

Tuomas Kumpu-Huhtala

## **Katusaneeraus ja siihen liittyvät liikennejärjestelyt**

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tuomas Kumpu-Huhtala

Työn nimi: Katusaneeraus ja siihen liittyvät liikennejärjestelyt

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2019 Sivumäärä: 42 Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyön tehtävänä oli käsitellä katusaneerausprosessin läpivientiä ja toteutuksen menetelmiä. Opinnäytetyössä käytetään apuna työharjoittelussa saatua kokemusta ja kuvamateriaalia. Katusaneerausprosessiin kuuluvat vaiheet käydään läpi. Työ sisältää kaivuutyöt, kaivantotyyppit, katualueelle asennettavat materiaalit, maapohjan vahvistamiseen kuuluvia menetelmiä, liikennealueiden rakennekerrokset, tiivistystyöt ja liikennejärjestelyt. Käsitteisiin liittyy myös joissakin osin pohdintaa riskeistä ja ongelmista, joita työvaiheissa pitää huomioida. Katualueelle asennettavissa materiaaleissa on kuvamateriaalia katusaneeraustyömaalta, johon vaihdettiin jätevesi- ja juomavesilinjat ja rakennettiin uusi sadevesilinja.

Avainsanat: Pohjatutkimus, tietyöt ja tiejyrät

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Tuomas Kumpu-Huhtala

Title of thesis: Road renovation and traffic arrangements

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2019      Number of pages: 42      Number of appendices: 0

---

The aim of the thesis was to study a road renovation process and methods. Experience and footage material from practical training were used in the thesis. All the phases in road renovation were carefully processed. The thesis contained excavation work, all types of trenches, installable materials, soil strengthening methods, street area structure layers, compression work and traffic arrangements. There was also some discussion about the risks and problems that would need to be taken into consideration with these concepts. In the installable material section, there is footage material from a road renovation about changing sewers, storm drains and water pipes.

Keywords: Ground survey, roadworks and road rollers.

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 POHJATUTKIMUS.....	10
3 Kaivuutyöt.....	12
3.1 Louhinta ja räjäytystyöt.....	13
4 Kaivannot.....	14
4.1 Putkikaivanto ja sen täyttötyöt.....	14
4.2 Kalliokaivanto.....	18
4.3 Maakaivanto.....	19
4.4 Tuetut kaivannot.....	22
5 Katualueelle asennettavat materiaalit.....	24
5.1 Teräsbetonikaivot.....	24
5.2 Muovikaivot.....	26
5.3 Muoviputket.....	28
5.4 Teräsbetoniputket.....	29
5.5 Valurautaputket.....	30
5.6 Eristeet.....	31
6 Maapohjan vahvistaminen.....	32
6.1 Massanvaihto.....	32
6.2 Kevennykset.....	32
6.3 Stabiloinnit.....	33
6.4 Lujitekankaat.....	33
7 Liikennealueiden rakennekerrokset.....	34
8 Tiivistystyöt ja laitteet.....	35
8.1 Tärylätkä.....	35

8.2 Katujyrä.....	36
8.3 Tiivistyksen tärkeys ja riskit.....	37
<b>9 Liikennejärjestelyt .....</b>	<b>38</b>
9.1 Liikenteenohjaussuunnitelma.....	38
9.2 Tiedottaminen .....	39
<b>10 Yhteenveto.....</b>	<b>40</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>41</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Sadevesiputkelle valmis arina.....	15
Kuva 2. Putken sivutäyttö. ....	16
Kuva 3. Kuvassa olevan oikean putken päällä noin 40 cm suojatäyttöä, eli tässä tapauksessa 16 mm mursketta. ....	17
Kuva 4. Settiseinä (Jääskeläinen 2009, 185).....	23
Kuva 5. Sadevesi- ja jätevesikaivo.....	24
Kuva 6. Teräsbetoniaivon pohjarengas, halkaisija 1000 mm. ....	25
Kuva 7. Tonttikaivo. ....	26
Kuva 8. Salaojakaivo. ....	27
Kuva 9. Sadevesilinjan runkoputki rivitaloalueella, halkaisija 250 mm. ....	28
Kuva 10. Teräsbetoniputki (Rudus).....	29
Kuva 11. Valurautaputki.....	30
Kuva 12. Sadevesikaivojen putkivälin eristys.....	31
Kuva 13. Tärylätkä.....	35
Kuva 14. Katujyrä. (Jääskeläinen 2010, 120.) ....	36

Kuvio 1. Pohjatutkimuskartta. (Jääskeläinen 2011, 238.) .....	11
Kuvio 2. Putkikaivannon rakennekerrokset. (Uponor 2009, 60) .....	18
Taulukko 1. Tukemattomien kaivantojen luiskakaltevuuksia. (Jääskeläinen 2009, 179.).....	20
Taulukko 2. Tukemattoman kaivannon syvyyksiä ja luiskan kaltevuuksia. (Jääskeläinen 2009, 179.).....	21

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Maa-ankkuri</b>	Ankkurointimenetelmä, jota käytetään silloin, kun ankkurointikohteen läheisyydessä ei ole kalliota. Ankkuri on suuren betonikappaleen sisällä, joka pitää ankkuroitavaa kappaletta paikoillaan.
<b>Hydraulivasara</b>	Kaivinkoneeseen kiinnitettävä työkalu, jolla voi hajottaa pieniä määriä kalliota. Hydraulivasara on hyvin käytännöllinen, kun joudutaan poistamaan pieniä määriä kalliota, jolloin räjäyttämistöitä ei tarvita.
<b>Tasausviiva</b>	Tasausviivan tehtävänä on kuvata tien pinnan korkeuseroja, ja ne voivat muuttua paljon maaston mukaisesti. Tasausviiva usein kertoo tien keskikohdan teoreettisen korkeuden.



# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä katusaneerausprosessia ja kertoa siihen liittyvistä riskeistä ja ongelmista. Opinnäytetyön pohjana on käytetty omia kokemuksia työharjoittelusta katusaneeraustyömaalla. Lisäksi opinnäytetyössä pohditaan, kuinka liikennejärjestelyt ja siihen kuuluva tiedottaminen voidaan toteuttaa tehokkaasti ja oikein.

Katusaneeraus on hyvin laaja käsite, ja tiealueiden korjaamista joudutaan toteuttamaan jatkuvasti joka puolella valtiota. Suomessa on 26000 kilometriä katuverkkoa, jota joudutaan saneeraamaan todella paljon. Liikenne- ja ilmastorasitukset aiheuttavat tienpintojen rappeutumisen, myös alusrakenteiden painuminen on iso syy tienpintojen rikkoutumiseen. Rakennekerrokset ja päällysteen ominaisuudet vaikuttavat siihen, kuinka nopeasti saneeraustoimenpiteisiin aletaan ryhtyä. Saneeraus on toteutettava, kun tiet eivät enää läpäise tiettyjä kriteereitä. Tiealueiden turvallisuus on hyvin tärkeää ja saneerausurakat auttavat parantamaan teiden käyttäjien turvallisuutta ja hyvinvointia. (Rautio 2013, 9.)

