

Opinnäytetyö (YAMK)

Projektijohtamisen koulutusohjelma

2022

Jari Kannisto

# KAIVAMATTOMIEN MENETELMIEN KUSTANNUSMALLIEN KEHITTÄMINEN

**TURKU AMK**   
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Projektijohtaminen

2022 | 54 sivua, 13 liitesivua

Jari Kannisto

# KAIVAMATTOMIEN MENETELMIEN KUSTANNUS- MALLIEN KEHITTÄMINEN

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää kustannustekijät rajatuille kaivamattomille putkisaneerausmenetelmille ja tätä kautta vaikutettua siihen, että tilaajat ja suunnittelijat pystyisivät jo kilpailutusvaiheessa ottamaan huomioon urakkaan sopivat kaivamattomat saneerausmenetelmät ja huomioimaan eri tekijöiden kustannusvaikutukset- ja tekijät.

Työssä pyritään vaikuttamaan hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien ratkaisujen taloudellisen vaikutuksen parempaan vertailuun. Työssä tarkastellaan, missä tapauksissa kaivamattomien menetelmien käyttö on taloudellisesti kannattavampaa kuin kaivamalla auki.

Työssä myös selvitettiin, mitä menetelmiä ulkomailla käytetään muutamilla kohdennetuilla asiantuntijakyselyillä.

ASIASANAT:

Kaivamattomat menetelmät, Kustannusvaikutukset, Kustannustekijät,  
Putkisaneeraukset

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master's Degree Programme in Project Management

2022 | 54 pages, 13 pages in appendices

Jari Kannisto

## DEVELOPMENT OF COST MODELS FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY METHODS

The purpose of this thesis is to find out the cost factors for limited trenchless technology pipe renovation methods and thus to enable the customers and designers to take into account the non-excavated renovation methods suitable for the contract and to take into account the cost impacts and factors of different alternatives.

The aim of the work is to contribute to a better comparison of the financial impact of the solutions made in the project planning phase. This thesis examines in which cases the use of unexcavated methods is more economically viable than digging open.

The work also examined which methods are used abroad in a few targeted expert interviews.

KEYWORDS:

Trenchless Technology methods, No dig, Cost impacts, Cost factors, Pipe renovations

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Tausta	8
1.2 Tavoitteet	9
1.3 Menetelmät	10
<b>2 KAIVAMATTOMAT MENETELMÄT</b>	<b>11</b>
2.1 Vastauksia maailmalta	11
2.2 Yleistä	12
2.3 Valmistelevat työt	14
2.4 Pitkäsujutus (Lining with continous pipes)	16
2.5 Pätksujutus (Lining with discrete pipes, Sliplining)	20
2.6 VipLiner-Moduuliputkisujutus	24
2.7 Pakkosujutus (Replacement with continous or discrete pipes using pipe bursting)	27
2.8 Sukkasujutus (Lining with cured in place pipes CIPP)	31
2.9 Muotoputkisujutus (Lining with close-fit pipes)	34
<b>3 KUSTANNUSVAIKUTUKSET</b>	<b>37</b>
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>49</b>
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>50</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>53</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Kysely urakoitsijoille
- Liite 2. Urakoitsijan vastaus 1
- Liite 3. Urakoitsijan vastaus 2
- Liite 4. Urakoitsijan vastaus 3
- Liite 5. Urakoitsijan vastaus 4
- Liite 6. Kysely Suomalaisille asiantuntijoille
- Liite 7. Suomalaisen asiantuntijan vastaus

- Liite 8. Kysely kansainvälisille asiantuntijoille
- Liite 9. Kansanvälisiä vastauksia 1
- Liite 10. Kansanvälisiä vastauksia 2
- Liite 11. Kansanvälisiä vastauksia 3
- Liite 12. Kansanvälisiä vastauksia 4
- Liite 13. Kansanvälisiä vastauksia 5

## KUVAT

Kuva 1 Saneerattava alue ydinkeskustassa ja maanalaiset saneerauskohteet sekä muut varottavat putkistot (Uponor)	12
Kuva 2 Saneeraus aukikaivamalla (Uponor)	13
Kuva 3 Saneeraus kaivamattomalla menetelmällä (Uponor)	13
Kuva 4 Havainnekuva puhdistuksesta (Kaukonen J.)	14
Kuva 5 Puhdistustapoja, ylempi korkeapainesuihku, alempi mekaaninen kaavin. (Kaukonen J.)	15
Kuva 6 Putkistojen TV-kuvausta (Kaukonen J.)	15
Kuva 7 Pitkäsujutus läheltä. (Kaukonen J.)	16
Kuva 8 Pitkäsujutuksen kokonaiskuva. (Ympäristöministeriö).	17
Kuva 9 Pitkäsujutus Flexoren-sovelluksella. (Kaukonen J.)	19
Kuva 10 Pätkäsujutus havainnekuva. (Ympäristöministeriö).	20
Kuva 11 Pätkäsujutusta. (Kaukonen J.)	21
Kuva 12 Hydraulitunkki. (Ympäristöministeriö).	23
Kuva 13 VipLiner sujutustekniikkaa. (Uponor)	24
Kuva 14 VipLiner-talohaarayhde ja moduulit. (Uponor)	25
Kuva 15 Hydrauliiikkakone, sujutusränni ja sujutusrauta (Uponor)	25
Kuva 16 Saneerausmuovikaivo. (Uponor)	26
Kuva 17 Pakko-pitkäsujutus. (Kaukonen J.)	29
Kuva 18 Pakko-pätkäsujutus. (Kaukonen J.)	29
Kuva 19 Pakkosujutuslaite. (Ympäristöministeriö)	30
Kuva 20 Sukkasujutus (Kaukonen J.)	32
Kuva 21 Sukkasujutuksen kovettamista vedellä. (Kaukonen J.)	33
Kuva 22 Muotoputki U-muodossa. (FISTT)	34
Kuva 23 Muotoputkisujutus (Kaukonen J.)	35
Kuva 24 Muotoputken purku kuljetuskalustosta (FISTT.)	36

## TAULUKOT

Taulukko 1. Eri menetelmien kustannukset kyselyn perusteella.	37
Taulukko 2. Esimerkkilaskennassa käytetyt viitehinnot.	38
Taulukko 3. Jätevesiviemärin korjaaminen aukikaivamalla.	40

Taulukko 4. Jätevesiviemärin korjaus pätkäsujuttamalla.	42
Taulukko 5. Jätevesiviemärin korjaus pitkäsujuttamalla.	43
Taulukko 6. Jätevesiviemärin korjaus sukkasujuttamalla.	44
Taulukko 7. Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus aukikaivamalla.	45
Taulukko 8. Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus pätkä- ja pakkosujuttamalla.	47
Taulukko 9. Yhteenvetotaulukko jätevesiviemärin saneeraukselle.	48
Taulukko 10. Yhteenvetotaulukko jätevesiviemärin ja vesijohdon saneeraukselle.	48

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

- FISTT:** Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry (**Finnish Society for Trenchless Technology**). Yhdistys on perustettu 1999 alan rakennuttajien, urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ym. alalla toimivien toimesta. Se on taloudellisesti riippumaton ja voittoa tuottamaton yhdistys. (FISTT 2021).
- GSTT:** Saksan kaivamattoman tekniikan yhdistys (**German Society for Trenchless Technology**). Yhdistys on perustettu 1990. Seura järjestää monia konferensseja, seminaareja ja näyttelyitä joko suoraan tai yhdessä muiden organisaatioiden kanssa. Paljon huomiota on kiinnitetty liittovaltion tutkimus- ja teknologiaministeriön tuella tehtävään tutkimukseen, erityisesti viemäröintitunneleihin. (ISTT 2021).
- IPBA:** **The International Pipe Bursting Association**, perustettu 2000. NASSCO:n alajaosto. (IBPA 2015).
- ISTT:** Kansainvälinen katto-organisaatio **International Society of Trenchless Technology**. ISTT perustettiin 1986 kehittämään ja edistämään maanalaisten putkistojen rakentamista ja uusimista mahdollisimman vähin kaivutoimenpitein. Katto-organisaation päämaja on Lontoossa. Ruotsissa ja Norjassa toimii yhteisjärjestö SSTT Scandinavian Society for Trenchless Technology ja Tanskassa NO-Dig Infra. (FISTT 2021).
- NASSCO:** **The National Association of Sewer Service Companies**, perustettu 1976. Ensimmäisiä kaivamattomiin menetelmiin keskittyvä yhdistys. (IBPA 2015).
- NO-DIG:** Termi, jonka Kaivamattoman tekniikan yhdistykset ovat keksineet ja jota käyttävät kansainvälisesti tarkoittamaan kaivamattomia saneeraustekniikoita.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Työn aihe tuli Kaivamattomien tekniikoiden kansainvälisen katto-organisaation ISTT:n (International Society of Trenchless Technology) puheenjohtajalta Jari Kaukoselta Kaukotec Oy:stä, joka myös toimi työn tilaajana ja ohjaajana.

ISTT:n tavoitteena on edistää kaivamattoman teknologian tiedettä ja käytäntöä yleishyödyllisiksi. ISTT edistää lisäksi koulutusta, opiskelua ja tutkimusta mainittuun tieteen ja käytännön alalla ja julkaista hyödyllisiä tutkimuksia. (ISTT 2022)

Rajasin tähän työhön Suomessa yleisesti käytetyt rakenteelliset menetelmät pitkäsujutuksen, pätkäsujutuksen sekä tämän jatkojalostustuotteen VipLiner-moduuliputkisujutuksen, pakkosujutuksen, sukkasujutuksen ja muotoputkisujutuksen.

## 1.2 Tavoitteet

Tarkoituksena on, että tilaajat ja suunnittelijat pystyisivät jo esisuunnitteluvaiheessa vertailemaan myös kaivamattomien menetelmien kustannuksia kaivaen tehtyihin ja huomioimaan eri tekijöiden kustannusvaikutukset- ja tekijät.

Tilaajien valvojien kaivamattomien menetelmien tuntemus on vähäistä ja esimerkiksi eri kustannustekijöitä ei tunneta. Olen suunnitellut omaa palvelutuotantoani myös kaivamattoman tekniikan valvontapalveluihin, joita tällä hetkellä ei ole markkinoilla tarjolla. Tämä avaisi itselleni urakehitysmahdollisuuden ja vesilaitosten edustajille mahdollisuuden ostaa valvontapalvelua.

Työssä pyritään vaikuttamaan hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien ratkaisujen taloudellisen vaikutuksen parempaan vertailuun. Työssä löydetään vastauksissa tapauksissa kaivamattomien menetelmien käyttö on taloudellisesti kannattavampaa kuin kaivamalla auki.

Alalla on usein tunnepohjaiset valintaperusteet käytössä sen suhteen mikä menetelmä ja millä perustein. Lisäksi tietämysten lisääntyessä on tarkoitus lisätä valvontapalveluiden myyntiä vesilaitoksille asiantuntevilla valvojilla.

### 1.3 Menetelmät

Tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuustutkimukset ja kysely, jossa kerättiin erityisesti avoimia vastauksia. Samalla sain tietooni kustannusvaikutuksia, joiden mukaan pystyin kehittämään kappaleessa 3 suorittamani laskentamallit.

Sain työn edetessä vastauksia niin Suomen kuin kansainvälisen ISTT:n jäsenmaiden yhteyshenkilöiltä, mitä kaivamattomia menetelmiä Suomessa ja maailmalla käytetään.

ISTT:n kansainvälisille jäsenistöille lähetin liitteen 8 mukaisen kyselyn.

Suomalaisille kaivamattomien menetelmien asiantuntijoille lähetin liitteen 6 mukaisen kyselyn.

Urakoitsijoille, joilta sain kustannustietoja, lähetin liitteen 1 kyselyn.

Urakoitsijat täyttivät myös luvussa 3 nähtävän taulukon kustannustekijöistä. Urakoitsijoiden vastaukset liitteinä 2-5.

## 2 KAIVAMATTOMAT MENETELMÄT

### 2.1 Vastauksia maailmalta

Haastattelujen perusteella sain selville seuraavat vastaukset:

Taiwanissa yleisesti käytetyt menetelmät ovat: vaakatunkkaus, vaakaporaus, sukkasujutus.

Ranskassa on aloitettu kaivamattomien menetelmien lisäämistä markkinoille ja varsinkin mikrotunnelointi on nousemassa käytetyimmäksi menetelmäksi sukkasujutuksen rinnalle.

Pohjois-Amerikassa kaivamattomat menetelmät ovat suosiossa, koska liikenteen ja muuta maanpäällistä pintatoiminnan häirintää pyritään välttämään. Amerikassa on jo todettu, että kaivamattomat menetelmät tulevat halvemmaksi urbaanissa ympäristössä kuin auki kaivaminen. Yleisimpänä menetelmänä käytetään sukkasujutusta saneeraukseen ja vaakaporausta uusien linjojen tekoon.

Alankomaista sain tietooni, että siellä yleisempiä saneerausmenetelmiä ovat pätkä- ja sukkasujutukset, uusiin linjoihin käytetään vaakaporausta ja mikrotunnelointia.

