

Aloitusedellytykset pienporapaalutukselle ja tukiseinän ankkuroinnille

Tiivistelmä

Tekijä(t) Anssi Solkio	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 29	Valmistumisaika 2024
Työn nimi Tukiseinien ankkurointitöiden sekä pienporapaalutöiden aloitusedellytykset		
Tutkinto ja koulutusala Rakennusmestari (AMK), Rakennusalan työnjohton koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio Destia Oy		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli porapaalutuksen ja tukiseinien ankkuroinnin aloitusedellytykset. Opinnäytetyön toimeksiantaja halusi erikoispohjarakennustöiden työnjohtajille tietopaketin mitä kaikkea porapaalutuksen sekä ankkuriporauksien tehokkaaseen aloitukseen vaaditaan, ja mitä kaikkea tulee ottaa huomioon ennen varsinaisten poraustöiden aloitusta.</p> <p>Opinnäytetyö on toteutettu kokemuspohjalta töiden parista sekä haastattelemalla eri työtehtävissä olevia työntekijöitä ja toimihenkilöitä. Lähteenä työssä on käytetty alan kirjallisuutta, ohjeita ja säännöksiä. Opinnäytetyössä tarkasteltiin poraustöiden aloitusedellytyksiä työnjohtajan näkökulmasta. Opinnäytetyössä käydään läpi työnjohtajan suunnitteluprosessi poraustöihin kaluston valinnasta töiden aloitukseen asti.</p> <p>Poraustöiden suunnittelussa työnjohtajan tulee ottaa huomioon monia asioita. Porapaalutuksien ja tukiseinien ankkurointitöiden aloituksissa syntyy usein hukkaa ja tämä opinnäytetyö toimii tarkastuslistana työnjohtajille poraustöiden aloitusten tehostamiseksi.</p>		
Asiasanat porapaalu, ankkurointi, tukiseinä		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Anssi Solkio	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages	
	29	
Title of Publication		
Starting conditions for small drill piling and retaining wall anchoring		
Degree, Field of Study		
(UAS), Construction site management		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Destia Oy		
Abstract		
<p>The topic of the thesis was the starting conditions for drilling piles and anchoring retaining walls. The subscriber of the work wants to get an information package for the foremen of the foundation construction works on what is required for the effective start. The introduction should tell what they will need for an effected start of the work and what should be done before the actual drilling work starts.</p> <p>The thesis is executing basing to the experience and to interviewing people from the differed backgrounds from the site. For the sources of the thesis has been taking the industry literature. The main topic of the thesis was study starting condition on the point of site supervisor. The thesis commits oneself from the choosing machinery to starting the work.</p> <p>As a planning for the drilling works the site supervisor must consider many things. There is often waste at the start the of work. The thesis should work as a checking list for the site supervisor before starting the work.</p>		
Keywords		
drilling pile, anchouring, retaining wall		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yleisesti työvaiheista	2
2.1	Geotekninen suunnittelu.....	2
2.2	Porapaalutus	4
2.3	Tukiseinien ankkurointi	6
3	Kalusto	9
3.1	Porauskaluston kohdekohtainen suunnittelu.....	9
3.1.1	Työmaaolosuhteet	9
3.1.2	Maaperäolosuhteet.....	11
3.2	Kaluston keräys varikolla	13
3.3	Kaluston mobilisaatio.....	14
4	Tilaaajan kanssa käytävät asiat ennen töiden aloitusta.....	18
4.1	Lupa-asiat	18
4.2	Suunnitelmat	18
4.3	Työmaakatselmus	19
4.4	Edeltävät työvaiheet	20
4.5	Työvaiheen aloituspalaveri	21
5	Tuotannon suunnittelu	23
5.1	Resursointi	23
5.2	Hankinnat	23
5.3	Aloituspalaveri työntekijöiden kanssa	24
5.4	Alustavat työt.....	24
6	Yhteenveto ja pohdinta	28
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1. Katselmuspöytäkirja

Liite 2. Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma

Liite 3. Vastaanottotarkastuspöytäkirja

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käydään läpi pienporapaalutuksen sekä tukiseinien ankkurointiporausten aloitusedellytyksiä. Työssä tarkastellaan mitkä kaikki alustavat työt on hyvä olla tehtynä, jotta poraustöiden aloitus olisi mahdollisimman tehokasta. Opinnäytetyössä käydään läpi koko aloitusprosessi työn suunnittelusta poraustöiden aloitukseen.

Aihe työhön pohdittiin yhdessä Destian pohjarakentamisyksikön yksikönjohtajan kanssa. Tarkasteltiin poraustöiden kulurakenteita viimeisimmillä työmaillamme ja havaitsimme, että töiden aloitukseen tulee panostaa enemmän, jotta työt saadaan sujuvasti ja kustannus-
tehokkaasti käyntiin.

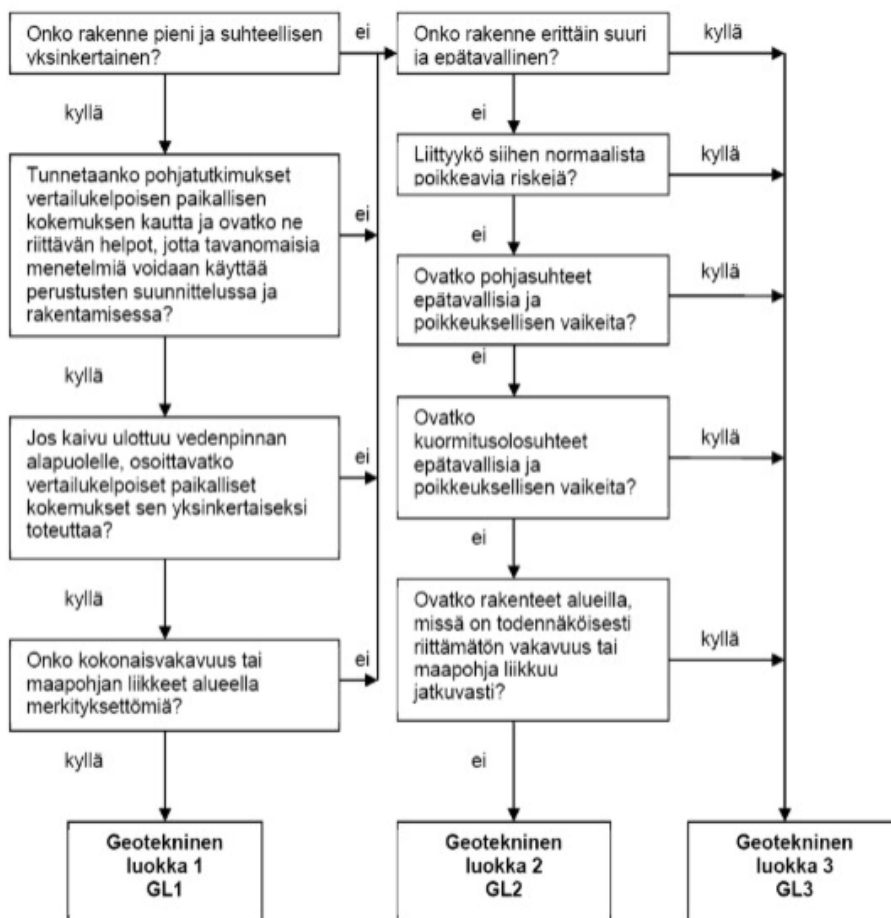
Opinnäytetyön tavoitteena on antaa pohjarakentamisen kanssa työskenteleville työnjohtajille opas työmaan aloituksessa huomioon otettavista asioista. Opas antaa ohjeita kaluston suunnitteluun työmaa- ja maaperäolosuhteet huomioon ottaen. Lisäksi se ottaa kantaa kaluston mobilisointiin ja kalustolle tehtäviin tarkastuksiin. Opas sisältää myös tarkastuslistan tilaajan kanssa läpikäytävistä asioista sekä muista seikoista, jotka on otettava huomioon ennen töiden aloittamista. Oppaan tavoite on toimia tarkistuslistana työnjohtajalle ja sitä voidaan hyödyntää myös uusien henkilöiden perehdyttämisessä pohjarakennustöihin.

2 Yleisesti työvaiheista

2.1 Geotekninen suunnittelu

Pohjarakennustöitä ohjaavat erilaiset eurokoodi-standardit. Standardissa EN 1997-1 esitetään mitoitusohjeet ja kuormat rakennusten sekä maa- ja vesirakennuskohteiden geotekniseen suunnitteluun. Standardia EN 1997-1 sovelletaan erityisesti talonrakennuskohteiden pohjarakennussuunnittelussa. Tukiseinätöiden standardina toimii SFS-EN 12063 tukiseinät (teräs- ja puuponttiseinät). Soveltamisala tässä ohjeessa keskittyy pysyvien tai tilapäisten tukiseinärakenteiden valmistukseen koskeviin vaatimuksiin ja suosituksiin. Pienporaapaalutuksen standardina toimii SFS-EN 14199 pohjarakennustyöt (pienpaalut). Pienporaapaaluiksi luetaan poraustyökalulla asennettavat paalut, joiden varren läpimitta on alle 300 mm. (RIL 254-1-2016, 20, 28 - 29.)

Pohjarakenteisiin liittyvät suunnittelutehtävät ovat pohjarakenteiden geoteknisen suunnittelun ja rakennesuunnittelijan yhteistyötä. Geoteknisellä suunnittelulla selvitetään rakenteiden geotekninen toiminta ja mitoitus. Geotekninen suunnittelu antaa myös riittävän yksityiskohtaisen ohjeistuksen, kuinka toivottuun lopputulokseen päästään. (RT RakMK-21753, luku 2.)



