

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Sami Paavola 0800957

Ponttiseinän asennusaikaisen kallistumisen estäminen

Opinnäytetyö 2011

Tiivistelmä

Sami Paavola

Ponttiseinän asennusaikaisen kallistumisen estäminen, 30 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2011

Ohjaajat: Yliopettaja Jorma Jaakkola, Saimaan ammattikorkeakoulu, Työpäällikkö Kimmo Perkiö, Lemminkäinen Infra Oy

Ponttiseinän kallistuminen on havaittu yhdeksi suurimmista tukemistyön etene- mistä hidastavista ongelmista. Se voi aiheuttaa suuria ongelmia, varsinkin jos aikataulu on hyvin tiukka. Tavoitteena oli löytää eri keinoja miten tämä kallistu- minen saadaan estettyä ja näin nopeutettua yhtä tärkeää työvaihetta.

Opinnäytetyössä tutkittiin ponttiseinän rakentamisaikaista kallistumista kirjalli- suuden sekä omilla työmailla tehtyjen koeponnttauksien avulla. Lisäksi kerättiin tietoa opinnäytetyötä varten haastatteleamalla alan ammattilaisia. Haastatteluja tehtiin, jotta saatiin kerättyä kokemuksia ponttiseinän tekemisestä, varsinkin eri ongelmakohdista ja seinän kallistumiseen vaikuttavista tekijöistä.

Aiheesta kirjoitettu vähäinen materiaali oli hyvänä tukena tehtyjen havaintojen kanssa. Eri menetelmien vertaaminen oli kuitenkin vaikeata. Yhtä ainoaa oikea- ta tapaa ei työn edetessä löytynyt, vaan koko ajan piti ottaa huomioon niin maaperän muutokset kuin työmaaolosuhteetkin. Asia vaatisi paljon lisää tutki- mista ja eri menetelmien testausta, ilman testausta ja koeponnttauksia ei pysty vetämään yhtä ainoaa johtopäätöstä asiasta.

Kirjallista materiaalia aiheesta on erittäin vähän ja aiheesta tehdyt oppikirjat ovat usean kymmenen vuoden takaa, aina 1967 alkaen. Jokaisella tuotevalmis- tajalla on omat ohjeensa ja käsityksiä parhaasta menettelytavasta. Menettelyta- vat vaihtelevat sen mukaan, mikä on omalle tuotteelle se edullisin ja sopivin tapa. Oman haasteensa tekstin luomiseen tuo englanninkielisen materiaalin suomentaminen.

Asiasanat: Pontti, ponttiseinä, kallistuminen

ABSTRACT

Sami Paavola

Prevention of the Inclination of Sheet Piling During Installation, 30 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Program in Construction Management

Infrastructure technology option

Bachelor's Thesis 2011

Instructors: Mr. Jorma Jaakkola, Senior lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Kimmo Perkiö, Work Supervisor, Lemminkäinen Infra Oy

The purpose of this thesis was to find methods to prevent the inclination of sheet piling walls. That has been the major cause of delays this subject has interested me for long time already, because that is one of the biggest problem. Incline make the progress much slower than normal situation.

My study is based on literature and my experiences of the test pilings in different soils on our sites. I have also made some interviews as I had to collect information from people who had made various sheet pilings.

In spite of the fact that there is little written material about this subject and this little material is quite old, it supported me and my observations. Generally, the only written documents I could find were the manufacturers' materials which are not objective. The best written source was written in English and caused me some translation problems.

However, comparison of the different methods seemed to be most difficult. That is why I could not find the one and best method due to the fact different soils and conditions on the site require different method.

Keywords: Sheet Pile, Sheet pile wall, inclines

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TERÄSPONTTISEINÄT	7
2.1	U-Profiilipontti	7
2.2	Z-Profiilipontti	8
2.3	Suorapontti	9
3	TERÄSPONTTIIEN ASENNUS	9
3.1	Täryjunta	9
3.2	Lyöntijunta	10
3.3	Tunkit	11
4	OLEMASSAOLEVAT KEINOT KALLISTUMISEN ESTÄMISEKSI	12
4.1	Panelointi	12
4.2	Porrastettu upotus	13
4.3	Vesisuihkutus	15
4.3.1	Matalapainevesisuihkutus	16
4.3.2	Korkeapainevesisuihkutus	17
4.4	Räjätys	18
4.4.1	Tavallinen räjäytys	18
4.4.2	Paikalleenräjäytys	18
4.5	Poraus	19
4.6	Vaijerikiristys	20
5	MENETELMIEN SOVELTUVUUDESTA	21
5.1	Työmaatestaus	21
5.2	Haastattelu	23
5.3	Muut työtavat	23
5.3.1	Vesisuihkutus	23
5.3.2	Räjätys	23
5.3.3	Kairaus	23
5.3.4	Poraus	24
5.3.5	Panelointi ja porrastettu upotus	24
6	OMAT AJATUKSET	24
6.1	Pontin jäykistäminen	24
6.2	Ponttiseinän oikaiseminen	25
6.3	Lopuksi	26
	Kuvat	29

Lähteet.....30

1 JOHDANTO

Päättötyön aiheena oleva ponttiseinän asennusaikaisen kallistumisen ongelma tulee ilmi usein työmailla aiheuttaen ylimääräisiä kustannuksia. Ponttiseinän kallistuminen estää seinän jatkoasennuksen, eikä seinästä tule vesitiivis, mikä vaikeuttaa tulevia työvaiheita. Tässä opinnäytetyössä etsitään keinoja siihen, miten tämä ponttiseinän kallistuminen pystytään estämään ja nopeuttamaan ponttiseinän asennusta ja parantamaan ponttiseinän vesitiiviyttä.

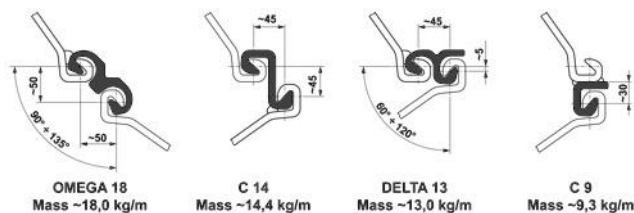
Opinnäytetyötä varten tehdään kenttätutkimusta Töölönlahdella sekä Tampereella, tehdään haastatteluja sekä tutkitaan alan kirjallisuutta. Näin keräämääni tiedon avulla pyrin hahmottamaan paremmin käytännön ongelmia ja löytämään keinoja ongelmien ja kustannusten pienentämiseksi.

