

Tommi Lonardi

Talonrakennustyömaan pohjarakentamisen valvonnan kehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

23.4.2014

Tekijä(t) Otsikko	Tommi Lonardi Talorakennustyömaan pohjarakentamisen valvonnan kehitys
Sivumäärä Aika	53 sivua + 1 liite 23.4.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	lehtori Mika Räsänen työpäällikkö Mika Paju
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin talon pohjarakentamisen valvontaa työn tilanteen yrityksen näkökulmasta. Tarkoituksena oli löytää valvonnan toteuttamisesta kehitettävää sekä luoda tutkimustyön tulosten avulla talon pohjarakentamisen valvontasuunnitelma yrityksen käyttöön.</p> <p>Valvonnan kehittämismahdollisuuksien löytämiseksi työssä käytiin läpi yrityksen toimintamalli ja siihen kuuluva rakennustyön valvonta. Työssä käytiin läpi myös yleisimmät talon pohjarakentamisen menetelmät ja niistä etsittiin valvonnan kannalta olennaisia seikkoja. Apuna käytettiin lähinnä alan kirjallisuutta.</p> <p>Työhön valittiin myös yksi rakennuskohde, jossa yritys on ollut mukana valvomassa rakennustöitä. Esimerkkihankkeesta tutkittiin pohjarakennustöiden aikana ilmenneitä ongelmia ja niiden syitä ja valvonnan reagoimista niihin. Tutkimuksen avulla yritettiin löytää valvonnan kehittämiskohteita. Esimerkkihankkeen tutkimiseen käytettiin yrityksen projektipankkia.</p> <p>Työn lopputuloksena voidaan todeta, että kokemus ja ammattitaito ovat avainasemassa valvonnan onnistumisen kannalta. Yrityksessä pitäisi pyrkiä kartoittamaan henkilöstön pohjarakentamisen valvonnan kokemusta löytääkseen mahdollisesti vähemmän kokeneet henkilöt. Näiden henkilöiden kokemusta voidaan kartuttaa sijoittamalla heidät hankkeisiin siten, että he osallistuvat pohjarakentamisen valvontaan kokeneempien valvojien kanssa. Tämän lisäksi hyvin laaditulla valvontasuunnitelmalla pystytään ennakoimaan rakennusaikana ilmeniviä ongelmia monessa tapauksessa.</p> <p>Työn aikana tehtiin myös lisäselvitys liittyen paalumäärien sitomiseen sopimusvaiheessa. Tulokseksi saatiin uusi ehdotettava malli, johon paalumäärät voidaan sitoa. Mallin avulla saattaa olla mahdollista, että tilaaja säästää paalutuksen kustannuksissa.</p> <p>Valvontasuunnitelmaa ei liitetä tähän insinööriyöhön, sillä se on työn tilanteen yrityksen omaisuutta. Sitä myös kehitetään käytön tuoman kokemuksen pohjalta.</p>	
Avainsanat	pohjarakennus, valvonta

Author(s) Title Number of Pages Date	Tommi Lonardi Development of foundation work's supervision in a house construction site 53 pages + 1 appendix 23rd April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction Engineering
Specialisation option	Civil Engineering
Instructor(s)	Mika Räsänen, Senior Lecturer Mika Paju, Site Manager
<p>The purpose of this thesis was to investigate the supervision of foundation works in house building. The study was commissioned by a company that wanted to develop its supervision practices. The purpose was to find ways to improve supervision and to create a plan of supervision that the company can use in the future.</p> <p>In order to find points to develop, the company's project model and supervision practices were examined. The most common practices used in foundation works were also reviewed in order to identify points that need special attention from the supervisor.</p> <p>One project in which the company was responsible for supervision of the construction works was chosen. The example project was studied to identify problems that occurred in it and the reasons why they occurred. The supervision staff's reaction to these problems was also studied. The purpose of looking at an example was to find points to develop. The company's project bank was used to find material for the study.</p> <p>The main conclusion is that experience and professionalism are the keys to successful supervision. The company should determine how much experience of supervising foundation works each member of the supervision staff actually has. Individuals with little experience should be placed in projects involving the supervision of foundation works with senior members so that they can gain experience in this field. In addition, a good supervision plan will help to anticipate problems in many cases.</p> <p>An additional study was also conducted in this thesis. Its purpose was to investigate problems that follow from making binding decision about the quantity of foundation piles when signing the contract. A new model was created for determining the quantity. The model might save client's expenses related to piling works.</p> <p>The complete supervision plan will not be attached to this thesis, since it will be property of the company, and will be further developed based on user experiences.</p>	
Keywords	foundation works, supervision

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yritys	1
1.2	Tutkimuksen tausta	1
1.3	Työn tavoite	2
2	Projektinjohtopalvelu	3
2.1	Yleistä	3
2.2	Projektinjohtorakentaminen	3
2.2.1	Projektinjohtorakennuttaminen	5
2.2.2	Projektinjohtopalvelu	5
2.2.3	Projektinjohtourakointi	6
3	Rakennustöiden valvonta	6
3.1	Valvonnan vastuut	7
3.2	Valvonnan tehtävät	8
3.3	Laadun valvonta	9
3.4	Ajallinen valvonta	14
3.5	Taloudellisten asioiden valvonta	17
3.6	Viranomaisvalvonta	18
3.7	Työturvallisuuden valvonta	19
3.8	Valvontasuunnitelma	20
4	Talon pohjarakentaminen	21
4.1	Pohjarakentamiseen kuuluvat työt	22
4.1.1	Perustukset	22
4.1.2	Pohjanvahvistaminen	23
4.1.3	Maankaivu ja kaivannot	26
4.1.4	Täyttö- ja tiivistystyöt	28
4.1.1	Routasuojaus	29
4.1.2	Kuivanapitorakenteet	30
5	Esimerkkihankkeen valvonnan tutkiminen	32

5.1	Hankkeen yleistiedot	32
5.2	Pohjaolosuhteet	32
5.3	Pohjarakentamistyöt	34
5.4	Töiden eteneminen ja niiden valvonta	35
5.4.1	Pohjaolosuhteiden asettamat haasteet	38
5.4.2	Suunnitelmapuutokset	40
5.4.3	Urakan loppuvaiheet	40
5.5	Loppupäätelmät	41
5.5.1	Paalutusongelmat	41
5.5.2	Kaluston kulumisesta aiheutuneet kustannukset	42
5.5.3	Suunnitelmapuutteet	43
5.6	Valvonnan kehittäminen	44
6	Lisäselvitys paalumäärien sitomisesta sopimusvaiheessa	44
6.1	Pohjasuunnittelijan raportti	45
6.2	Rakennesuunnittelijan suunnitelmat	45
6.3	Lopputulokset toteutuneiden määrien suhteen	46
6.4	Päätelmät urakan lopputuloksesta	46
6.5	Vaihtoehtoiset menetelmät	47
6.6	Ehdotettava malli	48
6.7	Ehdotettavan mallin hyödyt	49
7	Yhteenveto	50
	Lähteet	52
	Liitteet	
	Liite 1. Paalupituuden tavoitehaarukan määrittäminen	

Lyhenteet

EPS	Paisutettu polystyreeni
KSE	Konsulttialan yleiset sopimusehdot
MVR	Maa- ja vesirakentamisen työturvallisuusmittaus
PDA	<i>Pile Driving Analyzer</i>
PIT	<i>Pile Integrity Test</i>
Pj-toteuttaja	Projektinjohtototeuttaja
SIT	<i>Sonic Integrity Test</i>
YSE 98	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998. Rakennustieto Oy:n julkaisu, RT-kortiston numero RT 16–10660

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä tutkitaan rakennushankkeen valvontaa ja talon pohjarakentamista yleensä sekä työn tilanneen yrityksen suorittamaa talon pohjarakentamisen valvontaa. Insinööriyön tavoitteena on tehdyn tutkimuksen pohjalta kehittää työn tilanneen yrityksen suorittamaa talon pohjarakentamisen valvontaa.

1.1 Yritys

Tämän työn on tilannut Haahtela-rakennuttaminen Oy, joka kuuluu Haahtela yhtiöihin. Yritys tuottaa rakennuttajapalveluja ja auttaa asiakkaita tilojen tuottamisessa toiminnallisesta tilasuunnittelusta valmiiseen rakennukseen. Tällaista mallia kutsutaan Haahtela-malliksi. Näihin palveluihin kuuluu keskeisenä osana rakentamisvaiheen projektinjohtopalvelu. Haahtela-mallin mukaiseen rakentamisvaiheen projektinjohtopalveluun sisältyvät työmaan johtaminen, osurakoiden koordinointi ja valvonta sekä päätoteuttajan velvollisuudet. Näiden palveluiden tuottamiseksi projektinjohto-organisaatioon on sisällytetty projektinjohtajien lisäksi työpäälliköt, vastaavat työnjohtajat, kohdevalvojat, aikataulusuunnittelijat sekä kustannus- ja määrälaskijat. [3.]

1.2 Tutkimuksen tausta

Yritys tarjoaa projektinjohtopalveluaan muun muassa uudisrakennuskohteisiin, jolloin rakentamisvaiheeseen kuuluu rakennustöiden alussa pohjarakentaminen. Näin ollen palveluun siis kuuluu osana koko hanketta pohjarakentamisen osurakan koordinointi ja valvonta. Tätä valvontatyötä suorittavat päätehtävänään kohdevalvojat ja valvonnan tarkoituksena on varmistaa urakoiden lopputuloksien sopimuksenmukaisuus. Yrityksellä on jo olemassa useita erilaisia käytäntöjä ja työkaluja eri työvaiheiden valvontaa varten, mutta talon pohjarakentamisen valvonnalle ei ole vielä erikseen kehitetty valvontaa tehostavaa työkalua.

Tutkimalla yrityksessä tällä hetkellä olevia käytäntöjä talon pohjarakentamisen valvonnan suhteen on mahdollista saada kehitysideoita ja luoda työkalu, jolla valvontaa saadaan kehitettyä nykyisestä tasosta. Tämän työkalun luomiseksi on tarpeellista tutkia

myös talon pohjarakentamista ja valvontaa yleensä, jotta yleisimmät ongelmakohdat havaittaisiin. Yrityksen tämän hetkisen pohjarakentamisen valvonnan tutkimiseksi valitaan esimerkkihankke. Esimerkkihankkeena on sellainen projekti, joka on toteutettu viime vuosina ja jossa oli monipuolisesti eri työvaiheita valvottavana. Tarkoituksena on tutkia hankkeessa suoritettua valvontaa ja löytää sitä kautta mahdollisia pohjarakentamisen ongelmakohdista valvonnan suhteen.

1.3 Työn tavoite

Työn tavoitteena on saada tutkimuksen kautta kehitysideoita yrityksen valvonnan kehittämiseksi pohjarakentamisen osalta. Kehitysideat on tarkoitus löytää pääasiassa esimerkkihankkeessa suoritettua valvonnan tutkimisen avulla. Työn tilannut yritys tilasi opinäytetyön ohella tehtäväksi malipohjan pohjarakentamisen valvontasuunnitelmalle. Valvontasuunnitelman laatimisen apuna käytetään insinööriä varten tehtyä tutkimusta. Sitä myös aiotaan kehittää käytön tuomalla kokemuksella.

Valmis valvontasuunnitelma on insinööriä sivutuote, eikä sitä liitetä mukaan tähän insinööriä ohjaukseen. Suunnitelma tulee myös olemaan yrityksen omaisuutta, joten sitä ei voida myöskään liikesalaisuuksiin vedoten liittää tähän työhön.

Tässä työssä tehdään myös lisäselvitys liittyen paalumäärien sitomiseen urakkasopimusvaiheessa. Urakkasopimusvaiheessa ei voida tietää tarkkaa paalumeneekkiä, mutta sopimukseen on pääasiassa aina liitettävä jokin määrä, johon paalumäärät sidotaan. Tarkoituksena on löytää uusi malli, jonka avulla tilaaja voisi mahdollisesti säästää kustannuksissa.

Tässä insinööriä ohjauksessa oletetaan, että urakkasopimukset tehdään rakennusalan yleisten sopimusehtojen mukaan (YSE 98) ja että hanke toteutetaan projektinjohtopalvelumallin mukaisesti.

2 Projektinjohtopalvelu

2.1 Yleistä

YSE 98:ssa esiintyy kolme osapuolta: tilaaja, rakennuttaja ja urakoitsija. Tilaaja on urakoitsijan sopimuskumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen. Tilaajana voi olla joko rakennuttaja tai urakoitsija. Rakennuttaja on luonnollinen tai juridinen henkilö, jonka luokun rakennustyö tehdään ja joka vastaanottaa työn. Urakoitsija on tilaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut aikaansaamaan sopimusasiakirjoissa esitetyn lopputuloksen [1, s. 3].

Maankäyttö- ja rakennuslaissa puhutaan ”rakennushankkeeseen ryhtyvistä”. Juridisesti tällä tarkoitetaan hankkeen tilaajaa. Kyseisessä laissa tilaajan on otettava lähes kaikki vastuu rakennettavan kohteen teknisestä laadusta ja määräysten mukaisuudesta. Vaikka urakoitsija hoitaakin rakentamisen ja sillä on omat vastuunsa kohteen teknisestä laadusta sekä määräysten mukaisuudesta, niin tilaajan tulee kuitenkin ottaa lopullinen vastuu rakennuksesta. Vastuu ei kuitenkaan ole tilaajalla, jos urakoitsijan tekemät virheet ovat olleet tuottamuksellisia. Tämän takia tilaajan on oleellista valvoa ja ohjata rakentamista, jotta lopputulos olisi viranomaismääräysten mukainen.

Siihen, millä tavalla tilaajan on kannattavaa hoitaa etujensa valvonta vaikuttaa se, millä toteutusmuodolla tilaaja päättää rakennushankkeensa toteuttamista. Käytännössä tilaaja voi valita toteutusmuodon kolmesta eri vaihtoehdosta jotka ovat Suunnittele ja rakenna, pääurakka ja projektinjohto [17]. Tämän insinööritön kannalta olennainen toteutusmuoto on projektinjohtorakentaminen, sillä Haahtela-rakennuttaminen Oy toteuttaa insinööritöissä tutkitavat hankkeet tällä toteutusmuodolla.

2.2 Projektinjohtorakentaminen

Projektinjohtorakentaminen on rakennushankkeen toteutusmuoto, jossa tilaajan asettama projektinjohtototeuttaja (pj-toteuttaja) johtaa hanketta. Oleellinen ero muihin rakennushankkeiden toteutusmuotoihin on se, että hankkeen tehtävät jaetaan eri hankintoihin. Suunnittelu, urakat, tarvikkeet ja palvelut hankitaan kukin erikseen joko tilaajan tai pj-toteuttajan nimiin.

Projektinjohtorakentamisessa ei myöskään valita yhtä pääurakoitsijaa, vaan hankkeen rakennustyöt jaetaan useisiin osaurakoihin, joihin kuhunkin valitaan oma urakoitsija [2, s. 17]. Pääurakoitsijan roolin korvaa projektinjohto-organisaatio, joka voi koostua sekä tilaajan, että tilaajan hankkiman pj-toteuttajan omasta henkilöstöstä. [6, s. 17.]

Projektinjohtorakentaminen valitaan varsinkin sellaisissa kohteissa, joissa tilaaja haluaa vielä hankkeen alettua vaikuttaa suunnitelmiin. Tämä halu johtuu usein siitä, että tilaaja ei ole vielä varma tilojen tulevasta käyttötarkoituksesta ja haluaa täten vaikuttaa suunnitelmiin vielä jopa rakennusvaiheessa. Toinen syy on hankkeen aikataulun lyhentymisen, koska hanke voidaan jo aloittaa vaikka tilaaja ei olisikaan vielä varma kaikista tarpeistaan hankkeen suhteen. Tässä toteutusmuodossa tilaaja myös pystyy hallitsemaan paremmin lisä- ja muutostöiden kustannuksia vaikuttamalla suunnitteluun. Tämän takia hankkeen taloudellinen onnistumisen kannalta on erityisen tärkeää onnistua suunnittelun ohjauksessa ja sen aikataulullisessa limittämisessä rakennustöihin. [6, s. 67.]

Projektinjohtorakentaminen voidaan toteuttaa kolmella erilaisella mallilla: projektinjohtorakennuttamisella, projektinjohtopalvelulla tai projektinjohtourakoinnilla. Mallit poikkeavat toisistaan eri tehtävien jaottelulla tilaajan ja projektinjohtototeuttajan välillä. Projektinjohtorakentamisen tehtäviin kuuluvat muun muassa hankkeen johtaminen, työmaan ja rakennustöiden johtaminen sekä rakennusaikainen valvonta. Kuva 1 esittää näiden eri tehtävien jaon tilaajan ja projektinjohtototeuttajan kesken eri projektinjohtorakentamisen malleissa. [2, s. 16 -18.]