Kuva 1. Geoteknisen luokan valintaperusteet

Pohjarakenteet jaetaan geoteknisiin luokkiin GL1...GL3 kohteen riskin kokonaisvakavuuden sekä pohja- ja kuormitusolosuhteiden mukaan. Kuvassa 1 on esitetty kaavio geoteknisen luokan valintaperusteista.

Geoteknisen luokan 1 kohteissa riskit ovat pieniä eikä vaaraa maapohjan liikkeistä ole. GL1 rakennuspaikat sijaitsevat tyypillisesti kallio- tai moreenialueella tai karkearakenteisten maalajien alueella. Geotekniseen luokkaan 2 kuuluvat kohteet, joihin ei liity tavanomaisesta poikkeavia riskejä tai epätavallisen vaikeita pohja- ja kuormitusolosuhteita. GL2 kohteissa vaaditaan tavallisesti kvantitatiivisia geoteknisiä lähtötietoja sekä analyysyjä, jotta voidaan varmistua suunnittelun perusvaatimusten täyttymisestä. Geotekniseen luokkaan 3 kuuluvat kohteet tulee suunnitella erityisen huolellisesti ja tarvittaessa käytetään rutiinimenetelmistä ja standardeista poikkeavia vaihtoehtoja. GL3 kohteiden rakenteisiin liittyy normaalista poikkeavia riskejä tai poikkeuksellisen vaikeita pohja- ja kuormituskohteita. GL3 kuuluvat myös kohteet, joissa lähialueen rakenteiden vakavuus on riittämätön tai jatkuva maapohjan liikkuminen edellyttävät erillisiä tutkimuksia tai erityistoimenpiteitä. (RIL 254-1-2016, 29.)

2.2 Porapaalutus

Porapaalutus on menetelmä, jossa paalu tunkeutuu maahan pyöryksen, alaspäin suuntautuvan voiman sekä mahdollisen huuhtelun ja lyönnin yhdistelmällä. (RIL 254-1-2016, 20.) Tarkoituksena porapaaluilla on siirtää kuormat rakenteilta peruskallioon. Porapaalut upotetaan yleensä vähintään kolme kertaa halkaisijansa verran ehjään kallioon riippuen kohteesta ja paalun käyttötarkoituksesta, kuitenkin vähintään puoli metriä. Mikäli kallion pinta on pohjatutkimusten perusteella todettu tai sen oletetaan olevan yli 30 astetta kalteva, porataan paalu vähintään neljä kertaa halkaisijansa verran kallioon. Paalutyypiksi valitaan usein porapaalu silloin, kun paalukuormat ovat hyvin suuria, paalulla joudutaan läpäisemään kivisiä tai lohkareisia maakerroksia, kallionpinta on hyvin kalteva tai paalulle vaadittavat toleranssit ovat tiukat. Porapaalutus tulee kyseeseen myös tilanteissa, joissa paalutettavan alueen lähellä on rakenteita, jotka ovat tärinälle herkkiä. Porapaalutuksesta syntyvä tärinä on pienempää kuin lyöntipaalutuksessa. (Väylävirasto 2020.)

Porapaalutus koostuu seuraavista työvaiheista. Ensin valmistellaan porausletka, letkaan kuuluu porauskanget, ilmakäyttöinen uppovasara, porakruunu eli pilotti sekä mahdolliset adapterit pyörittäjän, kankien ja vasaran välillä. Letkan valmistelun jälkeen letka kiinnitetään poravaunun pyörysmoottoriin ja asemoidaan teräspaaluputki porausletkan ympärille. Seuraavaksi varmistetaan paalun aloituspisteen tarkka sijainti sekä oikea tunkeutumiskulma. Porausilman sekaan johdetaan vettä porauspölyn ehkäisemiseksi ja paalu porataan tavoitesyvyyteen. Porauksen tavoitetason saavutettua paalu huuhdellaan veden sekä paineilman avulla ja porausletka nostetaan pois paalusta. Viimeiseksi paalulle suoritetaan loppulyönnit, jotta varmistutaan kalliokontaktista.



Kuva 2. Poravaunu KLEMM 806-5G (Kuva: Veli-Pekka Kaikkonen)

Paalun pohjalle on voinut jäädä porasoijaa, jonka vuoksi paalu huuhdellaan kunnolla paalutuksen jälkeen. Porakankia ylös nostettaessa paalusta, voi paaluputki samalla nousta

hieman kallion pohjalta. Tästä syystä paalulle on tärkeää suorittaa loppulyönnit kuvan 2 mukaisesti. Paalun päälle tehtävät loppulyönnit suoritetaan ilmakäyttöisellä uppovasaralla paalun päälle kalliokontaktin varmistamiseksi.

2.3 Tukiseinien ankkurointi

Tukiseinien: pontti-, setti-, porapaalu- ym. tehtävä on tukea kaivantojen seinämiä niin, ettei kaivanto pääse sortumaan. Tukiseinän tarkoituksena on tukea seinää vaakasuuntaista kuormitusta vastaan. Kaivantotöistä tehdään kaivantosuunnitelma, jossa esitetään kaivannon ja lähirakenteiden tuentatarve- ja tapa kaivuvaiheittain. Suunnitelmasta tulee käydä myös ilmi kaivun lopullinen syvyys sekä tukiseinän ja ympäristön tarkkailumittaukset.

Mikäli tuleva kaivanto on syvä tai on vaaraa maaperän liikkeistä, tulee tukiseinä ankkuroida kohteen mukaan joko maa- tai kallioankkureilla. Kaivannon ulkopuolisilla tuennoilla on etuna se, ettei kaivannon sisäpuolelle muodostu töitä haittaavia tukirakenteita. (RIL 263-2014, 60.) Ilman ankkurointia seinien stabiliteetti saattaa horjua ja pahimmassa tapauksessa tukiseinä voi vaakasuuntaisten voimien vaikutuksista sortua. Rakennesuunnittelijan ja geosuunnittelijan työhön kuuluu määrittää ankkurityyppi sekä ankkurilta vaadittavat voimat. Suunnitelma-asiakirjoista esitetään voimien lisäksi ankkureiden paikat sekä niiden kaltevuudet. Ankkurit porataan annettuun tavoitesyvyyteen, jonka jälkeen ne juotetaan. Kun juotosmassa on kuivunut, voidaan ankkurit jännittää. Ankkurit jännitetään ensin koevetovoimaan, jonka jälkeen ne jätetään annettuun jättövoimaan. Suomessa yleisimmät ankkurityypit ovat punosankkurit, tankoankkurit sekä läpi-injektoitavat ankkurit.

Poraus suojaputkella:

Poraustyö tapahtuu uppovasaraporausena samaan tyyliin kuin porapaalutus. Erona vain se, että suojaputken porauksen jälkeen ankkurointiporauksissa jatketaan pelkän kallioreiän porausta vielä syvemmälle. Suojaputken tehtävä on nimensä mukaisesti suojata ankkuria pitämällä maa-aines poissa ankkurireiästä sekä joissakin tapauksissa lisäämässä myös korroosiovaraa. Suojaputkella ei ole rakenteellista vaikutusta ja siitä syystä sitä ei tarvitse porata kuin sen verran kallioon, ettei maan ja kallion välistä pääse maa-aines ankkurireikään. Suojaputken porauksen jälkeen jatketaan vielä pelkän kallioreiän porausta. Poraus tehdään hieman kohteen mukaan, mutta yleensä kallioreikää porataan vähintään neljä metriä.

Poraus OD-kalustolla ja päältä lyöväällä vasaralla:

OD-kalustolla poratessa ei tarvita erillistä suojaputkea poraamiseen ja ankkurin juottoon ollenkaan vaan OD-porauskanget toimivat itsessään ns. suojaputkena. Kanget ovat hal-

kaisijaltaan hieman suurempia vastaaviin upporauksessa käytettäviin kankiin verrattuna. Kangen sisähalkaisija on reilusti suurempi, jotta niiden kautta voidaan asentaa ja juottaa punosankkurit. OD-kalustolla voidaan porata työnaikaisia ankkureita, joiden pituudet ovat maksimissaan 15–20 m. Myös maaperäolosuhteiden pitää olla suotuisat, jotta tällä menetelmällä ankkurointityö onnistuu. Menetelmällä ei pystytä toteuttamaan pysyviä ankkureita.



Kuva 3. Ankkurointi OD-kalustolla. (Kuva: Teemu Toivonen)

OD-kalustolla pystytään toteuttamaan kustannustehokkaasti lyhyitä ankkureita. Kuvassa 3 on meneillään OD-ankkurointi teräsponttiseinälle. Ponttien pituudet ovat hyvin lyhyitä, kuten kuvassa 3 on nähtävillä. Ponttien pituudet on merkattu seinään maalilla, jotta porari pystyy arvioimaan ankkurin pituutta jo ennen porausta. Ponttien pituuksien merkkkaus helpottaa myös mittahenkilökuntaa teräsponttiseiniä laatuaineiston teossa.

Läpi-injektoitavat ankkurit:

Läpi-injektoitavissa ankkureissa itse ankkurit toimivat samalla myös porauskankina. Tällä metodilla poratessa hyvä puoli on se, että jokaiselle ankkurille tulee oma uusi porakruununsa, joka jää lopputulemassa osaksi rakennetta. Kallioporaus on usein nopeampaa, kun jokaiselle ankkurireiälle vaihdetaan aina uusi kruununsa. Hyvänä puolena läpi-

injektoitavassa ankkuroinnissa on myös sen soveltuvuus maa-ankkurointiin. Mikäli maaperässä on riittävästi hyvää kitkamaata, voidaan läpi-injektoitavia ankkureita käyttää maa-ankkureina eikä niitä siis tarvitse ulottaa kallioon asti ja silti niille saadaan tarvittaessa jopa 700kN vetolujuus.

