

Vesa Lempinen

Tukiseinätyöt kaupunkialueella

Tukiseinätyöt kaupunkialueella

Vesa Lempinen
Opinnäytetyö
2014
Rakennus tekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Vesa Lempinen
Työn nimi: Tukiseinätyöt kaupunkialueella
Työn ohjaaja: Jarmo Erho, Oamk
Valmistumisvuosi: 2014

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan erilaisia tukiseinämalleja ja rakennusten tuentaa kaupunkialueella. Lisäksi tarkastellaan tukiseinätoita ja niiden suorittamista kaupunkien liikenteen läheisyydessä. Työssä tutkitaan myös erillisten tukiseinämenetelmien käyttökohteita, tehdään kustannusvertailua ja pohditaan työmaiden logistiikan ongelmia sekä työmaiden ahtautta kaupungeissa.

Avainsanat: tukiseinä, tukiseinämalli, rakentaminen kaupungissa

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme, option

Vesa Lempinen
Bulkhead Works in city Area
Jarmo Erho
2014

This thesis search differed bulkheads models and supporting buildings in city area. Also analysis bulkhead working and theirs performance near to cities traffic. This thesis search also differed bulkhead procedure use, cost comparison and also speculate logistic problems of worksites and worksites tightness in cities.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	2
SISÄLLYS	3
1 JOHDANTO	4
2 ERILAISET TUENTATYYPIT	5
2.1 Teräsponttiseinät	6
2.2 Suihkupaaluseinät	7
2.3 Porapaaluseinät	8
2.4 Kaivinpaaluseinät	10
3 KAUPPAKESKUS VALKEAN RAKENNUSTYÖMAA	12
3.1 Työmaan esittely	12
3.2 Työmaalla käytetyt tuentatyytit	13
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	17
5 YHTEENVETO	19
LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään erilaisiin tukiseinämalleihin ja kaivannon tuentatöihin sekä tutustutaan Kauppakeskus Valkean rakennustyömaalla käytettyihin tukiseinämalleihin. Liikenne, asutus ja kunnallistekniikka asettavat omat haasteensa tukiseinien asennukseen kaupunkialueilla.

Työssä kerrotaan ensin erilaisista mahdollisuuksista, miten rakennuskaivannon voi tukea. Sen jälkeen opinnäytetyössä kerrotaan Oulun kaupungin keskustassa sijaitsevasta Kauppakeskus Valkean työmaasta ja siinä käytetyistä eri tuentamenetelmistä. Itse työskentelin juuri tuentavaiheessa kyseisellä työmaalla. Työssä vertaillaan myös eri menetelmien sopivuutta erilaisiin paikkoihin sekä erilaatuiseen maaperään. Työssä kerrotaan myös tuentavaihtoehtoista, joita työmaalla käytettiin, ja siitä, miksi kyseiset vaihtoehdot valittiin tässä kohteessa.

Lopuksi pohditaan eri vaihtoehtomenetelmien sopivuutta ja saatavuutta sekä vertaillaan niiden eroja ja kustannuksia keskenään. Päätelmän lopussa esitetään, milloin eri tuentavaihtoehdot sopivat parhaiten ja milloin niitä kannattaa käyttää. Työssä esitetään myös mahdolliset ongelmat ja haasteet tuentatöissä keskellä kaupunkia.

2 ERILAISET TUENTATYYPIT

Kaivannon tuentaa tarvitaan rakennustyökohteessa silloin, kun

- maaperä on löyhää
- pohjavesi ylhäällä (tällöin myös lujemmassa maaperässä)
- rakennuspaikka on vaativa, esim. radan läheisyys, vilkkaan tien tai kadun läheisyys, rakennusten läheisyys, kaupunkien keskustat jne
- syvät kaivannot
- kaivannot, joita joudutaan pitämään auki pitkän aikaa
- samalla voidaan tarvita lisäksi myös pohjaveden alennusta
- usein pumppaamojen asennuksissa.