Opinnäytetyön aluksi selvitän eri ponttiseinävaihtoehdot. Kolmannessa kappaleessa käyn läpi teräsponttiseinän asennustavat sekä asennuskalustoa. Neljäs käsittelee olemassa olevia keinoja, millä kallistumista estetään työmailla. Viidennessä esitän omia ajatuksia eri keinojen soveltuvuudesta työmaakäyttöön ja lopuksi omat päätelmät ja ehdotukset kallistumisen estämiseksi.

2 TERÄSPONTTISEINÄT

Teräsponttiseinä muodostuu pystysuorista teräsponteista, jotka ponttirakenne sitoo toisiinsa jopa vesitiiviisti. Teräsponttiseinä on maailmassa eniten käytetty tukiseinätyyppi ja Suomessa teräsponttiseinien käyttö on 1970-luvun lopulla lisääntynyt. (Rantamäki & Tamminen 1979, 115.)

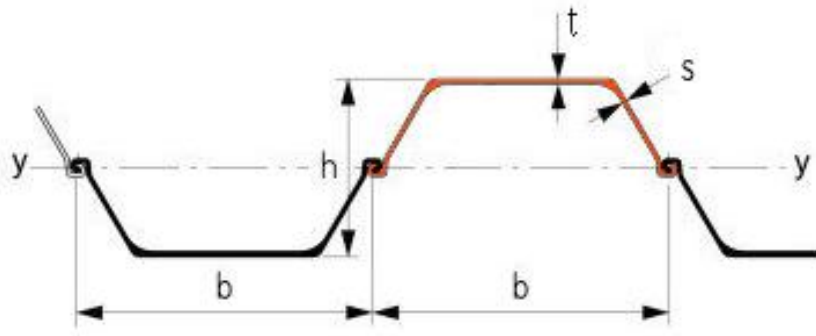
Rantamäen ja Tamminnen (1979, 116) mukaan teräsponttiseinien nurkissa käytettiin aikaisemmin erityisiä nurkkaprofiileja tai nurkkaprofiili tehtiin tavallisia profiileja yhteen hitsaamalla. Nykyisin eri valmistajat toimittavat valmiita nurkkaprofiileja, joten nurkkien hitsaamisesta on pystytty luopumaan lähes kokonaan. Valmiit nurkkaprofiilit nopeuttavat työvaihetta merkittävästi. Esimerkiksi ArcelorMittal toimittaa valmiita nurkkaprofiileja (Kuva 1). Profiilien pituuden pystyy itse määrittämään jopa 26 metriin asti.



Kuva 1. Valmiita nurkkaprofiileja. (Arcelormittal.2011)

2.1 U-Profiilipontti

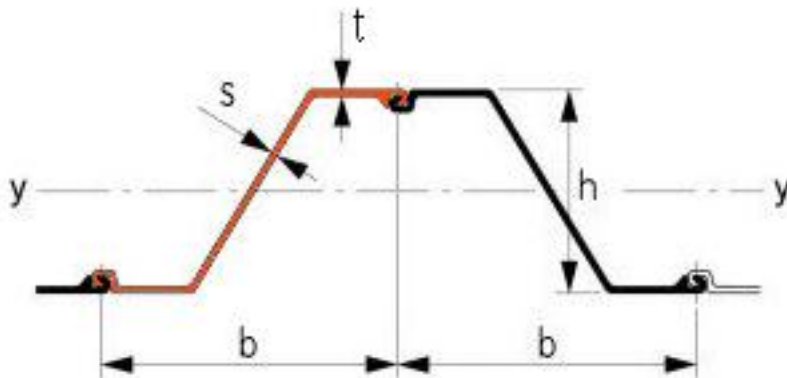
Teräsponttien muoto- ja kokovalikoima on laaja, ja ne voidaan ryhmitellä mm. kevyisiin, raskaisiin ja erikoisprofiileihin. Suomessa ovat eniten käytettyjä raskaat profiilit, ja erityisen paljon on käytetty kahdesta U-profiilista (Kuva 2) koostuvaa teräsponttisyndistelmää, jossa ponttikiinnitys sijoittuu seinän poikkileikkauksen neutraaliakselille. (Rantamäki & Tamminen 1979, 116.)



Kuva 2. U-profiili (Arcelormittal 2011.)

2.2 Z-Profiilipontti

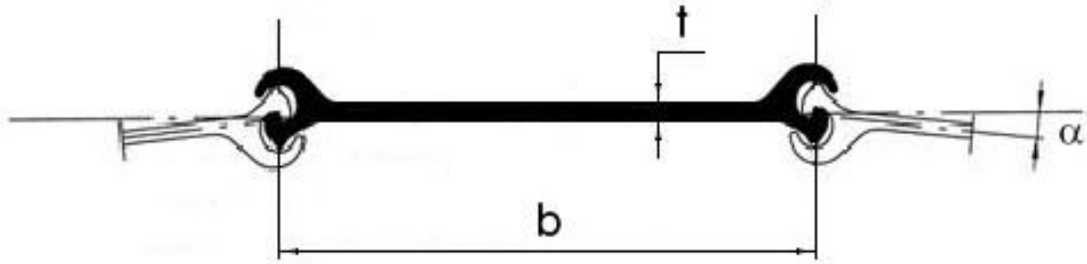
Toinen yleisistä raskaista teräsponteista on Z-profiili (Kuva 3). Z-profiilipontin taivutusvastus kasvaa U-profiiliponttiin nähden. Lisäksi Z-profiilissa on parempi upotusjäykkyys. Z-profiilijärjestelmä on leveämpi, minkä ansiosta asennukseen kuluva aika lyhentyy. (Arcelormittal 2011.)



Kuva 3. Z-profiilipontti (Arcelormittal 2011.)

2.3 Suorapontti

Suoria profiilipontteja (Kuva 4) käytetään yleensä pyöreiden muotojen tekemiseen. Lisäksi niitä voidaan käyttää työmaakohteissa, joissa kiviset maakerrokset ovat lähellä maanpintaa ja joissa ankkurointia on hyvin vaikea tai mahdotonta toteuttaa. (Arcelormittal 2011.)



Kuva 4. Suorapontti. (Arcelormittal 2011.)

3 TERÄSPONTTIEN ASENNUS

Teräsponttien asennukseen soveltuva kalusto takaa tukiseinän onnistuneen upottamisen maaperään. Seinät voidaan upottaa maaperään usealle eri menetelmällä: täryttämällä, lyömällä tai painamalla. (Hakulinen 2003, 61.) Yleisin menetelmä Suomessa on täryttäminen eli vibraaminen.

3.1 Täryjunta

Hakulisen (2003, 61) mukaan täryttäminen on kivettömässä maaperässä tehokain ja tarkin teräsponttien asennustapa. Tukiseinäprofiilin ja maan välille syntyy kitkaa, ja täryttämistä käytetään tämän kitkan pienentämiseen, jolloin tukiseinä saadaan pienemmällä voimalla haluttuun syvyyteen. Kun maa-aines on karkearakenteista ja vedellä kyllästynyttä, on täryjuntan (Kuva 5) käyttö parhaiten soveltuva työmenetelmä.

Lemminkäinen Infra Oy käyttää nykyisin pääasiallisesti täryjuntaa. Nykyiset täryjuntat ovat hyvin kehittyneitä, ja Lemminkäisellä käytössä olevilla täryjuntilla voidaan työskennellä myös kivisemmässä maaperässä. Käytössä on myös roikotettava vibra (Kuva 6).



Kuva 5. Täryjuntta RG 19-T (Bauer 2001.)



Kuva 6. Roikotettava vibra (Installation of Steel Sheet Piling 1998,24)

3.2 Lyöntijuntta

Lyöntijuntta (Kuva 7) on monikäyttöisempi. Sillä voidaan upottaa teräspontteja kaikissa pohjaolosuhteissa. Hakulinen (2003, 62) pitää alimpana pontin tunkeutumisrajana 25 mm/10 iskua, pienemmällä tunkeutumisella on vaarana pontin alapään tyssäntyminen. Matalalla pudotuskorkeudella vähennetään melua ja pontin vaurioitumisriskiä.

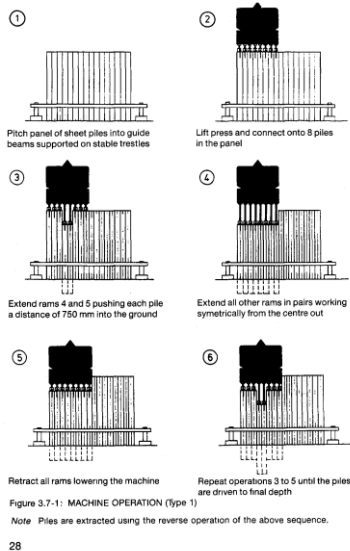
Lyöntijuntan käyttöä asutuksen läheisyydessä pidetään huonona työskentelystä aiheutuvan melun vuoksi.



Kuva 7. Lyöntijuntta PM16 (Juntan 2011.)

3.3 Tunkit

Perinteisen asennuskaluston rinnalle on kehitetty menetelmä, jolla voidaan vähentää melua ja tärinää. Täryjuntan ja lyöntijuntan rinnalle on kehitetty hydraulisia tunkkeja (Kuvat 8 ja 9), joilla pontit painetaan maahan. Ponttien maahan painaminen onnistuu hienorakeisissa maissa. (Hakulinen 2003, 62.)



Kuva 8. Hydraulitunkki (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 28)



Figure 3.7-3: HYDRAULIC PRESS (Type 3)

30

Kuva 9. Hydraulitunkki (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 30)

4 OLEMASSAOLEVAT KEINOT KALLISTUMISEN ESTÄMISEKSI

Keinojen kartoittamiseksi tehtiin kenttähaastattelu. Haastateltava oli Lemminmäinen Infra Oy:n työpäällikkö Kimmo Perkiö (2011). Haastattelu antoi tärkeää tietoa työmaalla todetuista käytännön ongelmista. Kimmo Perkiön haastattelun perusteella valittiin tähän kappaleeseen alla olevat ponttien upotustavat. Haastattelussa kävi yksiselitteisesti selväksi, että juuri nämä tavat helpottavat eniten ponttien upotusta maaperään. Näillä menetelmillä ne kallistuvat vähemmän kuin muilla mahdollisilla tavoilla. Kimmo Perkiö täsmensi, että mitä helpompi on ponttia upottaa maaperään, sitä vähemmän se kallistuu.

4.1 Panelointi

Paneloinnista on kysymys, kun pontteja lyödään alaspäin porrastaen, pontti-ryhmä kerrallaan (Kuva 10). Kun kyseessä on löyhä maaperä, voidaan käyttää lyhyitä profiileja ja upottaa yksittäin. Panelointi mahdollistaa paremman kontrol-

lin pidemmissä seinissä. Lisäksi tämä minimoi upotuksen aikaisia riskejä, kuten kallistumisen sekä ponttilukon aukeamisriskin. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 34.)

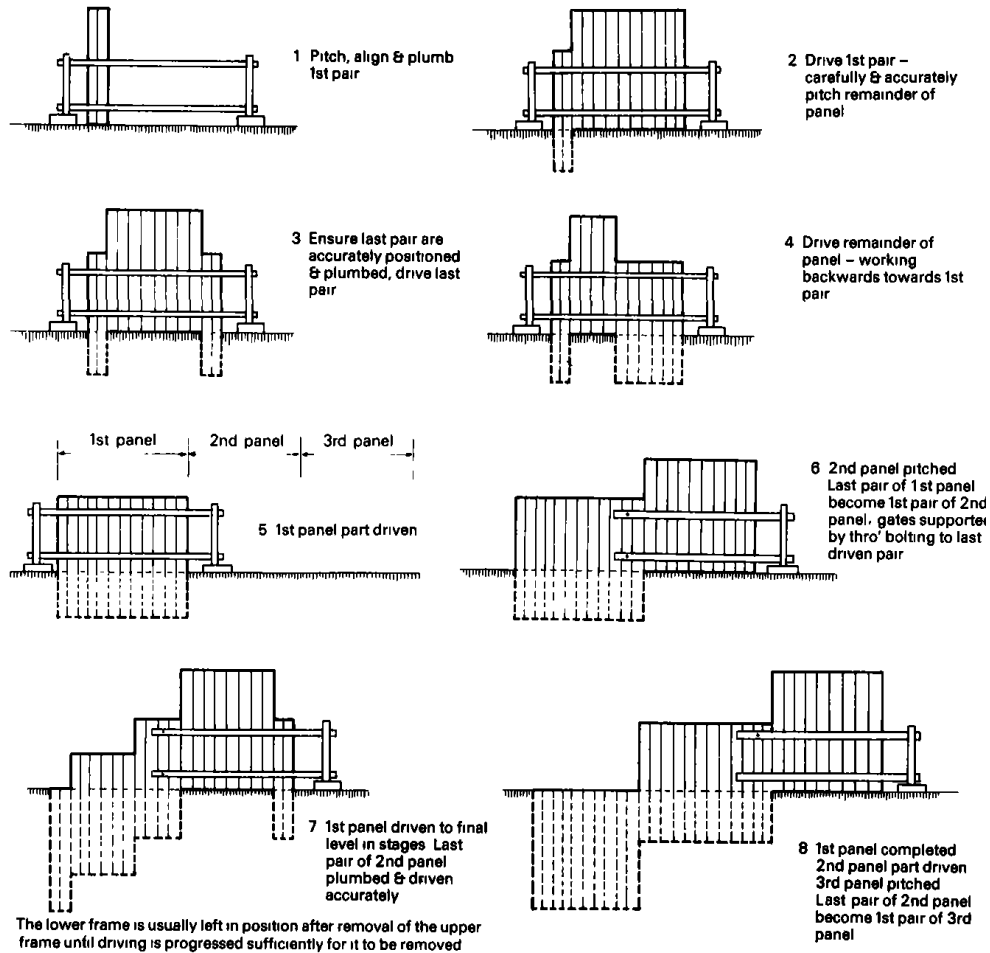


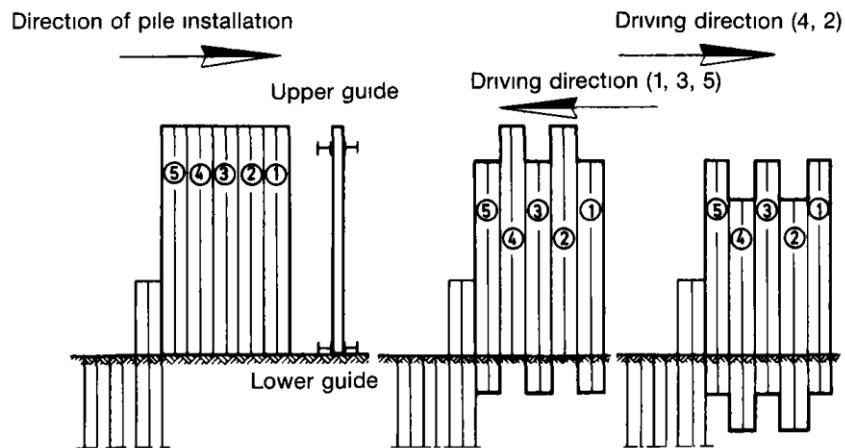
Figure 4.3: PANEL DRIVING

Kuva 10. Paneeleittain upotus (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 34)

4.2 Porrastettu upotus

Maaperän laatu voi vaihdella hyvin paljon, silloin tarvitaan myös eri ponttien upottamisen erilaisia työmenetelmiä. Erittäin vaikeassa maaperässä voidaan käyttää porrastettua panelointia. (Kuva 11) Pontit asennetaan ohjauspalkkien väliin ja lyödään lyhyissä sarjoissa joka toista ponttia alaspäin. Jos maaperä on kovin tiivistä hiekkaa, soraa tai moreenia, voidaan joka toinen pontti vahvistaa kärjestä. Nämä vahvistetut pontit lyödään aina ensin. Kaikki pontit lyödään käyt-

täen menetelmää, jossa lyödään ensin joka toinen vahvistettu pontti ennen vahvistamattomia. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 35.)



Only the reinforced elements 1, 3, 5 are pre-driven; the other 2, 4 . . . follow.

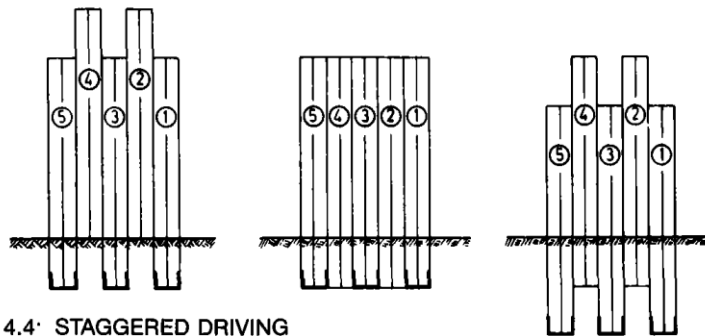


Figure 4.4: STAGGERED DRIVING

Kuva 11. Porrastettu upotus. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 35)

Pontin kärki voidaan vahvistaa irtonaisella metallikengällä (Kuva 12.). Metallikengä hitsataan pontin alapäähän kiinni. Metallinen kenkä jäykistää teräsponttia ja myös vahvistaa sitä, kun työskennellään kivisessä maaperässä. (Hammers-
teel,2011)



Kuva 12. Metallikenkä. (Hammersteel.2011)

4.3 Vesisuihkutus

Tietyissä olosuhteissa lyönti-, vibra- tai hydraulinen pontin maahan upotus onnistuu helpommin vesisuihkutuksen avulla. (Kuva 13.) Vesisuihkutus estää myös asennuskaluston ylikuormitusta ja ponttilautojen vahingoittumista sekä vähentää maan tärähtelyä. Tämän menetelmän tavoite on paikantaa paineistetun veden suihkutusta kytkettyjen ponttilautojen kärkeen, vesisyöttöputkien avulla maan pinnalta. Veden paine löyhentää maa-ainesta ja poistaa irtonaista maa-ainesta. Ponttilaudan kärjen vastustus vähenee ja maa-aineksen laadusta riippuen nouseva vesi vähentää maanpinnan ja ponttilukon välistä kitkaa. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 61.)

Vesisuihkutuksen tehokkuuteen vaikuttaa maa-aineksen koostumus, saatavilla oleva veden paine ja vesisuihkutusputkien lukumäärä. Vesisuihkutuksen aikana on huomioitava mahdolliset sivuvaikutukset ympärillä oleviin rakenteisiin, kun kajotaan maanperään. Testisuihkutukset ovat aina suositeltavia, varsinkin jos ei tiedetä tarkkaan ympärillä olevan maa-aineksen koostumusta. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 61.)



Figure 8.1.2-1



Figure 8.1.2-2

Kuva 13. Vesisuihkutusputket yhdessä vibran ja pontin kanssa. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 62)

4.3.1 Matalapainevesisuihkutus

Matalapainevesisuihkutusta käytetään pääsääntöisesti tiiviissä kitkamaalajeissa ei-koheesio maaperässä. Vibraamalla ja matalapainesuihkutuksella saavutetaan yhdistelmä, jolla läpäistään hyvin tiivis maa-aines. Erityisesti eri vibraamisaajuuksia yhdistelemällä on saatu hyviä tuloksia. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 61.)

Matalapainevesisuihkutuksessa on 2 - 4 läpimitaltaan 20 mm:n putkea, jotka on yhdistetty pareiksi ponttilautojen kanssa. Jokaisella putkella on oma pumppu, joka tuottaa 20 bar:in paineen. Veden syötön putkea kohti tulisi olla 120 - 240 litraa minuutissa. Putken kärki on samassa tasossa kuin teräsponttilaudan kärki, ja vesisuihkutus alkaa samaan aikaan, kun pontteja lyödään maaperään. Näin estetään maa-aineksen tunkeutuminen putkiin. Pääasiallisesti tämä menetelmä muokkaa maaperää hyvin vähäisessä määrässä. Jos ponttilautoihin tulee huomattavaa pystysuuntaista kuormaa, pitää kiinnittää erityistä huomiota siihen,

että vesisuihku löyhentää maaperää. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 61.)

4.3.2 Korkeapainevesisuihkutus

Korkeapainevesisuihkutusta (Kuva 14) käytetään, kun kyseessä on erityisen tiiviitä maakerroksia. Jos kyseessä on rakennusten painumisen tai vajoamisen riski, korkeapainevesisuihkutus on suositeltavampaa kuin matalapainevesisuihkutus. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 63.)

Korkealaatuiset putket ovat välttämättömiä veden kovan paineen vuoksi, pumpupaine on alkaen 250 bar:ia aina 500 bar:iin asti. Korkeapainevesisuihkutuksessa käytetään erityisiä suuttimia. Putkissa, jotka ovat 30 mm halkaisijaltaan, käytetään suuttimia, jotka ovat 1,5 mm – 3,0 mm halkaisijaltaan. Veden kulutus on tällöin 60 – 120 litraa minuutissa yhtä putkea kohden. Maaperän mekaaniset ominaisuudet eivät muutu tällä menetelmällä, tämä on todennettu testiupotuksilla, jotka on tehty kalkkimaassa, kivisessä savimaassa ja sitkeässä savimaassa. Putket on asennettu ponttilautojen kylkeen hitsaamalla, jotta ne voidaan käyttää myöhemmin uudelleen. Suuttimet ovat sijoitettu 5 – 10 mm ponttilaudan alapään yläpuolelle. Intensiivinen seuranta on työn aikana tarpeen, jotta pystytään seuraamaan, miten korkeapainevesisuihkutus soveltuu itse työkohteeseen tai työstettävään maaperään. Suuttimien koot valitaan aina maaperän mukaan, samoin suuttimien lukumäärä ja ryhmitys mietitään aina työkohteen ja maaperän vaatimuksien mukaan. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 63.)



Kuva 14. Korkeapaine vesisuihkutus. (Geosintetika.2011)

4.4 Räjätys

Tätä tekniikkaa käytetään maaperätyspeissä, joihin on vaikeaa tai mahdotonta asentaa pontteja.

4.4.1 Tavallinen räjäytys

Perinteisen räjäytyksen tuloksena syntyy V-muotoisia kaivantoja suunnitellulle seinälinjalle. Kivisirpaleiden määrä ja koko riippuvat käytetyn räjähteen määrästä. Pontin upotusolosuhteet löyhennetyllä alueella ovat edelleen erittäin vaativat ja vahvistetun pontin kärjen käyttö on suositeltavaa. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 63.)

4.4.2 Paikalleenräjäytys

Tässä menetelmässä käytetään kevyttä panostamista ja pyritään rikkomaan lohkat paikalleen, niin ettei maaperään synny räjäytyksessä mitään onkaloa.

Kivisen maaperän rakenteeseen pyritään vaikuttamaan mahdollisimman vähän. Tarkoituksena on tuottaa vain teräsponttien vaatima alue räjäytyksellä. Räjäytetyn kiviaineksen enimmäislohkarekoko on 700 mm. Tämä tekniikka vaikuttaa tarkalleen vain työskentelyalueeseen, muu kiviaines säilyy vahingoittumattomana. Teräspontit tulee lyödä maaperään välittömästi räjäytyksen jälkeen, jotta

voidaan maksimoida räjäytyksestä aiheutunut maan löyhtyminen. Räjätetty maaperä tarjoaa riittävän tuen upotetuille teräsponteille. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 64.)

4.5 Poraus

Esiporaus voidaan käyttää kaikkien ponttien upotusmenetelmien kanssa, perinteisen ponttauksen, vibraamisen sekä paineupotuksen kanssa. Poraamalla tehdään noin 300 mm halkaisijaltaan olevia reikiä ponttiseinälinjan keskelle ponttilukkojen kohdalle. Tämä esiporaus vähentää vaikeiden olosuhteiden tuomia ponttaushaasteita. Reikien tarkoituksena on vähentää eri maakerrostumien vastusta ponttauksen aikana eli vähentää ponttien kitkaa. Jos on ollut tarvetta tehdä reikiä enemmän tai suurempia reikiä, kuin ponttaukseseen on vaadittu, täytyy reiät täyttää siihen sopivalla maa-aineksella.

Tällä esiporausmenetelmällä voidaan työstää todella kivisiäkin maapohjia. Joskus maapohjan käsittely maakairalla voi olla riittävä löyhentämään maata ponttaukselle sopivaksi, toinen mahdollisuus on luoda kaivanto voimakkaalla maakairalla. (Kuva 15.) Tämä kaivanto tulee täyttää ponttauksen jälkeen sopivalla maa-aineksella tai maa-aineksella, joka on jäänyt yli kaivantoa tehtäessä. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 64.)



Figure 8.3

65

Kuva 15. Maakaira. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 65)

4.6 Vaijerikiristys

Kuten aikaisemmin on todettu, maahan lyötäessä teräsponttilankku pyrkii kallistumaan ponttauksen etenemissuuntaan. Tätä kallistumista voidaan pyrkiä estämään kiinnittämällä lankkuun seinän suuntaisesti kiristetty vaijeri (Kuva 16). (Rantamäki & Tammirinne 2006, 117.)

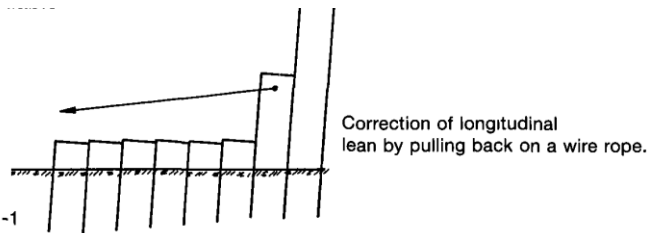


Figure 9.1-1

In conjunction with the above method, the hammer can be placed off centre of the pair of piles towards the last driven piles.

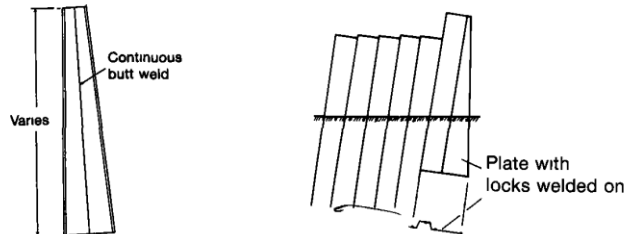


Figure 9.1-2

When, in spite of all precautions, a lean cannot be eliminated, taper piles must be employed to correct the error.

Kuva 16. Vaijerikiristys. (Installation of Steel Sheet Piling 1998, 67)

5 MENETELMIEN SOVELTUVUUDESTA

Menetelmien soveltuvuutta tyypillisimpiin suomalaisiin maaperiin ja yleisimpiin rakennuskohteisiin selvitettiin tekemällä työmaalla koeponntauksia sekä haastatteleamalla Movax-koneen kuljettajaa käytännön työssä.

5.1 Työmaatestaus

Töölönlahdella käytettyjen ponttien pituudet vaihtelivat 12 metristä aina 18 metriin asti. Ankkureiden kohdalla käytetyt pontit olivat paikoin yli 20-metrisiä, nämä pontit jatkettiin työstöpituuteen hitsaamalla. Työkoneena työmaalla käytettiin kaivinkoneessa olevaa Movax-vibraa sekä RTG 19 –vibrakonetta. Työ aloitettiin Movax-vibralla, joka vibrasi pontin siihen syvyyteen, johon se meni helposti. Pontin jämhäessä paikoilleen työkoneeksi vaihdettiin RTG-19, jolla on enemmän voimaa työstää pontti tarvittavaan syvyyteen. Miksi sitten käytettiin Movax työkonetta, koska Movaxilla on helpompi aloittaa ponttiseinän tekeminen. Ponttien käsittelyminen on nopeampaa ja pontin asettaminen pystysuuntaan onnistuu helpommin Movax -koneella.

Työkohteessa oli helppo havaita, että kivinen maaperä vaikutti huomattavasti pontin muotoon. Pontti painui kasaan ja pontin muoto muuttui V-malliseksi. (Ku-

va17.) Tästä syystä seuraava lyötävä pontti lähti heti kallistumaan ponttaus-suuntaan. Mikäli ponttiseinää ei heti oikaista, vinouma kasvaa, ja vinouman seurauksena lukkokitka kasvaa huomattavasti. Vinoumasta johtuva lukkokitka kasva suureksi, tällöin on mahdotonta jatkaa ponttien vibraamista maaperään. Vibraamisen hidastuessa tarkistettiin työstettävä pontti. Mikäli pontti oli muuttanut jo muotoaan V-malliseksi, pontti vaihdettiin suoraksi tai jos oli mahdollista, vääntynyt pontti oikaistiin.



Kuva 17. V-muotoiseksi painunut pontti

Työmaalla kokeiltiin lisäksi käänteistä järjestystä upotuksessa, käännetty por-rastus oli tässä työkohteessa uusi menetelmä. Kun työstettävä ponttiseinä lähti kallistumaan, nostettiin viittä jo lyötyä ponttia ylöspäin, minkä jälkeen lähdettiin vibraamaan pontteja käännettyssä järjestyksessä. Tämä auttoi estämään ponttiseinän kallistumisen. Kun työmaalla käytettiin molempia edellä kuvattuja keinoja, saatiin syntymään suoraa ponttiseinää.

Työmaalla kokeiltiin pontin profiilin jäykistämistä: toisesta pontista leikattiin 0,5 metrin mittainen profiiliosa ja tästä osasta polttoleikattiin lukko-osat pois. Tämä 0,5 metrin osa hitsattiin täyspitkän pontin sisäpinnan alaosaan vahvikkeeksi jäykistämään ponttia. Tätä testiponttausta ei pystytty ponnaamaan kallioon asti eli sen toimimista kallistuksen estämiseksi ei pystytty todentamaan.

5.2 Haastattelu

Movax- kuljettajalta (2011) kysyttiin, mitä keinoja hänellä on asennusaikaisen kallistumisen estämiseen. Hän kertoi esimerkin eräästä Porvoon työmaasta, jossa asennettiin pysyvää ponttiseinää laiturin etuseinään. Käytössä oli kaksi apumiestä, jotka tarkkailivat vibrattavan pontin suoruutta. Mikäli pontti lähti kallistumaan, nostettiin pontti ylös ja se vibrattiin uudelleen maahan niin monta kertaa, että se saatiin menemään suoraan eikä kallistumista esiintynyt. Tämä työstömenetelmä on hyvin hidas, lisäksi tapa on erittäin kallis, koska yhtä vibrattua ponttia kohden tarvitaan kolme ihmistä eli yksi vibraamaan ja kaksi tarkkailee pontin kallistumista. Tämä tapa sopii, jos vaaditaan ehdotonta vesitiivistä ponttiseinää tai ponttiseinän on tarkoitus jäädä osittain näkyviin pysyväksi rakenneratkaisuksi.

5.3 Muut työtavat

5.3.1 Vesisuihkutus

Vesisuihkutus sopii hyvin suomalaiseen maaperään. Sen haittapuolena on, että kalustoa tarvitaan työkohteessa enemmän. Se ei myöskään sovi työmaille, jotka ovat hyvin ahtaita tai joiden maaperässä on siirtolohkareita. Vesisuihkutus on kalliimpi menetelmä kuin kohdassa 5.1 kuvailut menetelmät.

5.3.2 Räjätys

Räjätystä voidaan käyttää maaperään, jossa on paljon lohkareita. Räjätys on myös kalliimpi menetelmä ja lisäksi se vaatii erityistä huolellisuutta ja tarkkaavaisuutta sekä etukäteisselvittelyjä, mm. ympärillä olemassa olevien rakennuksien ja maa-aineksen suhteen. Räjätystä varten on porattava reiät eli poravännen käyttäminen työkohteessa on välttämätöntä.

5.3.3 Kairaus

Kairaus toimii hyvin maaperässä, joka on tiivistä hiekkamaata, mutta maaperässä ei saa olla isoja kiviä, koska kaira ei pääse isoista kivistä läpi ja isot kivet voivat vaurioittaa kairaa.

5.3.4 Poraus

Uppovasaraporaus on näistä menetelmistä paras, koska poraus on monipuolisin menetelmä. Uppovasaraporaukseen ei vaikuta maa-aines, vaan se sallii eri maalajityypit, eikä sitä estä edes kivet. Esimerkiksi vesisuihkuun ja kairaukseen verrattuna poraus mahdollistaa työskentelyn myös lohkarealueella. Räjähdykseen verrattuna se on myös halvempi, koska panostajan sekä räjähteiden kustannukset jäävät pois. Porauksen haittapuolena, ilmaporauksen yhteydessä, ovat painumat olemassa olevien rakennuksien läheisyydessä. Vedellä porattaessa painumisen riski vähenee.

5.3.5 Panelointi ja porrastettu upotus

Panelointi ja porrastettu upotus soveltuvat parhaiten roikotettavalle viiralle, näissä menetelmissä ponttien pituus ei ole ratkaisevaa. Käytettäessä esimerkiksi RTG 19-konetta ja pontin pituus olisi 18 metriä, pontti tulee upottaa lähelle maan pintaa ennen seuraavan pontin asentamista. Ilman lähelle maanpintaa upottamista seuraavaa ponttia ei saada lukkoponttiin, koska koneessa maksimipituus pontille on 19 metriä. Tällöin pontin yläpäitä ei voida jättää ylös, mikä on paneloinnin ja porrastetun paneloinnin upotuksen periaate.

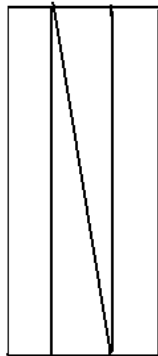
6 OMAT AJATUKSET

6.1 Pontin jäykistäminen

Mielestäni ponttiseinän asennusaikaista kallistumista voidaan estää parhaiten valitsemalla kapeampia ja paksumpia materiaaleja. Valitsemalla nämä tekijät pontti pysyy paremmin muodossaan ja ponttiseinän kallistuminen voidaan välttää. Materiaalin kapeampi leveys hieman hidastaa ponttiseinän valmistumisnopeutta, mutta työmailla sen merkitys on vähäinen. Pontin paksuus ei vaikuta sen uppoamisominaisuuksiin eri maaperiin merkittävästi. Toinen tapa on hitsata lisäraudoitusta upotettavaan ponttiin, mikä myös samalla tukee pontin alapäätä pontin upotessa kiviseen maaperään.

6.2 Ponttiseinän oikaiseminen

Ponttiseinän kallistuessa olemme nyky metodein tehneet aina uuden aloituksen viereen limittämällä jo maahan upotettujen kanssa. Tällä tavalla vesitiiviys on kärsinyt merkittävästi ponttiseinässä, mikä on vaikeuttanut jatkotoimenpiteitä rakennuskohteissa. Vaihtoehtoisesti voimme hitsata ponttilaudan taakse pelkän lukon vinoon ponttilautaan nähden (Kuva 18) ja aloittaa ponttauksen tästä kallistetusta lukosta (Kuva 19), jota voidaan käyttää myös kulmaponttina, ja näin saadaan ponttiseinä oikaistua. Tällä menetelmällä saavutetaan parempi vesitiiviys. Ponttiseinän linja muuttuu hetkellisesti, mutta myöhemmin ponttiseinän edetessä linja palautuu alkuperäiseen linjaan.



Kuva 18. Pontin taakse hitsattu, kallistettu lukko



Kuva 19. Kylkeen hitsattu ponttilukko.(China-sheetpiling. 2011)

6.3 Lopuksi

Työn aiheeksi valitsin ponttiseinän asennusaikaisen kallistumisen estämisen, koska se on todellinen ongelma työmailla. Olen itse joutunut kokemaan sen usein ja miettimään ratkaisua, kun olen työstänyt ponttiseiniä. Työn ohessa olen usein miettinyt eri keinoja siihen, miten kallistumista pystyttäisiin estämään. Tämän vuoksi suoritin erilaisia testiponttauksia työmaalla ja samalla pystyin paremmin havainnollistamaan sen, miten eri menetelmät vaikuttavat seinän kallistumiseen ja millä sitä pystyisi parhaiten estämään. Kun aloitin tämän työn mietinnän, en ollut kuullut ponttien porrastaen upottamisesta, vaan kokeilimme satumalta sitä samaa menetelmää, mutta käännettyssä järjestyksessä. Menetelmä toimi erilaisissa työmaolosuhteissa yllättävän tehokkaasti.