Huono puoli läpi-injektoitavissa ankkureissa on niiden kallis hinta suhteessa OD-menetelmällä tehtävään ankkurointiin. Molemmissa ankkurointityyleissä poraustyyli tapahtuu päältä lyöväällä vasaralla.

3 Kalusto

3.1 Porauskaluston kohdekohtainen suunnittelu

Porauskaluston valinnan kanssa tulee huomioida monia asioita. Poraustöiden tehokkaan läpiviennin avaintekijöitä ovat kaluston toimivuus sekä soveltuvuus työkohteeseen. Käytettävän kaluston valinnasta on hyvä järjestää erillinen palaverinsa, johon tulee osallistua mahdollisuuksien mukaan ainakin porapaalutuksesta/ankkuroinnista vastaava työnjohtaja, kalustoinsinööri sekä tekevästä osastosta vähintään porari.

Suunnitteluprosessi on tehokkaampaa työprojektin eri rooleissa työskentelevien kesken, sillä prosessia saadaan tarkasteltua eri näkökulmista. Kalustoinsinööri osaa kertoa tietoja kaluston teknisistä ominaisuuksista, työnjohtaja osaa kertoa työmaan luonteesta sekä millaisessa olosuhteissa työt tullaan toteuttamaan ja tekevä osasto taas osaa kertoa kunkin kaluston käyttökokemuksista vastaavissa olosuhteissa. Tehokkaalla suunnitteluprosessilla saadaan työn aloitusta tehostettua huomattavasti ja hukan määrää saadaan pienennettyä. Porapaalutustöissä sekä ankkuroinnissa usein itse poraaminen vie vain murtoosan ajasta. Enemmän aikaa kuluu kaikessa poraustyön valmistelussa.

3.1.1 Työmaaolosuhteet

Jokainen työmaa on olosuhteiltaan aina omanlaisensa ja käytettävälle kalustolle saattaa olla monenlaisia rajoitteita. Kaupunkiympäristössä rakennettaessa työmaalla käytettävissä olevat tilat ovat yleensä ahtaampia, kun taas maakunnissa tilaa saattaa olla käytössä runsaammin.

Konkreettisia rajoitteita työmailla saattavat olla esimerkiksi koneiden painorajoitteet. Työtä voidaan joutua tekemään painorajoitetuilla silloilla, lautoilla, betoniholvin päältä tai esimerkiksi löyhältä maaperältä. Myös korkeus voi rajoittaa koneiden käyttöä porauskohteessa. Työtä voidaan joutua suorittamaan esimerkiksi sillan alla, rautateiden rakenteiden alla (ajolangat, orret, ripustimet ym.), holvin alla, sisätiloissa tai jonkin muun rakenteen alla tai läheisyydessä, joka rajaa korkeuden vuoksi käytettävää porauskalustoa.



Kuva 4. Ahtaantilan poravaunu (Kuva: Kalevi Manninen)

Korkeusrajoitteiden vuoksi voidaan joutua poraamaan pienemmällä kalustolla. Ahtaantilan poravaunulla poraustyötä tehdään lyhyemmissä pätkissä, joka hidastaa huomattavasti poraustöitä. Kuvan 4 ahtaantilan poravaunu on varustettu läpi-injektoitavien ankkureiden porauksiin. Läpi-injektoitavien ankkureiden porauksessa voima tulee päältä lyövällä vasaralla ja käytettävät ankkurit toimivat samalla myös porauskankina. Ankkurit porataan tavoitesyvyyteen, jonka jälkeen ankkuri juotetaan. Juottamisen jälkeen asetetaan uusi ankkuri kiinni koneen pyörittäjään.

Konkreettisten rajoitteiden lisäksi kaluston suunnittelussa on otettava huomioon myös muita tekijöitä. On selvítettävä työmaalla käytettävissä olevat tilat työskentelylle. Usein tulee vastaan työmaita, joissa ei ole paino- tai korkeusrajoitteita, mutta tilaa on muuten vähänlaisesti ja sen takia joudutaan rajaamaan isoimmat käytössä olevat koneet pois.

Ahtaammissa ympäristöissä on hyvä ottaa huomioon poravaunun kinematiikka. Monesti ahtailla ankkurointi- tai pienporapaalutustyömailla auttaa, mikäli poravaunun ylävaunu on kääntyvä tai ainakin vaunun puomi on kääntyvä. Myös koneiden ulokkeiden koot saattavat olla ratkaisevassa asemassa porauskalustoa valittaessa. Vastään saattaa tulla esimerkiksi tilanteita, joissa paalu tai ankkuri tarvitsee saada porattua lähelle jo olemassa olevaa rakennetta ja tämän myötä myös poravaunu tarvitsee saada asemoitua lähelle porauspistettä. Tällaisissa tilanteissa tulee tarkastaa kaikki mahdolliset koneen ulokkeet, jotta koneella varmasti mahdutaan poraamaan haluttuun paikkaan.

3.1.2 Maaperäolosuhteet

Maaperäolosuhteet otetaan ensimmäisen kerran huomioon jo urakan tarjousvaiheessa, kun pohditaan millaisilla työtehoilla urakkaa, pystyttäisiin toteuttamaan. Kalusto pyritään valitsemaan kohteeseen aina niin, että porapaalutus tai ankkurointityö pystytään suorittamaan mahdollisimman pitkillä paaluilla / suojaputkella tai vastaavasti OD-kalustolla tehtäessä mahdollisimman pitkillä porauskangilla. Tällöin poraustyö on tehokkaampaa ja hukkaa tulee vähemmän, sillä silloin jää ylimääräisiä työvaiheita pois. Porapaalutuksessa paalun jatkaminen tapahtuu hitsaamalla. Hitsaustyön ollessa käynnissä koko paalutustyö keskeytyy, kunnes hitsaussauma on kokonaan valmis ja sauma on ehtinyt kunnolla jäähtyä.

Työnjohdon tulee poraustöitä suunnitellessa perehtyä kunnolla työalueelle tehtyihin pohjatutkimuksiin. Geoteknisten tutkimusten tulee tuottaa riittävästi tietoja pohjaveden- sekä maapohjan olosuhteista rakennuspaikalla. Pohjatutkimukset tulee tehdä tarpeeksi laajalle alueelle ja niin syväälle, että kaikki maapohjan muodostumat ja kerrostumat tunnistetaan. (RIL 254-1-2016, 35.)

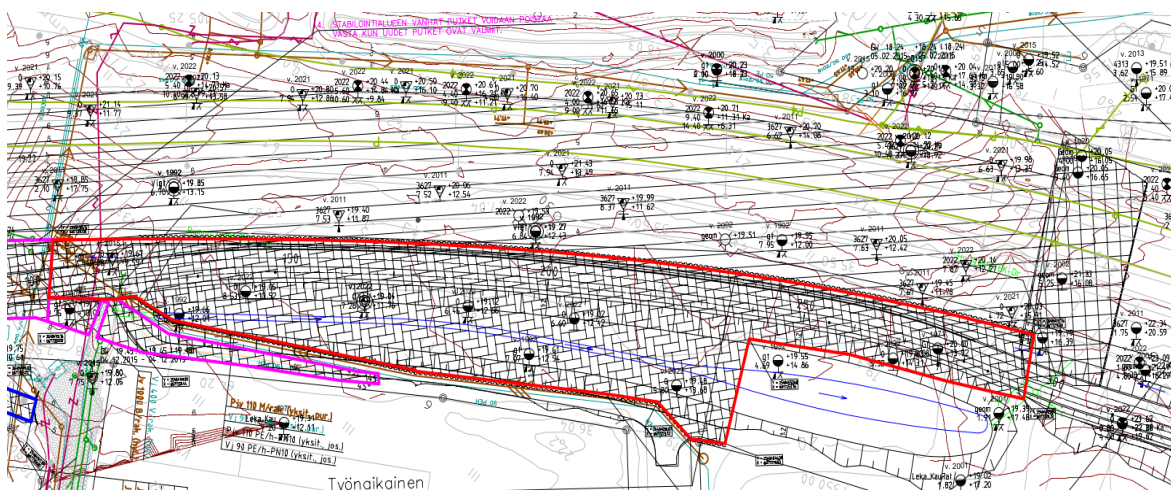
Maaperäolosuhteet muuttuvat paljon sen mukaan missä päin Suomea työmaa sijaitsee. Pääkaupunkiseudulla maaperässä on usein täyttömaata ja täyteenä on käytetty louhetta. Louhetäyttömaat rajaavat kaluston valinnassa pois OD-kaluston sekä läpi-injektoitavien ankkureiden käytön. Mikäli louhetta on vain vähän ja ankkuripituudet ovat lyhyitä, voi näitä ankkurimetodeja työnaikaisissa ankkureissa käyttää. Riskinä siinä kuitenkin on, että porauskangille tulee enemmän kuormaa maaperän tiheyden vaihtuvuuden myötä ja päältä lyövällä vasaralla ei välttämättä saada tarpeeksi voimaa poraukseen. Porapaalutuksessa täyttömaa saattaa vaikuttaa avarrinmallin tai porauskaluston toimittajan valintaan, aieman käyttökokemuksen myötä.

Mikäli pohjatutkimuksissa käy ilmi, että kallion pinta on hyvin syväällä, mutta maaperässä on hyvää kitkamaata, voidaan ankkurointivaihtoehdoksi pohtia maa-ankkureita. Mikäli

suunnittelijan määrittämät ankkurivoimat ovat alle 700kN voisi läpi-injektoitavien ankkureiden käyttö olla oiva ratkaisu.