PROJEKTINJOHTORAKENTAMINEN					
PROJEKTIN ASETTAJA	TILAAJA	TILAAJA	TILAAJA	TILAAJA	TILAAJA
SUUNNITTELU- SOPIMUS	TILAAJAN NIMIIN	TILAAJAN NIMIIN	TILAAJAN NIMIIN	TILAAJAN NIMIIN	PJ-TOTEUTTAJAN NIMIIN
HANKINTA- SOPIMUKSET	TILAAJAN NIMIIN	TILAAJAN NIMIIN	TILAAJAN NIMIIN	PJ-TOTEUTTAJAN NIMIIN	PJ-TOTEUTTAJAN NIMIIN
TYÖMAAN JOHTO- VELVOLLISUUS (PÄÄTOTEUTTAJA)	TILAAJA TAI ERILLISHANKINTA	TILAAJA TAI ERILLISHANKINTA	PJ-TOTEUTTAJA	PJ-TOTEUTTAJA	PJ-TOTEUTTAJA
PJ-TEHTÄVIEN SUORITTAJA	TILAAJA	PJ-TOTEUTTAJA	PJ-TOTEUTTAJA	PJ-TOTEUTTAJA	PJ-TOTEUTTAJA
	↓	↓	↓	↓	↓
SOPIMUKSEN KOHDE	EI SOPIMUKSIA	RAKENNUTTAMIS- PALVELU	PJ-PALVELU	PJ-PALVELU JA RAKENNUSTYÖ	RAKENNUSKOHDE
SOPIMUSEHDOT	EI EHTOJA	KSE	KSE / PJ-PALVELU- SOPIMUS	YSE	YSE / KVR- SOPIMUS (RT-KORTTI)
	↓	↓	↓	↓	↓
	PJ-RAKENNUTTAMINEN		PJ-PALVELU	PJ-URAKOINTI	

Kuva 1. Projektinjohtorakentamisen eri mallien tehtävä- ja vastuujaako [2, s. 18].

2.2.1 Projektinjohtorakennuttaminen

Tässä mallissa rakennuttajakonsultin palveluihin kuuluu vain kohteen projektinjohtotehtävien hoitaminen. Näihin voivat kuulua esimerkiksi kustannusseuranta ja eri asioiden raportointi tilaajalle. Työmaan johtovelvollisuudet (pää toteuttajan tehtävät) jaetaan kaikille urakoitsijoille sisällyttäen ne kaikkiin urakkasopimuksiin. Tilaajan ja rakennuttajakonsultin välisen sopimuksen ehdot ovat konsulttialan yleiset sopimusehdot (KSE). Vastuut ja osapuolten riskit ovat samanlaisia kuin pääurakkamuodossa. Rakennustöiden valvonta toteutetaan joko rakennuttajakonsultilla tai siihen palkataan ulkopuolinen toimija. [2, s. 17.]

2.2.2 Projektinjohtopalvelu

Haahtela yhtiöiden niin sanotun Haahtela-mallin mukaiseen palveluun kuuluu olennaisena osana projektinjohtopalvelu. Tässä insinööriyössä tutkitaan valvonnan toteuttamista juuri projektinjohtopalvelumallissa. Pieniä intressieroja lukuun ottamatta valvonnan toteuttamisella ei kuitenkaan ole suurta eroa projektinjohtorakentamisen eri mallien välillä.

Projektinjohtopalvelumallissa tilaajan edunvalvonta ulottuu työmaan johtovelvollisuuksiin asti, mutta hankinnat tehdään kuitenkin tilaajan nimiin. Työmaan johtovelvollisuuksista huolehtimisen ohella on luontevaa hoitaa kohteen rakennustöiden valvontaa ja se usein lisätäänkin palveluun. Tällöin tilaajan tai rakennuttajan ei tarvitse hankkia kolmatta tahoa hoitamaan rakennustyön valvontaa, kuten projektinjohtorakennuttamisen mallissa tyyppillisesti tehdään. Samaa näissä kahdessa mallissa kuitenkin on se, että projektinjohdon kustannuksista tehdään vain tavoitebudjetti, eli kiinteää kattoa kustannuksille ei ole. Projektinjohtopalvelussa tämä mahdollistaa sen, että työmaan johtamisen ja valvonnan henkilöstöä voidaan muuttaa projektin edetessä joustavasti, eikä työmaan johtamisen ja valvonnan suhteen ole suuria säästöintressejä kustannuksissa. Tämä ominaisuus luo tehokkuutta rakennustöiden valvontaan. [2, s.17.]

2.2.3 Projektinjohtourakointi

Projektinjohtourakointi on malleista eniten perinteistä pääurakointia muistuttava. Olennainen ero pääurakointiin on kuitenkin se, että pj-toteuttajana toimii yleensä konsulttiyrityksen sijasta urakointiyritys ja rakennustyöt tehdään erillishankintoina, joihin tilaajalla on lopullinen päätösvalta. Tilaajan ja projektinjohtourakoitsijan välisen sopimuksen ehdot ovat YSE ja projektinjohdolle on asetettu kattohinta. Tilaajan on hyvä palkata ulkopuolinen rakennuttajakonsultointi ja rakennustöiden valvonta toteuttaessaan hankkeensa tällä mallilla. [2, s.17.]

3 Rakennustöiden valvonta

Tässä esitetään yleisesti rakennustöiden valvontaa, siihen kuuluvia tehtäviä ja hyviä tapoja. Kaikki tässä mainitut asiat kuuluvat olennaisesti Haahtela-mallin projektinjohtopalveluun ja siihen sisältyvään rakennushankkeen valvontaan.

Rakennustöiden valvontaa ohjaa keskeisesti YSE 98 (tilaajan ja urakoitsijan väliset sopimusehdot). Valvonta ja sen ehdot määritellään luvussa 8 pykälissä 59 – 62§. Pykälä 61§ määrittelee valvonnan toteuttamisen:

61§ Valvonnan toteuttaminen

1. Tilaajan edustajalla ja valvojalla on oikeus milloin tahansa käydä rakennustyömaalla ja kohteissa, joissa urakkaan kuuluvia töitä suoritetaan. Heillä on myös

oikeus suorittaa valvonta- ja tarkastuskäyntejä urakoitsijan käyttämissä rakennustarvikkeiden ja rakennusosien valmistuskohteissa.

2. Tilaajan edustajalla ja valvojalla on myös oikeus valvontaa varten tarpeellisten kokeiden, mittausten ja muiden tämän laatuisten tehtävien suorittamiseksi korvauksetta käyttää urakoitsijalle kuuluvia tarkastuskohteessa olevia laitteita, kojeita ja tarvikkeita sekä saada tähän tarpeellista apua. Muiden kokeiden ottamisesta on säädetty 11§:ssä. [1.]

Hankkeeseen asetetaan pj-toteuttajan työmaahenkilöstö, joka hoitaa rakennuskohdeessa työmaan johtotehtäviä ja rakennustöiden valvontaa. Työmaahenkilöstöön kuuluvat olennaisena osana vastaava työnjohtaja ja YSE:n mukaista valvontaa suorittavat kohdevalvojat. Vastaava työnjohtaja on Maankäyttö- ja rakennuslain 122§:n tarkoittamana luonnollinen henkilö, joka asemansa puolesta vastaa työn suorituksesta ja laadusta sekä johtaa rakennustyömaan yleistä toimintaa. Hänen tulee myös huolehtia rakentamista koskevien säännösten ja määräysten noudattamisesta sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta. Koska vastuu rakennustyön teknisestä lopputuloksesta on pj-toteuttajalla vastaavan työnjohtajan kautta, on sillä myös lisääntyneet intressit valvoa rakennustöiden etenemistä viranomaismääräysten mukaisesti. [7.]

Käytännön valvontatyön suorittavat kohdevalvojat. YSE 98:n mukaan tilaajan on tarjottava urakoitsijoille toteutuskelpoiset suunnitelmat. Tämän takia kohdevalvojien tehtäviin kuuluu muun lisäksi suunnitelmien tarkastus niiden toteutuskelpoisuuden osalta. Itse suunnittelutyötä valvoo ja ohjaa tyypillisesti korkeammalla projektinjohtohierarkiassa olevat henkilöt, kuten työpäälliköt ja projektipäälliköt. Valvojien tehtävänä on suunnitelmien osalta tarkistaa, että niissä ei ilmene ristiriitoja ja että ne ovat rakentamisesta annettujen määräysten mukaisia. Suunnitelmien tarkastaminen aloitetaan jo ennen varsinaisten rakennustöiden aloittamista ja sitä jatketaan koko rakennushankkeen etenemisen ajan.

3.1 Valvonnan vastuut

Vaikka projektinjohtopalvelumallissa urakoitsijoiden urakkasuorituksia valvoo pj-toteuttaja tilaajan puolesta, niin vastuu työsuorituksen lopputuloksesta on silti aina urakoitsijalla. Ulkopuolinen valvonta ei siis mitenkään vähennä urakoitsijan omaa vastuuta urakkasuorituksen lopputuloksesta. Valvonnan olennaisena tarkoituksena onkin siis valvoa tilaajan etua varmistamalla, että urakkasuoritus on sopimusten mukainen.

62§ Valvonnan vaikutus vastuuseen

1. Tilaajan taholta tapahtuva valvonta ei rajoita eikä vähennä urakoitsijan sopimuksenmukaista vastuuta.
2. Mikäli tilaaja ei kuitenkaan ole huomauttanut urakkasuorituksen vakavasta virheestä, joka on ollut niin ilmeinen, että tilaajan olisi tullut se kohtuuden mukaan havaita ja ilmoittaa siitä urakoitsijalle 61 § 5 momentissa sanotulla tavalla, tilaaja vastaa omaa tuottamustaan vastaavalta osin virheen aiheuttamasta lisäkustannuksista ja vahingoista. Vastuu ei kuitenkaan siirry, jos virhe aiheutuu urakoitsijan törkeästä laiminlyönnistä, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai on seurausta sovitun laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä. Todistamisvelvollisuus vastuun siirtymisestä tilaajalle on urakoitsijalla. [1]

Tilaajalla on siis sopimuksellinen vastuu urakkasuoritusten laiminlyönneistä silloin, kun virhe on ollut niin ilmeinen, että se olisi pitänyt huomata. Tätä kutsutaan tilaajan aktiiviseksi reklamointivelvollisuudeksi. Tilaajalla on siis muun muassa tämän velvollisuuden täyttämiseksi syytä panostaa rakennustöiden valvontaan. Velvollisuuden täyttämättä jättäminen voi aiheuttaa lisäkustannuksia. [2, s. 67.]

Valvonnan tarkoituksena ei ole itsessään tuotannon ohjaaminen tai työnjohtona toimiminen. Valvottavat urakoitsijat ovat itse vastuussa edellä mainittujen velvoitteiden hoitamisesta ja valvonnan tarkoitus on vain varmistaa, että töiden ohjaus ja johtaminen tuottaa halutun tuloksen. Valvojat voivat kuitenkin virheitä havaitessaan esittää urakoitsijalle työmenetelmiä, joilla virheitä välttyttäisiin. Tämä ei kuitenkaan ole työnjohtamista, eikä valvonta ole millään tavalla vastuussa väärän työtavan tuottamista virheistä.

3.2 Valvonnan tehtävät

Valvojan tai hankkeen valvontaorganisaation tehtäväkenttä voi vaihdella hankkeen ominaisuuksista, tilaajan toiveista, valvontaorganisaatiosta ja työnantajan ohjeista riippuen, mutta kaiken kaikkiaan valvojan ja valvontaorganisaation tehtäviin kuuluu

- tarvittavien lupien olemassaolon varmistaminen
- suunnitelmiin tutustuminen ja niiden tarkastaminen
- kohteen aikatauluun tutustuminen ja mahdollisesti sen laatimiseen osallistuminen
- työmaapäiväkirjan ja tarkastusasiakirjojen täyttäminen
- työmaakokouksien järjestäminen ja niihin osallistuminen

- viranomaisten vaatimien suunnitelmien ja selostuksien olemassaolon varmistaminen tai laatiminen
- työvaihekohtaisten aikataulujen laatiminen ja niiden seuraaminen
- urakkasopimuksien sopimusasiakirjoihin tutustuminen ja niiden noudattamisen valvominen
- hankkeen osapuolien yhteyshenkilönä toimiminen
- valvontasuunnitelmien laatiminen
- urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien ja selostuksien tarkastaminen
- laskujen tarkastaminen ja kustannusseuranta
- lisä- ja muutostyötarpeiden aiheellisuuden varmistaminen
- urakoitsija-, viikko- ja aloituspalaverien järjestäminen ja niihin osallistuminen
- hankkeen työvaiheita koskeviin rakennusmääräyksiin tutustuminen
- työsuojelullisten asioiden ja työturvallisuuden valvonta
- erillistarkastuksien suorittaminen ja tarkastustulosten dokumentointi
- virheistä ja epäkohdista huomauttaminen
- urakoitsijoiden takuuajan velvoitteiden toteutumisen valvonta

Valvonnan tehtäväkenttä on hyvin laaja ja tämän takia jo keskisuurissakin rakennushankkeissa tulee olla kokonainen valvontaorganisaatio kaikkien edellä mainittujen tehtävien suorittamiseksi. Jo pelkästään pohjarakentamisvaiheen valvonta sisältää aina kaikki edellä mainitut tehtävät. Valvonnan tulee siis tästä syystä olla valmiiksi suunniteltua ja johdonmukaista, jotta kaikki asiat saadaan huomioon ja tehtävät suoritettua.

3.3 Laadun valvonta

Laatu on käsitteenä hyvin laaja, eikä sille voi antaa vain yhtä merkitystä. Ehkä paras tapa käsittää laatu on ajatella sitä hyödykkeen sopivuutena käyttötarkoitukseensa, kykynä täyttää odotuksensa ja toiminnan sekä tuotteiden virheettömyytenä. Näin ollen myös rakentamisen laadun voi käsittää hyvin laajassa merkityksessä [10, s.7.]

Laadun valvonta, tai laadunvarmistus, on ennen kaikkea työn teknisen lopputuloksen varmistamista ja tarkastamista. Tekniseen lopputulokseen vaikuttavat niin suunnittelu kuin tuotantokin, joten valvontaa kohdistetaan myös niihin pelkän lopputuotteen tarkastamisen sijaan. Suunnittelussa ja tuotannossa tehtävät virheet, jotka vaikuttavat lopputuloksen laatuun negatiivisesti saattavat tulla ilmi vasta käytön aikana, jolloin niiden korjaaminen on usein huomattavasti vaikeampaa ja kalliimpaa. Tuotannossa tehtävät virheet, kuten soveltumattomien materiaalien tai työmenetelmien käyttö ovat useimmiten huomattavissa vain aktiivisella rakennuspaikalla tehtävällä valvonnalla rakennustöiden aikana. [10, s. 11.]

Lopputuotteen laatua voidaan mitata tarkastelemalla

- suunnitelmien mukaisuutta
- mittatarkkuutta
- siihen käytettyjen materiaalien kelpoisuutta
- sen valmistuksessa käytettyjen työtapojen kelpoisuutta
- toimivuutta tarkoitukseensa.

Jotta urakkasuoritteen laatua voitaisiin tarkastella, on tilaajan ja urakoitsijan sovittava keskenään absoluuttiset tekniset rajat. Rakennusalalla on julkaisuja, joissa on määritelty eri urakkasuoritteiden työlajikohtaiset tekniset laatuvaatimukset. Hyvin usein sopimusasiakirjoissa viitataan tällaisiin julkaisuihin ja tällöin urakkasuoritusta mitataan niiden asettamien laatuvaatimusten mukaan. Hyvin yleisesti sopimuksissa viitataan Rakennustieto Oy:n Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL) julkaisuun. Pohjarakentamisen osalta on tehty julkaisu Maarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (uusin julkaisu MaaRYL 2010). Valvojien tulee aina tutustua näihin laatuvaatimuksiin urakkasuorituksia valvoessaan.

Kaikista toimitettavista, rakennettavista tai asennettavista rakennusosista tehdään aina mallikatselmus. Mallikatselmuksen suorittaa valvoja ja tarvittaessa siihen ottaa myös osaa suunnittelija, jonka suunnittelualaan rakennusosa kuuluu. Mallikatselmuksessa todetaan, onko työn lopputulos suunnitelmien mukainen. Katselmuksesta tehdään tarvittaessa muistio, johon kirjataan ylös havaitut virheet tai puutteet. Urakoitsijan tulee korjata nämä virheet tai puutteet. Kun kyseessä on rakennusosa, jollaisia on useita samanlaisia

kohteessa, niin mallikatselmus tehdään ensimmäiseksi valmistuneelle kappaleelle. Urakoitsija ei saa valmistaa muita kappaleita ennen kuin mallikappale on hyväksytty.

Valvoessa urakoitsijan rakennustöitä on hyvä valvoa myös urakoitsijan omavalvonnan aktiivisuutta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mitä enemmän urakoitsijan työjohto on aktiivisesti ohjaamassa töitä ja varmistamassa lopputuloksen laatua, sen paremmin omavalvonta toimii. Urakoitsijoilta usein edellytetään sopimuksissa joitakin erillismittauksia omien töiden laadun toteamiseksi. Mittausten tulokset toimitetaan valvojille tarkastusta ja mahdollisia toimienpiteitä varten.