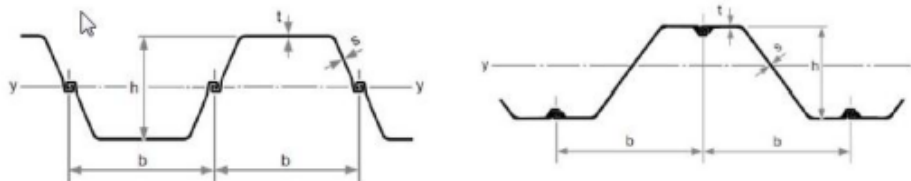
Erilaisia kaivantojen tuentatapoja ja -tekniikoita ovat

- teräsponttiseinät
- suihkupaaluseinät
- porapaaluseinät (ns. combiseinät)
- kaivinpaaluseinät.

2.1 Teräsponttiseinät

Teräsponttiseiniä käytetään rakennus- ja johtokaivantojen työnaikaiseen ja pysyvään tukemiseen. Niitä voidaan käyttää kaikissa maakerrostumissa. Tiivis tai kivinen moreeni ja tiivis karkearakeinen maakerros voivat kuitenkin estää ponttien lyönnin. (RIL 181–1989, 28.) Teräsponttiprofiilit ryhmitellään profiilin painon ja taivutusvastuksen perusteella seuraavasti (RIL 181–1989, 28):

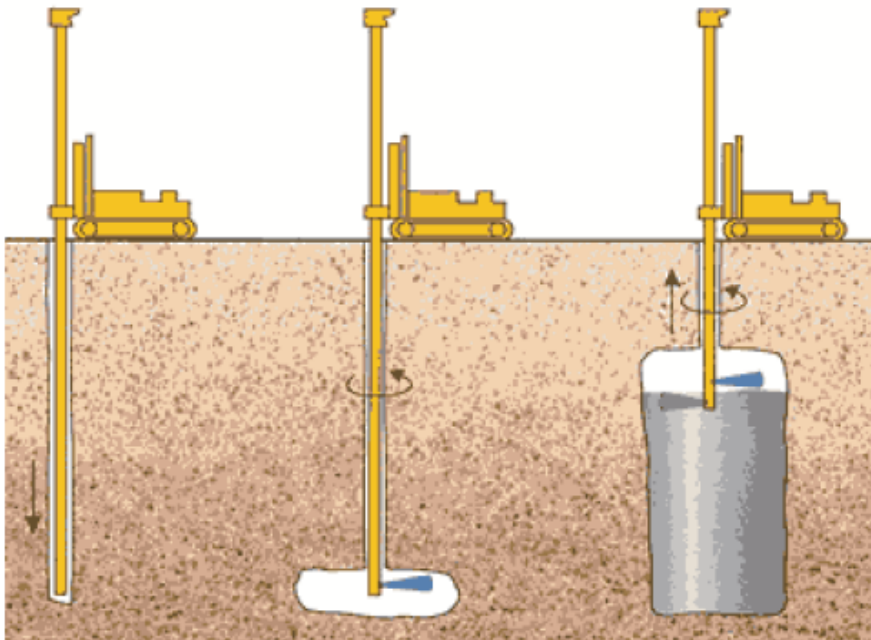
- Kevyet, vähän profiloidut ponttiprofiilit lyödään joko ponttiin tai limittäin
- Raskaat profiloidut ponttiprofiilit ovat tyypiltään joko Z- tai U-tyyppiä. Raskaat profiilit on suunniteltu ponttiin lyötäväksi. Z-profiilit lukitaan paarteistetaan ja U-profiileissa lukitus on uumalevyssä.
- Erikoisponttiprofiilit ovat laatikkomaisia I- tai H-profiileja. Näitä käytetään erittäin syvien kaivantojen tukiseininä joko pelkästään tai niiden välissä voidaan käyttää Z- tai U-profiileja. (Kuva 1.)
- Putkipaaluja käytetään erittäin syvien kaivantojen tukiseininä ja pysyvissä rakenteissa kantavina seininä. Putkipaaluseiniä voidaan lyödä/ porata myös tiiviiseen moreeniin.
- Teräsponttiseinien kulmissa käytetään tarvittaessa erityisiä kulmapontteja.
- Työnaikaisissa kaivannoissa käytettäviä ponttiprofiileja voidaan käyttää useampaan kertaan.