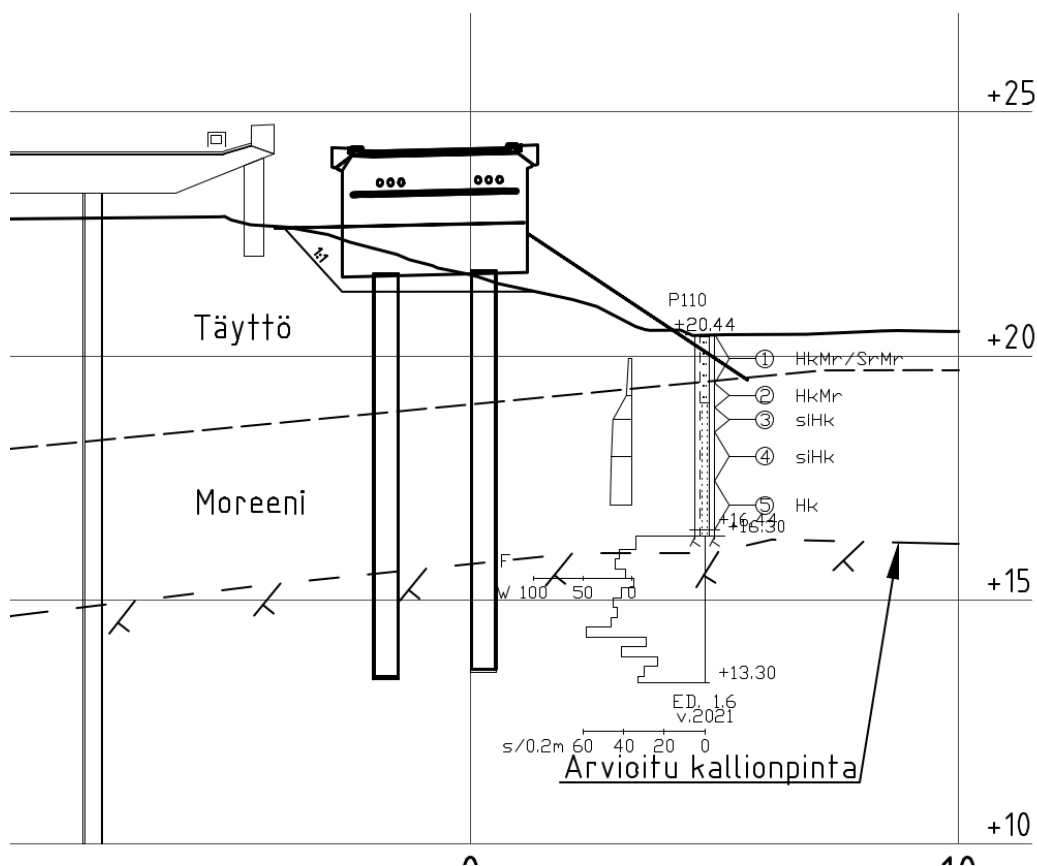
Pohjatutkimuksista tulee katsoa mahdollisen louhikon sekä oletetun kallion pinnan lisäksi muutakin tietoa. On hyvä tarkistaa kauttaaltaan kuinka tiheää maaperä missäkin päin poraustöitä on. Maaperän lujuus vaikuttaa olennaisesti poratöiden keston. Kestolla on vaikutuksia niin aikataulullisesti kuin myös taloudellisesti.

Savella on myös merkityksensä poraustöissä. Erityisesti paksut savipatjat saattavat hidastaa poraustyötä. Poraustyö tapahtuu paineilmaa käyttäen ja paksut savikerrokset saattavat tukkia uppovasaran sekä porauskanget, jolloin vasara ei saa riittävästi ilmaa eikä se lyö tarpeeksi tiheään ja voimakkaasti. Tukkiutumista voidaan yrittää helpottaa hieman runsaammalla veden käytöllä poratessa sekä käyttämällä poravaahdoksi kutsuttua kemiallista seosta, jonka vaikutuksesta savi muuttuu juoksevammaksi. Poravaahdon käyttöön tarvitaan kuitenkin kohdekohtaisesti tilaajan ympäristöasioista vastaan henkilön / organisaation lupa.



Kuva 5. Pohjatutkimuskartta

Hyvin tehdyistä, laajoista pohjatutkimuksista on poraustöissä merkittävä apu. Kuvassa 5 on pohjatutkimuskartta Espoon kaupunkiradan työmaalta. Kuten kuvasta näkyy, on alueelta tehty paljon pohjatutkimuskairauksia. Kairaustuloksista saadaan tietoa alueen maan kerrosrakenteista, pohjaveden korkeudesta sekä kallionpinnan korosta. Näitä kaikkia tietoja tarvitaan porausmenetelmää valittaessa.



Kuva 6. Poikkileikkauskuva.

Kuvan 6 poikkileikkauksessa esitetty kairauspisteen P110 tuloksia. Kairaustuloksessa näkyy maakerrokset sekä arvioitu kallionpinta. Kairaustulosten perusteella poraustöiden työnjohtaja vertaa paalupituutta paaluluettelosta tai mallista saatuun pituuteen.

3.2 Kaluston keräys varikolla

Kalustovalintojen tehtyä voidaan aloittaa niiden kasaaminen varikolla lähtövalmiuteen. Kerätty kalusto listataan ylös, jotta tarvittavilla henkilöillä on varma tieto mitä kaikkea kalustoa työmaalle on lähetetty. Lista auttaa työmaata varmistamaan kaiken tarvittavan saapuneen työmaalle. Lista toimii tarkastuslistana tuleville kalustoveloituksille sekä varmistuslistana työmaalta lähtiessä. Kalustoa kerättyä tulee koko ajan arvioida niiden kuntoa. Osalle kalustoa, kuten ilmaletkuille, kaapelijohdoille ja porauskangille riittää niiden pinta-puolinen katselmointi. Poravaunu, korkeapainekompressori sekä vasarat taas tulee testata ja koekuormittaa varikolla ennen töihin lähtöä. Kun kaikki tarpeellinen tarkastetaan huolella, vältetään työmaalla ylimääräisillä korjaustoimenpiteillä.

Työmaalla tehtävien koneiden ja muun kaluston korjauksilta ei mitenkään aina voida välttää, mutta niiden ennaltaehkäisy poistaa työmaalta merkittävästi hukkaa. Porausryhmän tehdessä kalustolle remonttia työmaalla on suora vaikutus aikatauluun ja työmaan talou-

teen. Kalustoa remontoidessa poraustyö ei pääse etenemään ja työntekijöistä sekä mahdollisista alihankintana hankituista remonttityöntekijöistä syntyvät kustannukset tulee tapauskohtaisesti joko työmaalle tai erilliselle kalusto-osastolle.

Optimaalinen tilanne kaluston keräykseen on silloin, kun tulevan poraustyömaan tekevä porukka pääsee itse kasaamaan tarvittavan kaluston. Työtä itse tekevät tietävät parhaiten mitä kaikkea tulee ottaa huomioon minkäkin kaluston kasauksen kanssa. Heillä on tarkka tieto mitä kaikkea kalustoa tarvitaan ja he osaavat koekäyttää laitteet työmaalla tarvittavalla laajuudella. Kokemuksen mukaan mitä vähemmän kaluston kasauksessa on välikäsiä, sitä tehokkaampaa se on ja virheiltä vältytään helpommin. Viestiminen on mutkattomampaa ja työtä tekevä taho pääsee itse vaikuttamaan kalustovalintoihin paremmin.

Aina porari ei kuitenkaan itse pääse työkiireiden tai muun vuoksi itse kasaamaan tarvittavaa kalustoa. Tällöin työnjohtajan ja kalustohenkilökunnan yhteistyö korostuu entistä enemmän. Poraustöiden työnjohtajalla tulee olla tarkka tieto millaista poraustyötä tullaan tekemään ja millainen kalusto kohteeseen olisi optimaalisin. Kalustohenkilökunnalle on hyvä työnjohdon toimesta kerätä lista poraustöiden erityispiirteistä. Kalustohenkilökunnalle kerättävästä listasta tulisi käydä ilmi ainakin seuraavat asiat: paalujen tai ankkureiden koko ja pituudet sekä käytettävän porauskaluston koko työn luonteen mukaan. Myös kaikki normaalista poraustyöstä poikkeava on hyvä mainita kalustohenkilökunnalle.

3.3 Kaluston mobilisaatio

Käytettävän kaluston mobilisaation kanssa tulee olla liikkeellä hyvissä ajoin. Kuljetusliikkeitä tulee kilpailuttaa riittävän aikaisin ennen töiden aloitusta, jotta saadaan sovittua paras mahdollinen hinta. Sen lisäksi saadaan myös varmistettua, että kuljetusliikkeen kapasiteetti riittää ja kalusto saadaan työmaalle oikea-aikaisesti. Työmaalla toimivat eri osapuolet tulee pitää tietoisena, milloin porauskalusto on tarkoitus toimittaa työmaalle. Kun kaikilla on tieto kaluston tulosta, on mahdollista ohjata mobilisaatiota siten, että kalusto saapuu oikeaan paikkaan oikea-aikaisesti. (Ratu S-1227, 13.)

