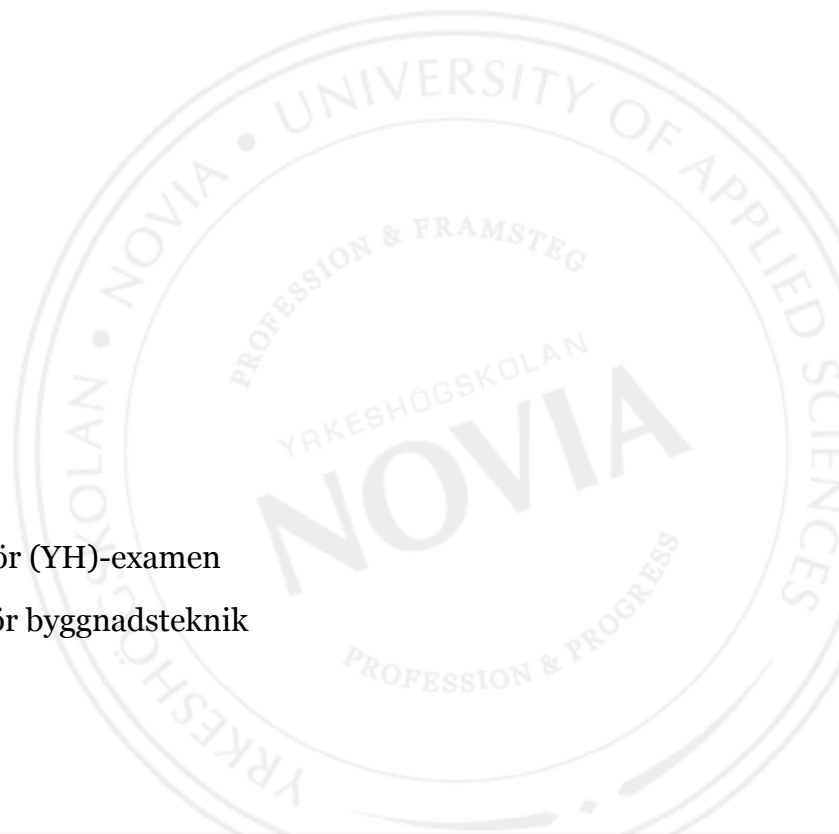




# Hallittu maarakennus pientalokohteessa

Rafael Lindberg

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Raaseborg 2012



# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rafael Lindberg

Koulutusohjelma: Byggnadsteknik Raaseborg

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Projektering

Ohjaajat: Jani Tuominen, Towe Andersson

Nimike: Hallittu maarakennus pientalokohteessa

---

Päivämäärä 21.03.2012

Sivumäärä 43

Liitteet 0

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö pyrkii kartoittamaan yleisimmät ongelmakohdat pientalokohteen maarakennusurakan eri työvaiheissa sekä tarkastelee vuorovaikutusta urakoitsijoiden välillä. Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Rakennus Oy Asuintalot Uusimaa.

Pientalokohteen maarakennusurakan työvaiheiden kuvailu perustuu Rakennustieto ry:n sekä Infra ry:n julkaisuihin sekä osaksi myös omaan kokemukseen maanrakennusalalta. Maarakennusurakan ongelmakohtien kartoittaminen sekä rakennus- ja maanrakennusurakoitsijan vuorovaikutuksen tarkastelu pohjautuu molempien urakoitsijoiden vastaavien johtajien haastatteluihin.

Ongelmakohdat maarakennusurakassa aiheuttavat viivästyksiä aikatauluihin sekä lisäkustannuksia alkuperäiseen maarakennusurakkahintaan. Nämä ongelmat johtuvat yleensä suunnitelmien sekä aikataulujen puutteellisuudesta tai virheistä. Eri urakoitsijoiden työnjohtajien ammattitaito, kokemus sekä yhteistyökyky ovat tärkeässä roolissa töiden onnistumisen kannalta.

---

Kieli: Suomi

Avainsanat: maanrakennus, vuorovaikutus

---

## **EXAMENSARBETE**

Författare: Rafael Lindberg

Utbildningsprogram: Byggnadsteknik Raaseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Projektering

Handledare: Jani Tuominen, Towe Andersson

Titel: Styrd jordbyggnad vid småhusprojekt

---

Datum: 21.03.2012

Sidantal: 43

Bilagor: 0

---

### **Sammanfattning**

Examensarbetet strävar efter att kartlägga de vanligaste problemen under de olika skedena av en jordbyggnadsentreprenad för ett småhusprojekt samt att betrakta växelverkan mellan de olika entreprenörerna. Beställare till arbetet är YIT Rakennus Oy Asuintalot Uusimaa.