## 2.2 Yleistä

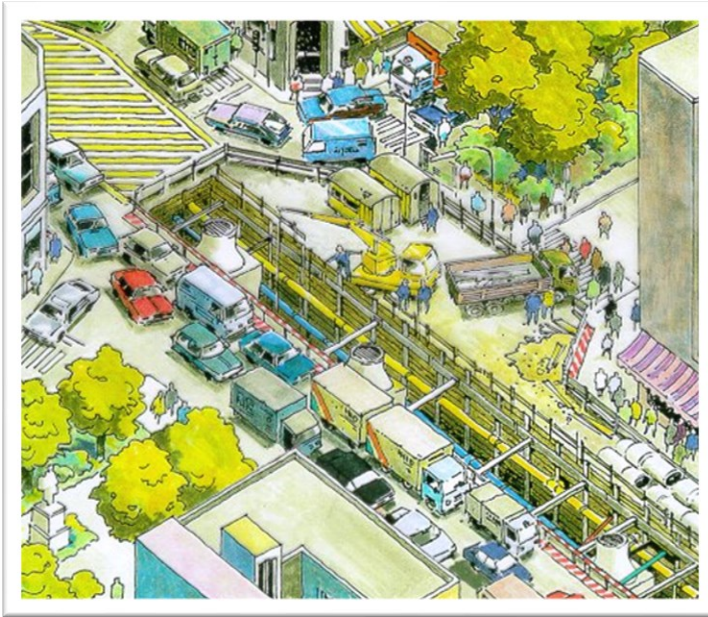
Termiä *kaivamattomat menetelmät* eli *no-dig*-tekniikat käytetään maanalaisista saneeraustavoista ja uudisrakentamisesta, joissa pyritään saneeraamaan putkistot käyttämällä mahdollisimman vähän- tai lainkaan koneellista maan auki-kaivuuta.



Kuva 1 Saneerattava alue ydinkeskustassa ja maanalaiset saneerauskohteet sekä muut varottavat putkistot (Uponor 2019)

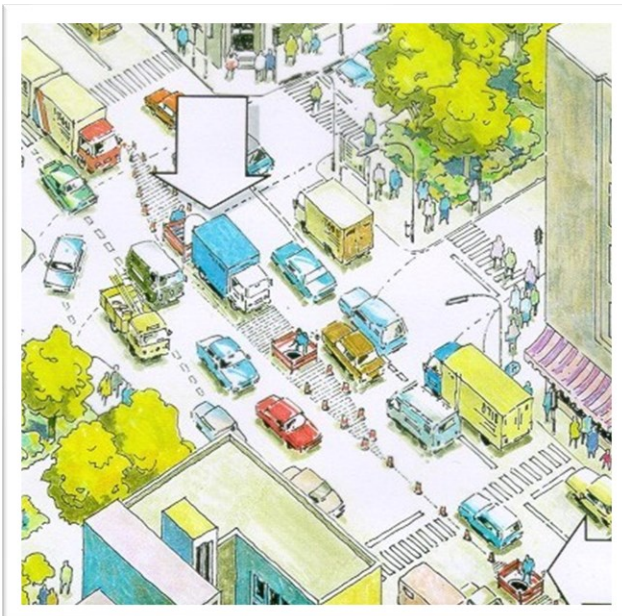
Kuten kuva 1 havainnollistaa, on vesihuollon putkien verkosto laaja, jotka haarautuvat useaan suuntaan. Lisäksi niitä ympäröi muut maanalaisen verkoston jutut, kuten sähkö, tele- ja kuitukaapeliin suoja-putket ja pienemmät vesiverkoston linjat.

Kuvassa 2 näkyy kaivot ja niiden ympäristöt aukikaivettuna, jolloin nelikaistainen tie on rajoitettu kaksikaistaiseksi ja toinen poikittaiskaduista on vallan suljettu autoliikenteeltä. Työmaan raskasliikenne joutuu käyttämään suojatietä päästäkseen kaivannon reunalle purkua ja lastausta varten.



Kuva 2 Saneeraus aukikaivamalla (Uponor 2019)

Käyttämällä kohteessa kaivamatonta menetelmää, säilyy liikennejärjestelyt melkein ennallaan, ainoastaan putkilinja ja kaivojen väliset alueet on otettu työmaakäyttöön (kuva 3).



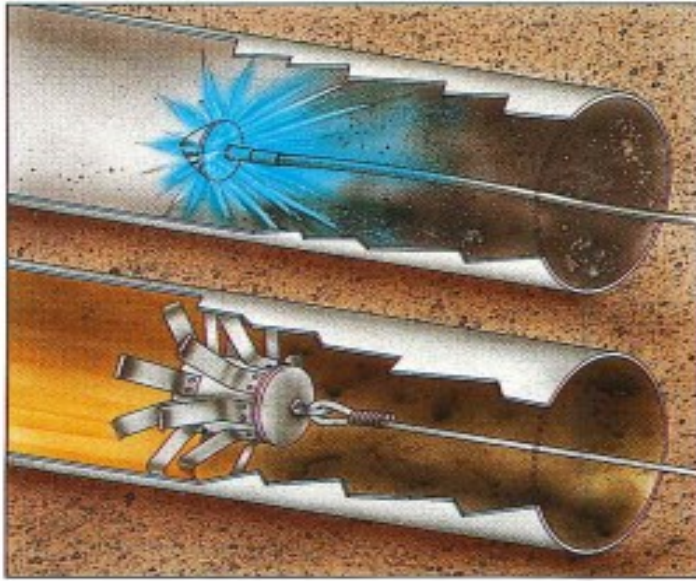
Kuva 3 Saneeraus kaivamattomalla menetelmällä (Uponor 2019)

### 2.3 Valmistelevat työt

Jokaiseen menetelmään kuuluu valmisteleva osuus, joka sisältää puhdistukset käyttämällä joko painehuuhtelua, jossa putkeen sujutetaan letku, josta tulee säädettävällä paineella vettä erilaisista suutinpäistä tai mekaanista puhdistusta käyttämällä kaavintatyökalua, joka vedetään läpi vanhan putken näin poistaen kaiken ylimääräisen putkesta. Puhdistamalla varmistetaan, että saneerattava vanha putki on puhdas ja uudella putkella ei ole kulkuesteit. Esteet voivat olla putken läpi kasvaneita puun juuria tai kertyneitä saostumia. (Kaukonen J. 2010).

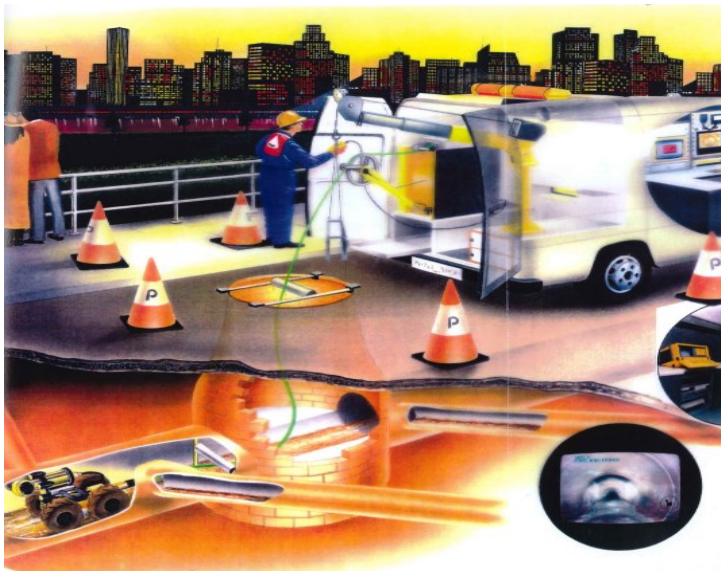


Kuva 4 Havainnekuva puhdistuksesta (Kaukonen J. 2010)



Kuva 5 Puhdistustapoja, ylempi korkeapainesuihku, alempi mekaaninen kaavin.  
(Kaukonen J. 2010)

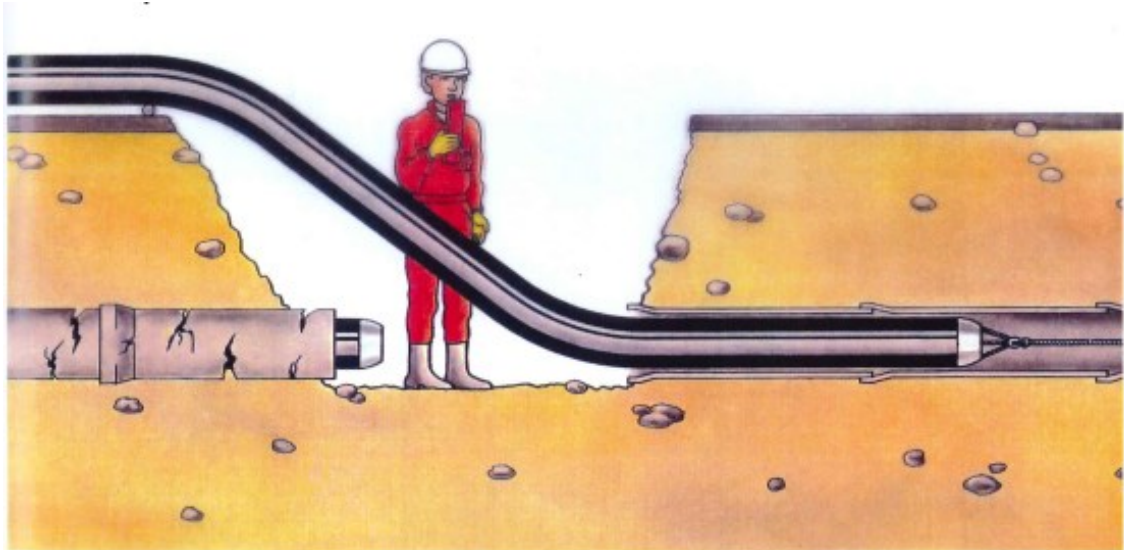
Puhdistusten jälkeen saneerattava putkilinja vielä kuvataan käyttämällä TV-kuvaustekniikoita analoginen, digitaalinen tai zoom, jossa kamera pudotetaan kairoon ja zoomataan, itse kamera ei liiku. Zoom-tapa soveltuu hyvin ensitutkimuksiin. (Kaukonen J. 2010).



Kuva 6 Putkistojen TV-kuvausta (Kaukonen J. 2010)

## 2.4 Pitkäsujutus (Lining with continuous pipes)

Pitkäsujutus on menetelmä, jossa saneerattavaan putkeen sujutetaan joko vetämällä tai työntämällä yhtenäiseksi liitetty muoviputki. Käytetty muoviseos on joko polyeteeniä tai polypropeeniä. Uuden ja vanhan putken väliin jää vapaata tilaa, joka täytetään sujutuksen jälkeen, yleensä vaahtobetonia käyttämällä. Pitkäsujutus on vanhimpia Suomessa käytetty saneerausmenetelmä 1960-luvulta lähtien. Pitkäsujutuksen käyttöalue on laaja, käytännössä kaikki vesijohtojen ja viemärien koot. Saatavilla olevat putket rajoittavat maksimikokoa. (Ympäristöministeriö 1995).



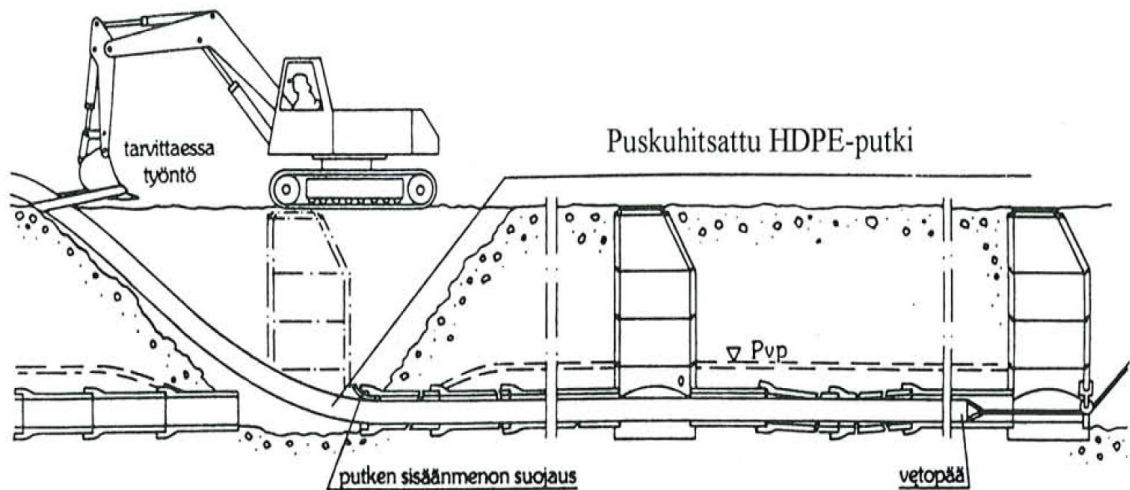
Kuva 7 Pitkäsujutus läheltä. (Kaukonen J. 2010)

Vesijohtoja sujuttaessa saneerattava putkiosuus erotetaan työn ajaksi vesijohtoverkostosta ja tarvittaessa järjestään väliaikainen vedenjakelu. (Ympäristöministeriö 1995).

Viemärijohtoja saneerattaessa on järjestettävä ohipumppaus kyseiselle kaivovälille. Sujutus on tehtävissä vähäisellä määrällä viemärivettä putkistossa, mutta työ on siistimpää, kun ohipumppaus on järjestetty. (Ympäristöministeriö 1995).

Mikäli sujutuksen alkupäässä tarvitaan kaivanto, määräytyy sen koko maaperän laadusta, sujutusputken tyypistä ja koosta, saneerattavan putken syvyydestä sekä ulkolämpötilasta, jolla on vaikutus muoviputken taivutussäteeseen. (Ympäristöministeriö 1995).

Sujutuskuoppa kaivetaan yleensä sellaisen tarkistuskaivon kohdalle, jossa viemärilinjaus merkittävästi muuttuu. Jos käytetään pituussuunnassa taipuisaa rengasjäykistettyä polyeteeniputkea, viemärin sujutus voidaan tehdä tarkistuskaivosta ilman kaivantoa. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 8 Pitkäsujutuksen kokonaiskuva. (Ympäristöministeriö 1995).

Varsinainen työ aloitetaan työntämällä tai ujuttamalla vaijeri saneerattavaan putkeen. Ennen varsinaista pitkäsujutuksen alkamista, voidaan putken läpi vetää koepätkänä ”tulkkia” onnistumisen varmistamiseksi. Kaivon lähtö, josta sujutusputken veto suoritetaan, valmistellaan vaijerirullilla, jotka ohjaavat putkea ja nämä tuetaan huolellisesti, jotta sujutusputki pääsee kulkemaan sujuvasti. (Ympäristöministeriö 1995).