Suomessa välimatkat ovat pitkiä, joten mobilisoinnin hinnoilla voi olla huomattavia eroja. Porauskaluston mobilisointi ei tuo poraustöiden tilaajalle minkäänlaista lisäarvoa, joten kaluston siirto työmaalle on puhtaasti hukkaa. (Koskenvesa & Sahlsted 2017, 13.) Hukka pystytään kuitenkin minimoimaan hyvällä suunnittelulla ja kuljetusten tehokkaalla kilpailutuksella. Parhaimmillaan kaluston siirron kilpailuttamisella voidaan säästää kustannuksissa huomattavasti. Poraustöiden aloittamisajankohan ja kaluston toimitusajankohdan lähestyessä, kaluston kuljetuksen toimitusmenettelyä täsmennetään. (Ratu S-1227, 15.)

Toimituksen tarkka ajoitus sovitaan työmaalla toimivan työnjohtajan ja kuljetusliikkeen välillä.

Suoran mobilisaatioista syntyvien kustannusten lisäksi saattaa kaluston kuljetuksista syntyä muita välillisiä kustannuksia. Mikäli kaluston mobilisoinnista vastaava kuljetusliike ei pysy annettavassa aikataulussa, vaan myöhästyy sovitusta, on sillä merkittäviä kustannusvaikutuksia työmaalle. Työryhmästä syntyvät odotuskustannukset menevät suoraan työmaan katteesta pois. Työryhmän koosta, käytettävästä kalustosta ja työn luonteesta riippuen voi ryhmän odotushinta olla jopa useampi sata euroa tunnilta. Näin ollen päivänkin turhasta odotuksesta voi seurata usean tuhannen euron kustannukset työmaalle. Tästä syystä suositeltavaa on kuljetusyhtiön kanssa sopia kyydityksistä kirjallisesti. Sopimuksissa suositellaan käytettäväksi yleisiä sopimusehtoja (RYHT ja YSE). Sopimuksen ehtoja täydennetään sopimus- ja projektiokohtaisesti toimitus- ja urakkaohjelmalla sekä urakka- ja toimitusrajaliitteellä (Koskenvesa & Sahlsted 2017, 8). Myös kaluston ennenaikaisesta siirrosta voi syntyä ylimääräisiä kustannuksia. Jos kuljetusliike joutuu viemään kaluston aikaisemmin työmaalle, saattaa työmaa joutua maksamaan kalustosta ylimääräisiä päivä- tai tuntiveloituksia. Ylimääräisten kalustoveloitusten lisäksi voidaan joutua kaluston purun ajaksi irrottamaan työntekijä tai työnjohtaja näyttämään kuljetusliikkeelle purkupaikan työmaalla sekä mahdollisesti myös auttamaan kaluston purussa.



Kuva 7. Reittiohjeet kuljetusyhtiölle

Kaluston mobilisoinnin suunnittelussa on hyvä käydä valitun kuljetusliikkeen kanssa läpi tarvittavat tiedot ennen kaluston suunniteltua kuljetuspäivää. Kuvassa 7 on havainnollistettu työmaa-alueen kulkureitit ja purkupaikka työmaalla sekä annettu kohteen työvaiheesta vastaavan työnjohtajan yhteystiedot.

Mobilisaatioon liittyvistä asioista on hyvä sopia kuljetusliikkeen kanssa kirjallisesti. Kirjallisesti sopiessa, turvaa se kumpaakin osapuolta mahdollisissa erimielisyystilanteissa. Työmaalla toimivan työnjohtajan vastuulla on tarkastaa toimitussopimuksen sisältö sekä mahdolliset sisällön muutokset ja täydennykset. (Ratu S-1227, 15).

Porauskaluston siirroista kannattaa ilmoittaa myös muille organisaation toimihenkilöille. Lähialueella saattaa olla käynnissä useampia työmaita samanaikaisesti ja muilla työmailla voi myös olla joko kalustotarpeita tai kalustoa palautumassa varikolle. Kaluston siirtoon liittyviä kustannuksia saadaan jaettua työmaiden kesken ja vältetään mahdollisesti siltä, että kuljetusyhtiön autot ajavat tyhjillään osan matkaa. Hyvällä logistisella suunnittelulla ja yhteistyöllä muiden työmaiden kanssa voidaan säästää muidenkin työmaiden kustannuksissa.

Kaluston saapuessa työmaalle tulee kaluston purku suorittaa mahdollisimman tehokkaasti. Purkupaikka tulee olla katsottuna valmiiksi ja tarvittava purkukalusto tulee olla työmaalla valmiina. Purkupaikka tulee järjestää työmaalla mahdollisimman läheltä työkohtetta, jotta ylimääräiseltä liikkumiselta välttyttäisiin (Koskenvesa & Sahlsted 2017, 7). Kaluston purun jälkeen tarkistetaan, että kaikki tilattu kalustomateriaali on toimitettu työmaalle. Työryhmä ja työnjohto käyvät yhdessä keräyslistan ja saapuneen kaluston lävitse. Keräyslista tarkastetaan kohta kohdalta ja samalla kun varmistetaan kaluston saapuminen, tarkistetaan myös niiden kunto. Koneet koekäytetään ja muu kalusto tarkastetaan silmämääräisesti. Työnjohto kuittaa keräyslistan ja ilmoittaa kalustohenkilökunnalle mahdollisista puutuksista. Kaluston tarkastus työmaalla edesauttaa poraustöiden tehokasta aloitusta. Puutokset huomataan jo ennen varsinaista poraustyötä ja kaluston ehjyys tulee tarkastettua myös mobilisoinnin jälkeen.

4 Tilaajan kanssa käytävät asiat ennen töiden aloitusta

4.1 Lupa-asiat

Poraustöistä vastaavan työnjohtajan tulee varmistaa, että tarvittavat luvat töiden aloitukselle ovat kunnossa. Kaupunkiympäristössä työskennellessä tarvitsee usein kunnalle tehdä erillinen melu- ja tärinäilmoitus. Nämä ilmoitukset kuuluvat tilaajaorganisaation velvoiteteisiin. Melu- ja tärinäilmoitukset tulee täyttää kunnalle kirjallisesti ja niitä täytyy hakea yleensä vähintään 30 vuorokautta ennen töiden aloitusta. (Ympäristöministeriö 2023.)

Työntekijöiden henkilökohtaiset luvat tulee olla voimassa. Työnjohtajan velvollisuuksiin kuuluu varmistaa hankkeelta, mitä kaikkia lupia työmaalla vaaditaan. Sen lisäksi työnjohtajan tulee varmistaa tekevältä työryhmältä, että heillä on kaikki tarvittavat henkilökohtaiset luvat käyty sekä tarkastaa lupien voimassaoloajat. Kaikilla työmaalla työskentelevillä on oltava kuvallinen henkilötunniste, josta ilmenee työntekijän veronumero. Lisäksi työmaan pää toteuttajan on varmistettava, että henkilö on merkitty julkiseen veronumerorekisteriin. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 52 a §.)

Lisäksi jokaisella työmaalla työskentelevällä on oltava työturvallisuuskortti. Kortti antaa perustiedot työmaan vaaranpaikoista sekä työsuojelusta yhteisellä työmaalla. Kortti on voimassa viisi vuotta. (Työturvallisuuskeskus.) Tulitöitä tekeviltä ja tulityövärtijoilta vaaditaan tulityöpätevyys. Lisäksi tulitöitä tilapäisellä tulityöpaikalla tekevillä on oltava pää toteuttajan myöntämä tulityölupa. Myös tulityöluvan myöntäjällä tulee olla voimassa oleva tulityökortti. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.)

Työnjohtajan tehtävään kuuluu selvittää alkamassa olevan hankkeen perehdytyskäytännöt. Nykypäivänä varsinkin isoilla rakennusyhtiöillä on käytössään sähköinen perehdytysmateriaali ja usein työmaaperehdytyksen pystyy suorittamaan ennen työmaalle tuloa. Sähköisen perehdytyksen lisäksi tulee kuitenkin käydä vielä työmaatoimistolla varmentamassa henkilöllisyys sekä osallistua työmaakerrokselle. Hankkeen mukaan työmaalla paikan päällä suoritettavien perehdytysten ajankohdat tulee selvittää tilaajalta. Työmaalla ei saa työskennellä ennen kuin työmaaperehdytys on kokonaisuudessaan suoritettu ja kulkulupakäytännöt ovat perehdytetyillä tiedossa.

4.2 Suunnitelmat

Suunnittelun tila on hyvä tarkistaa tilaajan kanssa. Poraustöihin lähdeettäessä urakoitsijalla tulisi olla tarkastetut suunnitelmat käytettävissään. (Ratu S-1227, 16.) Mikäli näin ei kuitenkaan ole, tarvitsee urakoitsijan kirjallisesti saada suostumus aloittaa luonnosvaiheen

suunnitelmilla tai sitten porausurakan aloitusta lykätään siihen asti, että toteutussuunnitelmat valmistuvat.

Suunnitelmien saaminen oikea-aikaisesti on poraustöiden aloitusedellytysten kannalta oleellista. Urakoitsijan tulee päästä suunnittelemaan töitään toteutussuunnitelmilla ajoissa, jotta tarvittavat materiaalit tilataan oikein ja vältetään turhilta muutoksilta.

4.3 Työmaakatselmus

Työmaakatselmuksen tarkoituksena on käydä työmaalla katselmoimassa kohde ja samalla varmistaa, että tilaaja on suorittanut heille kuuluvat velvoitteet poraustöiden aloitukseksi. Työkohteessa paikan päällä on kaikkein helpoin hahmottaa tilatarpeet sekä näyttää konkreettisesti millaiset alustat ja varastointitilat kaikille tarvikkeille tarvitaan.