KUVA 1. U-profiili ja oikealla Z-profiili (Rakentajain kalenteri 2004)

2.2 Suihkupaaluseinät

Suihkuinjektointi on pitkälle erikoistunut injektointimenetelmä, joka sopii haastaviin pohjanvahvistustöihin etenkin kaupunkikohteissa. Suihkuinjektointia voidaan soveltaa moneen eri käyttötarkoitukseen pysyvissä ja väliaikaisissa rakenteissa. Suomessa yleisimpiä suihkuinjektointikohteita ovat vanhojen rakennuksien perustuksien vahvistukset. Suihkuinjektoinnissa korkeapaineisella suihkulla leikataan ja syrjäytetään maata, johon suihku on suunnattu ja samalla sekoitetaan sementtivesiseos. Suihkutus tehdään poratankojen kärjessä olevan suuttimen kautta. Pyörittämällä ja nostamalla suihkua saadaan aikaiseksi maabeetonilieriö, jossa maa-aines toimii runkoaineena ja sementtivesiseos sitovana ainesosana. Muodostuvaa kappaletta voidaan pitää raudoittamattomana betonirakenteena. Suihkuinjektointia käytetään kaikentyyppisten maakerrosten vahvistamiseen, mutta sen tehokkuus vaihtelee maakerrosten mukaan. (Kuva 2.)



KUVA 2. Suihkupaalutuksen periaate

2.3 Porapaaluseinät

Porapaaluseinät käyvät tuentamenetelmäksi silloin, kun tarvitaan jäykkää ja kestäväää tukiseinärakennetta. Porapaaluseinä on vesitiivis seinärakenne ja putket kiinnittyvät tiivisti kallioon. Se aiheuttaa vähemmän tärinää kuin esim. teräsponttiseinät, ja näin ympäristövaikutukset olemassa oleviin rakennuksiin pienenevät. (Kuva 3.)



KUVA 3. Porapaaluseinän periaate

Porapaaluseinät perustuvat poraamalla tai lyömällä asennettaviin paaluihin, jotka soveltuvat tukirakenteiksi vaikeisiin maaolosuhteisiin. Seinät muodostuvat yleensä kallioon asennetuista paaluista, jotka on liitetty toisiinsa ponttilukoilla (kuva 4). Ponttilukot mahdollistavat paaluseinän vesitiiveyden varmistamisen

luotettavasti ilman erillisiä injektointiputkia. Paaluista muodostuva jatkuva putki-paaluseinä kestää suuria vaaka- ja pystykuormia. Poraamalla asennettavien paalujen asennuksessa käytetään ylikoon avarrinkruunua, jotta ponttilukolle tulisi riittävä tila ja lukko ei vaurioituisi. Paaluseinät asennetaan uppoasaraa käyttämällä. Porausmenetelmä on keskeinen.



KUVA 4. Erilaisia ponttilukkomalleja

Porapaaluja voidaan käyttää myös yhdessä teräsponttien kanssa, ja näin muodostuu ns. combiseinä. Hitsaamalla paalujen kylkeen ponttilukot tai kokonaiset teräspontit saadaan yhdistettyä porapaalut ja teräspontit yhdeksi seinäksi (kuva 5). Combiseinäessä putkipaalut kantavat seinään kohdistuvat kuormat, ja väliin asennetut teräspontit tekevät seinästä yhtenäisen.

Porapaalu- ja combi seinien käyttökohteita ovat

- pysyvät ja tilapäiset tukiseinärakenteet
- satamalaiturit
- rakennustenperustukset
- liikenneväylärakenteet
- sillat.