Olemassa olevan materiaalin vähyys teki tutkimustyöstä haastavan. Seinän kallistumisongelma on ollut tiedossa jo vuosia, mutta kukaan ei ole tarkkaan perehtynyt asiaan eikä suorittanut kattavia tutkimuksia. Omat kokemukseni ovat siis eri työmailta ja havaintoja, joita olen tehnyt työskentelyni ohessa. Projektipäällikkö Jussi Kiuru oli työtehtävissä Tampereella olevalla Frenckellin patotyömaalla. Haastattelin häntä työmaalla käytettävästä ponttausmenetelmästä. Tammerkoski oli tyhjennetty ja veden pääsy estetty padon kohdalta. Vaikka pontit päästiin asentamaan suoraan kallion pintaan, pontit lähtivät tästä huolimatta kallistumaan ilman maa-aineesta johtuvaa tekijää. Ponttilukoissa oli sen verran väljyyttä, että se salli asteittaisen kallistumisen (Kuvat 20 ja 21). Ponttilukkojen tekeminen juuri oikean kokoisiksi voisi estää kallistumista, mutta liian tiukka lukko lisää merkittävästi lukkokitkaa, ja se taas vaikeuttaa ponttien asentamista.



Kuva 20. Frenckellin patotyömaa. Ponttiseinän alku.



Kuva 21. Patotyömaa. Ponttiseinä alkanut kallistua.

Loppupäätelmänäni on, että työmaaolosuhteet ja maaperä on aina tarkoin otettava huomioon ja mietittävä etukäteen paras ponttausvaihtoehto. Kuten aikaisemmin kohdassa 6.1 olen todennut, tehokkain tapa estää kallistumista on kapeat ja paksut ponttiprofiilit.

Kuvat

- Kuva 1. Valmiita nurkkaprofiileja, s. 7
- Kuva 2. U-profiili, s. 8
- Kuva 3. Z-profiili, s. 8
- Kuva 4. Suorapontti, s. 9
- Kuva 5. Täryjunta RG-19T, s. 10
- Kuva 6. Roikotettava vibra, s. 10
- Kuva 7. Lyöntijunta PM-16 s, 11
- Kuva 8. Hydraulitunkki, s. 11
- Kuva 9. Hydraulitunkki, s. 12
- Kuva 10. Paneeleittain upotus, s. 13
- Kuva 11. Porrastettu upotus, s. 14
- Kuva 12. Metallikenkä, s. 15
- Kuva 13. Vesisuihkutusputket yhdessä vibran ja pontin kanssa, s. 16
- Kuva 14. Korkeapaine vesisuihkutus, s. 18
- Kuva 15. Maakaira, s. 20
- Kuva 16. Vaijerikristys, s. 21
- Kuva 17. V-muotoiseksi painunut pontti, s. 22
- Kuva 18. Pontin taakse hitsattu kallistettu ponttilukko, s. 25
- Kuva 19. Kylkeen hitsattu ponttilukko, s.25
- Kuva 20. Frenckellin patotyömaa, ponttiseinän alku, s. 27
- Kuva 21. Patotyömaa. Ponttiseinä alkanut kallistua, s.27

Lähteet

Hakulinen, M. 2003. Teräs pohja- ja maarakentamisessa, oppimateriaali.

Installation Of Steel Sheet Piles 1998, uudistettu painos 2001, Technical European Sheet Piling Association (TESPA).

Kiuru, J. Haastattelu. Lemminkäinen Infra Oy.(27.9.2011)

Movax-Kuljettaja. Haastattelu (16.05.2011)

Perkiö, K. Haastattelu. Lemminkäinen Infra Oy. (14.11.2011)

Rantamäki, M. & Tammirinne, M. 1979. Pohjarakennus 465. 13. muuttumaton painos. Tekijät ja Oy Yliopistokustannus/Otatieto 1979. Helsinki.

ArcelorMittal , ponttivalmistaja, Luxemburg. Saatavilla www-muodossa:www.arcelormittal.com/sheepfiling/page/index/name/corner-section. (Luettu 30.10.2011).

ArcelorMittal , ponttivalmistaja, Luxemburg. Saatavilla www-muodossa: www.arcelormittal.com/sheepfiling/page/index/name/usections. (Luettu 30.10.2011).

ArcelorMittal , ponttivalmistaja, Luxemburg. Saatavilla www-muodossa: www.arcelormittal.com/sheepfiling/page/index/name/zsections. (Luettu 30.11.2011).

ArcelorMittal , ponttivalmistaja, Luxemburg. Saatavilla www-muodossa: www.arcelormittal.com/sheepfiling/page/index/name/straight. (Luettu 30.11.2011).

Bauer, BAUER Maschinen GmbH laitevalmistaja, Saksa. Saatavilla www-muodossa: www.bauer.de/en/rental_and_used_machines.(Luettu 30.11.2011).

China-sheetpiling, Wanhui Sheet Pile, ponttivalmistaja, Kiina. Saatavilla www-muodossa: www.china-sheetpiling.com/category/corner-piles-7804-af9f/1. (Luettu 03.11.2011).

Geosintetika, ponttivalmistaja, Liettua. Saatavilla www-muodossa: www.geosintetika.lt/article/archive/277.(Luettu 03.11.2011).

Hammersteel, Hammer & Steel, ponttivalmistaja, Yhdysvallat. Saatavilla www-muodossa: www.hammersteel.com/dawson-strong-shoes.html. (Luettu 02.11.2011).

Junttan, Junttan Oy, laitevalmistaja, Kuopio. Saatavilla www-muodossa:
www.junttan.fi/products/pile_driving_rings. (Luettu 02.11.2011).