Koneiden fyysisten kokojen lisäksi tilaa tarvitaan varastoinnille. Työmaakatselmoinnissa voidaan sopia varastointipaikat tarvikkeille ja materiaaleille. Tilat työmaalla tarvitsee varata ainakin porauskalustolle, joka pitää sisällään: porauskanget, vasarat ja pilotit sekä korkeapainekompressorille. Kompressorin varastoinnissa tulee kiinnittää huomioita siihen, etteivät painelinjat ole kulkureittien tiellä.

Materiaalien varastointipaikka on valittava huolella, jotta vältetään turhilta materiaalien siirroilta. Työmaalla on pyrittävä välivarastoimaan materiaaleja mahdollisimman lyhyeksi ajaksi tai toimitettava ne suoraan työkohteeseen. Mitä vähemmän työmaalla joudutaan siirtelemään ja välivarastoimaan materiaaleja, sitä vähemmän syntyy hukkaa ja säästetään sekä kustannuksissa että aikataulussa. (Ratu S-1227, 14.) Varastoitavia materiaaleja poraustyömailla ovat paalu- tai ankkuriputket, avarrenrenkaat, paaluhatut sekä sementit. Porausryhmä tarvitsee yleensä myös varastokontin pientyökaluille. Lisäksi työmaalle on varattava hitsauspaikka paaluputkien työstämiseen.

Töiden suorittamiseen tarvitaan lähes poikkeuksetta sähköä sekä vettä. Paaluputken sekä ankkurin suoja-putken jatkaminen sekä avartimen kiinnittäminen tapahtuu hitsaamalla ja siihen tarvitaan sähkövirtaa. Tilaajan kanssa tulee sopia mistä sähköt hitsaustöille voidaan vetää vai tuotetaanko sähkövirta työmaalla generaattorilla.

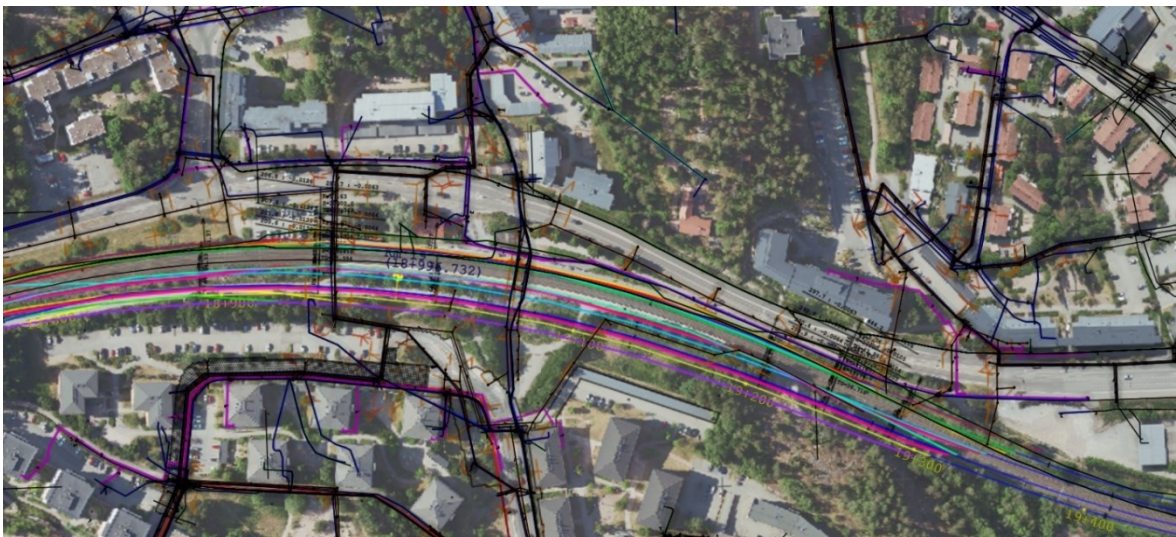
Poraustöissä pölynhallinta hoidetaan johtamalla porauskankia pitkin vettä putkeen. Veden tarve vaihtelee paalukoon / ankkurireiän koon sekä maaperästä johtuvan veden mukaan. Porausten lisäksi vettä tarvitaan myös ankkureiden juottoon. Katselmuksessa tarkastetaan vesipisteen sijainti sekä liittimien yhteensopivuus. Kaikille työmaille vesiliitosta ei tehdä tai ei pystytä tekemään. Tapauksissa, joissa työmaalle ei ole vettä johdettu, tarvitsee

porausvedet varastoida vesisäiliöihin. Säiliöistä vesi johdetaan poravaunulle sähköisellä uppopumpulla.

4.4 Edeltävät työvaiheet

Porausmestran katselmus (liite 1) voidaan suorittaa joko työmaakatselmuksen yhteydessä tai siitä voidaan sopia tilaajan kanssa erillinen katselmuksensa. Pääasia mestran katselmuksessa on katsoa, että edeltävät työvaiheet on saatu tehtyä, jotta porapaalutus tai ankkurointityö voidaan aloittaa. Mikäli urakkasopimukseen on kirjattu, että työn tilaajalle kuuluu poravaunun työalustojen teko, on urakoitsijalla velvollisuus se myös vaatia. Paalutusohjeen PO-2016 mukaan suunnittelijan on suunniteltava käytettävälle poravaunulle riittävän kantava työpeti. Porausalusta suunnitellaan maaperän lujuuden sekä käytettävän poravaunun mukaan. Porausalustan suunnittelusta vastaa rakennuskohteen vastaava pohjarakennesuunnittelija. Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu ilmoittaa käytettävän porakoneen paino, mitat ja koneen tarvitsema työtila ennalta sovittuna ajankohtana, jotta tilaaja ehtii rakentaa tarvittavat työalustat. (RIL 254-2-2016, 204.) Porausalusta tulee suunnitella laajuudeltaan niin, että reunimmaisinkin paalut ja ankkurit pystytään asentamaan tasaiselta alustalta. Asia korostuu erityisesti vinoon porattaessa. Porausalustan lisäksi porakoneelle ja paalujen kuljetuksille tulee tehdä kunnolliset ajoluiskat. Suositeltava ajoluiska on kaltevuudeltaan maksimissaan 1:7 ja luiskan leveyden tulee olla vähintään neljä metriä. (Väylävirasto 2020.)

Edeltäviin työvaiheisiin kuuluu työalustan teon lisäksi olemassa olevien rakenteiden purku sekä johtojen ja putkien siirto porausalueelta. Maanalainen tekniikka tulee olla tiedossa ja tarvittavat siirrot tulee olla tehtynä ennen poraustöiden alkamista. Mikäli kaikkea tekniikkaa ei pysty siirtämään poraustöiden tieltä, tulee ne merkitä maastoon näkyvästi, jottei tekniikkaa rikota.



Kuva 9. Karttapohjalle mallinnettu alueen olemassa oleva tekniikka

Olemassa olevan tekniikan siirrossa auttaa, kun työmaalla on käytössä mallipohjainen tuotanto. Kuvassa 9 on karttapohjalle laitettu mallit päällekkäin kaikesta olemassa olevasta kunnallistekniikasta. Karttapohjalta hahmottaa hyvin kaikki risteävät tekniikat sekä tulevat rakenteet.

Mestan vastaanotosta kannattaa täyttää vastaanottopöytäkirja (liite 3). Pöytäkirja toimii pohjana mestan tarkastukselle. Pöytäkirjaan tulee merkata kaikki puutteet, jotka urakkasopimuksessa eivät täyty. Mikäli puutteita ilmenee, ne kirjataan pöytäkirjaan ja korjaustoimenpiteille määrätään yhdessä takaraja, jolloin korjaukset tulee olla tehtynä. Molemmat osapuolet kuittaavat pöytäkirjan katselmuksen päätteeksi. Pöytäkirja sitoo tilaajaa hoitamaan korjaustoimenpiteet sovitus- ja aikataulussa. Pöytäkirjan liitteeksi kannattaa laittaa valokuvia kohteesta.

4.5 Työvaiheen aloituspalaveri

Tilaajan kanssa yhdessä sovitus- ja aloituspalaverissa läpikäydään työvaiheen asioita. Urakkasopimukseen liittyvät asiat on käyty jo aiemmin urakkaneuvottelussa sekä sopimuksen teon yhteydessä, mutta pääpiirteet sopimuksesta hyvä on käydä vielä aloituspalaverissakin lävitse. Palaveriin osallistujat saattavat poiketa urakkaneuvotteluun osallistuvista, joten hyvä on kerrata sovitut asiat. Aloituspalaverissa käydään urakan pääsisältöä sekä urakkarajojen oleelliset kohdat. Palaverissa todetaan työmaan vastuuhenkilöt, yhteiset pelisäännöt ja kokouskäytännöt. (Ratu S-1229, 4.)

Sopimusteknisten asioiden lisäksi aloituspalaverin asialistaan kannattaa sisällyttää taloudelliset sekä laadunvarmistukseen liittyvät asiat. Ennen työn aloitusta on hyvä sopia laskutus- ja käytännöt työn tilaajan kanssa. Normaalin toteuman mukaan sovitun laskutus- ja käytännön lisäksi sovitaan mahdolliset lisä- ja muutostyökäytännöt.