YSE 98 mahdollistaa myös vaatimaan urakoitsijalta laadunvarmistusta, joka voi olla osa laajempaa laatusuunnitelmaa. Tämä asiakirja pyydetään yleensä jo ennen urakan alkua, jotta valvojat voivat tarkistaa urakoitsijan suunnittelemat omavalvonnan toimenpiteet laadunvarmistamiseksi. [12, s. 139.]

Urakoitsijoilta tulee myös vaatia materiaalitodistuksia näiden käyttämistä materiaaleista niiden kelpoisuuden varmistamiseksi. Materiaaleista on toimitettava valvojille viranomaisten vaatimat dokumentit CE-merkityistä (*Conformité Europeéne*) tuotteista. Merkintä on ollut pakollinen suurelle osalle rakennustuotteita 1.7.2013 lähtien. [14.]

CE-merkintä vaaditaan niiltä rakennusmateriaaleilta, jotka kuuluvat eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Valvoessaan urakkasuoritusta valvojan tulee tutustua urakassa käytettäviin materiaaleihin ja tarkistaa, kuuluuko mikään niistä kyseiseen soveltamisalaan. On toki urakoitsijan velvollisuus tietää, että mistä tuotteista tulee luovuttaa CE-merkintä valvojille, mutta valvojen tulee myös tietää asia valvoakseen, että merkintä tosiaan saadaan vaadituista tuotteista. Tällaisista tuotteista on hyvä tehdä lista urakan valvontasuunnitelmaan muistilistaksi. Talon pohjarakentamisessa yleisesti käytettyjä tuotteita, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan ovat

- betonirakenteiset perustuspaalut
- betonirakenteiset perustuselementit
- tukimuurien betonirakenteiset valmiselementit
- betoni- ja teräsrakenteiset putket
- geotekstiilit, kuten suodatinkangas

- bitumiset kosteus- ja vedenpaine-eristeet
- muoviset ja kumiset kosteus- ja vedenpaine-eristeet
- kiviainekset (esimerkiksi täytöt).

[14.]

Muista rakennustuotteista, jotka eivät kuulu harmonisoitujen standardien piiriin ja jotka ovat tarkoitettu käytettäväksi pysyvinä osina rakennuskohteessa, tulee toimittaa tyyppi- hyväksyntädokumentit tai varmennetut käyttöselosteet [13, s. 7]. Tilaajan velvollisuus on näiden urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien luovuttamien materiaalitodistusten pohjalta varmistaa niiden kelpoisuus käyttökohteessaan. Materiaalitodistukset arkistoidaan valvonnan ylläpitämään työmaan tarkastusasiakirjaan. Viranomaiset voivat täten tarkastaa käytettyjen materiaalien kelpoisuudet myös jälkikäteen.

Eri työvaiheista tulee myös vaatia työsuunnitelmia esitettäväksi valvojille, jotta työmenetelmien soveltuvuus voitaisiin myös varmistaa. Urakoitsijoilta tulee vaatia vähintään lain edellyttämiä työsuunnitelmia. Työsuunnitelma on hyvä vaatia myös muistakin työvaiheista, jos niissä on erityisiä riskejä epäonnistua. Työsuunnitelmien tarkoituksena on toimia muistilistoina, jotta suunnitelmaa laatiessa kaikki vaadittavat seikat muistetaan ottaa huomioon ja tarkastaa. Tämän takia suunnitelmat yleensä laaditaan valmiille lomakepohjille, jotta kaikki seikat varmasti tulee tarkastettua ja ajateltua etukäteen. Jotkut työvaiheet voivat olla erityisen hankalia tai riskialttiita. Tällaista työvaihetta koskeva työsuunnitelma on hyvä laatia valvojan ja urakoitsijan kesken. Tällöin urakoitsijalle ei jää epäselväksi, että mitä asioita valvonta haluaa urakoitsijan miettivän etukäteen ennen työvaiheen suorittamista. Tavanomaiset työsuunnitelmat, joita talon pohjarakentamisessa yleensä tarvitaan, ovat

- betonointisuunnitelma perustusten betonitöistä
- betonityösuunnitelma teräspaalujen betonitöistä
- paalutustyösuunnitelma paalutustöistä
- elementtiasennussuunnitelma betonirakenteisten perustuselementtien asennuksesta
- materiaalien siirtotyösuunnitelma kaikista materiaaleista
- kaivantojen tuenta- ja tai luiskaussuunnitelma

- työmaan kuivatussuunnitelma

[12, s.139–143.]

Laadunvarmistukseen kuuluu olennaisena osana urakan luovutusvaihe. Luovutusvaiheeseen liittyy erilaisia valvonnallisia toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että urakan lopputuote on laadullisesti suunnitellun mukainen ja että urakoitsijan työt voidaan vastaanottaa tilaajan taholta. Ennen kuin urakkaa vastaanotetaan, urakoitsijan tulee tehdä niin sanottu itselleluovutus. [12, s. 143.]

Itselleluovutus on osa urakoitsijan laadun omavalvontaa. Itselleluovutuksessa urakoitsija tarkastaa työnsä ja kirjaa ylös kaikki mahdollisesti havaitsemansa virheet ja puutteet. Urakoitsija laatii itselleluovutuksesta pöytäkirjan ja antaa sen valvojalle tarkastettavaksi. Tämän jälkeen urakoitsijan tulee korjata kaikki siihen listaamansa virheet ja puutteet. Urakoitsija voi luovuttaa työnsä tilaajalle vasta kun virheet ja puutteet on korjattu ja kun työ on urakoitsijan mukaan luovutusvalmis. [12, s. 143.]

Jotta mahdollisimman monet virheet ja puutteet tulisivat havaittua jo ennen luovutusta, on myös valvonnan hyvä tehdä omalta osalta oma näkemys urakan suoritusvelvollisuuden täyttymisestä. Muutoin näkemys saadaan vain urakoitsijan puolelta ja yhteisessä tarkastuksessa yhteisesti sovittuna. Käytännössä tämä tarkoittaa urakoitsijan lopputuotteen tarkastamista ja virheiden ja puutteiden kirjaamista ylös urakoitsijalle esitettäväksi niiden korjaamista varten. [12, s. 143.]

Urakoitsijan löytämien ja tälle osoitettujen virheiden korjaamisen jälkeen pidetään vastaanottokatselmus. Vastaanottokatselmuksessa urakoitsijan ja valvojat yhdessä toteavat urakan luovutusvalmiuden. Jos urakka todetaan molempien osapuolien toimesta luovutusvalmiiksi, niin se voidaan vastaanottaa. Vastaanottamisen muodollisuudet kuuluvat yleensä työpäälliköiden tehtäväkenttään, mutta valvojat osallistuvat tähän valvomalla todettujen virheiden ja puutteiden korjaamista.

Etenkin laajemmissa urakoissa, kuten talon pohjarakentamisurakkakokonaisuudesta, tilaaja vaatii urakoitsijalta niin kutsutun laatukansion. Laatukansio sisältää kaikki urakoitsijan omavalvontaan ja laadunvarmistukseen liittyvät dokumentit. Tyypillisesti laatukansio sisältää ainakin

- työsuunnitelmat ja tiedot käytetyistä työmenetelmistä
- materiaalitodistukset
- katselmuspöytäkirjat
- tarkemittaukset ja niiden pohjalta tehdyt tarkepiirustukset
- mittausraportit- ja pöytäkirjat.

Kun urakkasuoritus on yhteisesti tilaajan ja urakoitsijan kesken todettu vastaanotetuksi, alkaa useimmiten takuu-aika. YSE 98:ssa takuuajaksi on määritelty kaksi (2) vuotta urakan vastaanotosta. Urakoitsijan tulee korjata myös kaikki takuuajana havaitut virheet ja puutteet, vaikka urakka onkin jo vastaanotettu. Takuuajan tarkoituksena onkin ikään kuin antaa lisäaikaa niiden virheiden ja puutteiden havaitsemiselle, joita ei ole havaittu ennen vastaanottoa. Urakan valvontaan kuuluu myös takuuajana tehtävät urakkasuorituksen tarkastukset, joilla tarkastetaan mahdollisesti esiin tulleet asennusvirheet tai materiaalien viallisuudet. Urakoitsijan kanssa pidetään yleensä takuutarkastuskokous, jossa havaitut virheet ja puutteet todetaan yhteisesti ja asetetaan ajankohta, johon mennessä ne tulee olla korjattuna. Valvontaan kuuluu tämän jälkeen tarkastaa, että ne tulee korjattua urakoitsijan taholta.

3.4 Ajallinen valvonta

Ajallinen valvonta on hankkeen ajallisen etenemisen seuraamista. Rakennushankkeille asetetaan lähes poikkeuksetta ajalliset tavoitteet hankkeen valmistumisen kannalta ja sen pohjalta laaditaan erityyppisiä aikatauluja.

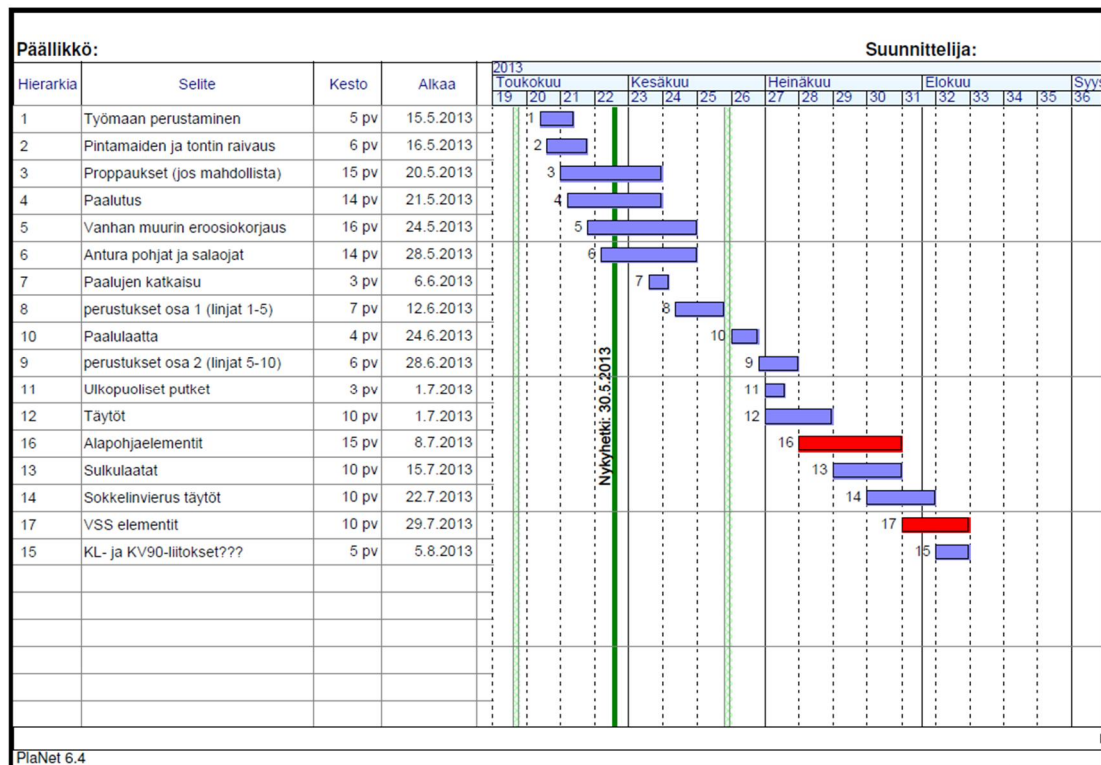
Aikataulut ovat ajallisen valvonnan kannalta tärkeimpiä suunnitelmia ja valvojien on aina tutustuttava niihin. Valvonnan tarkoituksena on seurata, että hanke etenee suunnitellun mukaisesti ja että se valmistuisi tavoiteltuun ajankohtaan mennessä. Aikatauluissa on myös välitavoitteita, joihin on päästävä. Pyrkimyksenä on havaita aikatauluviiveet mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta niihin voitaisiin reagoida välittömästi suunnitelmalla korjaavia toimenpiteitä aikatauluviiveen kuromiseksi umpeen.

Rakennushankkeissa, joissa ei ole pääurakoitsijaa vaan projektinjohtotuottaja ja osaurakoitsijat, vastuu yleisaikataulun pitävyydestä ovat aina projektinjohtototeuttajalla. Hank-

keen yleisaikataulu laaditaan yhdessä tilaajan kanssa ja sen pohjalta tehdään työvaihe-aikataulut. Työvaiheet limitetään toisiinsa siten, että ne ovat toteutuskelpoisia. Aikataulun laatimisessa tulee ottaa huomioon se, että projektinjohtorakentamisessa suunnittelun ja rakentamisen aikataulut limitetään toisiinsa. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennustyövaihetta ei voi aikatauluttaa alkavaksi aiemmin, kuin milloin sitä koskevien suunnitelmien on tarkoitus olla valmiita.

Pohjarakentamistöille tehdään oma työvaihe-aikataulu ja urakoitsija voi tarkastaa sen kommenttejaan ja muutosehdotuksiaan varten. Kun urakoitsija on hyväksynyt omien töidensä aikataulun, siirtyy vastuu urakan sujumisesta aikataulun mukaan sille. Urakkasopimukseen lisätään yleensä maininta viivästysakosta koskien urakan etenemistä. Jos urakka ei valmistu tavoitellussa aikataulun mukaisessa ajassa urakoitsijasta johtuvista syistä, on urakoitsija velvollinen maksamaan tilaajalle sopimuksessa määritellyn sakon. Sakon suuruus on yleensä prosenttiosa koko urakan arvioidusta hinnasta. Tällä pyritään varmistamaan, että urakoitsija sitoutuu sovitun aikataulun noudattamiseen.

Urakan ajallista etenemistä ei voi valvoa vain tietämällä milloin urakka alkaa ja milloin sen on määrä olla valmis. Jotta etenemistä voidaan valvoa, tulee olla tiedossa kaikki urakkaan liittyvät työvaiheet ja sitä myöten hankkeeseen tulee olla yleisesti hyvin perehtynyt [15, s. 14]. Etenkin toisiaan porrastavien työvaiheiden valmistuminen ajallaan on tärkeitä. Aina kun seuraava työvaihetta porrastava työvaihe viivästyy suunnitellusta, niin seuraava työvaihe on jo alkaessaan myöhässä aikataulusta. Tämän takia talon pohjarakentamisen aikataulu tulee vähintään pilkkoa tällaisiin työvaiheisiin, koska silloin aina yhden työvaiheen valmistumisen myöhästyessä tai aikaistuessa on mahdollista ennustaa koko pohjarakentamisen valmistumista [12, s. 104]. Esimerkkinä tällaisista työvaiheista voidaan pitää esimerkiksi talon tonttiliittymän kaivannon kaivamista ja tekniikan liittämistä kaupungin verkostoon. Tekniikkaa ei voida liittää, ennen kuin kaivantotyöt on saatu kokonaisuudessaan valmiiksi. Jos kaivanto valmistuu viisi työpäivää aikataulusta myöhässä, niin liittymien rakentamisen aloittaminen myöhästyy tällöin automaattisesti viisi työpäivää ja saman verran sen voidaan ennustaa valmistuvan aikataulusta jäljessä.



Kuva 2. Kuvassa on esimerkki talon pohjarakentamisen valvontaan käytetystä aikataulusta. Kyseessä on kerrostalo kohde, jossa on noin sata asuntoa [9].

Aikatauluasioiden käsitellään viikoittain niin kutsuissa urakoitsijapalavereissa. Valvontaorganisaatio vastaa palaverien järjestämisestä ja urakoitsijoiden edustajat veloitetaan osallistumaan niihin. Myös valvojien on tärkeitä osallistua palavereihin. Palavereissa urakoitsijat ilmoittavat töidensä etenemisen kertomalla käynnissä olevat työnsä ja niiden valmiusasteen sekä seuraavaksi alkavat työt. Näin työmaan johto saa urakoitsijan näkemyksen töiden etenemisestä ja siitä, että etenevätkö ne sovitun aikataulun mukaisesti. Palavereissa myös sovitaan yhteen eri urakoitsijoiden töitä, jotta ne sujuisivat jouhevasti ja turvallisesti.

Urakoitsijapalavereita ei kuitenkaan järjestetä vain aikatauluasioiden läpikäymiseksi. Palavereissa käydään läpi myös muita urakoitsijoita ja työmaata koskevia ajankohtaisia asioita. Näitä asioita ovat laatua (valvojat voivat antaa reklamaatioita työsuorituksista) ja työturvallisuutta koskevat asiat sekä muut yleiset asiat. Palaverista tehdään muistio jaettavaksi.

Joissain tapauksissa urakoitsijan työt etenevät merkittävästi aikataulusta jäljessä ja niiden myöhästyminen uhkaa myöhästyttää seuraavan urakoitsijan töiden alkamista tai hankkeen valmistumista. Tällöin urakoitsija veloitetaan esittämään korjaava aikataulu

omien töidensä osalta aikatauluviiveen kuromiseksi umpeen. Urakoitsijan on esitettävä aikataulu valvojille tarkastettavaksi. Tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa, että viivettä on kurottu tarpeeksi ja että uusi aikataulu sopii yhteen muiden mahdollisesti samanaikaisten työmaalla tehtävien töiden kanssa. Tarvittaessa urakoitsijaa veloitetaan korjaamaan aikataulua korjausehdotusten mukaisesti. Tämän jälkeen valvojan tehtävä on valvoa tiiviisti urakan etenemistä ja reklamoida urakoitsijaa välittömästi, mikäli työt eivät etene korjaavan aikataulun mukaisesti.