Beskrivningen av småhusprojektets jordbyggnadsentreprenads arbetsskeden grundar sig på publikationer av Rakennustieto rf. samt Infra rf. utökad med egen erfarenhet från jordbyggnadsbranschen. Jordbyggnadsentreprenadens problem och växelverkans betraktande mellan bygg- samt jordbyggnadsentreprenören kartlades genom intervjuer med ansvariga arbetsledare från de båda entreprenörerna.

Problemen i jordbyggnadsentreprenaden orsakar förseningar i tidtabeller och tilläggskostnader till det ursprungliga entreprenadpriset. Dessa problem beror vanligtvis på brister eller fel i uppgjorda planer samt tidtabeller. Yrkeskunskap, erfarenhet samt samarbetsförmåga hos arbetsledarna är viktig för att arbetet skall lyckas.

---

Språk: Finska

Nyckelord: jordbyggnad, växelverkan

---

## **BACHELOR`S THESIS**

Author: Rafael Lindberg

Degree Programme: Construction Engineering

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Jani Tuominen, Towe Andersson

Title: Controlled excavation work in a small house building project

---

Date: 21 March 2012

Number of pages: 43

Appendices: 0

---

### **Summary**

This thesis seeks to identify the most common problems in the different stages of excavation work for a small house building project and to examine the interaction between contractors. The thesis was commissioned by YIT Construction Ltd.

The description of the different stages of the excavation work is based on publications by the Building Information Association and the Infrastructure Association and also to some degree based on my own experiences from the sector. The identification of the problems associated with the different stages of excavation work and the examination of the interaction between the contractors are based upon interviews of the supervisors working for the contractors.

The problems in the different stages of the excavation work cause delays in the schedule and additional costs to the original contract price. These problems are usually caused by lacking or faulty timetables or plans. The professional skills, experience and co-operational skills of the contractor's supervisors or foremen play an vital role for the work to be done.

---

Language: Finnish

Key words: excavation work, interaction

---

# Sisällysluettelo

1	Työn kuvaus ja tavoitteet.....	1
2	Maanrakennuksen työvaiheet.....	2
2.1	Raivaus ja purku .....	2
2.1.1	Puuston kaato sekä hävitys .....	3
2.1.2	Säilytettävän puuston sekä kasvillisuuden suojaus.....	3
2.1.3	Kantojen kaivu sekä hävitys.....	3
2.1.4	Pintamaan kaivu sekä hävitys .....	4
2.1.5	Olemassa olevien rakenteiden purku- sekä siirtotyöt .....	4
2.2	Perustaminen.....	5
2.2.1	Maankaivu .....	5
2.2.2	Salaoja .....	6
2.2.3	Pohjatyöt.....	8
2.3	Työmaatiet, varastokentät sekä nosturipetit.....	9
2.4	Sokkelin sisäpuoliset sekä ulkopuoliset täytöt.....	9
2.4.1	Sähkö- sekä lämpövarausten asennus.....	10
2.4.2	Sokkelin ulkopuolinen vierustäyttö .....	10
2.4.3	Alapohjan alle tulevien viemäriarainoiden teko.....	12
2.4.4	Alapohjan täyttötyö kapilaarikatkopintaan asti.....	12
2.4.5	Kapilaarikatkerros sekä raadontuuletusputket .....	14
2.5	Ulkopuoliset viemäri- ja vesityöt sekä lämpö- ja sähkötyöt.....	15
2.5.1	Sade- sekä Jätevesiviemäröinti.....	16
2.5.2	Lämpökanaalit .....	22
2.5.3	Aluekaapelit / Maakaapelit.....	24
2.6	Profilointi.....	24
2.6.1	Viheralueet.....	25
2.6.2	Päällystettävät alueet.....	25
3	Haastattelut .....	26
3.1	Rakennusurakoitsijat.....	26
3.1.1	Mika Helenius (YIT Rakennus OY).....	26
3.1.2	Heikki Romppanen (YIT Rakennus OY).....	30
3.1.3	Ari Aalto (NCC Rakennus OY) .....	32
3.2	Maanrakennusurakoitsijat.....	35
3.2.1	Jonas Lindberg (Ingvald Lindberg OY).....	35
3.2.2	Jens Lustedt (Koneyhtymä Engman OY).....	37
3.3	Haastattelujen yhteenveto.....	40