Poraustöistä pidetään aina pöytäkirjaa sekä ankkureiden että porapaalujen porauksessa. Pöytäkirjaan merkataan porauspistekohtaiset tiedot paalusta / ankkurista. Pöytäkirja on kaksiosainen dokumentti. Ensimmäiseen osaan sisällytetään porauspaikasta ja paalutusta / ankkurista koskevat yleiset tiedot. Näitä tietoja ovat mm. paalu- tai ankkurityyppi ja niiden mitat, porausmenetelmä sekä käytetty teräslaatu. Toinen osa pöytäkirjaa koskee kyseistä paalu- tai ankkurityyppiä, valmistus- ja toteutusmenetelmää. Pöytäkirjassa esitetään yksityiskohtaiset tiedot asennetusta paalusta / ankkurista. Tiedot voidaan esittää yksityiskohtaisina, jokaista porauspistettä koskevinä tietoina tai samantyyppisinä ja samalla menetelmällä toteutettuja paaluja tai ankkureita koskevinä porauspöytäkirjojen yhteenvetona.

Poraustöistä laatuaineistoksi tilaajalle jää pöytäkirjan lisäksi porausten tarketiedot sekä materiaalitodistukset käytettävästä materiaalista. (RIL 254-2-2016, Paalutusohje 2016, 266–267.)

Hallinnollisten asioiden lisäksi käydään työn suoritukseen liittyvät asiat. Tärkeää on katsoa yhdessä läpi hankkeen yleisaikataulu ja peilata poraustöiden aikataulua yleisaikatauluun. Aikataulut tulee yhteensovittaa niin, että porausurakan läpivienti on mahdollisimman tehokas.

Poraustöiden työnjohtajan tulee yhdessä tilaajan kanssa sopia töiden työjärjestys niin, että poraustyöt päästään tekemään yhtäjaksoisesti. Työjärjestys ja töiden aikataulu tulee olla tilaajalla kaikkien asianosaisten tiedossa, jotta porausmestat ovat ajallaan valmiita eikä sen vuoksi tule viivästyksiä.

Aloituspalaverin yhteydessä sovitaan työkohteen mittauskäytännöt, ellei niitä ole jo aiemmin sovittu. Poraustyöt vaativat useimmiten mittahenkilön merkkeämään porauspisteet maastoon. Harvassa poravaunussa on vielä GPS-laitteistoa, sillä niiden tarkkuutta ei ole saatu poraustöiden toleransseja vaativiksi ja toinen ongelma GPS-paikantimien kanssa on niiden herkkyys tärinälle, jota poraustöissä syntyy. Porauspisteiden merkkejä tulee olla maastoon merkittynä mieluusti vähintään seuraavan työvuoron menekin mukaan ja ne pitää olla merkittynä ennen poraustöiden aloitusta.

5 Tuotannon suunnittelu

5.1 Resursointi

Resursointi poraustöihin alkaa jo urakan tarjousvaiheessa. Tarjouspyynnön yhteydessä saadaan tarvittavat luonnos- tai toteutusvaiheen dokumentit suunnitelmiseen ja alustavine aikatauluineen. Onnistuakseen porapaalutus ja ankkurointityömaat tarvitsevat johtamista. Projektijohtaminen tarkoittaa resurssien kuten työvoiman, materiaalien ja kustannusten hallintaa. (Koskenvesa & Sahlsted 2017, 6.) Tarjouslaskentaan osallistuvat henkilöt tarkastelevat tarjousvaiheessa tarvittavia resursseja työn toteutukseen. Urakan voitettua, poraustöistä vastaava työnjohtaja tarkastelee resurssitarpeita peilaten niitä aikatauluun sekä käytettävissä olevaan budjettiin. Kokemuksen mukaan resursointisuunnitteluun kannattaa osallistuttaa muitakin. Tekevältä työryhmältä sekä muilta pohjarakentamisen kanssa työskenteleviltä toimihenkilöiltä on hyvä kysyä heidän näkemyksiään resursointiin.

Resursointi on yksi työnjohtajan tärkeimpiä tehtäviä ja resurssit tulee olla hankittuna sekä varmistettuna ennen töiden aloitusta. Poraustöiden työryhmään kuuluu työmaan koko huomioiden vähintään porari sekä apumies. Todellisuudessa kokemuksen mukaan työ on kuitenkin tehokkainta, kun työryhmään kuuluu porarin ja apumiehen lisäksi ainakin hitsari, joskus myös erillinen apukoneenkuljettaja. Mikäli työtä ei pystytä tekemään omalla henkilökunnalla tulee työnjohtajalla olla hankittuna tarvittavat aliurakoitsijat. Alihankkijat tulee sitouttaa töihin hyvissä ajoin, jotta tarvittavat aliurakoitsijat ovat vapaana ja heidät saadaan kilpailutettua.

5.2 Hankinnat

Hankinnat koostuvat kokonaisuuksista ja hankintoja tehdessä on tärkeää sopia vastuut niitä tehdessä. Hankintojen vastuuttamisella vähennetään epäselvyyksiä joko hankintojen tai materiaalien kotiinkutsujen kanssa. (S-1227, 2.) Tarjousvaiheessa on mahdollisesti materiaaleille jo kysytty alustavaa hintaa, mutta urakan voitettua kannattaa materiaaleille kysyä päivitettyjä hintoja. Materiaalien tehokkaalla kilpailutuksella voi rakennusalla saada merkittävää taloudellista hyötyä. Porapaalutus- ja ankkurointitöissä kilpailu on lisääntynyt ja sitä myöden töistä jäävä kate on myös pienentynyt. Hankinnoilla on siksi suuri merkitys hankkeen tulokseen ja viime hetkessä tehtyjä hankintoja tulee välttää.

Hankintoja tehdessä hinnan lisäksi merkittävä tekijä on materiaalin saatavuus ajallaan. Tarjousta pyydettyä tulee materiaalin tarjoajalta varmistaa myös toimitusajat. Materiaalien toimitusajoilla voi olla merkittävä vaikutus suuntaan tai toiseen poraustöiden aloituksessa. Hankintoja tehdessä on siis tärkeää sitouttaa materiaalien toimittajat toivottuun

aikatauluun. Hankintoja tehdessä sekä materiaalien kotiinkutsussa työnjohtoa helpottaa hankintasuunnitelman laatiminen. Hankintasuunnitelma pitää sisällään hankintaluettelon, -aikataulun, hankinnan tavoitteet sekä vastuunjaon. (Ratu S-1227, 2.)

5.3 Aloituspalaveri työntekijöiden kanssa

Ennen työmaalla alkavia työvaiheita työnjohtaja käy tekevän työryhmän kanssa oman aloituspalaverin. Aloituspalaverissa käydään läpi työnjohtajan tekemä työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma (liite 2). Työvaihekohtaisessa suunnitelmassa työryhmälle tuodaan ilmi, kuinka alkava porausurakka on tarkoitus toteuttaa. Työvaihekohtaisen suunnitelman läpikäynti on osa koko työryhmän suunnittelua. Suunnittelussa tärkeää on ottaa huomioon työntekijöiden näkökulmia, sillä he voivat oivaltaa jotain mitä toimihenkilöt eivät ole työnsuunnittelussa osanneet ottaa huomioon. Työn suunnittelun lisäksi työvaihekohtaisessa suunnitelmassa käydään työmaan yleisiä asioita sekä työturvallisuuteen liittyvät seikat.

5.4 Alustavat työt

Vielä ennen varsinaisia poraustöitä tarvitsee hoitaa porauksille alustavat työt. Työryhmän kanssa pidettävän aloituspalaverin jälkeen käydään työmaalla katselmoimassa porauskohde. Maastokatselmoinnissa havainnollistaa parhaiten tilatarpeet, mistä kohdasta poraustyö on parasta aloittaa ja missä järjestyksessä työt ovat tehokkainta suorittaa. Katselmoinnissa suunnitellaan koneiden asemoinnit tontille, niin etteivät ne ole oman työn eikä muiden töiden tiellä sekä katsotaan mitä reittiä sähkökaapelit, vesi- ja ilmalinjat porauskohteelle tuodaan.



Kuva 10. Hitsauspaikka (Kuva Anssi Solkio)

Porauspisteen lähetyville on hyvä tehdä hitsareille oma hitsauspaikka (Kuva 10), jossa he saavat työstää putkia työn luonteelle sopiviksi. Paalujen päihin tarvitsee käytettävän poraustekniikan mukaan hitsata joko maakenkä tai avarrin. Paaluja tarvitsee mahdollisesti työn edetessä lyhentää tai pidentää ja helpoiten tämä käy, kun hitsareille on tehty sitä varten kunnollinen työalusta. Työergonomian vuoksi hitsauspaikan on hyvä olla suunnitteen vyötärön korkuinen.



Kuva 11. Uppovasaran kiinnitys porauskankiin. (Kuva: Anssi Solkio)

Porausputkien lisäksi tulee valmistella poravaunu porauskuntoon. Porari yhdessä apumiehen kanssa kasaavat vaunun kaikkineen siihen kuntoon, että poraustyöt voidaan aloittaa. Vaunuun kasaamiseen kuuluu puomin pystyyn nosto, porausletkan kasaus (kuva 11), ilmalinjan veto korkeapainekompressorilta poravaunuun sekä vesilinjan veto vesipis-

teeltä poravaunulle. Porausletkan kasauksessa apuna käytetään kaivinkonetta. Poraus-
tarvikkeet painavat niin paljon, ettei niitä saa käsin kannatella. Kaivinkonetta käytetään
poraustöissä letkan kasauksen lisäksi paaluputkien syöttöön poravaunulle.

Poravaunun sekä putkien valmistelun lisäksi työnjohtaja varmistaa, että mittahenkilö on
merkannut porauspisteet valmiiksi. Kun merkit ovat maastossa, paaluputkeen on avarin
hitsattuna ja poravaunu on porausvalmiudessa, ladataan porattava paaluputki koneeseen.
Paalun latauksen jälkeen porari ajaa vaunun porauspisteelle ja poraustyö voi alkaa. Näin
toimitaan porapaalutustyössä sekä ankkuroinnissa silloin, kun ankkuroidaan suoja-putkea
käyttäen. OD-kalustolla tai läpi-injektoitavia ankkureita poratessa kaikki paaluputkeen liit-
tyvä valmistelu jää pois. OD-tekniikalla poratessa ei tarvita erillistä suoja-putkea ja läpi-
injektoitavia ankkureita poratessa ankkurit toimivat sekä kankena että ankkurina.