Suurin osa laajemmista katusaneerauksista johtuu vesi- ja jätevesiverkoston huonosta kunnosta. Rivi- ja omakotitaloalueilla putket on rakennettu katualueen alle, ja ongelmien sattuessa joudutaan koko katualue kaivamaan auki ja selvittämään ongelman syy. Saneeraus on tarpeen varsinkin vanhemmilla putkilla, jolloin korroosiota on syntynyt paljon ja tiivisteet ovat alkaneet rappeutumaan. Jätevesiviemärit eivät toimi halutulla tavalla, kun vuosien saatossa maaperään on syntynyt merkittäviä painumia. (Rautio 2013, 9.)

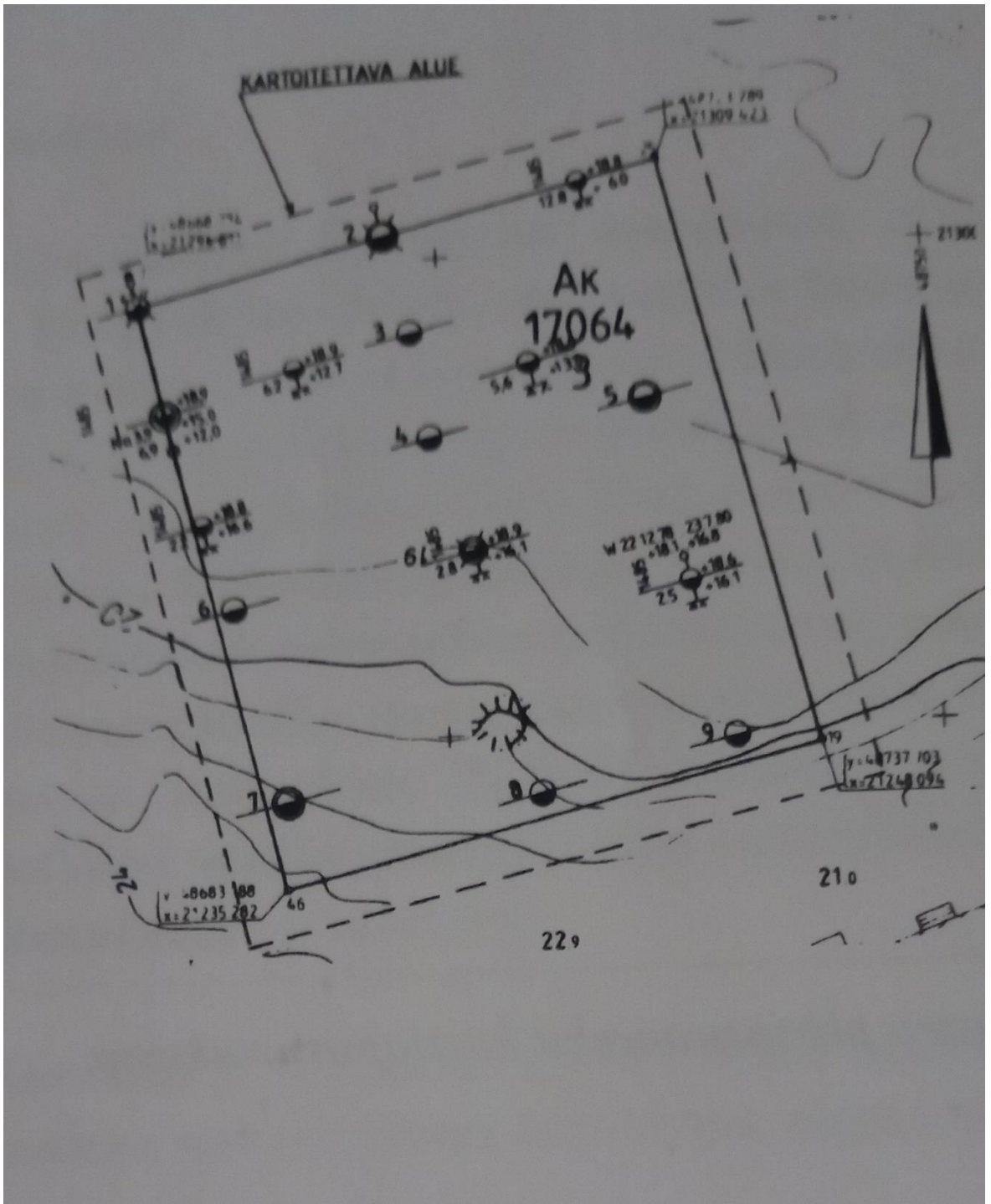
## 2 POHJATUTKIMUS

Pohjatutkimus on kokonaisuus, joka tehdään aina ennen töiden aloittamista, jolloin saadaan kokonaiskuva rakennusalueesta. Pohjatutkimukseen kuuluu rakennusalueen kartoitus, vaaitus ja varsinaiset pohjatutkimukset. Tärkeintä pohjatutkimuksessa on paikantaa, mitä kaikkea katualueen rakenteista löytyy, jotta maanpinnan alle kaivaessa ei tule mitään yllätyksiä esille. (Jääskeläinen 2011, 236.)

**Kartoitus.** Kartoituksessa selvitetään rakennusalueen tonttien rajat ja niiden rajapyykit. Rajapyykkien koordinaatit voidaan myös selvittää ja esittää kartoituksessa. Liittymien suunnitteluun tarvitaan tonttien läheisyydessä olevien katujen, jalkakäytävien ja reunakivien paikat. Lisäksi kartoitukseen kuuluvat tonttien avo-ojat, vesi- ja viemäriputkien liitoskohdat, kaivojen paikat, kaapelit, isokokoiset puut ja istutukset ja avokallioiden kohdat. Kaikki mahdollinen tieto, jota voidaan käyttää hyödyksi saneerausurakan aikana, selvitetään kartoituksessa. (Jääskeläinen 2011, 236.)

**Pintavaaitus.** Suunnitelmien mukaan tehdään rakennusalueelle vaaitukset. Korkeuskäyrät tehdään 0,25-0,5 metrin välein, riippuen täysin maaston muodosta. Korkeustiedot pitää olla kunnossa varsinkin tonttien rajoilla, koska maanpinnan ja katualueen pintojen pitää luonnollisesti kohdata. Kaikki katualueelle asennettavat materiaalit vaaitaan, eli kaivonkannet, putkien vesijuoksut, putkien taloliittymäkohdat, vesipostit, kaukolämpöputket, valopylväiden jalat ja muut tärkeät kohteet. (Jääskeläinen 2011, 236.)