3.5 Taloudellisten asioiden valvonta

Työmaavalvonta osallistuu myös hankkeen taloudellisten asioiden valvontaan. Työmaavalvonnan tarkoituksena on pääasiassa varmistaa urakoitsijoiden tilaajalle lähettämien laskujen oikeellisuus ja sopimuksien mukaisuus. Valvonnan tulee myös varmistaa, että tilatut työt ovat oikein hinnoiteltuja. Taloudellisten asioiden valvomista varten valvojan tulee olla perehtynyt tilaajan ja urakoitsijan välisiin kaupallisiin asiakirjoihin. Näistä tärkein on kaupallisessa mielessä urakkasopimus. Urakkasopimuksessa määritetään urakan maksamisen peruste. Muut kaupalliset asiakirjat ovat urakkasopimuksen liitteinä.

Valvonnan kannalta tärkeimmät kaupalliset asiakirjat ovat urakoitsijan tarjoamat yksikköhinnat tai urakoitsijan laatima maksuerätaulukko ja lisä- ja muutostyötarjoukset. Urakan kaupallisten asioiden valvomista varten tulee myös perehtyä urakkasopimuksen teknisiin asiakirjoihin. Teknisten asiakirjojen pohjalta voidaan määrittää, että mitkä työt ovat lisä- ja muutostöitä. Niiden pohjalta voidaan myös määrittellä mahdolliset suunnitelma-
muutoksista aiheutuvat hyvitykset.

Tilaajalta laskutettavien laskujen oikeellisuuden varmistamiseksi valvojan tulee käydä läpi laskut ja tarkistaa, että maksuerät ja yksikköhinnat ovat sopimuksen mukaisia. Maksuerien osalta tarkistetaan, että laskutettavan maksuerän laskutusperusteet on urakoitsijan osalta täytetty ja että maksuerä on hyväksytyt maksuerätaulukon mukainen suuruudeltaan. Yksikköhintaurakoiden mittapöytäkirjojen mukaisista laskuista tarkistetaan että yksikköhinnat ovat sopimuksen mukaisia ja että laskutettavat määrät ovat mittapöytäkirjojen mukaisia. Jos laskut eivät ole sopimusten mukaisia, niin niistä tulee antaa reklamaatio laskuttajalle välittömästi.

Muita tehtäviä, joita työmaavalvonnan tulee yleensä suorittaa liittyen hankkeen urakoiden kaupallisten asioiden valvontaan, ovat

- vakuutusten ja vakuuksien sopimuksenmukaisuuksien tarkistaminen
- hyvitysten saamisen varmistaminen urakkasuorituksia halventavista muutoksista
- urakoiden maksukertymien seuraaminen
- osallistuminen viivästyssakkojen, taloudellisten loppuselvitysten ja sopimuksen purkamisiin liittyviin selvityksiin
- kustannusten alentamiseksi tehtävien esitysten laatiminen lisä- ja muutostöissä sekä työhäiriötilanteissa
- ennakkomaksujen takaisinperinnästä huolehtiminen [16, s. 3].

3.6 Viranomaisvalvonta

Viranomaiset osallistuvat osaltaan rakennustöiden valvontaan. Viranomaisten valvonta kohdistuu pääasiassa rakennustöiden laatuun ja siihen, että rakennus toteutetaan viranomais määräysten mukaisesti. Viranomaisvalvonta suoritetaan pääasiassa kohteen tarkastusasiakirjan ja erilaisten katselmusten kautta. Kohteen tarkastusasiakirja on kokonaisuutena kohteen rakentamisen aikana tehdyistä tarkastuksista ja eri rakennustapojen selvityksistä ja sen ylläpidosta vastaa vastaava työnjohtaja. Viranomaisten rakennusaikana suorittamia katselmuksia ovat muun muassa:

- Ennen rakennustöiden aloittamista tehdään rakennuksen paikan ja korkeusaseman katselmus (jos rakennuslupa vaatii).
- Pohjakatselmus, joka tehdään maanrakennustöiden jälkeen.
- Rakennekatselmus, joka toimitetaan kun kantavat rakenteet ja niihin liittyvät veden-, kosteuden-, äänen- ja lämmöneristystyöt sekä paloturvallisuuden liittyvät työt on tehty.
- Lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmus, joka toimitetaan LVI-töiden ja savuhormitöiden suorittamisen jälkeen.
- Rakennuksen tai sen osan käyttöönottoluvan saamista varten tehtävä loppukatselmus, jossa todetaan rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja käyttökelpoisuus.

[13, s.21.]

Rakennusvalvontaviranomainen voi myös tarpeen vaatiessa määrätä rakennuslupaan muitakin katselmuksia. Viranomaiset voivat myös tarpeen vaatiessa tehdä erikseen tarkastuksia ja työmaakäyntejä rakennustöiden valvomiseksi.

Katselmuksissa tulee olla mukana rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja, vastaava työnjohtaja, katselmukseen liittyvän erityisalan työnjohtaja sekä tarpeen vaatiessa katselmukseen liittyvän alan suunnittelija. Jos tarkastusasiakirjaan on katselmusvaihetta koskevassa asiassa tehty merkintä, että rakennussuoritus poikkeaa säännösten mukaisuudesta, niin silloin merkinnän tehneen henkilön tulee myös olla läsnä katselmuksessa. Jos katselmuksissa tai tarkastuksissa havaitaan virhe, niin viranomainen antaa kirjallisen lausunnon tarvittavista toimenpiteistä ja määräajasta, mihin mennessä virheen tulee olla korjattu.

3.7 Työturvallisuuden valvonta

Rakennustöiden työturvallisuudesta työmaalla vastaa viranomaismääräysten mukaan pääasiassa hankkeelle nimetty päätoteuttaja. Tosin myös työnantajilla ja työnjohtajilla on viranomaismääräysten mukaan vastuuta työntekijöidensä työturvallisuudesta. Tässä tarkastellaan työturvallisuuden valvomista hankkeessa, jossa projektinjohtopalveluntuottaja on maanrakennustöiden osalta hankkeen päätoteuttaja (Haahtela-mallissa maanrakennusurakoitsija on pohjarakennustöiden osalta hankkeen päätoteuttajana). Tällaisessa asetelmassa osa työturvallisuuteen liittyvistä huolehtimisvelvollisuuksista on päätoteuttajalla, eli valvontaorganisaatiolla itsellään ja osa urakoitsijalla.

Työmaalle tulee laatia päätoteuttajan toimesta yleinen työturvallisuussuunnitelma ja valvojan tulee perehtyä siihen. Erillisistä työvaiheista tai työturvallisuusasioista voidaan myös joutua laatimaan erillisiä suunnitelmia, mikäli työmaalla sellaiselle on tarvetta. Urakoitsijoilta vaaditaan myös omat työturvallisuussuunnitelmat töidensä osalta. Jos urakoitsijalla on jokin erityisen vaarallinen työvaihe urakassaan, tulee tältä vaatia erityinen työturvallisuussuunnitelmaa kyseisestä työvaiheesta hyväksyttäväksi valvojalle.

Rakennustöiden turvallisuudesta on annettu kattavasti viranomaismääräyksiä. Tämän takia työturvallisuutta valvoakseen tulee olla hyvin perehtynyt viranomaismääräyksiin etenkin maanrakennustöiden osalta ja myös lain määrittämiin päätoteuttajan velvollisuuksiin. Näistä oleellimmat ja kaikki työmaat kattavat ovat Työturvallisuuslaki

(738/2002) ja Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Muita eri työvaiheisiin, -koneisiin, aineisiin ja työnantajan ja päätoteuttajan velvollisuuksiin liittyviä asetuksia päätöksiä ja lakeja on huomattavan paljon. Valvojan tulee ennalta tutustua suunnitelmiin ja ennakoita pohjarakentamisessa käytettävät työtavat ja tutustua erityisesti niitä koskeviin asetuksiin, päätöksiin ja mahdollisiin ohjeistuksiin.

Työturvallisuuden valvonta on joka päiväistä valvontaa ja sitä tulee suorittaa jatkuvasti muun valvonnan ohella. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta myös määrää, että päätoteuttajan on tehtävä kerran viikossa työmaalla kierros, jossa työmaan yleiset turvallisuusasiat tarkastetaan. Nykyään tämä kierros yleensä toteutetaan niin sanottuna MVR (maa- ja vesirakentamisen) -mittauskierroksena. Kierroksissa tyypillisesti käytetään havaintojen kirjaamiseen Työsuojeluhallinnon kehittämää valmista pohjaa, jonka avulla saadaan prosentuaalinen lukema kuvastamaan työmaan työturvallisuustasoa. Pohja on tehty erityisesti maa- ja vesirakentamisen työmaan turvallisuuden valvomista varten.

Työmaalla havaittuihin työturvallisuuspuutteisiin tulee aina reagoida välittömästi. Jos puute on päätoteuttajan vastuulla, tulee puutteesta ilmoittaa työturvallisuuspuuteiden korjaamista varten valitulle urakoitsijalle. Jos puute on jonkin osurakoitsijan korjausvastuulla, tulee puutteesta ilmoittaa kyseiselle urakoitsijalle ja vaatia sen korjausta. Työmaan johtotehtäviä hoitavalla, eli valvontaorganisaatiolla, on myös oikeus keskeyttää urakoitsijoiden työt, jos nämä rikkovat työturvallisuudesta annettuja määräyksiä.

3.8 Valvontasuunnitelma

Valvojan ammattitaito ja kokemus ovat erittäin tärkeitä tekijöitä urakan valvonnan onnistumisen kannalta. Valvojan tulee kuitenkin aina pohtia tulevan urakkasuorituksen valvominen ennalta, jotta kaikki muuttujat tulisi ennakoitua ja yllätyksiltä välttyttäisiin mahdollisimman hyvin. Talon pohjarakentamisen ja myös muiden urakoiden valvonnan avuksi on hyvä laatia kirjallinen valvontasuunnitelma.

Valvontasuunnitelma on nimensä mukaisesti valmiiksi laadittu suunnitelma siitä, miten urakan valvonta tullaan suorittamaan. Valvontasuunnitelma voi tarpeen vaatiessa toimia osittain myös tuotannonohjauksen suunnitelmana. Valvontasuunnitelmassa on hyvä olla ainakin seuraavat asiat:

- Kaupallisten asiakirjojen läpikäymisen tarkistuslista.
- Suunnitelmien läpikäymisen tarkistuslista.
- Laadunvarmistuksen suunnitelma.
- Työn suorittamisen suunnitelma.
- Tarkistuslista niistä asioista, jotka edellytetään urakoitsijalta ennen töiden aloittamista.
- Mallikatselmuksen tarkistuslista.
- Luovutusvaiheen menettelyt.

Suunnitelmaa laatiessaan valvojan tulee automaattisesti käytyä läpi kaikki urakan valvonnan kannalta tarpeelliset tiedot. Samalla valvoja selvittää itsellensä ennakkoon potentiaaliset riskit. Kirjallisesti laadittuna suunnitelma myös toimii valvojan muisti- ja tarkistuslistana. Sitä varten suunnitelmaan voi sisällyttää esimerkiksi niin kutsutun ”rasti ruutuun” muistilistan. Muisti- tai tarkistuslistaan merkitään aina tarkastukset tehdyiksi niiden tekemisen jälkeen. Näin suunnitelma toimii myös ajantasaisena laadunvarmistusdokumenttina.

Valvontasuunnitelmat laaditaan hanke- tai urakkakohtaisesti. Valvontasuunnitelman laatimisen avuksi voidaan kuitenkin tehdä valmis pohja, jonka valvoja täydentää hanke- tai urakkakohtaisilla tiedoilla. Tällaisesta pohjasta on hyötyä, koska se vähentää valvontasuunnitelman laatimiseen käytettyä aikaa.

4 Talon pohjarakentaminen

Jotta talon pohjarakentamisen valvontaa voidaan kehittää, tulee selvittää, mitä eri työvaiheita ja rakenteita talon pohjarakentamiseen yleisesti kuuluu. Valvonnan kehittämisen kannalta on myös tärkeää tietää, mitkä työvaiheet ovat kriittisiä hankkeen tavoitetun lopputuloksen saavuttamisen kannalta. Tässä luvussa tutkitaan sellaisia maanrakentamisen työvaiheita, joita yrityksen kohdevalvojat joutuvat usein rakennushankkeissa valvomaan. Tässä myös selvitetään, mikä on tärkeätä työvaiheen onnistumisen kannalta ja miten sen laadullista onnistumista voidaan valvoa.

4.1 Pohjarakentamiseen kuuluvat työt

Pohjarakentamiseen kuuluu kaikki pohjarakenteiden rakentaminen ja muu maan pinnan alapuolisten rakennusosien rakentamista varten tehtävät työt, kuten maankaivu. Talon pohjarakenteiksi kutsutaan kaikkia rakennusosia, jotka rakennetaan maata tai aiemmassa maarakennusvaiheessa tehtyjä maarakenteita vasten. Pohjarakenteiksi kutsutaan pysyviä rakennusten tai rakenteiden perustuksia, maanvastaisia seinä- ja lattiarakenteita, rakennettuja perustuksia ja maarakenteita, rakennuksen kuivanapitorakenteita ja routa- sekä muita suojausrakenteita. Pohjarakenteiksi luetaan myös kaikki väliaikaiset rakenteet, jotka on tehty työnaikaisiksi. Näitä rakenteita ovat kaivantojen tuentarakenteet, pohjaveden alennusrakenteet ja muut työnaikaiset suojausrakenteet. Pohjarakentaminen kuuluu käytännössä osana kaikkiin talonrakennushankkeisiin. Tehtävät pohjarakentamistyöt valitaan sen mukaan, mitä rakennusosia maan pinnan alapuolelle tulee rakentaa ja mitä ominaisuuksia maaperällä on. [5.]

4.1.1 Perustukset

Perustaminen on rakennuksen perustusten rakentamista. Perustaminen voidaan tehdä kalliolle tai maanvaraisesti. Perustus voidaan näiden lisäksi tehdä paalutuksen varaan, jolloin puhutaan paaluperustuksesta. Kallioperustaminen tehdään anturoilla ja maanvarainen voidaan tehdä joko anturoilla tai maanvaraisilla laatoilla. Rakennus voidaan myös perustaa kokonaan tai osittain kantavalla maanvastaisella seinällä. Perustamistöissä tehdyt virheet ovat erittäin hankalia ja kalliita korjata jälkikäteen. Tämän takia urakoitsijan tulee olla töissä huolellinen ja niitä pitää valvoa erityisen tarkasti. [4, s. 17–37.]

Anturat ja maanvaraiset laatat tehdään usein paikalla valettuina teräsbetonirakenteina. Ennen paikallatehtävien perustusrakenteiden valamista tulee varmistaa, että alusta on kunnossa. Maanvaraisessa perustamisessa tämä tarkoittaa sitä, että alustäyttö on tehty riittävän paksuksi ja tasaiseksi ja että siihen on käytetty oikeaa materiaalia. Materiaali on tyypillisesti jäätymätöntä maalajia, kuten hiekkaa. Kallioperustamisessa ennen anturan tekoa tulee varmistaa, että pultitukset tai ankkuroinnit on tehty tarpeeksi riittävin välein ja että ankkurointi on kiinnitettyinä kallio pohjaan injektoimalla. Muottitöiden ja raudoituksen jälkeen on tarkastettava, että raudoitus on tehty suunnitelmien mukaisesti ja että se on nostettu irti valupohjasta välikkeiden avulla. Ennen valua tulee vielä varmistaa, että paikalla on korkomerkinnot oikean valukoron aikaan saamiseksi. Rakenteen yläpään va-

laminen väärään korkoon on todella vaikeasti korjattava virhe, joten korkojen onnistumiseen tulee kiinnittää huomiota. Valutöitä varten laaditaan erikseen betonointisuunnitelma ja työssä tulee noudattaa betonitöistä annettuja määräyksiä (Suomen rakentamismääräyskokoelma B4 Betonirakenteet).



Kuva 3. Bitumisivelyllä kosteuseristetty maanvastainen seinä [9].

Maanvastaiset seinät tehdään usein elementtirakenteisina. Siinä tapauksessa urakoitsijalta tulee vaatia elementtiasennussuunnitelmaa ennen töiden aloittamista. Huomiota tulee kiinnittää myös siihen, että elementtien saumat valetaan tiiviisti umpeen ja että sinne asennetaan suunnitelmien mukaiset raudoitukset. Ennen vierustäyttöjen tekoa tulee varmistaa, että seinään on asennettu kaikki suunnitelmissa esitetyt suojaukset, kuten salaojamatto tai lämmöneriste. Tehtäessä seinä paikalla valettuna valvonnan tulee kiinnittää samoihin asioihin huomiota kuin anturoiden ja laattojen valussa.

4.1.2 Pohjanvahvistaminen

Pohjanvahvistuksella tarkoitetaan maaperän kantavuuden parantamista. Pohjanvahvistaminen tehdään pääsääntöisesti paaluttamalla. Paalutus suoritetaan useimmiten lyönti-

tai porapaalutuksena. On olemassa myös erikoispaaluperustuksia, kuten suihkuinjektointipaalut. Suihkuinjektointia eikä muita erityispaalutuksia kuitenkaan käsitellä tässä niiden harvinaisuutensa ja erikoisuutensa takia.

Paalutustavan valinta perustuu maaperän ominaisuuksiin, pinnanmuotoihin ja paalutukselta vaadittuihin ominaisuuksiin (kantavuus, käyttöikä, sijaintitarkkuus, paaluihin kohdistuvat jännitykset). Joskus paalutustavan määrää paalutustyön vaikutusalueella oleva ympäristö, kuten ympäröivien rakennusten värinäherkkyys. [4, s.38–59.]

Lyöntipaalutuksessa teräsbetoni- tai teräspaalut lyödään maahan mekaanisella voimalla. Lyöntipaalun lyöminen maahan jakautuu kolmeen vaiheeseen. Alkulyönnit ovat kevyitä lyönnejä, joiden tarkoituksena on upottaa paalua vain hieman kerrallaan maahan korjaillen sen asentoa pystysuoraksi lyöntien välissä. Kun paalun uppoamissuunta on pystysuora, tehdään varsinainen lyöntityö. Lyöntityön lopuksi tehdään vielä kevyemmät loppulyönnit, joilla varmistetaan paalun kiinnitys kantavaan kerrokseen kuitenkin rikkomatta paalua. [4, s.38–59.]



Kuva 1. Lyöntipaalukone. [9]

Teräspaalut voidaan myös porata maahan. Porapaalutusta käytetään erityisesti silloin, kun paalutettava maaperä on vaikeaa läpäistä lyöntipaalutuksella. Tällaisia maaperiä ovat esimerkiksi kivikkoinen moreeni ja kaikki erityisen tiiviit maat. Porapaalutuksessa paalutuskone upottaa paalun maaperään poraamalla maata erityisellä terällä ja vetämällä paalua terän mukana alaspäin saaden näin paalun uppoamaan tavoitesyvyyteen, joka on yleensä aina peruskallion pinta. Porauksen jälkeen paalutyypistä riippuen putki, terä tai molemmat nostetaan maasta ja tämän jälkeen paalun sisään valetaan sementtilaastia. Lähes kaikki porapaalutyypit vaativat myös raudituksen sisäänsä ennen valua. [4, s.38–59.]

Paalutustöitä valvottaessa tulee ottaa huomioon, että niissä noudatetaan erityisiä viranomaisten asettamia määräyksiä koskien paalutustyötä. Määräykset ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman kappaleessa B3 Pohjarakenteet. Paalutustyössä tulee muun muassa olla aina paikalla paalutustyönjohtaja ja paalutuksesta pidetään paalutus-pöytäkirjaa. [5, s.27.]

Paalut eivät aina saavuta tavoiteltua kantavuutta. Syynä tähän on useimmiten paalun rikkoutuminen, mutta muitakin syitä voi olla. Paalujen kantavuuden varmistamiseksi paalutusohjeissa usein määrätään tekemään kantavuuskokeet 10 %:lle paalukentän paaluista. Tämä otanta useimmiten riittää antamaan kokonaiskuvan paalutustyön onnistumisesta. Mittaukset tehdään niin sanotulla dynaamisella koekuormituksella, johon käytetään PDA-menetelmää (*Pile Driving Analyzer*). PDA-menetelmällä tehdyn mittauksen mittaustulos kertoo paalun kantavuuden ja sen ehjyyden. Jos paalujen havaitaan olevan rikki tai jos niiden kantavuus ei ole suunnitellun suuruinen, tehdään paalutussuunnitelmiin korjaussuunnitelmia tai tarpeen vaatiessa selvitetään rikkoutumisen tai kantamattomuuden syyt. Tarpeen vaatiessa paaluista otetaan isompi otanta mittaukseen. [11, s. 19–21.]

Lyöntipaalutuksessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että paaluja ei lyödä liian lujaa liian pehmeään maahan. Kun maaperä ei ota iskusta siirteitä voimia vastaan, niin paaluun syntyy vetojännityksiä jotka voivat rikkoa paalun. Paalutusohjeistuksessa usein neuvotaan pysymään alle 15 cm / isku painumissa paalun halkeamisen välttämiseksi. Jos paalun epäillään haljenneen tästä syystä, niin sille tulee tehdä ehjyysmittaus esimerkiksi PIT- (*Pile Integrity Test*) tai SIT-menetelmällä (*Sonic Integrity Test*). Näistä testeistä laaditaan tulosraportit ja jos paalu on rikki, niin paalutussuunnitelmiin lisätään korjaussuunnitelma rikkoutuneen paalun korvaamiseksi uudella paalulla. Samoja mittausmenetelmiä voidaan käyttää myös paikalla valettujen kaivinpaalujen ehjyyden mittaamiseen. [11, s. 19–23.]

4.1.3 Maankaivu ja kaivannot

Talonrakentamisessa maankaivua tarvitaan yleensä vähintään rakennuksen perustusten rakentamiseksi maanpinnan alapuolelle perustamissyvyyteen ja rakennuksen tekniikan liittämiseksi kunnallistekniikkaan. Maankaivamista voidaan tarvita myös piha-alueen pinnanmuotojen muokkaamiseksi tarkoitukseensa sopivaksi.

Maankaivutöitä varten on hyvä varata mittamies mittamaan kaivantojen pohjien korko-asetat tarpeeksi usein, jotta niitä ei kaivettaisi liian syvälle. Liian syvälle kaivetun kaivannon korkoasetan korjaaminen aiheuttaa suhteellisen paljon lisäkustannuksia. Tämä johtuu siitä, että korjaava täyttökerros tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että se vastaa pois kaivettua häiriintymätöntä maakerrosta.

Kaivantojen seinämät joudutaan joskus olosuhteiden pakosta kaivamaan niin jyrkiksi, että maa-aineksen sisäinen kitka ei riitä pitämään seinää pystyssä, vaan kaivanto sortuu. Tällöin kaivantoihin joudutaan rakentamaan väliaikaiset tukirakenteet estämään kaivannon sortumista. Tuennan tyyppin ja tukirakenteiden mitoituksen määräävät kaivannon syvyys, leveys ja maaperän ominaisuudet. Raskaasti tuettaville kaivannoille tehdään tyyppillisesti omat rakennepiirustukset pohjasuunnittelijan toimesta. [4, s.125–136.]

Kaivantoihin kerääntyy yleensä pohja- tai pintavesiä. Kaivannon pohjalle kerääntyvät vedet voivat haitata rakennustöiden suorittamista monella tavalla. Vesi voi myös muokata kaivannon pohjan maaperän geoteknisiä ominaisuuksia heikentäen sen kantavuutta. Pahimmillaan pohjaveden alle kaivetun kaivannon pohja voi sortua hydraulisen murtuman vaikutuksesta. Näiden syiden takia olosuhteista riippuen vedet joko ohjataan pois ojien avulla tai ne pumpataan pois. Kaivettaessa kaivanto pohjaveden pinnan alapuolelle voi olla tarpeen laskea pohjaveden pinnan tasoa ympäröivältä alueelta erikoimenetelmin. [4, s.125–136.]

Kaivantotöitä varten tulee aina laatia työ- ja laatusuunnitelmat niiden erityisluonteen takia [5, s. 27]. Kaivantotöiden laatu- ja työturvallisuusriskit liittyvät olennaisesti kaivantojen reunojen sortumiseen ja pohjaveden hallitsemiseen, joten niihin tulee kiinnittää erityistä huomiota kaivantotöitä valvottaessa. Urakoitsijalta täytyy myös vaatia lain edellyttämiä työ- ja/tai laatusuunnitelmia kaivantotöiden osalta tarkastettavaksi.



Kuva 1. Putkikaivanto, jonka toinen puoli on tuettu ponttiseinällä (oikealla) ja toinen puoli on luiskattu (vasemmalla) [9].

4.1.4 Täyttö- ja tiivistystyöt

Täytöt ovat maarakennusosia, jotka tehdään maa-aineksesta. Täyttöjen tarkoituksena on tehdä rakennusta ympäröivän maaperän ominaisuudet halutun laisiksi. Yleisiä täyttöjä talonrakennuskohteissa ovat perustusten ja maanvaraisten laattojen alle tulevat perustustäytöt, sokkelikaivantojen ja maanvastaisten seinien vierustäytöt, salaojakerrostäyttö, kapillaarisen veden nousun estävän kerroksen täyttö ja putkikaivantojen täytöt. Näiden lisäksi piha-alueille tehdään tarvittaessa muita täyttöjä. Täyttökerroksen maalaji valitaan täytön toiminnallisen tarkoituksen perusteella. [4, 138].

Talonrakennuksessa tiivistystä tarvitaan maanvaraisten perustusten ja laattojen alustäyttöjä varten sekä usein sokkelikaivantojen täyttöjä varten. Perustusten ja maanvaraisten laattojen alustäytöt tiivistetään, jotta niiden kantavuus saadaan geoteknisten suunnitelmien mukaiselle tasolle. Sokkelitäytöt joudutaan tiivistämään usein sen takia, että niihin ei muodostuisi painaumuksia. Rakennusten viereiset painaumat aiheuttaisivat

sen, että pintavedet kerääntyisivät tällöin rakennuksen viereen aiheuttaen näin kosteusongelmia.



Kuva 2. Talon pohjan täyttö- ja tiivistystyöt käynnissä [9].

Tiivistystyöt suoritetaan talon pohjarakentamisessa useimmiten ajettavilla jyräkoneilla ja käsikäyttöisillä tiivistimillä. Geoteknisissä suunnitelmissa ja työohjeissa jyräkoneille ja maantiivistimille määritellään jyrän paino sekä yliajokerrat, joita tulee noudattaa suunnitellun tiiveyden saavuttamiseksi. Vaativissa kohteissa ja erityiskohteissa tiivistystyön jälkeen tulee suorittaa tiiveysmittauksia maaperän tiiveyden toteamiseksi. Useimmiten tavallisissa talonrakennuskohteissa kuitenkin riittää, että tiivistystyöt suoritetaan geoteknisen suunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Tällöin voidaan olla tarpeeksi varmoja siitä, että maaperän tiiveysaste on tavoitellun mukainen.

Yleisimmät virheet täyttö- ja tiivistystöissä liittyvät korkoasemaan ja täytössä käytettäviin maalajeihin. Oikean koron saavuttamiseksi työmaalle pitää varata mittamies tarpeeksi usein tarkistamaan korko, jotta kerran tehtyä ja tiivistettyä täyttöä ei tarvitse kaivaa osittain pois tai tehdä uutta kerrosta väärän koron takia. Täytöissä tulee puolestaan aina varmistaa, että käytettävä maalaji on suunnitelmien mukainen. [8, s.50.]

4.1.1 Routasuojaus

Routimisella tarkoitetaan maaperässä olevan veden jääymistä ja sitä esiintyviä alueilla, joissa ilman lämpötila laskee alle 0 °C. Ilmiö voi aiheuttaa paljon haittoja rakennuksille.

Se voi muun muassa heikentää maaperän kantavuutta veden sulaessa aiheuttaen painumia ja sitä myöten muodonmuutoksia rakenteisiin. Rakenteet voivat muodonmuutoksen takia vaurioitua. Suojaamaton maahan asennettu tekniikka, kuten vesijohdot voivat jäätyä ja siten vaurioitua. [4, s.104.]

Rakenteet suojataan routimiselta pääasiallisesti lämmöneristeillä. Maahan asennetaan rakennuksen ympärille lämpöä eristävä kerros, joka estää roudan etenemisen syvemmälle maaperään. Routaeristystä voidaan myös asentaa maan pinnan alapuolisten rakenteiden ympärille. Routaeristysten tarpeellisuuden, eristystehon ja sijainnin määräävät pääosin pakkasmäärät. Routaeristeen materiaalina käytetään materiaaleja, joilla on tarpeellinen lämmöneristävyyskyky ja jotka kestävät maaperässä niihin kohdistuvia rasituksia (vesi ja kemialliset aineet). Hyvin yleisesti routasuojaukseen käytetään EPS-levyjä.

Tyypillinen routasuojauksessa tehty virhe on se, että suojausta ei asenneta tarpeeksi tiiviisti. Sokkelia vasten kaltevasti asennettavien levyjen päädyt on viistettävä tiiviin asennuksen takaamiseksi. Levyjen tulee olla myös toisiaan vasten tiiviisti kiinni. Myös tekniikalle tehtävä suojaus jää usein harvaksi. Tasainen pohja helpottaa suojauksen tiivistä asennusta, joten pohjaa tehdessä on hyvä valvoa, että siitä tulee tasainen.

4.1.2 Kuivanapitorakenteet

Kuivanapitorakenteet ovat rakennuksen suojausta varten tehtäviä rakenteita. Ne suojaavat rakennusta veden haitallisilta vaikutuksilta. Tyypillisimpiä kuivanapitorakenteita ovat salaojat. Myös piha-alueiden kuivatusta varten tehtävät rakenteet lasketaan rakennusten kuivanapitorakenteisiin. Piha-alueet kuivatetaan lähinnä pinnan muodoilla ja avo-ojilla. Kuivatuksen tarkoituksena on estää veden imeytyminen maaperään ja sitä kautta maan pinnan alapuolisiin rakenteisiin.

Salaojien tarkoitus on ohjata vettä pois maan pinnan alapuolisten rakenteiden luota ja täten pitää ne kuivina. Talonrakennuksessa salaojittaminen hoidetaan salaojitusputkilla, jotka asennetaan anturoiden alapinnan alapuolelle. Vesi johdetaan salaojitusputken luokse vettä helposti läpäisevän kiviaineksen ja painovoiman avulla. Salaojaputket valmistetaan siten, että ne läpäisevät vettä. Näin vesi kulkee putken sisään ja putken kal-

listuksen avulla vesi johdetaan putkea pitkin salaojakaivon kautta sadevesiviemäriin. Vesi voidaan johtaa myös suoraan puroon tai avo-ojaan. Salaojakaivo toimii sakan kerääjänä, jotta veden mukana kulkeva maa-aines ei tukkisi viemäriinjoja.

Salaojaviemärien toimivuuden kannalta on tärkeää, että ne ovat muiden viemärien tapaan asennettu kaltevasti. Kaltevuus joko määritetään kohteen pohjasuunnitelmissa tai sitten käytetään yleistä 0,5-1 % kallistuksen ohjesääntöä. Salaojan ympärille tulee myös tehdä tarpeeksi laaja täyttökerros salaojasepelistä, jotta vedet johtuvat viemäriin. Salaojan asennus on hyvä katselmoida ja dokumentoida valokuvin, koska se on piiloon menevä rakenne. Se on myös erittäin tärkeä pohjarakenne, koska sen toimivuus vaikuttaa suuresti perusrakenteiden käyttöikään.



Kuva 3. Salaojaputki, salaojakaivo ja salaojamursketta asennettuina talon pohjarakenteisiin. [9]

5 Esimerkkihankkeen valvonnan tutkiminen

Tässä esitellään esimerkkihanke, jossa Haahtela-rakennuttaminen Oy on ollut mukana rakennuttajakonsulttina. Esimerkkiurakkaa ja siinä suoritettua pohjarakentamisen valvontaa tarkastelemalla voidaan tutkia, että oliko valvonta onnistunutta ja olisiko sitä voinut parantaa jollain tavalla ottamalla jotakin huomioon mahdollisten yllättävien seikkojen ennakoimiseksi. Näitä tietoja käytetään hyödyksi valvontasuunnitelman laatimisessa.

5.1 Hankkeen yleistiedot

Rakennuskohde on asumista varten tarkoitettu kerrostalo Helsingin kantakaupungissa. Kerroksia on kuusi ja rakennuspinta-alan brutto on noin 9000 neliometriä. Kerrostalon lisäksi tontille rakennettiin hankkeeseen liittyvä piharakennus.

Tässä hankkeessa pohjarakentaminen toteutettiin pääurakkamuotoisena. Pohjarakenteiden rakentamista ei siis hajautettu eri osaurakoitsijoille. Pohjarakennusurakoitsija toimi hankkeen päätoteuttajana ja Haahtela-rakennuttaminen Oy oli hankkeen pohjarakentamisen osalta valvojakonsulttina. Pohjarakentamisen jälkeinen talonrakentaminen toteutettiin projektinjohtopalvelumallin mukaisesti.

Pääurakkamuoto ei kuitenkaan haittaa hankkeen käyttämistä esimerkkinä, koska siitä saadaan silti tarvittava tieto pohjarakentamisen valvonnan kehittämiseksi. Tämä johtuu siitä, että pohjarakentamisen teettäminen pääurakkana kuuluu Haahtela-malliin. Valvontaorganisaation tehtäväkenttä on tässä toteutusmuodossa hieman suppeampi, mutta laadun, ajan ja kustannusten valvonta on kuitenkin samanlaista kuin projektinjohtopalvelumallissa.