Alustaviin työvaiheisiin tulee työnjohdon panostaa kunnolla. Alustaville töille kannattaa
varata oma aikansa, sillä tehokkaasti hoidetut alustavat työt helpottavat poraustöiden aloi-
tusta ja vähentää hukkaa. Alkavien töiden ja työvaiheiden suunnittelu on yksi työnjohdon
tärkeimmistä töistä. Kokemuksen mukaan hyvin suunnitellut työt jo ennen töiden aloitusta
vähentää työn aikana soveltamista ja muuttuvia tekijöitä on vähemmän. Optimaalisin ti-
lanne on silloin, kun työryhmä pääsee tekemään poraustyötä yhtäjaksoisesti alusta lop-
puun asti.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä aloitteleville pohjarakennustyönjohtajille opas, jonka avulla on helpompi tarkistaa, että kaikki aloitusedellytykset työlle täyttyvät. Työssä otetaan kantaa kaluston valintaan, kerrotaan tarvittavista lupa-asioista, sekä muista järjestelyistä, jotka on tarpeen ottaa huomioon ennen töiden aloittamista. Tietoa porapaalutuksesta, tukiseinien ankkuroinnista sekä yleisestä työmaasuunnittelusta haettiin alan kirjallisuudesta. Työssä haastateltiin myös työmaalla eri tehtävissä työskenteleviä henkilöitä.

Työn tuloksena tunnistettiin tekijät, jotka yleisimmin aiheuttavat ongelmia töiden aloittamisessa sekä työvaiheet, joiden kustannustehokkuuteen tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Etenkin työmaalla pitkään työskentelevät tunnistavat työssä tekijöitä, joiden hoitamatta jättäminen saattaa viedä aikaa ja aiheuttaa merkittäviä ylimääräisiä kustannuksia.

Työn tuloksena voidaan todeta, että työn suunnitteluun tulisi käyttää enemmän aikaa, kuin siihen käytetään tällä hetkellä. Työn huolellisempi suunnittelu, kaluston tarkka valinta ja kaikkien aloitusedellytysten varmistaminen ovat tärkeitä tekijöitä koko työmaan onnistumisen kannalta. Töiden suunnitteluprosessiin olisi hyvä osallistua oikeat henkilöt työn luonteen mukaan tuotannosta ja kalustosta vastaavalta taholta. Osallistavalla kaikkia osapuolia suunnitteluprosessiin varmistetaan, että kaikilla on tarvittavat lähtötiedot töiden tehokkaaseen aloittamiseen.

Toimeksiantaja saa tästä opinnäytetyöstä työkalun uusien pohjarakennustyönjohtajien perehdyttämiseen ja työhön opastamiseen. Työtä voisi tulevaisuudessa vielä laajentaa tekemällä tarkastuslistan töiden suunnittelussa ja kaluston valinnassa huomioon otettavista asioista.

Lähteet

Koskenvesa & Sahlsted 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (Ratu KI-6031).

Ratu S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus.

Ratu S-1229. 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma.

RIL 254-2016. Paalutusohje 2016 PO-2016. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry.

RIL 263-2014. Kaivanto-ohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry.

RT RakMK-21753, Infra RakMK-720293. Pohjarakenteiden suunnittelu. Ohje 2018.

SFS-EN 12063: 1999. Pohjarakennustyöt. Tukiseinät.

SFS-EN 14199: 2015. Pohjarakennustyöt. Pienpaalut.

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. Viitattu 20.3.2024. Saatavissa

<https://www.spek.fi/koulutus/turvallisuuskortit/tulityo/>

Suomen ympäristökeskus (Syke), Ympäristöministeriö 2023. Ilmoitus melua tai tärinää aiheuttavasta tilapäisestä toiminnasta. Viitattu 20.3.2024. Saatavissa

<https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-veloitteet/ysln-kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt/melua-tai-tarinaa-aiheuttava-tilapainen-toiminta>

Väyläviraston oppaita, Väylävirasto 2020. 1 Yleistä porapaalutuksesta ja kallioperäolosuhteista. Viitattu 12.02.2024. Saatavissa

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/opas_2020-02_kallioperan_merkitys_web.pdf

Liitteet

Liite 1. Katselmuspöytäkirja

Dokumentin nimi:

Projekti: -

Tilaaaja:

Dokumenttikansio / osaprojekti:

Työvaihe:

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm

1. Tarkastuksen/katselmuksen kohde

Missä katselmus on tehty
Mitä tilaisuudessa on katselmoitu/tarkastettu
Mihin katselmoinnin tulosta verrataan (yksilöity sopimusasiakirja, lähtötieto, laatuvaatimus, tms.)

2. Tarkastuksen/katselmuksen syy

Kenen pyynnöstä tehdään

<input type="checkbox"/> Urakoitsija	<input type="checkbox"/> Tilaaaja	<input type="checkbox"/> Muu:	
--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--

3. Kattegoria

<input type="checkbox"/> Talous	<input type="checkbox"/> Sopimusasiat	<input type="checkbox"/> Asiakas ja sidosryhmät	<input type="checkbox"/> Olosuhteet	<input type="checkbox"/> Suunnitelmat
<input type="checkbox"/> Tekninen toteutus	<input type="checkbox"/> Laatu	<input type="checkbox"/> Aikataulu	<input type="checkbox"/> Määrät	<input type="checkbox"/> Hankinnat
<input type="checkbox"/> Työterveys ja turvallisuus	<input type="checkbox"/> Ympäristö	<input type="checkbox"/> Resurssit ja osaaminen	<input type="checkbox"/> Tarjousvaihe	

4. Osallistujat

5. Tarkastustulos, huomautukset

6. Sovitut jatkotoimenpiteet tai katselmuksen johdosta tehdyt päätökset

Määräaika jatkotoimenpiteille:

7. Liitteet (katselmuksessa syntynyt dokumentaatio, esim. valokuvat)

Kuittaukset

Vastuuhenkilön tehtävä	Vastuuhenkilön tehtävä
Vastuuhenkilön nimi	Vastuuhenkilön nimi

Liite 2. Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma

**TYÖVAIHEEN TYÖ- JA
LAATUSUUNNITELMA**

1 (3)

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm.
Työvaihe	Työvaihenumerot

TYÖSSÄ KAY- TETTÄVÄT SUO- JAIMET - Henkilösuojaimet	
---	--

RESURSSIT - Työryhmä - Kalusto - Käytettävät materi- aalit	
---	--




VALMISTAVA VAIHE - Edeltävät työvai- heet - Ilmoitukset, luvat ja informointi - Muut	
--	--

TYÖN SUORITUS - Menetelmät	
--------------------------------------	--

**TYÖVAIHEEN TYÖ- JA
LAATUSUUNNITELMA**

2 (3)

Työmaan yleiset turvallisuusjärjestelyt	
--	--

RISKIENHALLINTA	Vaarat 	Toimenpiteet 	Vastuut 
<ul style="list-style-type: none"> • Työ- ja laatusuunnitelmien riskienarvioinnissa tunnistetut työvaiheelle ominaiset riskit ja niitä ehkäisevät toimenpiteet. 			
MUUT TOIMENPITEET <ul style="list-style-type: none"> ◆ Suojavälineet ◆ Nostolaitteet ◆ Käyttöönottotarkastukset ◆ Turvallisuussuunnitelmat ◆ Varottavat laitteet ◆ Kemikaalit ◆ Liikenteen ohjaus ◆ 10 sekunnin sääntö ◆ Turvallisuushavainnoista ilmoittaminen ◆ Pohjavesialueet ◆ Melun torjunta ◆ Pölynsidonta ◆ Jätehuolto 			

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS

LAATUTEKIJÄ	VAATIMUS/ TOLERANSSI	VIITE	MITTAUS- MENETELMÄ	MITTAUS- TIHEYS	DOKUMENTTI	MITTAUKSEN SUORITTAJA

ALLEKIRJOITUKSET -Työvaiheesta vastaavan perehdyttäjän ja perehdytettävien tiedot, sekä allekirjoitukset.

Päivämäärä ja paikkakunta

_____ Puh.nro _____ Yritys _____

Työvaiheesta vastaava perehdyttäjä (Nimi ja nimen selvennys)

_____ Puh.nro _____ Yritys _____

Perehdytettävä (Nimi ja nimen selvennys)

Liite 3. Vastaanottotarkastuspöytäkirja



Sivu 1/1

Dokumentin nimi:

Projekti: -

Tilaaaja:

Dokumenttikansio / osaprojekti:

Työvaihe:

Projekti, urakkaosa	Laatija
Tilaaaja	Pvm.

1. URAKAN TIEDOT

Urakan nimi	Urakka-aika
Vastaanottotarkastuksen osallistujat	
Tilaaajan ja urakoitsijan vaatimukset	
<input type="checkbox"/> Ei vaatimuksia	
Lisä- ja muutostyöt	
Loppulaskutus	
Takuuaika	
Liitteet	

2. KUITTAUKSET

Hyväksyn urakkasuorituksen urakkasopimuksen mukaiseksi.

Titteli ja nimi	Titteli ja nimi
-----------------	-----------------

Tuloste luotu 2024-05-07 19:20

Dokumentin tila: , muokattu: