

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Antti Putto

KAIVANTO-OHJE MAANRAKENNUSLIIKKEELLE

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
(013) 260 600

Tekijä
Antti Putto

Nimeke
Kaivanto-ohje maanrakennusliikkeelle

Toimeksiantaja
Kreate Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota maanrakennusliikkeelle turvallisuustietoutta tukemattomista kaivannoista. Tukemattomat kaivannot ovat olennainen osa maanrakennusliikkeen arkea, mutta niiden toteuttamiseen liittyy aina turvallisuusriskejä.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin tukemattoman kaivannon suunnittelulle asetettuja vaatimuksia niin, että kaivannon suunnitteluprosessi täyttää hyvän rakentamistavan ja lainsäädännön velvoitteet. Työssä tutkittiin myös työturvallisuutta, jonka perusteella annettiin ohjeita työskentelyyn ja menetelmiä työvaiheiden työturvallisuuden varmistamiseksi. Työssä perehdyttiin myös pilaantuneiden maiden esiintyvyyteen ja vaaroihin kaivantotyömaalla.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin käyttökelpoinen ohjeistus kaivantotyömaan työturvallisuudesta. Työssä esiteltiin myös suunnittelumalli, jonka mukaista suunnittelua voidaan pitää lainsäädännön tukemattomien kaivantojen suunnittelulta vaatimana luotettava selvityksenä.

Kieli
suomi

Sivuja 52
Liitteet 2
Liitesivumäärä 3

Asiasanat
tukematon kaivanto, työturvallisuus, pilaantuneet maat



THESIS
May 2017
Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 600

Author
Antti Putto

Title
Excavation Instructions for Earth-Moving Companies

Commissioned by
Kreate Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to search and provide safety information concerning unsupported excavations for Kreate Oy. Unsupported excavations are dealt with daily in the field of infrastructure building and there is a variety of specific safety risks which need to be taken into account.

This thesis explains the different requirements that must be followed in the planning process of unsupported excavations. These requirements make sure that every step of the process meets all the regulations set by the authorities, as well as the basic construction norms. This study also focused on the work safety aspect and different suggestions were given to ensure the safety of different phases of the construction. In addition, appearance of contaminated soil and dangers of it were discussed.

The end result of this thesis was a useful set of instructions about work safety on excavation construction sites. The thesis also showcases a planning framework, which can be considered to be a reliable guideline in order to meet all the legislation concerning unsupported excavations.

Language
Finnish

Pages 52
Appendices 2
Pages of Appendices 3

Keywords
safety at work, unsupported excavations, contaminated soil

Sisältö

1	Johdanto	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	Toimeksianto	7
1.3	Rajaus	8
2	Lainsäädäntö ja pätevyudet	8
2.1	Lainsäädännön määräykset kaivantotöille	8
2.2	Kaivantojen luokitus	9
2.3	Suunnittelijan ja työnjohdon pätevyys	11
2.4	Kaivantosuunnitelma	13
2.5	Kaivantotyösuunnitelma	13
3	Tutkimukset ja selvitykset	14
3.1	Pohjatutkimukset	14
3.2	Ympäristövaikutukset	17
3.2.1	Ympäristöselvitys	17
3.2.2	Maapohjan muodonmuutosalue	17
3.2.3	Pohjavedenalennuksen vaikutusalue	18
3.2.4	Tärinävaikutusten arviointi	18
4	Tukemattomat kaivannot	19
4.1	Kaivantotyypit	19
4.2	Luiskakaltevuudet	21
4.3	Vesien hallinta	24
4.3.1	Pohjavesi	24
4.3.2	Pintavedet	26
4.4	Vakavuuden parantaminen	28
5	Työturvallisuus	28
5.1	Henkilösuojaimet	28
5.2	Henkilökohtaiset luvat ja pätevyudet	29
5.3	Kaivu ja työskentely	29
5.4	Työkoneet	30
5.5	Työmaan logistiikka ja varastointi	30
5.6	Nostotyö	32
5.7	Kulkitiet	33
5.8	Sähköt ja valaistus	33
5.9	Putoamissuojaus ja kulkuesteet	34
5.10	Kaivannon valvonta ja seuranta	36
6	Luvat ja ilmoitukset	37
6.1	Katulupa ja tilapäiset liikennejärjestelyt	37
6.2	Melu- ja tärinäilmoitus	38
6.3	Ilmoitus räjäytystöistä	38
7	Suojaus liikennealueilla	39
8	Varottavat rakenteet	40
8.1	Maakaapelit ja ilmajohdot	40
8.2	Kunnallistekniikka	42
8.3	Maakaasu- ja kaukolämpölinjat	42
8.4	Läheiset rakenteet	42
8.5	Räjähteet	43
9	Pilaantuneet maat	44
9.1	Esiintyvyys ja synty	44

9.2	Kunnostuksen vaiheet	45
9.3	Kunnostusmenetelmät	45
9.4	Työnaikaiset vaaratekijät	46
9.4.1	Kunnostustyömaan pääpiirteet	46
9.4.2	Haitta-aineet	46
9.4.3	Altistuminen	47
9.4.4	Palo- ja räjähdysvaara	48
9.4.5	Hapenpuute	48
9.5	Riskienhallinta.....	49
9.5.1	Tekniset torjuntakeinot.....	49
9.5.2	Henkilösuojaimet ja hygienia	49
10	Pohdinta.....	50
	Lähteet.....	52

Liitteet

- Liite 1 Kaivantohankeen etenemisen vaiheet
- Liite 2 Tärinänennustuskäyrä suoralle louhinnalle, työmaaliikenteelle ja tiivistystöille

Käsitteet

2. luokan varoitusvaatetus

Erittäin näkyvä varoitusvaatetus, joka on sertifioitu standardin SFS-EN 471:n tai SFS-EN ISO 20471:n mukaan. Fluoresoivaa taustamateriaalia tulee olla vähintään 0,5 m² ja heijastavaa materiaalia vähintään 0,13 m².

3. luokan varoitusvaatetus

Erittäin näkyvä varoitusvaatetus, joka on sertifioitu standardin SFS-EN 471:n tai SFS-EN ISO 20471:n mukaan. Fluoresoivaa taustamateriaalia tulee olla vähintään 0,8 m² ja heijastavaa materiaalia vähintään 0,2 m².

MVR-mittaus

Maa- ja vesirakennusalalla käytössä oleva työturvallisuuden arviointimenetelmä, jonka avulla voidaan tehdä viikoittainen kunnossapitotarkastus.

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Rakennustöissä tulee lähes poikkeuksetta jossain vaiheessa tilanteita, jolloin joudutaan suorittamaan kaivantotöitä, kun rakenteita ja rakennusosia joudutaan kaivamaan ja asentamaan alkuperäisen maanpinnan alapuolelle. Niinpä kaivutyöt koskevat käytännössä kaikkia rakentamisen sektoreita niin talon- kuin maa- ja vesirakentamisalaa. Lainsäädännössä kaivantotyöt määritellään vaarallisiksi töiksi ja kaivantojen sortuminen aiheuttaakin yhdestä kolmeen kuolemaan johdanutta onnettomuutta vuodessa ja lukuisia tapaturmia ja vaaratilanteita. (Rantanen, Harju, Norokorpi & Uusitalo 2013, 6.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä tukemattomien kaivantojen toteuttamiseen turvallisuusnäkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää lainsäädännön asettamia vaatimuksia kaivantojen suunnittelu- ja työnjohtotehtäviin sekä selvittää näissä tehtävissä huomioitavia seikkoja. Alan kirjallisuuteen perehtyen työssä pyrittiin selvittämään kaivantotöiden turvallisia työtapoja ja kaivantotöissä huomioitavia asioita sekä pilaantuneiden maiden huomioimista kaivantotöissä ja niiden kemiallisilta vaaroilta suojautumista.

1.2 Toimeksianto

Tämän työn toimeksianto on tullut maa- ja vesirakennusalalla toimivalta Kreate Oy:lta. Yrityksessä nähtiin, että aiheesta olisi tarpeellista saada tietoa. Kreate on Suomen johtavia infrarakentajia, jonka toimialaan kuuluvat silta-, pohja-, väylä-, teollisuus-, ja ympäristörakentaminen koko Suomessa. Yritys syntyi vuonna 2014, kun kolme perinteikästä toimijaa, Fin-Seula Oy, Insinööritoimisto Seppo Rantala ja Kesälahden Maansiirto Oy fuusioituivat. Yrityksen liikevaihto on noin 140 miljoonaa euroa ja se työllistää noin 250 työntekijää. (Kreate 2017.)

1.3 Rajaus

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan tukemattomia kaivantoja. Työssä ei myöskään käsitellä kaivannon mitoituslaskelmia, kaivantoja rata-alueella eikä vedenalaisia kaivantoja.

2 Lainsäädäntö ja pätevyudet

2.1 Lainsäädännön määräykset kaivantotöille

Valtioneuvoston asetus 205/2009 ottaa kantaa kaivantojen suunnitteluun ja toteutukseen muun muassa seuraavasti:

Ennen maa- ja vesirakennustyön aloittamista on otettava selvää maan ja kallioperän geoteknisistä ominaisuuksista ja yhdyskuntatekniikan aiheuttamista haitta- ja vaaratekijöistä, kuten paikalla olevien kaapeleiden, johtojen ja putkistojen sijainnista (33. §).

Sortuman vaara sekä maan ja maamassojen kantavuus ja vakavuus on arvioitava luotettavasti. Kaivannon tuentaa ja muuta suojaustoimenpidettä koskeva suunnitelma on laadittava pätevän henkilön toimesta ennen työn alkua (33. §).

Ennen töiden aloittamista on selvitettävä turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi maaperän biologiset ja kemialliset vaara- ja haittatekijät sekä niiden merkitys työntekijöiden ja työn vaikutuspiirissä olevien henkilöiden turvallisuudelle (33. §).

Kaivutyö on tehtävä turvallisesti ottaen huomioon maan geotekniset ominaisuudet, kaivannon syvyys, luiskan kaltevuus ja kuormitus sekä vedestä ja liikenteen tärinästä aiheutuvat vaaratekijät (34. §).

Jos sortuma saattaa aiheuttaa tapaturman, kaivannon seinämä on tuettava (34. §).

Luotettavan selvityksen perusteella voidaan kaivannon työturvallisuus toteuttaa luiskaamalla tai porrastamalla kaivanto (34. §).

RIL:n julkaisu Kaivanto-ohje 263/2014 esittää suunnittelumenettelyn, jonka vaatimusten mukaan laadittua kaivantosuunnitelmaa voidaan pitää Valtioneuvoston asetuksen tarkoittamana luotettavana selvityksenä. Luotettavan selvityksen mukainen kaivantosuunnitelma edellyttää, että

- suunnittelijalla on oltava vaadittava kelpoisuus
- pohjatutkimusten ja ympäristöselvitysten on vastattava kaivannon vaativuutta ja oltava riittävän kattavat
- kaivannon mitoituslaskelmien on oltava pätevät ja perustua kaivannon todellisiin kuormituksiin
- suunnitelma sisältää kaikki tarvittavat asiakirjat ja piirustukset. (RIL 2014, 44.)

2.2 Kaivantojen luokitus

Kaivannot luokitellaan kolmeen vaativuusluokkaan: tavanomainen, vaativa ja erittäin vaativa. Kaivannon vaativuusluokituksen tarkoituksena on ohjata kaivannon toteutusta, vaikuttaen pohjatutkimuksiin, suunnitteluun, rakentamiseen ja valvontaan. Luokituksen tekee vastaava pohjarakennesuunnittelija ja luokitus perusteluineen tulee hyväksyttävä rakentamiseen ryhtyvällä taholla ja tämän jälkeen esittää rakennustarkastajan tai vastaavan viranomaisen hyväksyttäväksi, mikäli kaivantotyö on luvanvaraista rakentamista. (RIL 2014, 13.)

Kaivantojen vaativuusluokittelu tehdään taulukon 1 mukaisesti. Vaativuusluokan määrittämisen tekee vastaava pohjarakennesuunnittelija. Kaivanto-ohjeen mukaan yleisohjeena luokittelussa voidaan pitää sitä, että kun kaivannossa toteutuu yksi ”erittäin vaativa/GL3/CC3”-luokan kriteeri, vaativuusluokka on vähintään vaativa ja kun kyseisen luokan kriteereitä toteutuu kaksi tai enemmän on vaativuusluokka erittäin vaativa. (RIL 2014, 13.)

Taulukko 1. Kaivannon vaativuusluokan määrittäystaulukko (RIL 2014, 14)

Luokituskriteerit	Tavanomainen	Vaativa	Erittäin Vaativa
1 Pohjaolosuhteiden vaihtelu 1.1 Maapohjan kerrosrakenteen vaihtelu 1.2 Geoteknisten mitoitusarvojen vaihtelu 1.3 Maapohjan kivisyys lohkaraisuus, tiivys	GL1 pientä pientä ei haittaa teräsponttien maahasaattamista	GL2 keskimääräistä keskimääräistä haittaa jossain määrin ponttien maahansaattamista	GL3 suurta suurta estää ponttien maahansaattamisen normaalimenetelmin
2 Kaivannon syvyys 2.1 Rakennuskaivannon syvyys $C_u > 25 \text{ kN/m}^2$ $\varphi > 32^\circ$ $C_u = 25..10 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 32..25^\circ$ $C_u < 10 \text{ kN/m}^2$ 2.2 Putkikaivannon syvyys $C_u > 25 \text{ kN/m}^2$ $\varphi > 32^\circ$ $C_u = 25..10 \text{ kN/m}^2$ $\varphi = 32..25^\circ$ $C_u < 10 \text{ kN/m}^2$ 2.3 Tukiseinän korkeus rakennuskaivanto 2.4 Tukiseinän korkeus putkikaivanto 2.5 Maapohjan lujuus tukiseinän alapäässä	GL1 < 5m < 4m < 3m < 3m < 2m < 1,5m < 10m Tukematon/tuentaelementti	GL2 5...10 m 4...8 m 3...6 m 3...6 m 2..4 m 1,5...3 m 10...15 m <12 m	GL3 > 10 m > 8 m > 6 m > 6 m > 4 m > 3 m > 15 m > 12 m $C_u < 10 \text{ kN/m}^2$
3 Pohjavesiolosuhteet ja pohjavedenhalinta 3.1 Pohjaveden virtausyhteys kaivantoon maapohjan kautta 3.2 Pohjaveden virtausyhteys kaivantoon kalliopohjan kautta 3.3 Kaivannon pohjan hydraulisen murtumisen riski 3.4 Ympäristön pohjavesitason aleneminen 3.5 Pohjaveden alennustarve kaivannossa 3.6 Kaivannon vesitiiviyysvaatimus 3.7 Tukiseinän alapään kallioliitoksen tiivistys 3.8 Kalliopohjan verhoinjektointi	GL1 on ei ei sallitaan < 0,5m kaivun jälkeen ei vesitiiviyysvaatimusta ei tarvetta ei tarvetta	GL2 on ei ei ei sallita 0,5..3 m ennen kaivua osittainen vesitiiviyys kaivun jälkeen kalliopinnalta kaivun jälkeen kalliopinnalta	GL3 on on on ei sallita > 3 m ennen kaivua hyvä vesitiiviyys ennen kaivua maanpinnalta ennen kaivua maanpinnalta
4 Ympäristöolosuhteet ja ympäristövaikutusten hallinta 4.1 Kaivannon vaikutusalueella olevat rakenteet Perustuksia maapohjan muodonmuutoksen riskialueella Perustamistapa 4.2 Rakenteiden lujitus-, tiivistys- ja tuentatarve 4.3 Louhinnan vaikutus ympäristöön Louhinnan etäisyys säilytettävästä rakenteesta Louhinnan etäisyys tärinäherkästä laitteesta 4.5 Tärinän vaikutuksesta tiivistyvät löyhät kitkamaakerrokset 4.6 Rakennuspaikan ahtaus	CC1 ei ei tarvetta > 25m > 50m ei väljä	CC2 on paalutus tai kallionvarainen vaatii lujitusta ja/tai tiivistystä 25...5 m 50...15 m ei ahdas	CC3 on maanvarainen vaatii tuentaa (pystykuormien siirtoa) < 5 m < 15 m on hyvin ahdas
5 Kaivantorakenteisiin kohdistuvia kuormia 5.1 Maanpaine 5.2 Vedenpaine 5.3 Liikennekuormat 5.4 Tärinä	GL1 maanpaine ei ei tiivistytärinä	GL2 maanpaine vedenpaine tieliikennekuorma tai vastaava paalaus- ja louhintätärinä	GL3 maanpaine siirtymätöntä rakennetta vastaan vedenpaine junakuorma tai vastaava paalutus- ja louhintätärinä

2.3 Suunnittelijan ja työnjohdon pätevyys

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) suunnittelu- ja työnjohtotehtävät jaetaan neljään vaativuusluokkaan: poikkeuksellisen vaativa, vaativa, tavanomainen ja vähäinen. Kelpoisuusvaatimukset suunnittelutehtävän vaativuusluokille ovat seuraavat:

Poikkeuksellisen vaativassa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ylempi korkeakoulututkinto sekä vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä (120. e §).