Sujutettava putki on valmiiksi hitsattu jopa 500 metrin pituuteen ja hitsausseamat on tasoitettu ulko- ja sisäpuolelta. Kyseisellä pituudella on mahdollista sujuttaa

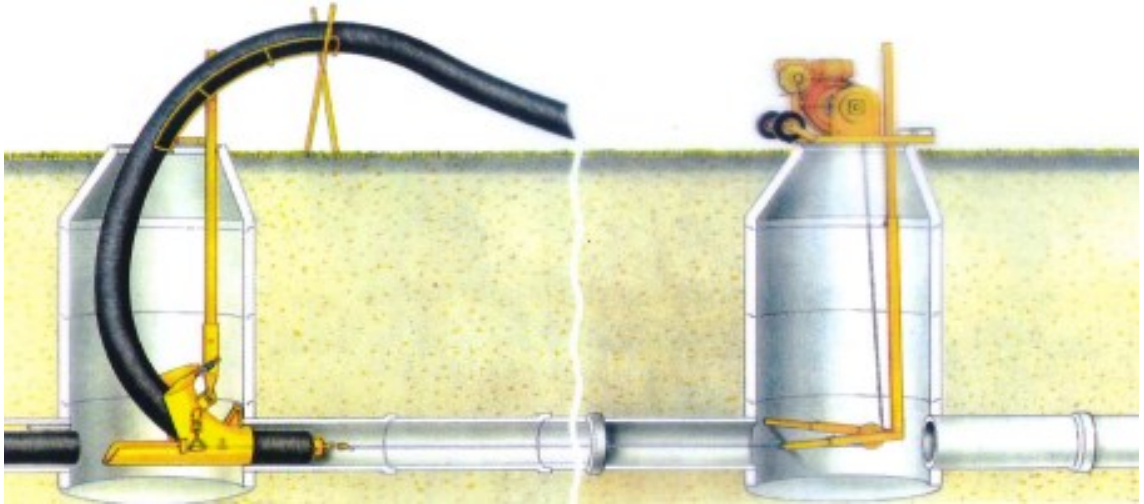
useita kaivovälejä ja vain avata kaivokohdat myöhemmin. Mikäli sujutusvälillä on pienempiä viemäri, haarajohtoja tai tonttivesijohtoja on kyseiset kohdat kaivettava auki liitospaikalla. (Ympäristöministeriö 1995).

Saneerausputken pää varustetaan tarkoitukseen valmistetulla vetopäällä, johon vaijeri kiinnitetään. Veto suoritetaan joko vinssillä tai työkoneella. Liian suurta voimankäyttöä on varottava, jotta putkeen ei tule naarmuja tai muodonmuutoksia. Sujutus on tehtävä mahdollisimman yhtäjaksoisesti ja tasaisesti, koska nykivistä vedoista aiheutuva lepokitka on suurempi kuin liikekitka. Käytettävää vetovoimaa on mitattava ja erilaisia rajoittimia käyttäen varmistettava, että sallittuja vetojännityksiä ei ylitetä. (Ympäristöministeriö 1995).

Tarkistuskaivojen ja sujutetun viemäriin liitos on tiivistettävä kunnolla. Myös vanhan ja uuden putken väliin jäävä välitila on aina täytettävä. Tämä siksi että, rakenteellinen vahvuus ja sujutusputken paikalla pysyminen varmistuu sekä mekaanisten vaurioiden mahdollisuus pienenee. Välitilan täytössä voidaan käyttää vaahtobetonaa, hiekkaa tai betonia, myös keskittämisrenkailla saadaan putkea tuettua. (Ympäristöministeriö 1995).

Pitkäsujutuksen etuina voidaan luetella: nopea asentaa pitkiäkin matkoja, sopii suuriinkin kokoihin ja vaatii vähän erikoiskalustoa. (Ympäristöministeriö 1995).

Haittoina on putkiston pieneminen sekä kaivantaja joudutaan tekemään niin tarkastuskaivojen kohdalle kuin haaroituskohtiinkin. (Ympäristöministeriö 1995).

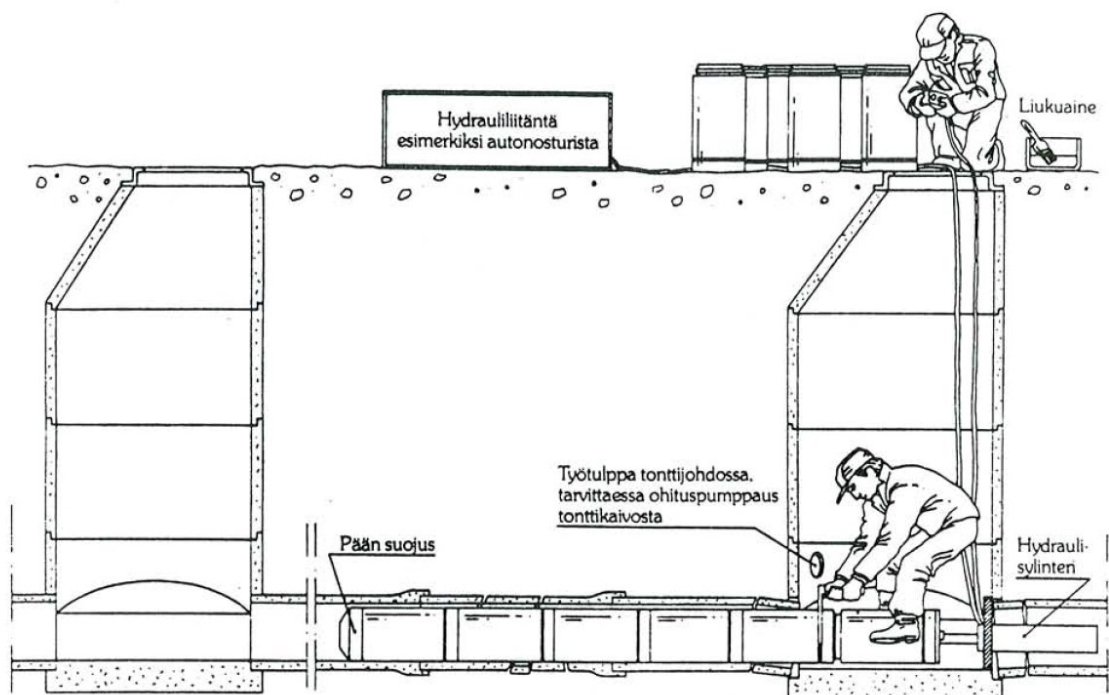


Kuva 9 Pitkäsujutus Flexoren-sovelluksella. (Kaukonen J. 2010)

Flexoren-sovellus on ohjaustyökalu, joka ohjaa ja tukee putkea, jolloin se mahdollistaa pienemmän taivutussäteen, eikä kaivannon tekoa välttämättä tarvitse tehdä. (Kaukonen J. 2010).

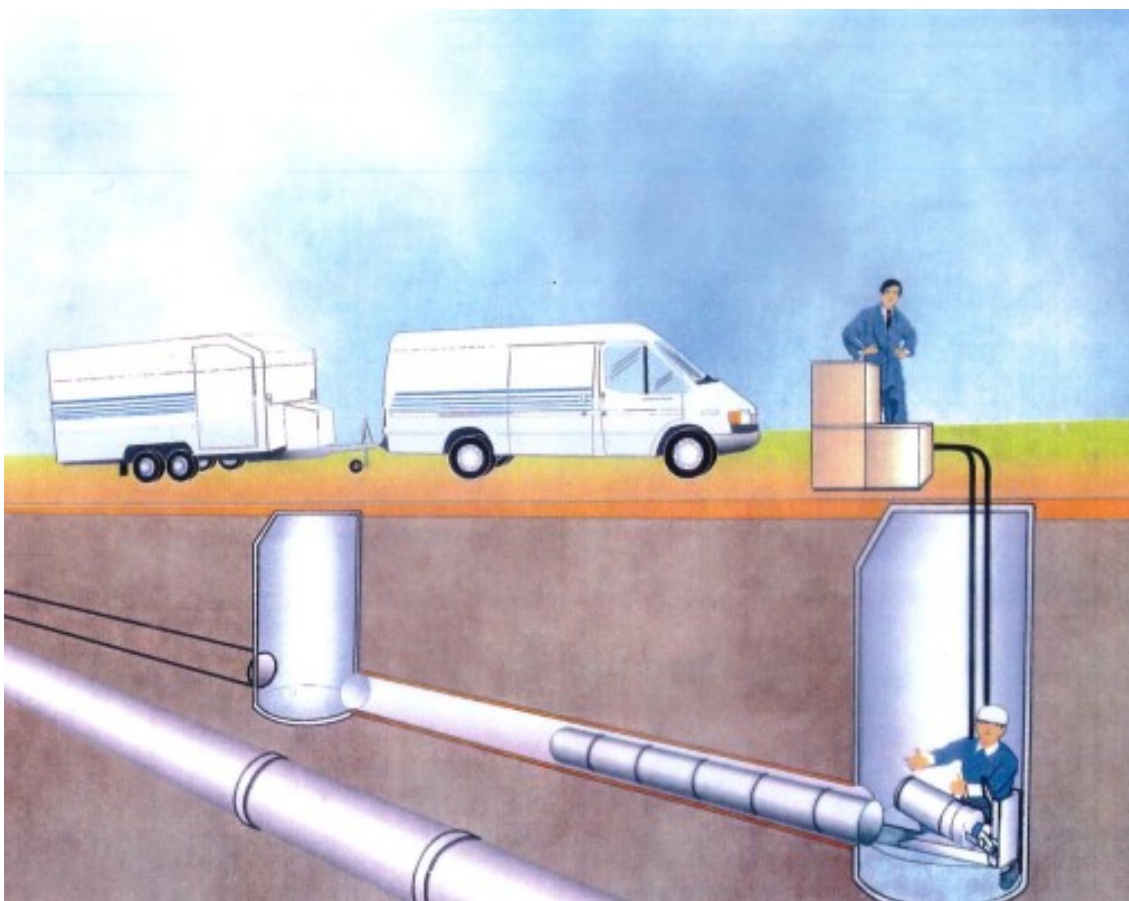
## 2.5 Pätkäsuutus (Lining with discrete pipes, Sliplining)

Pätkäsuutus on menetelmä, jossa sujutettava putki kootaan työn aikana lyhyistä pätkistä. Kyseistä menetelmää on käytetty Suomessa 1970-luvun alusta. Sujutusputkien materiaaleina on yleensä lyhyet erikoisvalmisteiset muoviputket materiaalina PVC tai lasikuituvahvisteisia kertamuoveja GRP, joiden pituus on 50-60 senttimetriä. Myös 100-200 senttimetriä pitkiä betoniputkia ja lyhyitä muoviputkia on käytetty. Pätkäsuutuksessa saneerattavien putkien koko vaihtelee sadasta millimetristä aina tuhanteen millimetriin, jonka koko mahdollistaa jo asennumiehen mahtumisen saneerausputken sisälle. Sujutuspätkät liitetään toisiinsa kumitiivisteliitoksella, kun kyseessä on betoniputket tai muoviputket sekä sähkömuhviliitosta muoviputkissa. Liitoskohdat ovat ilman muhvin ulkopuolista paksuuntumista. Betoniputkissa myös muhviputkien käyttö on mahdollista. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 10 Pätkäsuutus havainnekuva. (Ympäristöministeriö 1995).

Myös pätkäsujutus vaatii kaivannon tarkastuskaivon ympärille, mikäli sujutusta ei mahdu tekemään kaivosta käsin. Kaivannon koko ja syvyys riippuu tietenkin käytettävän pätkän pituudesta ja kaivon syvyydestä. Kun itse pätkäsujutusta aletaan tekemään, asennetaan tarkistuskaivoon hydraulikäyttöinen työntölaite, joka työntää putkea saneerattavaan putkeen. Jos hydraulitunkin käyttö ei ole mahdollista, voidaan työssä käyttää myös kaivinkonetta, traktorikaivuria tai muuta työkonetta. Vastelevyä käytetään varmistamaan, että putki työntyy edellisen putken muhviin ennen kuin putkipari sujutetaan viemäriin. Pätkäsujutus voidaan tehdä myös vetämällä niissä tapauksissa, kun muhviilitos on muoviputkissa tehty sähkömuhviilitoksella ja näin veto voidaan tehdä putkijonon kärjestä. (Ympäristöministeriö 1995).



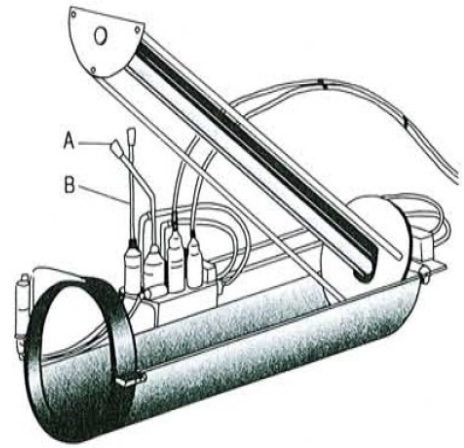
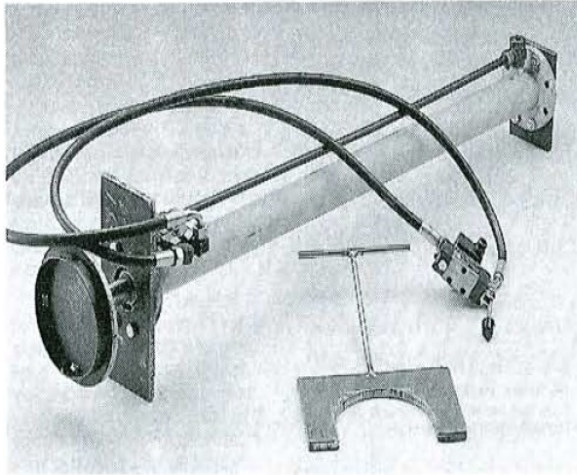
Kuva 11 Pätkäsujutusta. (Kaukonen J. 2010)

Kaivojen liittymiskohdat on tiivistettävä huolella, jotta vuotovedet eivät pääse tätä kautta kaivoihin ja viemäriin. Vaihtoehto tälle on kaivon korvaaminen uudella muovi- tai betonikaivolla tai asentamalla tarkastusputki kaivoon pystysuuntaisesti. Kuten pitkäsujutuksessa, on haarat ja tonttiliittymät kaivettava kyseisiltä kohdilta auki. On myös mahdollista käyttää joissakin menetelmissä valmiita haara- ja tonttiliittymien osia, mutta näissä tapauksissa on mitoitettava kyseiset haarojen kohdat tarkasti. (Ympäristöministeriö 1995).

Myös pätkäsujutuksessa on välitilan täyttö tehtävä aina. Jos välitilan täyttö jää tekemättä voi pohjaveden noste nostaa kevyttä putkea ylöspäin ja tällöin hydrauliset ominaisuudet putkessa heikkenevät. Betoniputkia käytettäessä on tapauskohtaisesti harkittava välitilan täyttöä, mikäli vanhan putken romahdusvaara on todennäköinen. (Ympäristöministeriö 1995).

Pätkäsujutuksen etuina voidaan pitää tunnettujen materiaalien käytettävyyttä, erikoiskaluston vähäinen tarve ja saneerausmenetelmän nopeus, vaikka vaatiikin alkuvalmisteluja. Myös ohipumppausta ei aina tarvita ja lyhyillä putkillä työ voidaan suorittaa tarkastuskaivosta käsin. (Ympäristöministeriö 1995).

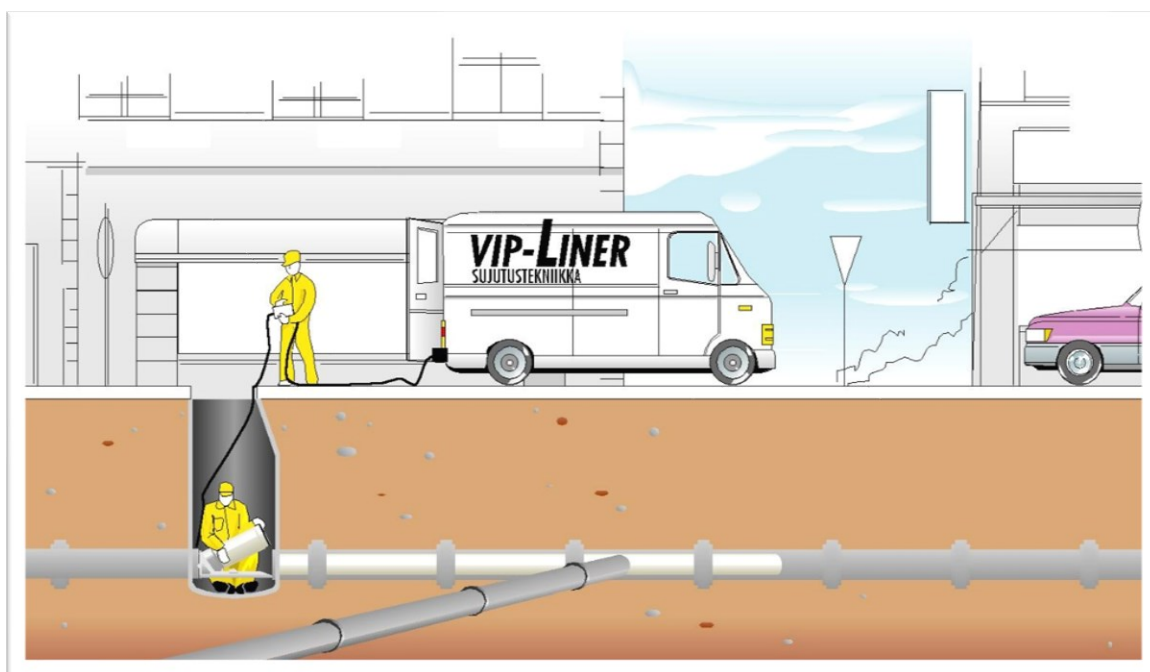
Haittapuolina pätkäsujutuksessa on, että sitä ei voida käyttää pahasti vaurioituneeseen vanhaan linjaan ja viemärin virtauskapasiteetti pienenee merkittävästi. Välitilan täytöt voivat olla ongelmallisia ja pitkien putkien käyttö vaatii kuitenkin kaivuutyötä. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 12 Hydraulitunkki. (Ympäristöministeriö 1995).

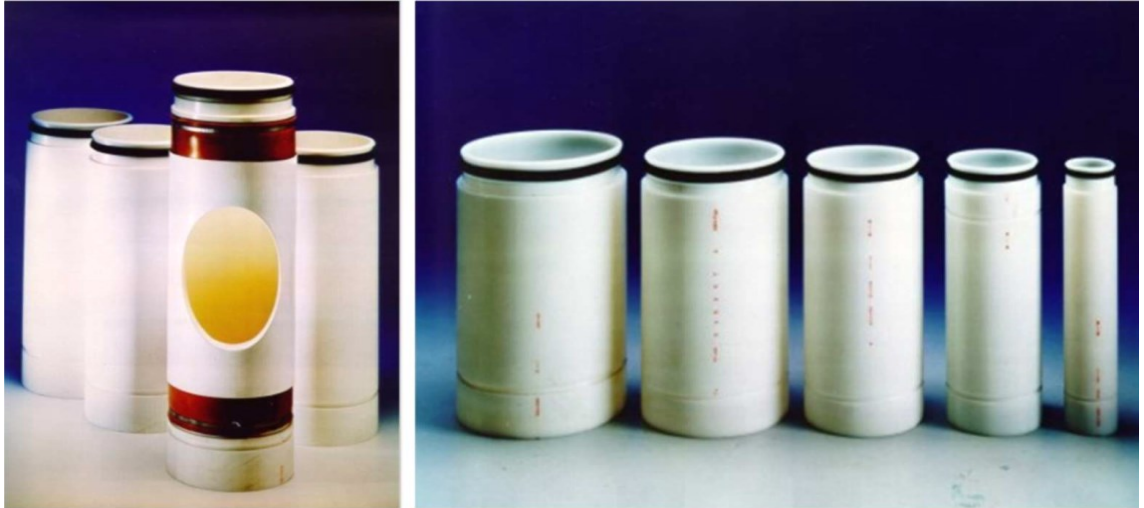
## 2.6 VipLiner-Moduuliputkisujutus

Suomessa kehitetty uusi pätkäsujutustapa VipLiner on menetelmä saneerata vuotavat, vanhat betonikaivot. Tässä menetelmässä ei tarvita kaivuutöitä ollenkaan, sillä putkistojen saneeraus voidaan tehdä kaivosta kaivoon ilman että kaivovälejä joudutaan kaivamaan auki. (Uponor 2021).



Kuva 13 VipLiner sujutustekniikkaa. (Uponor 2019)

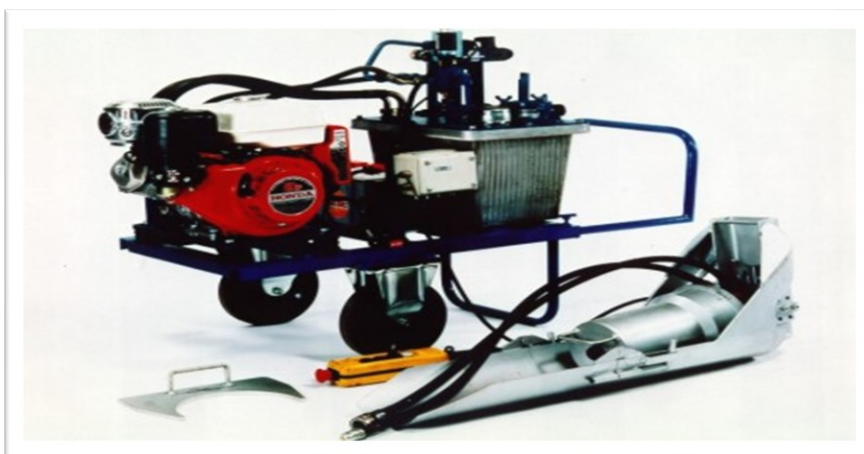
Saneeraus sujuu viemärin ollessa käytössä, jolloin ohipumppauksia ei tarvita ja liikenne ja ympäristö eivät häiriinny työskentelyalueella. Patentoitu haaroitusyhde huolehtii siitä, että talohaarojen kohtia ei myöskään tarvitse kaivaa auki. (Uponor 2021).



Kuva 14 VipLiner-talohaararyhde ja moduulit. (Uponor 2019)

Sisä- ja ulkopinta putkissa on sileää ja seinämärakenne on vahvaa. Raaka-aineena käytetään polypropeenaa tai polyeteeniä, näin ollen tuotteet ovat lukkomuhvillisia, pitkittäissaumattomia, helppoja työstää, joustavia iskunkestäviä ja elastisia. Putkikokoja on laaja skaala 90-560 mm. VipLineria on mahdollista käyttää myös liikuntasaumana, koska liitoskohdissa on huomioitu kuormitus- ja lämpötilamuutokset. (Uponor 2021).

Koska putkissa on suuri pistekuormituskestävyys, suoritetaan välitilan täyttö vain ankkuroimisen takaamiseksi. (Uponor 2021).

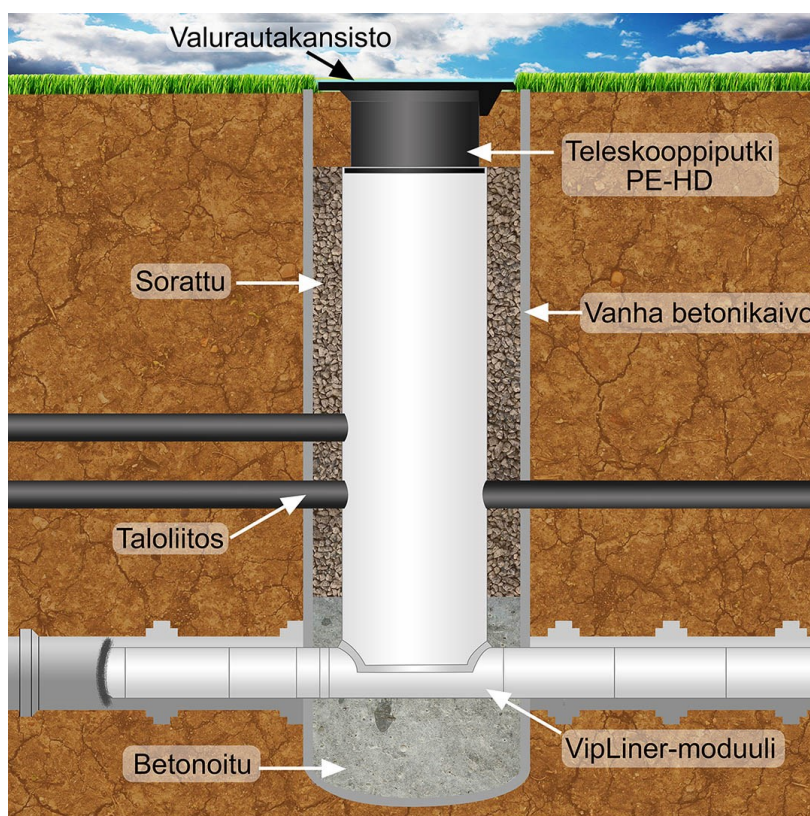


Kuva 15 Hydraulikkakone, sujutusränni ja sujutusrauta (Uponor 2019)

Vanhat betonikaivot on mahdollista saneerata asentamalla niiden sisään muovikaivon. Muovisten saneerauskaivojen halkaisija on normaalisti 400 mm. Kaivot toimitetaan puolen metrin korkuisina, jolloin niiden korkeutta voi lisätä joko kaksoismuhvilla tai hitsaamalla. Valkoinen väri on tunnistettava merkki saneerauskaivosta. (Uponor 2021).

Muovisen saneerauskaivon asentukseen kuuluu ankkurointibetonointi. Tämä siksi, että kaivo pysyy paikallaan, suojaa osia ja katkaisee välitilassa mahdollisen veden virtauksen. (Uponor 2021).

Muovikaivojen materiaalina on PE-HD, runkokokoja on 315-630 mm. Teleskoopiputkia saatavilla 315 mm tai 500 mm. Teleskoopivarteen on saatavilla joko valurautakansisto tai muovihattu. (Uponor 2021).



Kuva 16 Saneerausmuovikaivo. (Uponor 2021)

## 2.7 Pakkosujutus (Replacement with continuous or discrete pipes using pipe bursting)

Pakkosujutuksen kehitti ensimmäisen kerran Isossa-Britanniassa 1970-luvun lopulla D.J.Ryan & Sons yhdessä British Gasin kanssa 3- ja 4-tuumaisen valurautaisen kaasuputken korvaamiseksi. Tämä menetelmä patentoitiin Yhdistyneessä kuningaskunnassa vuonna 1981 ja Yhdysvalloissa vuonna 1986. (IBPA 2015).

Näiden patenttien voimassaolo päättyi huhtikuussa 2005. (IBPA 2015).

Suomessa käytettävä menetelmä ja laitteille on maahantuontia. (Ympäristöministeriö 1995).

1970-luvun lopusta lähtien putkien sujuttamisesta on muodostunut selkeät markkinat sekä kansainvälisesti että Pohjois-Amerikassa sivu- ja päälinjan viemärijärjestelmien korvaamiseksi. (IBPA 2015).

Pakkosujuttaminen tekniikkana määritellään kaivamattomaksi saneerausmenetelmäksi, jossa olemassa oleva putki rikkoutuu joko haurastamalla, murtamalla tai halkaisemalla käyttäen murtamistyökalun käyttämää sisäistä mekaanisesti kohdistettua voimaa. Työ vaatii erityiskalustoa, joka voi olla 1. pneumaattinen, jossa pakkosujutuslaitteen toiminta perustuu hakkaavan liikkeeseen, jonka aikaansaa paineilma tai 2. hydraulinen, jolloin toiminta perustuu supistuvaan ja laajenevaan kärkiosaan, joka murskaa ympäröivän vanhan putken. Hydraulinen kalusto on pienempiä kooltaan ja näin ollen ne soveltuvat paremmin pätkäsujutusmenetelmään, koska tällöin pystytään työskentelemään tarkastuskaivosta käsin ilman työkaivantoa. Pakkosujutuslaite kykenee rikkomaan useita putkistomateriaalia, kuten valurautaa, keraamisia, betonia tai asbestia. (Ympäristöministeriö 1995).

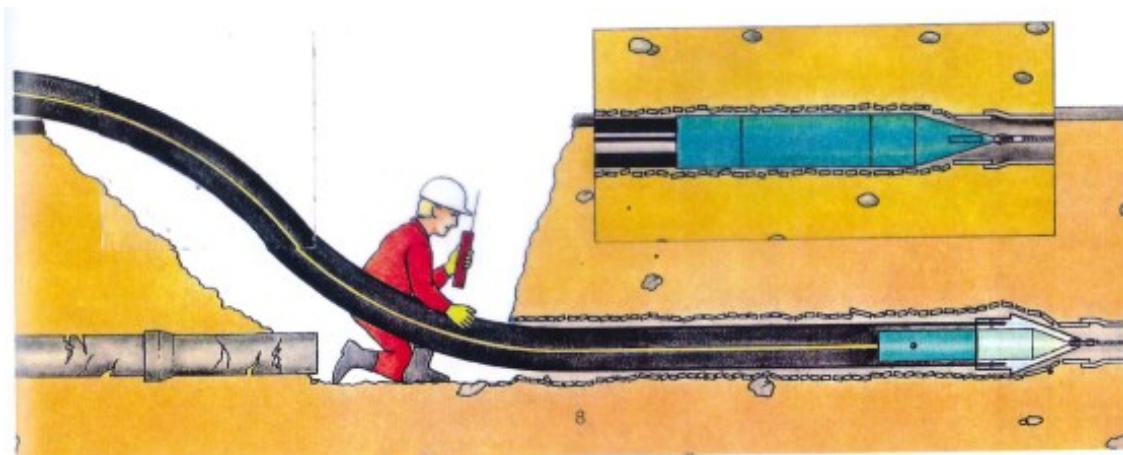
Pakkosujutus on suositeltava saneerausmenetelmä alueilla, joissa vesi- ja viemärijohtojen saneeraus ei aiheuta vaurioitumisvaaraa muille putkistoille tai raken-

teille. Myös tapauksissa, joissa vanha linja on sortunut, huonokuntoinen tai rikkoutumisesta aiheutuneita esteitä on linjalla. Suomessa suurin pakkosujutettu putkikoko on ollut 710 mm. (Ympäristöministeriö 1995).

Tätä isompia kokoja varten on myös kalustoa. Pakkosujutus ei vaadi vanhan putkiston puhdistusta, mutta ohipumppaus on järjestettävä työskentelyn ajaksi. (Ympäristöministeriö 1995).

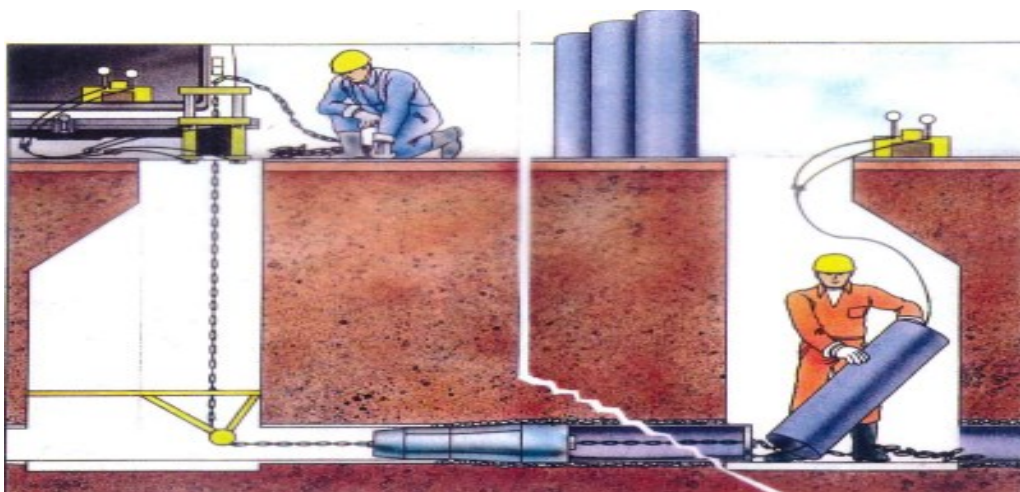
Samanaikaisesti vedetään uusi halkaisijaltaan sama tai suurempi putki korvaamaan nykyinen putki. Murtamistyökalun takapää on kytketty uuteen putkeen ja etupää on kytketty kaapeliin tai vetotankoon. Uusi putki ja rikkoutumispää laukaistaan työntökaivosta ja kaapeli- tai vetotanko vedetään vastaanottokuopasta. Energia (tai virtalähde), joka siirtää murtotyökalun eteenpäin nykyisen putken murtamiseksi, tulee kaapelin, ketjun tai tankojen vetämisestä, hydraulisesta voimasta päähän tai pneumaattisesta voimasta päähän murtumisjärjestelmän rakenteesta riippuen. Tämä energia (tai teho) muutetaan murtovoimaksi olemassa olevalle putkelle, joka rikkoo sen ja laajentaa tilapäisesti ontelon halkaisijaa. Murtamistyökalu vedetään putkijätteen läpi muodostaen väliaikainen rengas ja vetämällä sen takana tulevan uuden putken pää upotuskuopasta pois. (IBPA 2015).

Murskaustyökalun perään kiinnitetään uusi virtausputki tai suoja-putki saneerattavaan linjaan. Pakko-pitkäsujutuksessa materiaalina käytetään polyeteeniä. Pakko-pätkäsujutuksessa käytetään yleensä PVC-putkea, joka on varustettu erikoisliitoksin, mutta muitakin materiaaleja on käytetty. Uusi pakkosujutettava putki voi olla jopa 40 % isompi kuin pienikokoinen vanha putki. Mitä suurempi vanha linja on, suhde pienenee silloin. (IBPA 2015).



Kuva 17 Pakko-pitkäsujutus. (Kaukonen J. 2010)

Murskaustyökalun etu- tai nenäosan halkaisija on usein pienempi kuin olemassa olevan putken, jotta suuntaus säilyy ja tasainen murtuma varmistetaan. Murskaustyökalun pään pohja on suurempi kuin murtavan putken sisähalkaisija sen murtamiseksi. Se on myös hieman suurempi kuin korvaavan putken ulkohalkaisija, jotta voidaan vähentää uuden putken kitkaa ja tarjota tilaa putken ohjaamiselle. (IBPA 2015).



Kuva 18 Pakko-pätkäsujutus. (Kaukonen J. 2010)

Pakkosujutuksen eduiksi voidaan katsoa uuden putkikoon samankokoisuus tai jopa isompi kuin vanha linja. Työ on nopeaa ja soveltuu huonokuntoisille linjoille. Suurin yhtäjaksoinen asennuspituus 70 metriä. (Ympäristöministeriö 1995).

Haittoina menetelmässä on uuden sujutettavan putken vaurioitumismahdollisuus, tätä voi pienentää käyttämällä varsinkin vesijohdoissa suojaputkea. Voi vaurioittaa muita putkistoja ja rakenteita. Pakko-pitkäsujutuksessa työkaivantoja joudutaan käyttämään ja ohipumppaus on aina järjestettävä. (Ympäristöministeriö 1995).



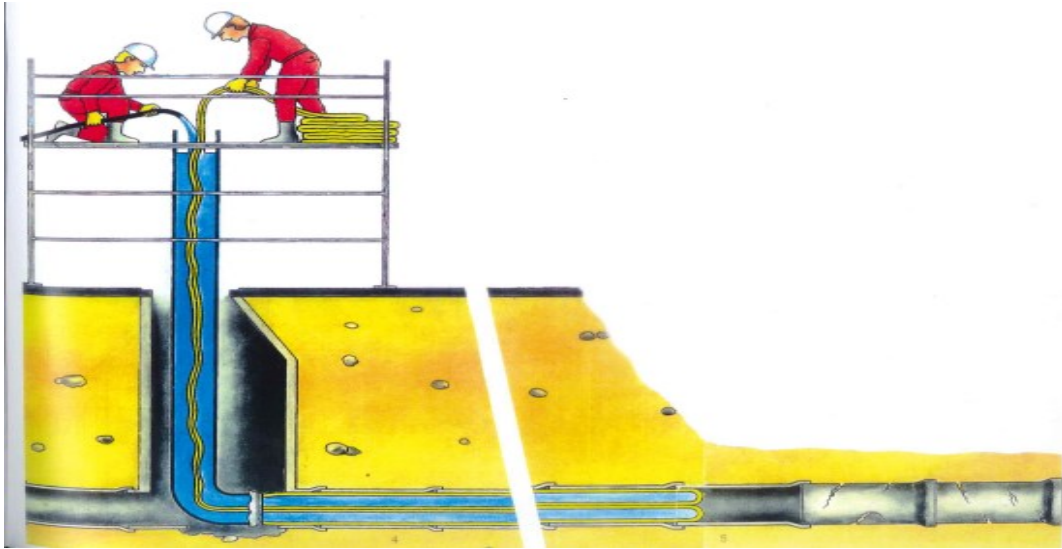
Kuva 19 Pakkosujutuslaite. (Ympäristöministeriö)

## 2.8 Sukkasujutus (Lining with cured in place pipes CIPP)

Saneerattavaan putkeen sujutetaan nestemäisellä hartsilla kyllästetty sukka, jonka kovettamiseen käytetään joko kuumaa vettä, ilmaa tai ultraviolettivaloa. (Ympäristöministeriö 1995).

Polyesterikudoksesta tai polyesterihuovasta tehdyt putket kyllästetään kemikaalilla esimerkiksi kaksikomponenttiepoksi, joka kovettuu kemiallisesti. Sukitus tapahtuu paineilmaa käyttämällä. Sukka muodostaa putken, joka paineilmaa, höyryä tai vettä käyttämällä paineistetaan kovettumisen ajaksi saneerattavan putken muotoon. (Kaunisto T. Peltö-Huikko A. 2014).

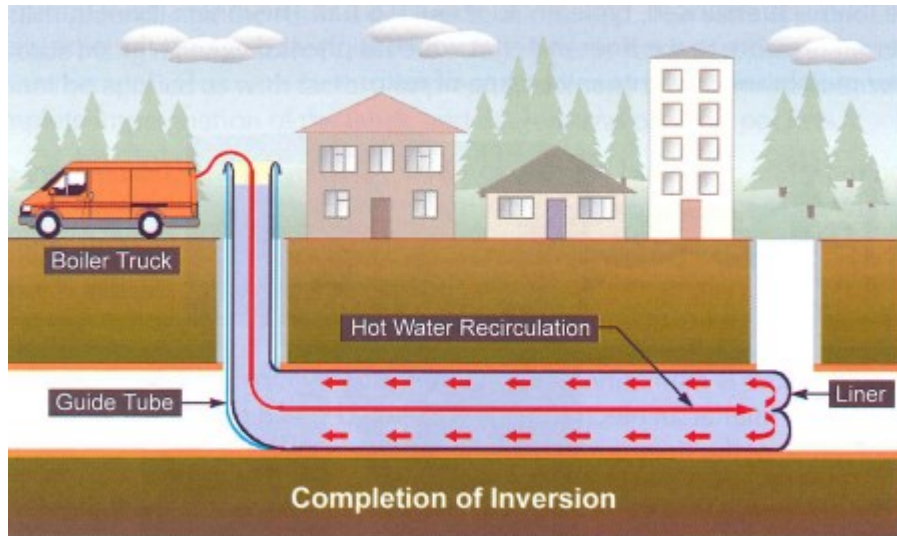
Menetelmä on Suomessa yleisesti käytetty. Sitä käytetään pääsääntöisesti viemäreissä ja niissä vesijohdoissa joihin materiaali on todettu haitattomaksi. Myös muihin putkistoihin mahdollista käyttää. Enimmäispituus yhdellä kerralla sujutettavaksi on käytännössä noin 300 metriä, putkikoko vaihtelee 100 -2500 millimetrin välillä. Saneerattava putki on oltava puhdas ja se on todettu soveltuvan sujutettavaksi sukalla. Mahdollisten tontti- ja haarajohtojen paikat on mitoitettava tarkasti ja näiden aukot porataan kauko-ohjatulla porauslaitteella. On myös mahdollista sujuttaa tonttihaarat päälinjasta poispäin. Sujutussukka valmistetaan mittatilaustyönä käyttökohteen paksuuden, pituuden ja vaadittavan lujuuden määrittäminenä. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 20 Sukkasujutus (Kaukonen J. 2010)

Sujutussukka yleensä tuodaan kyllästettynä valmiina ja kovettumisaikaa säätelevällä lisäaineella käsiteltynä saneerauskohteeseen kylmäkuljetuksena suoraan tehtaalta. Sukkaan on mahdollista esiasentaa suojakalvo, joka estää vuotovesien vaikuttamista lopputulokseen. Tarkastuskaivon päälle kasataan 5-7 metriä korkea asennustorni, johon sujutussukan toinen pää on kytketty. Saneerattavaan putkeen on kytketty syöttöputki, jota pitkin sukka on saatettu vanhaan linjaan johtamalla vettä tai paineilmaa, riippuen käytettävästä menetelmästä. Ilma- tai vesi aiheuttaa sen, että käsitelty sukka painuu tiiviisti vanhan putken sisäpintaan. (Ympäristöministeriö 1995).

Kun sukka on putkessa, lämmitetään vesi/ilma, joka saa aikaan kovettumisen. Kun kovettuminen on tapahtunut, jäähdytetään putki tietyllä aikataululla. Lopuksi putken päät tasataan ja laitteisto puretaan. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 21 Sukkasujutuksen kovettamista vedellä. (Kaukonen J. 2010)

Sukkasujutuksen etuina on, että se ei juurikaan pienennä vanhaa poikkileikkausta, hyvät virtaamisominaisuudet, sopivuus eri putkimuotoihin ja laaja tuotevalikoima. Vanhan linjan ei tarvitse olla suora ja työ on tehtävissä nopeasti ilman kaivuutöitä. Myöskään väli-tilan täyttöä ei tarvita. (Ympäristöministeriö 1995).

Haittapuolina on, että prosessista syntyy hajuja, jotka on tuuletettava. Hajuja voidaan vähentää käytettävän hartsin valinnalla. Mahdolliset kulmamutokset vanhassa linjassa aiheuttavat ryppyjä sukan pintaan. Myös ohipumppaus pitää järjestää. (Ympäristöministeriö 1995).

Valolla kovettettavat sukat ovat monin paikoin syrjäyttäneet lämpökovetteisen sukan. (Kaukonen J. 2010).

## 2.9 Muotoputkisujutus (Lining with close-fit pipes)

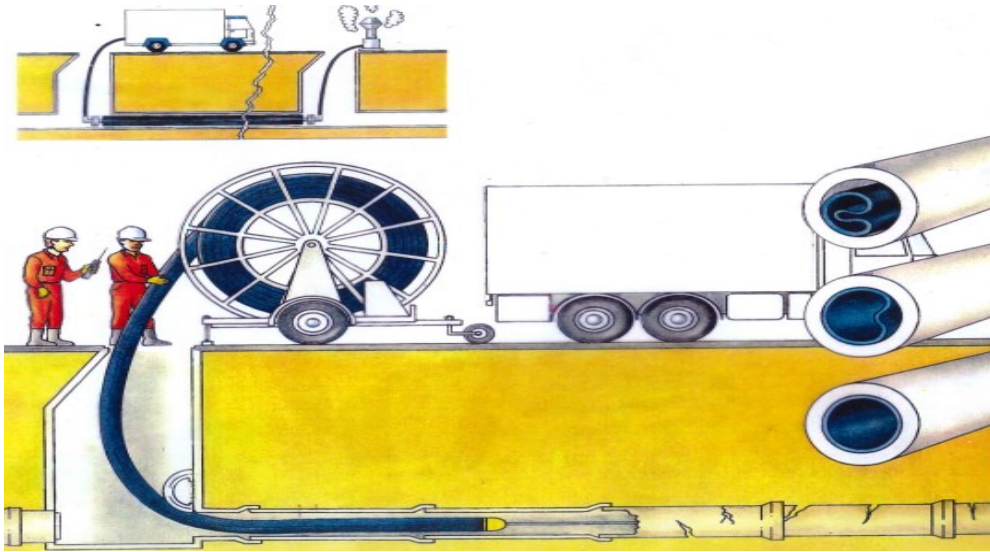
Muotoputkisujutus on pitkäsujutuksen tapainen menetelmä, jossa sujutusputken poikkileikkaus on muotoiltu U-muotoon tai toisin sanoen munuaismuotoon. Kun sujutus on tehty, saatetaan putki pyöreään alkuperäiseen muotoonsa käyttämällä paineilmaa. Putkikoot 100-400 millimetriä. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 22 Muotoputki U-muodossa. (FISTT 2021)

Muotoputki yleensä esilämmitetään kuljetusautolla, jolla se toimitetaan kohteeseen. Kaikkia putkilaatuja ei tarvitse esilämmittää, esimerkiksi PE-putkea. Putkea lämmitetään lisää, kunnes sopiva lämpötila on saavutettu ja putki on taipuisa. Sujutus vanhaan linjaan tapahtuu tarkastuskaivojen välillä, jolloin toisesta päästä vetämällä saadaan muotoputki paikoilleen. Putki pyöristyy höyryn tai paineilman avulla ja painautuu vanhan putken seinämiin. Muotoputki pidetään paineen alaisena ja jäähdytetään samalla lopulliseen muotoonsa. Mikäli vuotovedet aiheuttavat ongelmia, on vanhaan putkeen mahdollista vetää ensiksi ohut muovikalvo. (Ympäristöministeriö 1995).

Tonttiliitoskohdat porataan kauko-ohjattavan porauslaitteen avulla auki. (FISTT 2021).



Kuva 23 Muotoputkisujutus (Kaukonen J. 2010)

Muotoputkisujutuksen etuina on, että se ei vaadi kaivuutyötä, on nopea tehdä, vahva rakenteeltaan ja virtauskapasiteetti ei pienene. (Ympäristöministeriö 1995).

Menetelmän haittapuolina on, että se vaatii erikoiskalustoa, korjattavan putken on oltava suora ja se vaatii ohipumppauksen. (Ympäristöministeriö 1995).



Kuva 24 Muotoputken purku kuljetuskalustosta (FISTT. 2021)

### 3 KUSTANNUSVAIKUTUKSET

Haastattelin tätä opinnäytetyötä varten Suomen suurimpia putkisaneerauksia tekeviä yrityksiä, joiden liikevaihdot olivat vuonna 2020 5,8 miljoonaa - 1,14 miljardia euroa. Lähetin kyselyn yhteensä yhdeksälle eri yritykselle ja sain vastauksia neljältä.

Voidaan todeta, että kyseessä on omalla alallaan Suomen suurimpia ja markkinajohtoisia yrityksiä ja heidän antamia hintoja voidaan pitää markkinakelpoisina ja pätevinä.

Esitin yrityksille kyselyn kaavakkeen avulla, jossa pyydettiin antamaan hinnat eri menetelmille. Kustannuksien viitehinnat on esitetty taulukossa 1. Taulukossa 2 on esitetty esimerkkilaskelmissa käytettävät viitehinnat.

Taulukko 1. Eri menetelmien kustannukset kyselyn perusteella.

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot	Putkikoot	Putkikoot	Kaivoihin liittyvät
			0-150	200-400	500-800<	työt
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	1500-5000 €	2000-8000 €	35-100 €	50-250 €	140-650 €	750-1800 €
Pätkäsujutus	1500-5000 €	2000-8000 €	35-65 €	50-450 €	140-600 €	700-1800 €
Pakkosujutus	2300-3800 €	2500-4000 €	80-170 €	85-170 €	180-400 €	1800 €
Sukkasujutus	2500-3000 €	2500-4000 €	55-120 €	100-240 €	250-760 €	1500-3800 €
Muotoputkisujutus	2500-3000 €	2500-4000 €	55-80 €	100-240 €	-	1500-3500 €

Taulukko 2. Esimerkkilaskennassa käytetyt viitehinnat.

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot	Putkikoot	Putkikoot	Kaivoihin liittyvät
			0-150	200-400	500-800<	työt
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	2400 €	3900 €	60€	140 €	360 €	1200 €
Pätkäsujutus	2000 €	4200 €	50 €	120 €	350 €	1100 €
Pakkosujutus	3000 €	3900 €	80 €	140 €	290 €	1800 €
Sukkasujutus	2600 €	3200 €	85 €	170 €	540 €	2900 €
Muotoputkisujutus	2700 €	3200 €	65 €	170 €		2500 €

Kun tutkii taulukkoa 2, huomaa että edullisin menetelmä on pätkäsujutus, jolla varsinkin pienikokoisimmilla putkilla, on huomattavasti alempia yksikkökustannuksia verrattuna muihin menetelmiin. Myös mahdolliset kaivoihin liittyvät kaivuutyöt ovat edullisia muihin menetelmiin nähden. Toisaalta jos pätkäsujutussa-neeraukset vaativat kaivantoja, on niiden kustannukset korkeimpia. Pätkäsujutuksen haittapuolena edullisuuteen nähden on se, että se pienentää saneerattavan putken virtauskapasiteettiä, eli pienentää putkikokoa ja näin ollen ei ole soveltuva joka paikkaan.

Pakko, sukka- ja muotoputkisujutusten työmaan perustamiskustannukset ovat korkeimpia, koska nämä menetelmät vaativat erikoiskalustoa. Muuten niiden

metrihinnat ovat lähellä toisiaan. Näistä kolmesta pakkosujutus mahdollistaa putkikoon suurentamisen.

Kaikissa saneerausmenetelmissä putkien kustannukset kasvoivat sitä mukaa kuin putkikoko suureni. Sukkasujutus osoittautui metrihinnaltaan suurimmaksi, kun saneerataan 500-800 mm ja sitä suurempia putkistoja. Muotoputkisujutuksella ei edes ollut mahdollista tehdä 500 mm ja sitä suurempia putkia.

Pitkä- ja pakkosujutukset vaativat aina kaivannot saneerauksen alku- ja loppupäähän, johtuen itse menetelmistä. Pitkäsujutuksessa putken vetopää vaatii kaivannon tämän poistamiseksi ja pakkosujutuksessa murskaustyökalu on poistettava kaivamalla.

Esimerkkilaskelma 1: Jätevesiviemärin korjaaminen aukikaivamalla.

Aukikaivamalla (hinnat olemassa olevan tunnetun maanrakennusyrityksen yksikköhintaluettelosta, Lähde: Salainen)

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa. Kaivuualue 500 m x 2,35 m x 1 m = 1175 m<sup>3</sup>.

Taulukko 3. Jätevesiviemärin korjaaminen aukikaivamalla.

<u>Tehtävät</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikköhinta</u>	<u>Kustannus</u>
Liikenteenohjaus	1 kk	3000 €	3000 €
Kaivinkone x2	320 h	320 h x 72 €	23 040 €
Asentajat x2	320 h	320 h x 42 €	13 440 €
Poistettavat päällysrakenteet	500 m <sup>2</sup>	2 €/m <sup>2</sup>	1 000 €
Maaleikkaukset	1175 m <sup>3</sup>	6 €/m <sup>3</sup> ktr	7050 €
Elementtituet 500x5	2500 m <sup>2</sup>	10 €/m <sup>2</sup>	25 000 €
Kaivojen poistaminen kaikkine töineen	10 kpl	700 €/kpl	7000 €
Murskearina	200 mm	18 €/m <sup>2</sup> ktr	1 800 €
Asennusalusta	150 mm	30 €/m <sup>3</sup> ktr	2 250 €
Jäteveden tarkastuskaivot	D560/500	200 €/kpl	2 000 €
Jätevesiviemäri, muoviputki	500 m	15 €/m	7 500 €
Alkutäyttö SrM	390 m <sup>3</sup> /ktr	28 €/m <sup>3</sup> rtr	10 920 €
Suodatinkangas N3	500 m <sup>2</sup>	1 €/m <sup>2</sup>	500 €
Jakava kerros Kam 0/90	550 m <sup>3</sup> /ktr	19 €/m <sup>3</sup> rtr	10 450 €
Kantava kerros KaM 0/32	235 m <sup>3</sup> ktr	21 €/m <sup>3</sup> rtr	4 935 €
Asfaltti	500 m <sup>2</sup>	20 €/m <sup>2</sup>	10 000 €
		<b>Yhteensä</b>	<b>129 885 €</b>

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavan putkilinjan metrihinnaksi muodostui noin 260 €.

Aukikaivamalla häiriintyy liikenne, mahdolliset kaivuualueella sijaitsevat kaupat kärsivät, kun asiakkaat eivät pääse asioimaan ja ihmisten suhtautuminen kaivutöihin on negatiivista. Aukikaivuu on syytä suorittaa silloin, kun halutaan uusia myös katurakenteiden kerrokset.

Esimerkkilaskelma 2: Jätevesiviemärin korjaus pätkäsujuttamalla.

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa.

Taulukko 4. Jätevesiviemärin korjaus pätkäsujuttamalla.

<b>Tehtävät</b>	<b>Määrä</b>	<b>Yksikköhinta</b>	<b>Kustannus</b>
Työmaan perustaminen, kalustosiirrot	1	2 000 €	2 000 €
Pätkäsujutusputki	500 m	120 €/m	60 000 €
Saneerauskaivo, teleskooppiputkella	10 kpl	950 €/kaivo	9 500 €
Kaivoihin liittyvät työt	10 kpl	1 100 €/kaivo	11 000 €
		<b>Yhteensä</b>	<b>82 500 €</b>

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavan putkilinjan metrihinnaksi muodostui 165 €.

Esimerkkilaskun perusteella voidaan todeta, että kaivamaton menetelmä pätkäsujuttamalla tuli noin 37 % halvemmaksi kuin auki kaivamalla. Lisäksi kaivamattomilla saavutetaan huomattavia yhteiskunnallisia kustannussäästöjä, joita ei kuitenkaan tässä työssä vertailtu.

Esimerkkilaskelma 3: Jätevesiviemärin korjaus pitkäsujuttamalla.

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa.

Taulukko 5. Jätevesiviemärin korjaus pitkäsujuttamalla.

<u>Tehtävät</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikköhinta</u>	<u>Kustannus</u>
Työmaan perustaminen, kalustosiirrot	1	2 400 €	2 400 €
Pitkäsujutusputki, Flexoren-sovellus (ei kaivuutöitä)	500 m	140 €/m	70 000 €
Saneerauskaivo, teleskooppiputkella	10 kpl	950 €/kaivo	9 500 €
Kaivoihin liittyvät työt	10 kpl	1 200 €/kaivo	12 000 €
		<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>93 900 €</u></b>

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavan putkilinjan metrihinnaksi noin muodostui 188 €.

Esimerkkilaskun perusteella voidaan todeta, että kaivamaton menetelmä pitkäsujuttamalla tuli noin 28 % halvemmaksi kuin auki kaivamalla. Lisäksi kaivamattomilla saavutetaan huomattavia yhteiskunnallisia kustannussäästöjä, joita ei kuitenkaan tässä työssä vertailtu.

Esimerkkilaskelma 4: Jätevesiviemärin korjaus sukkasujuttamalla.

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa.

Taulukko 6. Jätevesiviemärin korjaus sukkasujuttamalla.

