

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2012

Otto Kaarto

# PUOSTAN VESIHUOLLON SANEERAUSSUUNNITELMA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka, ympäristö ja talous  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infratekniikka  
Otto Kaarto

Opinnäytetyö

## PUOSTAN VESIHUOLLON SANEERAUSSUUNNITELMA

Hyväksytty Turussa \_\_\_\_/\_\_\_\_ 2012

Valvoja

---

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

---

Tekn. tri. Raimo Vierimaa

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Infratekniikka

2.3.2010 | 45 sivua

Pirjo Oksanen

Otto Kaarto

# PUOSTAN VESIHUOLLON SANEERAUSSUUNNITELMA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Kaarinan kaupungille Piikkiön Puostassa sijaitsevalle asuinalueelle vesihuollon saneeraussuunnitelma. Suunnitelmaan kuuluu nykyisten jätevesilinjojen saneeraussuunnitelmat ja uuden hulevesiviemäröinnin suunnittelu.

Vesihuollon saneeraus on toimenpide, jossa joudutaan pohtimaan itse saneerausmenetelmiä, mahdollisen kaivannon tekoa ja tuentaa sekä saneeraustyön vaikutuksia alueen asukkaisiin ja ympäristöön. Yhtenä merkittävänä osatekijänä on saneerauksen toteutus mahdollisimman kustannustehokkaasti kuitenkin työn laadusta ja työturvallisuudesta tinkimättä.

Suomessa on suuri saneeraustarve vesihuollon tehostamiseksi ja Kaarinan Puostan tapaus on tyypillinen esimerkki tästä. Kaarinan kaupunki on sitoutunut parantamaan nykyisiä palveluita vesihuollon osalta, tästä esimerkkinä paitsi itse jätevesiviemärien saneeraus, myös periaatepäätös rakentaa toimiva hulevesiviemäröinti alueille joissa sitä ei vielä ole ja joissa vesihuoltoa rakennetaan tai saneerataan.

Puostan vesihuoltosuunnitelmat on suunniteltu tavoitteena aiheuttaa alueen asukkaille mahdollisimman vähän harmia niin vesihuollon, kuin logistiikan ja ympäristönkin osalta. Tavoitteena on suorittaa saneeraus ja uudisrakentaminen tehokkaasti, turvallisesti ja taloudellisesti.

ASIASANAT:

vesihuolto, saneeraus, jätevesi, hulevesi, yhdyskunta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2 April 2012 | 45 pages

Pirjo Oksanen, Senior Lecturer

Otto Kaarto

# WATER MANAGEMENT RENOVATION PLAN FOR PUOSTA THE AREA

The aim of this thesis was to create a water management renovation plan for the city of Kaarina concerning the Puosta area, located in Piikkiö. The plan consists of renovation plans for the current wastewater system and plans for the new stormwater drainage system.

The renovation of a water managementsystem is a procedure where one must consider the methods of renovation, possibly making a trench for the renovation, and the effects of the renovation on the local residents and the environment. One considerable factor in the whole process is the implementation of the renovation as cost-effectively as possible without neglecting the quality or safety of the project.

In Finland there is a dire need of renovation in order to intensify water management and the case of Kaarina is a typical example of that. The city of Kaarina is committed to improving its current services regarding water management. Consequently this specific renovation project is being undertaken and a decision to build up storm water systems in areas that are without them has been made and water management systems are being built or renovated.

The water management renovation plans were designed to cause as little disturbance as possible to the surrounding residents keeping the environment as well as logistics and water management in mind. The goal is to achieve the renovation and new constructing as cost-effectively, safely and economically as possible.

## KEYWORDS:

water management, renovation, wastewater, stormwater, community

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 VESIHUOLTO</b>	<b>9</b>
2.1 Yleistä vesihuollosta	9
2.2 Verkoston rakenne	9
2.3 Verkoston saneeraus	10
2.3.1 Saneerauksen käsitteitä	11
2.3.2 Saneeraustarve	12
2.3.4 Saneerausmenetelmän valinta	13
2.3.5 Perustamistavoista yleisesti	14
2.3.6 Perustamistapojen suunnittelu	15
2.3.7 Arinat	15
<b>3 SANEERAUSMENETELMIÄ</b>	<b>16</b>
3.1 Pitkäsujutus	16
3.2 Pätkäsujutus	17
3.3 Pakkosujutus	17
3.4 Puristussujutus	18
3.5 Spiraalisujutus	18
3.6 Sukkasujutus	18
3.7 Letkusujutus	18
3.8 Mikrotunnelointi	19
3.9 Panelointi	19
3.10 Pinnoitus	19
3.11 Saumojen injektointi	20
3.12 Uuden rakentaminen	20
<b>4 PUTKIKAIVANTO</b>	<b>21</b>
4.1 Kaivantosuunnittelu	21
4.2 Kaivannon työluokitus	21
4.3 Luiskaus	22
4.4 Tuenta	23
4.4.1 Kevyt tuenta	23
4.4.2 Ponttiseinät	24

4.4.3 Tuentaelementit	25
4.4.4 Syvästabilointi	26
<b>5 PUOSTAN SANEERAUSSUUNNITELMA</b>	<b>28</b>
5.1 Lähtötilanne	28
5.2 Puostantie	30
5.2.1 Nykytilanne	30
5.2.2 Saneeraus	31
5.3 Onkitie	32
5.3.1 Nykytilanne	32
5.3.2 Saneeraus	33
5.4 Verkkotie	35
5.4.1 Nykytilanne	35
5.4.2 Saneeraus	36
5.5 Vh 1.0–1.1	38
5.5.1 Nykytilanne	38
5.5.2 Saneeraus	39
<b>6 RAKENTAMISEN HAASTEET</b>	<b>40</b>
6.1 Puostantie	40
6.2 Onkitie	40
6.3 Verkkotie	41
6.4 Vh 1.0–1.1	41
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>43</b>
7.1 Vertailu	43
7.2 Johtopäätökset	43
<b>LÄHTEET</b>	<b>45</b>

## **LIITTEET**

- Liite 1. Puostan vesihuollon asemapiirros, piirros 200
- Liite 2. Verkkotien vesihuollon asemapiirros osa 1, piirros 201
- Liite 3. Verkkotien vesihuollon asemapiirros osa 2, piirros 202
- Liite 4. Onkitien vesihuollon asemapiirros, piirros 203
- Liite 5. Vh 1.0–1.1 vesihuollon asemapiirros, piirros 204
- Liite 6. Puostantien vesihuollon asemapiirros, piirros 220

- Liite 7. Pituusleikkaus, Puostantie, piirros 205  
Liite 8. Pituusleikkaus, Onkitie, piirros 206  
Liite 9. Pituusleikkaus, Verkkotien kuivatus, piirros 207  
Liite 10. Pituusleikkaus, Vh 1.0–1.1, piirros 208  
Liite 11. Pituusleikkaus, Verkkotien jätevesisuunnitelma, piirros 209  
Liite 12. Poikkileikkaus, Verkkotie PL 10–150, piirros 214  
Liite 13. Poikkileikkaus, Verkkotie PL 160–300, piirros 215  
Liite 14. Määräluettelo

## KUVAT

Kuva 1. Terminologiaa	11
Kuva 2 Pitkäsujutus	16
Kuva 3 Pakkosujutus	17
Kuva 4 Kevyesti tuettuja kaivantoja	24
Kuva 5. Esimerkki teräsponttiseinästä	25
Kuva 6. Tuentaelementtejä	26
Kuva 7. Syvästabilointia	27
Kuva 8. Yhdistetty tuenta stabiloinnilla ja elementtituennalla	27
Kuva 9. Puostan alueen opaskarttakuva	28
Kuva 10. Jätevesiputkiston romahdus Puostantiellä	30
Kuva 11. Puostantien ja Onkitien risteys	31
Kuva 12. Jätevesiputkiston romahdus Onkitiellä	32
Kuva 13. Onkitien kuivatus hoidetaan avo-ojin	33
Kuva 14. Jätevesiputkiston kaarros kulmakappaleella	35
Kuva 15. Verkkotien vesihuoltosaneeraus aloitetaan Verkkotien ja Onkitien risteyksestä	36
Kuva 16. Vh 1.0–1.1 Paikallinen romahdus TV-kuvauksessa	38
Kuva 17. Leveä polku jonka alla linja Vh 1.0–1.1 sijaitsee	39

## TAULUKOT

Taulukko 1 Työluokitus	22
------------------------	----

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on pohdittu vesihuoltosaneerauksen haasteita, edellytyksiä ja tavoitteita. Erityisesti on vertailtu eri saneerausmenetelmiä keskenään ja pohdittu niiden soveltuvuuksia eri olosuhteissa. Työssä on kiinnitetty erityistä huomiota putkikaivannon tuentamenetelmiin haastavissa pohjaolosuhteissa ja oikean saneerausmenetelmän valintaan. Myös itse vesihuollon merkitystä yhteiskunnalle sekä sen nykyistä ja tulevaa tilaa on tässä opinnäytetyössä tarkasteltu.

Yksi toimivan vesihuollon edellytys on jatkuva verkoston nykytilan tarkkailu, jonka avulla ollaan jatkuvasti tilanteen tasalla. Tämä helpottaa niin päätösten tekoa kuin verkon hyvän palvelutason ylläpitoa. Suurimmat puutteet ilmenevät usein juuri valvonnassa, ja tilanteet ehtivät usein edetä liian pitkälle, jolloin korjaustarve on erittäin kiireellinen todellisen vahingon välttämiseksi. Vesihuolto on integroitunut niin kiinteäksi osaksi suomalaista yhteiskuntaa, että usein sen merkitys jää huomioimatta, ja sen tärkeys todetaan vasta kun käytössä ilmenee merkittäviä puutteita. Kaarinan kaupunki on osaltaan tarttunut haasteeseen vesihuollon kehittämiseksi ja on saneeraamassa Puostan alueen jätevesiverkkoa, myös rakennuttamassa uutta hulevesiverkkoa alueen kuivatuksen kehittämiseksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Puostan alueelle Kaarinan Piikkiöön toimiva vesihuollon saneeraussuunnitelma. Työn haasteina oli saneeraustarpeen määrittäminen ja oikeanlaisen saneeraustavan valinta, sillä alue on asuttu ja vesihuollon on toimittava vuorokauden ympäri taaten asukkaille hyvät elinolosuhteet. Saneeraus on suoritettava nopeasti ja tehokkaasti, kuitenkin työturvallisuutta ja kustannustehokkuutta unohtamatta.



## 2 VESIHUOLTO

### 2.1 Yleistä vesihuollosta

Vesihuollolla tarkoitetaan teollisuuden ja yhdyskuntien vedentarpeiden täyttämistä, sekä niistä syntyvien jätevesien poisjohtamista ja käsittelyä. Vesihuollon tehtäviin luetaan myös hulevesien kerääminen. Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä. Vesihuollon voidaan määritellä alkavan raakavedenotosta ja päättyvän jätevedenpuhdistamolta syntyvän lietteen päädyttyä joko kaatopaikalle tai maa-aineksi maanparannukseen. (Karttunen 1999, 6.)