Vaativassa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto sekä vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja vähintään kahden vuoden kokemus avustamisesta vaativissa suunnittelutehtävissä (120. e. §).

Tavanomaisessa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu tutkinto, joka on vähintään aiemman tekniikan tai sitä vastaavan tutkinnon tasoinen, sekä vähintään kolmen vuoden kokemus avustamisesta vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä (120. e. §).

Vähäisessä suunnittelutehtävässä rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen (120. e. §).

Maankäyttö- ja rakennuslaki ottaa kantaa myös vastaavan työnjohtajan kelpoisuusvaatimukseen seuraavasti:

Poikkeuksellisen vaativassa työnjohtotehtävässä kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto tai aiempi sitä vastaava tutkinto sekä lisäksi riittävä kokemus ja hyvä perehtyneisyys kyseisen alan vaativista työnjohtotehtävistä (122. §).

Vaativassa työnjohtotehtävässä kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi tekniikan tai sitä vastaava tutkinto; lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus ja perehtyneisyys kyseisen alan työnjohtotehtävissä (122. §).

Tavanomaisessa työnjohtotehtävässä kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ammattikorkeakoulututkinto tai aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi teknikon tai sitä vastaava tutkinto taikka muuten osoitetut vastaavat tiedot; lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus rakennusalalla (122. §).

Vähäisessä työnjohtotehtävässä voi toimia henkilö, jolla ei ole edellä tarkoitettua tutkintoa mutta jolla muutoin voidaan katsoa olevan tehtävään tarvittavat edellytykset (122. §).

Kaivanto-ohje rinnastaa kaivantojen vaativuusluokat maankäyttö- ja rakennuslain mukaisiin suunnittelu- ja työnjohtotehtävien vaativuusluokkiin taulukon 2 mukaisesti. Rakennuttaja vastaa, että hankkeen suunnittelijat ja työnjohtajat täyttävät kelpoisuusvaatimukset. Luvanvaraisessa rakentamisessa kelpoisuuden arvioi lopullisesti rakennusvalvontaviranomainen. Liitteessä 1 on tarkemmin esitelty kaivantohankkeen osapuolten roolit ja niihin liittyvät veloitteet hankkeen edetessä. (RIL 2014, 15–17.)

Taulukko 2. Suunnittelu- ja työnjohtotehtävien vaativuusluokat eritasoisille kaivannoille (RIL 2014, 15)

Kaivannon vaativuusluokka	Suunnittelutehtävän vaativuusluokka MRL 120 d §	Työnjohtotehtävän vaativuusluokka MRL 122 b §
Erittäin vaativa	Poikkeuksellisen vaativa	Poikkeuksellisen vaativa
Vaativa	Vaativa	Vaativa
Tavanomainen	Tavanomainen	Tavanomainen
	Vähäinen	Vähäinen

2.4 Kaivantosuunnitelma

Suunnittelija laatii kaivantosuunnitelman, joka vastaa kaivannon ja sen ympäristön vaativuutta. Kaivantosuunnitelma koostuu pohjatutkimusraportista, geoteknisestä suunnitteluraportista ja kaivannon rakennussuunnitelmista, sisältäen kuhunkin näistä tarvittavat selvitykset, selostukset, piirustukset ja suunnitelmat. (RIL 2014, 145.)

InfraRYL (2010, 194) määrittää, että kaivantosuunnitelma on tehtävä, jos kaivannon sortumisen vaara on olemassa sekä kaikista yli 2 metriä syvistä kaivannoista. Liikenneviraston ohjeessa Tien geotekninen suunnittelu sanotaan ”Kaikista kaivannoista laaditaan kaivantosuunnitelma rakennussuunnitelman laatimisen yhteydessä tai pohjarakennussuunnitelmassa on selkeästi esitettävä tarve kaivantosuunnitelman laatimisesta ennen rakennustyön aloitusta (Liikennevirasto 2012, 40).”

2.5 Kaivantotyösuunnitelma

Urakoitsija laatii omalla ammattitaidollaan kaivantotyösuunnitelman suunnittelijalta saamansa kaivantosuunnitelman pohjalta ja hyväksyttää sen tilaajalla. Kaivantotyösuunnitelmassa esitetään käytettävät materiaalit, kalusto, työtavat, työvaiheet ja niiden järjestys sekä tarkkailutoimenpiteet. Suunnitelmassa tulee huomioida kaikki turvallisen työvaiheen suorittamiseen vaadittavat toimenpiteet. (Ramboll Finland Oy 2013.)

3 Tutkimukset ja selvitykset

3.1 Pohjatutkimukset

Kaivannon asianmukainen rakentaminen ja suunnittelu vaativat rakennuspaikan ympäristöstä riittävää pohjatutkimustietoutta. Pohjatutkimuksiin sisältyy yleensä rakennusalueen kartoitus, vaaitus ja varsinaiset pohjatutkimukset. Kartoituksessa selvitetään rakennuspaikalla kulkevat kaapelit ja ilmajohdot, kunnallistekniikka sekä kaivantoon rajoittuvien rakenteiden sijainnit. Varsinaisten pohjatutkimusten tavoitteena on selvittää maakerrosten paksuudet ja niiden laatu, tiiviin pohjakerroksen tai kalliopinnan sijainti, maalajien ominaisuudet ja geotekniset mitoitusarvot sekä pohjaveden korkeustasot. (Jääskeläinen 2009, 234–238.)

Pohjatutkimusten sisältö yleensä täydentyy suunnittelun ja projektin edetessä. Vastaava pohjarakennesuunnittelija määrittää pohjatutkimusohjelman sisällön, tutkimusmenetelmät, tutkimusmäärät sekä tutkimuspisteiden sijainnit. Pohjatutkimusohjelman sisällön tulee vastata kaivannon ja ympäristön vaativuutta ja antaa täten riittävän kattava kuva rakennettavan alueen pohjaolosuhteista ja ympäristöstä. Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty RIL:n suositus pohjatutkimusohjelman sisällöstä ja tutkimuspistemääristä eritasoisille rakennus- ja putkikaivannoille. (RIL 2014, 21–22.)

Taulukko 3. Rakennuskaivannon pohjatutkimusohjelman suositus (RIL 2014, 26)

Tutkimuskohde	Tutkimusmenetelmä	Tutkimuspistemäärä kaivannon vaativuusluokittain		
		Tavanomainen	Vaativa	Erittäin vaativa
Rakennuspaikan kartoitus 1) Kunnallistekniikka, maakaapelit, ilmajohdot (kartoitus) Kaivantoon rajoittuvien rakenteet (sijainti)	Johtokartat, koekuopat ja tarkemittaus	X	X	X
	Koekuopat, tarkemittaus		X	X
Maanpinta 1)	Kartoitus ja pintavaaitus	X	X	X
Maapohjan kerrosrakenne ja maalajit 1) Kerrosrakenne, kerrosrakenteet Maalajit, tiivyydet Kivisyys, lohkaraisuus	Painokairaus tai puristinheijarikairaus - tutkimusalueella - tukiseinälinjalla/tuiskalinjalla Maanäytesytävät, rakeisuusmääritys	1/400 m ² 1/20 m 1/1600 m ² , väh. 2	1/400 m ² 1/10 m 1/1200 m ² , väh. 3	1/200...400 m ² 1/10 m 1/800 m ² , väh. 3
Geotekniset mitoitusravot 1) Hienorakeiset maakerrokset, lyhytaikainen mitoitustilanne Hienorakeiset maakerrokset, pitkäaikainen mitoitustilanne	Siipikairaus tutkimusalueella	1/2400 m ² , väh. 3	1/2400 m ² , väh. 3	1/1600 m ² , väh. 3
	Häiriintymätön maanäytesytävät tutkimusalueella Maanäytesytävät kolmiakiaalikoerytävät (väh. 3 leikkausta)		1/2400 m ² , väh. 2 1/maakerros	1/1600 m ² , väh. 2 1/maakerros
Kalliopohja Kalliopinnan sijainti Kalliopohjan rikkonaisuus	Porakonekairaus kalliioon 3 m, kun kaivanto ulottuu kalliioon - kaivantoalueella - tukiseinälinjalla/tuiskalinjalla 3) - tukiseinälinjan takana 4) Vesipainekoe porakonekairausreitistä kaivantoalueella 5) Vesipainekoe porakonekairausreitistä tukiseinälinjalla 5) Kallioreiän videokuvaus	2) 1/20 m	1/800 m ² 1/10 m 1/20 m	1/400 m ² 1/10 m 1/20 m vähintään 2 vähintään 2 2)
Pohjavesi Pohjaveden taso kaivantoalueella Pohjaveden taso kaivannon ympäristössä Pohjaveden virtausolosuhteet maapohjassa Pohjaveden virtausolosuhteet kalliiossa	Koekuoppa tai havaintoputki Havaintoputki kaivantoalueella Havaintoputki kaivannon ympäristössä Koepumppaus ja seuranta havaintoputkista 6) Koepumppaus kalliosta kaivantoalueella Koepumppaus kalliosta tukiseinälinjalla	1...2	vähintään 2 vähintään 2 vähintään 2	vähintään 2 vähintään 2 vähintään 2 7) 7)
Kaivantotyön toteutusedellytykset Teräsponttien tunkeutuminen tavoitetasoon	Tunkeutumisen varmistaminen koeponnituksella		8)	8)

- 1) Tutkimusalueen tulee kattaa varsinaisen kaivantoalueen ulkopuolella alue, josta voi kohdistua kuormituksia kaivantoon, jonne ulkopuoliset ankkurit voivat ulottua tai jonne maapohjan muodonmuutosalue voi ulottua
- 2) Pohjarakennesuunnittelijan harkinnan mukaan
- 3) Tukiseinälinjalla porakonekairaukset tehdään aina kun tukiseinän tavoitetaso on kallio
- 4) Tehdään käytettäessä ulkopuolisia kalliokureita
- 5) Kairausreitit porataan vähintään 5 m kalliioon
- 6) Tehdään kaivantojen vaativuusluokitusaulukon (taulukko 2.1, kohta 3) mukaisissa olosuhteissa
- 7) Tehdään kaivantojen vaativuusluokitusaulukon (taulukko 2.1, kohta 3) mukaisissa olosuhteissa niistä porakonekairausreitistä, joissa vesipainekokeen tulos on > 2...4 lugeonia
- 8) Tehdään, kun teräsponttiseinän alapään tavoitetaso suunnitellaan alemmaksi kuin puristinheijarikairauksen päättymistaso, pohjamaa on kivistä tai lohkarista tai pohjamaa on hyvin tiivistä karkeaa hiekkaa tai soraa

Taulukko 4. Putkikaivannon pohjatutkimusohjelman suositus (RIL 2014, 28)

Tutkimuskohde	Tutkimusmenetelmä	Tutkimuspistemäärä kaivannon vaativuusluokittain		
		Tavanomainen	Vaativa	Erittäin vaativa
Maapohjan kerrosrakenne ja maalajit Kerrosrakenne, kerrospaksuudet Maalajit, tiiviyydet Kivisyys, lohkeaisuus	Painokairaus tai puristinheijarkairaus	1/20...40 m	1/20 m	1/10..20 m
	- luiskattu tai tuentaelementein tuettu kaivanto	-	1/10 m	1/10 m
	- tukiseinin tuettu kaivanto Maanäytesyarja ja rakeisuusmääritys	1/40...50 m	1/30...40 m	1/30 m
Geotekniset mitoitusarvot Hienorakeiset maakerrokset, lyhytaikainen mitoitustilanne Hienorakeiset maakerrokset, pitkäaikainen mitoitustilanne	Siipekairaus	1/60...80 m	1/40...60 m	1/40 m
	Häiriintymätön maanäytesyarja ja peruslaboratoriokokeet	-	1/40...60 m	1/40m
	Maanäyteistä kolmiakσιαalikesarja (väh. 3 leikkausta)	-	1/maakerros	1/maakerros
Kalliopohja Kalliopinnan sijainti	Porakonekairaus kallioon 3 m - luiskattu kaivanto, joka ulottuu kallioon - tuettu kaivanto, kun tukiseinän tavoitetaso on kallio	1) 1/20 m	1/40 m 1/10 m	1/20 m 1/10 m
Rakennuspaikan kartoitus Kalliopohjan rikkonaisuus Pohjaveden taso kaivantolinjalla Pohjaveden taso ympäristössä Pohjaveden virtausolosuhteet maapohjassa Pohjaveden virtausolosuhteet kalliossa	Noudatetaan soveltuvin osin rakennuskaivantoja koskevaa ohjeistusta			

1) Pohjarakennesuunnittelijan harkinnan mukaan.

3.2 Ympäristövaikutukset

Kaivantoa suunniteltaessa on otettava huomioon rakentamisen ympäristölle aiheuttamat vaikutukset ja muutokset. Riittäväillä selvityksillä ja niiden huomioimisella suunnittelussa voidaan haitalliset ympäristövaikutukset estää.

3.2.1 Ympäristöselvitys

Kaivannon ympäristöselvityksessä selvitetään kaivannon vaikutusalueella sijaitsevat rakenteet, laitteet ja tekniset järjestelmät, joihin rakentaminen voi vaikuttaa epäsuotuisasti. Selvityksen laajuus on tapauskohtainen riippuen vallitsevista olosuhteista ja kaivannon ominaisuuksista. Vaikutusalueen muodostavat maapohjan muodonmuutos, rakennustärinä, louhintatärinä ja pohjavedenalenus. (RIL 2014, 28–29.)

3.2.2 Maapohjan muodonmuutosalue

Tukemattomissa kaivannoissa muodonmuutosta syntyy kaivun muuttaessa maapohjan jännitystilaa aiheuttaen painumista kaivannon reunoilla sekä maapohjan nousua tai siirtymää kaivannon pohjassa ja luiskissa. Muodonmuutoksen vaikutusalue on tavallisesti noin 5–40 metriä kaivannon reunasta. Maan painumisen vuoksi lähialueen rakennusten, rakenteiden ja infrarakenteiden perustamistavat tulee olla tiedossa, jotta mahdollisia haittoja voidaan suunnittelulla ennakoita ja välttää. (RIL 2014, 28–36; Rantamäki & Tammirinne 1996, 108.)

Myös rakentamisen aiheuttama tärinä tiivistää maakerroksia ja aiheuttaa maapohjan muodonmuutosta etenkin vedenkyllästyneissä löyhissä ja keskitiiviissä hiekkamaissa. Tiivistymisriski tulee arvioida suunnittelussa ja sitä voidaan jo pohjatutkimusvaiheessa luotettavasti arvioida todellisella työvaiheella esimerkiksi koeponnituksella ja samalla suoritettavilla painuma- ja tärinämittauksilla. (RIL 2014, 35.)