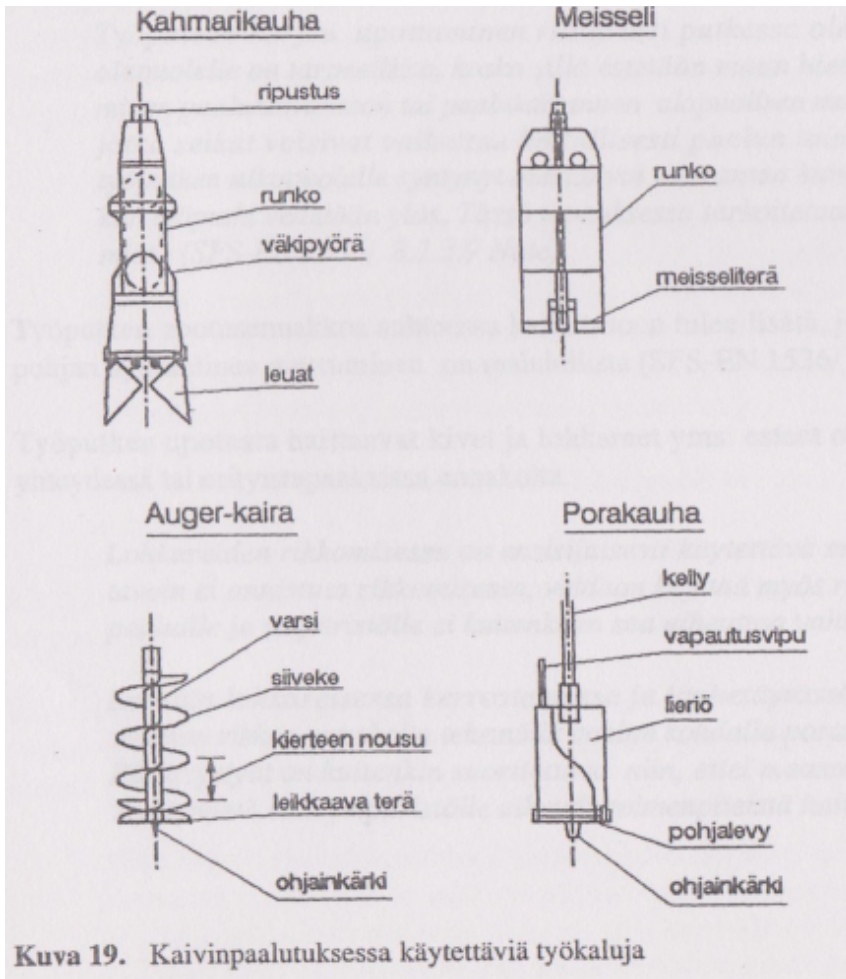


KUVA 5. Combiseinää putkista ja ponteista

2.4 Kaivinpaaluseinät

Kaivinpaalu on maata syrjäyttämätön paalu, joka tehdään kaivamalla avonaisen työputken sisältä maa-aines pois. Kaivinpaalut voidaan tehdä lähelle toisiaan, koska työputkia upotettaessa ei maata syrjäytetä sivulle. Paalut voivat myös leikata toisiaan ja muodostaa maan- ja vedenpainetta kestävän seinän.

Kaivinpaalujen tyhjennys työvälineitä on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Kaivinpaalutuksen eri työnmenetelmiä

3 KAUPPAKESKUS VALKEAN RAKENNUSTYÖMAA



KUVA 7. Kauppakeskus Vakelan työmaa Oulun keskustassa

3.1 Työmaan esittely

Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä Kauppakeskus Valkean rakennustyömaalla käytettyjä kaivannon tuentatapoja ja perehdyttää tukiseinätöiden haasteisiin kaupunkialueella. Valkean rakennustyömaa sijaitsee Oulun keskustan alueella korttelissa nro. 31. Korttelin länsipuolella on Isokatu, eteläpuolella Kauppurienkatu ja itäpuolella Uusikatu. Pohjoispuolella työmaa rajoittuu Galleria-liikekiinteistöön ja Säästö-Ruuttan toimisto-liikerakennukseen. Alueelta on purettu kolme vanhaa liike-asuinkiinteistöä. Teräsponttiseinät tulevat Isollekadulle, Kauppurienkadulle ja Uudellekadulle. Gallerian kiinteistö tuetaan suihku-paaluseinällä, jota vahvistetaan porapaaluilla.