4	Johtopäätökset.....	42
5	Yhteenveto ruotsiksi / Svenskt sammandrag.....	44

# 1 Työn kuvaus ja tavoitteet

Maarakennus on yksi suurista kustannuksista rakennustyömaan kokonaisuudessa. Jotta rakennustyöt saadaan suoritettua työmaan yleisaikataulun mukaisesti, on hyvin tärkeää, että maarakennustyöt on hyvin suunniteltu sekä että aikataulut on hyvin laadittu yhteistyössä rakennusurakoitsijan kanssa. Jos yhteistyö rakennusurakoitsijan sekä maarakennusurakoitsijan välillä ei toimi, johtaa tämä vääjäämättä lisäkustannuksiin sekä aikataulujen myöhästymisiin molemmilla osapuolilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella maarakennusurakoitsijan sekä rakennusurakoitsijan vuorovaikutusta sekä selvittää yleisimmät ongelmakohdat pientalokohteen maarakennustöissä. Työn toimeksiantaja on YIT Rakennus Uusimaa joka on esittänyt halun parantaa rakennusurakoitsijan sekä maarakennusurakoitsijan yhteistyötä.

Tässä työssä käyn läpi maarakennuksen eri työvaiheita sekä yritän selvittää niissä esiintyvät yleisimmät ongelmakohdat. Maarakennustöiden ongelmina tarkoitan niitä virheitä tai toimenpiteitä, jotka aiheuttavat myöhästymisiä aikataulussa sekä lisäkustannuksia alkupe-  
räiseen urakkahintaan. Maarakennuksen urakointimuotona tässä työssä on maarakennuksen kokonaisurakka, mikä käsittää kaikki YIT Rakennus Oy:n perus maarakennusurakkasopimuksen työt.

Maarakennuksen työvaiheiden kuvailu perustuu Rakennustieto ry:n eri julkaisuihin sekä Infra ry:n julkaisuihin. Maarakennusvaiheiden ongelmakohtien löytämisessä ja tarkastelussa käytän apuna tekemiäni haastatteluja, joissa olen haastatellut rakennus- ja maarakennusurakoitsijoiden vastaavia työnjohtajia.

Osaksi käytän tässä opinnäytetyössä myös omaa kokemustani maarakennusalalta hyödyksi. Oma taustani on perheyrityksessä, joka toimii maansiirto- sekä maarakennusalalla ja jonka

parissa olen työskennellyt viimeiset kymmenen vuotta eri työtehtävissä, nykyinen työtehtäväni on maarakennuksen työnjohto.

## **2 Maarakennuksen työvaiheet**

Tässä luvussa esitetään maarakennuksen työvaiheet, jotka suoritetaan maarakennusurakan aikana keskivertopientalokohteessa. Tässä työssä työvaiheen suorittaja on maarakennusurakoitsija, ellei tekstissä viitata toiseen urakoitsijaan.

Tässä opinnäytetyössä esitetty työjärjestys ei noudata täysin työvaiheiden todellista järjestystä, koska monet työvaiheet ovat kokonaan tai osittain käynnissä samaan aikaan toisten työvaiheiden kanssa.

### **2.1 Raivaus ja purku**

Tämä työvaihe sisältää:

- puuston kaadon sekä hävityksen
- säilytettävän puuston sekä kasvillisuuden suojauksen
- kantojen kaivun sekä hävityksen
- pintamaan kaivun sekä hävityksen
- olemassa olevien rakenteiden purun tai siirtämisen

Ennen työvaiheeseen ryhtymistä tutustutaan suunnitelma-asiakirjoihin sekä pidetään puus-tokatselmus rakennusurakoitsijan edustajan kanssa sekä kaikki muut tarvittavat katselmukset kuten sähköjohto-, puhelinjohto- sekä viemärikatselmukset/näytöt.



### **2.1.1 Puuston kaato sekä hävitys**

Puustokatselmuksessa määritetään säilytettävät puut sekä luonnontilassa säilytettävät alueet. Hyötypuu, eli noin 1,3 m:n korkeudella yli 80 mm halkaisijalla olevaa puuta, korjataan talteen ja pinotaan maanomistajan, -haltijan tai metsäkoneurakoitsijan kanssa sovittuun paikkaan poiskuljetusta varten. Jätepuu, eli noin 1,3 m:n korkeudella alle 80 mm halkaisijalla olevaa puuta, haketetaan tai kuljetetaan pois sellaisenaan. (Rakennustietosäätiö RTS. *Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1 Väylät ja alueet.* (InfraRyl) 2010, s.30)

