

Opinnäytetyö AMK

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2016

Kari Inkinen

KAIVAMATTOMAN TEKNOLOGIAN KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

2016 | 48+9

Ohjaaja: Pirjo Oksanen

Kari Inkinen

KAIVAMATTOMAN TEKNOLOGIAN KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Ongelmana on ollut kaivamattomissa teknologioissa käytettävien sanojen käännökset ja määritelmät, jotka saattavat tarkoittaa eri maissa eri asioita tai samalle asialle on useita eri nimityksiä. Opinnäytetyön tavoitteena on yhtenäistää suomen ja englannin kielen määritelmiä kaivamattomille tekniikoille. Opinnäytetyö on tehty Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry:lle (FiSTT).

Opinnäytetyön aineistona on ollut englanninkieliset kuvaukset kaivamattoman teknologian menetelmistä (<http://www.istt.com/guidelines>) sekä työn tilaajalta saatu englanninkielinen luettelo määriteltävistä sanoista.

Lopputuloksena on suomenkieliset kuvaukset eri kaivamattomista tekniikoista sekä liitteenä englanninkielisen sanaston määrittely suomeksi.

ASIASANAT:

Kaivamaton teknologia, tunkkaus, sujutus, tunnelointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2016 | 48+9

Instructor: Pirjo Oksanen, M.Sc.

Kari Inkinen

THE DEFINITION OF TRENCHLESS TECHNOLOGIES

The definitions and meanings of trenchless technology vocabulary may vary in different countries or there are multiple different purposes for the same matter. The objective of this thesis was to unify the Finnish and English definitions of the trenchless technology. This thesis was commissioned by the Finnish Society For Trenchless Technology.

The material of this thesis was the descriptions of trenchless technology (<http://www.istt.com/guidelines>), and a list of English words about trenchless technology from FiSTT, which were defined in Finnish.

As a result the different trenchless technology methods were described, and the English vocabulary was defined in Finnish as an attachment.

KEYWORDS:

Trenchless technology, jacking, lining, tunneling

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 UUDISRAKENTAMINEN KAIVAMATTA	7
2.1 Kapea kaivanto	7
2.2 Imukaivuumenetelmät	7
2.3 Suuntaporaus	8
2.4 Putken asennus mikrotunneleimalla	11
2.5 Kairaporaus	13
2.6 Teräsputkijunttaus	14
2.7 Paineilmamyyrä	15
2.8 Ohjattava vaakaporaus	16
3 PUTKIVAURIOIDEN KORJAUS	19
3.1 Kohdeinjektointi	19
3.2 Yksittäisten vaurioiden korjaus	20
3.3 Nesteinjektointi	22
4 PUTKEN KORVAAVAT MENETELMÄT	24
4.1 Putkisujutus	24
4.2 Hydraulinen & halkaiseva pakkosujutus	25
4.3 Poraava pakkosujutus	27
4.4 Tunkkaava pakkosujutus	28
5 PUTKIEN KUNNOSTUSMENETELMÄT	30
5.1 Muotoputkisujutus	30
5.2 Sukkasujutus (paikalleen kovettuva sujutus)	33
5.3 Spiraalinauhasujutus	35
5.4 Letkusujutus	37
5.5 Sementtilaastivuoraus	38
5.6 Epoksi- ja polyuretaanipinnoitus	40
6 PUTKIEN JA VUOTOJEN HAVAINNOINTI	42
6.1 Putkien paikallistamismenetelmät	42
6.2 Vuotojen etsintä	43
6.3 Putken TV-kuvaus	45

7 YHTEENVETO

47

LÄHTEET

48

LIITTEET

Liite 1. Sanasto

KUVAT

Kuva 1. Imukaivuumenetelmä	8
Kuva 2. Suuntaporaus	9
Kuva 3. Mikrotunnelointi	12
Kuva 4. Kairaporaus	14
Kuva 5. Teräspankijunttaus	15
Kuva 6. Paineilmamyyrä	16
Kuva 7. Ohjattava kairaporaus	17
Kuva 8. Kohdeinjektointi	20
Kuva 9. Putkisauman tiivistys	21
Kuva 10. Haaraliitoksen tiivistys	22
Kuva 11. Nesteinjektointi	23
Kuva 12. Pätkäsuutus	25
Kuva 13. Hydraulinen pakkosuutus	26
Kuva 14. Halkaiseva pakkosuutus	27
Kuva 15. Poraava pakkosuutus	28
Kuva 16. Tunkkaava pakkosuutus	29
Kuva 17. Muotoputkisuuutus	31
Kuva 18. C-muotoon taivutettu muotoputkisuuutus	33
Kuva 19. Sukkasuuutus	34
Kuva 20. Ultraviolettivalolla kovettuva suutus	35
Kuva 21. Spiraalinauhasuuutus	37
Kuva 22. Letkusuuutus	38
Kuva 23. Sementtilaastivuoraus	39
Kuva 24. Epoksinnoitus	41
Kuva 25. Maatutka	43
Kuva 26. Vuotojen etsintä	44
Kuva 27. Putkiston videokuvauus	45

1 JOHDANTO

Kaivamattomalla tekniikalla tarkoitetaan menetelmiä, joissa ei tehdä perinteistä kaivantoa maahan, kun halutaan rakentaa uutta tai korjata vanhaa maanalaista rakennetta. Kaivamattomissa tekniikoissa on monia etuja verrattuna tavalliseen auki kaivamiseen. Kaivamattomilla tekniikoilla voidaan tehdä hyvin haastavia tehtäviä, kuten järvien tai jokien alituksia. Kaivamattomat tekniikat eivät tarvitse yleensä niin paljon tilaa kuin perinteinen kaivu, joten sitä voidaan käyttää esimerkiksi kohteissa, joissa läjitystilaa ei ole. Kaivamattomilla tekniikoilla voidaan työskennellä myös häiritsemättä muuta liikennettä, kuten esimerkiksi tien alitusta tehtäessä.

Kaivamattomia tekniikoita käytetään yleensä uusien putkien ja kaapeleiden asennukseen tai niiden korjaukseen. Asennettavien putkien koko, käyttötarkoitus ja materiaali vaihtelevat hyvin paljon, joten myös erilaisia kaivamattomia tekniikoita on monenlaisia. Uusia putkia voidaan asentaa maahan esimerkiksi tunkkaamalla, poraamalla tai junttamalla. Putkia voidaan asentaa uuteen porausreikään, vanhan tilalle tai vanhan putken sisään. Vanhoja putkia voidaan myös kunnostaa tai vaihtaa uuteen kaivamatta. Putkien korjaukseen on kehitetty erilaisia pinnoituksia, vuorauksia ja tiivistyksiä, joita voidaan käyttää erikokoisissa putkissa vähäisempiin ja laajempiin korjaustöihin.

Tämän opinnäytetyön tilaajana on ollut Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry (FiSTT). FiSTT on osa kansainvälistä katto-järjestöä, International Society of Trenchless Technologyä (ISTT). FiSTT:n tavoitteena on kehittää ja edistää kaivamattoman tekniikan käyttöä. Opinnäytetyö on osa projektia, jossa ISTT:n eri jäsenyhdistysten käyttämiä sanoja ja määritelmiä pyritään selkeyttämään ja yhtenäistämään. Opinnäytetyötä on ohjannut Pirjo Oksanen Turun ammattikorkeakoulusta sekä Jari Kaukonen Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistyksestä. ISTT on antanut luvan kuvien käyttöön opinnäytetyössä.

2 UUDISRAKENTAMINEN KAIVAMATTA

2.1 Kapea kaivanto

Kaapeliauraus ja kaivu ketjukaivinkoneella eivät ole kaivamattoman maan tekniikoita, mutta ne molemmat tekevät kapean, väliaikaisen uran, johon voidaan asentaa halkaisijaltaan pieniä putkia tai kaapeleita. Kapealla kaivannolla voidaan minimoida tavanomaisen leveän kaivannon aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Näissä kahdessa tekniikassa käytetään kaapeliauraa tai ketjukaivuria uran tai kapean kaivannon avaamiseen, johon taipuisa putki tai kaapeli asennetaan. (ISTT 2016.)

Kaapeliaura toimii parhaiten helposti irtoavassa maassa, jolla kaivanto voidaan uudelleen täyttää. Kaapeliaura palauttaa kaivetun maan takaisin kaivantoon edetessään, syötettyään ensin putken tai kaapelin maahan. (ISTT 2016.)

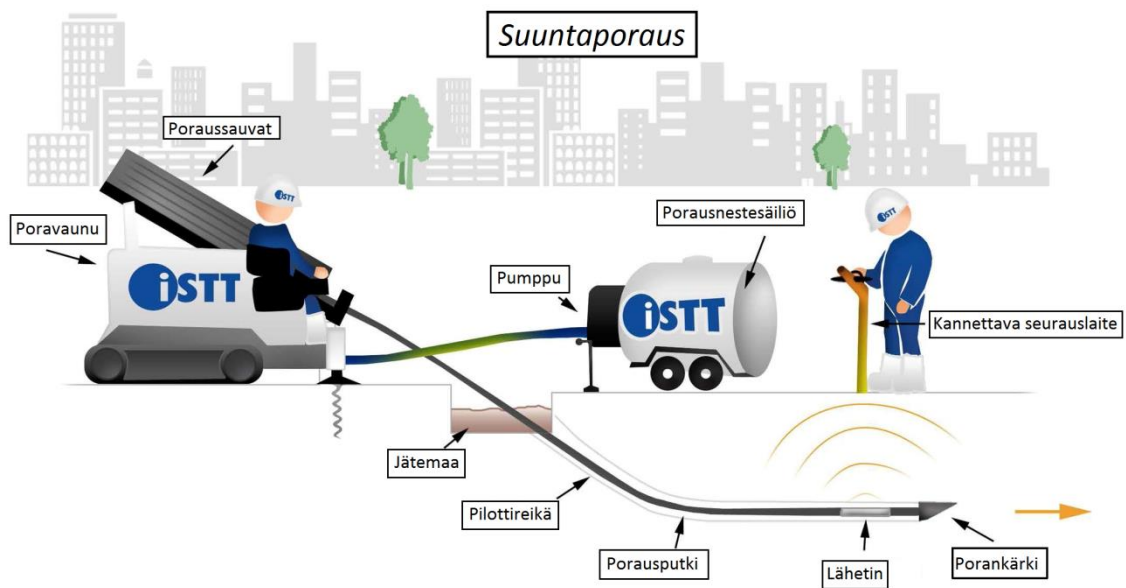
Ketjukaivinkoneella on mahdollista asentaa putkia tai kaapeleita hyvin monenlaisiin maaolosuhteisiin aina tavanomaisesta maa-aineksesta päällystettyihin pintoihin, riippuen valituista koneista ja teristä. Menetelmä vaatii kaivannon erikseen täyttämisen, ja maanpintaa voidaan joutua korjaamaan työn jäljiltä. (ISTT 2016.)

2.2 Imukaivumenetelmät

Imukaivumenetelmät yhdistävät paineveden suihkutuksen ja imulaitteiston. Menetelmiä voidaan käyttää useissa rakentamisen ja kaivamattoman maan käyttökohteissa. Menetelmiä on useissa eri kokoluokissa. Imukoneet voivat olla itse liikkuvia tai perävaunulla liikutettavia. (ISTT 2016.)

Imukaivutekniikan perusosia (kuva 1) on jätesäiliö, johon imetty tavara säilötään kunnes se viedään jatkokäsittelyyn. Lisäksi imuletku ja imupumppu, joilla jätemaa imetään maasta, kaivannosta tai altaasta jätesäiliöön, sekä moottori, josta järjestelmä saa voimansa. Jos järjestelmässä on paineveden suihkutushmahdollisuus, tarvitaan myös vesitankki, vesipumppu ja painesuihkutustarvikkeet, kuten suihkutusvarsi. (ISTT 2016.)

Suuntaporan pääkomponentit (kuva 2) ovat: tehtävään sopivan kokoinen porauskone; porauskanget, jotka yhdistettynä muodostavat porausputken, mikä työntää poranterää eteenpäin ja vetää takaisin aventimet ja uuden putken/kaapelin; lähetin/vastaanotin, mikä seuraa sekä tallentaa poran ja asennettavan tuotteen sijainnin; säiliö porausnesteen sekoitukseen ja säilöntään; sekä pumppu porausnesteen kierrättämiseen. Muita suuntaporausessa tarvittavia komponentteja ovat poranterät, aventimet, kiertonivelet ja vetopää. (ISTT 2016.)



Kuva 2. Suuntaporaus (ISTT 2016).

Suuremmissa töissä porausnesteet voidaan käyttää uudelleen. Jäte erotellaan nesteestä seulojen, keskipakoispumppujen ja vesisykloonien yhdistelmällä. Laajempialaisissa töissä, joissa porauksen seuraaminen maanpinnalta ei ole mahdollista syvyydestä tai pinnoitusmateriaalista johtuen, käytetään työn seuraamiseen kaapelilinjaa. Suuntaporauksen aloituspaikasta porataan pilottireikä suunniteltua reittiä myöden lopetuskaivantoon, missä joko uusi putki, avennin tai molemmat kiinnitetään, ja vedetään takaisin porausreiän läpi. Prosessi voi olla suhteellisen helppo pienissä putkissa lyhyillä matkoilla tai monimutkainen, kun asennuksen halkaisija on suuri ja porausmatka pitkä. (ISTT 2016.)

Porauslaite pysyy asemassaan maahan porattavilla tukijaloilla. Porauslaite operoi riittävän matkan päästä sisäänmenoaukosta, jotta pora saadaan maahan halutusta kohdasta. Sisäänmenoaukon porauskulma on yleensä 8–16 astetta. Porausnesteille kaivetaan kuoppa sisäänmenon ja suunnitellun ulostuloaukon kohdalle. Useista poraustangoista koostuva porausputki, etenee maassa porausnesteiden aiheuttaman työnnön ja pyörivän liikkeen avulla. Porausputki etenee ensin käyttäen pyörivää liikettä ja työntöä, kunnes pora on riittävän vakaa ja koneenkäyttäjä voi vaihtaa suuntaa, jossa pora kulkee suunniteltua reittiä. Porausjärjestelmää on suunniteltu etenemään erityyppisissä maa-lajeissa, kuten savessa, hiekassa ja kivessä. Useimmat porausjärjestelmät ovat viisto-päisiä, jonka suunta määrittää mihin suuntaan pora etenee. Edetäkseen suoraa linjaa koneenkäyttäjä sekä pyörittää että työntää porausputkea. Vaihtaakseen suuntaa koneenkäyttäjä lopettaa pyörittämisen ja ainoastaan työntää poraa. Suunta muuttuu sen mukaan mihin suuntaan porausjärjestelmän kalteva puoli osoittaa. Koneenkäyttäjä pystyy seuraamaan porausjärjestelmän asemaa sekä porausreiän yleistä suuntaa. (ISTT 2016.)

Maanpäältä käytettävää seurausjärjestelmää käytetään helpottamaan ohjausta ja tarkkailemaan porausreiän sijaintia. Järjestelmä koostuu lähettimestä ja vastaanottimesta. Lähetin tai luotain sijaitsee lähellä porausputken päätä. Lähetin välittää jatkuvasti magneettista signaalia, minkä kannettava vastaanotin havaitsee. Vastaanottimelle lähetetty data mahdollistaa sijainnin, syvyyden sekä porausjärjestelmän asennon määrittämisen. Tämä informaatio antaa koneenkäyttäjälle mahdollisuuden porata ennalta suunniteltua reittiä ja tekemään tarvittavia muutoksia. (ISTT 2016.)

Porausneste, mikä pumpataan läpi ontoista porausputkista sekä edelleen porausjärjestelmän reijistä, mahdollistavat lähettimen pysymisen viileänä, se stabiloi reiän sekä poistaa porausjärjestelmän reijästä. Porausnesteeseen sekoitetaan kohdistuvaksi ennakoituihin kiinteisiin olosuhteisiin suunnitellulla reitillä. Asennuksen aikana porausjärjestelmästä voidaan testata, onko käytettävä vesi-lisäaineseos oikea. (ISTT 2016.)

Kun pilottipora saavuttaa ulostulokuopan, avennus ja uuden putken asennusvaihe alkaa. Reikä avarretaan yhdellä tai useammalla kertaa suuremmaksi, kunnes saavutetaan haluttu halkaisija. Kun reikä on avennettu noin 1,5 kertaa asennettavan putken kokoiseksi, putki kiinnitetään porausputkeen, ja vedetään takaisin porausvaunulle. Asennusvaihe, samoin kuin porausjärjestelmät, on suunniteltu toimimaan tietyntyyppisissä maalajeissa. Mitä suurempi tuote, sitä useampia kertoja porausreikä joudutaan avaamaan, jotta reikä on riittävän suuri asennettavalle tuotteelle. (ISTT 2016.)

Pienemmissä asennuksissa jätemaa poistetaan imuautoilla. Suuremmissa asennuksissa porausneste useimmiten käytetään uudelleen ja porausjäte viedään hävitettäväksi. Jäte erotellaan nesteestä keskipakoispumppujen, jakolevysäiliöiden, seulojen sekä hiekan- ja siltinpoisto vesisykloonien yhdistelmällä. Jäljelle jäävä materiaali viedään hävitettäväksi. (ISTT 2016.)