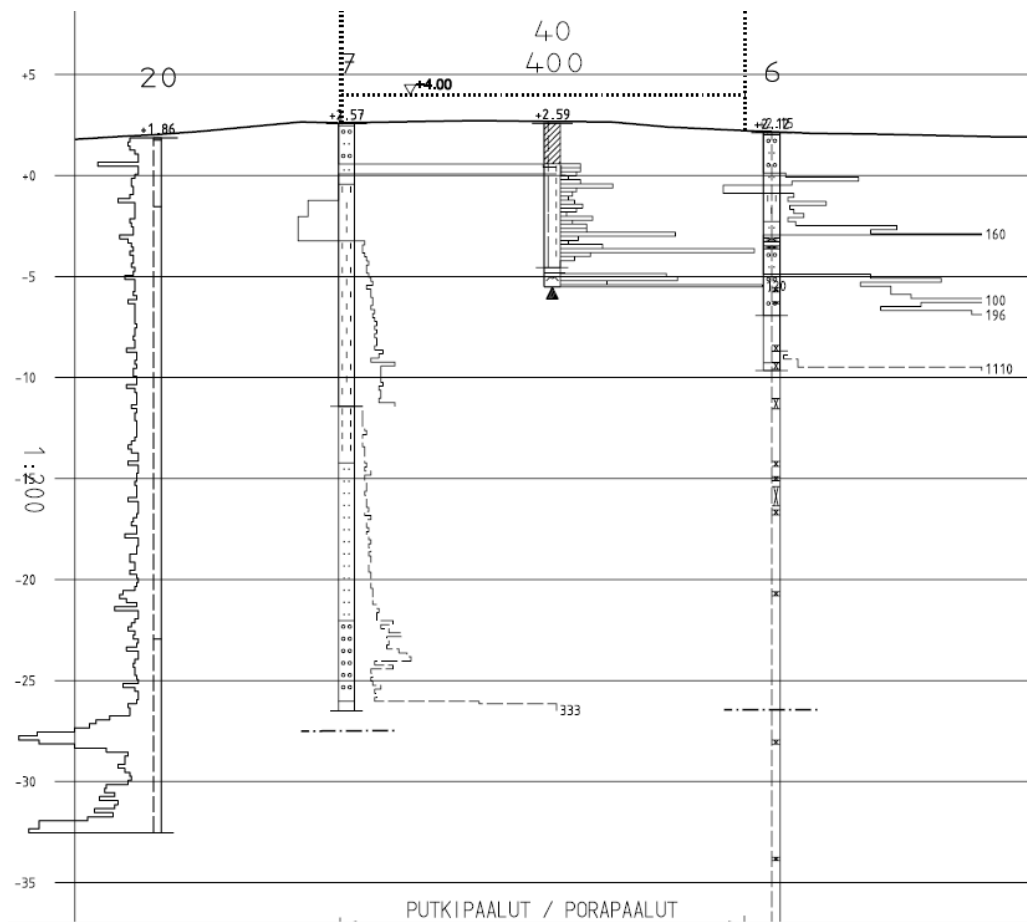
5.2 Pohjaolosuhteet

Tontti on ollut ennen Helsingin kaupungin käytössä ja kaupungin rakennusvirasto on kunnostanut tontin käyttöä varten raivaamalla tontin ja päällystämällä sen osittain täytemaalla. Maaperä on paikalla vaihtelevasti pilaantunutta ja rakennusvirasto on tehnyt paikalla massanvaihtoa. Alue on entistä merenpohjaa, jolle on tehty pohjatäyttö louheella ja

sen päälle on tehty täytekerros savi- ja liejumaasta. Täyttö on ollut suunnittelultaan epäonnistunutta ja se on tällä hetkellä sivuttaisliikkeessä kohti nykyistä merenrantaa. Näin ollen alue on pohjarakentamisolosuhteiltaan erittäin haastava.

Paikalla tehtiin tilaajan toimeksiannosta pohjatutkimukset maaperän ominaisuuksien selvittämiseksi. Pohjatutkimusmenetelminä käytettiin porakone-, heijari- ja painokairausta. Kairauspisteitä tehtiin 23 kappaletta. Tontin pinta myös vaaittiin ja paikalta otettiin maaperänäytteitä. Näiden tutkimusten lisäksi tehtiin myös rakennusaikaisia mittauksia. Näihin kuului huokosvedenpaina sekä siirtymä- ja painumamittaukset. Pohjatutkimuksissa hyödynnettiin myös kaupungilta saatuja pohjatutkimustuloksia. Pohjatutkimuksen suoritti pohjatutkimuksiin erikoistunut yritys. Yritys laati tutkimusten perusteella pohjarakennussuunnitelman ja työselostuksen pohjarakennustöitä varten.

Tontin pinta on suhteellisen tasaista vaihdellen +1... +3,5 m korkeusasemalla. Maaperän kerrostumat koostuvat pinnalla olevasta 1... 3 metriä paksusta täytemaasta ja sen alla olevasta 15... 20 metriä paksusta savi- ja liejumaasta, jonka seassa on merenpohjan täytössä käytettyjä lohkkareita. Lohkkareita on vain tontin pohjoisimmassa osassa. Savi- ja liejumaakerroksen alla on tiiviimpää kitkamaata. Kairauksien perusteella tiivis pohjamaa on tämän kerroksen alla noin 18... 24 metrin syvyydessä. Kallion pintaa ei tavattu kairauksissa. Pohjatutkimuksissa tehtiin yksi koeporaus, joka ulottui aina -44 metriin asti peruskalliota tavoittamatta. Perusmaa on tontilla routivaa ja orsiveden pinta on tasolla +0,7... +1 ja pohjavedenpinta tasolla +0,7... +1,5.



Kuva 4. Kuvassa on tulokset osasta kohteen tontilla tehdyistä koekairauksista [9].

5.3 Pohjarakentamistyöt

Pohjatutkimusten perusteella rakennus tuli perustaa tukipaaluille. Kaupungin suositusten mukaan alueelle olisi hyvä tehdä paaluperustukset teräspaaluin, koska maaperässä oli todettu olevan lohkareita hajanaisesti. Alueella oli siis riski, että lyödessä teräsbetonipaaluja maahan osuttaisiin lohkareeseen, jolloin paalu jouduttaisiin vaihtamaan teräsputkipaaluksi. Teräsputkipaalut uppoisivat varmemmin maaperään, vaikka ne osuisivatkin lohkareisiin.

Tilaaajan teettämien pohjatutkimusten perusteella tontilla todettiin olevan kaupungin antamien esitietojen mukaisia lohkareita lähinnä pohjoisosassa. Tämän takia tontin pohjoisosan paalut suunniteltiin teräspaaluina ja muulle osalle valittiin teräsbetonipaalut. Teräspaaluja tarvittiin alkuperäisissä suunnitelmissa 56 kappaletta ja teräsbetonipaaluja

172 kappaletta. Suunnitelmat vaativat, että kaikille lyöntipaaluille porataan esireiät Auger-kairalla ylimmän maakerroksen läpäisemiseksi ja laaja-alaisten sivuttaissiirtymien estämiseksi. Paalut tuli myös varustaa kalliojärjillä.

Paalujen varaan suunniteltiin paikalla valetut teräsbetonianturat. Paaluanturan leveys vaihteli 800.. 2300 mm välillä.

Pohjarakennusurakkaan kuului pohjanvahvistuksen ja perustusten rakentamisen lisäksi myös salaojitus, routasuojaus ja talotekniikan tonttiliittymien teko.

Pohjarakentamisessa tuli ottaa huomioon kaupungin ohjeistus alueella rakentamisesta. Kaupunki oli ohjeistanut, että kaikki rakentamisöissä poistettavat pilaantuneet maat oli vietävä pilaantunutta maata vastaanottaviin keskuksiin. Kohteessa piti myös viranomais-ten määräyksestä tarkkailla maaperän sivuttaissiirtymiä ainakin kahdessa mittapisteessä, koska maaperä oli todettu siirtymäherkäksi.

5.4 Töiden eteneminen ja niiden valvonta

Hankkeen valvonnassa ei käytetty eikä sille luotu erillistä pohjarakentamisen valvontasuunnitelmaa, vaan valvonta suoritettiin hankkeelle laaditun yleisen valvontaohjeistuksen mukaisesti.

Urakan ja hankkeen pääsääntöisen valvonnan voidaan katsoa alkaneen suunnitelmien tarkastamisella ja suunnittelun ohjauksella. Suunnittelu- ja hankintavaiheessa suunnittelua ohjasivat ja valvoivat hankkeen työpäällikkö sekä projektipäällikkö. Tarkoituksena oli muun muassa varmistaa, että suunnitelmista tulee toteutuskelpoisia ja tarjouspyyntökelpoisia. Suunnitelmista etsittiin myös mahdollisuuksia kustannuksia vähentäviin muutoksiin. Tässä vaiheessa valvonta huomasi esimerkiksi mahdollisuuden suunnitella rakennuksen eteläosan paalut teräsbetonipaaluina. Valvonnan ehdottamalla suunnitelma-
muutoksella säästettiin tilaajan rahaa, koska teräsbetonipaalut ovat halvempia kuin teräspaalut.

Kun suunnitelmat olivat suunnittelijoiden ja valvonnan toimesta tarjouspyyntökelpoisia jätettiin urakoitsijaehdokkaille tarjouspyynnöt. Työmaavalvonnan henkilökunta vapautui aiemmasta kohteesta tämän esimerkkihankkeen valvontatöihin vasta tarjouspyynnön

jättämisen jälkeen, joten se ei ehtinyt antamaan omia kommenttejaan tarjouspyyntösuunnitelmiin.

Valitulle urakoitsijalle esitettiin hankkeen yleisaikataulu, johon maanrakennustöiden toteutusajankohta oli merkitty. Urakoitsijalta vaadittiin tarkempaa toteutusaikataulua valvonnalle tarkastettavaksi ja seuraavien työvaiheiden aikatauluttamiseksi. Vaatimalla urakoitsijaa laatimaan rakennusvaiheaikataulu haluttiin varmistaa, että urakoitsija on suunnitellut työnsä ja sen etenemisen valmiiksi. Sillä siis pystyttiin osaltaan varmistamaan työnjohdon laatu. Työajaksi arvioitiin aikataulussa 20 viikkoa.

Pohjarakentamistöiden etenemisen valvontaan käytettiin vain urakoitsijan laatimaa rakennusvaiheaikataulua kohteen suhteellisen pienen koon ja eri työvaiheiden vähäisen määrän takia. Valvonta ei siis laatinut omia aikatauluja arvioidakseen työn ajallista etenemistä. Työt etenivät pohjarakentamisen ajan pääsääntöisesti aikataulun mukaisesti, vaikka niiden valmistuminen myöhästyikin muutaman viikon suunnitellusta.

Rakennustöitä valvonta oli täysipäiväistä. Paikan päällä tehdyssä valvonnassa kiinnitettiin huomiota rakenteiden suunnitelmien mukaisuuteen, käytettyihin työtapoihin ja työmaan työturvallisuusasioihin. Huomiota kiinnitettiin myös yleisesti siihen, että töitä tehtiin aikataulun mukaisesti (oikea paikka, oikea aika). Lisäksi paikanpäällä pystyttiin valvo-

- paalujen varastointia (paalujen varastoinnissa on noudatettava siitä annettuja ohjeita)
- ympäristön huomioon ottamista (työmaa sijaitsi kantakaupungissa, joten urakoitsijan tuli kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ympäristöön ei leviä pölyä tai jätettä ja että työmaan liikenne ei liiaksi haittaa yleistä liikennettä)
- paalutustyöohjeiden noudattamista (paalutuksessa tulee aina olla läsnä paalutustyönjohtaja tai henkilö, joka pystyy hoitamaan hänen sijaisuuttaan)
- urakoitsijan työnjohdon läsnäoloa ja osallistumista töiden ohjaukseen ja valvontaan.

Valvojan fyysisellä paikalla ololla pyrittiin takaamaan se, että urakoitsija noudattaa sopimusasiakirjojen ehtoja ja viranomais määräyksiä. Tällä tavalla pystyttiin myös nopeasti havaitsemaan laiminlyönnit ja puuttumaan niihin. Valvonnan läsnäolon todettiin ennaltaehkäisevän väärin työmenetelmien käyttöä. Urakoitsijan toimiin ei tarvinnut urakan aikana juurikaan puuttua.

Rakennustöiden valvontaan kuului myös erillisiä tarkastuksia, joista osa dokumentoitiin. Erillistarkastukset pidettiin sellaisista rakenneosista niiden valmistuttua, jotka ovat rakenteen käytön kannalta olennaisia ja joiden rakentamisessa tehtyjä virheitä on erittäin hankalaa korjata jälkeempään. Suoritetuista tarkastuksista olivat:

- Salaojien ja sadevesiviemärien asennuksen tarkastus. Asennuksista tarkastettiin niiden sijoituksen suunnitelmien mukaisuus silmämääräisesti ja kaltevuus vesiväällä. Salaojat ja sadevesiviemärit myös valokuvattiin ennen täyttöjen tekoa ja valokuvatiedostot laitettiin digitaaliseen projektipankkiin.
- Anturoiden raudoitteiden suunnitelmien mukaisuus tarkastettiin ennen betonin valamista. Tarkastus tehtiin silmämääräisesti ja se dokumentoitiin urakoitsijan toimesta kohteen tarkastusasiakirjaan.
- Maadoituskaapelin asennuksen suunnitelmien mukaisuus tarkastettiin silmämääräisesti.
- Täyttökerroksien paksuuksien tarkastus mittaamalla mittakepillä. Tarkastus tehtiin satunnaisotoin.
- Tilaajan toimeksiannosta ammattitaitoinen mittamies tarkemittasi anturoiden sijainnit ja korot sekä anturoiden tartuntapulttien sijainnit niiden valmistamisen jälkeen. Tarkemittauksista jäi dokumentaatio tarkepiirustuksina.

Rakennusosien tarkastusten lisäksi valvontaa suoritettiin vaatimalla urakoitsijaa esittämään valvojalle kaikki lain päätoteuttajalta vaatimat dokumentit. Kaikki vaaditut dokumentit myös saatiin urakoitsijalta, eikä sen asian puolesta ilmennyt ongelmia hankkeessa. Tärkeimpinä asiakirjoina mainittakoon (* -merkityt lakisääteisiä):

- Maanrakennustöiden aikataulu.
- Laadunvarmistussuunnitelma.
- *Työturvallisuussuunnitelma.
- *Materiaalitodistukset kaikista käytetyistä materiaaleista.
- *Paalutuspöytäkirjat.
- Tarkemittauksien tulokset.
- *Viikoittaisen työturvallisuustason mittauksen pöytäkirja (MVR-tulos).
- *Betonointityösuunnitelmat.
- PDA-mittausten tulokset.

5.4.1 Pohjaolosuhteiden asettamat haasteet

Vaikka kohde oli pohjaolosuhteiltaan haastava, työt sujuivat pääsääntöisesti ongelmitta. Tontin pohjoisosassa olleet lohkarieet aiheuttivat kuitenkin ongelmia paalutusvaiheessa. Osa teräsraaluista vääntyi maan alla törmättyään lohkarieeseen ja upposi vaakasuunnassa vaurioittaen valmiiksi lyötyjä raaluja. Vääntyneiden ja niiden särkemien raalujen tilalle tarvittiin uudet raalut. Korvaavat raalut päätettiin porata maahan lyömisen sijasta, koska näin haluttiin varmistaa raalutuksen pääsy lohkarieiden läpi. Urakoitsijalta pyydettiin lisätyötarjousta koskien korvaavia pora-raaluja, joiden lisäkustannukset päättyivät tilaajan maksettavaksi. Valvonnan tehtävä oli tarkastaa tarjous ennen sen hyväksymistä.

Myös tontin pintatäytössä oli lohkarieita, jotka nekin aiheuttivat ongelmia paalutusvaiheessa. Alun perin suunniteltu raalujen esireikien poraaminen Auger-kairalla ei onnistunut lohkarieista johtuen, vaan työmenetelmä jouduttiin vaihtamaan kesken töiden. Auger-kairoilla ei voida porata maaperää, jossa on lohkarieita, koska kairat vaurioituvat niistä. Esireiät tehtiin poraamisen sijasta iskemällä maahan teräspiikillä. Työmenetelmän vaihdosta ei koitunut aikatauluviivettä eikä lisäkustannuksia.



Kuva 5. Kuvassa näkyy valmis raaluantura ja valmiit kapillaarikatkon täytöt [9].

Ongelmia koitui myös maaperässä olleen betoni- ja metallijätteen takia. Valvonnalla ei ollut esitietoa metallijätteestä eikä sen vaikutuksesta porapaalutukseen. Porapaalukoneiden poranterät eivät kestäneet osuessaan jätteeseen ja paalutuksen aikana yksi poranterä hajosi. Tilalle saatiin hankittua uusi poranterä, eikä ongelmasta koitunut aika-tauluviivettä. Poranterän hajoamisesta aiheutuneet kustannukset päättyivät tilaajan maksettavaksi, koska jätteistä ei ollut tietoa urakkasopimuksen asiakirjoissa.