Toimivan vesihuollon järjestäminen perustuu pohjimmiltaan terveydellisiin tarpeisiin. Tällöin vaaditaan niin uuden vesihuollon rakentamista kuin vanhan jatkuvaa ylläpitoa. Jatkuvat toimenpiteet vesihuollon kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi korostuvat erityisesti jäteveden kohdalla, sillä jäteveden keräys ja käsitteleminen muodostavat terveydenhoidollisen kysymyksen. Asukastiheydeltään suuremmissa kaupungeissa avoviemäreissä juokseva käsittelemätön jätevesi aiheuttaisi merkittävän kansanterveydellisen riskin. Tätä kuvitteellista tilannetta on helppo verrata useisiin kehittyviin maihin, joissa järjestetty vesihuolto on toistaiseksi vain harvojen ulottuvilla. Jäteveden käsittelyä on pyritty tehostamaan tiukentuneiden vaatimusten johdosta. Näiden vaatimusten tarkoituksena on varmistaa purkuvesistöjen laatu, jolloin niiden itsepuhdistautumiskyky säilyy. (Karttunen 2010, 19.)

### 2.2 Verkoston rakenne

Yleisesti vesijohto-, jätevesi- ja hulevesiputket pyritään asentamaan rinnakkain samaan kaivantoon. Tämä on paitsi kustannustehokasta, mutta myös tilanpuutteen vuoksi putket pyritään asentamaan mahdollisimman lähelle toisiaan. Varsinkin saneerauskohteissa työmaan yhteydessä saattaa kulkea tie,

jota ei voida kokonaan katkaista, vaan liikenne ohjataan yhdelle kaistalle. ”Viemäriverkko muistuttaa rakenteeltaan haaroittuvaa oksistoa tai luonnon ojustoa, jossa valuma-alueen latvoilla pikkupuroihin kertyvä vesi päätyy yhä suuremmaksi virraksi ennen purkautumistaan järveen, jokeen tai mereen” (Karttunen 2010, 25).

Kiinteistöissä syntyvät jätevedet kulkeutuvat tonttijohtoihin, joista jätevedet ohjataan edelleen kokoojaviemäriin. Kokoojaviemärit johtavat vetensä vastaavasti isompaan linjaan eli pääviemäriin. Tästä eteenpäin pääviemärit johtavat jätevedet käsiteltäväksi jätevedenpuhdistamoon. (Karttunen 2010, 25.)

Jätevesiviemärointi pyritään yleensä toteuttamaan painovoimallisena eli viettoviemärinä. Toinen vaihtoehto on toteuttaa viemärointi paineistettuna eli paineviemärinä. Tämä on kuitenkin työmaajärjestelyjen kannalta vaikeampi toteuttaa käytännössä ja myös jätevesipumppaamoiden edellyttämiltä huoltotöiltä välttään, kun ei myöskään synny paineviemärin aiheuttamia hajuhaittoja. Viettoviemärit yhdistetään toisiinsa sopivin välimatkoin tarkastuskaivoilla. Kaivojen välillä olevat putkiosuudet ovat aina suoria ja tarvittavat mutkat toteutetaan kaivojen avulla. (Karttunen 2010, 25–26.)

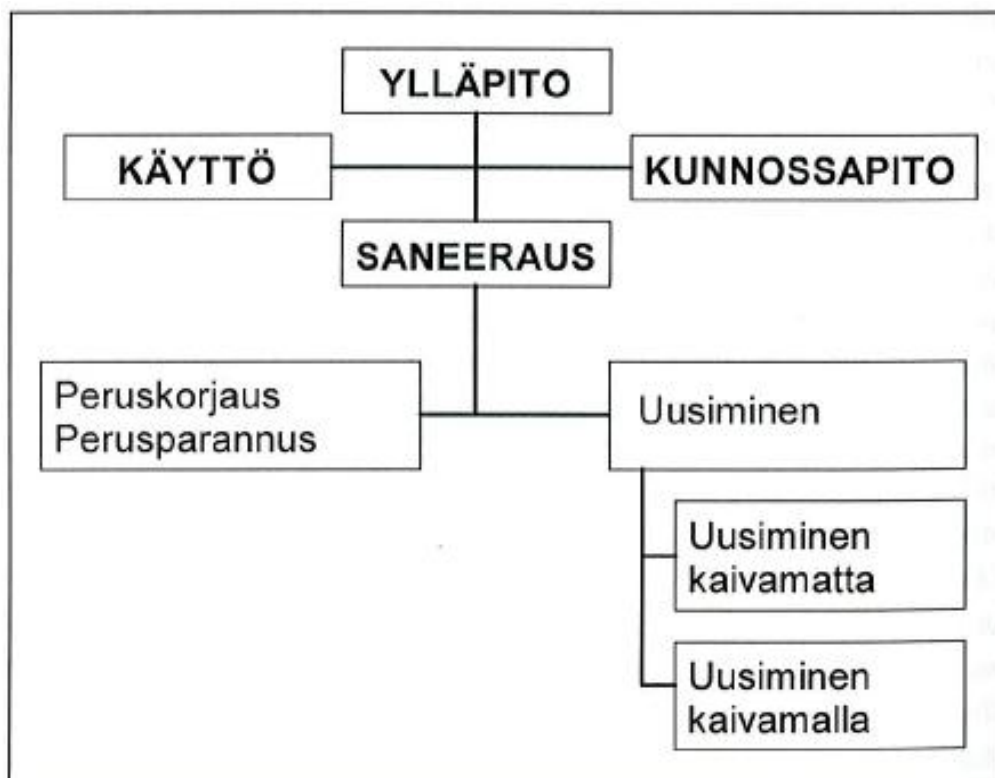
### 2.3 Verkoston saneeraus

Vuonna 1996 Suomessa oli 36 300 km yleistä viemäriverkkoa. Verkossa oli keskimäärin yksi vika jokaista sataa kilometriä kohden, eli tällä periaatteella 363 vikaa vuodessa. Tämä vastaa siis lähes yhtä vikaa vuoden jokaiselle päivälle. Viemäriverkkojen vikoja ei kuitenkaan vesijohtovikojen tapaan huomata heti, vaan viat saattavat jäädä havaitsematta. Joissakin tapauksessa vaurioita ei pyritä korjaamaan välittömästi, koska niitä ei pidetä akuutteina tilanteina. Vesihuollon saneeraustyöt muodostavat merkittävän vuotuisen kuluerän, sillä jo nyt verkkojen huoltoon investoidaan enemmän resursseja kuin uusien vesihuoltoverkkojen rakentamiseen. Tilanne tulee tulevaisuudessa korostumaan entisestään, kun 70-luvun jätevesiverkot ja puhdistamot tulevat käyttöikänsä

päähän ja vaativat mittavia korjaustoimenpiteitä. (Karttunen 1999, 193; Karttunen 2010, 85.)

### 2.3.1 Saneerauksen käsitteitä

Vesihuollon ylläpito pitää sisällään käyttöä eli tavanomaisia toimia verkon ylläpitämiseksi, kuten esimerkiksi käytön valvomista. Käyttö taas tukee kunnossapitoa auttamalla havaitsemaan huoltotoimia vaativia kohtia. Kunnossapitoon kuuluu myös yksittäisiä korjaustoimenpiteitä. Jos sekä käyttö että kunnossapito jätetään huomioimatta, joudutaan vääjäämättä jossain vaiheessa ryhtymään saneeraustoimenpiteisiin. (Karttunen 1999, 195.)



Kuva 1. Terminologiaa (Karttunen 2010, 87)

Itse saneeraus voidaan kuvan 1 tavoin jaotella peruskorjaukseen tai -parannukseen. Nämä eroavat toisistaan siten, että korjauksella pyritään korjaamaan jo olemassa olevaa verkkoa niin, että se toimii saumattomasti

osana nykyistä tai tulevaa verkostoa. Perusparannus on puolestaan putkiverkon käyttöön pidentämistä erinäisiä kunnostustoimia tekemällä. Kolmas saneeraustapa on koko olemassa olevan putkilinjan uusiminen joko kaivamatta tai kaivamalla. Kaivamatta saneeraus voidaan suorittaa esimerkiksi sujuttamalla. (Karttunen 1999, 195.)

### 2.3.2 Saneeraustarve

Vesihuoltoverkon saneeraustarve voi johtua monesta eri syystä. Useimmiten saneerauksen välttämättömyys perustellaan taloudelliselta kannalta katsottuna eli kun vuosittaiset ylläpito- ja huoltokustannukset alkavat lähestyä uuden putkilinjan rakentamisen kokonaiskustannuksia. Käytännössä kuitenkin vesihuoltolinjan saneeraustarve on kuitenkin tarpeellinen jo tätä ennen, sillä usein käyttömukavuuteen liittyviä ongelmia ei voi suoraan mitata taloudelliselta kannalta. (Karttunen 2010, 88.)

Kun tarkastellaan eri syitä, miksi vesihuoltoverkon toiminnan jatkuvuus hyväksyttävällä tasolla edellyttää saneerausta, voivat syyt olla verkon rakenteeseen liittyviä, kuten putkimateriaalien heikkeneminen. Tämä koskee erityisesti vanhempia jätevesilinjoja, joiden putkimateriaalina on käytetty rautaa ja joka saattaa vuosien saatossa alkaa ruostua. Myös putkijohtojen tiivisteet saattavat haurastua tai koko linja painua, jolloin putkiston viettokaltevuudet eivät enää toimi suunnitellusti. Putkiston viettojen korjaamiseen vaikuttavat myös verkoston kapasiteetin mahdollinen pieneneminen. Tällöin verkostossa tapahtuu alikuormitusta, jolloin jätevesi ei enää virtaa putkistossa vaan saattaa aiheuttaa jatkuvia tukkeumia. Vastaavasti verkossa saattaa tapahtua ylikuormitusta, jolloin käytössä oleva putkilinja ei pysty välittämään riittävän tehokkaasti siihen laskettua vettä johtuen juuri riittämättömistä kaltevuuksista tai väärästä putkikoon mitoituksesta. (Karttunen 1999, 199.)

Tiivistettynä voidaan todeta, että vesihuoltoverkon saneeraus on välttämätön toimenpide, kun verkoston käytössä esiintyy jatkuvia korjaustoimenpiteitä edellyttäviä ongelmia. Jos huoltokulut kääntyvät jyrkkään nousuun tai jos

verkostossa ilmenee rakenteellisia vaurioita, kuten liian suuria vuotomääriä tai putkiston mitoitus ei enää riitä kasvaneen kapasiteetin takia, on ryhdyttävä välittömästi laatimaan verkostoa koskevaa saneeraussuunnitelmaa. (Karttunen 2010, 91.)

#### 2.3.4 Saneerausmenetelmän valinta

Vesihuoltosaneeraus edellyttää huolellista saneeraussuunnitelmaa. Suunnittelu aloitetaan lähtötietojen kartoituksella, jonka avulla pyritään saamaan kokonaisvaltainen käsitys verkon nykytilasta. Lähtötietojen avulla voidaan asettaa myös tehtävän saneerauksen tavoite. Kun nämä asiat on selvitetty, edessä on saneerausmenetelmän valinta. Tavallisesti menetelmäksi valitaan joko uusiminen kaivamalla, sujuttamalla tai näitä molempia yhdistelemällä. (Karttunen 2010, 94.)

Saneerausmenetelmää tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota erityisesti teknisiin ja taloudellisiin asioihin. Teknisistä tekijöistä mainittakoon vanhan putkilinjan painuminen, jolloin saneeraus kaivamalla on lähes ainoa vaihtoehto. Mikäli saneerattava putkilinja on kaivettu syvälle tai olosuhteet eivät suosi aukikaivuuta, saattaa saneeraus muilla keinoin olla taloudellisempaa. (Karttunen 1999, 196.)