<u>Tehtävät</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikköhinta</u>	<u>Kustannus</u>
Työmaan perustaminen, kalustosiirrot	1	2 600 €	2 600 €
Pitkäsujutusputki, Flexoren-sovellus (ei kaivuutöitä)	500 m	170 €/m	85 000 €
Saneerauskaivo, teleskooppiputkella	10 kpl	1500 €/kaivo	15 000 €
		<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>102 600 €</u></b>

Sukkasujutuksessa ei aiheudu kaivoihin kohdistuvia töitä, koska kyseisessä menetelmässä ei jää välitilaa vanhan ja uuden putken väliin. Saneerauskaivot ovat myös tästä erilaisia kuin muissa saneerausmuodoissa. (viitattu 25.1.2022: Kaukonen J. asiantuntijalausunto puhelimitse.)

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavan putkilinjan metrihinnaksi muodostui noin 205 €.

Esimerkkilaskun perusteella voidaan todeta, että kaivamaton menetelmä sukkasujuttamalla tuli 22 % halvemmaksi kuin auki kaivamalla

Esimerkkilaskelma 5: Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus aukikaivamalla.

Aukikaivamalla (hinnat olemassa olevan tunnetun maanrakennusyrityksen yksikköhintaluettelosta).

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa sekä vesijohtoa uusittavana noin 500 metriä D160 paksua paineputkea. Kaivuualue 500 m x 2,35 m x 1 m = 1175 m<sup>3</sup>.

Taulukko 7. Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus aukikaivamalla.

<b>Tehtävät</b>	<b>Määrä</b>	<b>Yksikköhinta</b>	<b>Kustannus</b>
Liikenteenohjaus	1 kk	3000 €	3000 €
Kaivinkone x2	320 h	320 h x 72 €	23 040 €
Asentajat x4	640 h	640 h x 42 €	26 880 €
Poistettavat päällysrakenteet	500 m <sup>2</sup>	2 €/m <sup>2</sup>	1 000 €
Maaleikkaukset	1175 m <sup>3</sup>	6 €/m <sup>3</sup> ktr	7050 €
Elementtituet 500x5	2500 m <sup>2</sup>	10 €/m <sup>2</sup>	25 000 €
Kaivojen poistaminen kaikkine töineen	10 kpl	700 €/kpl	7000 €
Murskearina	200 mm	18 €/m <sup>2</sup> ktr	1 800 €
Asennusalusta	150 mm	30 €/m <sup>3</sup> ktr	2 250 €
Jäteveden tarkastuskaivot	D560/500	200 €/kpl	2 000 €
Jätevesiviemäri, muoviputki	500 m	15 €/m	7 500 €
Vesijohto 160, PN10	500 m	18 €/m	9 000 €
Alkutäyttö SrM	390 m <sup>3</sup> /ktr	28 €/m <sup>3</sup> rtr	10 920 €
Suodatinkangas N3	500 m <sup>2</sup>	1 €/m <sup>2</sup>	500 €
Jakava kerros Kam 0/90	550 m <sup>3</sup> /ktr	19 €/m <sup>3</sup> rtr	10 450 €
Kantava kerros KaM 0/32	235 m <sup>3</sup> ktr	21 €/m <sup>3</sup> rtr	4 935 €
Asfaltti	500 m <sup>2</sup>	20 €/m <sup>2</sup>	10 000 €
		<b>Yhteensä</b>	<b>152 325 €</b>

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavan putkilinjan metrihinnaksi muodostui jätevedelle ja vesijohdolle 305 €.

Aukikaivamalla häiriintyy liikenne, mahdolliset kaivualueella sijaitsevat kaupat kärsivät, kun asiakkaat eivät pääse asioimaan ja ihmisten suhtautuminen kaivutöihin on negatiivista. Aukikaivuu on syytä suorittaa silloin, kun halutaan uusia myös katurakenteiden kerrokset.

Esimerkkilaskelma 6: Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus pätkä- ja pakkosujuttamalla.

Katualue taajamassa, vilkkaasti liikennöity. Jätevesiviemäriä uusittavana noin 500 metriä 225 millimetriä paksua betoniputkea ja 10 kaivoa sekä vesijohtoa uusittavana noin 500 metriä D160 paksua paineputkea. Kaivuualue 500 m x 2,35 m x 1 m = 1175 m<sup>3</sup>. Sujutukset tehdään jätevesiviemäri pätkäsujuuttamalla ja vesijohto pakkosujuuttamalla.

Taulukko 8. Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus pätkä- ja pakkosujuuttamalla.

<u>Tehtävät</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikköhinta</u>	<u>Kustannus</u>
Työmaan perustaminen, kalustosiirrot, pakkosujutus	1	3 000 €	3 000 €
Työmaan perustaminen, kalustosiirrot, pätkäsujuutus	1	2 000 €	2 000 €
Pätkäsujuutusputki	500 m	120 €/m	60 000 €
Pakkosujuutusputki	500 m	80 €/m	40 000 €
Pakkosujuutuksen kaivanto	2	3 900 €	7 800 €
Saneerauskaivo, teleskooppiputkella	10 kpl	950 €/kaivo	9 500 €
Kaivoihin liittyvät työt	10	1100 €/kaivo	11 000
		<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>133 300 €</u></b>

Esimerkkilaskun perusteella saneerattavien putkilinjojen metrihinnaksi muodostui jätevedelle ja vesijohtolle 266 €.

Esimerkkilaskun perusteella voidaan todeta, että kaivamaton menetelmä sukka-sujuuttamalla tuli 13 % halvemmaksi kuin auki kaivamalla.

Esimerkkilaskelmia on tarkasteltu yhteenvetotaulukoissa 9-10.

Taulukko 9. Yhteenvetotaulukko jätevesiviemärin saneeraukselle.

<u>Menetelmä</u>	<u>Kustannus €</u>	<u>€/m</u>
Jätevesiviemärin korjaaminen aukikaivamalla.	129 885	260
Jätevesiviemärin korjaus pätkäsujuttamalla.	82 500	165
Jätevesiviemärin korjaus pitkäsujuttamalla.	93 900	188
Jätevesiviemärin korjaus sukkasujuttamalla.	102 600	205

Taulukko 10. Yhteenvetotaulukko jätevesiviemärin ja vesijohdon saneeraukselle.

<u>Menetelmä</u>	<u>Kustannus €</u>	<u>€/m</u>
Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus aukikaivamalla.	152 325	305
Jätevesiviemärin ja vesijohdon korjaus pätkä- ja pakkosujuttamalla.	133 300	266

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomen yleisemmät menetelmät on pitkä- ja pätkäsujuutus sekä pakkosujuutus.

Haastattelujen, saamieni saneeraushintojen ja esimerkkilaskujen perusteella voidaan todeta, että kaivamattomat menetelmät ovat noin 13-37 % halvempia kuin auki kaivamalla.

Olisi hyvä, että vesilaitokset ottaisivat jo hankintapäätöstä tehdessä huomioon kaivamattomien menetelmien hyödyntämisen. Hanketta vietäessä suunnitteluasteelle, olisi jo alkuvaiheessa suunnittelijaa ohjeistettu miettimään sopiva menetelmä, joka vähentäisi aukikaivuuta. Voisikin todeta, että ”miksi kaivaa auki, kun on parempia, kehittyneempiä, ympäristökelpoisempia ja kustannustehokkaampia menetelmiä” (Kaukonen 2022).

Aukikaivuu on syytä suorittaa silloin, kun halutaan uusia myös katurakenteiden kerrokset.

Tätä opinnäytetyötä olisi helppo jatkokehittää ottamalla aiheeksi muut menetelmät kuten kuristussujuutus, spiraalinauhasujuutus ja letkusujuutus, joita ei tässä työssä käsitelty. Yleisestikin eri uudisrakentamismenetelmät kaivamatta ovat yleistyneet runsaasti viime aikoina. Esimerkkinä mikrotunnelointi olisi jo itsessään yhden opinnäytetyön aihe. Lisäksi kansainvälistä jatkotutkimusta kannattaa asiasta tehdä ja hyödyntää siten eri toimintaympäristöissä kertynyttä kokemusta.

## 5 YHTEENVETO

Työn aihe tuli kaivamattomien tekniikoiden kansainvälisen katto-organisaation ISTT:n puheenjohtaja Jari Kaukoselta. ISTT:n tavoitteena on edistää kaivamattoman teknologian tiedettä ja käytäntöä yleishyödyllisiksi. ISTT edistää lisäksi edistää koulutusta, opiskelua ja tutkimusta mainitun tieteen ja käytännön alalla ja julkaista hyödyllisiä tutkimuksia.

Rajasin tähän työhön Suomessa yleisesti käytetyt rakenteelliset menetelmät pitkäsujuituksen, pätöksujustuksen sekä tämän jatkojalostustuotteen VipLiner-moduuliputkisujutuksen, pakkosujustuksen, sukkasujustuksen ja muotoputkisujutuksen.

Tarkoituksena on, että tilaajat ja suunnittelijat pystyisivät jo kilpailutusvaiheessa ottamaan huomioon urakkaan sopivat kaivamattomat saneerausmenetelmät ja huomioimaan eri tekijöiden kustannusvaikutukset- ja tekijät.

Työssä pyritään vaikuttamaan hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien ratkaisujen taloudellisen vaikutuksen parempaan vertailuun. Työssä löydetään vastaus missä tapauksissa kaivamattomien menetelmien käyttö on taloudellisesti kannattavampaa kuin kaivamalla auki.

Tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuustutkimukset ja kysely, jossa kerättiin erityisesti avoimia vastauksia. Samalla sain tietooni kustannusvaikutuksia, joiden mukaan pystyin kehittämään kappaleessa 3 suorittamani laskentamallit.

Vastauksia sain ISTT:n kansainvälisiltä jäseniltä, Suomalaisilta asiantuntijoilta sekä Suomen suurimmilta putkisaneerausurakoitsijoilta.

Termiä *kaivamattomat menetelmät* eli *no-dig*-tekniikat käytetään maanalaisista saneeraustavoista ja uudisrakentamisesta, joissa pyritään saneeraamaan putkistot käyttämällä mahdollisimman vähän- tai lainkaan koneellista maan aukikaivuuta.

Jokaiseen menetelmään kuuluu valmisteleva osuus, joka sisältää puhdistukset käyttämällä joko painehuuhtelua, jossa putkeen sujutetaan letku, josta tulee säädettävällä paineella vettä erilaisista suutinpäistä tai mekaanista puhdistusta käyttämällä kaavintatyökälua, joka vedetään läpi vanhan putken näin poistaen kaiken ylimääräisen putkesta. Puhdistusten jälkeen saneerattava putkilinja vielä kuvataan käyttämällä TV-kuvaustekniikoita.

Pitkäsujutus on menetelmä, jossa saneerattavaan putkeen sujutetaan joko vetämällä tai työntämällä yhtenäiseksi liitetty muoviputki. Pitkäsujutus on vanhimpia Suomessa käytetty saneerausmenetelmä 1960-luvulta lähtien.

Pätkäsujutus on menetelmä, jossa sujutettava putki kootaan työn aikana lyhyistä pätkistä. Kyseistä menetelmää on käytetty Suomessa 1970-luvun alusta.

Pakkosujuttaminen tekniikkana määritellään kaivamattomaksi saneerausmenetelmäksi, jossa olemassa oleva putki rikkoutuu joko haurastamalla, murtamalla tai halkaisemalla käyttäen murtamistyökalan käyttämää sisäistä mekaanisesti kohdistettua voimaa. Pakkosujutus ei vaadi vanhan putkiston puhdistusta, mutta ohipumppaus on järjestettävä työskentelyn ajaksi.

Sukkasujutus on menetelmä, jossa saneerattavaan putkeen sujutetaan nestemäisellä hartsilla kyllästetty sukka, jonka kovettamiseen käytetään joko kuumaa vettä, ilmaa tai ultraviolettivaloa. Menetelmä on Suomessa yleisesti käytetty.

Muotoputkisujutus on pitkäsujutuksen tapainen menetelmä, jossa sujutusputken poikkeileikkaus on muotoiltu U-muotoon. Kun sujutus on tehty, saatetaan putki pyöreään alkuperäiseen muotoonsa käyttämällä paineilmaa.

Edullisin menetelmä on pätkäsujutus, jolla varsinkin pienikokoisimmilla putkilla, on huomattavasti alimpia metrihintoja verrattuna muihin menetelmiin. Myös mahdolliset kaivoihin liittyvät kaivuutyöt ovat edullisia muihin menetelmiin nähden. Toisaalta jos pätkäsujutussaneeraukset vaativat kaivantoja, on niiden kustannukset korkeimpia. Pätkäsujutuksen haittapuolena edullisuuteen nähden on se, että se pienentää saneerattavan putken virtauskapasiteettiä, eli pienentää putkikokoa ja näin ollen ei ole soveltuva joka paikkaan.

Pakko, sukka- ja muotoputkisujutusten työmaan perustamiskustannukset ovat korkeimpia, koska nämä menetelmät vaativat erikoiskalustoa. Muuten niiden metrihinnat ovat lähellä toisiaan. Näistä kahdesta pakkosujutus mahdollistaa putkikoon suurentamisen.

Kaikissa saneerausmenetelmissä putkien kustannukset kasvoivat sitä mukaa kuin putkikoko suureni. Sukkasujutus osoittautui yksikkökustannukseltaan suurimmaksi, kun saneerataan 500-800 mm ja sitä suurempia putkistoja. Muotoputkisujutuksella ei edes ollut mahdollista tehdä 500 mm ja sitä suurempia putkia.

Pitkä- ja pakkosujutukset vaativat aina kaivannot saneerauksen alku- ja loppupäähän, johtuen itse menetelmistä. Pitkäsujutuksessa putken vetopää vaatii kaivannon tämän poistamiseksi ja pakkosujutuksessa murskaustyökalu on poistettava kaivamalla.