**Pohjatutkimuksen tulokset.** Tulokset esitetään pohjatutkimuskartalla (Kuvio 1) ja leikkauspiirustuksilla. Maaperätutkimukset esitetään erikseen. Tuloksien ohessa pohjatutkimuksen johtanut henkilö tai ohjelmoija on koonnut tekstin rakennusalueen maaperän ominaisuuksista ja olosuhteista. (Jääskeläinen 2011, 237.)



Kuvio 1. Pohjatutkimuskartta. (Jääskeläinen 2011, 238.)

### 3 Kaivuutyöt

Katusaneerauksen alkaessa kaivuutöihin tarvittava kalusto tuodaan työmaalle. Katusaneerauksen alkamiseen on haettu tarvittavat luvat ja tiedotettu lähellä oleville talokiinteistöille töiden aloittamisen ajankohdasta. Kadun mennessä poikki joudutaan tehdä mahdolliset kiertoreitit.

**Asfaltin kuorinta.** Ennen varsinaisia kaivuutöitä joudutaan paikantamaan vanhojen suunnitelmien ja pohjatutkimuksien kartoituksien avulla kaikki kaivojen paikat. Katusalueilla olevat vanhat kaivot ja niiden kaivonkannet ovat asfaltin poistamisen aikana vaarassa vaurioitua. Vaarana on kaivojen kallistuminen, jolloin putkilinjojen kaadot voivat lähteä väärään suuntaan. Jos asfaltti poistetaan pitkältä matkalta katusuon, voi mennä kauan, että uudet kaivot ja putkilinja on asennettu. Putkilinjaan aiheutuu tukoksia yllättävän nopeasti, mikä aiheuttaa ongelmia.

Asfaltin poisto tapahtuu helposti kaivurin kauhaa käyttäen ja lastaamalla asfaltti kuorma-auton lavalle. Kaduilla asfaltin paksuus vaihtelee alueittain 35-100 mm:n välillä. Vanha asfaltti viedään lähellä olevalle asfalttiasemalle. Asfalttiasemalla vanhaa asfalttia voidaan hyödyntää uuden asfaltin teossa (Uusio-asfaltti 2012, 3-5).

**Vanhojen maakerrosten kaivaminen.** Seuraavana työvaiheena aloitetaan kaivamaan vanhat maakerrokset pois. Maakerrosten kaivaminen tapahtuu täysin kaivantosunnitelmien mukaisesti. Kaivinkoneessa olevat 3D-mallit ja anturit mahdollistavat kaivuusyvyiden ja kaivantojen leikkauksien toteuttamisen hyvin helposti. Vanhojen suunnitelmien ja pohjatutkimusten avulla voidaan tehdä uusi 3D-malli vanhojen putkien koordinaateista, jolloin niiden paikantaminen tapahtuu nopeasti ja turhia vahinkoja aiheuttamatta. (Jääskeläinen 2010, 41-43.)

Työvaiheeseen toteuttamiseen tarvitaan kaivinkone, kuorma-auto, maanrakennustyöntekijä, työnjohtaja ja koneiden kuljettajat. Työvaiheen nopeuttamiseksi kuorma-autoja olisi ainakin kaksi, jolloin turhia katkoja työaikaan ei tapahdu. Maanrakennustyöntekijän tehtävä on paikantaa turvallisesti kadun alla olevat putket näkyville, jolloin kaivinkoneen kuljettaja voi turvallisesti kaivaa hajottamatta esimerkiksi vanhoja kaapeleita. Vanhoja maa-aineksia voidaan käyttää kadun täyttötöissä riippuen maa-aineksien laadusta.

### 3.1 Louhinta ja räjäytystyöt

Uudet putkilinjat ja kaivot asennetaan täysin suunnitelmien mukaisesti, ja asennettavien materiaalien tiellä olevat kalliot ja muut esteet on poistettava. Vähäiset kalliomäärät voidaan poistaa käyttämällä kaivinkoneeseen liitettävää hydraulikkava-saraa. Isommat kalliomäärät poistetaan usein räjäyttämällä.

Irrotuslouhintaa käytetään kohteissa, joissa halutaan vain poistaa kallio nopeasti ja tehokkaasti käyttäen voimakasta dynamiittia. Irrotuslouhinnassa porareikiin asennettu voimakas dynamiitti rikkoo kallion moneen osaan suuren räjähdyspaineensa avulla. (Jääskeläinen 2010, 193.)

Tarkkuuslouhinnannassa pyritään rikkomaan vain pieni osa kalliota, joka rikkoutumisen jälkeen jättää sileän ja tasaisen pinnan kallioon. Prosessiin tarvitaan selkeästi heikompa dynamiittia kuin irrotuslouhintaan. Heikot dynamiitit on pakattu ohuisiin putkiin, jotka asetetaan kalliopinnassa putkia suurempiin reikiin. Tällöin muu kallio säilyy ehjänä ja ainoastaan pieni osa kalliota lähtee paineen vaikutuksesta irti. (Jääskeläinen 2010, 193.)

## 4 Kaivannot

Rakennustyömailla voi olla monta erilaista kaivantoa. Jokaisen kaivannon teossa on tärkeää noudattaa suunnitelmia ja tehdä mahdolliset tuennat, jos kaivanto alkaa mennä liian syväälle. Luiskamattomat kaivannot, joiden syvyys ylittää yli kaksi metriä, on tuettava. Ennen kaivannon tekoa työnjohto ja työntekijät suunnittelevat, kuinka työvaihe toteutetaan. (RIL 194-1992, 73.)

Tärkeitä asioita ennen kaivuun aloittamista:

- logistiikan toiminta
- kaivujärjestys
- läjitysmaiden sijoitus paikkaan, missä niistä ei ole vaaraa muille
- työturvallisuus kaivannon ympärillä ja myös kaivannossa
- maaperän lisätutkimusten tarve. (RIL 194-1992, 73.)

### 4.1 Putkikaivanto ja sen täyttötööt

Kaivuutöiden jälkeen aloitetaan rakentamaan putkikaivannon monia eri rakennekerroksia. Kaivannon pohjamaan päälle tehdään ensimmäisenä tasauskerros eli arina. Arinan tärkein tehtävä on ottaa asennettavan materiaalin kuormat vastaan tasaisesti joka puolelta, jolloin putkien painumia tai rikkoutumisia ei syntyisi. Kaivannon pohja voi olla louhittua kalliota, jolloin tasauskerroksen merkitys on todella suuri. Tasauskerroksen rakentamisen laiminlyönti voi johtaa putkien rikkoutumiseen. Arinan teossa voidaan käyttää kiinteitä materiaaleja tai kiviaineksia. (Rekula 2014, 10-11.)