2.4 Putken asennus mikrotunneloimalla

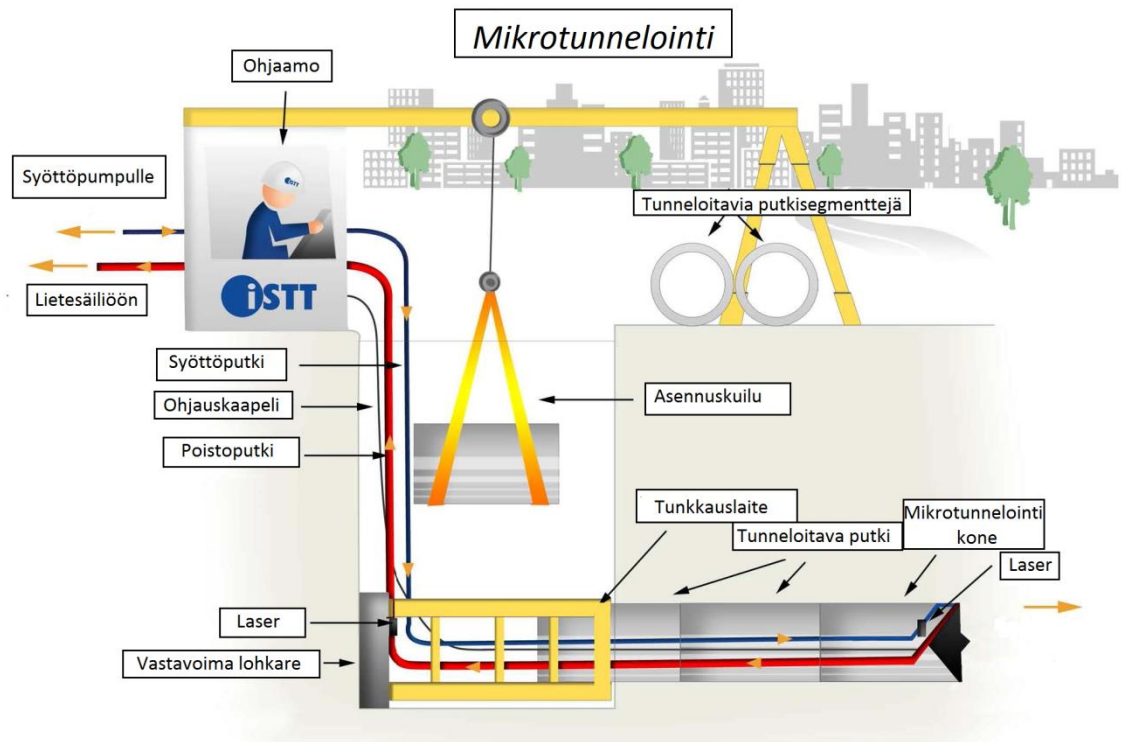
Mikrotunnelointi (kuva 3) on kaivamaton tekniikka putkien asentamiseen teiden, rautateiden, kiitoratojen, satamien, jokien ja muiden herkkien ympäristöjen alle. Mikrotunnelointi on kauko-ohjattava tunkkaus/poraustekniikka, joka antaa jatkuvaa tukea kaivupintaan kohdistamalla siihen painetta mekaanisesti tai porausnesteellä tasapainottaakseen pohjaveden- ja maanpainetta. Kaivuupinnan tuki on ominaisuus, mikä erottaa sen tavallisesta avopäisestä tunkkauksesta. (ISTT 2016.)

Mikrotunnelointiin tarvitaan sekä aloituskaivanto että lopetuskaivanto tunnelin toiseen päähän. Mikrotunnelointi on jaksoittainen porausprosessi. Mikrotunnelointikone (MTBM) työnnetään maahan hydraulisilla tunkeilla, jotka on asennettu ja kohdistettu asennuskaivantoon. Kun tunnelointikone on paikoillaan, tunkit vedetään pois ja lieteletkut sekä ohjauskaapelit irrotetaan. Tämän jälkeen uusi putki tai suojaputki lasketaan kaivantoon ja asennetaan tunkkauslaitteen ja tunnelointikoneen tai aiemmin tunkatun putken väliin. Porausnesteletkut, virta- ja ohjauskaapelit kytketään, minkä jälkeen putki ja tunnelointikone liikkuvat osan matkaa eteenpäin. Tämä prosessi toistetaan, kunnes mikrotunnelointikone saavuttaa lopetuskaivannon. (ISTT 2016.)

Useimmat mikrotunnelointityöt vaativat hydraulisten tunkkien käyttöä edistämään mikrotunnelointikoneen ja putkien etenemistä, suljetun kierron lietteenkuljetusjärjestelmää, puhdistusjärjestelmää poistamaan jätemaa porausnesteestä. Lisäksi voitelujärjestelmä voitelee putken ulkopintaa asennuksen aikana, ohjausjärjestelmä ohjaa linjaa sekä tassausta. Myös nosturia, jolla putket saadaan kaivantoon, sekä kuorma-autoja ja lastauskoneita tarvitaan jätemaan kuljettamiseen pois työmaalta. (ISTT 2016.)

Mikrotunnelointikoneissa on pyörivä porauspää maan kaivamiseen sekä murskauskartio suurempien partikkeleiden hajottamiseen pienemmiksi, jotta ne mahtuvat lietteen poistoputkeen. Hydraulikka tai sähkömoottori pyörittää porauspäättä. Lietteensekoitussäiliö

porauspään takana tarvitaan kaivupinnan stabiilina säilyttämiseen. Ohjausyksikkö tarvitaan korjausliikkeisiin, järjestelmä porausdatan välitykseen sekä useita kontrollointivälineitä, painemittareita, virtausmittareita. Lisäksi mikrotunnelointikoneessa on kamerat informaation välittämiseen koneenkäyttäjälle sekä suuntausjärjestelmä koneen ohjaamiseen. (ISTT 2016.)



Kuva 3. Mikrotunnelointi (ISTT 2016).

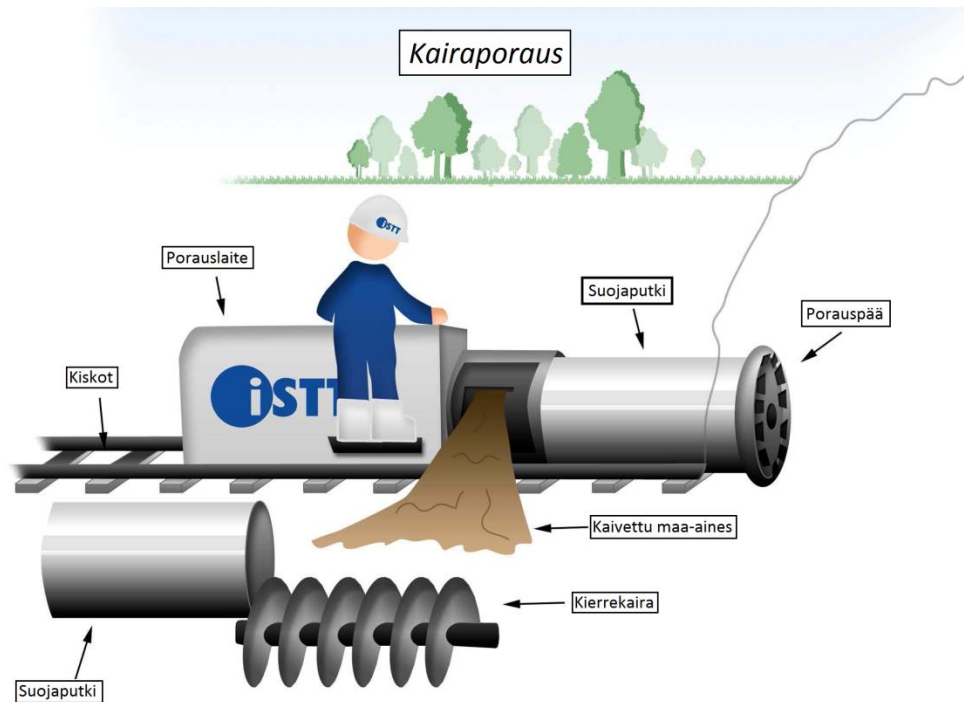
Linjan ja tasauksen tarkka kontrollointi tehdään suuntausjärjestelmän ja ohjaustunkkien avulla, joilla mikrotunnelointikone paikannetaan ja ohjataan tunneloinnin aikana. Suuntausjärjestelmä koostuu yleensä asennuskuiluun asennetusta laserista, mikä lähettää lasersäteen mikrotunnelointikoneessa olevaan kohteeseen. Tämä ja kaikki muu informaatio lähetetään kaapeleita pitkin maan päälle koneenkäyttäjälle. (ISTT 2016.)

Mikrotunnelointikoneet pystyvät tasapainottamaan itsenäisesti maanpainetta ja hydrostaattisia paineita. Maanpaine tasapainotetaan etenemisnopeuden ja jätemaan kaivunopeuden tarkalla kontronnoinnilla. Pohjavedenpaine tasapainotetaan sekoitussäiliössä olevalla paineistetulla porausnesteellä. (ISTT 2016.)

2.5 Kairaporaus

Kairaporausta käytetään yleensä teräsputkien asennukseen suhteellisen pehmeässä ja vakaassa maassa pohjaveden yläpuolella, kuten savessa tai yksittäisiä kiviä sisältävässä maassa. Kairausmenetelmässä maa-aines menee metalliputken sisään, mikä vähentää maanpainumien todennäköisyyttä. Se tekeekin kairauksesta suositun vaihtoehdon rautateiden ja valtateiden alituksiin, joissa painaumat aiheuttavat huolta. (ISTT 2016.)

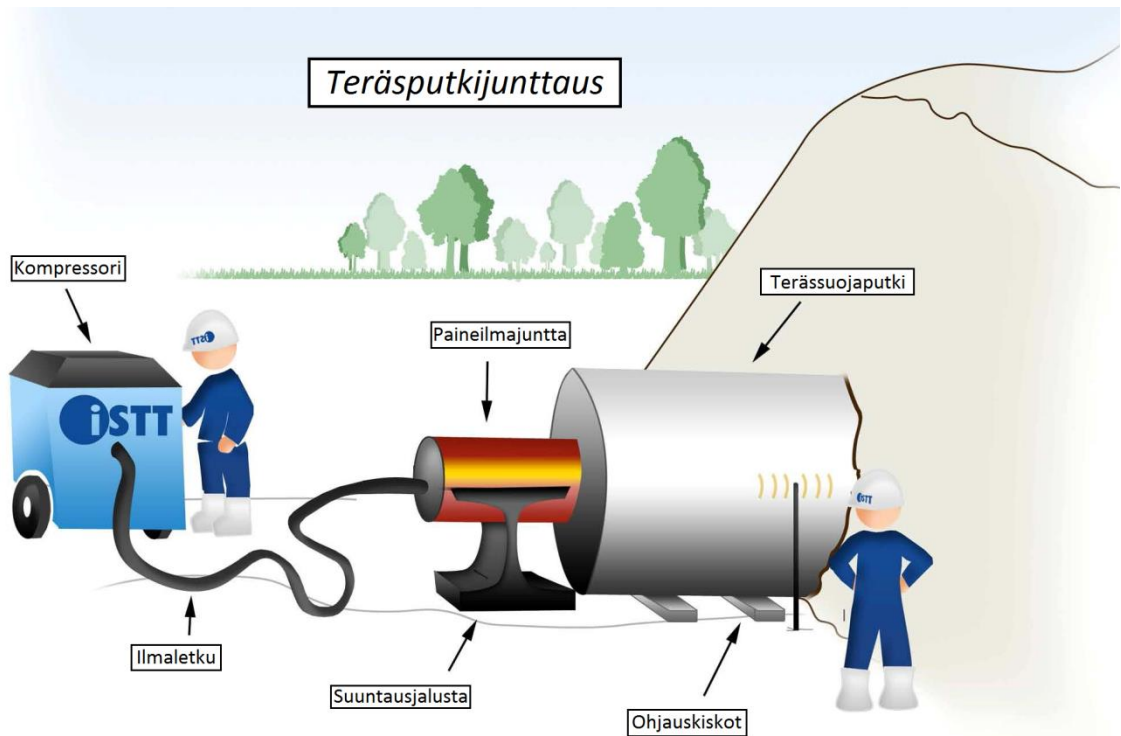
Kairausprosessiin (kuva 4) tarvitaan kairauskone pyörittämään suojaputken sisällä olevaa kairaa, joka on kiinnitetty suojan päässä olevaan porauspäähän. Pyörivä porauspää, mikä on halkaisijaltaan hieman suojaputkea suurempi, kaivaa maata suojuksen edessä. Maa-aines kulkeutuu kairan kierteiden mukana koneelle, jossa se poistetaan joko koneella tai käsin. Kairauskone etenee kiskoilla, jotka on tasattu ohjaamaan suojaputki suunniteltuun linjaan. Kun kone saavuttaa kiskojärjestelmän päädyn, irrotetaan kaira koneesta ja kairauskone tuodaan takaisin aloituspisteeseen. Tämän jälkeen olemassa olevaan suojaputkeen hitsataan uusi osa sekä lisätään kairaan uusi osa, joka liitetään koneeseen ja porauspäähän. Sama prosessi toistetaan, kunnes työ on valmis. Lopulta kaira poistetaan suojaputkesta ja putki putsataan jäljellejääneestä maa-aineksesta, minkä jälkeen se on valmis käytettäväksi. (ISTT 2016.)



Kuva 4. Kairaporaus (ISTT 2016).

2.6 Teräsputki-junttaus

Teräsputki-junttaus (kuva 5) on kaivamaton tekniikka teräksisten suojaputkien asennukseen teiden, rautateiden ja muiden rakenteiden alle. Suojaputki asennetaan avonaisena, mikä mahdollistaa maa-aineksen pääsyn putken sisään. Maa-aineksen tunkeutuminen suojaputkeen vähentää mahdollista maanpinnan painumista. Se mahdollistaa myös suojaputken asentamisen melko matalaan syvyyteen sekä vaikeisiin maa olosuhteisiin, kuten hiekka, sora tai maa, jossa on pieniä irtokiviä. Junttausta käytetään myös vaakaporausauksen apuna, jolloin voidaan ohittaa alkuperäisen tai loppuosan vaikeita alueita poraamalla teräsputken sisällä. (ISTT 2016.)



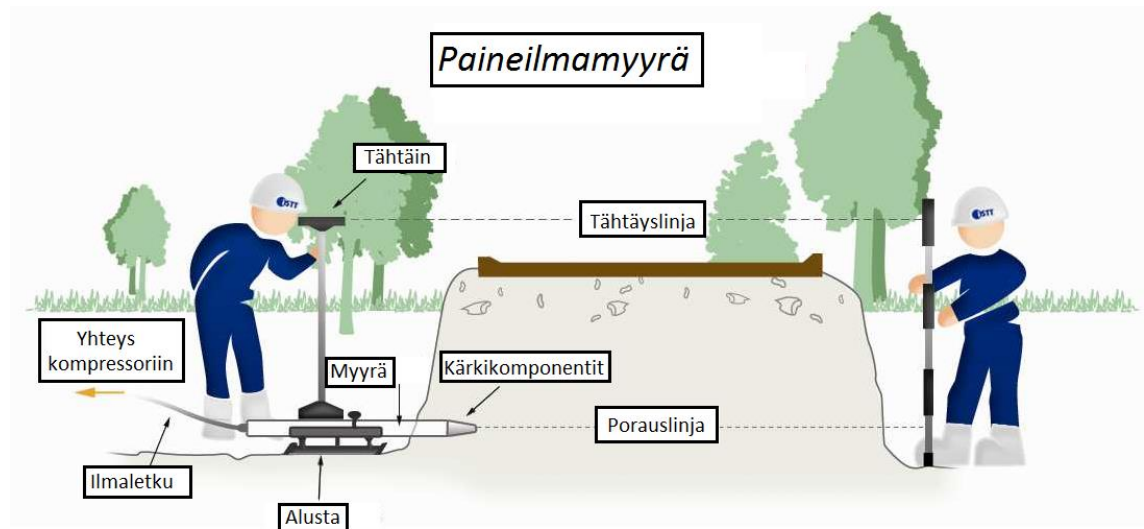
Kuva 5. Teräspuotkijunttaus (ISTT 2016).

Teräspuotkijunttaus on suoraan etenevä menetelmä. Teräs- tai muu putki liitetään leikkuukärkeen ja voiteluputkiin sekä asennetaan kiskoille vakaalle alustalle. Kiskot mahdollistavat teräspuotken työntymisen pengerrykseen suunnitellussa linjassa. Suojapuotkeen kartio- tai kaulussysteemillä kiinnitetty paineilmasasara saa voiman kompressorista. Vasara lyö avopäistä suojapuotkea maa-aineksen läpi ulostuloon asti. Suojapuotkeen voidaan hitsata lisäpituutta aika ajoin, jotta työntömatka pidentyy. Osa maasta voidaan poistaa asennuksen aikana, jotta kitkan vaikutus puotken ja maan välillä vähenee. Puotkeen on kuitenkin jätettävä maata riittävästi, jotta puotken pää pysyy tukittuna juntuuksen loppuun asti. Kun teräspuotki on juntuuttu paikoilleen, maa sen sisältä poistetaan tyypillisesti vedellä tai paineilmalla tai suuremmissa kohteissa kairalla. (ISTT 2016.)

2.7 Paineilmamyyrä

Tunkkaus ”myyrällä” (kuva 6) on yksi vanhimmista ja yksinkertaisimmista kaivamattoman maan tekniikoista. Se on sopiva pienten puotkien asennukseen kokoonpuristuvissa maissa lyhyillä matkoilla. Oikeissa olosuhteissa tuotteen asennus myyrällä on helppoa ja yksinkertaista. (ISTT 2016)

Myyrä asetetaan alustalle haluttuun linjaan ja taso määritetään tähtäämällä myyrän yläpuolelta. Kun myyrä on halutussa asemassa, kompressorikäynnistetään ja myyrä alkaa tehdä kärjellä edestakaista, iskevää liikettä. Myyrän pitkä muoto helpottaa pitämään linjan sekä tason, kun myyrä etenee porausreiässä. Merkki paineilmaletkussa auttaa koneenkäyttäjää seuraamaan myyrän etenemistä. Kun reikä on tehty, poistetaan myyrä ja vedetään uusi putki. Porausreikä on tyypillisesti 15–25 prosenttia suurempi kuin uuden putken halkaisija. (ISTT 2016.)