Taloudellisista tekijöistä voidaan erityisesti mainita saneerausprojektin aikataulu, sillä merkittävä osa kustannuksista on suorassa vaikutuksessa työn keston. Jos työ toteutetaan aukikaivamalla, aikataulun tulee useimmiten olla joustavampi kuin muita menetelmiä käyttäessä. Mitä pidempään kaivantoa joudutaan pitämään auki työn takia, sitä pidempään siitä koituu haittaa esimerkiksi muille tienkäyttäjille. (Karttunen 2010, 96.)

Muita merkittäviä tekijöitä ovat kyseisen putkiverkon saneerauksen tarve sekä mitä haittoja eri saneerausmenetelmistä koituu hankkeen ulkopuolisille tahoille. Tämä korostuu erityisesti taajamissa, joissa vesihuoltoverkot sijaitsevat katujen alla. Tällöin katujen käyttöä joudutaan saneeraustyön takia rajoittamaan tai katu voidaan jopa kokonaan katkaista työn ajaksi. (Karttunen 2010, 96.)

Saneeraustarpeen johtuessa pahoista johtolinjan painumista, useimmiten saneeraus aukikaivamalla on ainoa vaihtoehto. Toisaalta jos linjassa on havaittavissa vain pientä painumista, muitakin menetelmiä voidaan harkita. Jos kuitenkin johtolinja sijaitsee syvällä maassa, kaivuolosuhteet ovat haastavat tai linja on pohjaveden pinnan alapuolella, aukikaivuu on taloudellisesti vaikeasti perusteltava vaihtoehto. (RIL 124-2 2004, 650.)

### 2.3.5 Perustamistavoista yleisesti

Putkijohtoja perustettaessa pyritään aina samanlaisiin lopputuloksiin kuin muussakin rakentamisessa. Perustamistapasuunnitelmilla pyritään ehkäisemään putkijohtojen painuminen sekä ottamaan huomioon maan routaantumisen vaikutus putkiin. Routaantuminen vaikuttaa erityisesti vesijohtoihin, mutta myös jätevesiputket on tarvittaessa suojattava routaantumiselta. Helpoin tapa suojautua routaa vastaan on perustaa putkijohdot roudattomaan syvyyteen, joka eteläisessä Suomessa on noin alle 1,8 metriä. Vesihuoltoa rakennettaessa putkilinjat saattavat painua jonkin verran johtuen kaivuu- ja asennustyön yhteydessä tapahtuneesta maapohjan häiriintymisestä. Tämä painuminen voidaan ottaa huomioon putkikokoja ja -materiaaleja pohdittaessa. (Rantamäki 2002, 225–226.)

Lähtökohtaisesti putkijohdon perustamistapa valitaan niiden maa-ainesten rakenteellisten ominaisuuksien perusteella, jotka jäävät putkijohtojen perustamistason alapuolelle. On pohdittava miten nämä maa-ainekset kestävät kokoonpuristumista ja miten ne kantavat. Valintaperusteisiin vaikuttaa myös putkissa käytettävä materiaali ja sen käyttäytyminen kaivannossa. Mahdolliseen perustamistavan muuttamiseen samassa linjassa on syytä varautua, mikäli kaivannon pituussuuntaiset perustamisolosuhteet vaihtuvat merkittävästi. (Rantamäki 2002, 229.)

### 2.3.6 Perustamistapojen suunnittelu

Perustamistavan suunnittelussa noudatetaan teosta InfraRYL Osa 1 Väylät ja alueet sekä geoteknisiä suunnitteluohjeita. Merkittäviä tekijöitä perustamistapaa määrättäessä ovat pohjasuhteet, asennettavien putkien koko ja materiaalit, kuinka monta linjaa kaivantoon tulee, miten putket liitetään ja mihin ne liittyvät, putkien kaltevuudet sekä kokoonpuristuvien maakerrosten paksuus. Käytetty perustamistapa esitetään tyyppipoikkileikkauksessa ja pituusleikkauksessa aina linjaosuuksittain. Suunnittelussa on myös kiinnitettävä huomiota perustusten johto-osuuksiin, etteivät ne pääse liikkumaan ja aiheuta putkien rikkoutumia tai mahdollisia liitosten peittämissä (Karttunen 2010, 129–130.)

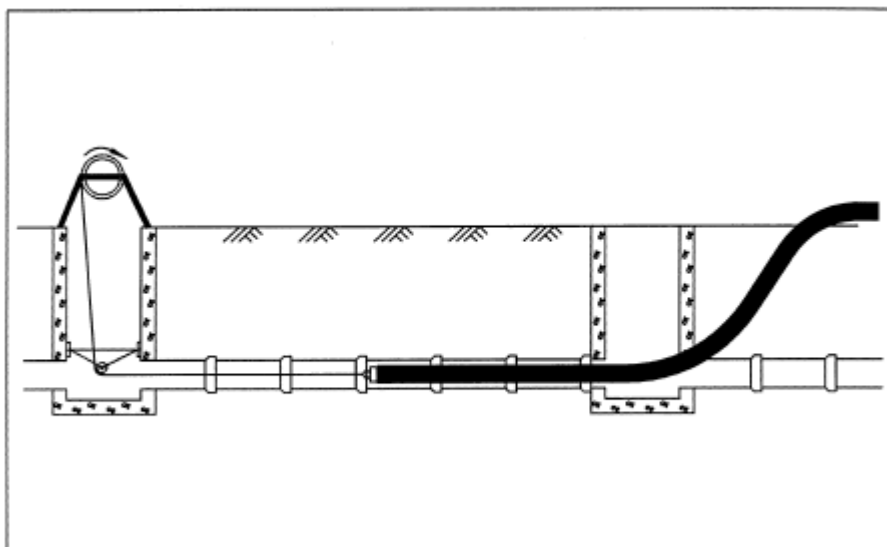
### 2.3.7 Arinat

Helpoin tapa perustaa putki on asentaa se suoraan pohjamaan varaan. Näin myös usein perustetaan pieniä putkilinjoja, mikäli kyseinen maapohja on ominaisuuksiltaan kivetön ja kantava. Muissa tapauksissa käytetään arinoita, joiden materiaaleina voidaan käyttää routimattomia kitkamaalajeja, jotka ovat halkaisijaltaan pienempiä kuin 2/3 arinasta. Arinana voidaan käyttää myös puista hirsiarinaa tai valettua betonilaattaa. Kiven, puun tai betonin lisäksi voidaan käyttää myös teräslevyarinaa. Arinan päälle levitetään asennusalusta, joka on yleensä soraa ja on noin 100–150 mm paksu (Vähäaho 1986, 420.)

## 3 SANEERAUSMENETELMIÄ

### 3.1 Pitkäsujutus

Pitkäsujutus (kuva 2) tapahtuu vetämällä liittämällä tai hitsaamalla saatu yhtenäinen ja tiivis putki saneerausta vaativan putken sisään. Yleisimmin käytetty putkimateriaali pitkäsujutuksessa on polyeteeni, joka materiaalina edellyttää putkikaivannon tekoa. Tällöin työkaivanto pyritään tekemään siten, että sujutus on mahdollista toteuttaa molempiin suuntiin. Pitkäsujutuksen etuina voidaan mainita sen soveltuvuus sekä viemäriin että kaivoihin. Ainoa edellytys työn onnistuneeseen suorittamiseen on riittävän kokoinen vapaa-  
aukko. (RIL 124–2 2004, 663–664.)



Kuva 2 Pitkäsujutus (Karttunen 1999, 204).

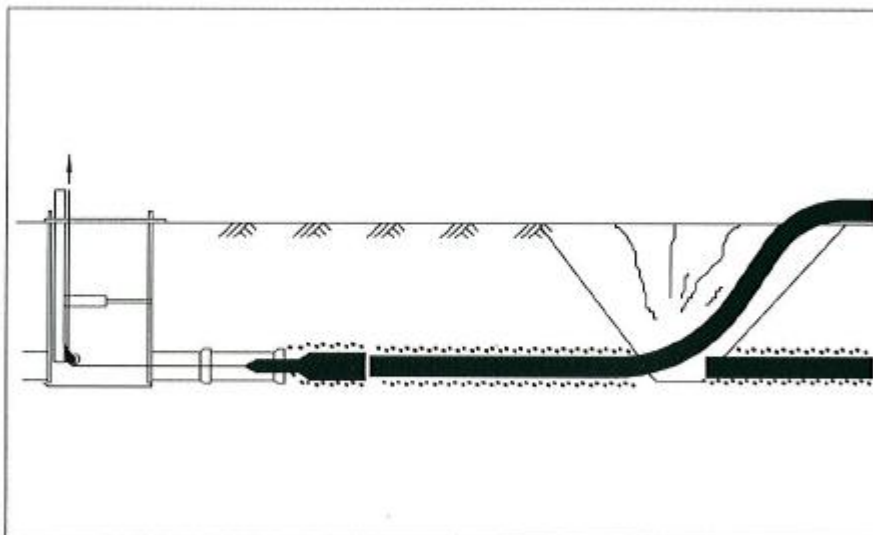


### 3.2 Pätkäsujuutus

Pätkäsujuutusta käyttäessä saneeraus tapahtuu työntämällä pieniä putkia saneerattavan putken sisään. Yleensä sujuutus tapahtuu tarkastuskaivoista käsin. Tällöin sujuutusputken enimmäispituus määräytyy kaivon halkaisijan perusteella. Sujuutusputkien on kestävä työnnöstä muodostuvat voimat. Työn onnistuminen edellyttää, että saneerattava putki ei sisällä sellaisia mutkia, joita sujutettavat putket tai niiden liitokset eivät salli. Pätkäsujuutus soveltuu ainoastaan viemäreille. (Karttunen 1999, 203).

### 3.3 Pakkosujuutus

Pakkosujuutus (kuva 3) on saneerausmenetelmä, joka laajentaa pitkä- tai pätkäsujuutuksen käyttöaluetta. Pakkosujuutus perustuu putkimurskaimeen, joka rikkoo edetessään saneerattavan putken tehden tilaa uudelle putkelle, joka tulee murskaimen perässä. Olosuhteista riippuen, pakkosujuutuksella on mahdollista sujuttaa jopa saneerattavaa putkea suurempi putki. Pakkosujuutus soveltuu menetelmänä sekä viemäreille että vesijohdoille. (RIL 124–2 2004, 664.)



Kuva 3 Pakkosujuutus (RIL 124–2 2004, 664).

### 3.4 Puristussujutus

Puristussujutus on periaatteeltaan hyvin samantapainen menetelmä kuin pitkäsujutus. Tällöin itse sujutusputken halkaisijaa pienennetään varsinaisen työn ajaksi. Kun uusi putki on paikoillaan, se palautetaan alkuperäiseen kokoonsa. Tällöin sujutettu putki liimautuu tiukasti saneerattavan putken seinämiä vasten. Puristussujutus on menetelmänä sovellettavissa niin vesijohtoihin kuin viemäreihinkin. (RIL 124–2 2004, 664–665.)

### 3.5 Spiraalisujutus

Spiraalisujutus on menetelmä, jossa sujutusputki muodostuu nauhasta. Putki sujutetaan kierteenomaisesti saneerattavan putken sisään, jolloin putki pakotetaan seuraamaan nykyisen putken seinämiä. Sujutettavassa nauhassa on muotoillut reunat, jotka saavat aikaa riittävän tiiviin kierresauman. Spiraalisujutus on menetelmä, joka soveltuu sekä vesijohtojen että viemäreiden saneeraukseen. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.6 Sukkasujutus

Nimensä mukaisesti sukkasujutuksessa asennetaan saneerattavaan putkeen hartsitäytteinen sukka, joka asentuu paikalleen ilman- tai vedenpaineen avulla. Sukan asetuttua vanhan putken muotoon hartsi kovetetaan ja päät leikataan auki, jolloin putki on valmis käyttöön. Tätäkin menetelmää voidaan soveltaa niin vesijohdoissa kuin viemäreissä. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.7 Letkusujutus

Letkusujutus on saneerausmenetelmä, jossa kudsvahvisteinen letku asennetaan vanhan putken sisään. Tämän jälkeen letku asennetaan tiiviisti molemmista päistä. Letkusujutuksen edellytyksenä on vanhan putken käyttö

suoja-putkena maan painetta vastaan. Tätä menetelmää voidaan käyttää ainoastaan vesijohtoja saneerattaessa. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.8 Mikrotunnelointi

Mikrotunnelointi on saneerausmenetelmä, jossa vanhan putken viereen tai uuteen paikkaan asennetaan putki kärkikappaletta käyttämällä. Menetelmässä kärkikappaleeseen liitetään uusi putki, kun se on saavuttanut kohteensa työputken kanssa. Työputki ja kärkikappale asettuvat paikalleen, kun ne vedetään takaisin. Mikrotunnelointi soveltuu kivettömien maalajien alueilla, jolloin sitä voidaan käyttää niin vesijohtojen kuin viemäreidenkin saneeraukseen. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.9 Panelointi

Menetelmässä liitetään saneerattavan putken sisällä elementtejä toisiinsa, jolloin ne muodostavat uuden tiiviin putken. Elementtien saumat kulkevat niin poikki- kuin pystysuuntaankin. Elementtien asennus tapahtuu käsityönä ja soveltuu vain suuriin viettoviemäriin. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.10 Pinnoitus

Pinnoitus tarkoittaa saneerausta ruiskuttamalla saneerattavan putken sisäpintaan sopivaa pinnoitetta, yleisimmin betonia. Pinnoituksen esivalmisteluihin kuuluu saneerattavan putken huolellinen puhdistus. Pinnoitus soveltuu saneerausmenetelmänä niin vesijohdoille kuin viemäreillekin, yleisimmin kuitenkin metallisille vesijohdoille. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.11 Saumojen injektointi

Saumojen injektointi on saneerausmenetelmä, joka toteutetaan injektointilaitteella, jota ohjataan ja valvotaan TV-kameran avulla. Tämä menetelmä soveltuu lähinnä betoniviemäreiden saneeraukseen. (RIL 124-2 2004, 665.)

### 3.12 Uuden rakentaminen

Joissain tapauksissa yksikään edellä mainituista saneeraustavoista ei sovellu kyseiseen kohteeseen, vaan saneeraus päätetään suorittaa rakentamalla uusi linja joko täysin erilliseen kaivantoon tai nykyisen linjan rinnalle. Uuden rakentamiseen päädytään usein, jos saneeraus muilla menetelmillä ei ole joko kustannussyistä tai teknisesti järkevää. Esimerkiksi jos saneerattava linja on romahtanut rajusti maan painumisen ansiosta, on uuden linjan rakentaminen välttämätöntä.

## 4 PUTKIKAIVANTO

### 4.1 Kaivantosuunnittelu

”Putkikaivanto on kapea kaivanto, joka sortuessaan täyttää kaivannon pohjan seinästä seinään” (Sjöholm 1992, 12). Putkikaivannon huolellisella suunnittelulla pyritään parantamaan valmiin työn laatua sekä takaamaan kaivannon läheisyydessä työskentelevien työntekijöiden turvallisuus. Yleisin kaivantotöiden yhteydessä tapahtunut työtapaturma liittyy juuri kaivannon luiskaamattomien tai väärin luiskattujen reunojen sortumiseen. (Sjöholm 1992, 8.)

Kaivantosuunnittelun tekeminen edellyttää tuntemusta rakennusprojektin vaatimuksista, erityisesti vesihuoltosuunnittelun osalta. Suunnittelussa on otettava huomioon niin työmaalla vallitsevat maaperäolosuhteet, työturvallisuus kuin kustannustehokkuuskin. Kaivantosuunnittelussa avustavat alueelta tehdyt pohjatutkimukset, joiden perusteella voidaan päätellä, onko toteutettava kaivantokohde helppo, vaativa vai hyvin vaativa. (Sjöholm 1992, 12\14.)

### 4.2 Kaivannon työluokitus

Pohjarakennuskohdetta suunniteltaessa suoritetaan putkikaivannon teon haasteellisuutta arvioiva työluokitus. Tarkoituksena on luokitella työ helpoksi, vaativaksi tai hyvin vaativaksi. Jaottelevina tekijöinä toimivat maalaji, kaivettavan kaivannon syvyys, kaivannon vaikutus lähialueen rakennelmiin ja pohjavedentason. Yleisesti kuitenkin luokitus tapahtuu kaivannon syvyyttä ja maa-ainesta tarkastelemalla. Taulukosta 1 ilmenevät kaivantoluokitukset ja perustelut. (Sjöholm 1992, 12.)

Taulukko 1. Työluokitus (Sjöholm 1992, 13).

Kaivannon syvyys, m	Maalaji					
	A = Pohjavedenpinnan yläpuolella B = Pohjavedenpinnan alapuolella					
	Koheesioma		Välimaa		Kitkamaa	
	A	B	A	B	A	B
< 2,0	I	II	I-II	II-III	I	II
2,0-3,0	II	II-III	II-III	III	I	II
3,0-5,0	III	III	III	III	II-III	III

- I Helppo  
 II Vaativa  
 III Hyvin vaativa

#### 4.3 Luiskaus

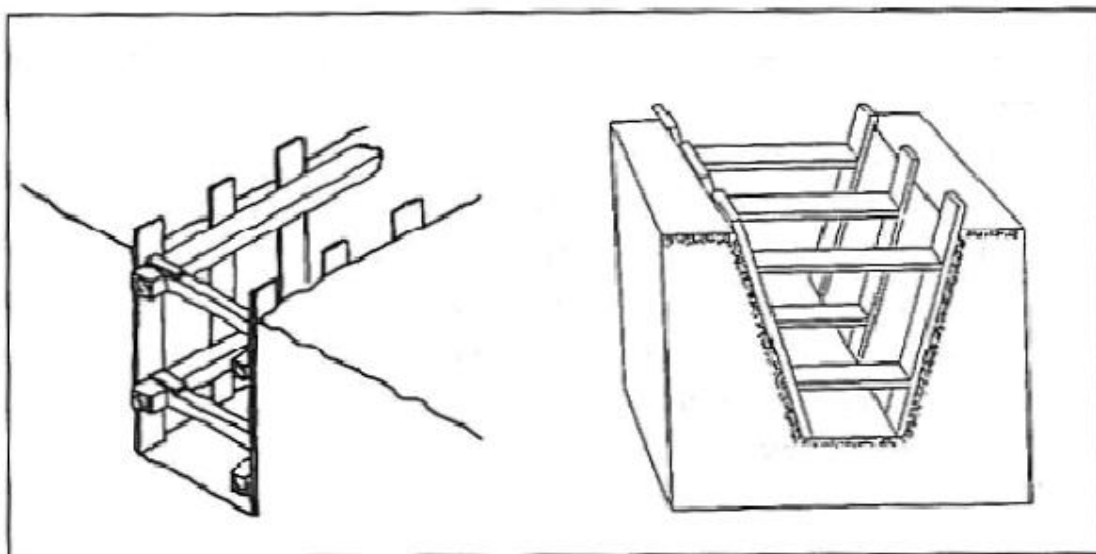
Kaivannot toteutetaan useimmiten luiskattuina, mikäli putkikaivanto on riittävän matala. Luiskattu kaivanto edellyttää kaivantopoikkileikkaukselta riittävää varmuutta estämään kaivannon reunojen sortuminen. Kun kaivanto tehdään luiskattuna, vaatii se usein tuettua kaivantoa enemmän tilaa. Mikäli työmaalla on riittävästi avointa tilaa, on usein luiskattu kaivanto nopeampi ja halvempi toteuttaa. Jos putkikaivanto on kuitenkin tarkoitus tehdä syväksi, luiskaamisesta syntyvät maa-ainekset muodostuvat helposti suureksi kustannuseräksi, ja tällöin tuettu kaivanto saattaa äkkiä muodostua huokeammaksi toteutustavaksi. Luiskattu kaivanto voidaan toteuttaa yksinkertaisemmalla kalustolla, kohtuullisemmin yksikkökustannuksin ja tehokkaammin kuin tuettu kaivanto. (Sjöholm 1992, 18–19; Rantamäki 2002, 104–105.)

#### 4.4 Tuenta

Kaivannon toteutus tuettuna edellyttää laajaa tuntemusta tuentatyön vaikutuksesta rakentamisen kokonaiskustannuksiin. Vaikka kaivannon tukeminen vaikuttaakin suuresti rakentamiskustannuksiin, useimmiten työmaan olosuhteet ovat suuremmassa roolissa tuentatapaa pohdittaessa. Tällöin on tarkasteltava esimerkiksi kaivannon syvyyttä ja sen aukioloaikaa sekä maaperän laatua. On myös pohdittava työn toteutuksen vaativuutta ja valvontaa sekä työturvallisuuskysymyksiä. (Sjöholm 1992, 29; Rantamäki 2002, 121.)

##### 4.4.1 Kevyt tuenta

Kevyestä tuennasta puhuttaessa tarkoitetaan useimmiten pönkitystä eli puulankkuseinää. Pönkitys soveltuu parhaiten matalahkoihin ja kapeisiin kaivantoihin edellyttäen kuitenkin, että maa-aines on kuivaa ja hyvin koossapysyvää. Käytännössä kaivanto tuetaan eli pönkitetään harvalla pystytai vaakasuoralla lankutuksella. Tämä ilmenee selkeästi kuvassa 4. Vastaavasti kaivannon seinien vastakkaiseen tukemiseen käytetään joko teräs- tai puutukia. Pönkitystä käytettäessä on suositeltavaa luiskata kaivannon seinät, sillä käytettyjen lankkujen vapaa väli on yleensä leveämpi kuin mitä itse lankkujen leveys on. Itse lankkujen paksuus vaihtelee 38 mm:n ja 75 mm:n välillä. Ennen maahanlyömistä lankkujen päät teroitetaan painumisen helpottamiseksi. (Sjöholm 1992, 29–30; Rantamäki 2002, 113–114.)



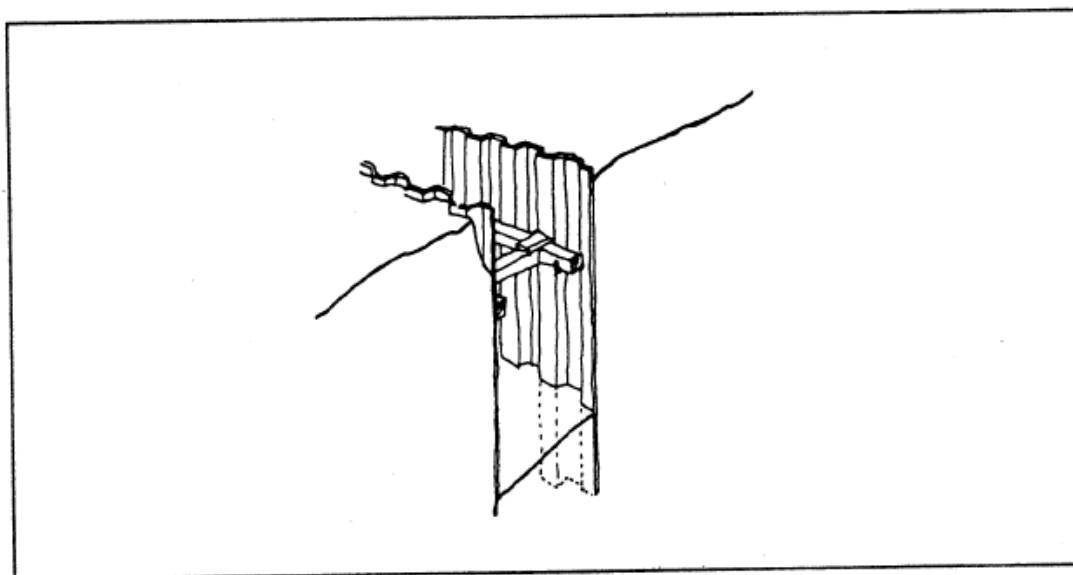
Kuva 4. Kevyesti tuettuja kaivantoja (Sjöholm 1992, 30).

#### 4.4.2 Ponttiseinät

Ponttiseinästä puhuttaessa tarkoitetaan teräsponttiseinää, joka koostuu ponttirakenteen avulla toisiinsa sidottavista pystysuorista teräsponttilankuista. Maailmanlaajuisesti teräsponttiseinä on yleisimmin käytetty tukiseinätyyppi. Teräsponttiseinät on tarkoitettu pääasiallisesti syvien kaivantojen tukemiseen ja niitä voidaan käyttää niin väliaikaisesti kuin pysyvästikin. Teräspontteja on olemassa monia erilaisia laatuja, jolloin laatu määräytyy teräslankun profiiliin ja lankun taivutusvastuksen mukaan. Teräsponttiseinää voidaan käyttää niin pehmeässä kuin melko kovassakin maassa, mutta ei kuitenkaan kiviseen maahan, sillä tällöin teräslankku saattaa lyötäessä osua kiveen tai lohkareseen, jolloin lankku voi taipua tai särkyä alapäästä. Luonnollisesti teräslankut lyödään maahan aina ennen varsinaisen kaivannon tekoa. Teräsponttiseinän käyttöä puoltaa sen mahdollinen uusiokäyttö. Se ei useinkaan aiheuta merkittäviä tärinähäiriöitä maahan lyötäessä. Teräslankut ovat myös suhteellisen järeitä, jolloin seinät eivät edellytä monitasoisia tukia, kuten kuvassa 5 näkyy. Teräspontit voidaan myös lyödä maahan monenlaisella kalustolla, esimerkiksi löysään maahan lyötäessä pontit voidaan painaa kaivinkoneella maahan ilman sen kummempaa lyömistä. Myös erilaiset



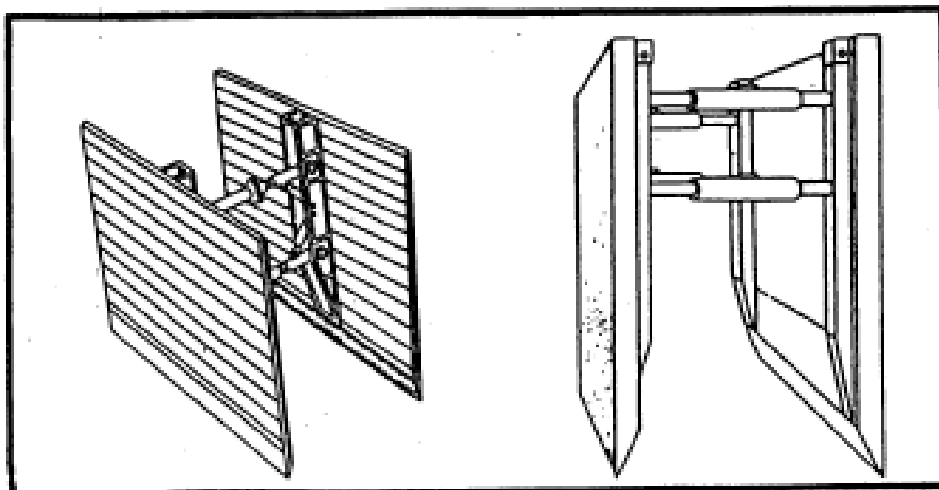
paalukoneet tai täryvasaralla varustetut autonosturit soveltuvat ponttiseinän asennukseen. Teräslankkujen ponttirakenne mahdollistaa lisäksi hyvän vedeneristävyuden, jolloin niitä voidaan käyttää pohjavedenpinnan alaisissa kohteissa. Huonona puolena teräslankuissa voidaan pitää niiden korkeaa hankintahintaa. (Sjöholm 1992, 30; Rantamäki 2002, 115–117.)



Kuva 5. Esimerkki teräsponttiseinästä (Sjöholm 1992, 31).

#### 4.4.3 Tuentaelementit

Tuentaelementit (kuva 6) eli elementtiseinät ovat joko teräs- tai puuvalmisteisia seinäelementtejä. Ne soveltuvat sellaisinaan 2 - 4 metriä syvien kaivantojen seinien tukemiseen. Tuentaelementit eivät kuitenkaan suojaa kaivantoa sen pohjan nousulta, minkä takia elementit eivät sovellu syvien seinämien tukemiseen. Kuten pönkityksessä myös seinäelementteihin asennetaan vaakatuot, joita on yleensä yksi tai useampi. Hyvinä puolina elementtiseinissä pidetään niiden keveyttä, helppoa asentamista ja hyvää vesitiiveyttä. Huonoiksi puoliksi voidaan mainita juuri pohjanousulta suojaamisen puutteellisuus. Tästä pitkälti johtuen tuentaelementtejä ei ole tarkoitus käyttää herkässä savessa. (Sjöholm 1992, 32; Rantamäki 2002, 114.)



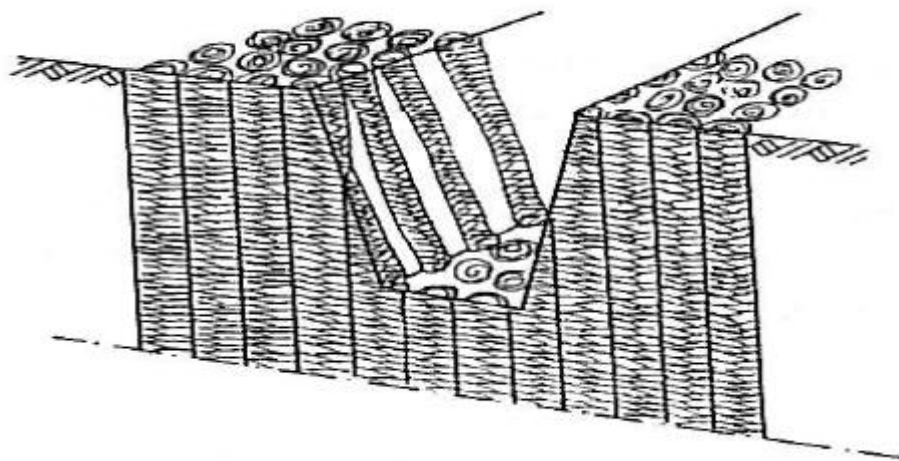
Kuva 6. Tuentaelementtejä (Rantamäki 2002, 115).

#### 4.4.4 Syvästabilointi

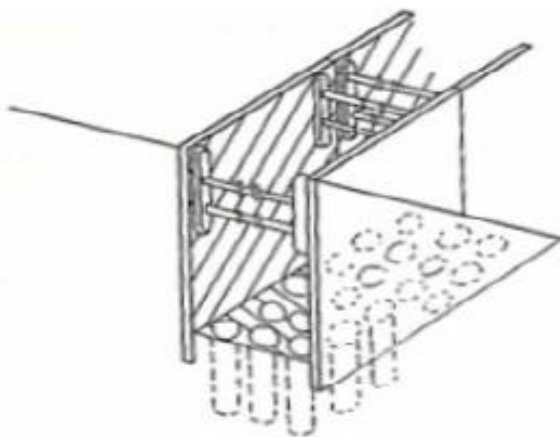
Syvästabilointi on pohja- ja maanvahvistusmenetelmä, jonka tarkoituksena on sideainetta käyttämällä lujittaa kaivannon pohja- ja reunamaat. Stabiloinnin sideaineena käytetään yleisimmin kalkkia, minkä takia syvästabiloinnista on puhuttu myös kalkkipilarimenetelmänä. Myös sementtiä käytetään stabilointiin joko pelkästään tai kalkkiin lisäämällä. Varsinkin savisilla alueilla, jotka ovat herkkiä ja kokoonpuristuvia, syvästabilointi on suosittu tapa maan vahvistamiseen. Itse kaivutyössä syvästabilointi mahdollistaa lähes pystysuorat luiskat, jolloin kaivutyö tehostuu ja massoja joudutaan läjittämään vähemmän. Mikäli stabiloidaan koko kaivantoprofiili, työkoneet voivat työskennellä lähempänä kaivannon reunaa ja kaivantojen reunojen ollessa stabiloituja estyy myös pohjan nousu. Kuvassa 7 on stabiloitu myös kaivannon reunoja ympäröivä alue.

Vaikka luiskat voidaankin laskennallisesti toteuttaa stabiloinnin ansiosta lähes pystysuorina, on kuitenkin suositeltavaa suorittaa ainakin kevyt tuenta pönkittämällä. Tuenta voidaan myös suorittaa yhdistettynä, stabilointia ja tuentaelementtejä hyväksi käyttäen, kuten kuvassa 8 on tehty. Syvästabiloinnissa käytettävien pilareiden kestää lujittua kahdesta neljään

viikkoa. Myös alueen maalajien ominaisuudet on aina erikseen tutkittava jotta selviää niiden sopivuus stabilointiin. (Sjöholm 1992, 33; Rantamäki 2002, 205.)