Säästö-Ruuttan kiinteistö on kallioon perustettu, joten tämän rakennuksen kohdalle ei tarvitse asentaa tukiseiniä. Säästö-Ruuttan kiinteistön alla oleva kallioliujitus pultataan. Ennen teräsponttien asennusta työmaalla piti selvittää katualueilla sijaitsevat kaapelit, vesijohdot, viemärit ja kaukolämpökanaalit. Purettuihin

rakennuksiin tulevat kunnallistekniikat katkaistiin ponttiseinälinjan ulkopuolelta ennen ponttien asennusta. Kauppurienkadulla oman haasteen tuo kaapelimatto, joka sijaitsee aivan ponttiseinän vieressä, ja kaapelit joudutaan jättämään työmaa-alueen puolelle, koska ponttiseinää ei voida sijoittaa toiselle puolelle tulevan rakennuksen sijainnin vuoksi. Kaapelit joudutaan maan leikkauksen yhteydessä ripustamaan ponttiseinään kiinni. (Kuva 8.) Ennen ponttien asennusta viereisiin rakennuksiin asennettiin tärinämittarit ja seurantapultit, joiden avulla voitiin valvoa, aiheutuuko ponttien asennuksesta rakennusten liikkumista tai liiallisia tärinöitä.



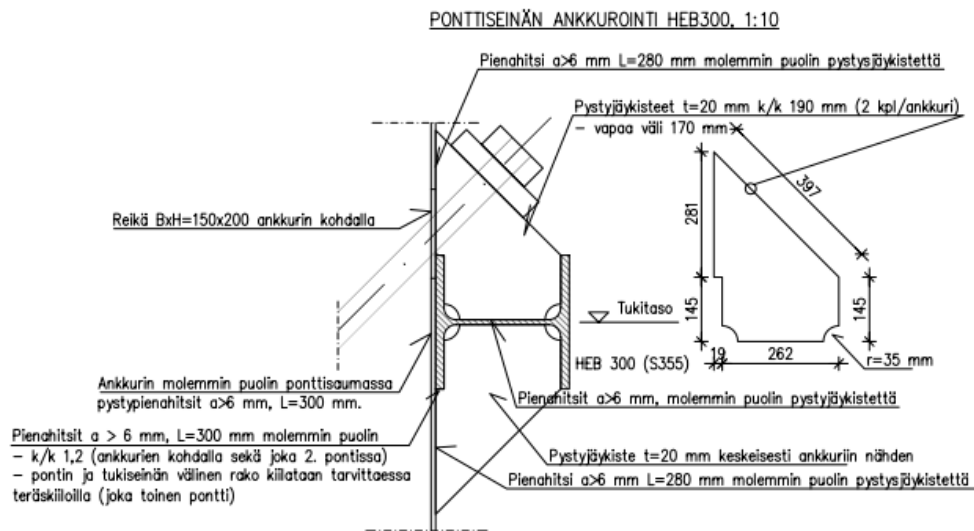
KUVA 8. Kuvassa kaapelimatto roikkuu kannattimien varassa

3.2 Työmaalla käytetyt tuentatyytit

Teräsponttien pituudet tällä työmaalla olivat 8 m ja 12 m maakerroksen vahvuudesta johtuen. Pontit asennettiin maahan RTG 25:lla, ja koneen työpaino, koko ja puomin pituus asettivat työalustalle vaatimuksia, minkä vuoksi alusta jouduttiin tekemään louheesta. RTG:n työpaino on 110 t ja puomin pituus 25 m. Ponttiseinän 1. ankkurointitason poraustyöt tehtiin samalta työtasolta kuin pontin

asennus. Ankkurointitasoja työmaan ponttiseinissä on paikasta riippuen 1 - 3, jotka tehtiin sitä mukaa, kun edelliset työvaiheet saatiin tehtyä pois.