Aukikaivamalla häiriintyy liikenne, mahdolliset kaivuualueella sijaitsevat kaupat kärsivät, kun asiakkaat eivät pääse asioimaan ja ihmisten suhtautuminen kaivuutöihin on negatiivista. Aukikaivuu on syytä suorittaa silloin, kun halutaan uusia myös katurakenteiden kerrokset.

Suomen yleisemmät menetelmät on pitkä- ja pätksujutus sekä pakkosujutus. Nämä ovat perusvarmoja tapoja tehdä saneerauksia. Sukkasujutus on noussut muotoputkisu- jituksen ohi, johtuen näiden menetelmien hintojen lähentymisestä.

Haastattelujen, saamieni saneeraushintojen ja esimerkkilaskujen perusteella voidaan todeta, että kaivamattomat menetelmät ovat noin 13-37 % halvempia kuin auki kaivamalla.

## LÄHTEET

- Ahokas J-M. 2004. Runkovesijohdon saneeraus auki kaivamattomilla menetelmillä. SeAMK.
- FISTT 2021. Mikä on FISTT. Viitattu 5.5.2021 <https://fistt.net/info/>.
- GSTT 2004. Mortar specifications for sewage pipes and public drainage installations. Bulletin no 18.
- GSTT 2016. Comparison of open trench and trenchless construction methods – direct and indirect cost in pipeline work. Information no 11.
- GSTT 2005. Cable-laying in existing networks. Information no 12.
- GSTT 2010. Initiative for alternative installation methods in pipeline construction – trenchless – cost saving-safe. Information no 24.
- GSTT 2014. Carbon calculator for CIPP relining. Information no 27.
- GSTT 2015. Without open trench PIPE JACKING. Information no 28.
- GSTT 2017. Pilot study Natural Capital Assessment for trenchless pipe laying. Information no 29.
- Inkinen K. 2016. Kaivamattoman teknologian käsitteiden määrittely. Turun ammattikorkeakoulu.
- IPBA 2015. International Pipe Bursting Association Guideline for pipe bursting 2015. Viitattu 14.4.2021 <https://pucc.org/images/ipba-sewer-lateral-guidelines-rev2015-03-16.pdf>
- ISTT 2022. What is ISTT. Viitattu 28.1.2022. <https://www.istt.com/index/what-is-istt>
- Joussin J-M. 2019. France trenchless market presentation. 37th International NO-DIG. Firenze.
- Kaukonen J. 2010. Saneerauksen suunnittelulla kokonaistaloudellisesti hyvään lopputulokseen.
- Kaukonen J. 2014 Kaivamattoman tekniikan suunnitteluperusteista.
- Kaunisto T. Peltö-Huikko A. 2012 Vesijohtojen saneerauspinnoitus. Vesi-instituutin raportteja 4.
- Kaunisto T. Peltö-Huikko A. 2014 Viemäreiden sisäpuoliset saneerausmenetelmät. Vesi-instituutin julkaisuja 2.
- Lampola T. Kuikka S. 2018. Viemäreiden kuntotutkimusopas.
- Lyytinen P. 2017. Pakkosujutustekniikka- ja menetelmät. JAMK.
- SFS-Käsikirja 101. 2014. Viemäreiden sisäpuoliset saneerausmenetelmät.
- The International Society for Trenchless Technology, Affiliated Societies. 2021. <https://www.istt.com/index/affiliated-societies>. UT.
- Uponor. 2019. Putkilinjojen saneeraus ja kenttätyöt. Esitelmäaineisto 1.10.2015.
- Uponor 2021. VipLiner. Viitattu 21.10.2021 <https://www.uponor.com/fi-fi/infra/tuotejarjestelmat/putkistosaneeraus#vipliner>.
- Vasconcelos C. 2017. Development of a decision support model for the costs of pipelines renovation projects. University of Twente.

VTT 2013. Vesihuoltoverkoston kunnossapitopalvelujen riskienhallinta -loppuraportti. VTT Technology 73.

Ympäristöministeriö 1995. Suomen Kuntaliitto, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95. Viitattu 2.5.2021



## Urakoitsijan vastaus 1

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot	Putkikoot	Putkikoot	Kaivoihin liittyvät työt
			0-150	200-400	500-800<	
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	1800.-€	2500.-€	50.-€	200.-€	-	1500.-€
Pätkäsujutus	1500.-€	-	60.-€	150.-€	450.-€	1500.-€
Pakkosujutus	2300.-€	2800.-€	70.-€	170.-€	-	1800.-€
Sukkasujutus	2500.-€	-	120.-€	180.-€	600.-€	3800.-€
Muotoputkisujutus	-	-	-	-	-	-

## Urakoitsijan vastaus 2

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot	Putkikoot	Putkikoot	Kaivoihin liittyvät työt
			0-150	200-400	500-800<	
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	1800	4500	40	50	140	1400
Pätkäsujutus	1800	4500	40	50	140	850
Pakkosujutus	-	-	-	-	-	-
Sukkasujutus	-	-	-	-	-	-
Muotoputkisujutus	-	-	-	-	-	-

## Urakoitsijan vastaus 3

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot 0-150	Putkikoot 200-400	Putkikoot 500-800<	Kaivoihin liittyvät työt
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	1500-2000	2500-4000	35-65	80-170	350-650	750-900
Pätkäsujutus	1500-2000	2500-4000	35-65	50-200	-	750-900
Pakkosujutus	3000-3800	2500-4000	80-100	85-140	180-400	-
Sukkasujutus	2500-3000	2500-4000	55-80	100-240	250-760	1500-3500
Muotoputkisujutus	2500-3000	2500-4000	55-80	100-240	-	1500-3500

## Urakoitsijan vastaus 4

Menetelmä	Työmaan perustaminen, kalustosiirrot. Kokonaiskustannus.	Kaivannot, mikäli työ edellyttää. Kappalehinta	Putkikoot 0-150	Putkikoot 200-400	Putkikoot 500-800<	Kaivoihin liittyvät työt
			Metrihinta	Metrihinta	Metrihinta	Kappalehinta
Pitkäsujutus	2000€-5000€	2000€-8000€	80-100	100-250	250-600	700-1800
Pätkäsujutus	2000-5000	2000-8000	40-50	50-200	200-600	700-1800
Pakkosujutus	-	-	-	-	-	-
Sukkasujutus	-	-	-	-	-	-
Muotoputkisujutus	-	-	-	-	-	-

## Kysely Suomalaisille asiantuntijoille

**Lähettäjä:** Kannisto, Jari [REDACTED]

**Lähetetty:** lauantai 6. kesäkuuta 2020 18.10

**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari [REDACTED]

**Kopio:** [REDACTED]

**Aihe:** Opinnäytetyö

**Tärkeys:** Suuri

Moro.

Olen Turun ammattikorkeakoulun YAMK-tutkinnon opiskelija ja teen Opinnäytetyötä Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry FiSTT:lle Jari Kaukosen ohjaamana.

Päättötyön aihe on ” **Kaivamattomien menetelmien käytön kustannusvaikutusten selvitys**”.

Kehittämishankkeeni tulee yleiseksi ohjeeksi Vesilaitoksille.

Tarkoituksena on että vesilaitokset pystyisivät jo kilpailutusvaiheessa vaiheessa ottamaan huomioon urakkaan sopivat kaivamattomat saneerausmenetelmät ja huomioimaan eri tekijöiden kustannusvaikutukset ja kustannustekijät.

Toivoisin että te voisitte kertoa mitä kaivamattomien saneerausmenetelmiä Tilaajat ovat käyttäneet tai haluaisivat käyttää, mutta heillä ei ole ollut tarpeeksi tietoa näiden kustannusvaikutuksista ja näin ollen voisin selvittää, millä perusteilla Tilaaja tekee valinnan kaivaa/kaivamatta välillä.

**Yhteydenottoa toivoen**

**Jari Kannisto**

## Suomalaisen asiantuntijan vastaus

**Lähetetty:** tiistai 9. kesäkuuta 2020 8.13  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Aihe:** VS: Opinnäytetyö

Terve Jari!

Tiivistetty vastaus alla..

Käsitykseni mukaan tilaajat käyttävät eri menetelmiä seuraavasti:

- Viemäreiden sukka- ja muotoputkisujutusta ja kaivojen laastiruiskutusta sekä kaivojen saneerausta lasikuitusukalla. Oma käsitykseni on, että muotoputkisujutuksen käyttö suomessa on viime vuosina hieman laskenut sukkasujutuksen hinnan ollessa aikalailla sama kuin muotoputkella. Täysin tuo muotoputki ei kuitenkaan ole poistunut.
- Pitkäsujutusta ja pakkosujutusta
- Viemäreiden pätkäsujutusta
- Erilaiset poraukset mm. suuntaporaus ja vasaraporaus
- Panelointeja on käytetty vähän mm. jossain isommissa putkikoissa
- Ja nythän mikrotunnelointi on myös nostamassa päätä suomessa, joten senkin kustannustieto on varmasti sellainen mikä tilaajia kiinnostaa kovasti

Tsemppiä YAMK-opinnäytetyön tekemiseen!!

## Kysely kansainvälisille asiantuntijoille

-----Original message-----

**From:** Kannisto, Jari ~~Jari.Kannisto@utu.fi~~

**To:** Kannisto, Jari ~~Jari.Kannisto@utu.fi~~

~~Chairman of ISTT, Helsinki, Finland, j.kannisto@utu.fi~~

**Date:** Sat, 06 Jun 2020 23:37:40

**Subject:** MASTER THESIS No dig

Hi

I am a Master of Engineering -student in Finland and I am doing my Master Thesis to Finnish Society for Trenchless Technology, FiSTT, by the help of Jari Kaukonen (Chairman of ISTT)

My thesis is named \_ \_ Cost impacts of using No dig methods \_

I would like you to be able to tell me which methods for the No dig the Clients have used or would like to use in your country, but they have not had enough information about their cost implications and therefore I could find out the reasons why the Clients makes a choice between No dig and digging.  
Also what is the mostly used No dig method in your country?

**Sincerely**

**Jari Kannisto**

## Kansanvälisiä vastauksia 1

**Lähetetty:** perjantai 19. kesäkuuta 2020 7.24  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Aihe:** Re: MASTER THESIS No dig  
**Tärkeys:** Suuri

2020/6/19

Hi, Jari

Pipejacking, HDD, CIPP, Sprial Wound, Sprayroq, etc.

Cost is not easy to tell, as it depends on the condition, requirements, and the market.

The owner might make the choice (according to the project condition) before they call for bidding, or they might ask for performance design through a turn key type of contract.

Regards,

## Kansanvälisiä vastauksia 2

**Lähetetty:** tiistai 16. kesäkuuta 2020 14.26  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Kopio:** XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
**Aihe:** RE : MASTER'S THESIS No dig  
**Liitteet:** France trenchless market presentation\_JMJ\_No Dig Florence.pdf

Hello Jari,

Sorry for my late return. Your thésis is a very essential topic for TT'S.

We have launched in France a yearly TT market study to evaluate the share of TT's. Attached the first Survey results. We will update this soon with the results for 2019 : we see significant increase of the TT volume on the market !

Coming back to the motivation : vs the T's techniques yes the cost is one of the important criteria in the technique choice. The social costs and environmental issues should become more influent in the future.

In France we are using principally the following techniques :

- Rehab/CIPP estimated 2019 volume : 400/450 kms.
- New installation/ microtunneling estimated 2019 volume : 20/25 kms

I put in C/C XXXXXXXXXXXX our scientific director. If we have more information I will come back to you.

Dont'hesitate to contact me again.

All the best !

## Kansanvälisiä vastauksia 3

**Lähetetty:** maanantai 8. kesäkuuta 2020 19.22  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Kopio:** XXXXXXXXXXXXXXX  
**Aihe:** RE: MASTER'S THESIS No dig

Dear Jari

Thanks for your email regarding the cost decisions for trenchless technology.

Your questions are very general in most respects and hence difficult to answer for such a large country as the USA with many different urban and geological settings.

Probably the most used new installation technology is HDD and the most used rehabilitation technology is CIPP.

The most common reason to use trenchless is to avoid some or all of the disturbance caused to surface activities and traffic. In more and more cases, trenchless is cheaper in direct costs than open cut in urban areas ...especially when operational restrictions on open-cut increase the costs for open cut work.

Papers and reports on social/indirect costs for trenchless technology discuss many of the cost comparison issues and there are quite a few such papers in the international literature.

I have been retired for more than 10 years now, so my information is not sufficiently up to date to be of much help to you.

Best wishes for your studies

## Kansanvälisiä vastauksia 4

**Lähetetty:** maanantai 8. kesäkuuta 2020 15.56  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Aihe:** Re: MASTER'S THESIS No dig  
**Liitteet:** 07-170904 Master Thesis CEM. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.pdf; Index 2018.pdf

Dear Jari,

We tried something similar, in order to include all kinds of external costs in the evaluation of TT vs open trench. Please find attached one of the Msc reports from these studies.

My general take is that for none of the TT the impact of cost implication, and specifically of external costs, is really taken into account.

For microtunnelling, HDD and auger borings this certainly holds, and probably for renovation like sliplining/CIPP as well. For all TT a major factor in my mind is the fact that small engineering offices and certainly municipal engineering offices do not have in-depth knowledge of TT, and often don't are aware of the possibilities.

The most used TT installation technqie in the netherlands is HDD, followed by small diameter unguided auger. See the attached graph for the estimated amount of HDD intallations up to 2018.

Best regards,

## Kansanvälisiä vastauksia 5

**Lähetetty:** maanantai 8. kesäkuuta 2020 6.06  
**Vastaanottaja:** Kannisto, Jari  
**Kopio:** XXXXXXXXXXXXXXX  
**Aihe:** RE: MASTER'S THESIS No dig

Hi Jari,

The two most widely used trenchless methods in the U.S. are CIPP for Pipe Rehabilitation and HDD for Pipe Installation. Having reliable cost data is a limitation for some owners when looking to use trenchless, but mostly for the newer or modified version of methods. The tried and true methods have a long history and therefore the costs are fairly well known.

Regards,