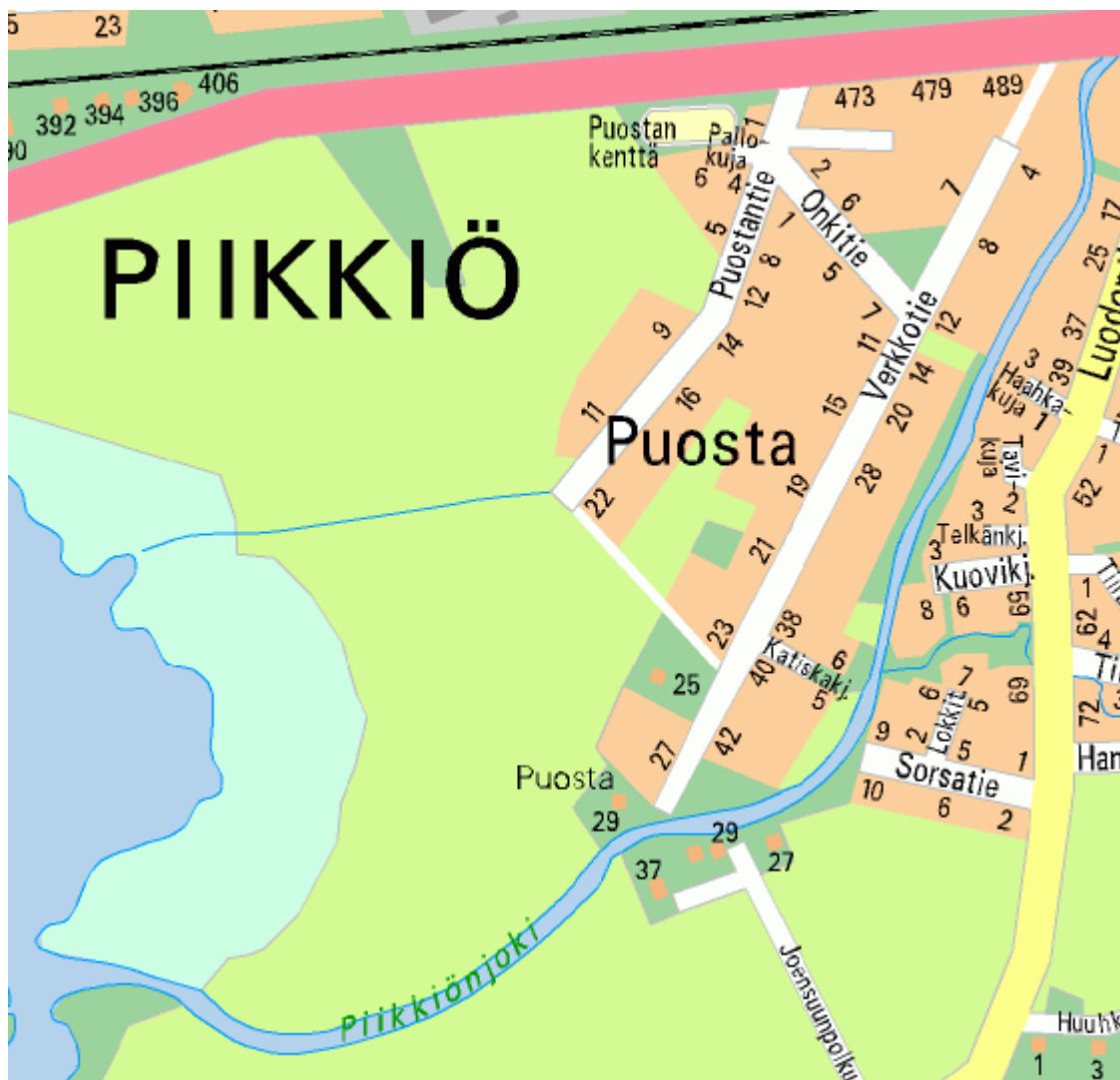
Kuva 7. Syvästabilointia (Sjöholm 1992, 34).



Kuva 8. Yhdistetty tuenta stabiloinnilla ja elementtituennalla (Sjöholm 1992, 34).

## 5 PUOSTAN SANEERAUSSUUNNITELMA

### 5.1 Lähtötilanne



Kuva 9. Puostan alueen opaskarttakuva (opaskartta.turku.fi).

Puostan alue sijaitsee Kaarinan Piikkiössä 110-tien varressa Piikkiönlahden välittömässä läheisyydessä (kuva 9). Puostan alueella oleva jätevesiverkko kuvattiin vuoden 2010 loka-marraskuussa, ja tuloksia tarkasteltaessa huomattiin jätevesiputkiston romahtaneen paikoittain, jolloin vaadittavat putkikaltevuudet eivät enää täytyneet. Ajoittain jätevesiputkien kallistukset olivat veden

virtaamissuuntaan nähden väärinpäin. Putkistossa havaittiin myös rakenteellisia virheitä, kuten kaivojen sijaan kulmapalojen käyttöä ja putkikoon supistumista. Kuvat 11–13 ovat poimintoja Kaarinan Putkistohuollon suorittamista TV-kuvauksista.

Tarkoituksena oli suunnitella uusi jätevesilinja vanhan verkon rinnalle sijaitsemaan vierekkäin. Näin siitä syystä, koska saneeraus tapahtuu asutulla alueella, on kunnan kyettävä varmistamaan asukkaille katkeamaton vesihuolto. Tällöin uusi jätevesiviemäri otetaan käyttöön asteittain ja tarvittaessa saneerauksen ohessa suoritetaan kiinteistöiltä ohipumppauksia. Saneerausalue käsittää kokonaisuudessaan Puostantien, Onkitien ja VH 1.0–1.1 linjan, joka sijaitsee Puostan eteläosassa ja jonka tarkoitus on johtaa Verkkotien suunnalta tulevat jätevedet Puostantien päässä olevaan pumppaamoon. Verkkotien jätevesilinja saneerataan osittain. Kaikki jätevedet johdetaan Puostantien eteläpäässä olevaan pumppaamoon, josta jätevedet johdetaan eteenpäin jatkokäsittelyä varten. Myös itse pumppaamo vaihdetaan uuteen.

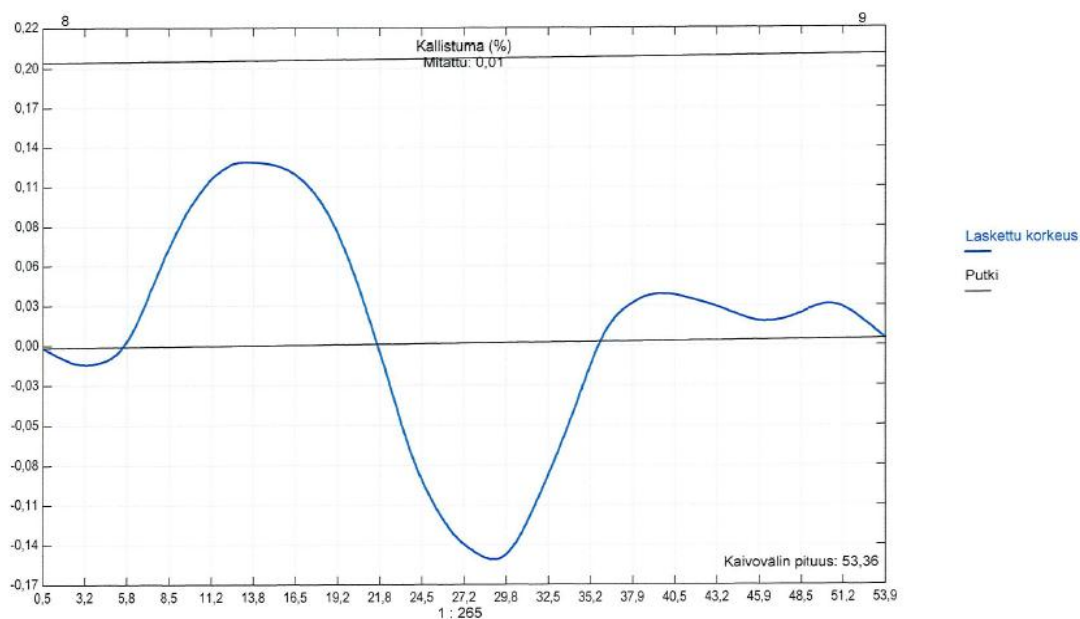
Puostan alueen teiden kuivatus on tähän asti hoidettu avo-ojituksella, mutta nyt suoritettavan jätevesisaneerauksen ohella tarkoituksena on suunnitella alueelle myös toimiva hulevesiviemäröinti. Hulevedet tullaan johtamaan osittain Puostantien eteläpuolella olevaan laskuojaan ja osittain Puostan alueen itäpuolella virtaavaan Piikkiönjokeen. Tulevat hulevesilinjat tullaan pääosin sijoittamaan samaan kaivantoon uuden jätevesiviemärin kanssa.

## 5.2 Puostantie

### 5.2.1 Nykytilanne

Kuten kuvasta 10 käy ilmi, Puostantien varrella kulkeva jätevesilinja on paikoittain romahtanut melko merkittävästi. Putkisto ei ole kuitenkaan täysin lamaantunut romahduksesta huolimatta, mutta on selvästi saneerauksen tarpeessa. Nykyinen jätevesilinja kulkee Puostantien länsipuolella ja on pituudeltaan noin 450 metriä pitkä, ollen halkaisijaltaan 160 mm paksu. Puostantien varrella olevien 16 kiinteistöjen jätevedet johdetaan tähän linjaan, sekä lisäksi Onkitieltä tulevat jätevedet johdetaan samaan putkistoon.

Puostantien hulevedet johdetaan tällä hetkellä tien molemmin puolin kaivettuihin avo-ojiin. Ojia pitkin valuvat vedet ohjataan edelleen laskuojaan, joka sijaitsee Puostantien eteläpäässä.



Kuva 10. Jätevesiputkiston romahdus Puostantiellä



Kuva 11. Puostantien ja Onkitien risteys (Otto Kaarto 15.8.2011).

### 5.2.2 Saneeraus

Puostantiellä tehtyjen kairausten perusteella, 3 painokairausta, voidaan todeta saven olevan pehmeää putkien perustamissyvydessä eli 1,3...2 m syvyydessä.

Puostantien saneeraus on suunniteltu aloitettavan tien pohjoispäästä, nollapaalulta. Nykyinen jätevesiputkisto kulkee Puostantien vasemmassa reunassa, mutta uusi linja on suunniteltu kulkevan tien oikeaa reunaa. Samaan kaivantoon on myös suunniteltu sijoitettavan tuleva hulevesiputkisto. Näin selvittää yhdellä kaivannolla.

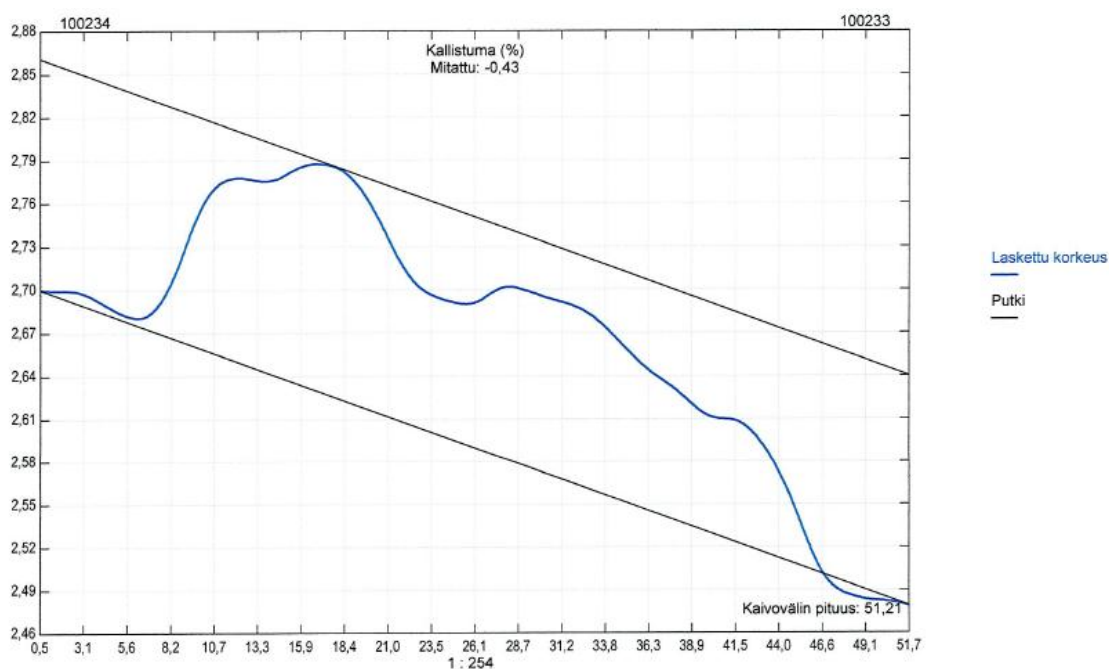
Noin paalun 80 kohdalla Puostantien jäte- ja hulevesiviemäriin liitetään Onkitieltä tulevat jäte- ja hulevesilinjat. Näin jatketaan aina lähes paalulle 230 asti, jolloin putkisto ohjataan tien vasemmalle puolelle. Putket kulkevat tätä puolta aina paalulle 430, jolloin hulevesilinja jatkaa suoraan kohti purkuojaa joka sijaitsee parinkymmenen metrin päässä. Vastaavasti jätevesiputkisto ohjataan kulkemaan vasemmalle hulevesilinjan alitse kohti uutta pumppaamo.