Ankkurointi tehtiin pääasiassa ns. punosankkureilla, ja porauspunos ankkureilla tapahtuu ns. OD-porauksena. OD-poraus tarkoittaa, että porataan ensin suoja-putki ehyeen kallioon asti ja sen jälkeen putken läpi porataan n. 3 - 5 m ehyeen kallioon reikä. Sen jälkeen reikä puhdistetaan ja asennetaan punokset paikalleen sekä ne juotetaan kiinni kallioon. Kauppurienkadun puolivälin kohdalla kalliion laatu huononi niin paljon, että OD-kalusto jäi kiinni rikkonaiseen kallioon eikä punosankkureita voitu enää käyttää. Suunnitelman muutoksella ponttiseinä ankkuroitiin kallioon ja maahan Titan 73/35 -tangoilla, joilla pystytään ankkurointi suorittamaan rikkonaiseen kallioon sekä tekemään tarvittaessa ns. maaankkuri. Kuvassa 9 on teräsponttiseinän ankkurin detaljikuva.



KUVA 9. Teräsponttiseinän ankkurin detaljikuva

Suihkupaalutusta tehtiin Gallerian kiinteistön seinustoilla. Suihkupaalutus on erinomainen tuentatapa, kun kaivanto tulee kiinni viereiseen rakennukseen. Suihkupaaluja tehtäessä pyritään suihkutusta tekemään mahdollisimman lähelle viereistä rakennusta, että paalu muodostuu viereisen rakennuksen perustusten alle tukemaan rakennusta, kun vierestä kaivetaan maita pois. Suihkupaalujen tueksi porattiin 400 mm porapaalut n. 3 metrin jaolla.

Ankkurointi suihkupaaluseinällä tehdään porapaaluihin, joihin hitsataan kaksi UNP 400 -palkkia ja joiden läpi porataan punosankkurit. Ankkureiden jännitys tehdään n. seitsemän vuorokauden kuluttua siitä, kun ankkuri on tehty. Suihkupaalutukseen tarvittava kalusto vaatii työmaa-alueelta paljon tilaa, sillä alueelle pitää mahtua sementtisiilo, sekoitusasema, paineenkorotuskontti ja lisätilaa poravaunulle.



KUVA 10. Valkean työmaan suihkupaalutuskalustoa



KUVA 11. Itse sekoituskone oli tyypiltään RTG 25

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tukiseinien tekeminen kaupunkialueella vaatii paljon edeltäkäsintä tehtäviä järjestelyjä ja kaikkien työvaiheiden huomioimista. Tavaroiden työmaalle tuominen ja aikataulutaminen etukäteen ovat tärkeitä, kun tällaisella työmaalla ei ole yleensä suuria varastoalueita. Alueen asukkaiden ja liikkeiden ennakkotiedottaminen on hyvä hoitaa hyvin, koska työmaa vaikuttaa kaikkien toimintaan. Viranomaisille on tiedotettava työmaasta aiheutuvista liikenteellisistä ja muista haitoista. Myös tarvittavat luvat, esim. melutyölupa, on hoidettava kuntoon.

Ponttiseinien asennus ja ankkurointi niin lähellä ympäröiviä katuja ja jalkakäytäviä tuo omat haasteensa tehtäviin työvaiheisiin. Ponttien pituus, paino ja asennustyöstä aiheutuva melu ovat haasteellisia tekijöitä, kun ihmisiä on työmaan vieressä paljon. Ankkurointityössä haastavaa on muun kunnallistekniikan sijainnin arviointi, kun kaikista johdoista ja putkista ei laitteiden omistajilla ole tarkkaa tietoa ja sijainti pitää arvioida. Ankkuroinnin vaikeutena on myös kallion riittävän hyvä laatu, koska punosankkuria ei voida porata rikkonaiseen kallioon.

Kauppakeskus Valkean rakennustyömaalle valittiin suunnittelijoiden toimesta ponttiseinät ja niille työmaan osille, joissa katu kulkee vierellä ja joissa on tuettava rakennus, suunnittelijat valitsivat suihkupaaluseinän. Ponttiseinä on tukiseinävaihtoehtoista ehkä käytetyin, koska se on nopea asentaa ja asennuskalustoa on saatavilla hyvin ympäri Suomea. Suihkupaaluseinä on paras vaihtoehto, kun tuetaan vanhoja rakennuksia kaivannon vieressä, ja suihkupaaluseinää tukevia porapaaluja voidaan käyttää tulevan uuden rakennuksen perustuksina.

