kohtalaisena esteenä vieras esine, hiekkaa
19	562 -> 563	PEH	315	JVL	3	hiekkaa
20	561 -> 560	PEH	200	JVL	2	vähäisiä muodonmuutoksia, vähäinen painuma
21	563 -> 559	PEH	500	JVL	2	vähäinen muodonmuutos
22	559 -> 518	PEH	500	JVL	1	hiekkaa
23	563 -> 666	PEH	600	JVL	2	hiekkaa
24	698 -> 666	PEH	200	JVL	2	lievä painuma
25	674 -> 675	PEH	200	JVL	2	lievä painuma
26	674 -> 673	PEH	315	JVL	2	kaivossa 673 puukeppejä
27	676 -> 673	PVC	200	JVL	1	
28	689 -> 674	PVC	200	JVL	2	vähäinen painuma
	689 -> 690	PVC	200	JVL	2	vähäinen painuma

LEVY 3

Otsikko	Kaivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suurta	Kunto	Huom.
1	674 -> 688	PVC	200	JVL	2	lievä painuma, vieras esine
2	672 -> 673	PVC	315	JVL	2	kaivossa 673 puukeppjä
3	672 -> 671	PVC	315	JVL	3	lievä painuma, kaivossa 671 irrallinen levyn pala
4	671 -> 667	PVC	315	JVL	2	vähäinen muodon muutos
5	673 -> sss	PEH	n. 130	JVL	1	
6	528 -> nnn	?	n. 500	JOKI	3	vähäistä poikkisiirtymää ja poikkitaishalkeilua, kohtalainen poikkihalkeama
7	528 -> nnn	?	n. 500	JOKI	3	kohtalainen poikkihalkeama
8	528 -> 529	Puu	600	JOKI	1	
9	529 -> 531	Puu	600	JOKI	1	
10	533 -> 531	Puu	600	JOKI	1	
11	533 -> 534	Puu	600	JOKI	1	
12	533 -> 3=550	LM	1000	JOKI	3	pinoitetta irronnut seiniltä (estää putken koko kuvauksen)
13	3a -> 4	LM	1000	JOKI	2	pinoitetta irronnut, pinoite irtaamassa
14	5 -> 4	LM	1000	JOKI	2	pinoite irronnut, pinoite vaurioita seinällä, irtopaloja pohjalla
15	5 -> 6	LM	1000	JOKI	2	pinoite irronnut seiniltä, pinoite irtaamassa
16	6 -> 7	LM	1200	JOKI	1	vesinäätä estää koko putken kuvaamisen
17	684 -> 685	PVC	200	JVL	1	
18	669 -> 678	PVC	315	JVL	2	lievä painuma, lievästi avoin sauma
19	508 -> haara talon	PEH?	400	JOKI	1	saumassa porras (estää kameran etenemisen)
20	667 -> 666	PVC	600	JVL	2	hiekkaa putkessa ja kaivossa 666
21	684 -> 683	PVC	200	JVL	2	lievää painumaa, hiekkaa
22	683 -> 682	PVC	200	JVL	2	lievä painuma
23	683 -> mmm	PVC	200	JVL	2	liikaa ja hiekkaa

LEVY 4

Otsikko	Kaivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suunta	Kurto	Huom.
1	999 -> 389	Betoni	300	JOKI	3	
2	389 -> aaa	Betoni	225	JOKI	2	avoimuutta saumassa, pala irti, painumaa, pikeä pursuu saumasta
3	aaa -> bbb	Betoni	150	JOKI	3	lievä painuma poikkihalkeama, soraa pohjalla
4	aaa -> ddd	Betoni	225	JOKI	2	lievä painuma
5	ddd -> eee	PEH/betoni	200	JOKI	2	saumoissa lieviä siirtymiä, vähäisiä poikkihalkeamia kivi ja hiekkavali pohjalla
6	bbb -> fff	PVC	160	JOKI	3	lievä painuma, hiekkaa
7	681 -> 683	PVC	315	JVL	2	
8	681 -> 680	PVC	315	JVL	1	
9	679 -> 680	PVC	315	JVL	2	lievä painuma
10	679 -> 670	PVC	315	JVL	1	
11	688 -> rak. alle	PEH	200	JVL	2	lievä painuma
12	678 -> ÖEK	PEH	200	JVL	1	
13	999 -> 389	Betoni	300	JOKI	3	avoimuutta saumassa, pala irti, painumaa, pikeä pursuu saumasta
14	389 -> hhh	Betoni	225	JOKI	4	erittäin rapautunut, lieviä painumia, poikki- ja verkkohalkeama, hhh:ssa lautoja
15	bbb -> jijj	PVC	160	JOKI	2	lievä painuma
16	aaa -> ccc	PVC	160	JOKI	2	lieviä painumia
17	688 -> lattakaivo	PEH	100	JVL	2	lievä muodonmuutos
18	678 -> käyrä ylös	PEH	100	JVL	2	likaa
19	561 -> lattakaivo	PVC	100	JVL	2	lievä painuma
20	388 -> haara vast.	PEH	150	JOKI	2	lievä painuma, putken pää tulpattu
21	520 -> ylähaara	PVC	110	JVL	1	
22	520 -> alahaara	PVC	110	JVL	1	
23	502 -> kaukalo?	PEH	100	JVL	1	
24	259 -> haara vast.	PVC	100	JVL	1	
25	671 -> R7	PEH	200	JVL	1	
26	www -> haara vast.	PEH	200	JVL	1	putki supistuu, levymäistä kovettunutta, tulpattu?
27	529 -> haara vast.	LS	225	JOKI	3	verkko- ja poikkihalkeama, lieviä painumia

LEVY 7

Otsikko	Kaivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suunta	Kunto	Huom.
3	543 -> 542	Betoni	600	JOKI	2	vähän ilkaa
4	543 -> haara vast.	PEH	1000	JOKI		
5	543 -> ylähaara	PVC	400	JOKI		
6	524 -> 527	PEH	400	JOKI		yliuotolinja kaivosta 527

LEVY 8

Otsikko	Kaivot	Materiaali	Halk. (mm)	Suunta	Kunto	Huom.
12	524 -> 525	LM	700	JOKI		
13	525 -> 526	LM	700	JOKI	2	vähäinen irtokertymä
14	526 -> poik. linja	LM	700	JOKI		
15	547 -> 543	PEH	800	JOKI	2	kaivossa 547 kovettumapaloja, lieviä painumia, kaivossa 543 betonin paloja
16	547 -> poik. linja	LM	800	JOKI	2	kaivossa 547 kovettumapaloja
17	tt -> poik. linja	LM	800	JOKI		