Jätevesiputken materiaaliksi on valittu muovi ja halkaisijaltaan putki on identtinen vanhan putkiston kanssa eli 160mm paksu. Hulevesiputket ovat niin ikään muovia, halkaisijaltaan 250mm. Molemmissa linjoissa kaivojen materiaaleina toimii muovi. Niiden kaivojen, joihin on vain yksi tulo, halkaisija on 400mm. Jos kaivoon tulee useampi kuin yksi liittymä, on kaivon halkaisija 560mm.

Jäte- ja hulevesiputket tullaan asentamaan teräslevyarinan ja 150 mm paksun asennusalustan päälle.

### 5.3 Onkitie

#### 5.3.1 Nykytilanne



Kuva 12. Jätevesiputkiston romahdus Onkitiellä

Onkitien vasemmassa reunassa kulkeva jätevesilinja on Puostantien linjan tavoin romahtanut paikoin varsin merkittävästi. Kuvasta 12 on havaittavissa selvästi putkiston paikallinen romahdus. Kyseinen jätevesilinja on kuitenkin päivittäisessä käytössä, mutta on äkillisen saneerauksen tarpeessa. Onkitien



viemäriverkon pituus on reilut 100 metriä ja se kulkee tien vasenta reunaa pitkin. Jätevesiputken halkaisija on 160 mm.

Onkitien kuivatus on Puostantien tavoin toteutettu avo-ojin. Tällä hetkellä myös suuri osa Onkitien pohjoispuolelta tulevasta vesistä ohjataan rumpujen avulla isompaan avo-ojaan, joka alkaa Onkitien puolelta välissä, paalun 90 kohdalla. Kuivatusvesien ohjaaminen tähän ojaan aiheuttaa asukkaiden mukaan keväisin ojan tulvimista, johon hulevesiviemäröinnin odotetaan tuovan helpotusta.



Kuva 13. Onkitien kuivatus hoidetaan avo-ojin (Otto Kaarto 15.8.2011).

### 5.3.2 Saneeraus

Onkitien jätevesilinja saneerataan rakentamalla uusi linja nykyisen putkiston rinnalle. Saneeraus alkaa Puostantien ja Onkitien risteyksestä nollapaalulta ja päättyy Onkitien puolen välin jälkeen ennen paalua 110. Tulevan jätevesilinjan pituus on noin 120 metriä putken halkaisijan ollessa 160 mm.

Samaan kaivantoon tulevan jätevesiputkiston kanssa on suunniteltu asennettavan myös hulevesiputkisto. Näin toteutettuna saneeraus muodostaa kustannustehokkaamman kokonaisuuden ja palvelee tehokkaammin alueen käyttäjiä. Tulevan hulevesiputkiston pituus on jätevesiputkiston tavoin noin 120 metriä pitkin, linjaston halkaisijan ollessa 200 mm.

Onkitien jäte- ja hulevesiputkistot liittyvät Puostantien vesihuoltoverkkoon paalun 80 kohdalla.

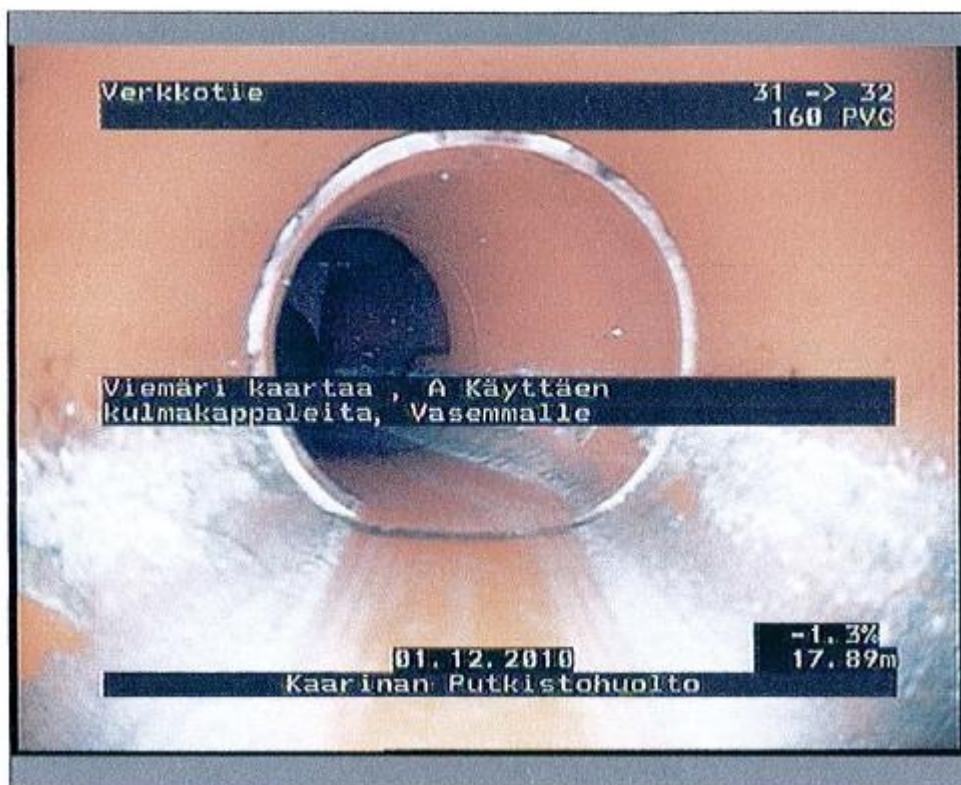
Saneerauksessa käytettävien putkien ja kaivojen materiaaliksi on valittu muovi, ja jätevesikaivot ovat umpikantisia hulevesikaivojen ollessa ritiläkantisia. Ne kaivot, joissa on vain yksi tulovesiliitäntä, ovat halkaisijaltaan 400 mm, kun taas ne kaivot, joissa on useampi kuin yksi tulovesiliitäntä, ovat halkaisijaltaan 560 mm.

Jäte- ja hulevesiputket tullaan asentamaan teräslevyarinan ja 150 mm paksun asennusalustan päälle.

Paaluvälillä 15–107 sekä jätevesi- että hulevesiviemärit tulee routaeristää.

## 5.4 Verkkotie

### 5.4.1 Nykytilanne



Kuva 14. Jätevesiputkiston kaarros kulmakappaleella

Verkkotie on Puostan alueen pisin tie, yli 700 m pituudeltaan. Verkkotien jätevesilinja ei ole kokonaisuudessaan saneerauksen tarpeessa, vaan ainoastaan noin 180 metrin osuus edellyttää oikein toimiakseen saneerausta. Kyseinen osuus on paikoin painunut huomattavasti ja sisältää kyseenalaisia rakennusratkaisuja, kuten kuvassa 14 näkyvä kulmakappaleen käyttö kaivon sijaan.

Muiden teiden tavoin myös Verkkotien kuivatus on toteutettu avo-ojin. Tulevan jätevesisaneerauksen myötä myös kuivatus tullaan muuttamaan hulevesiviemäroinnillä kuivatettavaksi.



Kuva 15. Verkkotien vesihuoltosaneeraus aloitetaan Verkkotien ja Onkitien risteyksestä (Otto Kaarto 15.8.2011).

#### 5.4.2 Saneeraus

Verkkotiellä toteutettava jätevesisaneeraus tehdään rakentamalla uusi jätevesilinja nykyisen verkon viereen tien oikealle puolelle, alkaen paalulta 220 ja päättyen paalulle 400. Linja kulkee siis edelleen tien oikeaa reunaa. Noin paalun 245 kohdalla, suunnitelmassa kaivoon 30 liittyy paineviemäri. Tästä johtuen jätevesiputken halkaisija on 315 mm. Jätevesilinja asennetaan tien oikealle puolelle noin paalulle 400 asti, jonka jälkeen putki viedään tien ali osuudelle Vh 1.0-1.1, jota pitkin jätevedet johdetaan pumpaamoon.

Verkkotien kuivatusta varten suunniteltu hulevesiviemäri tullaan poikkeuksellisesti asentamaan omaan kaivantoon tien vasemmalle puolelle. Hulevesilinja tullaan aloittamaan Verkkotien ja Onkitien risteyksestä, noin paalulta 18. Hulevesiputkiston halkaisija on 250 mm ja pituus noin 530 metriä.

Verkkotieltä kerättävät hulevedet johdetaan rummun avulla Verkkotien eteläpuolella kulkevaan Makarlanjokeen.

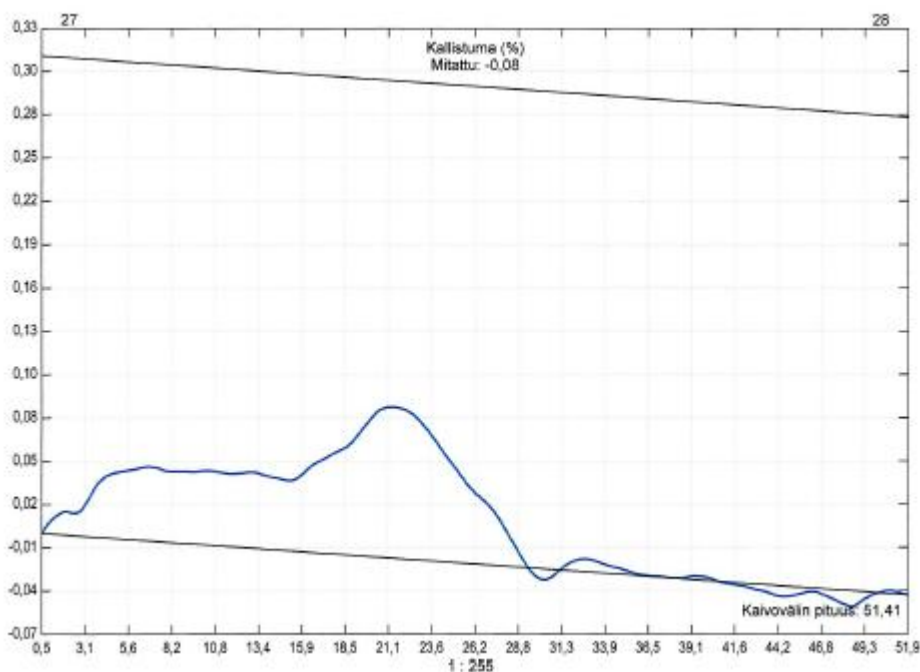
Asennettavat jäte- ja hulevesiputket ovat muovia, samoin uudet jäte- ja hulevesikaivot. Kaikki jätevesikaivot ovat halkaisijaltaan 560 mm, koska putkikoko saneerattavalla linjalla on 315 mm. Hulevesikaivoista ne joihin on liitetty vain yksi tulovesiputki, halkaisija on 400 mm. Muut hulevesikaivot ovat halkaisijaltaan 560 mm.

Jäte- ja hulevesiputket tullaan asentamaan teräslevyarinan ja 150 mm paksun asennusalustan päälle.

Hulevesiputkisto on routaeristettävä paaluvälillä 18–150 ja 415–553.

## 5.5 Vh 1.0–1.1

## 5.5.1 Nykytilanne



Kuva 16. Vh 1.0–1.1 Paikallinen romahdus TV-kuvauksessa

Kyseinen jätevesilinja on noin 250 metriä pitkä ja kulkee Puostan alueen eteläpäässä leveähkön polun alla. Linjan tarkoitus on siirtää Verkkotien suunnalta tulevat jätevedet Puostantien päässä olevaan jätevesipumppaamoon.

Linja on nykyisellään toimintakykyinen mutta paikoitellen romahtanut, kuten kuvasta 16 voidaan havaita.



Kuva 17. Leveä polku jonka alla linja Vh 1.0–1.1 sijaitsee (Otto Kaarto 15.8.2011).

### 5.5.2 Saneeraus

Jätevesiviemäri tullaan saneeraamaan rakentamalla uusi linja nykyisen linjan viereen. Putki- ja kaivomateriaalina käytetään muovia. Putkikokona käytetään nykyisen linjan tavoin 315 mm, jonka seurauksena kaivojen halkaisijan on oltava 560 mm.

## 6 RAKENTAMISEN HAASTEET

### 6.1 Puostantie

Puostantiellä suoritettujen kolmen painokairauksen perusteella maa-ainesputkien perustamissyvyydessä on hyvin pehmeää savea. Alun perin kaivantojen tuenta oli tarkoitus suorittaa tuentaelementein paaluvälillä 0-300 ja teräsponttiseinin välillä 300–430. Tällöin ponttien pituus olisi oltava 12 metriä. Itse kaivutyö ja massojen läjitys olisi tapahduttava vähintään viiden metrin etäisyydellä kaivannon reunasta, kun Puostantien leveys on noin 4,5 metriä. Luonnollisestikin tämä aiheuttaisi melkoisia haasteita paitsi itse työn toteutukseen, myös alueen asukkaille.

Kaivannon tuenta teräsponttiseinin on taloudellisesti melko kallista, joten harkittiin muita keinoja toteuttaa kaivanto turvallisesti. Teetettiin uusi perustamistapalausunto, tällä kertaa toteutusajankohtana talvi kun maa on jäässä. Näin toteutettuna tuentana voidaan käyttää tuentaelementtejä, jolloin vältetään teräsponttiseinien käytöltä. Tällöin työkoneet voivat työskennellä kaivannon päissä lavojen avulla, tosin läjitys ei saa tapahtua kaivannon reunalle. Henkilöautoliikenne voidaan ohjata kulkemaan metrin etäisyydelle kaivannon reunasta ja raskaampi liikenne, kuten jäte- tai maansiirtoautot ohjataan kahden metrin päähän kaivannon reunasta.

### 6.2 Onkitie

Onkitiellä olosuhteet ovat hyvin samantapaiset kuin Puostantiellä. Suoritettujen pohjatutkimusten perusteella, 2 painokairausta, todettiin maa-aineksen olevan putkien perustamissyvyydessä hyvin pehmeää savea. Koska kaivanto on matalampi kuin Puostantiellä, voidaan tuenta suorittaa koko linjan osalta tuentaelementein. Tällöin työkoneiden ja läjityspaikkojen on oltava yli 5 metrin etäisyydellä kaivannon reunasta. Puostantien tavoin myös Onkitie on



keskimäärin 4,5 metriä leveä, eli saneeraustyö on lähes mahdoton toteuttaa aukikaivamalla.

Talvityönä toteutettuna kaivanto tehdään edelleen tuentaelementtejä käyttäen, jolloin työkoneet voivat työskennellä kaivannon päädyissä lavoja käyttäen. Maan ollessa jäässä voidaan henkilöautoliikenne ohjata metrin etäisyydelle kaivannon reunasta ja raskas liikene eli maansiirto- ja jäteautot kahden metrin etäisyydelle kaivannon reunasta.

### 6.3 Verkkotie

Verkkotiellä suoritettiin 3 painokairausta, joiden perusteella todettiin maa-aineksen olevan putkien perustamissyvyudessa pääosin hyvin pehmeää savea. Tällöin kaivanto tuetaan paaluvälillä 0-150 tuentaelementein ja paaluvälillä 220–400 teräsponsittiseinin. Ponttien pituus olisi 15 metriä. Loppulinja, eli paaluväli 400–550 voitaisiin toteuttaa avokaivantona luiskakaltevuuden ollessa 1:2. Myös Verkkotien tapauksessa kulku kaivannon reunojen läheisyydessä olisi kiellettyä, samoin läjitys. Jälleen kaivannon toteutus sulaan aikaan olisi kaikkea muuta kuin kustannustehokasta, joten harkittiin talvityön mahdollisuutta.

Talvityönä toteutettuna maan ollessa jäässä paaluväli 0-420 voitaisiin toteuttaa tuentaelementein jolloin työkoneet työskentelisivät kaivannon päissä lavojen avulla. Kaikki liikenne ohjattaisiin mahdollisimman etäälle kaivannon reunasta siten, että raskas liikenne kulkisi vähintään kahden metrin etäisyydellä kaivannon reunasta.

### 6.4 Vh 1.0–1.1

Vh 1.0–1.1 linjalla on tehty 4 painokairausta ja 1 siipikairaus. Näiden pohjatutkimusten perusteella on todettu maa-aineksen pääosin olevan noin 2 m:n syvyydeltä maanpinnasta hyvin pehmeää savea. Putkien perustamissyvyudessa (2,6...3,2 m) olevat pohjaolosuhteet ovat siis melko epävakait, jolloin koko linja tuettaisiin kaivantoa tehdessä teräsponsittiseinin.

Ponttipituus olisi 11,2 metriä. Tällöin kaivannon reunoilla ei saisi työkoneilla liikkua tai maita läjittää.

Talvityönä toteutettuna kaivanto tuettaisiin tuentaelementtejä käyttäen paaluvälillä 12–150, kun kaivanto on alle 3 metriä syvä. Tällöin raskasta liikennettä ei saa ohjata alle kahden metrin päähän kaivannon reunasta sortumien välttämiseksi.

Teräsponttiseinin tehtyä tuentaa käytettäisiin paaluvälillä 150–238, kun kaivannon syvyys on yli 3 metriä. Ponttiseinin tuettuna raskaan liikenteen on kuljettava vähintään 5 metrin päässä kaivannon reunasta. Tuentatavasta riippumatta kaivumaita ei saa läjittää linjan reunoille ja työkoneiden on työskenneltävä lavoja käyttäen kaivannon päissä.

## 7 YHTEENVETO

### 7.1 Vertailu

Puostan perustamistavat poikkeavat toisistaan melkoisesti riippuen siitä, onko kyseessä sula vai jäinen aika. Mikäli hanke haluttaisiin välttämättä toteuttaa sulaan vuodenaikaan, itse kaivutyö olisi käytännössä mahdoton toteuttaa kyseisellä alueella aiheuttamatta merkittävää häiriötä alueen asukkaille ja tienkäyttäjille. Talvityönä toteutettuna hankkeen toteutuksesta muodostuu huomattavasti realistisempi kokonaisuus. Tällöin kaivantojen tuenta on helpompaa eikä alueen tienkäyttäjille koidu kohtuutonta haittaa itse saneeraustyöstä.

Saneerauskustannukset eroavat toisistaan myös melkoisesti toisistaan riippuen hankkeen toteutuksen ajankohdasta. Sulaan aikaan toteutettuna merkittävä osuus hankkeen kokonaiskustannuksista muodostuu linjojen tuennoista. Varsinkin teräsponsittiseinin tehtävä tuenta muodostaa merkittävän osan menoista. Vertailun vuoksi voidaan todeta sponsittiseinien tuovan yli puolen miljoonan euron lisäkustannukset tuentatyöhön, jos hanke toteutetaan sulaan aikaan.

### 7.2 Johtopäätökset

Puostan jätevesiverkosto on pakoin romahtanut niin pahasti, että saneeraus on toteutettava rakentamalla kokonaan uusi verkko. Uusi verkko on rakennettava vanhan linjan viereen, jotta ohipumppaukset ovat mahdollisia ja alueen asukkaille voidaan taata katkeamaton vesihuolto.

Putkikaivantoa perustettaessa maapohjan kantavuuden merkitys korostuu. Putkilinjat suunnitellaan kestäväksi kymmeniä vuosia, jolloin perustamistapaa suunniteltaessa pyritään ottamaan huomioon maapohjan käyttäytyminen tänä aikana. Tämä ei välttämättä ole ongelma, jos alueen maa-aines on pääosin

kallion päällä tai on muuten hyvin kantavaa. Haastavissa kohteissa, kuten Puostassa, maa-aineksen ollessa pääosin savea on huomattavasti vaikeampaa hallita maan painumista. Tällöin on todennäköistä, että linja joudutaan saneeraamaan ennen varsinaista linjan tavoitteellisen käyttöön umpeutumista.

Puostan vesihuollon saneerauksen toteuttaminen tulee olemaan haastava hanke, johtuen alueen pohjaolosuhteista, tilan puutteesta ja kaivantojen syvyydestä. Vaikka kustannuksia saatiin pienennettyä, kun hanke päätettiin toteuttaa talvityönä, on hanke silti kallis johtuen mittavista kaivantojen tuentatöistä.

Voidaan todeta, että Puostan vesihuollon saneeraus on äärimmäisen haastava hanke niin suunnittelun kuin toteutuksenkin kannalta. Saneeraus on kuitenkin välttämättä tehtävä, jotta alueen asukkaille mahdollistetaan toimiva vesihuolto ja jotta nyt paikoin romahtanut viemäri linja ei aiheuta ympäristölle ja asukkaille nykyistä suurempaa haittaa.

## LÄHTEET

Jääskeläinen Raimo, Rantamäki Martti, Tamminrinne Markku, Geotekniikka, Helsinki 1997

Karttunen Erkki, Vesihuoltotekniikan perusteet, Helsinki 1999

Rantamäki Martti, Tamminrinne Markku, Pohjarakennus, Helsinki 2002

RIL 121–2004 Pohjarakennusohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Helsinki 2004

RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: mitoitus ja suunnittelu, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Saarijärvi 2010

RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: perusteet ja toiminnallisuus, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Saarijärvi 2010

RIL 124-2 Vesihuolto II, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Vammala 2004

RIL 166 Pohjarakenteet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Helsinki 1986

RIL 194, Putkikaivanto-ohje, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Helsinki 1992