Porapaalutustöiden edetessä tontilla havaittiin yksittäinen alue, joka todettiin erityisen haastavaksi. Syynä oli runsas lohcareisuus, jonka takia porapaaluttaminenkin oli erittäin vaikeaa. Asian ilmettyä valvojat ilmoittivat ongelma-alueesta rakennesuunnittelijalle vaihtoehdoisen perustustavan suunnittelemiseksi. Paaluantura vaihdettiin paalulaataksi tarvittavien paalujen määrän vähentämiseksi. Paalulaatan avulla voitiin osa paaluista jättää pois korjaussuunnitelmista ja siirtää niille mitoitettut kuormat muille paaluille. Uudet suunnitelmat ja toteutus saatiin tehtyä nopealla aikataululla, joten seuraavaa työvaihetta (elementtiasennus) jouduttiin siirtämään vain muutama viikko alun perin suunnitellusta. Muutoksista koitui lisäkustannuksia tilaajalle.



Kuva 6. Ongelmalliselle alueelle suunnitellun paalulaatan valutyöt ovat käynnissä [9].

5.4.2 Suunnitelmapuutokset

Töiden aikana urakoitsija toi esille, että paaluihin suunnitelluista paaluhatuista ei ollut mainintaa rakennesuunnittelijan paaluluettelossa, joka oli sopimuksessa sidottu urakan määräluetteloksi. Maininta paaluhatuista puuttui jo tarjouspyyntövaiheessa. Tämän takia urakoitsija esitti, että paaluhatut eivät kuulu pohjarakentamisurakan hintaan vaan tilaajan tulee tilata ne lisätyönä.

Valvonta tarkasti tarjouspyyntösuunnitelmat ja totesi, että niissä oli suunnitelmapuute paaluhattujen osalta. Paaluhatut ovat kalliita rakennusosia, joten niiden tilaaminen lisätyönä tuo huomattavia lisäkustannuksia. Tämän takia valvonta informoi rakennesuunnittelijaa asiasta edullisemman ratkaisun löytämiseksi. Rakennesuunnittelija suunnitteli uudet anturatyypit ilman paaluhattua kasvattaen niiden leveyttä ja lisäämällä raudoitusta. Uudet anturatyypit jouduttaisiin tilaamaan muutostyönä urakoitsijalta. Muutostyö arvioitiin kuitenkin edullisemmaksi vaihtoehdoksi verrattuna paaluhattujen tilaamiseen lisätyönä. Tämän anturat päätettiin toteuttaa ilman paaluhattuja.

5.4.3 Urakan loppuvaiheet

Paalutuksessa ilmenneiden ongelmien lisäksi pohjarakentamisessa ei koettu muita ennakoinnattomia haasteita esimerkiksi täytöissä tai valuissa. Pohjarakennussuunnitelma vaati ehjyysmittauksien tekemisen vähintään 5 %:lle teräsbetonipaaluista ja kantavuusmittauksien tekemisen vähintään 10 %:lle. Vähimmäismittausmäärät täytettiin tekemällä PDA-mittaukset 10 %:lle prosentille teräsbetonipaaluista. PDA-mittauksella voidaan todeta sekä paalun ehjyys että kantavuus. Mittaukset tehtiin urakoitsijan toimesta ja mitaustulokset luovutettiin valvojalle arkistoitavaksi kohteen tarkastusasiakirjaan. Mittauksissa ei todettu yhdenkään paalun olleen vaurioitunut. Kaikki paalut myös olivat tarpeeksi kantavia mitaustulosten perusteella.

Urakan loppuksi urakoitsija toimitti luovutuskansion, johon oli kerätty mitaustuloksia, tarkastusasiakirjoja, itselleluovutukset, huolto-oppaat ja paalutuspyytäkirjat sekä muuta tarpeellista aineistoa. Loppuksi urakasta pidettiin taloudellinen loppuselvytys.

5.5 Loppupäätelmät

Urakan kokonaiskustannukset nousivat noin 20 %:a verraten alkuperäiseen kustannusarvioon. Kustannusnousun merkittävimmät syyt olivat lohcareiden aiheuttamat ongelmat lyöntipaaluutuksessa, ennakoinnattomat lisäkustannukset kaluston kulumisesta johtuen ja tarjousvaiheen suunnitelmapuutteet. Nämä kaikki liittyivät paalutukseen, vaikka pohjarakentamisen aikana tehtiin muitakin työvaiheita. Paalutus osoittautuikin tässä hankkeessa valvonnallisesti ja tuotannollisesti ongelmallisimmaksi työvaiheeksi.

Urakan laadullinen ja ajallinen valvonta sujuivat hyvin. Laatu saatiin pidettyä vaatimusten mukaisina ja kaikki tarvittavat laatudokumentit saatiin laadittua. Urakan valmistuminen myöhästyi hieman aikataulusta, mutta sillä ei lopulta ollut vaikutusta seuraavan työvaiheen valmistumiseen. Pohjarakennusurakan aikana ei tapahtunut myöskään työtapaturmia. Urakan ja etenkin sen valvonnan onnistumista edesauttoi se, että maarakennuksen valvonnasta päävastuullinen henkilö on saanut maarakentamisen koulutusta.

5.5.1 Paalutusongelmat

Suurin yksittäinen syy kustannusten kasvamiseen oli maaperässä ollut betoni- ja metallijäte sekä lohcareet. Lisäkustannukset johtuivat osin siitä, että osa lyöntipaaluista jouduttiin vaihtamaan porapaaluiksi. Lisäkustannuksia aiheutui myös vääntyneiden paalujen korvaamisella uusilla ja paalulaatan rakentamisesta. Suunnittelu- ja hankintavaiheessa kuitenkin varauduttiin edellä mainittuihin ongelmiin siinä vaiheessa, kun suurin osa paaluista päätettiin toteuttaa lyöntipaaluin. Näin ollen myös lisäkustannuksiin oltiin osattu varautua.

Valvonnan osuus korostui nopealla reagoinnilla paalutusongelmiin korvaavien suunnitelmien saamiseksi. Sen takia merkittävää aikatauluviivettä ei päässyt syntymään. Valvonnan tehtävänä oli varmistaa, että rakennesuunnittelija saa pohjarakennusurakoitsijalta tarkemmittaustulokset mahdollisimman nopeasti. Näin myös korvaavat suunnitelmat pystyttiin saamaan mahdollisimman nopeasti.

Erillisen pohjarakentamisen valvontasuunnitelman puuttuessa ongelman reagoitiin kokemuksen tuomalla tiedolla. Hankkeen valvonnan ja pohjarakentamisessa olleiden ongelmien tutkimisella ei ilmennyt, että valvontasuunnitelma olisi muuttanut lopputulosta.

5.5.2 Kaluston kulumisesta aiheutuneet kustannukset

Tutkimuksen kannalta eräs mielenkiintoinen kohde on hajonneen poranterän ja kuluneiden suojaputkien aiheuttamat lisäkustannukset. Poranterä hajosi, kun porapaalua yritettiin porata maahan tontin pohjoisosassa. Pohjoisosassa oli täyttöön käytettyjen lohkareiden lisäksi myös vuosikymmenien takaisia metallijätteitä, joiden määrä selvisi vasta rakennustöiden yhteydessä. Urakoitsija ilmoitti poranterien hajoamisen syyksi juuri metallijätteen. Porauksen suojaputket puolestaan kuuluivat normaalikäytön takia urakoitsijan mukaan käyttökelvottomiksi.



Kuva 7. Kuvassa näkyy metallijätteen takia hajonnut porapaalukoneen poranterän kruunu [9].

Hankinta- ja valvontaorganisaatiolla ei ollut mainittavaa aiempaa kokemusta tämän kaltaisesta ongelmasta pohjarakentamisvaiheessa. Tämän takia tilannetta ei pystytty ennakkoimaan hankintavaiheessa. Urakoitsijan esittämien kustannusten suuruus ja määräytymisperusteet tulivat uusina asioina valvonnalle edellä mainituista syistä. Ongelmia koitui myös siitä, että valvonta ja urakoitsija eivät päässeet yksimielisyyteen kulumiseen liittyvistä määritelmistä. Valvonnalla ja urakoitsijalla oli erilaiset näkemykset siitä, että oliko kalusto kulunut käyttö- tai korjauskelvottomaksi. Urakoitsijalla oli kuitenkin tilanteessa kokemuksena takia etulyöntiasema. Valvonta päätyi hyväksymään urakoitsijan kustannusesitykset, koska se ei pystynyt esittämään urakoitsijalle kaluston olevan käyttö- tai korjauskelpoista.

Kaluston kulumista on yleensä vaikea ennakoida määrällisesti. Siihen on kuitenkin hyvä varautua sopimusvaiheessa, jotta sille saadaan yhteisesti sovitut reunaehdot ja hinnat. Esimerkkihankkeessa saatiin kokemusta, jota voidaan hyödyntää yrityksen seuraavissa kohteissa, joissa on syytä varautua porapaalutuksen käyttöön. Haasteena on kokemuksen siirtäminen muulle yrityksen henkilöstölle. Kaluston kulumiseen varautumisen lisääminen valvontasuunnitelmaan voisi olla yksi keino siirtää kokemusta eteenpäin. Edellisten hankkeiden täytettyjä valvontasuunnitelmia pyritään nimittäin käyttämään apuna seuraavien hankkeiden pohjarakentamisen hankintavaiheessa.

5.5.3 Suunnitelmapuutteet

Urakoitsija toi esille rakennustyön alettua, että suunnitelmista puuttuu tarkka maininta paaluhattujen tarpeesta. Urakoitsijan mukaan suunnitelmapuute on ollut olemassa jo sopimusvaiheessa, eivätkä paaluhattut täten sisälly urakkahintaan. Paalut päädyttiin toteuttamaan ilman paaluhattuja tekemällä suunnitelmamuutoksia anturoihin. Muutoksista koi-
tui lisäkustannuksia tilaajalle, joiden osuus kaikista lisäkustannuksista oli noin 7 %.

YSE 98:n mukaan tilaajan on tarjottava urakoitsijalle toteutuskelpoiset suunnitelmat. Tässä tapauksessa on vaikeata todeta, että olivatko paaluhattut selkeästi esitettyinä suunnitelmissa. Paaluhattut oli piirretty rakennesuunnittelijan laatimiin anturoiden rakenneleikkauspiirustuksiin ilman mittoja, mutta niitä ei ollut merkittynä paaluluetteloon. Paaluluettelo on määräluetteloon verrattava suunnitelma ja siten se on määräävä urakkaan liittyvien töiden osalta. Suunnitelmapuute oli vaikeasti havaittavissa, koska se oli suhteellisen pieni virhe. On kuitenkin mahdollista, että todennäköisyys puutteen havaitsemiseksi olisi kasvanut, jos suunnitelmat olisi tarkastanut useampi taho ennen sopimusvaihetta.

Pohjarakennustöiden hankintavaiheessa on siis kannattavaa ottaa työmaan valvonta mukaan suunnitelmien tarkastamiseen. Silloin valvonnasta tulee kattavampaa ja siinä on enemmän henkilöstön kokemusta mukana. Näin kasvatetaan mahdollisuutta välttää esimerkkihankkeen kaltaisilta virheiltä.

5.6 Valvonnan kehittäminen

Tutkimusten tuloksesta voidaan päätellä, että yrityksen valvojien on erittäin tarpeellista pysytäkseen pohjatutkimusten tuloksia. Pohjasuunnittelun ja pohjatutkimusten tulokset voivat vaikuttaa ratkaisevasti sopimusvaiheen päätöksiin paalutuksen osalta. Valvonnan on myös muun muassa pystyttävä tarkastamaan pohjatutkimustulosten perusteella laaditut rakennesuunnitelmat ristiriitojen varalta.

Pohjarakentamisen valvontaa voidaan myös tehostaa hyvällä valvonnan suunnittelulla. Suunnittelun tarkoituksena on ennakoida mahdollisia ongelmia. Tämän takia valvojan tulee aina laatia valvontasuunnitelma ennen kuin valvontatyö aloitetaan.

Yrityksessä on tarpeellista kartoittaa henkilöstön pohjasuunnittelun ymmärtämistä ja pohjatutkimusraporttien tulkitsemisen osaamista. Osa henkilöstöstä saattaa hallita kyseiset asiat paremmin kuin toiset. Tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että henkilöstön kokemus on erittäin tärkeätä valvonnan onnistumisen kannalta. Tämän takia henkilöstön osaamista kartoittaessa tulisi selvittää kokemus pohjarakentamisen valvonnasta. Kartoituksen perusteella vähemmän kokemusta omaavat henkilöt tulisi sijoittaa kohteissa siten, että he pääsevät valvomaan yhdessä kokeneempien valvojien kanssa kohteen pohjarakennusurakkaa.

6 Lisäselvitys paalumäärien sitomisesta sopimusvaiheessa

Insinööriyötä varten tehdyn tutkimuksen aikana ilmeni tarve tehdä selvitys paalujen pituuden sitomisessa arvioituihin paalupituuksiin sopimusvaiheessa. Työn tilannut yritys pyysi asiasta lisäselvitystä. Tutkimus päätettiin lisätä tähän insinööriyöhön, koska sen tuloksilla voidaan mahdollisesti saada uusia ideoita valvonnan kehittämiseksi. Selvitys suoritetaan tutkimalla esimerkkihankkeen teräsbetonipaalutusta. Teräspaalut jätettiin selvityksen ulkopuolelle tutkimustyön ja raportoinnin selventämiseksi. Tuloksen ei kuitenkaan odoteta muuttuvan merkittävästi.

Selvityksessä on tarkoitus pohtia, että mitä vaihtoehtoisia menetelmiä paalumäärien sitomiselle rakennesuunnittelijan paaluluetteloon voisi olla. Samalla pohditaan, että voisiko määrät jättää kokonaan sitomatta mihinkään. Tavoitteena on saada selville, että

olisiko esimerkiksi esimerkkihankkeessa voitu käyttää jotakin muuta menetelmää, jolla olisi voitu saada aikaan kustannussäästöjä.

6.1 Pohjasuunnittelijan raportti

Hankkeen pohjatutkimukset suoritti pohjasuunnitteluun erikostunut yritys. Tutkimusten jälkeen suunnittelija luovutti tilaajalle pohjatutkimusraportin ja pohjarakennusohjeen. Raporteissa esitettiin muun muassa tutkimusalueen maaperän ominaisuudet. Niiden perusteella pohjasuunnittelija määrittä perustustavaksi paaluperustuksen.

Pohjatutkimusraportin mukaan kairauksissa löydettiin tiivis maakerrostuma keskimäärin korossa -23–28 m nollatasosta. Osa kairauksista päättyi huomattavasti matalammalle, joten niiden pääteltiin osuneen lohkaraisiin. Pohjasuunnittelija merkitsi kairausdiagrammeihin arvionsa kantavan pohjan korkeusasemasta. Korkeusasema annettiin jokaisen kairaustuloksen osalta erikseen, eli se vaihteli. Tämän tiedon perusteella rakennesuunnittelija teki yhden keskimääräisen arvion kantavan pohjan korkeusasemasta paalutusalueella.

6.2 Rakennesuunnittelijan suunnitelmat

Rakennesuunnittelija suunnitteli rakennuksen anturan korkoon +0,80–1,30 m riippuen anturan syvyydestä. Anturan alle tulevien paalujen katkaisutaso suunniteltiin anturan alapinnan mukaan korkoon +1,50–1,80 m. Hankkeeseen liittyvän pihavaraston perustus suunniteltiin tasoon +0,70 m. Paalujen katkaisutaso oli puolestaan +0,80 m.

Pohjatutkimuksien perusteella rakennesuunnittelija arvioi teräsbetonipaalujen alapinnan tasoksi -27 m. Näin rakennesuunnittelijan arvion mukaan suunnitelmissa ilmoitettiin paalujen pituuksiksi asuinrakennuksessa 28,50–28,80 metriä ja pihavarastossa 27,80 metriä. Suunnitelmien mukaan teräsbetonipaalujen yhteenlaskettu pituus oli 4918 juoksumetriä. Paalujen yhteismäärä oli 172 kappaletta. Nämä pituudet ja kappalemäärät ilmoitettiin rakennesuunnittelijan paaluluettelossa muun mukana olleen tiedon lisäksi.

6.3 Lopputulos toteutuneiden määrien suhteen

Paalutuksen jälkeen paalujen yhteispituudeksi laskettiin paalupöytäkirjojen perusteella 4773 juoksumetriä. Juoksumetrimäärästä on vähennetty suunnitelmapäivityksissä lisätyt lisäpaalut. Vähennys on tehty, koska tässä on tarkoitus tarkastella vain sopimusvaiheessa mukana olleiden teräsbetonipaalujen pituusmuutosta.

Pohjarakentamisurakan sopimusehtoina käytettiin YSE 98:aa sopimusasiakirjassa esitetyin poikkeuksin. Urakan hinnaksi sovittiin kiinteä urakkasumma. Suoritusvelvollisuuden nimikkeistöksi sovittiin Talo 2000 -nimikkeistö. Paalumäärästä sovittiin erikseen sopimuksessa, että paalumäärät sidotaan paaluluetteloissa esitettyihin kokonaismääriin juoksumetreinä ja kappaleina. Jos paalumäärä muuttuu sopimusasiakirjoissa olevasta, niin urakkahintaa tarkastetaan. Kirjauksella tarkoitetaan suunnitelmamuutoksia tai toteutuneen juoksumetrimäärän poikkeamista sopimussuunnitelmissa ilmoitetusta 4918 metristä.