Kuva 6. Paineilmamyyrä (ISTT 2016).

Jotkin uudemmat myyrät ovat ohjattavia. Ohjausmenetelmä on samanlainen, mitä käytetään ohjattavassa kairaporausessa ja suuntaporausessa. Myyrän suuntaa muutetaan pyörittämällä kaltevaa leikkauskärkeä. Koneenkäyttäjä ohjaa myyrää kääntämällä kaltevan pinnan haluttuun suuntaan. Lähetikotelossa, lähellä myyrän kärkeä oleva luotain mahdollistaa myyrän seuraamisen maanpinnalta. (ISTT 2016.)

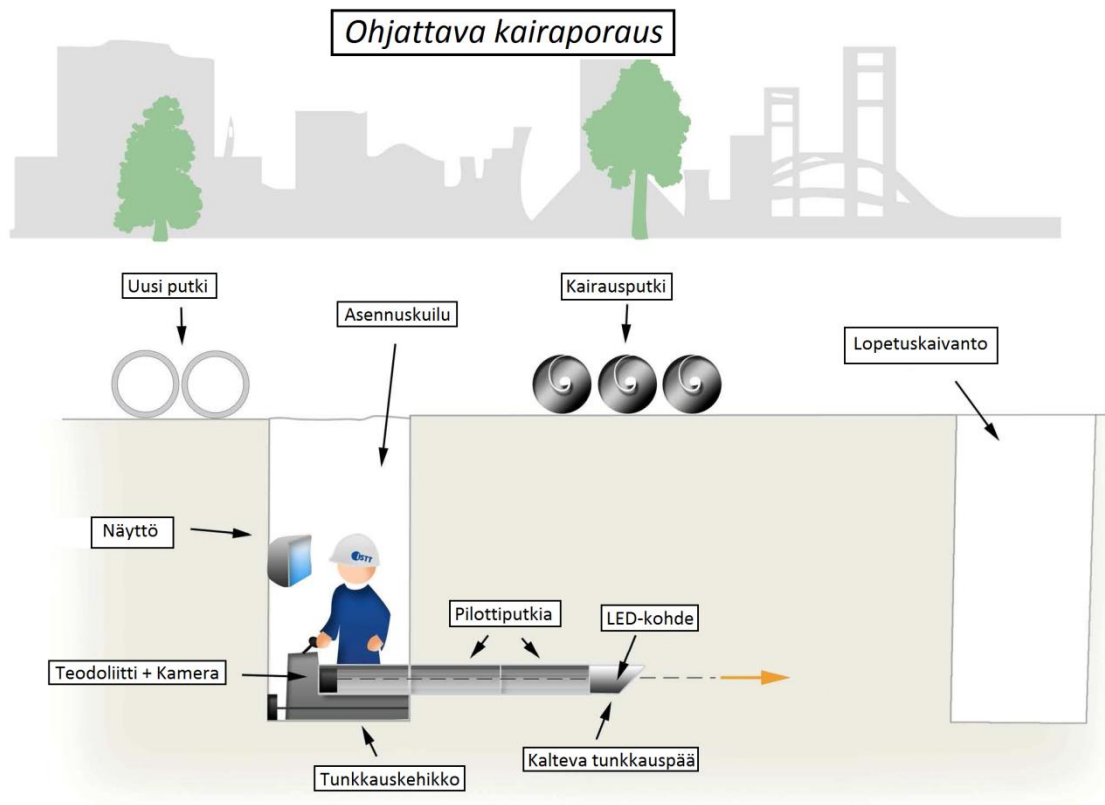
2.8 Ohjattava vaakaporaus

Ohjattavassa vaakaporausmenetelmässä asennetaan onttoja putkia tarkassa linjassa ja tasossa syrjäytettävään maahan. Ohjausjärjestelmä koostuu digitaalisesta teodoliitista, kamerasta, monitorista ja valaistusta LED-kohteesta. Pilottiputken päässä sijaitseva

LED-kohde näyttää pään aseman ja ohjaussuunnan, jonka voi nähdä monitorilta. Digitaaliseen teodoliittiin kiinnitetty kamera antaa reaaliaikaista kuvaa LED-kohteesta. Koneenkäyttäjä kontrolloi ohjausputken suuntaa kääntämällä kaltevaa ohjausputken kärkeä. Pilottiputki etenee putkiin kohdistuvalla työntövoimalla. (ISTT 2016.)

Menetelmää käytettiin alun perin pienten putkien, kuten sivuhaarojen, asennuksiin. Putken asennus aloitetaan kaivannosta tai kaivosta. Kun porausputki saavuttaa lopetuskaivannon, uusi putki vedetään paikoilleen. (ISTT 2016.)

Ohjausputkimenetelmästä on myöhemmin kehitetty suurempien putkien asennukseen soveltuva menetelmä (kuva 7). Yleisin tekniikka suurempien putkien asennukseen vaatii kolmea asiaa: pilottiputken asennus, putkireiän suurentaminen ja uuden putken asennus. (ISTT 2016.)



Kuva 7. Ohjattava kairaporaus (ISTT 2016.)

Ensimmäinen vaihe uuden putken asennuksessa sisältää pilottiputken kontrolloidun asentamisen kaivantojen väliin, kuten edellä kerrottiin. Kun ohjausputki on asennettu,

kairan suoja-putkeen yhdistetty avennin työnnetään pilotti-putken reittiä pitkin. Kairan pyö-
rivä liike kuljettaa maa-aineksen takaisin aloituskaivantoon, mistä se poistetaan. Pilotti-
putket etenevät kairan suoja-putken mukana lopetuskaivantoon, missä ne poistetaan.
Uusi putki, mikä on hieman pienempi kuin kairan suoja-putki, tunkataan suurennettuun
reikään. Samalla kaira ja suoja-putki työntyvät lopetuskaivantoon, missä ne poistetaan.
Putken asennus on valmis, kun se saavuttaa lopetuskaivannon ja aiemmin asennetut
kairausputket on poistettu. (ISTT 2016.)

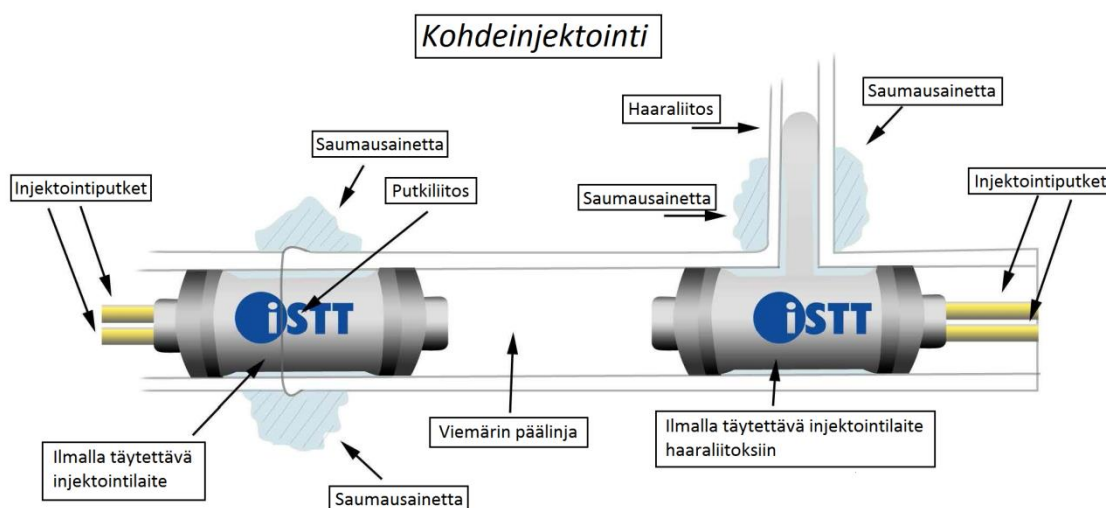
3 PUTKIVAURIOIDEN KORJAUS

3.1 Kohdeinjektointi

Injektoinnilla voidaan vähentää tai poistaa kokonaan viemäreiden sisään tulevaa vuotoa sekä vuotoa ulospäin ympäröivään maahan. Vaurio sekä sen viereinen maa-aines stabiloidaan ja tiivistetään injektioimalla. Kohdeinjektointi (kuva 8) sopii kohteisiin, joissa vaurio ei ole vakava ja ympäröivä maa on riittävän tiivis pitämään injektoidun aineen putken ympärillä. Injektointia voidaan käyttää suuriin alueisiin, kuten kaivosta toiseen kaivoon tai tietyissä putken pisteissä ja sivuhaaraliitoksissa. Epoksihartsia tai -laastia käytetään paikallisten vaurioiden kohdeinjektointiin. Kemikaaliseoksia käytetään nesteinjektoinnissa suurempiin injektointeihin pää- ja haaraputkissa. Molemmissa tekniikoissa injektoitavien putkien tulee olla puhtaat. (ISTT 2016.)

Kohdeinjektoinnissa käytetään ilmalla täyttyviä putkitulppia muistuttavia injektointilaitteita, jotka täytetään putken kokoiseksi, jotta se eristää injektoitavan kohdan, mikä mahdollistaa kontrolloidun ruiskutuksen haluttuun kohtaan. Aluksi injektointilaitte vedetään paikoilleen korjattavan kohdan yli, jossa se paisutetaan eristämään injektoitava alue. Saumausaine syötetään putkia pitkin injektointilaitteeseen, joista edelleen injektointiaukoihin. Paineella suihkutettu aine pääsee vain vioittuneeseen kohtaan ja siitä maaperään, koska injektoitava alue on muuten eristetty. Näin injektoitava aine ympäröi ja sulkee kunnostettavan vuodon tai muun vaurion. (ISTT 2016.)

Putkiliitosten ja viemäriyhteiden injektointiin on monenlaisia kemiallisia laasteja. Saumauslaastin tulisi olla yhteensopiva putkimateriaalin sekä vauriota ympäröivän maa-aineksen kanssa. Tukosten välttämiseksi injektioputkissa kaksikomponentti epoksihartsi syötetään injektointilaitteeseen kahdessa eri putkessa, jossa ne sekoitetaan juuri ennen injektointia. (ISTT 2016.)



Kuva 8. Kohdeinjektointi (ISTT 2016).

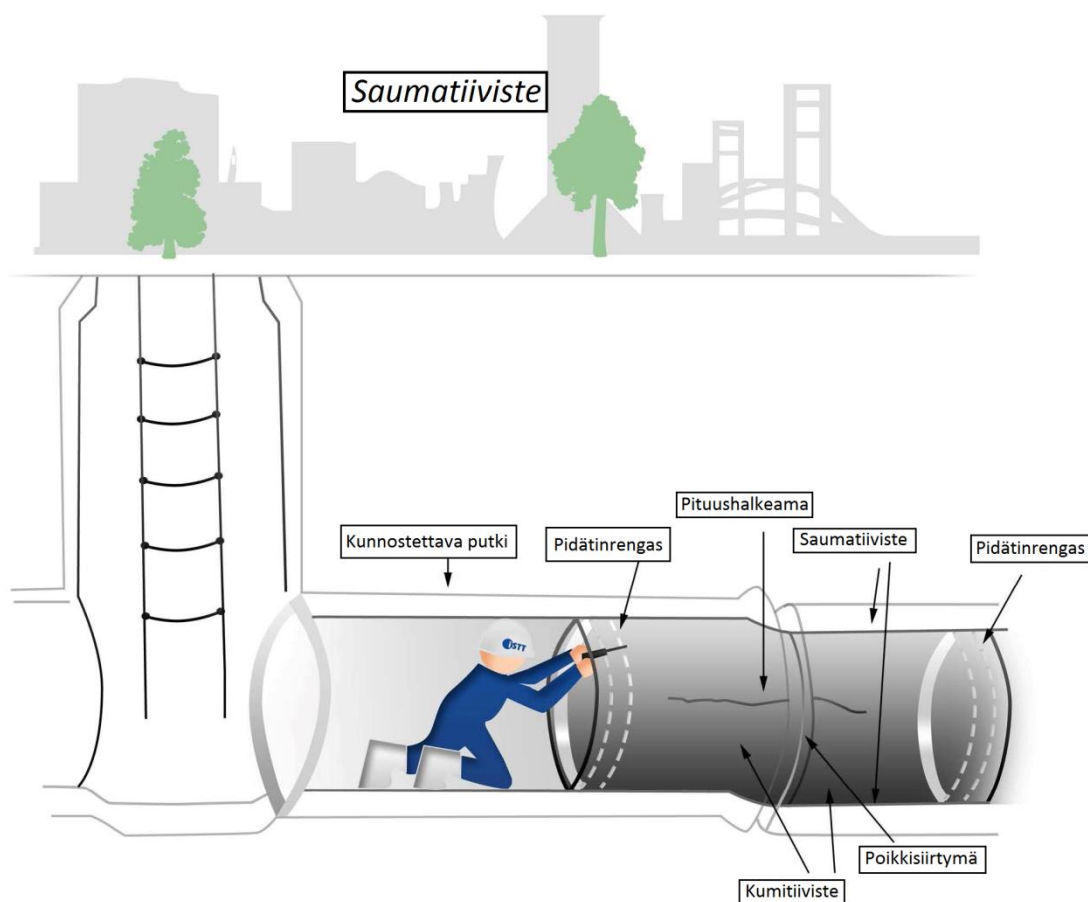
Kun vaurio on paikattu ja ympäröivä maa kyllästetty, alue pidetään paineistettuna, kunnes saumausaine kovettuu paikoilleen. Saumausaine muodostaa ohuen pinnan putken seinämiin sekä tulppaa vaurion ja viereisen maa-aineksen estämään lisävuodot. Kun saumausaine on kuivunut, injektointilaitteesta tyhjennetään ilmat, laitteet poistetaan putkesta sekä palautetaan putki takaisin käyttöön. (ISTT 2016.)

3.2 Yksittäisten vaurioiden korjaus

Yksittäisillä tiivisteillä voidaan korjata putken poikkisiirtymiä saumoissa tai vaurioita lyhyillä matkoilla sekä tiivistää viallisia liitoksia pää- ja haaraputkien välillä. Yksittäisten vaurioiden tiivistysmenetelmiä on kahdenlaisia. Sauman tiivistämistä (kuva 9) käytetään tiivistämään viallisia putkiliitoksia ja muita putkivaurioita. Saumatiiviste koostuu tyypillisesti putken mittoihin sopivasta kumitiivisteestä, joka kiinnitetään ruostumattomasta teräksestä tehdyillä pidätinrenkailla. Toista menetelmää käytetään pää- ja haaraputkien välisissä liitoksissa. Näissä käytetään ns. hattuprofiilitiivistettä, mikä kovetetaan ympäröivässä lämpötilassa, höyryllä tai UV-valolla. Joissain yksittäisissä korjauksissa voidaan käyttää sekä pidätinrenkaita että kovetetta, jotta varmistetaan tiivisteiden pysyminen paikoillaan. (ISTT 2016.)

Sauman tiivistysmenetelmiä on erikokoisia sekä melko pienille että suurille, miehen mentäville putkille. Miehen mentävissä putkissa saumatiiviste asennetaan manuaalisesti. Pienempien putkien saumat tai muut vauriot tiivistetään kauko-ohjattavalla robotilla tai

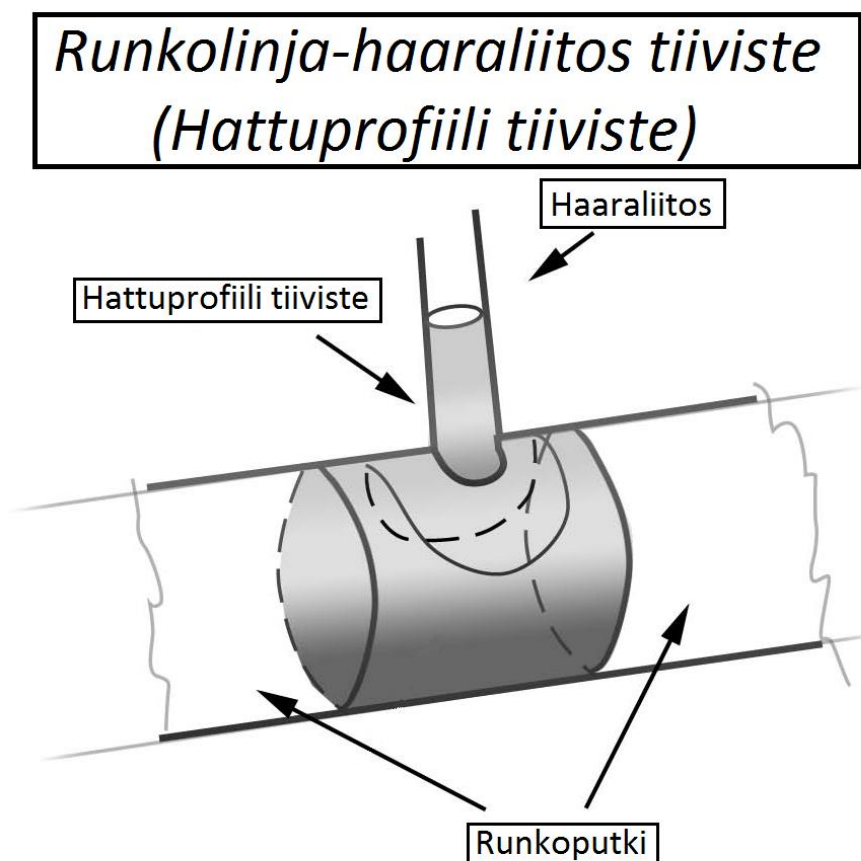
vinssillä. Vinssillä vedettäessä käytetään ilmalla täytettävää laitetta, joka paisuessaan työntää kumi- tai kangastiiviste kiinni putken seinämään. Tiiviste kiinnitetään kunnostettavan putken seinämään sisäpuolelle asennettavilla pidätinrenkailla tai sylintereillä, jotka sijoitetaan lähelle tiivisteiden päätyjä. Pidätinrenkas tai sylinteri puristaa laajetessaan tiivisteiden putken seinämään. Vaihtoehtoisesti kiinnitykseen voidaan käyttää myös hartsia, joka levitetään tiivisteiden ulkopinnan ja putken sisäpinnan väliin ja joka kovettuessaan pitää tiivisteiden paikoillaan ja muodostaa tiiviin liitoksen putken ja tiivisteiden välille. (ISTT 2016.)



Kuva 9. Putkisauman tiivistys (ISTT 2016).

Runkoputken ja haaraliitoksen välinen sauma tiivistetään tyypillisesti hartsikyllästetyllä sujutusmateriaalilla, mikä on mitoitettu muotoutumaan runkolinjan ja haaraliitoksen seinämiin (kuva 10). Tiiviste sijoitetaan runkoputken haaraliitoksen kohdalle, jossa se sovitetaan paikoilleen joko robotilla tai ilmalla täytettävällä laitteella. Jotkin runkolinja-haaraliitostiivisteet peittävät vain osan runkoputken seinämästä, kun taas toiset on sovitettu

peittämään koko runkoputken liitoskohdan seinämä. Tiivisteet voivat jatkua lyhyen matkaa haaraliitokseen, ensimmäiseen liitokseen tai ulottua pidemmälle pohjaveden pinnan yläpuolelle. Joissain runkolinja-haaraliitostiivisteissä käytetään lisäksi o-renkaita varmistamaan tiivisteiden pysyminen runkolinjan ja haaraliitoksen seinämissä. (ISTT 2016.)



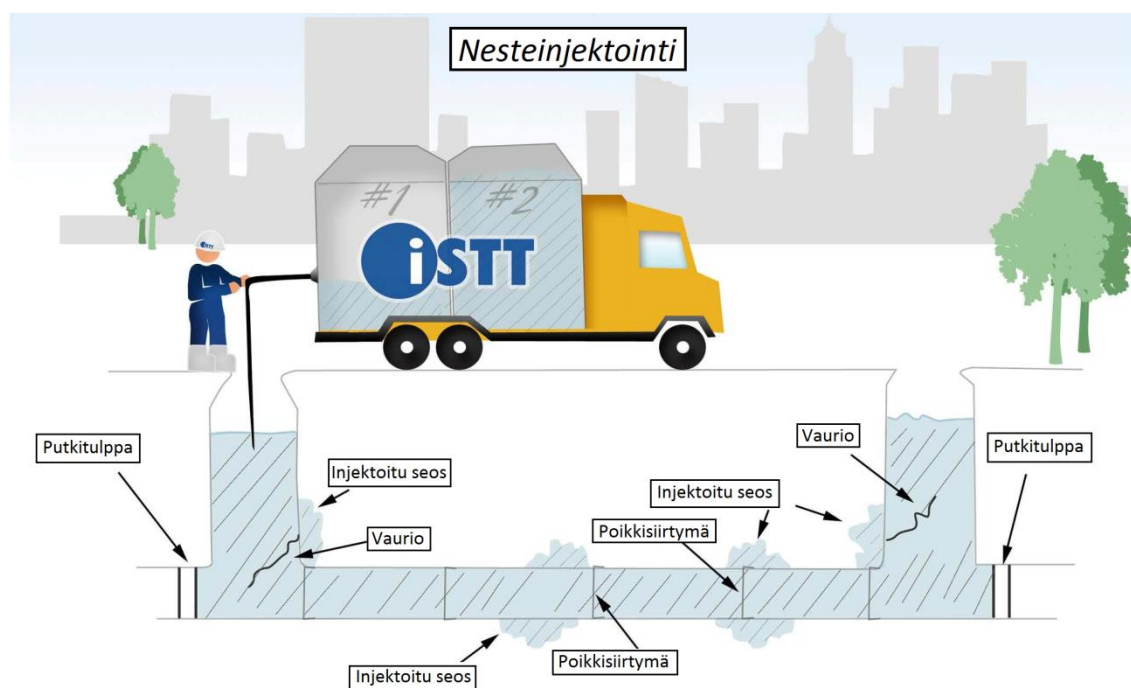
Kuva 10. Haaraliitoksen tiivistys (ISTT 2016.)

3.3 Nesteinjektointi

Ennen injektointia tulee injektoitavan putken olla aina puhdistettu. Nesteinjektoitaessa (kuva 11) suuria osia viemäriputkista tulee injektoitava putki huuhdella korkeapainevesisuihkulla. Kaikki sivuhaarat suljetaan ilmalla täytettävillä kumitulpilla koko injektoitavan osan matkalta. Viemäri täytetään ensin toisella kemiallisella seoksella kaivosta tai muusta syöttöpisteestä. Hydrostaattinen paine työntää seoksen vaurioituneista kohdista

ympäröivään maa-ainekseen. Seos pumpataan pois viemäristä, jolloin seos jää vaurioituneisiin kohtiin ja niitä ympäröivään maa-ainekseen. (ISTT 2016.)

Injektoitava viemärin osa täytetään uudelleen toisella kemiallisella seoksella, mikä reagoi nopeasti edellisen seoksen kanssa. Se muodostaa betonimaisen massan, joka sitoo maa-aineksen ja lujittaa vauriota ympäröivän maan. Toinen seos pumpataan ulos, kun seosten välinen reaktio on päättynyt. Ennen viemärin käyttöönottoa se huuhdellaan sekä asennetut sulut ja tulpat poistetaan. (ISTT 2016.)



Kuva 11. Nesteinjektointi (ISTT 2016.)

4 PUTKEN KORVAAVAT MENETELMÄT

4.1 Putkisujutus

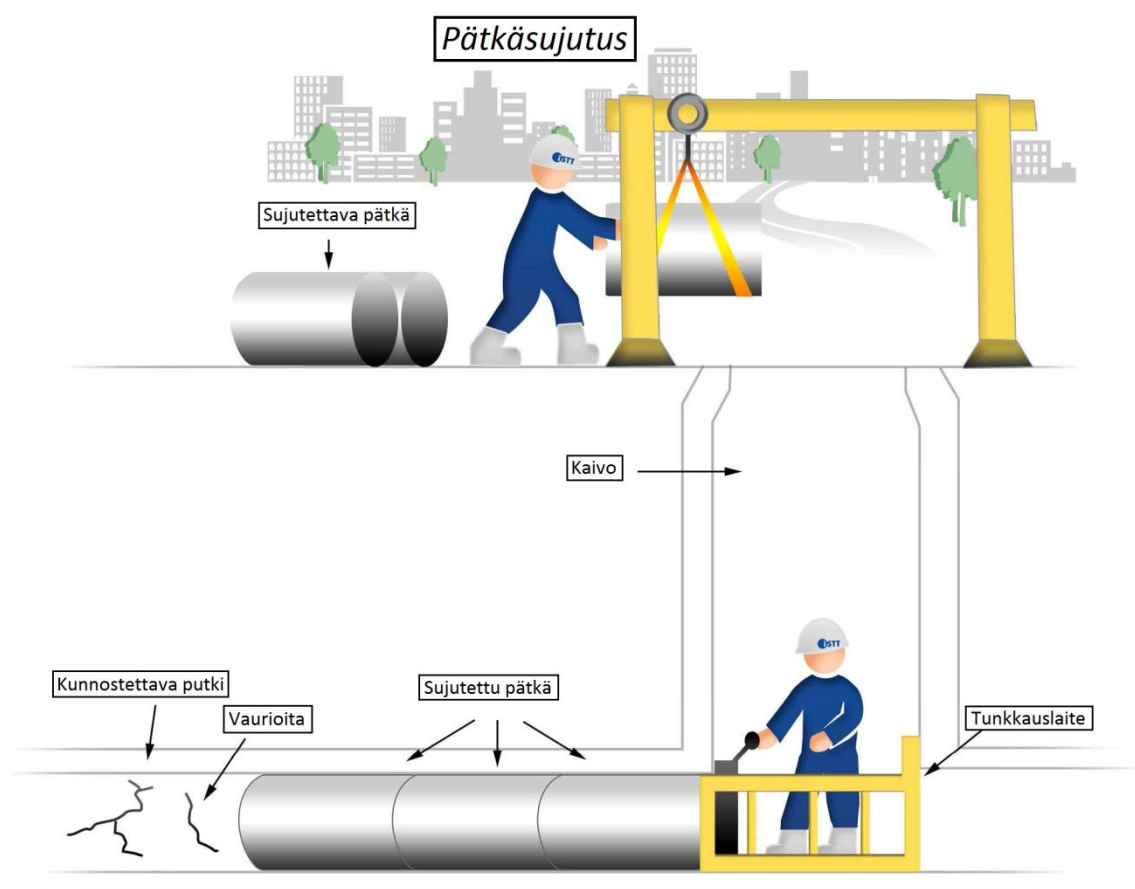
Putkisujutus on vanhin kaikista kaivamattomista tekniikoista. Se käsittää uuden putken asentamisen jo olemassa olevaan putkeen. Oikeissa olosuhteissa putkisujutus on myös yksinkertaisin tekniikka. Uusi putki, jossa ulkohalkaisija on pienempi kuin kunnostettavan putken sisähalkaisija, joko vedetään tai työnnetään vanhaan putkeen. Ihanteellinen sujutettava putki on suora, eikä siinä ole epämuodostumia, vain pieniä mahdollisia taipumia, ei hankalia ulkonemia ja vain pieniä poikkeamia liitoksissa. Putkisujutuksesta käytetään Suomessa nimityksiä *pitkäsujutus* ja *pätkäsujutus*. (ISTT 2016.)

Polyeteeniä (HDPE ja PE) polypropeenä (PP) käytetään useimmiten pyöreissä, ei miehen mentävissä pitkäsujutusputkissa (J. Kaukonen, henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2016). Uusi putki asetetaan maan pinnalle ja vedetään kaivetusta kaivannosta vanhan putken sisään. Sen jälkeen uusi putki vedetään vanhan putken läpi lopetuskaivantoon tai -kaivoon. Tilanteissa, joissa tila maan päällä rajoittaa putken pituutta, voidaan sujutettavaan putkeen hitsata uusi PE- tai PP-putki asennusprosessin aikana. (ISTT 2016.)

Kun uusi putki on asennettu, uuden ja vanhan putken väliin jäävä tyhjä välitila täytetään. Välitilan täyttö pitää uuden putken aloillaan ja siirtää kuormia vanhalta putkelta. Välitilan täyttö voi myös saada uuden ja vanhan putken toimimaan yhdistelmänä, mikä lisää sen rengasjäykkyyttä sekä lujuutta ulkoisille kuormille. Täyttölaastin oikea valinta ja käyttö ovat usein kaikkein vaativin työ putkisujutuksen asennuksessa. Laastit, jotka toimivat vain täytteenä ja pitävät uuden sujutuksen paikoillaan, ovat suhteellisen heikkoja lujuudeltaan ja niiden viskositeetti on alhainen. Laastit, jotka toimivat rakenteena sujutuksen ja vanhan putken välissä, kestävät paremmin puristusta kuin täyttölaastit, jotka pitävät vain sujutuksen paikoillaan. (ISTT 2016.)

Sujutukseen kohdistuvat voimat voivat olla välitilan täytön aikana suuremmat kuin siihen kohdistuu normaalissa käytössä. Liiallinen paine välitilaa täytettäessä voi vaurioittaa sujutusta. Lisäksi sujutukseen kohdistuva noste tulee ottaa huomioon täytettäessä. Veden aiheuttamaa nostetta voidaan erityisesti suurissa putkissa hallita täyttämällä putki vedellä tai täyttämällä välitila vaihteittain. (ISTT 2016.)

Pätkäsujutusta (kuva 12) on tyypillisesti käytetty polyeteeni (PE)- ja polyvinyylikloridi (PVC)-putkien sujutuksessa kaiken muotoisiin putkiin (J. Kaukonen, henkilökohtainen tiedonanto 10.8.2016). Kunnostettavan putken koko saattaa vaihdella pienestä suuriin, miehen mentäviin putkiin. Pätkäsujutukset voidaan työntää vanhaan putkeen hydraulisesti tunkeilla tai ne voidaan vetää paikoilleen. Vähentääkseen teknisiä haasteita saumauksen aikana voidaan muoviputkien sijasta käyttää myös puristusta kestäviä ja jäykempiä betoni- ja teräsputkia. (ISTT 2016.)



Kuva 12. Pätkäsujutus (ISTT 2016).

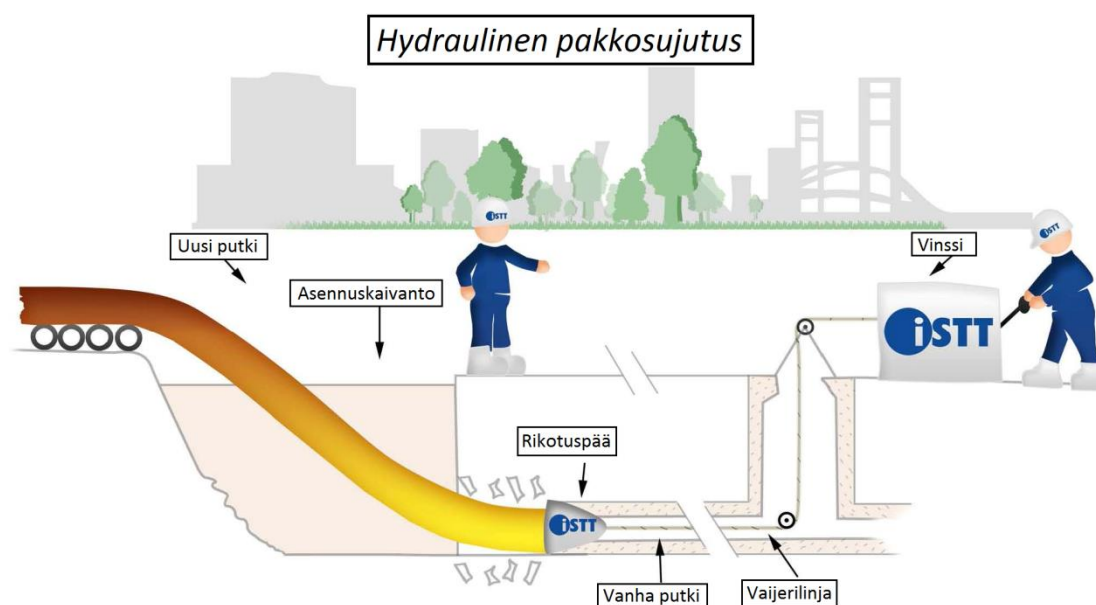
4.2 Hydraulinen ja halkaiseva pakkosujutus

Hydraulinen pakkosujutus (kuva 13) ja halkaiseva pakkosujutus (kuva 14) ovat kaivamattomia tekniikoita joita käytetään korvaamaan olemassa olevia putkistoja, samaan lin-

jaan asennettavilla putkilla poistamatta kuitenkaan vanhaa putkea. Pakkosujutusta voidaan käyttää, kun halutaan lisätä putken virtausta kasvattamalla putken halkaisijaa. (ISTT 2016.)

Hydraulinen pakkosujutus kehitettiin 1980-luvulla korvaamaan halkaisijaltaan pienet valurautaiset kaasunjakeluputket. Tekniikka on siitä lähtien kasvattanut hyväksyntäänsä tehokkaana menetelmänä putkilinjojen vaihdoissa, useissa eri koissa, materiaaleissa ja tarkoituksissa, kuten vesi-, jätevesi- tai kaasuputkissa. (ISTT 2016.)

Hydraulista pakkosujutusta käytetään korvaamaan hauraita putkia, kuten savi-, betoni- ja harmaavalurautaputkia, menetelmällä, jossa staattinen tai paineilmalla toimiva rikotuspää pirstoo olemassa olevan putken. Samanaikaisesti rikotuspään taakse kiinnitetty uusi putki vedetään samaan linjaukseen alkuperäisen putken kanssa. (ISTT 2016)



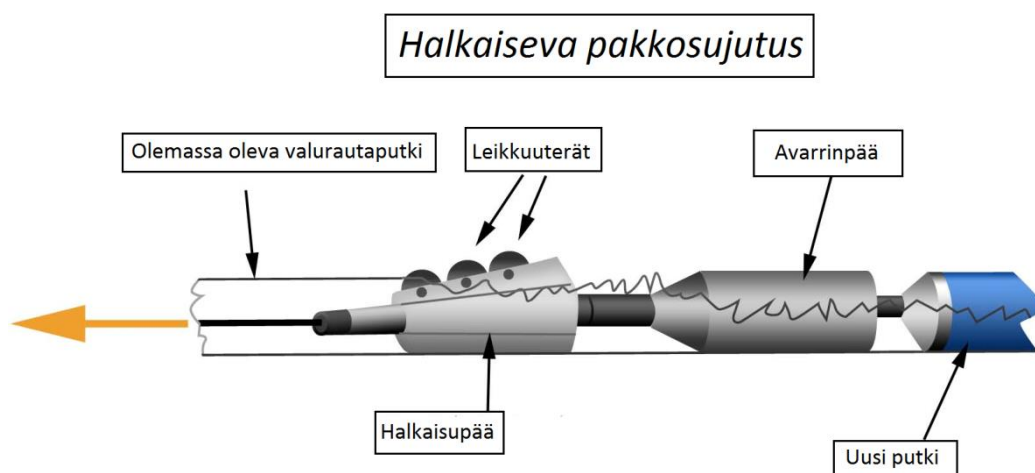
Kuva 13. Hydraulinen pakkosujutus (ISTT 2016).