Tasauskerros tehdään oikeaan kaltevuuteen esimerkiksi tasolaserin tai putkilaserin avulla, jolloin putkella on suunnitelmien mukainen kaltevuus. Kerros tiivistetään huolellisesti tärylätkän avulla, minkä jälkeen alusta tasataan suoraksi. Pohjan ollessa täysin tasainen se on valmis putken asennusta varten, kuvassa 1. on valmis arina putken asennukselle



Kuva 1. Sadevesiputkelle valmis arina.

Asennuksen jälkeen tehdään putken sivutäyttö (Kuva 2). Huolellinen sivutäyttö on hyvin tärkeää, koska jos sivutäytöt painuvat, putki saa aivan liikaa kuormaa kuin mitä se on suunniteltu kestävänsä. Muoviputket lutistuvat helposti, jos sivutäytöt on tehty huolimattomasti. Sivutäyttöjä on vaikea tiivistää koneellisesti. Sivutäyttöjen materiaalina voidaan käyttää samaa ainesta mitä tasauskerroksessa on, esimerkiksi 16 mm:n mursketta. (Jääskeläinen 2010, 139-140.)



Kuva 2. Putken sivutäyttö.

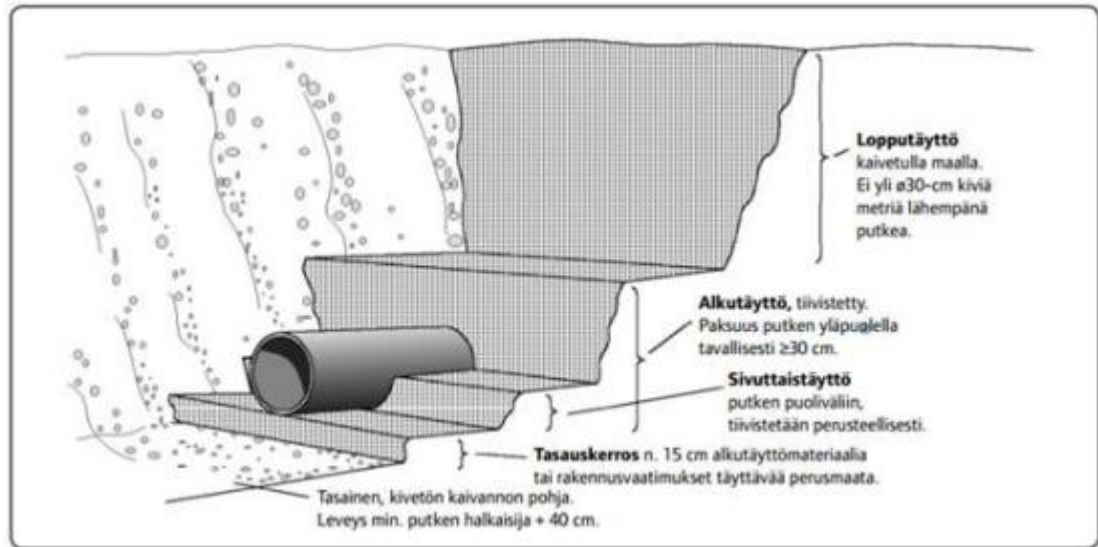


Seuraavana kerroksena on putken päälle tuleva suojatäyttö (Kuva 3). Suojatäytön paksuus riippuu putken konetiivistyksen kestävydestä ja tiivistyslaitteen tehokkuudesta. Suojatäyttö tehdään täysin kivettömällä aineksella, koska kivet voivat vaurioittaa putkea. (Jääskeläinen 2010, 140.)



Kuva 3. Kuvassa olevan oikean putken päällä noin 40 cm suojatäyttöä, eli tässä tapauksessa 16 mm mursketta.

Suojatäytön päälle tulee suunnitelmien mukainen materiaali, ja se voi olla myös olla alkuperäistä kaivuumaata. Alkuperäisessä kaivuumaassa saattaa olla isoja kiviä, eli maa-aineksesta kannattaa aina tarkastaa, onko se käyttökelpoista kyseiseen työvaiheeseen. Kuviossa 2 kuvaillaan putkikaivannon rakennekerroksia. (Jääskeläinen 2010, 140.)



Kuvio 2. Putkikaivannon rakennekerrokset. (Uponor 2009, 60)

## 4.2 Kalliokaivanto

Kalliokaivantoon liittyvät louhinta- ja räjäytystyöt tuottavat erityistä huomiota työmaan läheisyydessä olevien rakennusten ja herkkien laitteiden vuoksi. Kohteisiin tehdään mahdolliset katselmukset ongelmien välttämiseksi ja huomioidaan työssä syntyvien melun, värinän, ilmanpaineen ja pölyn haittavaikutuksia. Tarkat ohjeet on laadittava asiakirjoihin ennen töiden aloitusta, jolloin vähennetään ongelmien syntymistä. (Jääskeläinen 2010, 236-237.)

Kalliokanaalin syvyyden ollessa alle 1,5 metriä kanaalin leveys voi minimissään olla 0,8 metriä ja syvemmissä kaivannoissa 1,0 metriä. Kaivojen ympärökset pitää olla

minimissään niin suuria, että niiden ympärille mahtuu 300 mm ympärystäyttöä. Louhintaa joudutaan suunnittelemaan siten, että mahdollisimman vähän kalliota rikkoutuu louhinta-alueen ulkopuolelta. (Jääskeläinen 2010, 236-237.)

### **4.3 Maakaivanto**

Kaivannolla tarkoitetaan vähintään pohjamitaltaan 3x3 m<sup>2</sup> olevaa kaivettua aluetta. Kanaali taas on vain 3 metriä leveä, ja sitä voidaan verrata leveään ojaan. Suunnitelmien mukaisille kaivannoille annetaan laatuluokkaansa verraten omat tarkkuusvaatimukset. Esimerkiksi kaivannon seinämien kaltevuudet on pakko olla ainakin 1:2 (Taulukot 1. ja 2.). Kaikki rakenteet on tehtävä suunniteltujen materiaalien avulla ja mitoituksien mukaisesti. (Jääskeläinen 2010, 231.)

Liikennealueilla tai niiden läheisyydessä olevat kaivannot on aidattava selkeästi, jolloin ulkopuolisille ihmisille ei synny mitään vaaratilanteita. Kaivannon syvyyden ylitäessä yhden metrin joudutaan tarkkailemaan kaivantoluiskien kuntoa. Kuntoon vaikuttavat sateet, routa, lumien sulaminen sekä liikenteen ja louhinnan aiheuttama tärinä. Kaivantoluiskan valahtaminen on hyvin vaarallista. Liuskojen reunoilla olevat kivet on poistettava, ja tärylätjän käyttäminen kaivannon pohjalla voi aiheuttaa kivien liikkeelle lähtemisen. (Jääskeläinen 2009, 178.)

Taulukko 1. Tukemattomien kaivantojen luiskakaltevuuksia. (Jääskeläinen 2009, 179.)

Luokka	Maapohja		Kaivannon syvyys	
			$h < 1,2 \text{ m}$	$1,2 < h < 2,0$
			Luiskan kaltevuus	
1	Löyhä ja keskitiivis siltti, löyhä ja keskitiivis hiekka, löyhä sora ja löyhä moreeni	Pystysuora	$1:2,5 \dots 1:1$ riippuen maaineksen laadusta ja ominaisuuksista	$1:2,5 \dots 1:1$ riippuen maaineksen laadusta ja ominaisuuksista
2	Tiivis siltti, tiivis hiekka, keskitiivis sora ja keskitiivis moreeni	Pystysuora	$< 2:1 \dots 3:1$	$< 1:1 \dots 2:1$
3	Tiivis sora, tiivis moreeni	Pystysuora	$< 4:1 \dots 5:1$	$< 3:1 \dots 4:1$

Taulukko 2. Tukemattoman kaivannon syvyyksiä ja luiskan kaltevuuksia. (Jääskeläinen 2009, 179.)

Luokka	Maapohja	Luiskan kaltevuus					
		5:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3
		Suurin kaivussyvyys [m]					
4	Hyvin pehmeä savi ( $s_u = 7...10$ kPa)	-	-	-	1,7	1,9	2,1
5	Pehmeä savi ( $s_u = 10...20$ kPa)	1,6	1,7	1,9	2,3	2,5	2,7
6	Sitkeä savi ( $s_u > 20$ kPa)	2,0	2,5	3,0	3,2	3,7	4,0

#### 4.4 Tuetut kaivannot

Jokaisessa kohteessa on erilaiset olosuhteet maaperän, pohjaveden, liikenteen ja rakennusten suhteen. Tällöin ei voida joka kerta tehdä normaalia luiskattua kaivantoa, jolloin rakennetaan tuettu kaivanto. Tuettujen kaivantojen vuoksi joudutaan lähes aina tehdä geoteknilliset mittaukset. (Jääskeläinen 2009, 180.)

Yleisin ja käytetyimpiä tukiseiniä ovat teräsponttiseinä ja settiseinä. Tukiseinä korvaa kaivannossa olevan luiskan ja tukee kaivannon seiniä. Tukiseinät ovat lisärakenne, joka usein poistetaan työvaiheen valmistuessa. Lisäkustannuksena tukiseinät aiheuttavat kustantajalle pohdintaa, koska joskus tukiseinien rakentaminen on liian kallista. Rakennuttaja voi joskus muuttaa suunnitelmia siten, että tukiseiniä ei tarvitse laittaa ollenkaan. (Jääskeläinen 2009, 181.)

**Teräsponttiseinä.** Teräsponttiseinän asentamiseen valmistavat toimenpiteet:

1. Matala alkukaivanto
2. Kivet ja muut isorakeiset kerrokset pois tieltä
3. Ohjauslankut kaivannon pohjalle
4. Ohjauslankut mahdollistavat ponttien osuvan uriinsa (Jääskeläinen 2009, 182.)

Jokaiseen kohteeseen suunnittelija on valinnut oikeanlaiset pontit, jotka asennetaan usein paalutuskoneiden tai kaivinkoneiden avulla. Tukiseinä sidotaan maaperään kallioankkurin tai maa-ankkurin avulla. Yksinkertaisesti teräspontit painetaan maahan paalutuskoneen avulla käyttäen hyväksi ohjauslankkuja. (Jääskeläinen 2009, 182.)

**Settiseinä.** Tukiseinä rakennetaan teräksisten pystytolppien ja vanhan järeän puutavaran avulla. Pystytolpat jaotellaan 2-3 metrin välein kaivannon pohjalle. Pystytolpat ovat usein U-palkkeja, jolloin puutavara saadaan hyvin tiputettua vain teräspalkkien väliin. Settiseinää on huomattavasti helpompi asentaa kiviseen maahan kuin teräsponttiseinää. Settiseinää varten oleva kaivanto syvenee työn edetessä ja pyri-

tään muokkaamaan kaivuuseinäjä suoraksi. Puutavara katkaistaan oikean pituiseksi mittaamalla pystytolppien väliset etäisyydet. Asennetut lankut kiinnitetään toisiinsa laudanpätkillä ja lankut kiristetään maata vasten kiilojen avulla. (Jääskeläinen 2009, 184.)



Kuva 4. Settiseinä (Jääskeläinen 2009, 185).

## 5 Katualueelle asennettavat materiaalit

Kadun alle voidaan asentaa kymmeniä erilaisia materiaaleja. Päämateriaaleina käytetään usein teräsbetonia, valurautaa ja muovia. Vanhat betoniputket usein korvataan muoviputkilla katusaneerauksien yhteydessä.

### 5.1 Teräsbetonikaivot

Teräsbetonisia tarkastuskaivoja on kahdenlaista laatua. Yli kahden metrin syvyyteen menevät kaivot ovat halkaisijaltaan 1000 mm (Kuva 5) ja alle kahden metrin syvyyteen menevät kaivot ovat 800 mm (LVI-23-10207 1993, 1). Kuvassa 4. on teräsbetoniset sadevesi- ja jätevesikaivot valmiina täyttöö varten, ainoastaan kansistot puuttuvat kaivoista.



Kuva 5. Sadevesi- ja jätevesikaivo.





Kuva 6. Teräsbetoniaivon pohjarengas, halkaisija 1000 mm.

## 5.2 Muovikaivot

Muovikaivoja on monenlaisia, esimerkiksi salaojakaivoja, tonttikaivoja ja vesipump-  
paamokaivoja. Muovikaivojen halkaisijat ovat väliltä 400-800 mm ja kaivoon liitettä-  
vän teleskooppiosan korkeus saa olla maksimissaan yhden metrin. Teleskoop-  
piosalla pystytään säätämään kaivon lopullista korkeutta lopullisen päällysteen ta-  
solle (LVI-23-10207 1993, 1). Kuvassa 6. on tonttien rajoille asennettava tonttikaivo,  
johon mahdolliset hulevedet/rännivedet voidaan johtaa. Kuvassa 7. on muovinen  
salaojakaivo, josta puuttuu vielä teleskooppiosa.



Kuva 7. Tonttikaivo.



Kuva 8. Salaojakaivo.

### 5.3 Muoviputket

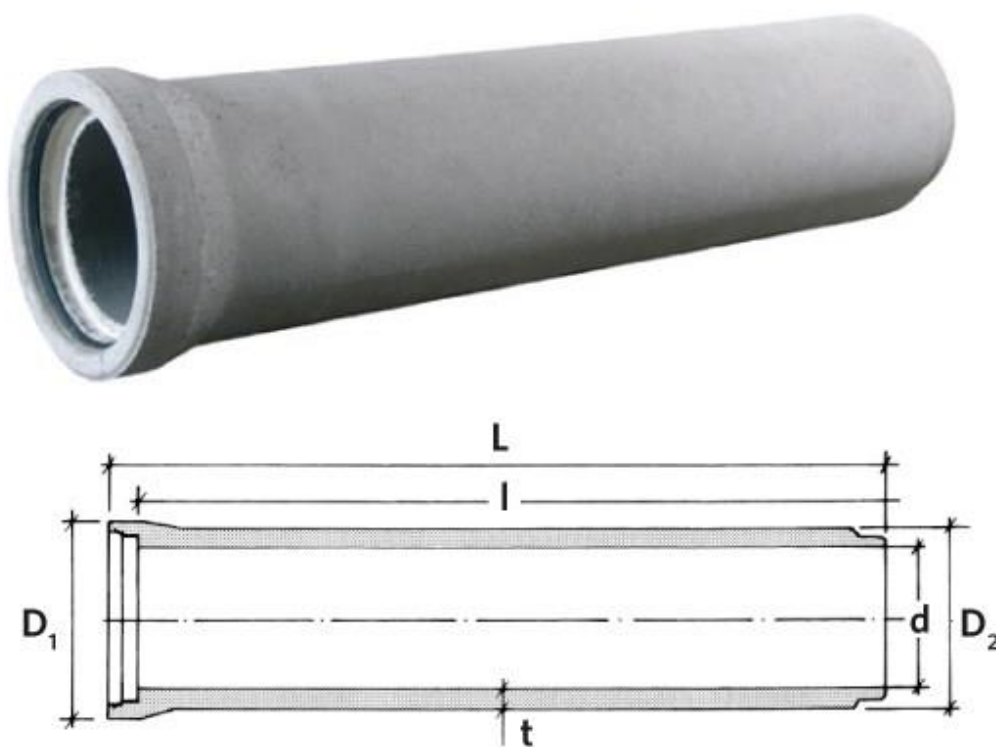
Muoviputket ovat betoni- ja rautaputkiin verrattuna hyvin kevyitä, eli niiden käsittely, kuljettaminen ja asentaminen on helpompaa muihin materiaaleihin verrattuna. Muoviputkia käytetään sadevesi- jätevesijärjestelmissä, salaojissa, vesiverkostoissa ja kaapelien suojaamisessa. Kuvassa 8. on 250 mm muovinen sadevesiputki.



Kuva 9. Sadevesilinjan runkoputki rivitaloalueella, halkaisija 250 mm.

#### 5.4 Teräsbetoniputket

Teräsbetoniputket asennetaan koneellisesti kaivinkoneen avulla. Suuret jätevesilinjat usein tehdään teräsbetoniputkista. Kuvassa 9. on halkaisijaltaan 225 mm oleva teräsbetoniputki.



Kuva 10. Teräsbetoniputki (Rudus).

## 5.5 Valurautaputket

Vanhat vesiverkostot ja osa jätevesilinjoista on tehty valurautaputkista. Nykyään katusaneerauksien yhteydessä ne vaihdetaan muoviputkiin. Kuvassa 10. on valuraudasta tehty jätevesiputken taloliittymä.



Kuva 11. Valurautaputki.

## 5.6 Eristeet

Routarajan yläpuolella olevat putket on aina routasuojattava. Katualueilla olevat talloliittymien kohdat voivat olla yllättävän korkealla, jolloin routasuojaus on tarpeellinen. Routaraja vaihtelee alueittain, ja suunnittelija ottaa tämän huomioon ja suunnittelee putkien syvyydet ja mahdolliset routasuojaukset. Kuvassa 11. on sadevesiputkien routasuojausta kaivojen välimatkalta. Eristeenä on 5 cm paksua Finnfoam-eristelevyä



Kuva 12. Sadevesikaivojen putkivälin eristys.

## 6 Maapohjan vahvistaminen

Katusaneeraukseen liittyy myös erilaisia menetelmiä maapohjan vahvistukseen. Maapohjaa on pakko vahvistaa eri keinojen avulla, jolloin maaperä kestää suunniteltuja kuormia ja välttyään suurilta painumilta.

### 6.1 Massanvaihto

Pohjatutkimusten avulla ollaan huomattu, että maaperässä on pehmeä kerros, jonka takia joudutaan tekemään massanvaihto. Massanvaihto tehdään usein noin 2-3 metriin saakka, koska kustannukset nousevat huomasti syvemmälle mentäessä. Jos halutaan välttyä painumilta massanvaihdon jälkeen, massanvaihdon pohjakerrokseksi laitetaan kiviä tai louhetta. Suoalueilla massanvaihtoja voidaan tehdä yli kymmenen metrin syvyyteen asti, koska muuten kadun rakentaminen alueelle ei onnistu. (Jääskeläinen 2009, 206-207.)

### 6.2 Kevennykset

Kevennys on halpa ja kätevä ratkaisu pohjanvahvistusmenetelmä. Kevennyksiä tehdään alueille, joilla on pehmeää savea sisältävää maaperää. Suunnittelija laskee poistetun saven määrän ja kevennysmateriaalin erotuksen, josta saadaan saven päälle tulevan penkereen paino ja kevennysmateriaalin määrä. Kevennysmateriaalin alle jäävään saveen kohdistuva paine pysyy samana, mikä on hyvin tärkeää. Pohjanvahvistusta voidaan vielä lisätä käyttämällä suodatinkangasta/lujiteverkkoa, jolloin kevytmateriaali ei sekoitu saveen ja kerros pysyy yhtenäisenä. Kevytmateriaalina käytetään usein kevytsoraa. (Jääskeläinen 2009, 209-210.)



### 6.3 Stabiloinnit

Stabilointia voidaan tehdä kahdella eri tavalla, jotka ovat massastabilointi ja syvästabilointi. Massastabiloinnissa käytettävä sideaine yleensä sisältää kalkkia, sementtiä ja lentotuhkaa. Käsittelykerroksen koko on noin 0,5-3,5 metriä, jota voidaan prosessissa käsitellä yhdellä kertaa. Kaivinkoneeseen kiinnitetään sekoitinrumpu, johon säiliöauto syöttää sideainetta. Sekoitinrumpua liikutetaan maaperän mukaisesti, jolloin rummussa olevat hampaat sekoittavat sideaineen maaperään. Heti kun kerros on kovettunut, sitä voi käyttää pohjanvahvistuksena. Tämä tekniikka sopii hyvin pehmeiden maakerrosten vahvistamiseen. (Jääskeläinen 2009, 210-211.)

Syvästabiloinnissa painetaan työtehtävään kuuluva sekoitusterä haluttuun syvyyteen. Sekoitusterän ollessa oikeassa syvydessä sekoitusterään tuodaan säiliöautosta suunnitelmien mukainen määrä sideainetta. Sideaineen virratessa terä pyörii ja aine sekoittuu maa-ainekseen. Usein syvästabilointia käytetään noin 10-12 metrin syvyyteen, mutta nykyisillä laitteilla voidaan päästä jopa 20 metrin syvyyteen. Lopputuloksena syntyy syvästabilointipilari. Syvästabiloinnilla voidaan tehdä pilariseinämiä tai vahvistaa maapohjaa. (Jääskeläinen 2009, 211-213.)

### 6.4 Lujitekankaat

Maarakennetta pystytään vahvistamaan lujitekankaiden ja lujiteverkkojen avulla. Lujitekankaat toimivat oikeastaan samalla tavalla kuin suodatinkangas, mutta lujitekankaat/verkot ovat vetolujuudelta hyvin järeitä. Vetolujuutensa ansiosta lujitekankaita voidaan käyttää vahvistamaan maarakennetta. Lujiteverkkoja käytetään usein luiskissa ja penkereiden alustoissa. (Jääskeläinen 2009, 214-215.)

## 7 Liikennealueiden rakennekerrokset

Suunnittelija suunnittelee rakennekerroksien paksuudet kadulla kulkevan liikenteen ja pohjamaan ominaisuuksien mukaan. Kerrokset voivat jopa vaihdella paikkoja toistensa kanssa, riippuen täysin maaperän ominaisuuksista ja liikenteen määrästä. (Jääskeläinen 2009, 200.)

**Suodatinkerros.** Yleisesti suodatinkerros on alimmaisena kerroksena. Materiaalin pitää olla routimatonta, joten usein suodatinkerroksena käytetään hienoa tai karkeaa hiekkaa. Vahvistamalla muita kerroksia ja asentamalla suodatinkankaan suodatinkerros voidaan jättää kokonaan pois. Suodatinkerroksen tärkein tehtävä on estää toisten maakerrosten tunkeutumista ja sekoittumista. Suodatinkerroksen tiivistysvaatimus on 90-92 %. (Jääskeläinen 2009, 201.)

**Jakava kerros.** Tämä kerros tehdään suodatinkerroksen jälkeen. Sen tärkein tehtävä on lisätä rakenteen kantavuutta. Kerroksen materiaalina käytetään usein luonnon soraa. Sorakerroksen pitää olla routimatonta. Kerros voidaan jättää tekemättä, jos maaperän maa-aines on soramaista ja oikean tyyppistä kyseiseen työvaiheeseen. Jakavan kerroksen tiivisyysaste on 92-95 %. (Jääskeläinen 2009, 201.)

**Kantava kerros.** Kerros on tehty kivimurskeesta, jonka raekoko on yleensä 22-64 mm. Kerroksen tärkein tehtävä on olla liikenteen kuormia vastaanottava kerros eli edellisempää kerrosta lujempi ja tiiviimpi kerros. Murske tiivistyy ja kovettuu todella kovaksi kerrokseksi. Tiivistysaste on sama kuin jakavalla kerroksella. (Jääskeläinen 2009, 201.)

**Päällystekerros.** Päällysteenä yleisesti katualueella käytetään asfalttia. Paksuus vaihtelee liikenteen määrästä ja sen aiheuttamasta kuormituksesta, esimerkiksi valteilla voi asfaltin paksuus olla jopa 20 cm. Vähän liikennettä olevilla teillä voi olla päällysteenä vain soraa tai mursketta. Asfaltin alle yleensä tehdään hieman hienomasta murskeesta tasauserros, esimerkiksi 32 mm kivimurske. Kivimurske levitetään tasaisesti tien suunniteltujen tasausviivojen mukaisesti. Tasauserroksen avulla saadaan tehtyä hyvä pohja asfaltille ja kantavassa kerroksessa olevasta isomman raekoon murskeesta ei ole harmia asfalttia laittaessa. (Jääskeläinen 2009, 201)

## 8 Tiivistystyöt ja laitteet

Rakennekerrokset tiivistetään tärylätkillä ja katujuvrillä. Asennettavien materiaalien pohjat, esimerkiksi kaivojen pohjat, ovat hyvin tärkeitä tiivistyskohteita. Pienemmät tärylätkät ovat käteviä ahtaissa tiloissa ja esimerkiksi rinteissä. Kutsutut ”nappilätkät” (Kuva 12) ovat kevyitä ja helppoja hallita, mutta niillä ei saada samanlaista tiivistymistä kuin isoilla tärylätkillä. (Jääskeläinen 2010, 116.)

Rakennustyömailla on aina tiiviysvaatimus, joka pitää vähintään saavuttaa tiivistystöissä. Tiiviysastetta voidaan mitata materiaaleissa, jotka ovat hienorakeisia. Kantavuutta mitataan karkearakeisissa materiaaleissa. Yleensä käytetään levykuormituskoeetta. Levykuormituskokeessa maaperää kuormitetaan pyöreälevyisellä koneella. Maaperää kuormitetaan 80 kN:iin asti, jokaisen testin jälkeen painumat ja kuormituksen määrät otetaan ylös. Koe uusitaan toisessa paikassa, jolloin voidaan verrata testien kuvaajia. Lähellä toisiaan olevat kuvaajat kertovat hyvästä tiivistystyöstä. (Jääskeläinen 2009, 194-195.)

### 8.1 Tärylätkä



Kuva 13. Tärylätkä.

## 8.2 Katujyrä

Lopullinen jakavan kerroksen tiivistys tehdään jyrällä (Kuva 13). Jyrässä on kaksi tärytys ominaisuutta, syvätärytys ja pintatärytys. Käyttämällä molempia ominaisuuksia saadaan lujat ja tiiviit rakennekerrokset ja voidaan välttää suurin osa painumista. (Jääskeläinen 2010, 110-111.)



Kuva 14. Katujyrä. (Jääskeläinen 2010, 120.)

### 8.3 Tiivistyksen tärkeys ja riskit

Tiivistystyöt ovat hyvin tärkeitä asennettavien materiaalien kanssa. Putkien arinoiden tiivistys, kaivojen pohjat, putkien sivutäyttöjen tiivistys ja suojatäytön jälkeinen huolellinen tiivistys ovat hyviä esimerkkejä tiivistyskohteista. Myös liikennealueiden rakennekerrosten tiivistys on tärkeää, jolloin vähennetään tulevia painumia. Painumat aiheuttavat helposti asfalttikerroksen rikkoutumisen.

Tiivistystöiden laiminlyöminen voi ilmentyä putkien tai kaivojen painumina, jolloin kokonaiselta kaivoväliltä putket kaatavat väärään suuntaa. Jos putkien kaadot eivät vastaa laatuvaatimuksia, ne joudutaan kaivamaan auki ja korjaamaan. Kaivoryhmien läheisyydessä katujyrän käyttöä pitää valvoa, ettei kaivojen päältä ajeta tärytysominaisuus päällä. Jos putkilinjan kaadot ovat alle 0,5 %, pienikin kaivojen painuma voi aiheuttaa massiivisia ongelmia putkilinjassa.

## 9 Liikennejärjestelyt

Työmailla joudutaan suunnittelemaan mahdolliset liikennejärjestelyt, kun esimerkiksi tie menee kokonaan poikki. Liikennesuunnitelman laatiminen ennen työmaan aloitusta auttaa työmaan logistiikkaa toimimaan ja toiminta ei haittaa muita tien käyttäjiä. (ELY-keskus viitattu 6.11.2019.)

### 9.1 Liikenteenohjaussuunnitelma

Liikenteenohjaussuunnitelma laaditaan aina, kun ollaan tekemässä tehtävää tiealueella. Suunnitelman tarkoitus on toteuttaa liikenteen ohjaus ja liikennejärjestelyt siten, että työskentely ja tiellä liikkuminen olisi turvallista. Työkohteen pitää olla selkeästi havaittavissa ulkopuolisille liikkujille, jotta työkohte ei yllätä tiellä kulkevia. Liikennejärjestelyt tehdään hyvin ymmärrettäviksi ja selkeiksi, ja työkohteen edessä liikennejärjestelyiden muutostyöt tehdään työvaiheiden mukaisesti. (ELY-keskus viitattu 6.11.2019.)

Liikenteenohjaussuunnitelma tehdään ELY-keskuksen mallikuvien pohjalta ja toimitetaan sijoituslupahakemuksen liitteenä. Suunnitelmassa on huomioitava seuraavia käsitteitä:

- rakennusalueella olevien teiden nopeusrajoitukset
- työskentely tiealueella, esimerkiksi risteysalueet ja jalkakäytävillä
- liikenteen mahdollinen pysäyttäminen töiden aikana
- työajoneuvojen kulkeminen tiealueella. (ELY-keskus viitattu 6.11.2019.)

## 9.2 Tiedottaminen

Rakennuslupahakemuksesta tulee ilmoitus katualueella oleville kiinteistöille, joihin tapahtuma vaikuttaa. Lainmukaisesta tiedottamisesta hoitaa rakennusluvan hakija. Kiinteistöjen kuuleminen joudutaan tekemään ennen, kun lupahakemus prosessi alkaa jatkumaan. Rakennuslupahakemuksesta tiedotetaan rakennuspaikalla kyltillä, jossa rakennuskohteen nimi, rakennuttajan nimi, osoite, puhelinnumero ja suunnittelijan yhteystiedot. (Kirkkonummi, viitattu 6.11.2019 1.)

Tiedottaminen on hyvin tärkeää katusaneeraustyömailla. Työnjohdon ennakointi kyseiseen aiheeseen helpottaa työmaan läheisyydessä asuvien toimintaa ja tiedostamista tulevasta. Työnjohdon tehtävä on tiedottaa tulevista vesikatkoista, vessojen käyttämisestä työpäivän aikana, kun vaihdetaan jätevesilinjaa, kadun käytöstä, autojen parkkeerauksesta, työn aikataulusta ja liikennejärjestelyiden muuttumisesta. Itse työnjohdolle on helpompaa, kun ulkopuoliset aina tietävät tilanteen ja osaavat käyttäytyä tiedotteiden mukaisesti. Työnjohdolle ei tule turhia valituksia ja kaikki katusaneeraukseen kuuluvat ulkopuoliset eli kiinteistöjen asukkaat ja kadun käyttäjät ovat tyytyväisiä.

## 10 Yhteenveto

Opinnäytetyössä läpikäytiin yksinkertaista katusaneerausprosessia käyttämällä työharjoittelussa saatua kuvamateriaalia. Prosessi aloitetaan asfaltin poistamisesta ja päättyy liikennealueiden rakennekerroksiin. Tällä kyseisellä aikavälillä käsiteltiin erilaisia kaivantoja, tiivistystöitä, maapohjan vahvistamista, tukiseiniä ja asennettavia materiaaleja. Kuvamateriaalin avulla lukijalle syntyy parempi käsitys siitä, mitä konkreettisesti tiealueen alla olevat materiaalit näyttävät. Työn lopussa pohdittiin mitä asioita kuuluu tiedottamiseen ja liikennejärjestelyihin.



## Lähteet

- ELY-keskus. Ei päiväystä. Liikenteenohjaussuunnitelmat. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 6.11.2019]. Saatavana: <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/liikenteenohjaussuunnitelmat>
- Jääskeläinen. R. 2011. Geotekniikan perusteet. 3. Jyväskylä: Amk-Kustannus Oy.
- Jääskeläinen. R. 2010. Maanrakennuksen ja louhinnan perusteet. Porvoo: Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.
- Jääskeläinen. R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 2. Jyväskylä: Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.
- Kirkkonummi. Ei päiväystä. Naapurikuuleminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.11.2019]. Saatavana: <https://www.kirkkonummi.fi/naapurikuuleminen>
- LVI-23-10207. 1993. Jäte-, sade- ja kuivatusvesikaivot. Helsinki: Rakennustieto
- Rautio, A. 2013. Katusaneerausurakan läpivientiohje. [Verkojulkaisu]. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntarakentaminen. Opinnäytetyö. [Viitattu 5.10.2019]. Saatavana: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58127/Rautio\\_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58127/Rautio_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rekula, O. 2014. Kunnallisteknisten putkikaivannon työmenetelmät ja työn tuottavuuden parantaminen. [Verkojulkaisu]. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Rakennus/tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 20.10.2019]. Saatavana: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73548/Rekula\\_Otto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73548/Rekula_Otto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rudus. Ei päiväystä. Tuotteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.11.2019]. Saatavana: <https://www.rudus.fi/tuotteet/kaivot-ja-putket/ek-jarjestelma-kaivot-ja-putket/1623/ek-putket-pyoreat>
- Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 1992. RIL 194-1992, putkikaivanto-ohje. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- Uponor Oy 2009. Yhdyskuntatekniikan käsikirja: Uponor viettoviemärijärjestelmät. [Viitattu 15.10.2019]. Uponor.fi 04/2009. Saatavana: <https://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Technical%20Handbook%20IN F/051Johdantoviettoviemrit042009.pdf>

Uusio-asfaltti. 2012. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Infra Ry. [Viitattu 15.10.2019]. Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/uusioasfalttiesite.pdf>