Paalutuspöytäkirjoista selvisi, että tiivis maakerros oli tavoitettu järjestelmällisesti hieman ylemmältä tasolta, kuin rakennesuunnittelija oli arvioinut. Toteutunut paalumäärä oli 145 juoksumetriä vähemmän, kuin sopimusasiakirjoissa esitetty paalumäärä.

Teräsbetonipaalutuksen hinta tarkastettiin urakkasopimuksen mukaisesti. Urakoitsija oli antanut tarjouksessaan yksikköhinnan teräsbetonipaalujen määrämuutokselle Talo 2000 -nimikkeistön mukaisesti €/jm. Urakoitsijalta vaadittiin annetulla hinnalla hyvitystä sopimukseen sidotun paalumäärän alittamisesta. Urakoitsija puolestaan esitti tilaajalle vaateen paalujen ylijääneiden ja pois katkaistujen osien juoksumetreistä. Erimielisyys selvitettiin Talo 2000 -nimikkeistön perusteella. Nimikkeistön mukaan paalumetreiksi lasketaan vain paalun kärjen yläpinnan ja anturan alapinnan välinen juoksumetrimatka. Näin ollen tilaaja sai siis urakoitsijalta hyvityksen paalumäärän alittamisesta.

6.4 Päätelmät urakan lopputuloksesta

Tässä urakassa paalujen pituus sidottiin rakennesuunnittelijan tekemään arvioon paalujen toteutuvasta kokonaispituudesta. Pohjatutkimusraporttia tutkimalla rakennesuunnittelijan arvioima paalupituus oli ennakoitavissa toteutuvaksi melko tarkasti. Tätä puoltaa

se, että pohjatutkimukset olivat riittävän kattavia kantavan pohjan syvyyden arvioimiseksi. Kairauskokeissa kantava pohja löydettiin tasaisesti jakautuneena -23...-28 metrin tasosta, jolloin paalun keskipituudeksi saatiin noin 27...28 metriä. Sopimusvaiheessa voitiin pitää melko luotettavana, että kantavan kerroksen syvyyden pienestä vaihtelusta huolimatta paalujen kokonaispituus tulee toteutumaan arvion mukaan.

Tämän urakan perusteella voidaan yleistää, että aina kun perustustavaksi valitaan paaluperustus, niin pohjatutkimusten tulee olla erittäin kattavia. Kattavat pohjatutkimukset helpottavat urakan kustannusarviossa hankintavaiheessa. Myös urakoitsijat vaativat luotettavia tietoja maaperästä, koska he joutuvat usein tilaamaan paalut tehtaalta hyvissä ajoin ennen paalutuksen aloittamista.

6.5 Vaihtoehtoiset menetelmät

Kokonaishintaisessa urakassa paalutustyöt pitää yleensä sitoa joihinkin ennakoituihin määriin, koska muuten urakoitsija ottaa suuren taloudellisen riskin. Jos määrät kasvavat ennakoidusta, niin urakoitsija joutuu maksamaan itse lisäkustannukset saamatta tilaajalta lisää rahaa. Urakoitsijaehdokkaat lisäävät riskin tarjoukseensa, joka näkyy korkeina tarjoushintoina. Tämän takia tilaajalle on kannattavaa sitoa paalutusurakka johonkin ennakkotietoon, jonka ei välttämättä tarvitse olla tarjouksen pyytäjän ennakoima määrä.

Paalujen määrää ei ole pakko sitoa juuri rakennesuunnittelijan tekemään arvioon kokonaispaalupituudesta. Muita ennakkotietoja, johon paalupituus sidotaan voivat olla esimerkiksi:

- Pohjasuunnittelijalta pyydetyn paalutuksen tavoitesyvyyden perusteella laskettu kokonaispaalupituus, joka lasketaan valvonnan toimesta.
- Paalujen kokonaiskappalemäärä rakennesuunnitelmissa.
- Pohjasuunnittelijan antama tavoitesyvyys ja / tai pohjatutkimusraportti, joiden avulla urakoitsijat itse arvioivat menekit.
- Koepaalutuksen perusteella laskettu kokonaispaalupituus.
- Urakoitsijan tekemään menekkiarvioon.

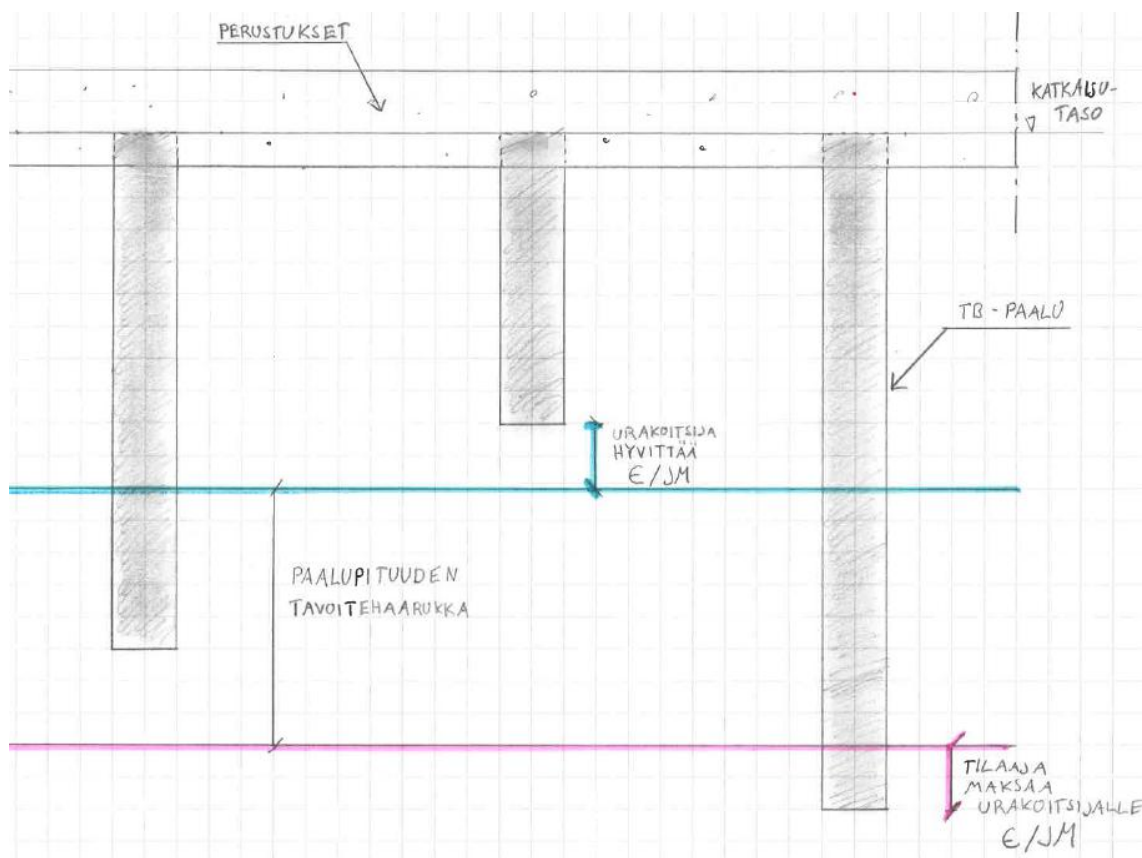
Valittava ennakkotieto, johon paalumäärät sidotaan, kannattaa päättää kohdekohtaisesti. Jokaisella tavalla voi olla omat hyvät ja huonot puolensa. Pääasiassa valinta tehdään pohjatutkimusten perusteella. Eri menetelmien käytön kannattavuus on usein sidoksissa pohjaolosuhteisiin ja pohjatutkimuksen kattavuuteen. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan selvitetä edellä lueteltujen mallien sopivuutta eri tilanteissa. Tarkoituksena on esitellä yksi vaihtoehtoinen malli ja selvittää sen vahvuudet.

6.6 Ehdotettava malli

Tutkimisen perusteella yhtenä vaihtoehtoisena tapana voisi olla paalumäärien sitominen tavoitepituushaarukkaan paaluittain. Tämä malli sopisi vain kohteissa, joissa kantavan pohjan syvyyden vaihtelevan maltillisesti. Pohjatutkimusten täytyy myös olla kattavia, jotta kantavan pohjan syvyydestä voidaan olla erittäin varmoja. Tällainen kohde on esimerkiksi tässä työssä käytetty esimerkkihanke.

Mallissa pohjasuunnittelijalta pyydetäisiin lausuntoa paalujen tavoitesyvyydestä. Tavoitesyvyys on yleensä jossakin matalimmalta ja syvimmältä löydettyjen kantavien pohjien välissä. Se on kuitenkin varmuuden vuoksi yleensä lähempänä syvimmältä löydettyjä kantavia pohjia. Tällaiseen syvyyteen rakennesuunnittelijakin päätyi esimerkkihankkeessa.

Kaikki paalut arvioidaan samalle paalun tavoitepituushaarukalle. Pituushaarukka muodostettaisiin syvimmältä löytyneiden kantavan pohjan syvyyden mukaan. Siitä lasketaan paalun arvioitu maksimipituus. Tavoitepituuden alaraja valitaan myös pohjatutkimusten perusteella, mutta se valitaan kantavan pohjan matalimman tason mukaan. Tilanne on havainnollistettu karrikoituna liitteessä 1. Paalujen pituuden sitominen tavoitepituushaarukkaan tarkoittaisi sitä, että pituudeltaan haarukan sisällä olevat paalut kuuluisivat urakkaan. Jos paalun pituus ylittää ylärajan, niin tilaaja maksaa toteutuneet lisäkustannukset. Jos se puolestaan alittaa alarajan, niin urakoitsija korvaa tilaajalle hyvityksen.



Kuva 8. Kuvassa on paalupituushaarukka esitettyä karrikoidusti.

Urakoitsijat joutuvat aina hinnoittelemaan paalutuksen pisimmän toteutuvan paalun arvon mukaan. Tämä johtuu siitä, että määrällisesti pienissä paalutuskohteissa urakoitsijat pyrkivät tilaamaan paalut tehtaalta yhdellä paalupituudella, jolloin sen kannattaa arvioida paalupituus juuri pisimmän paalun mukaan. Näin urakoitsija välttyy hankalien ja aikaa vievien paalujatkosten tekemiseltä. Tämän lisäksi osaava urakoitsija lisää tarjouksen hintaan arvionsa paalupituuksien alittamisesta, jos paalut on sidottu yhteen paalupituuteen. Tämän lisäksi urakoitsija joutuu lisäämään arvioimaansa hyvitysten määrään riskin, koska hyvitykset saattavat kasvaa odotettua suuremmiksi. Mallin idea on siinä, että urakoitsija saattaa vähentää hinnoittelustaan tämän riskin.

6.7 Ehdotettavan mallin hyödyt

Päätelyn perusteella tästä mallista voisi olla tilaajalle hyötyä taloudellisesti. Tarjouspyyntövaiheessa urakoitsijalle annetaan pohjatutkimusraportti ja tälle ilmoitetaan paalupituuden tavoitehaarukka. Paalupituuden alarajan tarkoituksena on poistaa urakoitsijan

hinnasta ainakin osittain urakoitsijan arvioima riski paalupituuksien alittamisesta koituvista hyvityksistä. Pisimmän arvioidun paalun mukaan asetettu paalupituuden yläraja puolestaan vähentää tilaajan riskiä kalliiden paalujatkosten kustantamisesta.

7 Yhteenveto

Tilaajan toivoman ja tarvitseman lopputuloksen saavuttamiseksi rakennushankkeissa on projektinjohtotuottajan suorittama valvonta ensiarvoisen tärkeätä ja myös suurelta osin välttämätöntä. Sen takia sen kehittämiseksi on aina olemassa peruste.

Valvonnan tutkimisen perusteella voidaan päätellä, että henkilöstön kokemus on erittäin tärkeää valvonnan onnistumisen kannalta. Yrityksen valvontaa suorittavan henkilöstön kokemus pohjarakentamisen valvonnan suhteen onkin syytä kartoittaa. Kartoittamisen perusteella vähemmän osa-alalta kokemusta saanut henkilökunta voidaan sijoittaa valvomaan pohjarakentamisvaiheita. Näin kokemusta saadaan kartutettua.

Tutkimuksen perusteella voidaan myös todeta, että valvojan huolellinen valmistautuminen valvottavaa urakkaa varten on erittäin oleellista ongelmien välttämiseksi. Yksi hyväksi todettu tapa on valvontasuunnitelman laatiminen ennen urakan valvonnan aloittamista. Valvontasuunnitelmaa laatiessaan valvojan tulee käydä läpi urakkaa koskevat keskeiset tiedot, kuten suunnitelmat ja kaupalliset asiakirjat. Samalla tulee käydä läpi valvontamenetelmät, kuten tarkastukset jotka on tarkoitus suorittaa. Suunnitelmaan myös kirjataan kohde- ja urakkakohtaiset haastavat työvaiheet ja niihin varautuminen.

Tämän opinnäytetyön yhtenä päämääränä onkin tuottaa valmis pohja talon pohjarakentamisen valvontasuunnitelmalle, joka olisi hyödynnettävissä mahdollisimman monessa kohteessa. Valmis pohja nopeuttaa ja helpottaa valvojan työtä, kun valvontasuunnitelmaa laaditaan. Sen avulla valvojan tulee käytyä läpi sellaiset esitiedot urakkaan liittyen, jotka saattaisivat muuten esimerkiksi unohtua inhimillisenä virheenä. Pohjan luomisen apuna käytetään tässä opinnäytetyössä tutkittuja asioita liittyen projektinjohtopalvelumalliin, talon pohjarakentamisen yleisiin ratkaisuihin ja työmaamenetelmiin sekä rakentamisen valvontaan yrityksessä yleensä. Apuna käytetään myös esimerkkiurakasta saatuja tietoja.

Valmis valvontasuunnitelmapohja toimii Haahtela-rakennuttaminen Oy:n valvojien apuvälineinä työmailla heidän suorittaessaan talon pohjarakentamisen valvontaa. Siihen kootaan yleisiä ohjeita liittyen talon pohjarakentamisen valvontaan sekä muisti- ja tarkastuslistat asioista, jotka tulee tarkastaa ennen töiden alkua, niiden aikana tai niiden jälkeen. Valvontasuunnitelman pohja räätälöidään yrityksen tarpeiden mukaiseksi ja sitä mahdollisesti kehitetään käytön tuoman kokemuksen kautta. Valvontasuunnitelmaa ei liitetä tämän opinnäytetyön liitteeksi, koska siitä tulee yrityksen omaisuutta ja se on tarkoitettu vain Haahtela-yhtiöiden käyttöön.

Lähteet

- 1 RT 16–10660 YSE 1998 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. Rakennustieto Oy
- 2 Kiiras, Juhani & Palojärvi, Lauri & Göös, Tuomo & Keinänen, Jyrki & Lehtiranta, Liisa & Honkaniemi, Henrik & Järvinen, Lauri & Savolainen, Toni-Matti & Sivunen, Matti. 2011. Projektijohtohankkeen riskienhallinnan kehittäminen. Tampere. Rakennustieto Oy
- 3 Haahtela-yhtiöiden kotisivu. 2013. Verkkodokumentti. Luettu 8.1.2014. <<https://www.haahtela.fi/fi/projektinjohto>>
- 4 Jääskeläinen, Raimo. 2003. Pohjarakennuksen perusteet. Tampere. Tammer-teknikka
- 5 B3 Suomen rakentamismääräyskokoelma Pohjarakenteet Määräykset ja ohjeet 2004. Internet dokumentti. <www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>
- 6 Peltonen, Tommi & Kiiras, Juhani. 1998. Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa. Rakennustieto Oy
- 7 Maankäyttö- ja rakennuslaki
- 8 Koski, Hannu. 1992. Talonrakentamisen työmaateknikka. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- 9 Haahtela-rakennuttaminen Oy. Projektipankki
- 10 2013. Rakennustöiden laatu 2014. Tampere. Rakennustieto Oy
- 11 Liikenneviraston kotisivut. Internet julkaisu. Luettu 30.1.2014. www2.liikennevirasto.fi/fi/julkaisut/pdf3/flo_2011-06_siirtyma_ja_huokospainemittausten_web.pdf
- 12 Lindholm, Mika & Junnonen, Juha-Matti. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Tampere. Suomen Rakennusmedia Oy
- 13 A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus 2006. Internet dokumentti. <finlex.fi/data/normit/28238-A1su2006.pdf>
- 14 Ympäristöministeriön kotisivut. 2013. Verkkodokumentti. Luettu 29.1.2014. <http://www.ymparisto.fi/FI-Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/CEmerkinta>

- 15 Kankainen, Jouko & Sandvik, Tom. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. Saarijärvi. Rakennustieto Oy
- 16 RT 16-11122 Maa- ja vesirakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2013. Rakennustieto Oy
- 17 Rakennustiedon kotisivut. Verkkodokumentti. Luettu 20.3.2014.
<<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/.../RK010702.pdf>>