Hydraulinen pakkosujutus perustuu vanhassa putkessa etenevään kartion muotoiseen rikotuspäähän, minkä halkaisija on 50–100mm suurempi kuin uusi korvaava putki. Rikotuspään muodon aiheuttama laajeneminen ylittää vanhan putken veto- ja leikkauslujuuden, mikä aiheuttaa putken pirstoutumisen tai halkeamisen. Kun rikotuspää on vedetty

vanhan putken läpi, pirstoutuneet palaset painautuvat ympäröivään maahan tehden aukon uudelle asennettavalle putkelle. Uusi putki seuraa välittömästi rikotuspäätä, kun sitä samanaikaisesti vedetään tai työnnetään muotoutuneeseen aukkoon. (ISTT 2016.)

Pakkosujutuksen sopivuus asennukseen riippuu useista tekijöistä, kuten sujutuksen pituudesta, vanhan putken materiaalista, halkaisijan koosta, liitosten määrästä ja geologisista olosuhteista. Viemäriputkien sujutuksissa pakkosujutuksen pituus on yleensä 90–140 metriä, mikä on tyypillinen kaivojen välimatka kunnallistekniikassa. Vesijohtojen vaihdoissa asennetaan tyypillisesti 200 mm:n, 250 mm:n tai 300 mm:n putki venttiilien välille. Suurin osa pakkosujutuksista tehdään putkiin, joissa halkaisijaa kasvatetaan 150–200 mm, 200–250 mm tai 250–300 mm. (ISTT 2016.)

Halkaiseva pakkosujutus toimii samanlaisella periaatteella kuin hydraulinen pakkosujutuskin. Sitä käytetään putkiin, jotka vaativat leikkaamista, kuten teräs-, valurauta- ja muoviputket. Tyypillinen halkaisupää käyttää leikkureita tai teriä putken halkaisuun, samalla kun laajennuspää työntää vanhan putken tieltä tehden tilaa uudelle. (ISTT 2016.)

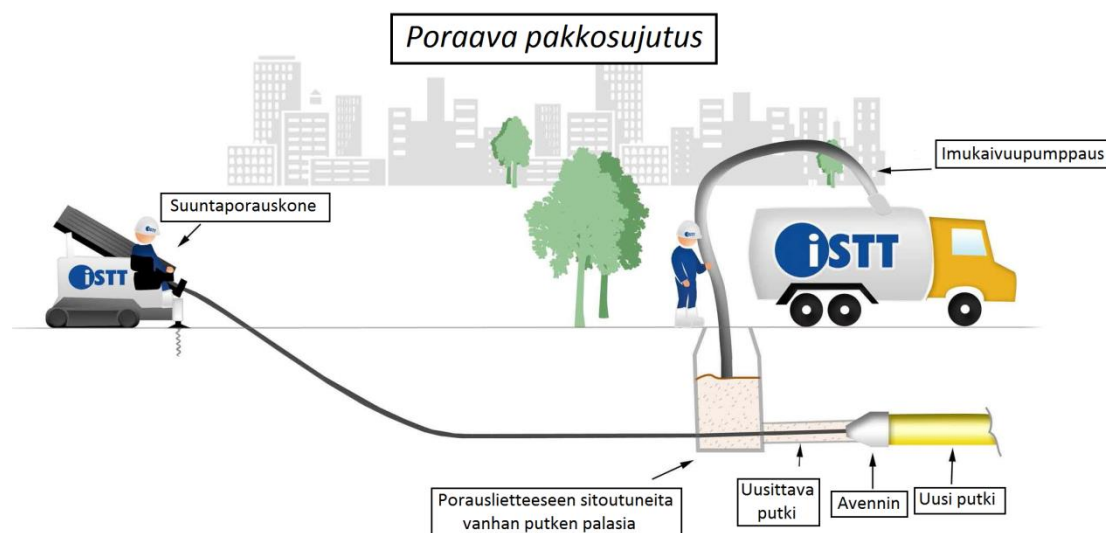


Kuva 14. Halkaiseva pakkosujutus (ISTT 2016).

4.3 Poraava pakkosujutus

Poraava pakkosujutus (kuva 15) on kaivamaton tekniikka, jossa poistetaan vanha putki samalla, kun asennetaan uusi tilalle. Poraavalla pakkosujutuksella voidaan korvata useita erilaisia putkia, ja se sopii erityisen hyvin putkien korvaamiseen tai suurentamiseen kovassa maassa, missä hydraulista pakkosujutusta ei voida käyttää. Uusi putki on tyypillisesti suuntaporauksella asennettavaksi soveltuva muoviputki. (ISTT 2016.)

Porausputki työnnetään vanhaan putkeen suuntaporauskoneella. Porausputken päähän kiinnitetään avennin sekä uusi putki. Suuntaporauskone vetää avenninta vanhan putken läpi suurentaen porausaukkoa ja samalla murskaten vanhan putken. Vanhan putken palaset sekä muu jäte kulkeutuvat porausnesteen mukana, aventimen edellä kaivoon tai muuhun kaivantoon, josta ne kerätään, erotellaan ja viedään hävitettäviksi. Aventimeen liitetty uusi putki etenee samalla reiässä, kun avenninta vedetään. (ISTT 2016.)



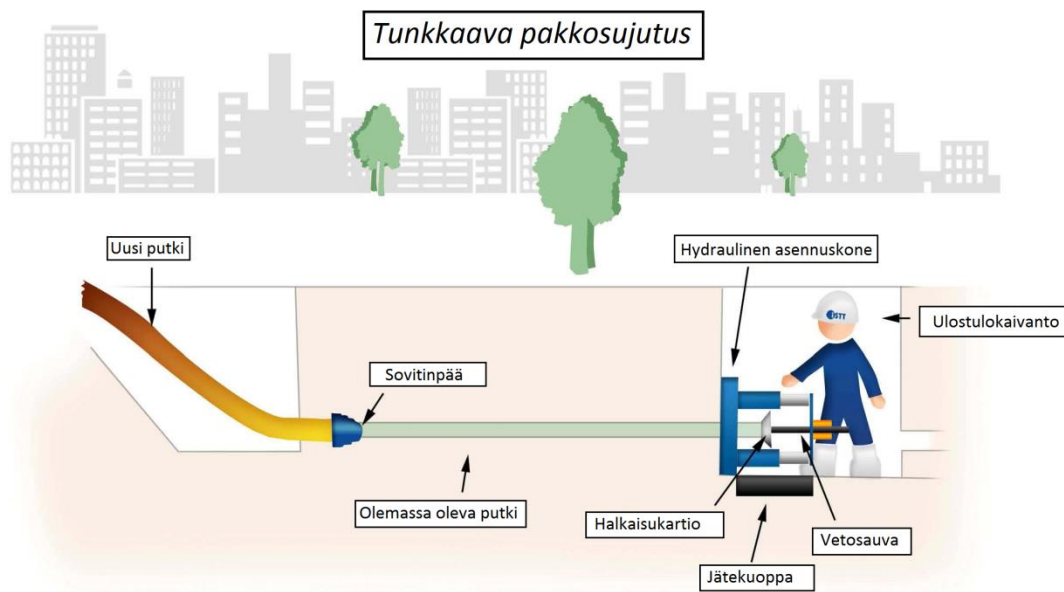
Kuva 15. Poraava pakkosujutus (ISTT 2016).

4.4 Tunkkaava pakkosujutus

Lyijyliitokset vesiputkissa ovat terveysriski, koska lyijy imeytyy niistä juomaveteen. Lisäksi jotkin viranomaiset pitävät parempana vaihtoehtona esimerkiksi asbestibetoni- ja valurautaputkien poistamista kuin niiden jättämistä maaperään. Tunkkaava pakkosujutus (kuva 16) on kaivamaton tekniikka, millä voidaan poistaa olemassa oleva putki ja korvata se uudella muoviputkella. (ISTT 2016.)

On useita menetelmiä, jotka on kehitetty olemassa olevan putken poistamiseen ja jotka samalla korvaavat poistetun putken uudella. Lähes kaikki niistä ovat tekniikoita, joissa olemassa oleva putki vedetään ulos, kun samanaikaisesti vedetään tilalle uusi putki. Tyyppillinen esimerkki tunkkaavasta pakkosujutuksesta on vaijeri, johon on kiinnitetty kartiot, jotka voidaan levittää kiinni olemassa olevan putken sisäreunoihin. Vaijeri syötetään vanhan linjan läpi ja kiinnitetään uuteen asennettavaan polyeteeniputkeen. Vaijeri vedetään tai työnnetään käyttäen hydraulista asennuskonetta, joka poistaa vanhan putken ja vetää

samalla uuden putken paikoilleen. Työntölaite voidaan myös asentaa putken toiseen päähän avustamaan vanhan putken poistamisessa. Toisessa tekniikassa syötetään joukko sauvoja olemassa olevan putken läpi. Sauvat kiinnitetään sovitinpäähän. Sovitinpää, mikä on suurempi kuin vanha putki, kiinnitetään korvaavaan putkeen. Ulostulokaivannossa oleva hydraulinen asennuskone vetää sauvat vanhan linjan läpi, mikä poistaa putken ja laajentaa reiän samalla, kun uusi putki vedetään paikoilleen. (ISTT 2016.)



Kuva 16. Tunkkaava pakkosujutus (ISTT 2016).

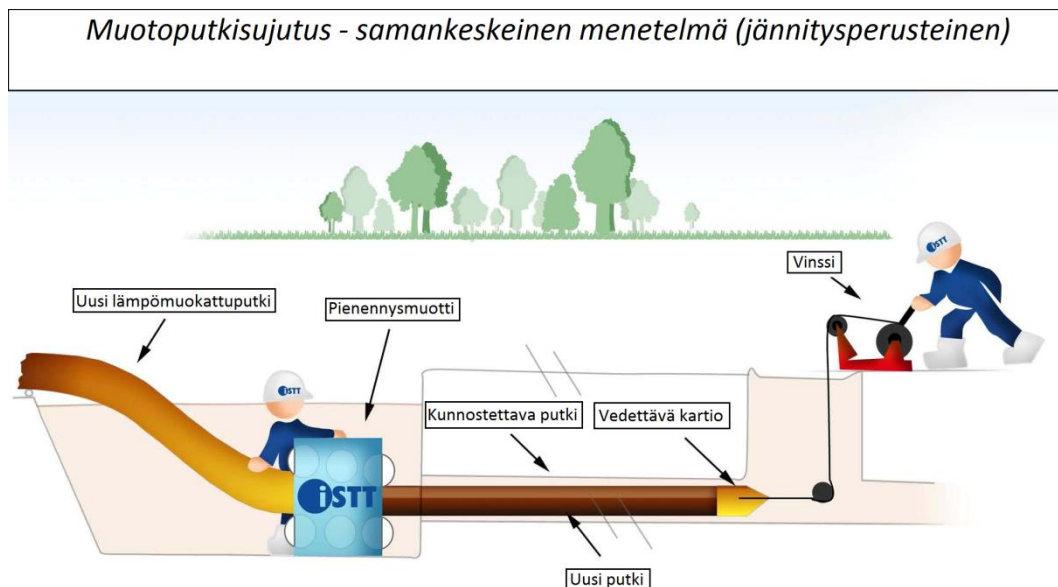
5 PUTKIEN KUNNOSTUSMENETELMÄT

5.1 Muotoputkisujutus

Uusi putki voidaan asentaa vanhaan putkeen tiivissovitteisena, kun vanhan putken sisähalkaisijan on sama kuin uuden putken ulkohalkaisija. Muotoputkisujutus on sopiva ratkaisu paineputkien saneeraukseen, mitkä ovat suhteellisen suoria tai niissä on vain vähäisiä taipumia ja ne ovat pääosin säilyttäneet pyöreän muotonsa. (ISTT 2016)

Muotoputkisujutus on mahdollista lämpömuokkautuvien materiaalien muotomuistin vuoksi. Lämpömuokkautuvat materiaalit muuttavat munuaismuotoon puristettaessa tai jännitettäessä, mutta palautuvat alkuperäiseen muotoonsa, kun materiaaliin kohdistettu voima poistetaan. Tämä ominaisuus mahdollistaa putken hetkellisen muodonmuutoksen ja vetämisen saneerattavaan putkeen. Kun uusi putki on vedetty haluttuun asemaan, jännitys poistetaan ja putkea paineistetaan tai lämmitetään, ja putki palautuu alkuperäiseen muotoon. Lämpömuokkautuvan putken monimuotoisuus on saanut aikaan laajan valikoiman innovatiivisia muotoputkisujutusjärjestelmiä. Nämä järjestelmät voidaan luokitella kahteen yleiseen järjestelmään, samankeskeinen sujutus ja taitettu sujutus. (ISTT 2016.)

Samankeskeinen sujutustekniikka voidaan jakaa kahteen muovausluokkaan, jännitysperusteinen muovaus (kuva 17) sekä puristusmuovaus. Jännitysmuovaustekniikassa käytetään joko valssipienennysmuottia tai staattista muottia kutistamaan lämpömuovatun putken halkaisijaa. Jännitysmuovausta käytetään usein melko paksuseinämäisiin putkiin, johtuen melko suurista putkeen kohdistuvista voimista. (ISTT 2016.)



Kuva 17. Muotoputkisuutus (ISTT 2016).

Aluksi putki vedetään muotin läpi, joka pienentää putken halkaisijaa sekä samalla putken seinämän paksuutta. Jännitys putkessa säilytetään, kun sitä vedetään kunnostettavaan putkeen. (ISTT 2016.)

Asennusprosessin aikana lämpömuokatun putken ulkohalkaisijaa on tehty pienemmäksi kuin vanhan putken pienin sisähalkaisija. Pienennetty sujutuksen ulkohalkaisija säilytetään vetojännityksellä, joka siihen kohdistuu, kun putkea vedetään korjattavaan putkeen. (ISTT 2016.)

Kun sujutus on halutussa paikassa, se palautetaan tiivissovitteiseksi vanhan putken kanssa vapauttamalla pituussuuntainen jännitys. Oikein asennettu jännittämällä sovitettu muotosujutusputki tulee vetää pidemmälle ulostulokaivantoon tai kaivoon, jotta saadaan tarpeeksi paljastunutta putkea näkyviin, koska putki lyhenee sen palautuessa normaaliin tilaan ennen jännitystä. (ISTT 2016.)

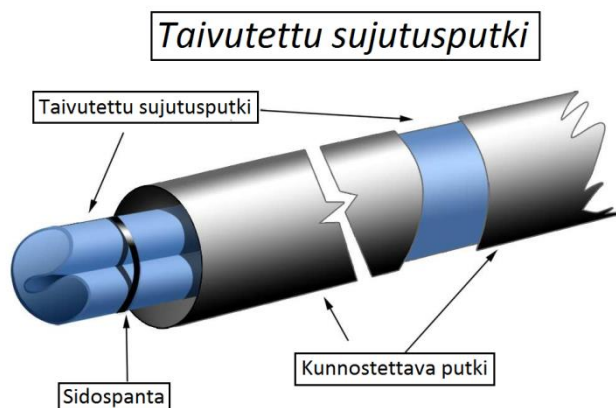
Puristusmuovatut sujutukset tehdään tarttumalla ja työntämällä sujutus läpi useista valseista, jotka pienentävät putken halkaisijaa. Pienennyksen seurauksena putken seinämäpaksuus kasvaa, mikä pääosin säilyy, kunnes putki palautetaan takaisin alkuperäiseen muotoon putken sisäisellä vedenpaineella. Puristustekniikalla saavutettu putken halkaisijan pieneneminen on melko stabiili, sillä putken halkaisijan palautuminen alkupe-

räiseen voi viedä useita päiviä, jopa viikkoja, jos putkeen ei lasketa vedenpainetta. Puristusmuovaustekniikkaa käytetään normaalisti melko paksuseinämaisissä lämpömuokatuissa putkissa. (ISTT 2016.)

Muotoputkisujutuksia voidaan tehdä myös taittamalla lämpömuokattu putki C:n malliseksi (kuva 18). Sujutusputken ulkohalkaisija on hieman pienempi kuin kunnostettavan putken pienin sisähalkaisija. Tämä varmistaa, että muotoputki käyttää täysin hyväkseen muodonpalautumisen, jotta vältetään jäljelle jäävän osan muodostamilta pitkittäissuuntaisilta epämuodostumilta. Putken taivutus voidaan tehdä kuumennettuna tehtaassa tai se voidaan tehdä kylmänä tehtaassa tai työmaalla. Kuumamuokkauksella taivutetut putket voidaan säilöä ilman mitään lisärajoitteita, mutta kylmämuokatut sujutukset täytyy pitää muodossaan pannoittamalla tai muuten rajoittamalla. (ISTT 2016.)

Kuumamuokkauksella taivutetut sujutukset tuodaan työmaalle kelalle kierrettynä. Tehtaalla taivutetut sujutukset ovat tyypillisesti halkaisijaltaan pienempiä kuin 500 mm. Putki sujutetaan kunnostettavaan putkeen ja palautetaan pyöreäksi ja tiivissovitteiseksi kunnostettavan putken kanssa käyttäen lämmön (yleensä höyryn 125 °C) ja ilmanpaineen yhdistelmää. (ISTT 2016.)

Kylmämuokkaalla taivutetut sujutukset ovat suhteellisen ohutseinäisiä polyeteeniputkia. Näitä sujutuksia suositetaan saneerauksissa, joissa putken halkaisija on suuri, jopa 1 500 mm. Kylmänä taivutettu sujutus vedetään saneerattavaan putkeen, missä se paineistetaan kylmällä vedellä, 1,5-kertaisella putken normaalilla käyttöpaineella. Paineistuksen aikana väliaikaiset pannat katkeavat ja putki palautuu alkuperäiseen pyöreään muotoonsa. (ISTT 2016.)



Kuva 18. C-muotoon taivutettu muotoputkisujutus (ISTT 2016).