3.2.3 Pohjavedenalennuksen vaikutusalue

Pohjaveden alentaminen kaivantotöissä alentaa myös ympäristön pohjavedenpintaa. Pohja- ja orsiveden pinnan mittaus tulee aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta taso luontaisine vaihteluineen saadaan selville. Pohjaveden alennuksen vaikutusalue on tavallisesti suuruusluokkaa 200–500 metriä, mutta voi tapauskohtaisesti olla myös huomattavasti suurempikin. Hienorakeisissa maissa pidempikestoinen pohjavedenalennus aiheuttaa maakerrosten ja rakenteiden painumista sekä puisten perustusrakenteiden lahoamista. Pohjavedenalennuksen vaikutusalueen vedenottamot ja talousvesikaivot tulee myös kartoittaa sekä määrittää taso, jonka alapuolelle pohjavedenpinta ei saa laskea. Pohjaveden tasoa seurataan maahan asennetuista havaintoputkista suunnitelluvaiheesta aina rakentamisen päättymiseen ja tarvittaessa jatketaan vielä tämänkin jälkeen. (RIL 2014, 29, 38.)

Kun pohjaveden alentamista tehdään, ja alentamisen vaikutusalueella pohjavedenpinta ei saa laskea haitallisesti, on tehtävä pohjaveden hallintasuunnitelma. Vaativissa ja erittäin vaativissa kaivannoissa pohjaveden korkeustason tarkkailumittauksissa tulee myös tehdä erillinen tarkkailusuunnitelma. (RIL 2014, 154–155.)

3.2.4 Tärinävaikutusten arviointi

Tärinävaikutusten arvioinnin tarkoituksena on antaa riittävät tiedot työn suorittamiseen tärinästä mahdollisesti aiheutuvat vauriot huomioon ottaen. Tärinävaikutusten arvioinnin ollessa osa hankkeen ympäristövaikutusten arviointia, tulee siinä tärinän ohella huomioida myös vaikutukset pohja- ja pintavesiin sekä melu ja pöly. (RIL 2010, 31.)

Rakentamisen aiheuttaman tärinän vaikutusalue määritellään aiheutettavan tärinän voimakkuuden sekä ympäristön tärinäherkkyyden perusteella. Asiantuntija määrittää kohteen perusteella tärinälle suurimmat raja-arvot. Tärinän suuruuden

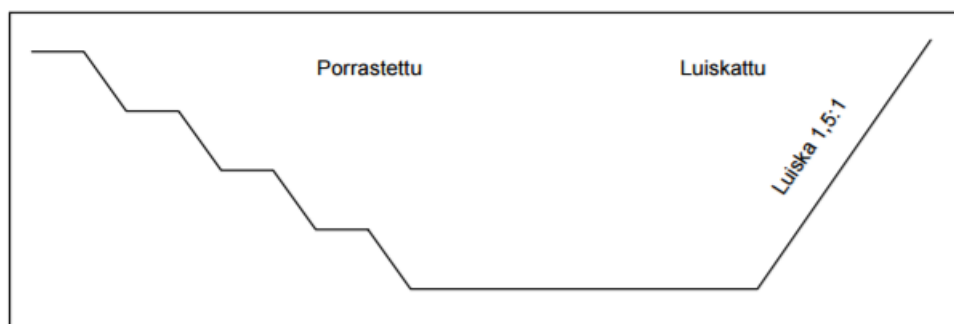
alustavaan arviointiin voidaan käyttää tärinäennustuskäyriä, joissa esitetään tärinän mittaussuurena käytettävä heilahdusnopeus eri etäisyyksien päässä toimintakohteesta. Tiivistystöiden, työmaaliikenteen ja suoran louhinnan tärinäennustuskäyriä on esitetty liitteessä 2. Vaikutusaluetta määritettäessä voidaan suorittaa myös ennakkokokeita. Asiantuntija tai suunnittelija vastaa, että tärinävaikutusten arviointialue on riittävän kattava. (RIL 2010, 33–34.)

Tärinää aiheuttavien rakennustöiden ympäristön rakennukset tulee katselmoida, jotta rakenteiden kuntoa ennen ja jälkeen rakennustyön voidaan verrata ja vahinkovastuu määrittää. Vaikutusten arvioinnissa määritellään alue, jolta ympäristön rakennukset katselmoidaan. Tärinämittaukset ovat myös yksi osa tärinän hallintaa. Mittauksilla hallitaan, että kohteiden suurimpia tärinän ohjearvoja ei ylitetä tai arvojen ylittyessä osataan ryhtyä toimenpiteisiin. (RIL 2010, 36–38.)

4 Tukemattomat kaivannot

4.1 Kaivantotyypit

Kaivanto voidaan toteuttaa tuettuna tai tukemattomana. Yleisimmin tukematon kaivanto tehdään luiskattuna, jolloin kaivannon sivut luiskataan maan vakaudesta riippuen riittävän loiviksi. Tukematon kaivanto voidaan toteuttaa myös porrastamalla, jolloin kaivannon sivut luiskataan ja luiskia kevennetään väliin rakennettavilla tasanteilla. Porrastettu kaivanto on harvinaisempi kaivantotyyppi ja vaatii runsaasti tilaa. Kuvassa 1 on havainnollistettu tukematon kaivanto.

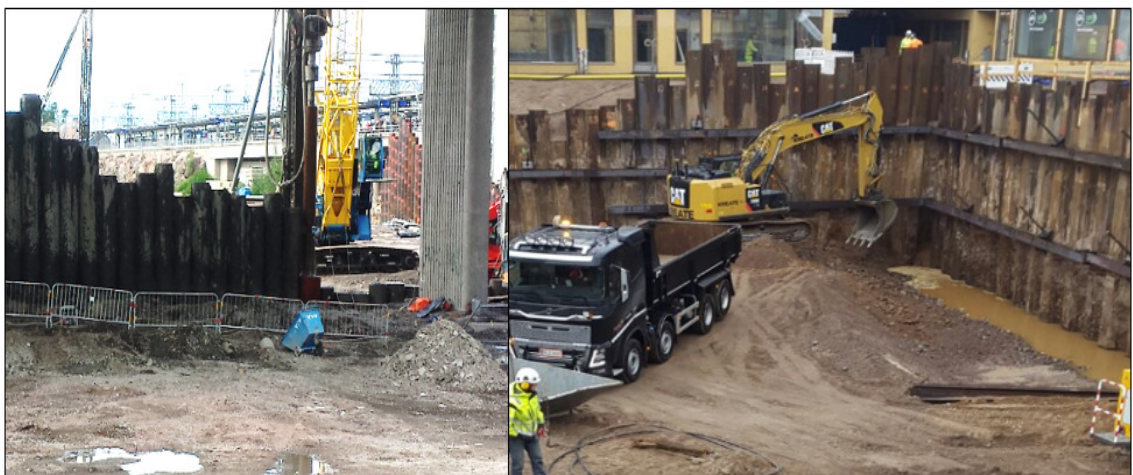


Kuva 1. Kaivannon sivu porrastettuna ja luiskattuna

Luiskatun kaivannon tekemistä puoltavat usein taloudellisuus ja tehokkuus verrattuna tuetun kaivannon tekemiseen. Luiskatun kaivannon turvallinen toteutus vaatii kuitenkin aina ympärilleen tilaa niin luiskien toteuttamiseen kuin myös kaivumassojen sijoittamiseen. Yleisimpiä syitä siihen, että tukematonta kaivantoa ei voida tai haluta toteuttaa on tilan puute, suurista kaivu- ja täyttötöistä aiheutuvat korkeat rakennuskustannukset, kaivannolle vaadittu vesitiiveys tai ympäristövaikutukset. (RIL 2014, 44–45.)

Kaivanto toteutetaan yleensä tuettuna, jos tukemattoman kaivannon tekeminen ei tule kyseeseen. Tuetut kaivantoseinät tehdään maahan yhtenäisesti upoteuista teräsponteista tai porapaaluista, suihkuinjektoiduista pilareista, suihkuinjektion ja porapaaluseinän yhdistelmästä, kaivinpaaluista tai settiseinästä. Kuvassa 2 on esitetty asennusvaiheessa oleva porapaaluseinä sekä valmis teräsponttiseinä. Kuvassa 3 on terässettiseinä, joka koostuu porapaaluista ja teräslevyistä sekä kaivinpaalujen ja suihkuinjektoidujen pilareiden muodostama tukiseinä. Tukiseinätyypin valintaan vaikuttavat pohja- ja ympäristöolosuhteet, tukiseinän käyttötarkoitus ja vaadittavat ominaisuudet sekä rakennusaika ja kustannukset. (RIL 2014, 45–46.)

Kevyitä tuentatapoja kapeisiin putkikaivantoihin ovat elementtiset kaivantotuet ja nykyään vähemmän käytetyt puurakenteiset pönkitys ja pystylauditus. Elementtituet estävät kaivannon sortumisen, mutta maan liikkeitä kaivannon ympäristössä ja pohjassa se ei pysty estämään (RIL 2014, 141).



Kuva 2. Porapaaluseinän asennus sekä valmis ponttiseinä



Kuva 3. Teräksinen settiseinä sekä kaivnopaalujen ja suihkupaalujen yhdistelmä (KFS Finland Oy 2017)

4.2 Luiskakaltevuudet

Kaivannon luiskan kaltevuus on valittava niin, että riittävä varmuus sortumista vastaan saavutetaan. Luiskakaltevuus mitoitetaan vakavuuslaskelmin pohjatutkimusten pohjalta, työn aiheuttamat kuormitukset ja muut kaivannon vakavuuteen vaikuttavat tekijät huomioiden. (RIL 2014, 133.)

Maan leikkausjännityksen ylittäessä maan leikkauslujuuden tapahtuu maan murtuminen, joka kaivannossa voi tarkoittaa luiskan sortumista. Kitkamaalajeissa kuten sorassa, hiekassa ja moreenissa luiskan pisyvyys on täysin riippuvainen maaraikeden välisestä kitkasta. Sisäinen kitkakulma (φ) on leikkauslujuuden määräävä suure. (Rantamäki, Jääskeläinen & Tamminne 1997, 122–124.)

Hienorakenteisissa maissa kuten savessa ja liejussa maan leikkauslujuuden määrää maan koheesio, joka muodostuu maahiukkasten välisistä kiinnevoimista sekä sähköstaattisista voimista. Koheesio ansiosta koossa pysyviä maalajeja kutsutaan koheesiomaalajeiksi ja niiden sisäisenä kitkakulmana pidetään nolaa. (Rantamäki ym. 1997, 123–124.)

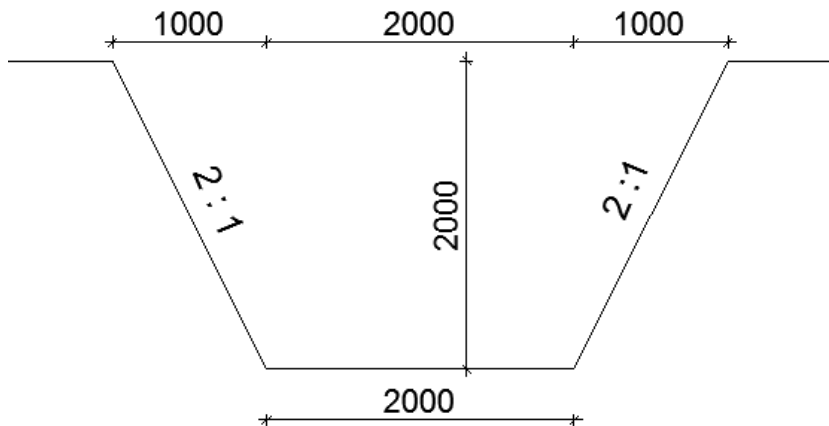
Välimalajeissa kuten siltissä leikkauslujuuteen vaikuttaa sekä sisäinen kitka että koheesio. Myös osassa kitkamaissa esiintyy jossain määrin koheesiota. Vesipitoisuus ja vedenläpäisevyys ovat myös leikkauslujuuden osatekijöitä, sillä leikkauslujuuteen vaikuttaa myös se kuinka nopeasti ja helposti maanhuokosis- sa oleva vesi pääsee vapautumaan. (Rantamäki ym. 1997, 123–124.)

Kuivissa olosuhteissa humuspitoisuus lisää maan lujuutta, mutta märkänä taas alentaa sitä. Humus nostaa maan luonnollista vesipitoisuutta ja näin ollen laskee maalajin leikkauslujuutta ja vedenläpäisevyyttä. (Rantamäki ym. 1997, 77.)

Karkearakenteisissa maalajeissa esiintyy näennäistä koheesiota, jolloin maa pysyy tehokasta kitkakulmaakin jyrkemmässä luiskassa, mutta koheesio- n vaikutus häviää, kun maa tulee veden kyllästämäksi esimerkiksi sateen johdosta. (Rantamäki ym. 1997, 114.)

Kaivanto-ohjeessa on annettu matalille putkikaivannoille ohjeellisia luiskakalte- vuuksia (Taulukko 5) tilanteisiin joissa maaperä luotettavasti tiedetään, kaivanto ei mene pohjavedenpinnan alapuolelle, vaikutusalueella ei ole maaperän liik- keille herkkiä rakenteita ja käytettävä työkone kaivannon reunalla on massal- taan enintään 200 kN. Syvempien tai muiden tekijöiden vuoksi poikkeavien kai- vantojen luiskakaltevuudet on suunniteltava tapauskohtaisesti tarkemmilla laskemilla. Putkikaivannon luiskakaltevuus ei saa koskaan olla jyrkempi kuin 2:1 (kuva 4). (RIL 2014, 142.)

Maan routaantumista pystytään hyödyntämään kaivantojen luiskauksessa maan ollessa koossa pysyvämpää. Paksu routakerros kuitenkin vaikeuttaa kaivua ja edellyttää usein jäätyneen maakerroksen rikkomista esimerkiksi kaivinkoneen iskuvasaralla. Jos kaivettavalla alueella kulkee kaapeleita tai putkijohtoja, on maaperä sulatettava. Routaantuneeseen maahan kaivettaessa tulee huomioida, ettei luiskan yläreunaan jää routalippoja. Roudan sulamiseen täytyy heti reagoi- da luiskaa loiventamalla tai muulla vakavuutta parantavalla toimella. (Rantamäki & Tammirinne 1996, 107.)



Kuva 4. Putkikaivannon suurin sallittu jyrkkyys

Taulukko 5. Ohjeellisia putkikaivannon luiskakaltevuuksia eri maalajeille (RIL 2014, 142)

Syvyys	Maalaji	Maan lujuus	Luiska kaltevuus	Kaivumaiden sijoitus
≤ 2,0 m	Pehmeä Savi	$C_{uk} = 10 \text{ kPa}$	1:3	≤ 1 m kerros, etäisyys ≥ 8 m
≤ 2,0 m	Sitkeä Savi	$C_{uk} = 20 \text{ kPa}$	2:1	≤ 2 m kerros etäisyys ≥ 5m
≤ 2,0 m	Löyhä hiekka, keskitiivis siltti	$\varphi = 30^\circ$	1:2	Etäisyys ≥ 4 m
≤ 2,0 m	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	$\varphi = 34^\circ$	1:1,5	Etäisyys ≥ 4 m
≤ 2,0 m	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	$\varphi = 38^\circ$	1:1,25	Etäisyys ≥ 4 m
2,0...3,0 m	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	$\varphi = 34^\circ$	1:1,75	Etäisyys ≥ 4 m
2,0...3,0 m	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	$\varphi = 38^\circ$	1:1,5	Etäisyys ≥ 4 m

Kaivumaiden sijoituksessa etäisyys tarkoittaa kaivumaiden etäisyyttä luiskan yläreunasta

C_{uk} = Maan suljettu leikkauslujuus

φ = Maan sisäinen kitkakulma

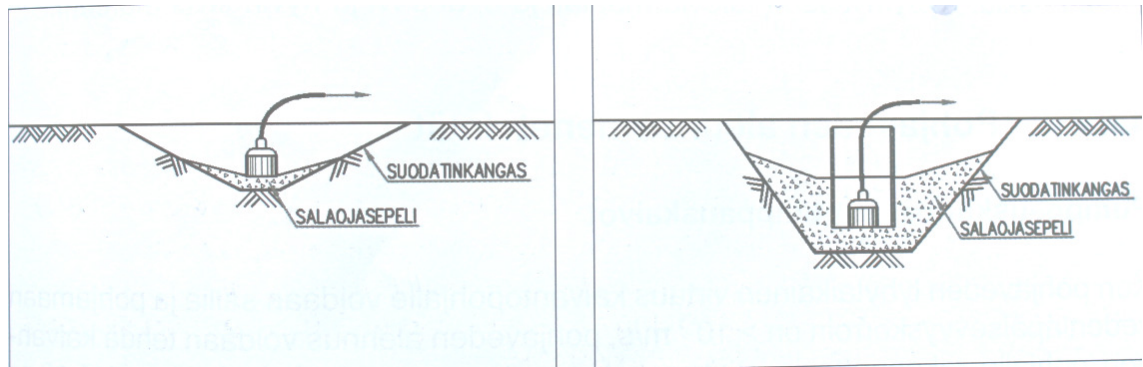
4.3 Vesien hallinta

4.3.1 Pohjavesi

Pohjavesipinnan alapuolelle tehtävä kaivutyö löyhdyttää helposti pohjamaan. Tarpeen vaatiessa pohjavesien hallinnasta tehdään hallintasuunnitelma sekä tarvittaessa tarkkailuohjelma pohjaveden pinnan seurantaan kaivannossa ja sen ympäristössä rakennusaikana ja tarvittaessa myös sen jälkeen. (RakMk B3 2004.)