Koneiden suuri koko ja paino vaatii työalustalta hyvää kantavuutta, ja niiden lukumäärä aiheuttaa pienessä tilassa ongelmia. Kaikkien koneiden ja laitteiden vaatima työskentelytila ja eri työvaiheiden yhtäaikaisuus tuovat ongelmia työmaan aikataulutukseen. Työmaan maamassojen poisvienti vaatii parhaillaan yhteensä kymmenen koneen ja kuorma-auton liikkumisen työmaalla sekä aiheuttaa liikenteellisiä ongelmia työmaan ympärillä oleville kaduille.

Koska työmaalla on paljon muuttuvia tekijöitä niin suunnitelmien / suunnittelijoiden riittävän nopea toiminta ja uusien suunnitelmien saanti työmaalle on ensisijaisen tärkeää.

Alla olevan taulukon 1 hinnat ovat viitteellisiä. Kustannuksiin vaikuttaa hyvin paljon tukiseinän korkeus, porapaalujen halkaisija sekä se, minkälaiset pohjaolosuhteet ovat ja minkälaisella kalustolla tukiseinä tehdään.

TAULUKKO 1. Eri tuentamenetelmien yksikköhintoja

Tuentamenetelmä	Mahdollinen käyttökohde	Saatavuus	Kustannukset
Teräsponttiseinä	Kaikenlaiset työntöaikaiset kaivannot	Erinomainen ja asennus kalustoa on saatavilla hyvin	N. 120- 150 €/m ²
Suihkupaaluseinä	Kaivannot, joissa joudutaan tukemaan esim. viereisiä rakennuksia	Hyvä mutta vaatii erikoisosaamista ja oikeanlaisen kaluston	n.400 €/m
Porapaaluseinä	Uudisrakennuksen perustuksina	Hyvä riippuen putken halkaisijasta ja pituudesta	n. 350- 400 €/m porapaalun halkaisija 400mm
Combiseinä	Laiturin perustuksena	Hyvä mutta vaatii vibran ja porauskaluston, riippuen putken asennustavasta	n. 350- 400 €/m
Ankkurointi	kaikkiin kohteisiin	hyvä	n. 1300- 1500 €/kpl

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäyte työssä pohdittiin kaupunkialueella tapahtuvia tukiseinätöitä ja ongelmakohtia, joita tulee, kun työmaan vieressä on vanhoja rakennuksia ja asutusta. Lisäksi pohdittiin liikenteen vaikutusta työmaalle tuleviin ja sieltä lähteviin kuljetuksiin, kun vieressä on vilkasliikenteisiä katuja.

Työssä verrattiin eri tuentamenetelmiä ja sitä, mitkä ovat kunkin menetelmän mahdolliset haasteet työmaalla. Työssä kerrottiin, mitä eri menetelmiä käytettiin Oulun keskustan alueella sijaitsevalla Valkean työmaalla ja miten kyseiset työt onnistuivat.

Lopuksi opinnäytetyössä selvitettiin vielä eri tuentamenetelmien mahdollisia käyttökohteita, tuentakaluston ja menetelmien saatavuutta ja tehtiin karkeaa yksikköhintavertailua.

LÄHTEET

Infra RYL 2006. Osa 1. Rakennustieto. Saatavissa: www.rakennustieto.fi.
Hakupäivä 05.05.2014.

Kauppa- ja palvelukeskus Valkean rakennustyömaan tiedot. 2014. Tiedot kerännyt
opinnäytetyön tekijä Vesa Lempinen.

Rakentajain kalenteri 2004 Rakennustieto. Saatavissa:
www.rakennustieto.fi Hakupäivä 05.03.2014

Ril 212- 2001. Suurpaalutus ohje. Rakennustieto. Saatavissa:
www.rakennustieto.fi. Hakupäivä 01.04.2014.

Ril 223- 2005. Lyönti paalutus ohje. Rakennustieto. Saatavissa:
www.rakennustieto.fi. Hakupäivä 01.04.2014.

Ril 254- 2011. Paalutusohje 2011. Rakennustieto. Saatavissa:
www.rakennustieto.fi. Hakupäivä 05.03.2014.

Ruukin paaluesitteet. www.ruukki.fi Hakupäivä 01.04.2014