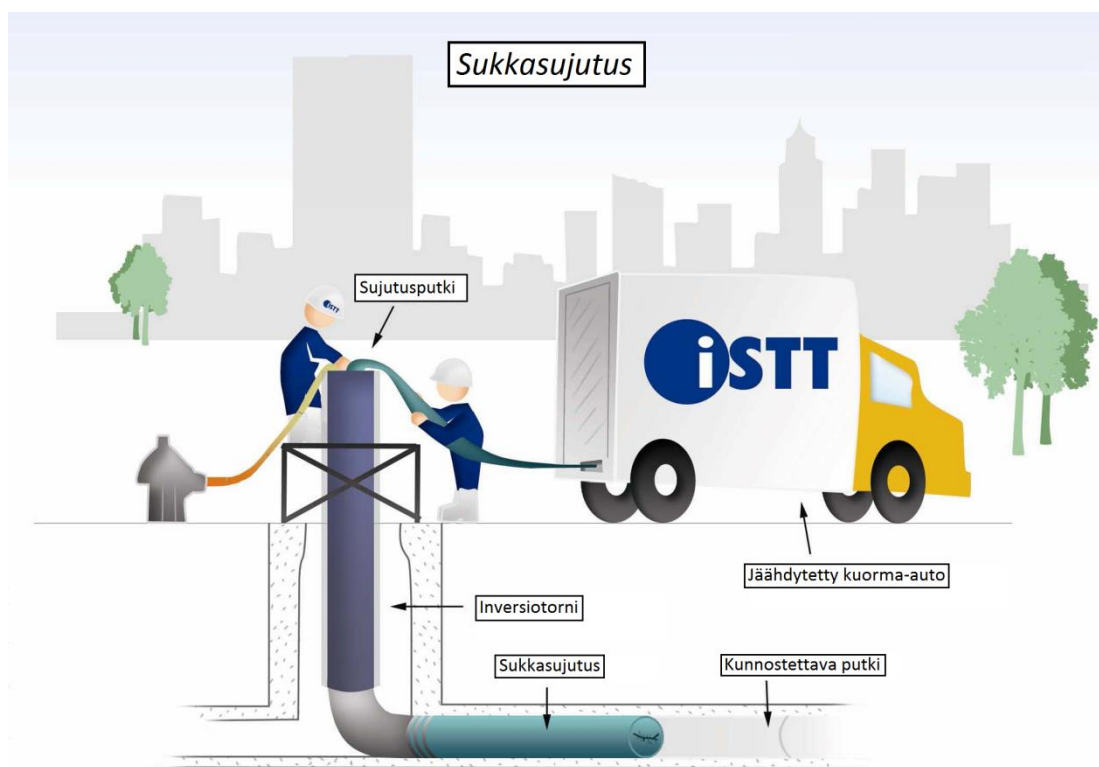
5.2 Sukkasujutus

Sukkasujutusta (kuva 19) voidaan käyttää viemäreiden, hulevesien sekä paineellisten vesi-, kaasu- ja teollisuuden jätevesiputkistojen saneeraukseen. Pyöreät 50–2 700mm:n putket (K. Sampolahti, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016), munanmuotoiset ja ovaalilut putket sekä suorakulmaiset siltarummut voidaan sukittaa. Sujutettava putki on poissa käytöstä asennuksen ajan, joten ohipumppaus tai varautuminen toiseen väliaikaiseen jakeluverkostoon voi olla tarpeellista. (ISTT 2016.)

Ennen sujuttamista putki tulee olla puhdistettu painepesulla korroosiojätteen ja lietteen poistamiseksi sekä ”juuret on poistettu juurileikkurilla” (K. Sampolahti, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016). Ulkonevat haaraliitokset tulee myös poistaa. Yksittäisiä korjauksia voidaan tarvita kohdissa, joissa putki on merkittävästi epämuodostunut tai rikkoutunut. Sujutuksen jälkeen verkosto palautetaan käyttöön usein jo saman päivän aikana. Sujutetut vesijohdot täytyy desinfioida ennen niiden käyttöönottoa. (ISTT 2016.)

Sukkasujutukset polyesterikuitukankaasta tai kuituvahvistetusta kankaasta on valmistettu sopimaan uusittavaan putkeen. Sujutukset kyllästetään polymeerihartsilla, joka kovettuessaan muodostaa tiivissovitteisen sujutuksen vanhan putken kanssa. Sujutus voidaan mitoittaa korkeammalle seinävahvuudelle, jotta se on kovetuttuaan riittävän vahva kestämään pohjaveden ja putken sisäisen paineen sekä maan ja liikenteen aiheuttaman kuorman. (ISTT 2016.)

Sujutus on kauttaaltaan kyllästetty polyesterillä, vinyyliesteriepoksilla tai silikaattihartsilla, käyttämällä alipainetta, painovoimaa tai muuta painetekniikkaa. Harts sisältää kemiallista katalyyttiä tai kovetetta, mikä helpottaa kovettumista. Sujutusputken ulkopinta on päällystetty muovikalvolla, joka suojaa sitä asennettaessa ja käsiteltäessä. Kyllästetty sujutusputki voidaan jäähdyttää kuljetuksen ajaksi, jotta se pysyy stabiilina asennukseen asti. (ISTT 2016.)



Kuva 19. Sukkasujutus (ISTT 2016).

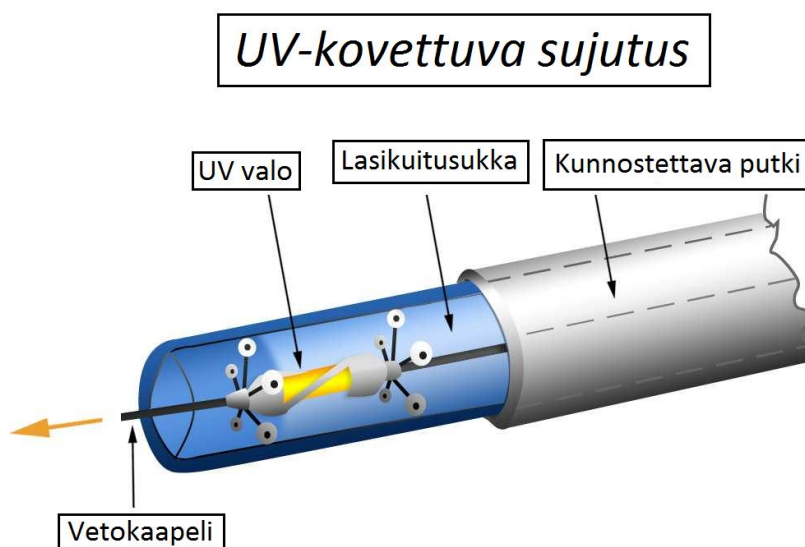
Sukkasujutus voidaan asentaa kääntömenetelmällä, kuten kuvassa 19 on esitetty. Nurrinpäin asentamiseen tarvitaan teline tai painesäiliö, jotta sukka saadaan käännettyä väärinpäin veden- tai ilmanpaineella ja työnnettyä eteenpäin kunnostettavassa putkessa. (ISTT 2016.)

Sukkasujutus voidaan myös vetosukittaa vetämällä sukka paikalleen viemärikaivosta tai muusta kohdasta, josta sukkaan pääsee käsiksi (ISTT 2016). Sukka painetaan kiinni

kunnostettavan putken sisäpintaan paineilmalla tai vedenpaineella, kunnes se on kovettunut uudeksi, itsekantavaksi putkeksi (K. Sampolahti, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016).

Asennusten pituudet voivat vaihdella lyhyistä liitosten tai vikojen korjauksista täysimittaisiin, ”keskimäärin 150 metrin sujutuksiin” (K. Sampolahti, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016). Yhdellä kerralla sujutuksia on tehty jopa 900 metriin saakka. (ISTT 2016.)

Hartsilla kyllästetty sukka voi kovettua myös ympäröivässä lämpötilassa, mutta useimmiten kovettumista kiihdytetään lämmittämällä sitä höyryllä, vedellä tai UV-säteilyllä (kuva 20) (K. Sampolahti, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016). Kun putki on kovettunut, sukka jäähdytetty ja päät leikattu, putki tiivistetään missä se on tarpeellista. Kove- tusvesi tai kondensoitunut höyry ja viimeistelyleikkuut hävitetään turvallisesti. Sukan päistä voidaan ottaa näytepalat työmaalla tai valmistustehtaalla, jotta voidaan testata ja varmistaa, että sujutus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. (ISTT 2016.)



Kuva 20. Ultraviolettivalolla kovettuva sujutus (ISTT 2016).

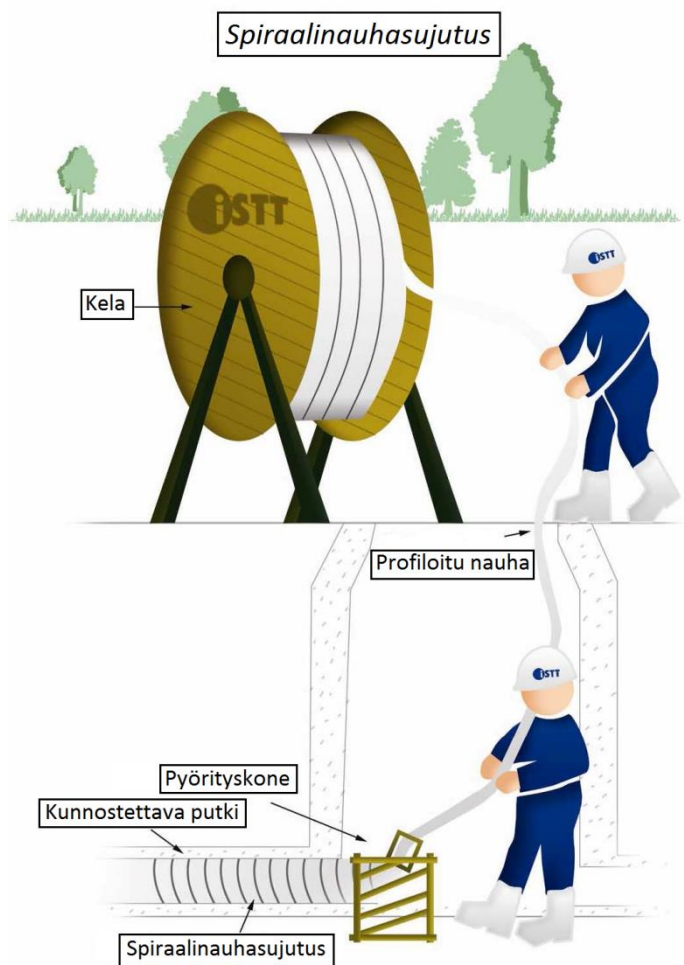
5.3 Spiraalinauhasujutus

Spiraalinauhasujutusta (kuva 21) voidaan käyttää painovoimaisten putkilinjojen saneeraus-
 rauksessa, kuten hule- ja jätevesiviemärit, tierummut, kanavat ja teollisuuden putket.

Spiraalinauhasujutuksen rakenne mahdollistaa usein sujutuksen asennuksen ilman, että ohipumppausta täytyy järjestää. (ISTT 2016.)

Sujutus asennetaan kunnostettavaan putkeen kaivosta tai asennuskaivannosta. Profi-loitu PVC, teräsvahvistettu PVC tai HDPE–nauha on kelalla maan päällä, josta sitä syötetään nauhaa pyörittävään koneeseen. Pyörityskone pyörii, saaden nauhojenreunat liittymään toisiinsa, muodostaen vesitiiviin sujutuksen. Pyörivä liike kuljettaa sujutusta eteenpäin vanhassa putkessa. Putkissa, joissa halkaisija on pienempi, sujutusta voidaan levittää ulkopuolelta pyörityskoneella, jotta se saadaan tiukkaan sovitettua kunnostettavaan putkeen. Vaihtoehtoisesti voidaan asentaa halkaisijaltaan kiinteä työmaaoloissa tehty sujutus ja täyttää sujutuksen ja vanhan putken väliin jäänyt tyhjä välitila. (ISTT 2016.)

Pyörityskone voi pysyä paikallaan asennuspaikassa, tai kone voi myös kulkea kunnostettavan putken sisällä suuremmissa tai ei-pyöreissä putkissa. Etenevä kone asentaa spiraalinauhan kiinni kunnostettavaan putkeen, muodostaen tiivissovitteisen sujutuksen, joka tavallisesti on kunnostettavan putken muotoinen. Sujutus voidaan myös asentaa jäykkänä, jolloin spiraalinauhasujutuksen ja kunnostettavan putken väliin jäävä tyhjä tila täytetään. (ISTT 2016.)



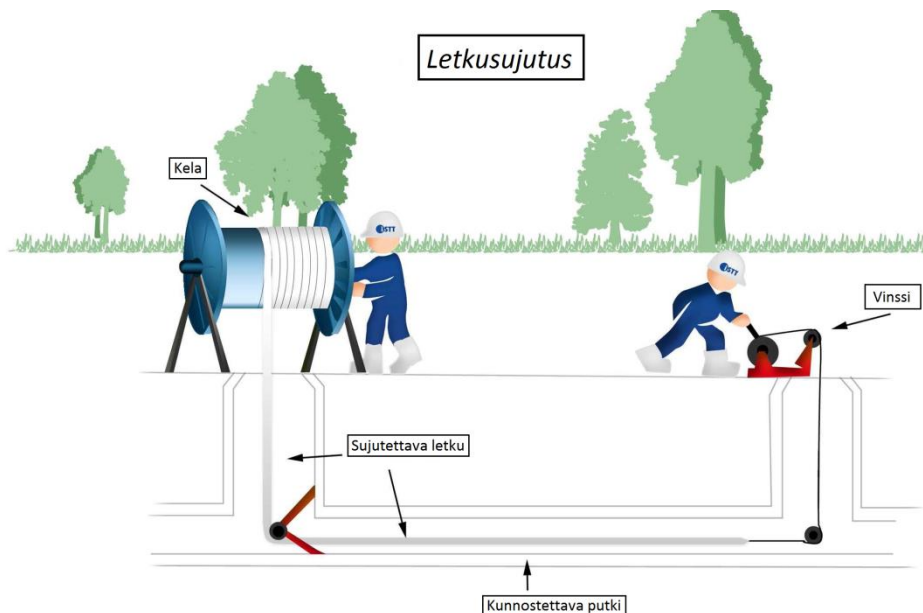
Kuva 21. Spiraalinauhasujutus (ISTT 2016).

Sivuhaarat paikannetaan mittaamalla ja asennetaan takaisin sujutuksen jälkeen. Putkien väliin jäävän tilan saumaus on yleisesti suositeltua, koska se lukitsee sujutuksen paikoilleen ja siirtää tehokkaasti ulkoiset kuormat olemassa olevalta putkelta sujutukselle. Näin saadaan myös otettua käyttöön olemassa olevan putken tuki, jotta saavutetaan sujutuksen koko ulkoisia kuormia kantava potentiaali. (ISTT 2016.)

5.4 Letkusujutus

Letkusujutukset (kuva 22) ovat litteitä, kuituvahvistettuja polyeteeniletkuja, halkaisijaltaan 150–500 mm sujutuksia, joita käytetään paineputkissa. Letku vedetään kunnostettavaan putkeen kelalta. Letku kiinnitetään tiiviisti molemmista päistä kunnostettavaan

putkeen. Kun letku on paikoillaan, se paisutetaan käyttöpaineeseen, laajentaen sujutus-
letkun, kunnes se on kosketuksessa kunnostettava putken kanssa. Letkusujutuksen ra-
kenteellinen lujuus on 40 baariin asti. (ISTT 2016.)



Kuva 22. Letkusujutus (ISTT 2016).

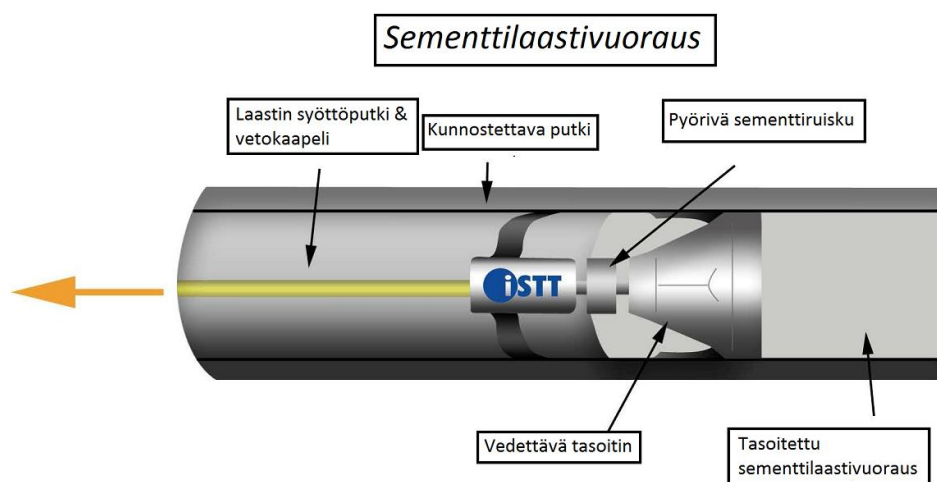
5.5 Sementtilaastivuoraus

Sementtilaastivuorausta (kuva 23), kuten muitakin ruiskutettavia vuorauksia, käytetään pääasiassa korroosion suojaukseen halkaisijaltaan kapeissa metalliputkissa. Sementtilaasti- ja betonivuoraus voivat myös estää vuotoja ja tuoda rakenteellista hyötyä tunneleissa tai miehen mentävissä putkissa. Kunnostettava putki täytyy olla tarkasti puhdistettu kovettuneesta sakasta, nystyröistä, metallihilseestä, korroosiosta ja muusta jätteestä. Putken tulee olla pääosin kuiva ennen vuorausta, jotta varmistetaan hyvä tartunta sementtilaastin ja putken seinän välille. Puhdistusmenetelmiä ovat painevesisuihkutus, raaputus, possutus sekä mekaanisesti toimivat laitteet, kuten jyrsimet ja ketjupuhdistimet. Osaa näistä tekniikoista käytetään yhdessä, jotta putki on varmasti puhdas ja kuiva ennen ruiskutettavaa vuorausta. (ISTT 2016.)