Pohjavesipinnan alapuolelle tehtäviin kaivantoihin liittyy hydraulisen murtumisen riski. Hydraulinen murtuminen syntyy, kun maa kaivupohjalla on tiiviimpää kuin kaivupohjan alapuolen paremmin vettä johtavissa kerroksissa ja pohjavesi on kaivupohjaa korkeammalla. Tällöin paremmin vettä johtavan kerroksen vedenpaine aiheuttaa nosteen kaivupohjan maakerroksen alapintaan ja aiheuttaa murtuman, kun vedenpaine alapinnassa ylittää kaivupohjan maakerroksen omapainon. Murtuminen tai sen esivaihe löyhdyttää ja kohottaa perustus pohjaa ja aiheuttaa pohjalle perustettaessa painumia. Hydraulisen murtumisen riski on huomioitava suunnittelussa. Murtumisen riski voidaan ehkäistä alentamalla pohjavettä. (RIL 2014, 139; Jääskeläinen 2009, 189.)

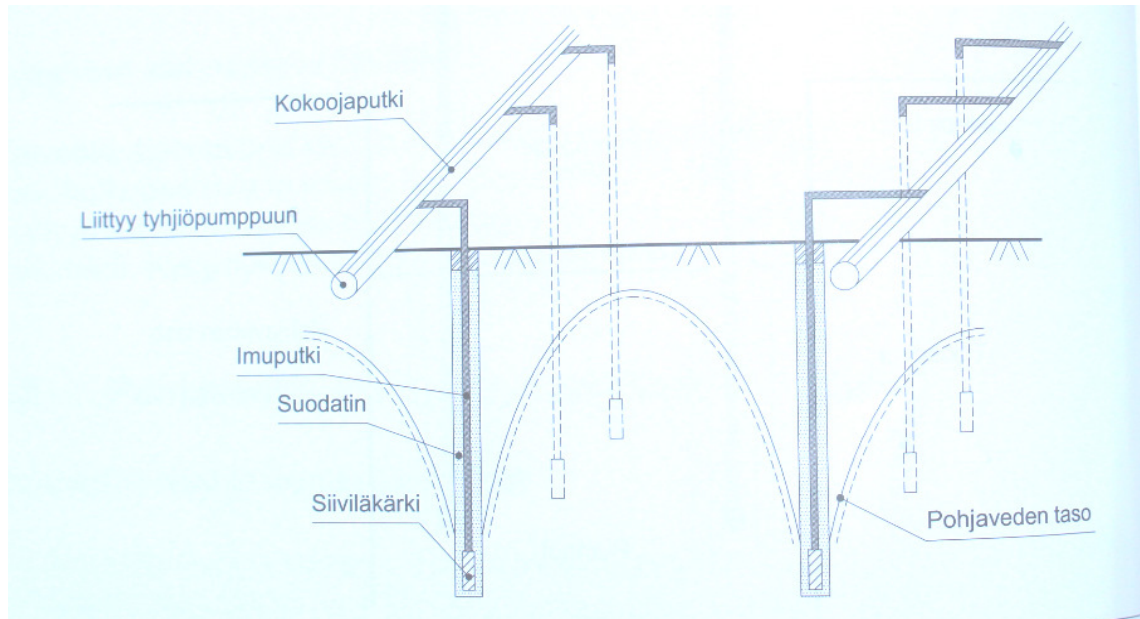
Pohjavesipinnan alapuolen välittömään läheisyyteen sijoittuvan kaivannon kuivana pitäminen voidaan tehdä suoraan kaivantopohjalta pumppaamalla. Tällöin maapohja ei kuitenkaan saa olla herkästi häiriintyvää ja hydraulisen murtumisen riski on voitava sulkea pois. Tyypillisesti tämä onnistuu hiekka-, sora- ja hiekkamoreenimaa-alueilla. Kaivantopohjalta pumppaus tehdään tyypillisesti pumppauskuoppiin tai kaivoihin sijoitetuilla uppopumpuilla. Pumppauskaivo voi olla esimerkiksi maahan asetettu, rei'itetty teräs- tai muoviputki. Pumppauspaikkojen pohjalle ja ympärille tulee rakentaa kuvan 5 mukaiset suodatinkerrokset, jotka estävät maan hienoaikaisen kulkeutumisen pumppauksen mukana ja siitä aiheutuvan ympäröivän maan löyhtymisen. (Rantamäki & Tammirinne 1996, 144–145; RIL 2014, 70.)



Kuva 5. Pumpauskuopan ja pumpauskaivon rakenne (RIL 2014, 69)

Herkästi häiriintyvään tai hydrauliselle murtumalle herkkään kaivantoon pohjavesi joudutaan alentamaan ennen kaivua. Ennen kaivua tapahtuva pohjavedenalennus tehdään joko suodatinkaivo- tai tyhjiöpumppausmenetelmällä. Suodatinkaivomenetelmässä pohjavesi ohjautuu painovoimaisesti maahan asennettuun keruuputkeen, josta se pumpataan uppo- tai keskipakopumpulla eteenpäin. Käytännössä suodatinkaivomenetelmä vastaa pumpauskaivoa, mutta syvemmälle maahan toteutettuna. Pelkistettynä pumpausputki voi olla maahan upotettu, rei'itetty teräsputkipaalu. Näin toteutettuna kaivossa ei kuitenkaan ole suodattavaa vaikutusta ja se liettyy helposti hienorakeisista maalajeista tukkoon. Suodattava vaikutus pumpauskaivoon saadaan, kun suurikokoinen salaojaputki tai rei'itetty muoviputki asennetaan maahan työputken avulla. Työputken ja keruuputken välinen tila täytetään sepelillä, työputkea samaan aikaan takaisin ylös nostaen. (Rantamäki & Tamminne 1996, 146; RIL 2014, 71–72.)

Tyhjiöpumppausmenetelmä koostuu tyhjiöpumpusta, runkojohdosta ja siiviläkärjellisistä imuputkista (kuva 6). Tyhjiöpumppu imee järjestelmään, runkojohtoon liitettyihin imuputkiin, alipaineen jolloin pohjavesi kulkeutuu järjestelmän kautta pumpulle. Tyypillisesti imuputket asennetaan maahan vesihuuhtelulla, jolloin paineella siiviläkärkiputken päästä tuleva vesi tekee putkelle reikää maaperään, samaan aikaan putkea yläpuolelta painettaessa. Tehohäviön vuoksi syvissä kaivannoissa tyhjiöpumppaus voidaan joutua suorittamaan myös kaksivaiheisena. (RIL 2014, 72–74.)

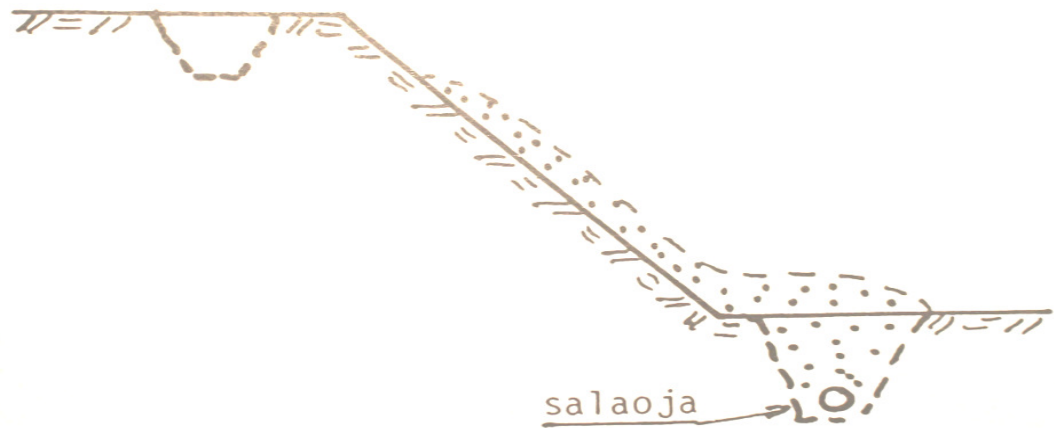


Kuva 6. Tyhjiöpumppausmenetelmän rakenne (RIL 2014, 72)

4.3.2 Pintavedet

Pintavesien liikkeet aiheuttavat eroosiota, joka heikentää kaivannon luiskien koossapysyvyyttä. Eroosiota voidaan ehkäistä kaivannon yläreunaa ympäröivällä niskaojalla tai padolla. Korkeisiin luiskiin voidaan myös tehdä välitasanteita, joista vedet johdetaan avo-ojilla pumppauspaikalle. Joissain tapauksissa luiskat voidaan myös peittää vettä läpäisemättömällä materiaalilla kuten kevytpeitteellä ja välttää näin eroosiovaikutusta. (Rantamäki & Tammirinne 1996, 112; RIL 2014, 138.)

Pohjaveden virtauksesta aiheutuvaa eroosiota, jossa vesi tulee ulos luiskasta, voidaan torjua luiskan alaosaan sopivasta kiviaineksesta kuten murskeesta, sepeleistä tai pienlouheesta tehtävällä suodatinkerroksella (kuva 7). Materiaalin valinnassa täytyy huomioida rakenteen suodattava toimivuus, veden pitää päästä virtamaan pois, mutta maarakeiden irtoaminen ja kulkeutuminen veden mukana täytyy estää. Varmin tapa estää maa-aineksen kulkeutuminen on asentaa suodatinkangas suodatinkerroksen alle. Kaivannon juureen voidaan myös asentaa salaoja, jota pitkin vedet johdetaan pumpattavaksi. (Rantamäki & Tammirinne 1996, 112; RIL 2014, 138.)



Kuva 7. Luiskan eroosiosuojaus suodatinkerroksella (Rantamäki & Tammirinne 1996, 113)

Pysyviksi jäävissä maaluisissa eroosiota torjutaan tavallisesti verhoamalla luiska kiveyksillä, kasveilla, kivi- tai betonilaatoilla, kiviheitokkeilla sekä turve-, nurmi- tai kiviainesverhoilulla. Kuvan 8 mukaisesti luiska voidaan myös verhoilla ruiskubetonoimalla. Verhoilun ohella voidaan käyttää myös ojitusta. (RIL 2014, 138.)



Kuva 8. Pysyväksi jäävän maaluisen eroosiosuojauksen ruiskubetonoimalla

4.4 Vakavuuden parantaminen

Kaivannon luiskan varmuuden sortumista vastaan ollessa liian heikko, on suunniteltava vakavuutta parantavia toimenpiteitä. Käytettävän tilan niin salliessa, vakavuutta voidaan parantaa luiskaa loiventamalla. Luiskan yläosaa voidaan myös keventää kevennysleikkauksella, ikään kuin porrastamalla kaivanto. Olosuhteista riippuen myös luiskan juuren tai pohjan massanvaihdolla saadaan vakavuutta parannettua. Pohjavesien hallinnalla, paikoissa joissa pohjavedestä on ongelmaa, pystytään vaikuttamaan luiskien koossapysyvyyteen. Jos vakavuutta ei saada toimenpiteilläkään riittävän varmaksi, on paikkaan soveltuvan tuentatavan valinta seuraava toimenpide. (RIL 2014, 138.)

5 Työturvallisuus

5.1 Henkilösuojaimet

Työnantajalla on velvollisuus hankkia työssä tarvittavat henkilösuojaimet ja työntekijän velvollisuus on käyttää työnantajan tarpeelliseksi arvioimia suojaimia. Valtioneuvoston asetuksella rakennustyömaalla on käytettävä suojakypärää, turvajalkineita, heijastavaa varoitusvaatetusta sekä silmäsuojaimia työn ja olosuhteiden niin edellyttäessä. Liikenneviraston ohjeen mukaan kaikissa tiellä tehtävissä töissä on käytettävä 2. luokan varoitusvaatetusta ja liikenteenohjauksessa 3. luokan varoitusvaatetusta. (Valtioneuvoston asetus 205/2009, 71. §; Liikennevirasto 2015, 16.)

Lähes poikkeuksetta työmailla vaaditaan käytettävän leukahihnallista kypärää, suojalaseja, heijastavaa varoitusvaatetusta, suojakäsineitä ja turvajalkineita sekä tarvittaessa hengitys-, kuulo- tai polvisuojaimia. Kaikkien käytettävien suojaimien tulee olla CE-merkittyjä ja asetettujen vaatimusten mukaisia (Tukes 2017).

5.2 Henkilökohtaiset luvat ja pätevyudet

Liikennevirasto edellyttää tieturva 1-kortin voimassaoloa henkilöiltä, jotka työskentelevät tiellä. Lisäksi työnjohdolta ja liikennejärjestelyä suunnittelevalta henkilöltä edellytetään tieturva 2-pätevyyttä tiellä tehtävissä töissä. (Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2017.)

Tilapäisellä tulityöpaikalla tehtävään tulityöhön on työntekijällä oltava SPEK:n myöntämä tulityökortti sekä esimiehen myöntämä tulityölupa. Tulityökortti vaaditaan myös tulityöluvan myöntävältä esimieheltä. (Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2017.)

Useimmat tilaajat ja urakoitsijat vaativat, että työntekijöillä on voimassa oleva työturvallisuuskortti. Lisäksi laki velvoittaa, että kaikilla yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevillä on oltava kuvallinen tunnistekortti, josta käy myös ilmi henkilön veronumero. (Työturvallisuuskeskus 2017; Verohallinto 2014.)

5.3 Kaivu ja työskentely

Kaivutyössä tulee noudattaa kaivanto- ja kaivantotyösuunnitelmaa. Suunnitelmien lähtötiedoissa on määriteltävä työkoneelle ja maamassoille sallitut kuormitukset ja etäisyydet kaivannon reunasta. Luiskien yläreunan tarpeetonta kuormitusta tulee välttää, joten kaivannon päädyistä tapahtuva kaivu on suositeltavaa ja toisinaan myös käytännöllisintä. Kaivettavia massoja ei saa läjittää lähelle kaivannon reunoja, putkikaivannon luiskakaltevuuksia esittävässä taulukossa 5 on esitetty myös kaivumaiden sijoittamisen vähimmäisetäisyyksiä matalassa putkikaivannossa. Jos tilanpuutteen vuoksi maita ei pystytä sijoittamaan turvallisen etäisyyden päähän kaivannosta on ne kuljetettava niille varatulle alueelle. (RIL 2014, 181.)

Putkikaivannon pohjalla tapahtuvaa työskentelyä ei ole viisasta tehdä yksin. Varsinkin syvissä kaivannoissa olisi paikalla hyvä olla myös toinen henkilö, joka

pystyy auttamaan hätätapauksissa. Pohjalla työskenneltäessä tulee myös välttää makuulta työskentelyä ja noudattaa varovaisuutta luiskan juuressa liikuttaessa. Luiskassa olevat lohkarit ja kivet, jotka voivat vieriä kaivantoon on syytä poistaa ennen niiden irtoamista. Louhitun kaivannon seinämät ovat rusnattava ennen muuta työskentelyä kaivannossa.

Suunnitelmissa voidaan esittää pituus, jonka matkalta kaivanto saa kerrallaan olla auki. Tarpeetonta kaivannon auki pitoa tulee välttää, koheesiomaissa sade tai haihtuminen tuhoaa maan koossa pitävän koheesioilmiön, jolloin maamassat voivat sortua. (Jääskeläinen 2009, 59.)

5.4 Työkoneet

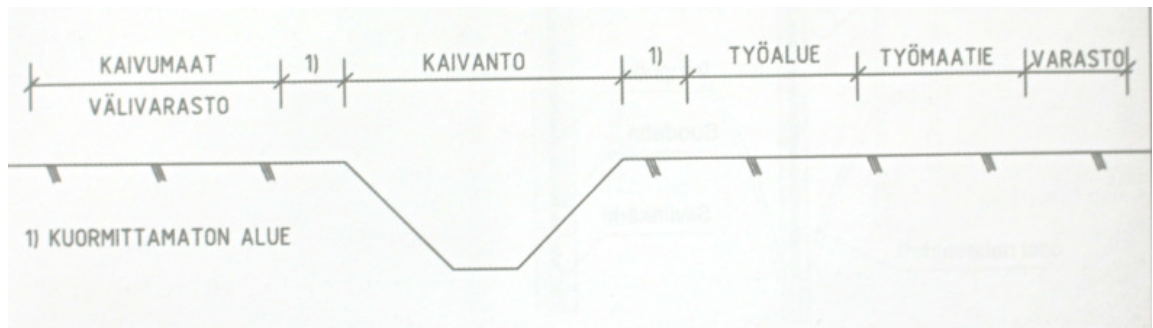
Työkoneet on valittava käyttötarkoitukseen varustukseltaan ja kooltaan sopivaksi. Jokaiselle koneelle on suoritettava vastaanottotarkastus ennen koneen käyttöönottoa työmaalla. Työmaalla olevissa maa-ainesta kuljettavissa ajoneuvoissa, pyöräkuormaajissa sekä yli 7 tonnia painavissa valssiyrissä on oltava peruutushälytin tai kuljettajalle ilmoittava kamera tai tutka. Maanrakennuskoneiden läheisyydessä työskenneltäessä on henkilöiden huomioitava koneenkuljettajan rajoittunut näkyväisyys ohjaamosta. Koneiden ja ajoneuvojen työalueella liikkumista tulee välttää ja tarvittaessa työalue on eristettävä muusta työmaasta riittävän näkyvästi. (Hietavirta, Hokkanen, Niskanen, Patrikainen & Päivärinta 2015, 114–115.)

5.5 Työmaan logistiikka ja varastointi

Logistiikan toimimattomuus aiheuttaa harmia varsinkin ahtailla työmailla. Ahtailakin työmailla pitää huomioida, että liikenne ja varastointi voidaan sijoittaa kaivannon reunan läheisyyteen vain, jos niiden aiheuttamat kuormitukset on huomioitu kaivannon mitoituksessa. Yleisimpiin kaivantojen sortumisiin johtaneisiin syihin, jotka työmaajärjestelyin olisivat olleet estettävissä lukeutuvat työkoneen, kaivumassojen ja työmaatien sijoitus liian lähelle kaivannon reunaa. Luiskan

yläreuna tulee myös pitää puhtaana ja siistinä maa-aineksesta ja tavaroista, jotka voivat vieriä kaivantoon ja satuttaa siellä työskenteleviä henkilöitä. Työmaalle välivarastoidut putket ja elementit on varastoitava ja tuettava, niin etteivät ne pääse kaatumaan tai vierimään. (RIL 2014, 43; Betoniviemärit 2003, 83.)

Putkikaivannoilla tärkeää on, että käytettävää tilaa on riittävästi varastointiin ja työskentelyyn. Tällöin työskentely voidaan suorittaa tehokkaasti ja turvallisesti. Kuvan 9 mukaisesti jaetulla putkikaivannolla toinen puoli on varattu työalueeksi, työmaatieksi ja varastoinnille. Näiden toimintojen vaatima tilantarve on 10–15 metriä. Toinen puoli toimii käyttöön menevien kaivumaiden sijoituspaikkana. Molempien luiskien yläreunassa on kuormittamaton alue, jonka leveys on suunnitelmista riippuen tyyppillisesti 2 metriä. Toimintoja jouduttaessa tilanpuutteen vuoksi karsimaan, on varastointi sijoitettava ensimmäisenä muualle työmaasta. Jos työaluetta ja tietä ei saada sijoitettua järkevästi, on kaivanto tehtävä päädyistä kaivaen. (RIL 2014, 74–75.)



Kuva 9. Putkikaivannon toiminnot ja tilantarve (RIL 2014, 74)

Työmaateitä täytyy pitää siinä kunnossa, että vahinkoja ei synny ihmisille tai ajoneuvoille. Syvään kaivantoon vievät ajoluiskat tulee toteuttaa mahdollisimman suorina ja niin ettei pituuskaltevuus ole jyrkempi kuin 1:7. Maa- tai kiviaineksesta tehty ajoluiska vaatii vähänkin syvemmissä kaivannossa runsaasti tilaa ja näin ollen rajoittaa tontin muita toimintoja. Tämän vuoksi voidaan ajoluiskat joutua toteuttamaan muilla keinoin kuten teräsrakenteisina (kuva 10). Korkeat ajoluiskat täytyy myös suojata raskasestein tai muilla suojarakenteilla. (RIL 2014, 193.)



Kuva 10. Ahtaan työmaan ajoluiska toteutettuna teräksisenä siltarakenteena

5.6 Nostotyö

Nostotöissä käytettävien koneiden, nostureiden, nostolaitteiden ja nostoapuvälineiden tulee olla käyttötarkoituksen mukaisia ja asianmukaisessa kunnossa sekä CE-merkittyjä. Nostoapuvälineessä tulee aina olla merkittynä sen suurin sallittu kuorma eikä sitä nostotyössä saa ylittää. Nostoapuvälineille tulee tehdä työmaalla ennen käyttöä käyttöönottotarkastus. Pätevöitynyt henkilö tarkistaa nostoapuvälineiden kunnan vuosittain ja tarkistetut nostoapuvälineet merkitään leimalla sekä tarkistus dokumentoidaan. Viikoittaisessa MVR-mittauksessa tarkistetaan myös nostoapuvälineiden kunto ja vialliseksi havaitut välineet poistetaan välittömästi käytöstä. (Hietavirta ym. 2015, 59.)

Usein kaivantotyömaalla kaivojen, putkien ja vastaavien elementtien nostoihin ja asennuksiin käytetään työmaalta löytyvää kaivinkonetta. Nostoihin käytettävässä kaivinkoneessa tulee olla asianmukainen, salvallinen nostokoukku. Koneelle tulee myös olla määritettynä suurin sallittu taakka eikä sitä nostotilanteessa tule ylittää. Sijoituspaikkaa nostolaitteelle valittaessa on oltava varmoja siitä, että maapohja kantaa nostolaitteen kuormitustilanteessa. Nostolaite tai kone ei saa myöskään kuormittaa kaivantoa, ellei sitä ole mitoituksessa huomioitu. Nostolaitteen sijoituksessa on huomioitava myös kuljettajan näkyvyys sekä mahdolliset avojohdot turva-etäisyyksineen. (Hietavirta ym. 2015, 72.)

Nostettaessa taakkaa on vältettävä tarpeetonta henkilöiden ylitse nostamista eikä taakan alle tule mennä työskentelemään. Tarraimien ja putkinostinten käyttö putkitöiden nostoapuvälineenä on suositeltavaa niiden yksinkertaisuuden, käytännöllisyyden ja turvallisuuden vuoksi. Isokokoisia taakkoja nostettaessa voi myös olla syytä turvautua apuköysien käyttöön, joilla voidaan hallita taakan liikkeitä ilmassa. (Hietavirta ym. 2015, 115.)

Vaikeat nostot, kuten erityisen raskaiden taakkojen nosto haastavissa olosuhteissa tai poikkeavaa suunnitelmallisuutta vaativat nostot edellyttävät, että työstä tehdään erillinen nostotyösuunnitelma. (Hietavirta ym. 2015, 78.)

5.7 Kulkutiet

Kaivannon kulkutiet on pidettävä siisteinä ja järjestyksessä tavaroista ja johdoista. Kaivantoon on järjestettävä asianmukainen nousutie portailla tai riittävän loivalla luiskalla. Pitkissä kaivannoissa nousuteitä on oltava riittävän lähekkäin. Matalissa, alle 1,5 metrin korkuisissa portaissa kaide on oltava ainakin toisella puolella ja tätä korkeimmissa portaissa käsi- sekä välijohde molemmin puolin. Nojatikkaiden käyttöä on syytä välttää ja niitä saa käyttää vain kertaluontoisena kulkutienä. (Työturvallisuuskeskus 2014.)

5.8 Sähköt ja valaistus

Työmaan sähkökaapelit ja -keskukset tulee sijoittaa siten, etteivät ne ole kulkuteillä ja aiheuta henkilöille kompastumisvaaraa. Sijoituksessa tulee huomioida myös henkilöille aiheutuva sähköiskun vaara. Maassa kulkevat kaapelit rikkoutuvat helposti, joten niiden sijoittamista maahan tulee mahdollisuuksien mukaan välttää. Jos kaapeleita joudutaan kuitenkin sijoittamaan maahan tai kulkuteille on ne merkittävä näkyvästi ja suojattava ulkopuolisilta iskuilta ja kolhuilta esimerkiksi suojaputkella (kuva 11). (Hietavirta ym. 176–177.)

Työmaan valaistuksen on oltava riittävällä tasolla ja kohteeseen hyvin soveltuvaa. Kaivantotyömaille ei kuitenkaan aina ole niiden sijainnin tai ominaisuuksien vuoksi mahdollista järjestää tarvittavaa valaistusta. Valtioneuvoston asetus 205/2009 lievittääkin valaistuksen järjestämistä maanrakennustöissä seuraavasti:

Sellaisissa maa- ja vesirakennustöissä, kuten tunnelin louhinnassa, sekä muissa vastaavissa töissä, joissa ei voida kohtuudella vaatia järjestettäväksi muuta valaistusta, saa 1 momentin estämättä käyttää työkoneen omaa tai työntekijän mukanaan kuljettamaa valaistusvälinettä (26. §).



Kuva 11. Putkikaivannon työalueen läpi kulkevien johtojen suojaus teräsputkella

5.9 Putoamissuojaus ja kulkuesteet

Kaivantoon putoaminen on estettävä merkitsemällä ja suojaamalla kaivanto riittävin keinoin. Erityisesti kaupunkiympäristössä, jossa ihmisiä kulkee runsaasti, on kevyen liikenteen turvallinen ja esteetön kulku varmistettava. (Suomen Kuntaliitto 2006, 15.)

Henkilöiden putoaminen kaivantoon estetään suojarakenteella, kuten suojakaiteella. Suojakaiteen korkeuden tulee olla vähintään yksi metri ja siinä tulee olla kolme johdetta: käsijohde, välijohde ja jalkalista. Suojakaide on rakennettava putoamiskorkeuden ollessa yli kaksi metriä. Kaide tulee rakentaa myös matalampiin paikkoihin, jos putoamisen vaara on ilmeinen tai putoaminen olisi muuten poikkeuksellisen vaarallista. Kaiteen voi korvata myös muunlaisella verkko- tai levyrakenteisella suojarakenteella. Suojakaiteen tulee kestää 1 kN:n suuruisen pistevoima putoamisvaarallisesta suunnasta rasitettuna. Kuvassa 12 on esitetty työmaa-aidan sekä betonisen raskasesteen käyttö putoamisen estävinä suojarakenteina. (Hietavirta ym. 2015, 93.)

Kulkuesteellä voidaan rajata tai estää pääsy työalueelle tai vaarallisiin paikkoihin kuten kaivannon reunalle. Sulkupuomia, suojakaidetta tai -aitaa käytettäessä kulkuesteenä on se sijoitettava 1,5–2 metrin etäisyydelle putoamisvaarallisesta paikasta ja sen on oltava vaivattomasti havaittavissa. Kulkuesteen ollessa 1,5 metriä lähempänä putoamisvaarallista reunaa katsotaan se putoamisen estäväksi suojakaiteeksi ja tulee sen näin ollen täyttää suojakaiteelle asetetut vaatimukset. (Hietavirta ym. 2015, 94.)



Kuva 12. Metallirakenteinen työmaa-aita sekä betoniset raskasesteet putoamisen estävinä rakenteina

5.10 Kaivannon valvonta ja seuranta

Työnjohdon tulee tarkkailla kaivantoa päivittäin. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti seuraaviin asioihin:

- Pohjaolosuhteet vastaavat kaivannon mitoituksessa käytettyjä lähtötietoja.
- Kaivantoon ei kohdistu ylimääräisiä kuormia tai tärinää, joita ei ole huomioitu kaivantoa suunnitellessa.
- Maaperässä ei ole tapahtunut muodonmuutoksia ja niistä aiheutuneita halkeamia luiskissa tai luiskien reunoilla.
- Sääolosuhteiden muutokset, kuten rankkasateet tai roudan sulaminen, huomioidaan työskentelyssä.
- Pohjavedenpinta on sille suunnitellulla tasolla.
- Työt suoritetaan turvallisesti kaivanto- ja kaivantotyösuunnitelmaa noudattaen. (RIL 2014, 195.)

Jos seurannassa huomataan jotain mitoituksesta poikkeavaa, tulee asiasta olla heti yhteydessä suunnittelijaan ja rakennuttajaan. Havaittaessa kaivannon vakavuuden olevan uhattuna ovat työt keskeytettävä ja ryhdyttävä vakavuutta parantaviin toimiin. (RIL 2014, 195.)

Työmaalla on myös viikoittain tehtävä lakisääteinen kunnossapitotarkastus, josta tehdään pöytäkirjat. Maanrakennusalalla kunnossapitotarkastukset voidaan tehdä MVR-mittarilla, jossa on viisi tarkasteltavaa aihekokonaisuutta: työskentely ja koneenkäyttö, kalusto, suojaukset ja varoalueet, ajo- ja kulkuväylät sekä järjestys ja varastointi. (Työsuojeluhallinto 2015.)

6 Luvat ja ilmoitukset

6.1 Katulupa ja tilapäiset liikennejärjestelyt

Puhtaana- ja kunnossapitolaki määrää, että katu- ja yleisellä alueella tehtävästä työstä on tehtävä ilmoitus kunnalle. Kunta käsittelee ilmoituksen 21 vuorokauden sisällä ja voi antaa määräyksiä työnsuorittamisen aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978, 14. a §.)

Kunnasta riippuen kaivutyöt katualueilla edellyttävät ainakin katulupailmoituksen ja tilapäisen liikennejärjestysuunnitelman hyväksynnän rakennusvalvonnalta. Myös erillistä kaivulupaa voi joutua hakemaan katulupailmoituksen lisäksi. Liikennejärjestysuunnitelma liitetään yleensä katulupahakemukseen, johon voidaan kunnasta riippuen vaatia liitettäväksi myös esimerkiksi johtokartta, työaluekartta tai valtakirja. (PKS-kaupungit 2017, 22–32.)

Katulupailmoituksen perustietoihin kuuluvat tiedot päätöksensaaajasta, työkohteen sijainnista, työn tarkoituksesta, työnsuorittajasta, vastuuhenkilöstä ja voimassaoloajasta. Kunta voi periä luvasta maksun perustuen ilmoituksen tarkastuksesta ja työn valvonnasta aiheutuneisiin kustannuksiin sekä alueen käyttämiseen, jos alue on rajattu pois yleisestä käytöstä. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978, 14. b §.)

Tilapäinen liikennejärjestysuunnitelma sisältää suunnitelmapiirustuksen mittakaavassa 1:500, 1:1000 tai 1:2000. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti kevyen liikenteen turvallisiin reitteihin sekä niiden merkitsemiseen. Perustapauksissa voidaan suunnitelmien pohjana käyttää kuntien omia tyyppikuvia tai Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaisun ”Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueella” tyyppiratkaisuja. Myös kaivantojen suojaustapa on esitettävä liikennejärjestysuunnitelmassa. (Suomen Kuntaliitto 2006, 15.)

Maanteillä tai maanteiden tiealueella tehtäviin töihin, jotka edellyttävät liikenteenohjausta tai liikennemerkein varoittamista, on hankittava paikallisen ELY-keskuksen lupa. Hakemuksessa täytyy olla myös liitettyä liikenteenohjaussuunnitelma. Maantiellä tehtävistä töistä tulee myös ilmoittaa ennakoon Liikenneviraston tieliikennekeskukseen. (Liikennevirasto 2015, 33.)

6.2 Melu- ja tärinäilmoitus

Melua ja tärinää aiheuttavasta työstä on tehtävä ympäristönsuojelulain edellyttämä kirjallinen ilmoitus paikalliselle ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ilmoitus tulee jättää viimeistään 30 vuorokautta ennen toimintaan ryhtymistä, ellei kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä muuta määrätä. Toimenpiteitä ei saa aloittaa, ennen kuin 30 vuorokautta on kulunut ilmoituksen jättämisestä tai kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä määrätty lyhkäisempi aika on kulunut. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 118. §.)

6.3 Ilmoitus räjäytystöistä

Tehtävistä räjäytystöistä on ilmoitettava poliisille viimeistään seitsemän vuorokautta ennen töiden aloittamista. Ilmoitettavia asioita ovat työmaan sijainti ja arvioitu kesto aika, käytettävät räjähteet, tiedot räjäytystyön johtajasta sekä käytettävien räjähteiden varastointipaikat. Ilmoitukseen pohjautuen poliisi voi asettaa rajoituksia suunnitellulle toiminnalle tai määrätä varotoimenpiteitä. Poliisi voi myös kieltää toiminnan, jos katsoo siitä aiheutuvan ilmiselvää vaaraa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. (Poliisi 2017.)

7 Suojaus liikennealueilla

Liikenneviraston ohjeissa ”Tienrakennustyömaat” ja ”Sulku- ja varoituslaitteet” sekä Suomen Kuntatekniikan Yhdistyksen julkaisussa ja kuntien omissa ohjeissa on määritelty, kuinka kaivannot tulee suojata tie- ja katualueilla. Ohjeissa on hieman eroja, mutta pääasiassa kaikissa ohjeissa neuvotaan, että kevyttä suojaukseen käytetään vain lyhytaikaisessa työssä erottamaan työmaa-alue kevyestä liikenteestä sekä estämään henkilöiden kaivantoon putoaminen. Kevyitä suojauksia ovat sulkupuomi, muovinen työmaa-aita, verkkoaita tai puupalkkiin kiinnitetty sulkupuomi. Sulkuköyttä ja -nauhaa voidaan käyttää kevyen liikenteen ohjaamiseen paikoissa, joissa putoamisvaaraa ei ole sekä optiseen ohjaamiseen. (Liikennevirasto 2013, 22–24; Suomen Kuntatekniikan yhdistys 2013, 14–15.)

Liikenneviraston ohjeessa sulku- ja varoituslaitteet on esitetty erilaisissa toimintaympäristöissä tapahtuvan työn vaatimat suojausluokat ja niiden edellyttämät raskaammat suojaukset. Suojausluokkien mukaisia suojauksia ovat sulkupylväät, aukoton betonielementtijono tai korkea reunatuki, henkilöautolle mitoitettu kaide tai loivalle kuorma-auto törmäykselle mitoitettu kaide. (Liikennevirasto 2013, 39.)

K0 suojausluokan kohteissa käytetään sulkupylväitä parantamaan tien reunan havaittavuutta, mutta ajoneuvon tieltä suistumista ei pyritä estämään. K1 suojausluokan edellyttämä betonielementtijono koostuu toisiinsa kytketyistä betonielementeistä, joiden pohja on leveydeltään 0,4-0,7 metriä korkeuden ollessa vähintään pohjan leveyttä vastaava mitta. Kapean tien suorilla osuuksilla voidaan myös käyttää korkeaa reunatukea, joka koostuu 300x300 mm betonipalustoista, jotka ankkuroidaan maahan harjateräksillä. K2 ja K3 suojausluokan edellyttämät suojaukset ovat työnaikaiset kaiteet. Työnaikaisia kaiteita valittaessa on huomioitava, että ne täyttävät suojausluokan kriteerit ja ovat standardin mukaiset. Teräs- ja betonirakenteisia kaiteita on saatavilla eri kiinnitystavoilla ja kokoisina. (Liikennevirasto 2013, 39–42.)

Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaisun mukaan raskasta suojausta tulee käyttää, kun kaivanto on yli 70 senttimetriä syvä ja työmaakaivanto on auki yli vuorokauden vallitsevan nopeusrajoituksen ollessa vähintään 50 km/h. Raskasta suojausta tulee käyttää myös, kun työ kestää yli vuorokauden ja nopeusrajoitus on vähintään 60 km/h. Julkaisussa esitetty raskassuoja on alaosastaan vähintään 25 senttimetriä leveä teräs- tai betonipalkki, johon voidaan kiinnittää sulkupuomi. Kyseinen raskassuoja vastaa Liikenneviraston korkeaa reunatukea. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2013, 22.)

8 Varottavat rakenteet

Maassa kulkeva tekniikka ja rakenteet on huomioitava kaivutyöhön ryhdyttäessä ja ne tulisi olla kartoitettuna jo suunnitteluvaiheessa. Kaiken maassa olevan tekniikan läheisyydessä tapahtuva kaivu tulee tehdä varovaisuutta ja huolellisuutta noudattaen. Konekaivun turvallinen suunta ja syvyys maassa kulkevan tekniikan läheisyydessä on varmistettava lapiokaivulla. (DNA, Elisa, Sonera & Finnet 2017, 3.)

8.1 Maakaapelit ja ilmajohdot

Ennen kaivutöihin ryhtymistä tulee olla tietoinen alueella kulkevista ilmajohdoista ja maakaapeleista. Ilmajohtojen sijainti havaitaan silmämääräisesti, mutta johdoissa kulkevan suuren jännitteen vuoksi niiden läheisyydessä työskennellessä on noudatettava vähimmäisvaroetäisyyksiä, joiden sisäpuolelle mikään väline, koneen osa tai taakka ei saa ulottua (taulukko 6). Lisäksi 110–400 kV:n linjojen pylväs- ja harusrakenteilla on kolmen metrin suoja-alue, jonka sisäpuolella työskentely on kiellettyä. (Elenia Verkko Oy, Energiateollisuus ry, EPV Alueverkko Oy, Fingrid Oyj, Fortum Sähkönsiirto Oy, Helen Sähköverkko Oy, INFRA ry, Itäsuomalaisten sähköyhtiöiden yhteenliittymä, Tukes & Vantaan Energia Sähköverkot Oy 2013, 5.)

Taulukko 6. Ilmajohdojen varoetäisyydet (Elenia Verkko Oy ym. 2013, 5)

Johdon jännite	Varoetäisyys metreinä (m)		
	avojohto		riippujohto
	alla	sivulla	
0,4 kV*	2*	2*	0,5**
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

1 kV = 1 000 V

* Pienjännitteiset 400 V (0,4 kV) avojohdot ovat nykyisin hyvin harvinaisia.

** Etäisyys koskee myös 1 000 V riippujohtoja.

Rakennusalueen kaapelikartat tulee tilata hyvissä ajoin ennen töiden aloitusta. Maakaapeleiden kaapelikartat saa tilattua kunta kohtaisesti joko kaupungin mittausosastolta tai johtotietoja välittävilä palveluntuottajilta. Tarvittaessa kaapelit voidaan kartoittaa myös maastoon kaapelinäytössä. Sijaintitiedot ovat voimassa kaksi viikkoa päiväyksestä. Kaapeleiden esiin kaivu tulee tehdä varovaisuutta noudattaen, kaapelien asennussyvytydessä voi olla vaihteluita eikä kaapeleita välttämättä ole suojattu tai merkitty mitenkään. (DNA ym. 2017, 3–4.)

Sähkökaapelin rikkoutuessa tai työkoneen osuessa ilmajohdoton tulee paikalta poistua riittävän kauas tasajalkaa hyppien tai loikkien siten, että vain yksi jalka koskettaa kerrallaan maata. Työkoneesta poistuttaessa henkilö ei saa koskettaa samaan aikaan maata sekä konetta. Katkennutta sähkö- tai telekaapelia ei tule koskea eikä kuitukaapelin pään valoa saa katsoa. Ulkopuolisten pääsy tapahtumapaikalle tulee estää ja ilmoittaa asiasta verkon haltijalle tai hätäkeskukseen. (Jyväskylän energia-yhtiöt Oy 2014, 15–16; Elenia Verkko Oy ym. 2013, 7.)

8.2 Kunnallistekniikka

Rakennuspaikan kunnallistekniikan sijaintitietoja saa yleensä rakennusvalvon-
nasta tai kiinteistönomistajalta. Erityisesti runkovesijohdon sijainti, joka rikkou-
tuessaan voi heikentää kaivannon vakavuutta, tulee paikallistaa. Olemassa ole-
van vesijohdon läheisyydessä kaivettaessa on myös varmistettava, ettei
vesijohto pääse jäätymään talviolosuhteissa. (RIL 2014, 29; InfraRYL 2010,
196.)

8.3 Maakaasu- ja kaukolämpölinjat

Maakaasuputket kulkevat maassa noin metrin syvyydellä ja ovat yleensä mer-
kitty maastoon merkintäpylväillä tai kaava-alueilla kiintopiste- tai karttamarkin-
noin. Viittä metriä lähempänä maakaasuputkistoa tapahtuva kaivutyö vaatii lu-
van putkiston käyttäjältä. Käyttäjä määrittää luvan myöntäessään putkiston
tarkan sijainnin. Louhintatyöt 30 metriä lähempänä tai laaja-alainen louhintatyö
100 metriä lähempänä kaasulinjaa vaativat myös verkonhaltijan myöntämän lu-
van. Kaasuputken vaurioituessa on tärkeää huolehtia, että alueelle ei pääse ul-
kopuolisia eikä alueella käsitellä tulta tai aiheuteta kipinöitä ennen pelastuslai-
toksen ja asiantuntijan saapumista paikalle. (Tukes & Gasum Oy 2012.)

Kaukolämpöputkistot kulkevat noin 0,7–1 metrin syvyydessä. Linjan läheisyy-
dessä kaivettaessa tulee linjan haltijalta pyytää johtotietokartta tai maastonäyt-
tö. Kaukolämpöputkistossa virtaava vesi on kuumaa ja paineistettua, joka vau-
riotilanteissa voi aiheuttaa vakavia palovammoja. (Elenia 2016.)

8.4 Läheiset rakenteet

Vanhojen rakennusten perustuksille syntyneet vauriot ovat usein aiheutuneet
pohjaveden alenemisesta seuranneesta maan painumisesta tai puisten perus-
tusrakenteiden lahoamisesta. Myös rakennus- tai louhintatärinä, roudan liikkeet,

rakennemuutokset ja läheiset kaivanto- tai rakennustyöt ovat tyypillisimpiä perustusten vaurioittajia. (Rantamäki & Tamminne 1996, 211.)

Olemassa olevien rakenteiden läheisyydessä kaivettaessa huomioitavaa on, etteivät maaperän liikkeet aiheuta painumia tai siirtymiä rakenteisiin. Kaivannon syvyyden ollessa suurempi kuin kaivannon etäisyys rakenteesta tulee rakennuksen perustamistapa selvittää huolellisesti ja kaivutapa sekä toteutus tukemattomana suunnitella asiantuntijan kanssa. Varsinkin vanhojen rakennusten maapohja voi olla hyvinkin heikosti kantavaa ja perustukset kevytrakenteisia, kuten kivilatomuksia tai säästöbetonia. Vanhoja perustusrakenteita korjattaessa, esimerkiksi lamelloimalla, on kaivun vaiheistuksessa huomioitava, ettei kaivantoa perustusten alapuolelle tehdä liian suureksi tai liian lähelle seuraavaksi lamelloitavaa kaivantoa. (Hietavirta ym. 2015, 114; Rantamäki & Tamminne 1996, 209, 214.)

8.5 Räjähteet

Kaivettaessa on mahdollista törmätä sodanaikaisiin räjähtämättömiin räjähteisiin ja louhituilla alueilla nalleihin sekä räjähdepatruunoihin ja panoksiin. Räjähtämättömät räjähteet ovat aina vaarallisia eikä niihin tule koskea. Räjähtämättömyyden räjähteeseen on suhtauduttava kuin se oli vaarallisimmillaan, muttei myöskään ole syytä hätäntyä sillä on erittäin epätodennäköistä, että kohde enää räjähtäisi ilman siihen kohdistuvaa kontaktia. (Kreate 2016.)

Louhituilla alueilla erityisen vaarallisia ovat sähkönallit. Räjähtämätön nalli on vaarallinen ja se on räjähdyksessä voinut myös vahingoittua ja voi räjähtää hankauksesta, iskusta, kuumudesta tai sähkökentän muutoksesta. Kiven sisään menevien nallin johdinten pitäisi myös tulla kiven toiselta puolelta ulos tai muuten on syytä olettaa panoksen olevan yhä kiven sisällä ja nallin kiinni räjähteessä. Räjähtämätöntä louhintaräjähdettä epäiltäessä ovat työt keskeytettävä ja havainnosta ilmoitettava työnjohdolle. Puhelinta ei saa käyttää räjähtämättömän sähkönallin välittömässä läheisyydessä. Vaara-alue on eristettävä niin, ettei ulkopuolisia pääse alueelle. Esimies ottaa tilanteen haltuun ja päättää jatkotoimis-

ta. Vain panostaja saa mennä koskemaan löytynyttä räjähdettä tai räjähdystarviketta. (Kreate 2016.)

Räjähämätön irtopatruuna on vaarallinen, koska nallin johtimet voivat olla katkenneet patruunan sisään ja ensisilmäyksellä se voi näyttää turvalliselta. Putkipanoksien käyttöön taas liittyy useimmiten räjähtävän tulilangan käyttö sytytyksessä. Räjähämättömän putkipanoksen löytyessä on todennäköistä, että alueelta löytyy myös räjähtävää tulilankaa. Räjähävä tulilanka on iskuherkkää ja mekaaninen rasitus siihen voi aiheuttaa räjähdysten. (Kreate 2016.)

Sodanaikaisen räjähtämättömän räjähteen löytäminen on mahdollista kaikkialla Suomen maassa. Havaittaessa räjähtämätön räjähdde ovat työt keskeytettävä, ilmoitettava havainnosta hätäkeskukseen ja työmaan johdolle, eristettävä alue ulkopuolisilta ja varmistettava ettei mikään pääse aiheuttamaan iskua tai liikuttamaan räjähdettä. Työnjohto ohjaa tilannetta, kunnes poliisi tulee paikalle ja ryhtyy toimiin. Tärkeintä räjähtämättömän räjähteen löytyessä on olla koskematta siihen. (Kreate 2016.)

9 Pilaantuneet maat

9.1 Esiintyvyys ja synty

Pilaantunut maa-alue on alue, jonka maaperään on ihmisen toiminnan seurauksena päässyt haitallisia aineita siten, että niistä aiheutuu haittaa tai merkittävä riski terveydelle tai ympäristölle, viihtyisyyden vähentymistä tai muuta vastaavaa haittaa. Haitalliset aineet voivat myös kulkeutua maaperän kautta pohjaveeseen, vesistöön tai levitä ympäröivälle alueelle. (Ympäristöhallinto 2014 a.)

Pilaantuneita maa-alueita löytyy Suomesta runsaasti, vuoden 2014 elokuussa maaperän tilan tietojärjestelmässä oli tiedossa yli 24700 kappaletta maa-alueita, joissa oli tiedossa tai voitiin olettaa olevan pilaantuneita maita tai jotka olivat jo käsitelty. Pilaantuneet alueet painottuvat eteläiseen Suomeen ja meren rannal-

le, mutta alueita löytyy kaikkialta Suomesta. Määrällisesti eniten pilaantuneita alueita on paikoissa, joissa on toiminut polttoaineen jakelua, jätteenkäsittelyä ja huoltamoita. Haitallisia aineita voi joutua ympäristöön myös erilaisten onnettomuuksien ja päästöjen seurauksena. Toimintojen jakauma kertoo rakentamisen ja kartoituksen painottumisesta, mutta se ei kerro ongelman laajuutta tai vakaavuutta. (Ympäristöhallinto 2014 b.)

9.2 Kunnostuksen vaiheet

Maaperän puhdistustarve sekä pilaantuneisuusluokka määräytyvät alueen nykyisen ja tulevan käyttötarkoituksen, löydettyjen aineiden pitoisuuksien, ominaisuuksien, kokonaismäärien ja sijainnin mukaan. Pilaantuneen maa-alueen kunnostushankeen vaiheet voidaan karkeasti esittää seuraavasti:

- historia- ja esiselvitys
- kohdetutkimukset
- arviointitarve
- riskienarviointi
- kunnostussuunnitelma
- PIMA-ilmoitus
- toteutussuunnitelma
- kunnostus
- valvonta
- loppuraportti. (Suomen ympäristökeskus 2016, 6.)

9.3 Kunnostusmenetelmät

Pilaantuneen maaperän kunnostusmenetelmiä on monenlaisia ja ne soveltuvat eri tavoin erilaisiin kohteisiin, joten menetelmä on aina valittava kohdekohtaisesti. Kunnostusmenetelmät pohjautuvat joko fysikaalisiin, kemiallisiin tai biologisiin reaktioihin. Kunnostustoimet voidaan tehdä maa-ainesta ja pohjavettä siirtämättä (in situ), käsittelemällä kaivettu maa-aines ja pohjavesi paikan päällä (on site)

tai suorittamalla maa-aineksen kaivu ja kuljettamalla pilaantunut aines jatkokäsittäväksi muualle (off site). (Suomen ympäristökeskus 2001, 8.)

9.4 Työnaikaiset vaaratekijät

9.4.1 Kunnostustyömaan pääpiirteet

Perinteisen maanrakennusurakan lisäksi pilaantuneiden maiden kunnostustyömaa sisältää poikkeavia toimenpiteitä, joihin urakoitsijan tulee varautua. Tällaisia ovat muun muassa henkilökunnan suojavälineiden hankkiminen ja huoltaminen sekä haitta-aineiden pitoisuuksien mittaaminen ja seuranta. Pilaantuneiden maamassojen erikoiskäsittelyyn ja peittämiseen sekä työn mahdollisiin keskeytyksiin on urakoitsijan myös varauduttava. (Ympäristöministeriö 2006, 18.)

9.4.2 Haitta-aineet

Tutkimusvaiheessa alueen haitta-aineet tulee selvittää riittävän kattavasti kunnostuspäätöstä varten. Erityisen haastavia ovat kaatopaikat, ratapihat ja satamat, joiden haitta-aineiden kirjo tekee niistä vaikeasti hallittavia. Taulukossa 7 on esitetty yleisimpiä pilaantuneisuutta aiheuttaneita toimintoja sekä kyseisiltä alueilta tyypillisimmin löytyviä haitta-aineita. (Ympäristöministeriö 2006, 28.)

Taulukko 7. Tyypillisimmät Pima-alueet ja niiden yleisimmät haitta-aineet (Ympäristöministeriö 2006, 29)

Kunnostettavan alueen tyyppi	Pilaava tekijä	Altisteet
Ampumaradat	haulit, hylsy, luodit	lyijy, pöly (antimoni, PAH)
Huolto- ja jakeluasemat	moottoribensiini, diesel- ja moottoriöljy,	hiilivedyt, BTEX, oksygenaatit (MTBE, TAME)
Vanhat kasvihuoneet	torjunta-aineet (pysyvät)	ditiokarbamaatit, atratsiini, kvintotseeni jne.
Kemialliset pesulat	klooratut liuottimet	trikloorieteeni, tetrakloorieteeni
Kyllästämöt, sahat	CCA suolakylläste kreosoottikylläste Ky-5-sinistymisenestoaine	arseeni, kromi(VI), kupari, PAH, tri-, tetra- ja pentakloorifenolit, dioksiinit, furaanit
Metalliteollisuus	kuonat, metallijäte, pintakäsittelyaineet	raskasmetallit, PAH-yhdisteet, liuottimet, hapot, emäkset
Korjaamot, maalaamot, romuttamot	moottori/koneöljyt, maalit/lakat, liimat, ohenteet, romumetallit	liuotinaaineet, raskasmetallit, öljyt, PCB
Ratapihat, satamat	teollisuuskemikaalit, öljytuotteet	mm. öljyt, liuottimet
Vanhat kaatopaikat	kaatopaikkakaasut, yhdyskuntajäte, ongelmajäte	mm. metaani, rikkivety, hiilidioksidi, pelkistyneet rikkiyhdisteet, erilaiset teollisuuskemikaalit, raskasmetallit, PCB, syanidit
Satamat ja telakat	laivanpohjamaalit	mm. lyijy, orgaaninen tina, kupari, öljyt

9.4.3 Altistuminen

Kunnostustyömaalla henkilö voi altistua kemikaaleille hengitysteitse (kaasuna, höyrynä tai pölynä), ihon kautta tai ruuansulatuskanavan kautta. Altistuksen vakavuuteen vaikuttaa haitta-aineen pitoisuus ja altistumisaika. Terveys- ja onnettomuusriskien hallintaan työmaalla suoritetaan altistumismittauksia. Altistumismittaukset voidaan jakaa työmaan ilmasta otettaviin ilman epäpuhtausmittauksiin tai työntekijälle suoritettaviin biologisiin mittauksiin. (Ympäristöministeriö 2006, 31–32.)

Ilman epäpuhtauksien mittaaminen voidaan tehdä joko suoraan osoittavalla mittarilla tai keräävällä mittarilla. Suoraan osoittava mittaus antaa heti tietoa mahdollisesta altistumisesta tai onnettomuusvaarasta ja on näin käytännöllisempi työmaalla tapahtuvaan seurantaan. Keräävän mittauksen tulokset ovat luotettavampia, mutta niiden analysointi laboratoriossa vie aikaa ja tulokset eivät täten ole työmaalla heti saatavana. (Ympäristöministeriö 2006, 32.)

Biologiset altistumismittaukset tehdään kemiallisilla analyyseillä työntekijän veri- tai virtsanäytteestä altistumista tai elimistön kemikaalikuormaa arvioiden. Biologisten altistumismittausten suorittaminen ja suunnittelu ovat terveydenhuollon ammattilaisten tehtäviä ja kuuluvat näin ollen työterveyshuollon tehtäviin. (Ympäristöministeriö 2006, 33.)

9.4.4 Palo- ja räjähdysvaara

Kaivettaessa helposti syttyviä aineita sisältävää maata on palo- ja räjähdysvaara mahdollinen. Tällainen vaara on suurin moottoribensiiniä ja orgaanisia liuotimia sisältävissä kohteissa. Kaatopaikoilla biologisesti hajoavasta jätteestä muodostuu kaatopaikkakaasuja, jotka aiheuttavat räjähdysvaaran. (Ympäristöministeriö 2006, 30.)

Palon tai räjähdysten aiheuttava kipinä voi syntyä kaivinkoneesta tai työlaitteesta. Vaaran ollessa mahdollinen käytettävien työkoneneiden tulee olla kipinäsuojatut ja tulityöt on suoritettava niille varatussa tulityöpaikassa. Tupakointi kunnostuspaikalla tulee kieltää ja alkusammutuskaluston on oltava työmaalla. (Ympäristöministeriö 2006, 90.)

9.4.5 Hapenpuute

Ilman happipitoisuus voi laskea hengenvaaralliselle tasolle suljetuissa ja syvissä tiloissa, kuten kapeissa ja syvissä kaivannoissa, kun ilma korvautuu muilla kaasuilla. Tarpeen vaatiessa ilman happipitoisuutta voidaan mitata varoittavalla mittarilla. Työskenneltävän tilan happivajetta voidaan ehkäistä tuuletuksen järjestämisellä tai turvautumalla paineilmalaitteiden käyttöön. (Ympäristöministeriö 2006, 30; VTT 2004, 89.)

9.5 Riskienhallinta

9.5.1 Tekniset torjuntakeinot

Kunnostustyömaan tekniset riskienhallinta keinot ovat rajallisia. Maaperän pölyämisen estämiseksi voidaan sitä kastella, suolata ja kasalle läjitettyjä maa-aineksia peittää. Maamassoja kuljettavien autojen kuormalavat tulee myös peittää. Pölyävien työvaiheiden ajoituksella ja sijoituksella voidaan mahdollisuuksien mukaan hallita pölyämistä. Työkoneiden ohjaamon oikeilla ilmansuodatusvalinnoilla voidaan hallita kuljettajien altistumista haitta-aineille. (Ympäristöministeriö 2006, 63.)

9.5.2 Henkilösuojaimet ja hygienia

Yleisesti vaadittujen henkilösuojaimien lisäksi pilaantuneiden maiden kunnostustyömaalla on olosuhteista riippuen käytettävä tarkoituksenmukaisia suojaimia. Suojavaatetuksen tarkoituksena on estää ihon kautta tapahtuva kemiallinen altistuminen. Suojavaatetus tulee valita alueella esiintyvien haitta-aineiden ominaisuuksien sekä pitoisuuksien mukaan. (Ympäristöministeriö 2006, 66.)

Suojakäsineet suojaavat ihoa kemikaaleilta sekä antavat fyysistä suojaa. Suojakäsineiden materiaalivalinta pilaantuneita maita käsiteltäessä on tärkeää, jotta haitta-aineilta suojaudutaan. Käsineet tulee myös uusida riittävän usein. Korkea haitta-aineen pitoisuus maaperässä edellyttää kemikaalin suojakäsineiden käyttöä. (Ympäristöministeriö 2006, 66.)

Suoja-asun tarkoitus on suojata koko vartaloa. Voimakkaasti pilaantuneilla alueilla suoja-asuna käytetään kuitukangashaalaria, jossa on kemikaaleilta suojaava pinnoitus. Turvajalkineiden materiaalin tulee myös olla kemikaaleja kestävä. Suojavaatetuksen päivittäinen puhdistus ja säännöllinen uusiminen ovat tärkeä osa suojautumista. (Ympäristöministeriö 2006, 68.)

Hengityssuojaimien käyttö perustuu riskienarviointiin. Vaihtoehtoisia suojaimia ovat suodattavat puoli- ja kokonaamarit erillisillä suodattimilla tai moottoroitu hengityssuojain. Kertakäyttöisiä hiukkassuojaimia voidaan käyttää vain, jos kyse on vähemmän haitallisesta pölystä tai lyhytaikaisesta oleskelusta alueella. Happivajetta epäiltäessä suodattavaa suojainta ei saa käyttää, vaan tällöin on käytettävä eristävää suojainta, johon ilma tuodaan paineilmapullostasta. (Ympäristöministeriö 2006, 69.)

Perusteellinen peseytyminen työvuoron jälkeen auttaa ehkäisemään haitta-aineiden imeytymistä ihon pinnalta. Käsien ja kasvojen pesu tauoilla ja varsinkin ennen ruokailua on ehdottoman tärkeää. Sosiaalitoimien osastoinnilla ja pesusekä säilytyspisteiden sijoituksella haitta-aineiden kulkeutuminen eteenpäin saadaan estettyä ja hygieniää parannettua. (Ympäristöministeriö 2006, 66–67.)

10 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään turvallisen kaivantotyömaan suunnittelulle ja toteutukselle asetettuja määräyksiä sekä toimintatapoja. Työssä pyrittiin tutustumaan kaivantotyömaan haasteisiin urakoitsijan näkökulmasta, mutta keskeinen kysymys oli myös selvittää mitä tarkoitetaan luotettavalla selvityksellä kaivantojen suunnittelusta puhuttaessa.

Työssä esitetyllä suunnittelutoiminnalla kaivannon toteutukseen liittyvät riskit tulee huomioiduksi niin hyvin kuin on mahdollista. Jos kaikkien kaivantojen suunnittelu ja toteutus olisi opinnäytetyössä esitetyn mukaista, uskoisin että kaivanto-onnettomuudet olisivat huomattavasti vähemmässä. Suuressa osassa kaivantotöitä kuitenkin varmasti jatkuvasti rikotaan asetettuja velvoitteita niin suunnittelun kuin toteutuksen osalta. Suurissa ja vaativissa kaivannoissa asioihin ymmärretään panostaa, mutta tavanomaiselta tuntuvat rutiinikaivannot aiheuttavat helposti laiminlyöntejä. Kaivannot nähdään pakollisina välivaiheina rakennettaessa jotain konkreettista ja niistä halutaan päästä mahdollisimman

vähällä. Välinpitämättömällä toiminnalla saadaan kuitenkin aikaiseksi hyvin vakavia seurauksia, joista vuosittaiset kuolemantapaukset ovat esimerkkinä. Suunnittelua laiminlyömällä jo pohjatutkimusvaiheessa, on urakoitsijan mahdollonta tietää rakennuspaikan todellista toteutettavuutta ja tuentatarvetta tarjotessaan urakkaa. Urakkamuodosta riippuen tämä voi johtaa siihen, ettei kaivantoja luiskata tarpeeksi tai kaivantoa yritetään tehdä tukemattomana, vaikka todellisuudessa henkilöille aiheutuva vaara on ilmeinen. Omalta osaltaan urakoitsijat voivat vaarantaa turvallisuutta suunnittelemattomuudella ja kaivantosuunnitelman noudattamatta jättämisellä.

Mielestäni opinnäytetyön tavoitteissa onnistuttiin, sillä työhön saatiin kasattua maanrakennusliikkeelle tärkeitä tietoutta kaivantotyömaalla turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä sekä tietoa maaperän käyttäytymisestä ja menetelmistä niiden hallintaan. Työssä käytiin läpi myös kaivannon asianmukainen suunnittelu-prosessi. Työ oli aloitettaessa rajattu koskemaan vain tukemattomia kaivantoja, mutta sitä voi hyödyntää soveltuvin osin myös tuettujen kaivantojen työmailla. Jälkeenpäin ajateltuna työssä olisi myös voitu käsitellä tuettujen kaivantojen turvallisuutta, mutta aihekokonaisuudesta olisi tällöin tullut melko laaja. Kaivantojen mitoitukseen työssä ei syvällisemmin perehdytty, mikä myös kuului rajaukseen. Mitoitukseen perehtyminen olisi ollut hyödyllistä, mutta tarkoituksena työssä oli perehtyä kaivantoturvallisuuteen pääasiassa urakoitsijan rakentamiskulmasta.

Tämän opinnäytetyön myötä olen laajasti joutunut perehtymään rakennustöihin liittyvään lainsäädäntöön ja määräyksiin ja täten saanut runsaasti tietoa työturvallisuuden määräyksistä. Lisäksi kaivantohankkeen eteneminen sekä urakoitsijan ja suunnittelijan velvollisuudet ja vastuut ovat tulleet hyvin tutuiksi. Työ on vaatinut runsaasti tiedonhakua useista lähteistä ja omat tiedonhakutaitoni ovat työn edetessä karttuneet. Opinnäytetyö on luotettava, koska käytetyt lähteet perustuvat lainsäädäntöön ja ajantasaisiin rakennusalan ohjeistuksiin ja määräyksiin. Tulevaisuutta ajatellen tekemäni opinnäytetyö auttaa työmaalla toimimista ja turvallisuuden huomioimista työskentelyssä.

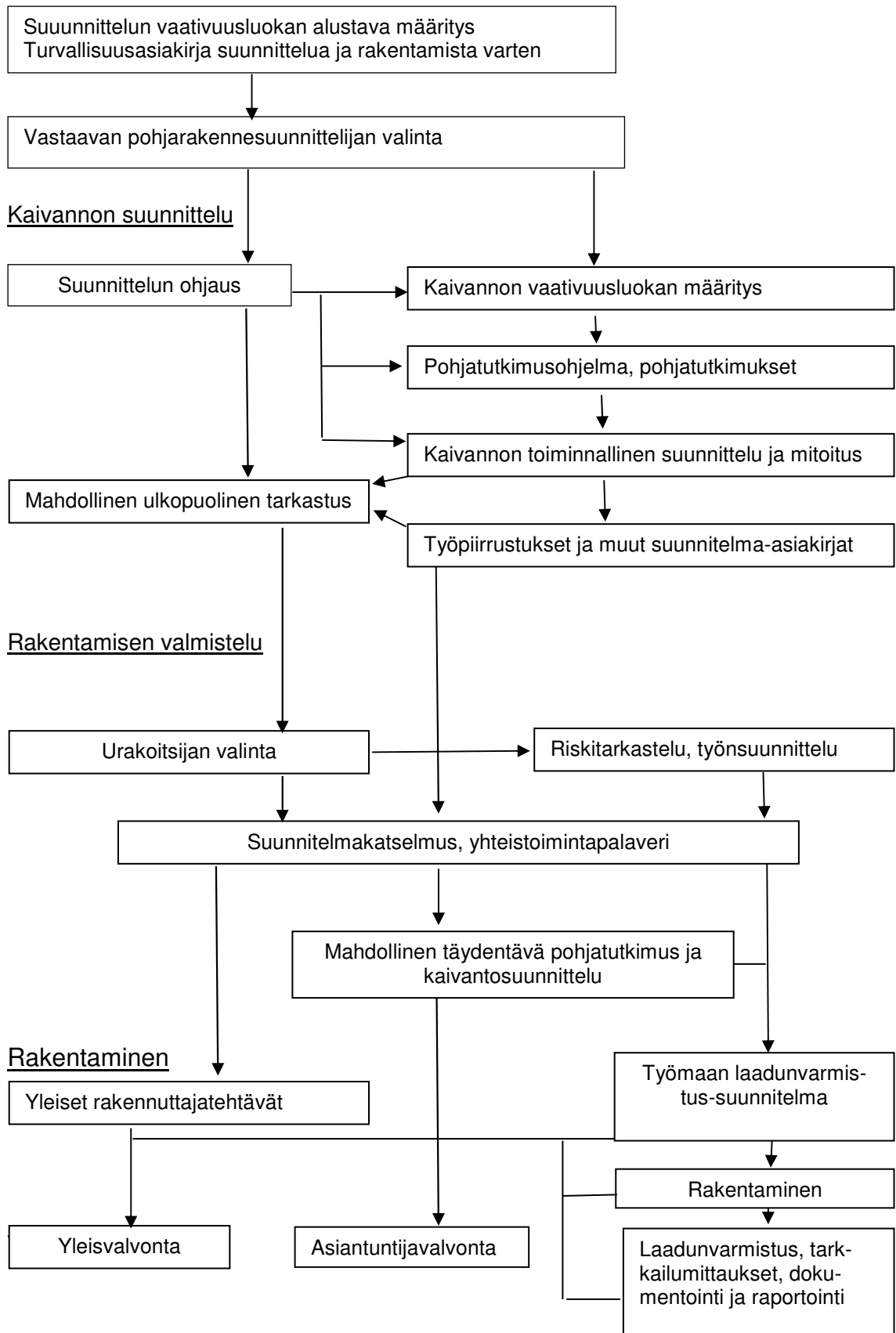
Lähteet

- DNA, Elisa, Sonera & Finnet. 2017. Maanrakennustyöt ja teleoperaattoreiden tietoliikennelaitteet. Ohje v1.1.
<https://www.kaivulupa.fi/static/269/docs/tietoliikennelaitteet.pdf>.
 4.1.2017.
- Elenia Lämpö Oy. 2016. Ohjeita kaukolämpölinjalla työskenteleville.
<http://www.elenia.fi/sites/www.elenia.fi/files/Ohje%20kaukol%C3%A4mp%C3%B6linjalla%20ty%C3%B6skenteleville%202016.pdf>.
 4.1.2017.
- Elenia Verkko Oy, Energiategollisuus ry, EPV Alueverkko Oy, Fingrid Oyj, Fortum Sähkönsiirto Oy, Helen Sähköverkko Oy, INFRA ry, Itäsuomalaisten sähköyhtiöiden yhteenliittymä, Tukes & Vantaan Energia Sähköverkot Oy. 2013. Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä.
http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/Hengenvaara_esite.pdf.
 4.1.2017.
- Hietavirta, J., Hokkanen, J., Niskanen, T., Patrikainen, H. & Päivärinta, K. 2015. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2015. Vantaa: Rakennusalan kustantajat RAK.
- InfraRYL 2010. 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Jyväskylän energia-yhtiöt. 2014. Kaapeleiden varomisohteet.
http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/754-Kaapeleiden_varomisohte_2014_valmis_nettiresoluutio.pdf.
 18.1.2017.
- Jääskeläinen, R. 2009. Geotekniikan perusteet. Tampere: Tammertekniikka/AMK-kustannus Oy.
- KFS Finland Oy. 2017. Referenssit. <http://www.kfs.fi/referenssit.html>. 13.4.2017.
- Kreate Oy. 2016. Toiminta kohdattaessa räjähtämätön räjähdde.
 Kreate Oy. 2017. Yritysesittely. <http://www.kreate.fi/yritys/>. 19.3.2017.
- Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978.
- Liikenneviraston ohjeita 10/2012. 2012. Tien geotekninen suunnittelu. Helsinki: Liikennevirasto. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-10_tien_geotekninen_web.pdf. 4.2.2017.
- Liikenneviraston ohjeita 39/2013. 2013. Sulku- ja varoituslaitteet. Laatuvaatimukset ja käyttö. Toteutusvaiheen ohjaus. Helsinki: Liikennevirasto http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-39_sulku_varoituslaitteet_web.pdf. 14.2.2017.
- Liikenneviraston ohjeita 2/2015. 2015. Liikenne tietyömaalla - Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset. Helsinki: Liikennevirasto. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-02_liikenne_tietuomaalla_web.pdf. 16.2.2017.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- Penttinen, R. 2001. Maaperän ja pohjaveden kunnostus. Yleisimpien menetelmien esittely. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

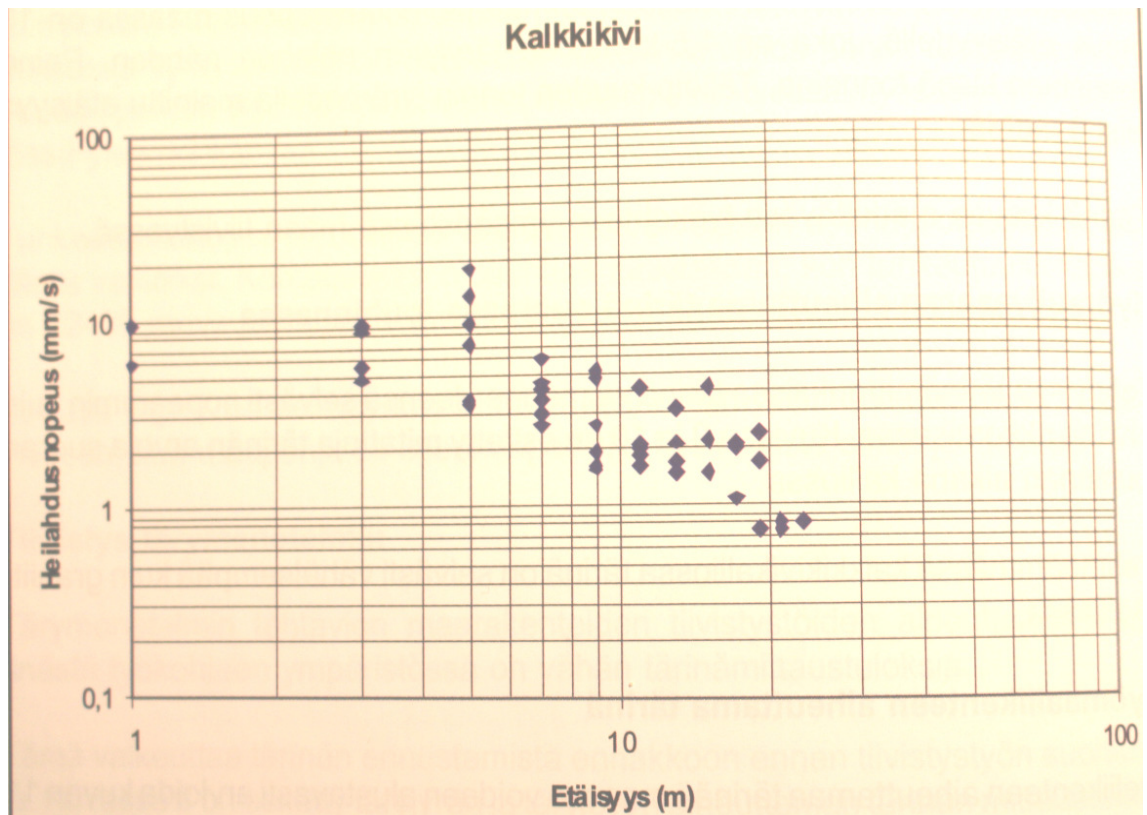
- https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40841/SYKEmo_227.pdf?sequence=1. 8.1.2017.
- Poliisi. 2017. Ilmoitus räjäytystyöstä.
https://www.poliisi.fi/luvat/ilmoitus_rajaytystyosta. 17.3.2017.
- Pääkaupunkiseudun kaupungit. 2017. Yleisten alueiden käyttö, tilapäiset liikennejärjestelyt ja katutyöt. Pääkaupunkiseudun määräykset ja ohjeet. 2017. http://www.hel.fi/static/hkr/luvat/kaivu_taskuohje.pdf. 11.4.2017
- Rakennusteollisuus RT ry, Betoniteollisuustoimiala. 2003. Betoniviemärit 2003-käsikirja. Helsinki: Suomen betonitieto Oy <http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/Betoniviem%C3%A4rit.pdf>. 16.3.2017.
- Ramboll Finland Oy. 2013. Vaara vaanii kaivannossa. Opas kaivannon turvalliseen toteuttamiseen. Helsinki: Infra ry.
https://www.vvy.fi/files/3203/Vaara_vaanii_kaivannossa_opas.pdf. 12.2.2017.
- Rantanen, E., Harju, M., Norokorpi, L. & Uusitalo, J. 2013. Vaara vaanii kaivannossa. Tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta. Helsinki: Liikennevirasto. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-09_vaara_vaanii_web.pdf. 12.12.2016.
- Rantamäki, M. & Tamminne, M. 1996. Pohjarakennus 465. Espoo: Otatieta Oy.
- Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tamminne, M. 1997. Geotekniikka 464. Espoo; Helsinki: Otatieta Oy.
- RIL 253-2010. 2010. Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 263-2014. 2014. Kaivanto-ohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Suomen Kuntaliitto. 2006. Kaduilla ja muilla yleisillä alueilla tehtävien töiden ohjaaminen. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.
- Suomen Kuntatekniikan yhdistys. 2013. Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla. Julkaisu 1. Helsinki.
- Suomen pelastusalan keskusjärjestö. 2017. Tieturva 1-kurssi
<http://www.spek.fi/Suomeksi/Koulutus/Tieturva/Tieturva-1>. 6.3.2017.
- Suomen pelastusalan keskusjärjestö. 2017. Tulityöt.
<http://www.spek.fi/Suomeksi/Koulutus/Tulityot>. 6.3.2017.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma B3 2004. Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004.
- Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2016. 2016. Pilaantuneen maa-alueen kunnostushankkeen tilaaminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/159799>. 8.1.2017.
- Tukes. 2017. Henkilösuojaimet.
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/Tavaroiden-turvallisuusvaatimuksia/Henkilösuojaimet/>. 22.2.2017.
- Tukes & Gasum. 2012. Muista maakaasulinja!. Ohjeita maakaasulinjalla työskenteleville.
http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_oppaat/Muista_maakaasu.pdf. 7.2.2017.
- Työsuojeluhallinto. 2015. MVR-mittari.
<http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelutyopaikalla/tyolosuhdemittarit/mvr-mittari>. 24.2.2017.
- Työturvallisuuslaki 238/2002.

- Työturvallisuuskeskus. 2017. Työturvallisuuskortti.
<https://www.tyoturvallisuuskortti.fi/kortti>. 1.3.2017.
- Työturvallisuuskeskus. 2016. Rakennusalan määräyksiä ja vaaroja. 15.3.2017.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009.
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001.
- Verohallinto. 2014. Rakentamiseen liittyvä tiedonantovelvollisuus.
[https://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Verohallinnon_ohjeet/Rakentamiseen_liittyva_tiedonantovelvoll\(32723\)](https://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Verohallinnon_ohjeet/Rakentamiseen_liittyva_tiedonantovelvoll(32723)). 3.3.2017.
- VTT Tiedotteita 2245. 2004. Pilaantuneiden maiden kunnostushankkeiden hallinta. Espoo: VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2245.pdf>. 26.1.2017.
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.
- Ympäristöhallinto. 2014a. Pilaantuneet maa-alueet. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet. 24.1.2017.
- Ympäristöhallinto. 2014b. Pilaantuneet alueet Suomessa.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet/Pilaantuneet_alueet_Suomessa. 24.1.2017.
- Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006. 2006. Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas. Helsinki: Ympäristöministeriö.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41536/OH7_2006_Pilaantuneen_maa_alueen_tutkimuksen_ja_kunnostuksen_tyosuojeluopas.pdf?sequence=1. 10.2.2017.

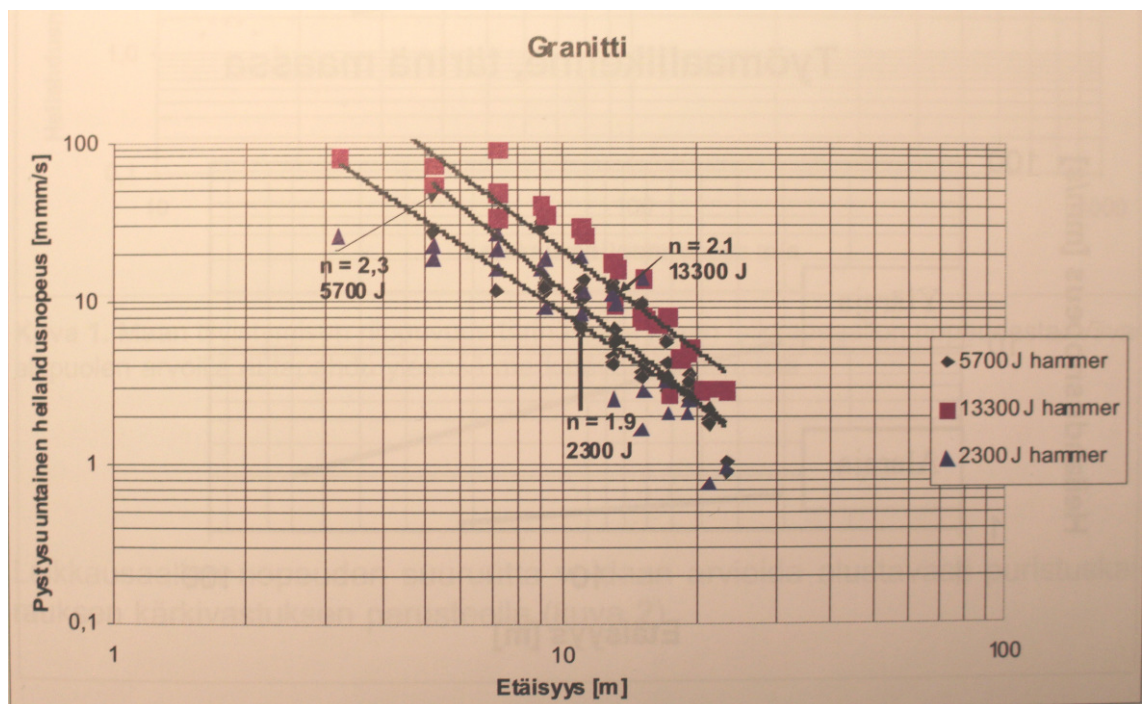
Kaivantohankkeen etenemisen vaiheet (RIL 2014, 20)

Hankkeen käynnistys

Tärinäennustuskäyrä suoralle louhinnalle graniitti- ja kalkkikivikalliossa
(RIL 2010, 93–94)



Iskuenergialla 3,5 kJ



Iskuenergioilla 2,3 kJ, 5,7 kJ ja 13,3 kJ

Tärinäennustuskäyrä työmaaliikenteelle ja tiivistystöille
(RIL 2010, 92-94)

2 (2)