Sementtilaastissa on kaksi etua. Ensimmäinen ja tärkein on se, että sementtilaasti on erittäin emäksistä, mikä suojaa putkea korroosiolta. Toiseksi vuorauksen melko tasainen pinta vähentää karkeutta ja parantaa näin putken virtausominaisuuksia. Kun vuoraus on

tarttunut kunnostettavan putken seinään, se tarjoaa erinomaisen suojan korroosioita vastaan. (ISTT 2016.)

Pieniin, ei miehen mentäviin paineputkiin ruiskutetaan ohut kerros sementtilaastia käyttäen ruiskutuskonetta, jossa on pyörivä pää. Laasti syötetään joko maan päältä letkuista, tai suuremmissa putkissa laasti syötetään usein syöttösuppilosta. Nopeus, jolla ruiskutuskone vedetään putken läpi, määrittää vuorauksen paksuuden. Ruiskutusta seuraa tasoitus, minkä tekee tyypillisesti joko ruiskutuspäähän kiinnitettävä lasta tai vuorauksen sisähalkaisijan kokoinen lieriö, joka vedetään putken läpi ruiskutuksen jälkeen. (ISTT 2016.)



Kuva 23. Sementtilaastivuoraus (ISTT 2016).

Sementtilaasti on yleensä edullisin halkaisijaltaan pienten paineputkien vuoraustapa korroosiota vastaan. Se on myös helpoin tehdä, mutta se on paksumpaa ja hitaampaa kuivumaan ja saattaa aiheuttaa tukoksia taloliitoksissa, jotka tulee puhdistaa. (ISTT 2016.)

Suuremmissa, miehen mentävissä tunneleissa ja putkissa sementtipohjaista vuorausta voidaan käyttää osittain tai kokonaan rakenteellisissa vuorauksissa sekoittamalla siihen polymeeri- tai teräskuituja. Sementtipohjaista vuorausta voidaan käyttää myös vahvistettujen tunneli- ja putkiseinien rakenteiden vuoraamiseen. (ISTT 2016.)

5.6 Epoksi- ja polyuretaanipinnoitus

Epoksi- ja polyuretaanipinnoitusta (kuva 24) käytetään pienissä putkissa korroosion suojaukseen. Suurissa, miehen mentävissä putkissa, tunneleissa ja kaivoissa sitä käytetään korroosiosuojaukseen, vuotojen korjaukseen sekä osittain rakenteelliseen saneeraukseen. Samoin kuin sementtilaastivuorauksessa, epoksi- ja polyuretaanipinnoituksessa kunnostettavan putken tulee olla tarkasti puhdistettu kovista sakkautumista, nystyröistä, hilseestä, korroosiosta ja muusta jätteestä. Putken tulee olla pääosin kuiva ennen vuorausta, jotta varmistetaan hyvä tartunta pinnoituksen ja putken seinän välille. (ISTT 2016.)

Ruiskutettava epoksi- ja polyuretaanipinnoite, samoin kuin sementtilaasti, suojaavat putkea korroosiolta ja parantavat kunnostettavan putken virtausominaisuuksia. Polyuretaania voidaan ruiskuttaa paksumpi kerros putken seinämiin, jolla saadaan parempi vuotojen suojaus sekä osittain rakenteellinen yhtenäisyys putken kanssa. Epoksi- ja polyuretaanipinnoitus estää korroosiota muodostamalla läpäisemättömän esteen putken ja virtauksen väliin. (ISTT 2016.)

Halkaisijaltaan pienissä, ei miehen mentävissä paineputkissa ohut kerros (1–1,5 mm) epoksia tai polyuretaania ruiskutetaan nopeasti pyörivästä suuttimesta. Useimmiten hartsi ja kovete syötetään erillisistä letkuista, ja staattinen sekoitin yhdistää kemikaalit vasta ennen ruiskutussuutinta. Pinnoituksen paksuutta kontrolloidaan virtauksen voimakkuudella sekä ruiskutuskoneen etenemisnopeudella. Hartsia ei tasoiteta enää ruiskutuksen jälkeen. (ISTT 2016.)

6 PUTKIEN JA VUOTOJEN HAVAINNOINTI

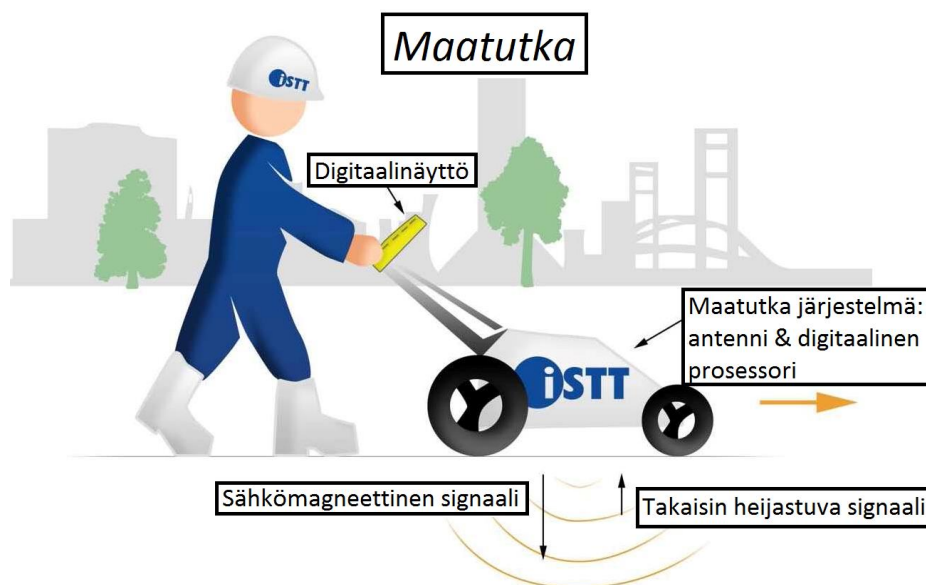
6.1 Putkien paikallistamismenetelmät

Maan alla olevien putkien paikallistamiseen on olemassa monia tekniikoita. Suurin osa laitteista käyttää sähkömagneettisia aaltoja tai signaaleita, jotka lähtevät laitteesta tai maanalaisesta lähettimestä. Menetelmät voidaan jakaa yleisesti joko sähkömagneettisiin tutkiin tai maatutkiin. (ISTT 2016.)

Sähkömagneettiset tutkat havaitsevat sähkö- tai telekaapeleiden tuottamat sähkömagneettiset aallot. Tutka havaitsee signaalin joko suoraan tai johtumalla esimerkiksi metalliputkista ja muista maanalaisista metalliesineistä. Muut kuin metalliset putket voidaan myös havaita sähkömagneettisella tutkalla, jos kaivantoon on asennettu sähkömagneettinen ilmaisim. Ilmaisimia on saatavana eri taajuuksilla, joten putket voidaan taajuuden perusteella sekä paikantaa että määrittää, minkä tyyppinen putki on kyseessä. Sähkömagneettisella tekniikalla voidaan tarkasti paikantaa putken sijainti ja reitti, mutta sen syvyyttä ei pystytä mittaamaan. (ISTT 2016.)

Maatutka (kuva 25) ei vahingoita tutkittavia rakenteita. Sitä käytetään maanalaisten rakenteiden, aukkojen, epäjatkuimoiden ja materiaalin muutosten etsimiseen. Maatutka lähettää pulssin maahan, josta heijastuvat sähkömagneettiset signaalit se rekisteröi, ja lopulta kuvantaa maaperän. Maatutkaa voidaan käyttää monissa maalajeissa, mutta se toimii parhaiten kuivissa, hiekkaisissa tai kovissa materiaaleissa, kuten betoni, graniitti ja kuiva hiekkakivi. (ISTT 2016.)

Maatutka perustuu maassa tai maan lähellä olevaan lähettimeen, joka keskittää sähkömagneettiset säteet maaperään. Lähetetyt aallot heijastuvat takaisin maanalaisista objekteista, eri maalajien rajapinnoista ja muista maaperän epäjatkuimista, jotka maatutkan radioantenni vastaanottaa. Saaduista tiedoista tutka prosessoi samanaikaisesti kartan tai radiogrammin maaperästä. Se tallentuu digitaaliseen muotoon, jota voidaan katsoa näytöltä tai käsitellä jälkeinpäin yksityiskohtaisesti. (ISTT 2016.)



Kuva 25. Maatutka (ISTT 2016).

6.2 Vuotojen etsintä

Paineputkien vuotojen etsintään ja paikallistamiseen on useita eri menetelmiä. Menetelmät vaihtelevat yksinkertaisista kädessä pidettävistä akustisista vastaanottimista putkissa vapaasti uiviin havainnointilaitteisiin. Parhaiten työhön soveltuva menetelmä riippuu tutkittavan putken käyttötarkoituksesta, tutkittavasta alueesta ja ongelman luonteesta. (ISTT 2016.)

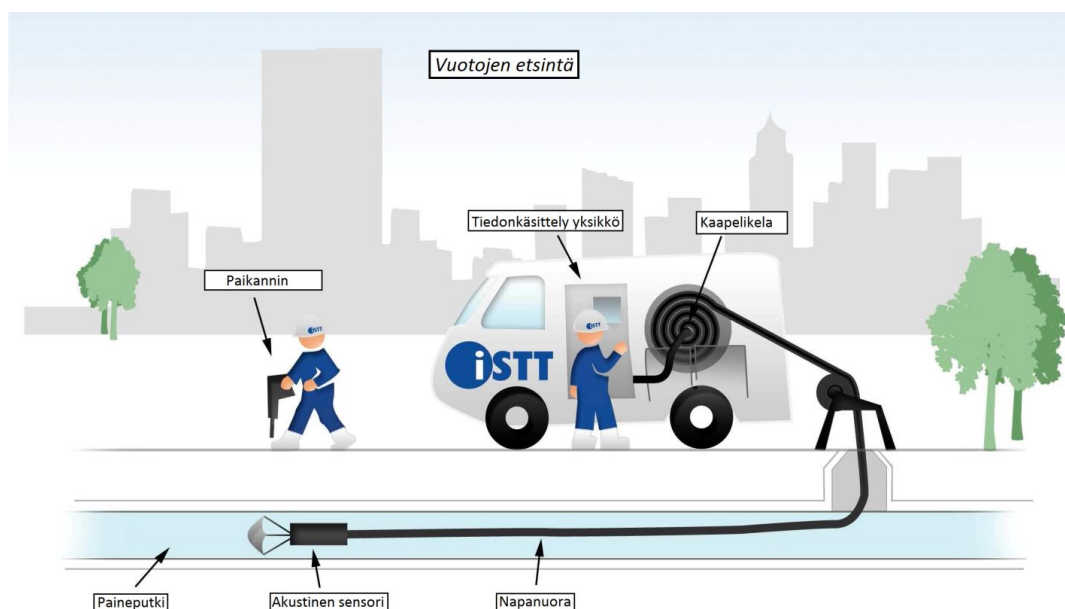
Kaikki vuotojen havainnointilaitteet hyödyntävät putkesta vuotavan nesteen muodostamaa akustista profiilia, jolla voidaan tunnistaa ja paikantaa paineputkissa olevia vuotoja. Vuodon aiheuttama äänenvoimakkuus riippuu putken käyttöpainesta sekä putken materiaalista ja halkaisijasta. Maanpinnalta mitattaviin tuloksiin vaikuttaa putken päällä olevan maa-aineksen paksuus, laatu ja tiiviys. Myös maanpinnan päällyste vaikuttaa vuodon muodostaman äänen kuuluvuuteen ja taajuuden vaihteluväliin. (ISTT 2016.)

Lähellä maanpintaa olevien vuotojen etsintään käytettävät vuotoäänianturi ja maamikrofoni soveltuvat parhaiten alle metrin syvyydessä olevien putkien tutkimiseen. Anturit tai mikrofonit johtavat äänet taajuuskorjainvahvistimelle, mikä lähettää korjatun äänen kuulokkeisiin tai näytölle. Koneenkäyttäjä kävelee pitkin putken kulkemaa reittiä tai mittaa

äänen voimakkuutta näkyvistä komponenteista, kuten venttiileistä tai vesiposteista. Mikroprosessoreita voidaan myös käyttää vuotojen etsintään analysoimalla kahteen tai useampaan paikkaan asennettujen sensoreiden poimimat äänet. (ISTT 2016.)

Vuotojen ja kaasutaskujen paikantamiseen putken sisäpuolelta on kaksi järjestelmää. Toinen järjestelmä käyttää putken sisäistä akustista sensoria, mikä on yhdistetty kaapelilla näyttöpäätteeseen maan päällä (kuva 26) ja kulkee putkessa virran mukana. Toinen järjestelmä käyttää vapaana uivaa sensoria, mikä myös kulkee virran mukana. Nämä putken sisäiset järjestelmät ilmaisevat vuotojen tarkat paikat sensoreiden virratessa vuotokohdan ohitse. Putken sisäisiä järjestelmiä voidaan käyttää halkaisijaltaan sekä pienissä että suurissa putkissa, mutta ne soveltuvat parhaiten suuriin päälinjoihin, jotka kuljettavat ääntä heikosti ja joissa on vähän mahdollisia sisäänpääsypisteitä putkeen. (ISTT 2016.)

Järjestelmä, jossa sensori on kiinni johdon päässä, syötetään sulkuventtiilien läpi putkeen. Yhteyskaapelilla maan päälle yhdistetty sensori kulkee putken läpi virran mukana. Akustinen data kulkee yhteyskaapelia pitkin maan pinnalle koneenkäyttäjälle, joka määrittää vaurion arvioidun sijainnin. Maan päällä vauriokohta osoitetaan jäljityslaitteella muutaman senttimetrin tarkkuudella. (ISTT 2016.)



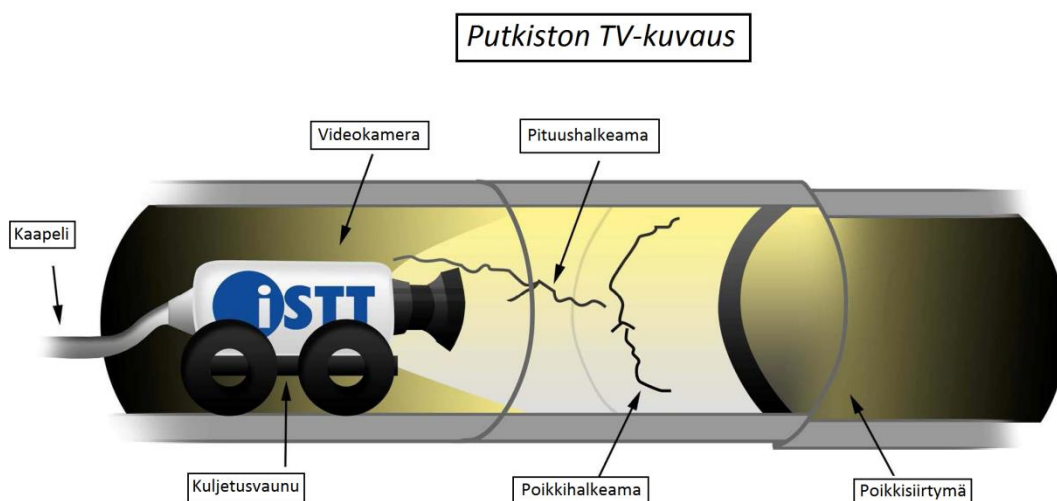
Kuva 26. Vuotojen etsintä (ISTT 2016).

Toisessa putken sisäisessä järjestelmässä käytetään vapaasti uivaa sensoria vuotojen ja kaasutaskujen havainnointiin. Vapaasti uivalla sensorilla voidaan yhdellä kertaa tutkia pitkiä matkoja. Se soveltuu hyvin erityisesti suurten runkolinjojen tarkastukseen ja vuotojen havainnointiin. (ISTT 2016.)

Vapaasti uivan järjestelmän sensori on suojassa pehmeän pallon sisällä, laitteen kuljettaessa putken virtauksen mukana. Järjestelmä laskee vaurion sijainnin tutkimalla ja analysoimalla sensorin lähettämän ultraääni-impulssin, joka vastaanottaa esimerkiksi venttiiliin kiinnitetyt vastaanottimet. Kun sensori on poistettu putkesta, akustinen data käsitellään ohjelmistolla, joka tuottaa raportin vuotojen tai kaasutaskujen sijainnista sekä koosta. (ISTT 2016.)

6.3 Putken TV-kuvaus

Kameravaunuun kiinnitettyä videokameraa, mitä ajetaan viemärin läpi, käytetään korjausten tarkistukseen ja viemäroinnin kunnon arviointiin. TV-kuvausmenetelmässä (kuva 27) on kamera, kuljetusvaunu, yhteyskaapeli, tallennin, näyttö sekä tietokoneohjelma videon, kuvien ja havaintojen tallentamiseen. Kun kameral etenee putkessa, sen kulkematka lähtöpisteestä tallentuu kuvausohjelmaan. Myös muu informaatio, kuten päiväys ja aika, voidaan tallentaa. Kameral liikkuessa putkessa kuvaaja tallentaa virheet ja muut huomiot kuvausohjelmaan käyttäen niille standardoituja tunnuksia. (ISTT 2016.)



Kuva 27. Putkiston videokuvaus (ISTT 2016.)

Viemäriputkisto tulee puhdistaa ennen kuvausta, jotta kamera pääsee kulkemaan kuvattavassa putkiosuudessa esteettä. Kameran pitää olla puhdas sekä muuten hyvässä käyttökunnossa. Kameran objektiivi asetetaan pyöreän putken keskilinjalle, sekä 2/3 korkeudelle munanmuotoisissa putkissa. Kameran nopeus ei saa olla liian nopea, jotta käyttäjä huomaa mahdolliset virheet. Sopiva nopeus riippuu putken koosta, joka vaihtelee pienten (alle 200 mm) putkien noin kuudesta metristä minuutissa suurien (yli 300 mm) putkien noin 10 metriin minuutissa (S. Kuikka, henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2016). Valaistus täytyy olla tasaisesti jakautunut putken pintaan, jolloin saadaan mahdollisimman tarkka kuva. (ISTT 2016.)

Kehittyneemmissä TV-kuvauslaitteissa on ns. kääntyväpäinen kamerapää, mikä mahdollistaa virheiden ja haaraliitosten tarkemman tarkastelun. On myös olemassa ns. kalansilmäobjektiivillä varustettuja kuvauslaitteistoja, joilla saadaan täyden 180 asteen näkymä putken seinämistä. Laserjärjestelmällä voidaan mitata putken profiilia ja sonarmittalaitteella voidaan arvioida putken kuntoa vedenalaisissa osissa. Putkikuvauksessa on myös kehittyneitä tietokoneohjelmistoja, jotka kontrolloivat kuvauksen edistymistä, havaintojen koodausta sekä prosessoivat tulevaa dataa. (ISTT 2016.)

7 YHTEENVETO

Kaivamattoman tekniikan käsitteiden määrittely ja termistön yhtenäistäminen on tarpeellista, jotta asiantuntijat sekä Suomessa että ulkomailla puhuisivat samoilla termeillä samoista asioista. Eniten sekaannusta aiheuttavat varmasti Suomessa vähemmän käytetyt tekniikat, sillä ne ovat monille ammattilaisillekin hieman vieraita. Tuomalla tietoa eri tekniikoista voidaan edistää kaivamattomien tekniikoiden käyttöönottoa ja kehitystä Suomessa. Kaivamattoman tekniikan tunnettavuuden lisääminen sekä ammattilaisille että opiskelijoille on tärkeää, koska saneerattavia kohteita on koko ajan enemmän ja tarvitaan hyviä vaihtoehtoja eri saneerausmenetelmille. Myös rakentaminen kaupunkialueille lisääntyy, joten tarvitaan menetelmiä, joilla uudisrakentaminen tai saneeraustyö voidaan tehdä vanhoja rakenteita rikkomatta ja mahdollisimman vähän muuta liikennettä häiritsemättä.

LÄHTEET

The International Society for Trenchless Technology. 2016. Guidelines.
<http://www.istt.com/guidelines>

Sanasto

	<u>Kaivamattoman tekniikan sanastoa</u>	
A	Acoustic noise	Akustinen ääni
A	Acoustic receiver	Akustinen vastaanotin
A	Adapter Ring	Mikrotunnelointikoneen ja ensimmäisen putkenliitoksen tiivistävä sovitinrengas
A	Advance Rate	Etenemisnopeus
A	Alignment	Sovitus
A	Allowable Bend Radius	Sallittu taivutussäde
A	Angular Deflection	Kulmapoikkeama
A	Annular Filler	Välitilan täyttömateriaali
A	Annular Space	Välitila (saneerausputken ja isäntäputken välinen tyhjä tila)
A	Articulated Head	Kaksiosainen käännettävä louhintaputki
A	Auger boring	Kairaporaus, auger poraus
A	Auger MTBM	Mikrotunnelointi
B	Back Reamer	Vedettävä avennin
B	Backacter	Mekaaninen kaivuulaite avoimessa louhintaputkessa
B	Beacon	Merkkivalo, majakka
B	Bent Sub	Suuntaporan kärkeä ohjaava nivel
B	Bentonite	Bentoniitti
B	Bore	Pora
B	Breakout Wrench	Tankoliitosavain
B	Burp Hole	Ilmareikä
B	Butt-end	Tasapäinen
C	Cable Drum	Kaapelikela
C	Camera Lens	Kameran objektiivi, kameran linssi
C	Can	Tunnelointikoneen louhintaputki
C	Carrier Pipe	Isäntäputki, saneerattava putki

C	Cased Bore	Suojaputkitettu poraus
C	Casing	Suojaputki
C	Caulking	Tiivistys
C	CCTV	TV-kuvaus
C	CCTV Transport	Kameravaunu
C	Cement mortal Lining	Sementtilaastivuoraus
C	Chemical Grouting	Kemiallinen injektointi
C	Chemical Stabilisation	Kemiallinen stabilointi
C	CIPP Lining	Sukkasujutus
C	Circumferential Defect	Poikkihalkeama
C	Cleaning Systems	Puhdistusjärjestelmä
C	Close fit sliplining	Muotoputkisujutus
C	Closed Circuit Television (CCTV)	TV-kuvaus
C	Closed Shield	Suljettu louhintaputki
C	Compression Ring	Tunkattavien putkien väliin asennettava puristusren- gas
C	Condition Assessment	Kuntoarvio
C	Conductor Casing	Suojaputki porausreiän stabiloimiseksi
C	Contact Grout	Sujutuksen välitilan täyttölaasti
C	Continuous Sliplining	Pitkäsujutus
C	Control Console	Ohjauslaite
C	Conventional Trenching	Perinteinen aukikaivuu
C	Crossing	Alitus
C	Crush Lining	Mikrotunneloiva pakkosujutus
C	Cured-In-Place Pipe (CIPP)	Sukkasujutus, paikalleen kovetettava putki
C	Cut and Cover	Kaivuu ja täyttö
C	Cutter Boom	Kaivuulaite avoimen suojaputken sisällä
C	Cutting/Cutter Head	Porauspää
C	Cuttings	Porausjäte
D	Data Processing Unit	Tiedonkäsittely yksikkö
D	Directional Drilling	Suuntaporaus
D	Detergent	Porausnesteen lisäaine
D	Deviation	Poikkeama
D	Directional Drilling	Suuntaporaus

D	Discrete Sliplining	Pätkäsuutus
D	Downhole Drilling Assemblies	Suuntaporan kokoonpano
D	Drill Bits	Poranterät, porakärjet
D	Drill Rig	Porausvaunu, poraustorni
D	Drill Rods	Poraustangot
D	Drill String/Stem	Poranvarsi, porausputki
D	Drilling Fluid	Porausneste
D	Drive Shaft	Aloituskavanto
D	Dry Bore	Kuivaporaus
E	Earth Pressure Balance Machine (EPBM)	Maanpainetta tasoittava tunnelipora
E	Earth Piercing	Paineilmamyyräys
E	Entrance Seal	Tiiviste mikä eristää aloituskuilun vedeltä ja maa-ainekselta
E	Egg-shaped pipe	Munanmuotoinen putki
E	Entry Ring	Tiiviste mikä eristää aloituskuilun vedeltä ja maa-ainekselta
E	Epoxy Lining	Epoksinnoitus
E	Exit Seal	Tiiviste, mikä eristää lopetuskavannon vedeltä ja maa-ainekselta
E	Exit Shaft	Lopetuskavanto
E	Eye (Pipe Jack Eye)	Tiivistys millä eristetään kuilut vedeltä ja maa-ainekselta
F	Flood Grouting	Nesteinjektointi
F	Free-swimming sensor	Vapaasti uiva anturi
F	Frequency range	Taajuusalue
F	Face	Koskematon maa porauksen edessä
F	Ferro-Cement	Ferrosementti
F	Filter Cake	Bentoniitilla vuorattu porausreikä
F	Fluid Assisted	Porausmenetelmä, jossa käytetään porausnestettä
F	Fluid Density	Porausnesteen tiheys
F	Fold & Form Lining	Muotoputkisuuutus
F	Frac-out	Porausnesteen karkaaminen ympäröivään maahan

F	Free Boring	Kairaporaus ilman suojaputkea
G	Gas pocket	Kaasutasku
G	Gel Strength	Porausnesteestä tutkittava suure
G	Geological Survey	Geologinen tutkimus
G	Ground microphone	Maamikrofoni
G	Ground Penetrating Radar	Maatutka
G	Grouting	Injektointi
G	Guide Rails	Suuntauskiskot
G	Guided Auger Boring	Ohjattava vaakaporaus
H	Hand Shield	Suojaputki käsinkaivuussa
H	Hole Openers	Pora-aukon avaaja
H	Horizontal Directional Drilling (HDD)	(Ohjattava) suuntaporaus
H	Hose Lining	Letkusujutus
H	Hydraulic Jacks	Hydraulitunkit
H	Hydrofracture	Porausnesteen karkaaminen ympäröivään maahan
H	Hydrolock	Aventimen jumiutuminen pyörimisliikkeen pysähtyessä
I	Inspection of Defects	Vaurioiden tarkastus
I	Impact Moling	Pakkosujutus paineilmamyyrällä
I	Image record	Kuvatallenne
I	Infiltration	Vuoto (sisäänpäin)
I	Infiltration/Inflow (I/I)	Virtaama
I	Inflow	Sisäänvirtaus
I	Interjack Pipes	Lisätunkkauksessa käytettävät putket
I	Intermediate Jacking Station	Välitunkkauskohta
I	Intersect Method	Vastaanporaus, suuntaporaus kahdella poravaunulla vastakkain
J	Jacking Frame	Tunkkauslaite
J	Jacking Pipe	Tunkkausputki
J	Jacking Shaft	Tunkkauskuilu

J	Jacking Shield	Mikrotunneloinnin louhintaputki
J	Jacking Force	Tunkkausvoima
J	Jet Cutting	Maa-aineksen poisto painevedellä
J	Joint Grouting	Sauman injektointi
J	Joint	Sauma
J	Joint Sealing	Sauman tiivistäminen
L	Launch Pit	Aloituskaivanto, lähtökaivanto (paineilmamyyrälle)
L	Launch Seal	Tiiviste, mikä eristää asennuskuilun tunnelointikoneen porausnesteiltä
L	Leak Detection	Vuodonetsintä
L	Leak detector	Vuodon ilmaisin, vuodon tunnistin
L	Location	Sijainti
L	Localized Sealing	Paikallinen tiivistäminen, yksittäiskohteiden tiivistäminen
L	Longitudinal Defect	Pituushalkeama
L	Lead Pipe	Kärkiputki, louhintaputken takana oleva ensimmäinen putki
L	Leading Interjack Pipe	Putki välitunkkauskohdan edessä
L	Live Insertion	Sujutus käytössä olevaan putkeen
L	Localised Repair	Kohdennettu korjaus, paikallinen korjaus
L	Location	Sijainti
L	Locator	Paikannin
L	Low Load Method	Vähäisen kuormituksen tunkkausmenetelmä
L	Lubrication	Voitelu
M	Maintenance Hole	Huoltokaivo
M	Manual Mechanical Shield	Käsin tyhjennettävä louhintaputki
M	Marsh Funnel	Marsh-suppilo
M	Measurement While Drilling (MWD)	Porausdataa lähettävä laitteisto
M	Mechanical Props Repair	Putken muodon palautus
M	Microtunnel	Mikrotunneli
M	Microtunnel Boring Machine (MTBM)	Mikrotunnelointikone (MTBM)

M	Microtunnel Shield	Mikrotunneloinnin louhintaputki
M	Mixing Sytem	Porausnesteen sekoitusjärjestelmä
M	Modified Sliplining	Muotoputkisujutus
M	Mole	Myyrä
M	Mole Ploughing	Kaapeliauraus
M	Muck	Jättemaa
M	Mud Motor	Paineistetulla porausnesteellä porauspäättä pyörittävä osa
M	Mud Weight	Porausnesteen painon suhde lisätyn veden määrään
N	Narrow Trench	Kapea kaivanto
N	Narrow Trenching	Kapea kaivuu
N	New Installation	Uuden putken asentaminen
N	Non-structual	Ei-rakenteellinen
N	Non-Structural Renovation	Ei-rakenteellinen kunnostus
O	Obstruction	Este
O	Offset Point	Poikkeama piste
O	Open Cut	Aukikaivuu
O	Open Shield	Avopäinen louhintaputki
O	Overcut	Ylisuuri tila putken ja porausreiän välissä
P	Packer	Tunkattavien putkien väliin asennettava puristusren- gas
P	Packing	Putkiliitosten väliin laitettava materiaali tunkkausvoi- mien jakamiseksi
P	Piezometer	Huokospainemittari, pietsometri
P	Pilot Bore	Pilottipora
P	Pilot Tube Method	Kontrolloitu kaira-poraus menetelmä
P	Pilot Tube	Pilottiputki
P	Pipe Bursting	Hydraulinen pakkosujutus, pneumaattinen pakkosuju- tus
P	Pipe Eating	Mikrotunneloiva pakkosujutus

P	Pipe Extraction	Tunkkaava pakkosujutus
P	Pipe Jacking	Putkitunkkaus
P	Pipejacketing-Microtunneling	Mikrotunneloiva tunkkausmenetelmä
P	Pipe Lubricant	Putken voiteluaine
P	Pipe Pulling	Pienten putkien asennusmenetelmä vetämällä
P	Pipe Reaming	Poraava pakkosujutus
P	Pipe Splitting	Halkaiseva pakkosujutus
P	Point Source Repair	Kohdennettu korjaus, paikallinen korjaus
P	Pointing	Tiiliviemärin tai -kaivon uudelleensaumaus
P	Polyurethane Lining	Polyuretaani pinnoitus
P	Potholing	Tarkastuskaivannon teko imukaivamalla
P	Potholing for Local Repair	Korjauskaivannon teko imukaivamalla
P	Power Pack	Hydraulitunkin voimaysikkö
P	Preconditioning Work	Valmistelutyöt
P	Preparatory Cleaning	Alustava puhdistus
P	Pressure Plate	Tunkkauspainetta maaperään jakava levy
P	Pressure pipes	Paineputket
P	Product Pipe	Putki halutun hyödykkeen kuljetukseen
P	Pull-Back	Suuntaporauksen vetovaihe
P	Pull-Back Force	Takaisinvetovoima
P	Pump Capacity	Pumppauskapasiteetti
P	Push Ring Adapter	Työntörenkaan sovitin
R	Ramming	Junttaus
R	Reamers	Avartimet, aventimet
R	Rebated Joint	Liitos mikä ei muuta putken ulkohalkaisijaa
R	Reception/Exit Shaft/Pit	Ulostulokaivanto
R	Reinstatement	Kaivannon täyttö ja viimeistely
R	Rehabilitation	Saneeraus
R	Renovation	Kunnostaminen
R	Repair	Korjaaminen
R	Replacement	Uusiminen
R	Rerounding	Putken muodon palautus
R	Resin Injection	Hartsin injektointi

R	Robot	Robotti
R	Round pipe	Pyöreä putki
S	Segmental Lining	Elementtivuoraus
S	Segmental Sliplining	Pätkäsujutus
S	Sewer	Viemäri
S	Skin Friction	Pintakitka
S	Sleeve Pipe	Suojaputki
S	Slime Shield	Louhintaputki jossa tunnelointia helpottavia lisäaineita
S	Slip Lining	Putkisujutus, (pitkäsujutus)
S	Slurry Chamber	Jätessäiliö
S	Slurry Line	Lietteen kuljetusputket mikrotunneloinnissa
S	Slurry Separation	Porauslietteen suodatus
S	Slurry TBM	Täysprofiilipora
S	Soft Lining	Sukkasujutus
S	Sonde	Luotain, sondi
S	Sonar	Ääniluotain, kaikuluotain
S	Spacer	Keskitysrengas
S	Spiral Wound Lining	Spiraalinauhasujutus
S	Spoil	Jäte
S	Spray Lining	Ruiskupinnoitus, ruiskuvuoraus
S	Standard Dimensional Ratio (SDR)	Putken ulkohalkaisijan suhde seinämään
S	Steel Banded Joint	Teräspannoitettu liitos
S	Steerable Moling	Ohjattava paineilma myyrä
S	Structual	Rakenteellinen
S	Structural Renovation	Rakenteellinen kunnostus
S	Survey	Tutkimus
S	Survey Tools	Tutkimuslaitteet
S	Swivels	Pyörimisen estävä nivel
T	Target Shaft/Pit	Lopetuskaivanto
T	Thrust	Työntövoima
T	Thrust Jacking Method	Työntötunkkaus menetelmä

T	Thrust Pit	Aloituskaivanto, tunkkauskuilu
T	Thrust Ring	Työntökehä putken ja tunkkien välissä
T	Thrust Wall	Tunkkauksen tukiseinä
T	Thrust/Pullback	Porauslaitteen työntö/veto mittayksikkö
T	Torque	Vääntö
T	Tracking	Seuraaminen, paikallistaminen
T	Trailing Interjack Pipe	Putki välitunkkauskohdan takana
T	Transmitter	Lähetin
T	Trenching	Kaivuu, kaivaminen
T	Trenchless	Kaivamaton
T	Trenchless Technology	Kaivamaton teknologia
T	Tunnel Boring Machine (TBM)	Täysprofiilipora
T	Tunneling	Tunnelointi
U	Underground Construction Techniques	Maanalaiset rakennustekniikat
U	Unbilical Tether	Yhteyskaapeli
U	Uncased bore	Itsekantava porausreikä
U	Upsizing	Suurentaminen
U	Utility Corridor	Putkitunneli, putkille ja kaapeleille varattu maakaistale
V	Vacuum Excavation Potholing	Imukaivuu
V	Viscosity	Viskositeetti
W	Walkover detector	Kannettava paikannuslaite
W	Wide Trench	Leveä kaivanto
W	Wowen hose Lining	Letkusujutus
W	Walkover System	Kannettava paikannuslaite
W	Washover pipe	Putki jumittunen poraustangon poistoon ja porausreijän stabilointiin
W	Water Jetting	Korkeapainepesu
W	Wireline	Yhteyskaapeli
W	Working Shaft	Asennuskaivanto