### **2.1.2 Säilytettävän puuston sekä kasvillisuuden suojaus**

Säilytettävät puut suojataan joko kiertämällä ohutta solumuovia tai muuta vastaavaa rungon ympärille sekä sitomalla lautoja puurungon ympäri rautalangalla tai köydellä tai ai- taamalla puunympäristä vähintään puolentoista metrin etäisyydeltä puun latvuston ulko- reunasta mitattuna. Puun runkoon ei saa naulata. Jos joudutaan kulkemaan lähellä puun- runkoa raskailla koneilla tai kuorma-autoilla niin juuriston päälle levitetään noin 100 mm paksuinen hiekkakerros (raekoko 2-6mm) minkä päälle levitetään noin 250 mm paksu kan- tava kerros murskettä (raekoko 0-32mm). Juuristoa suojaavan hiekan voi korvata N3- luokan suodatinkankaalla.

Jos juuriston lähellä joudutaan kaivamaan, lähempänä kuin 1,5m latvuksesta, kaikki kat- kenneet juuret (yli 20mm) sahataan kohtisuoraan poikki sekä peitetään, jotta ne eivät jää auringonpaisteelle, pakkaselle tai tuulelle alttiiksi. Muu kasvillisuus tai luonnontilassa säi- lytettävä alue suojataan tai rajataan aidoilla tai muulla keinoin, jotta ne eivät vahingoitu. (InfraRyl 2010, s.33-34)

### **2.1.3 Kantojen kaivu sekä hävitys**

Puiden kannot kaivetaan ylös esimerkiksi niin sanotulla kaivinkoneen kaivuosaan kiinnitet- tävällä kantoharalla tai kauhalla, minkä jälkeen ne pinotaan poiskuljettamista tai energia- jätteeksi hakettamista varten. Monet energiayhtiöt vastaanottavat puhdistettuja kantoja energiajätteenä maksutta. (Kuusakoski 2012, Kotisivut *Energia*, Tuotu 27.2.2012)

#### **2.1.4 Pintamaan kaivu sekä hävitys**

Pintamaa poistetaan koko suunnitelma-asiakirjojen mukaiselta alueelta sekä läjitetään poiskuljetusta varten. Pintamaan kerros on noin 0,2m paksu ylin kasvukerros, jonka varastointia sekä jatkokäyttöä työmaalla kannattaa harkita varoen runsaan kasvillisuuden aiheuttaman huonon kantavuuden johdosta. (Rakennustietosäätiö RTS. *Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talonrakennuksen maatyöt.* (MaaRyl) 2010, s.70)

#### **2.1.5 Olemassa olevien rakenteiden purku- sekä siirtotyöt**

Purettavat tai siirrettävät rakenteet, kuten rakennukset, rakennelmat, ilma- tai maakaapelit, viemäri-, paineviemäri-, harmaavesiputket tai vesijohtojen omistussuhteet sekä sijainnit, selvitetään aina ennen rakennuskaivutöiden aloittamista. Tarvittavat katselmuksot, kaapeli- ja putkinäytöt tai peilaukset pyritään pitämään urakan alussa, jotta ikäviltä yllätyksiltä vältytään. Purku- sekä siirtotyöt tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan sekä laitteiden haltijan ohjeiden mukaan. Jos rakenteiden korkeusasemaa tai tarkkaa sijaintia ei tunneta, harkitaan rakenteiden paljastamista suunnan sekä korkeusaseman mittaamista varten. Näin varmistetaan, että suunnitellut uudet rakenteet voidaan toteuttaa suunnitelmien mukaisiksi.

Kaapeleiden konekaivuetäisyys, eli etäisyys mitä lähemmäksi ei saa kaivaa kaivinkoneella, työhön sopeutuvalla kauhalla on 0,2m kohtisuoraetäisyys, minkä jälkeen kaivu jatketaan lapiokaivulla. Mikäli maaperä on kivistä, lisätään konetyöetäisyyttä harkinnan mukaan kivien siirtymisen vuoksi. Johto-, kaapeli- tai putkilinjojen siirtotyössä kaivetaan varoen esiin suunnitelma-asiakirjojen mukainen siirrettävä osa. Kaapelin siirtotyössä otetaan huomioon, että kaikki kaapelit eivät välttämättä ole merkitty varoitusnauhalla tai suojattu kaapelikouruilla. Myös kaapelin tai johdon mahdollinen mutkittelu tai ylimääräiset lenkit on otettava huomioon.

Vanhoja, kaivun yhteydessä paljastuvat, kartoittamattomia kaapeleita käsitellään, kuten niissä olisi virta, kunnes saadaan varmuus että ne ovat poistettu käytöstä. Kaikki yli 1 kV:n

kaapelit tehdään jännitteettömäksi ennen siirtotyön aloittamista. Kaapelit tai johdot kaivetaan kone- sekä lapiotyönä esille niin pitkältä matkalta, että suunnitellulle uudelle rakenteelle jää riittävät työvarat. Uusi johto-, kaapeli- tai putkilinja asennetaan merkitylle paikalle ja liitetään verkkoon tai putkilinjaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. (InfraRyl 2010, s.35-38)

## **2.2 Perustaminen**

Tämä työvaihe sisältää:

- Maankaivuun
- Salaojituksen
- Pohjatyöt

Ennen työvaiheeseen ryhtymistä tutustutaan suunnitelma-asiakirjoihin. Talojen nurkkapisteet mitataan maastoon, jotta kaivutyö voidaan suorittaa tarvittavalla tarkkuudella. Tontille tuodaan korkomerkintä, josta korko haetaan perustamista varten. Koron tuo kunnan maanmittauslaitos tai yksityinen mittausyritys lähimmästä virallisesta mittapisteestä.

### **2.2.1 Maankaivu**

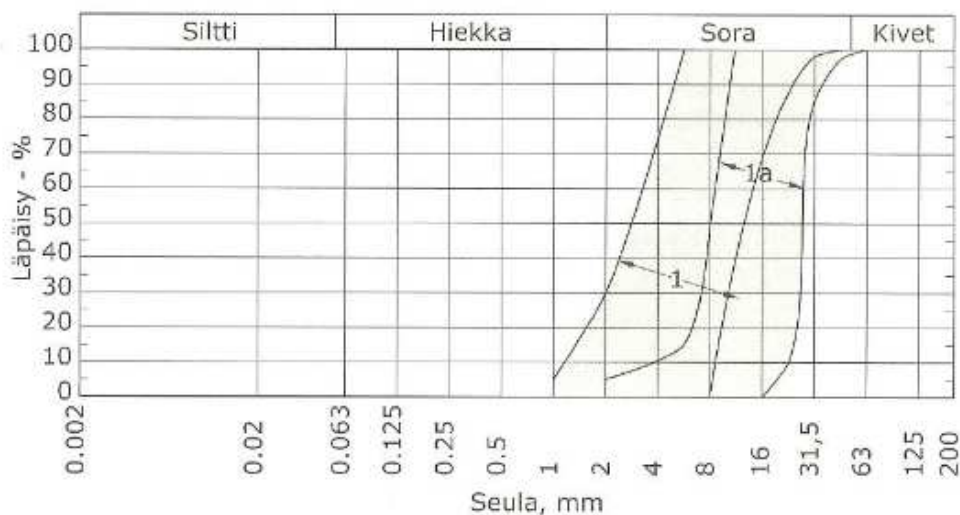
Maankaivulla tarkoitetaan rakennuksen perustuksen vaatiman tilan maamassojen kaivuun suunnitelma-asiakirjojen määräämään tasoon sekä muotoon. Maankaivu ulotetaan myös sivusuunnassa perustusten yli jotta jää tarvittavat asennusvarat salaojituksen tekoon sekä perustusten tekoon. Kaivu suoritetaan suunnitelma-asiakirjojen osoittamaan tasoon, erityisesti huomioiden maaperätutkimuksen asettamat vaatimukset ylimmästä sallitusta perustamistasosta sekä maaperän laadusta. Mikäli maaperän koostumus poikkeaa maaperätutkimuksen kuvailemasta maaperästä olennaisesti, on asiasta ilmoitettava rakennusurakoitsijalle sekä maaperätutkijalle välittömästi.

Kaivu perustamistason läheisyydessä tehdään varoen, jotta maaperä ei häiriintyisi. Suuret kivet poistetaan perustamistason läheisyydestä ja niiden aiheuttamat kuopat täytetään ja tiivistetään ympäröivällä kaivumaalla tai muulla täyttömateriaalilla vähintään ympäröivän maaperän tiiveyttä vastaavaksi. Valmis kaivupohja kallistetaan salaojia päin  $\geq 1\%$ :n kallistuksella eikä sille saa jäädä vettä kerääviä painanteita. Ympäröivät penkereet luiskataan, tuetaan tai porrastetaan suunnitelma-asiakirjojen sekä työturvallisuusmääräysten mukaisesti jotta sortumisen tai muun vahingon riski vältetään. Erityisesti suuret kivet poistetaan reuna-alueilta, jotta niiden mahdollinen sortuminen kaivantoon ei aiheuta vaaratilanteita. (MaaRyl 2010, s.71-73)

Maankaivusta tulevat maa-massat pyritään käyttämään hyödyksi, esimerkiksi pihojen yleistäyttöön tai maaston profilointiin tontilla, mikäli sille on tarvetta ja maa-aines on siihen soveltuvaa. Löyhä, huonosti tiivistyvä tai muuten soveltumaton maa-aines kuljetetaan pois tontilta. Rakennusten kulmapisteet mitataan takymetrillä pohjille, tai viimeistään ennen seuraavaa työvaihetta.

### **2.2.2 Salaoja**

Salaojat tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti sekä käytettävien täyttö-, kaivo- sekä putkimateriaalien kelpoisuus tarkistetaan ennen työn aloittamista. Täyttömateriaalin vaatimukset on esitetty MaaRylin osassa 2232.1 *Rakennuksen täytön materiaalit*, salaojaputken ympärystäytön materiaalin vaatimukset on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Salaojien ympärystyttöihin käytettävän sepelin raekokojakauma. 1 ohjealueen kiviaines käytetään salaojissa, 1a ohjealueen kiviaines käytetään kapillaarikatkerroksissa.

Salaojituksen putkimateriaalit ovat polyeteeni- (PE-) tai polypropeeniputkia (PP-), jotka täyttävät SFS 5675-standardin vaatimukset. Liikennealueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä käytetään SN8-luokan lujuuden omaavia putkitarvikkeita muussa tapauksessa suunnitelma-asiakirjojen vaatimusten mukaisia esimerkiksi heikompaa SN4:ää. Kaivot ovat joko valmiita kaivoelementtejä, jotka ovat salaojitukseen soveltuvia valmiskäyttöisiä, tai rumpuputkesta työmaalla valmistettuja kaivoelementtejä. Kaivot varustetaan yleensä sakkapesällä johon vesien mukana kulkeva kiintoaines voi vajota. Kaivojen tyypit sekä vaatimukset esitetään suunnitelma-asiakirjoissa.

Salaojaputket sekä kaivot sijoitetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan sekä varmistetaan että perustuksen tekoon jää tarvittavat työvarat. Salaojaputket perustetaan tiivistettyjen petien varaan, joiden paksuus on vähintään 100mm salaojitukseen soveltuvalla murskeella tai soralla. Salaojaputken ympärystytön paksuus on sivuilla sekä yläpuolella vähintään 200 mm rakeisuuden mukaan (ks. kuva 1). Salaojakaivot asennetaan tiivistetyn pedin varaan ja niiden korkeusasema tarkastetaan. Ennen täyttöä varmistetaan, että putket ja kaivot ovat suoria, että ne ovat suunnitellussa korkeusasemassa ja että ne eivät ole vahingoittuneet työn yhteydessä. Salaojien ympärystytön tiivistetään muun täytön yhteydessä.

Hienorakeisen pohjamaan sekä salaojien täytön väliin asennetaan suodatinkangas, tai suodatinhiekkakerros, mikäli pohjamaan rakeisuus ylittää kaavan:

$$D_{15}/d_{85} > 5 \quad (\text{laskentakaava 1})$$

Missä  $D_{15}$  on salaojituskerroksen seulontakäyrän raekoko 15 % läpäisyn kohdalla ja  $d_{85}$  on perusmaan raekoko 85 % läpäisyn kohdalla. (MaaRyl 2010, s.79)

### 2.2.3 Pohjatyöt

Ennen pohjatöiden aloittamista tutustutaan tarvittaviin suunnitelma-asiakirjoihin sekä varmistetaan, että perustukset työvaroineen mahtuvat suunnitellulle paikalle. Kaivetun pohjan korko tarkistetaan, jotta varmistetaan, että suunnitelma-asiakirjojen vaatima kantava murskekerros on mahdollista tehdä. Louhitulle pohjalle tehdään vähintään 300 mm murskepeti.

Erityistä tarkkuutta kiinnitetään mahdollisten luiskien sijainnille jos pohjalle on suunniteltu eri korkoon tulevia perustuksia. Luiskien muodot sekä sijainnit mitataan pohjalle sekä merkitään esimerkiksi maamerkintämaalilla helpottamaan havainnollistamista. Perustusten täyttö tehdään sekarakeisella murskeella tai soralla, suodatinkankaan tai suodatinkerroksen varaan, jonka raekoko on suurimmillaan 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Esimerkiksi 300 mm murskepedin tekemiseen saa käyttää korkeintaan 200 mm:n kokoista kiveä sisältävää sekarakeista murskeetta. Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus määritetään käytössä olevan tiivistyskaluston perusteella. (MaaRyl 2010, s.79)

Perustusten täytön yhteydessä asennetaan lattian alle tulevat viemärin runkoputket. Viemärin runkoputket asennetaan suunnitelma-asiakirjojen määräämään kohtaan. Putken pää tuodaan sokkelin sisäpuolelle noin sokkelin alapinnan korkoon, niin että lvi-urakoitsijalle jää tarvittava määräysten mukainen kaato, jotta sisäpuoliset, lattian alle tulevat, viemäroinit on mahdollista asentaa sokkelin sisätäytön yhteydessä ja että mieluiten nämä jäävät kapilaarikatkopinnan alapuolelle. Viemäriputken pää tulpataan asianmukaisella työtulpalla, jotta putkeen ei pääse maa-aineksia tai kiviä.

## 2.3 Työmaatiet, varastokentät sekä nosturipetit

Työmaateinä pyritään käyttämään niitä reittejä, joita lopullinen tontille tuleva tie tai piha-tiet tulevat kulkemaan. Näin voidaan tien alusrakenne suorittaa suunnitelmien mukaisella tavalla ja siten niitä ei tarvitse tehdä kahdesti. Tien kantavakerros tehdään paksummaksi, jotta laadittuja suunnitelmia raskaampi liikenne voi liikkua tontilla, esimerkiksi raskaat kuorma-autot elementtikuljetusta tai maanrakennusta varten sekä ajoneuvonosturit.

Varastokenttinä on suotavaa käyttää tulevaa paikoitusaluetta tai vastaavaa avaraa aluetta. Näin voidaan esimerkiksi autojen paikoitusalueen kantavat alusrakenteet tehdä valmiiksi ja siten käyttää varastokenttänä. Betonielementtien varastokenttä niin sanottu ”fakkipohja” pyritään tekemään vaakatasoon. Suuret kaltevuudet voivat aiheuttaa että elementit vaurioituvat noston yhteydessä painon siirtymien vuoksi.

Nosturipetit tehdään työmaasuunnitelman mukaan yhteistyössä rakennusurakoitsijan sekä nosturiurakoitsijan kanssa laadittujen erillisten suunnitelmien mukaan.

## 2.4 Sokkelin sisäpuoliset sekä ulkopuoliset täytöt

Tämä työvaihe sisältää:

- Sähkö- sekä lämpövarausten asennus
- Sokkelin ulkopuolinen vierustäyttö
- Alapohjan alle tulevien viemäriarinoiden teko
- Alapohjan täyttötyö kapilaarikatkopintaan asti
- Kapilaarikatkokerroksen sekä raadon-tuuletusputket

Tässä työvaiheessa on kiinnitettävä erityistä huomiota työn tahdittamiseen sekä tiedonkulkuun eri urakoitsijoiden välillä. Tässä työvaiheessa hyvin laaditun aikataulun merkitys korostuu, jotta voidaan suorittaa työt ilman turhia viivästyksiä.

#### **2.4.1 Sähkö- sekä lämpövarausten asennus**

Sokkelin täytön yhteydessä asennetaan lattian alle tulevat sähkövaraukset sekä mahdolliset kaukolämpöelementit. Sähkövarausputket asennetaan suunnitelma-asiakirjojen määräämään paikkaan ja tuetaan esimerkiksi kolmiopukeilla tulevan lattiataason yläpuolella sivusiirtymisen estämiseksi sisätäyttöön liittyvien töiden johdosta. Putket tulpataan asianmukaisilla tulpilla, jotta niihin ei pääsisi maa-aineksia tai kiviä. Putkien ympärystä täytetään esimerkiksi seulotulla hiekalla tai muulla vastaavalla, jossa ei ole kiviä jotka voivat vaurioittaa putkia.

Kaukolämpöelementit asennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Kaukolämmön putket viedään sokkelin alta ja putkien päät kiinnitetään esimerkiksi kolmiopukeilla sokkeliin tulevan lattiataason yläpuolelle niille määrätyille paikoille. Putket perustetaan tiivistetyn pohjan varaan, jotta vältetään niiden painumisen johdosta oleva repeytymisvaara liitoskohdista. Putkien ympärystä täytetään esimerkiksi seulotulla hiekalla tai muulla vastaavalla, jossa ei ole kiviä, jotka voivat vaurioittaa putkia. Putket eristetään suunnitelma-asiakirjojen mukaan.

#### **2.4.2 Sokkelin ulkopuolinen vierustäyttö**

Sokkelin ulkopuolinen täyttö voidaan aloittaa kun edellä mainitut varaukset on asennettu sekä tuettu sokkeliin, jotta niiden mahdollinen siirtyminen täytön yhteydessä estetään. Tämä työvaihe on suositeltavaa tehdä ennen sisäpuolista täyttöä, varsinkin jos anturat eivät ole niin sanottuja jatkuvia anturoita vaan antura-”plinttejä”. Tällöin perusmuurin ulkopuolelle tuleva maa-massa auttaa tukemaan sokkelielementtiä sekä varmistaa että sokkelielementin alusta tulee täyteen. Jos ei näin tehtäisi, valuisi sisätäyttöön käytettävä aines ele-



mentin alta pois, mikä johtaisi siihen, että jäisi tyhjää sokkelielementin alle ja ehkä pahimmassa tapauksessa myös lattialaatan alle, mikä voi aiheuttaa painumia rakenteissa.

Perusmuurin vierustäyttöön tehdään vähintään 200 mm paksu kerros seinää pitkin ylös salaojasepelistä tai –sorasta joka ylettää salaojista aina tulevaan maapintaan asti. Suurin sallittu raekoko tässä on 100 mm, kauempana seinästä voidaan käyttää karkeampia tiivistävissä olevia materiaaleja kuten pienikokoista louhetta. (Ratu, *16-0252 Täyttö* 2003, s.2)

Täytön yhteydessä asennetaan myös sadevesiputket rännikaivoja varten sekä perusmuurin routaeristeet suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Perusmuurin routaeristeiden alle tulevat sadevesilinjat asennetaan salaojituskerroksen päälle suunnitelmien mukaisella kaadolla hyvin tiivistetylle alustalle, jotta ne eivät painuisi. Putkien päät tuodaan routaeristealueen ulkopuolelle, jotta ne voidaan jatkaa sadevesientarkistuskaivolle myöhemmin, jos näitä ei ole vielä jo tässä vaiheessa asennettu maahan.

Putkien vierustat tiivistetään asianmukaisella tiivistyskalustolla, jotta routaeristeet voidaan asentaa näiden päälle. Routaeristeet asennetaan perusmuuriseinään linjaan kiinni sekä sadevesiputkien päälle suunnitelma-asiakirjojen vaatimusten mukaisesti. Routaeristeet asennetaan vähintään 2 % kaltevuudella rakennuksesta poispäin. Routaeristeiden päälle tuleva materiaali esitetään suunnitelmissa. (Ratu, *16-0252 Täyttö*.2003 s.7)

Tässä vaiheessa ulkopuolinen täyttö kannattaa ulottaa vähintään 200 mm routaeristekerroksen päälle, jotta kaivinkoneella voi ajaa mahdollisimman lähelle seinälinjaa sisätäyttöä ajatellen ja muistaen varoa aiheuttamasta painaumia sadevesiputkistoon sekä routaeristeisiin.

### 2.4.3 Alapohjan alle tulevien viemäriarinoiden teko

Alapohjan sisäpuolisten viemärien arinat tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan sekä lvi-urakoitsijan ohjeiden mukaan. Putkilinjat merkitään pohjalle esimerkiksi maamerkausmaalilla ja nousut lattialaatan läpi esimerkiksi harjateräksillä. Tämän jälkeen täyttötyö voidaan aloittaa. Putkilinjat täytetään siten, että tarvittava kaato saadaan aikaiseksi kokoojalinjaan sekä tämän haaroihin, jotta jää tasainen kaato pystynoususta lattialaatan läpi aina kokoojalinjaan asti.



Kuva 2. Alapohjan viemäriarinat valmiina lvi-urakoitsijaa varten. (Kuva: Rafael Lindberg)

### 2.4.4 Alapohjan täyttötyö kapilaarikatkopintaan asti

Ennen tämän työvaiheen aloittamista tarkastetaan kaikki sokkelin sisäpuoliset viemäröinnit, jotta ne ovat suunnitelluilla paikoillaan ja jotta ne on oikein asennettu. Kokoojaviemäreiden sekä -haarojen kaato tarkistetaan esimerkiksi vatupassilla tai tasolaserilla. Varmistetaan myös että kaikki liitokset ovat tiiviisti yhdessä ennen täyttötyön aloittamista.

Täyttö aloitetaan viemäriputkien vierustäytöllä, jotta varmistetaan, että putket eivät pääse liikkumaan muun täytön aikana. Suurin sallittu raekoko on 10 % putken muoviputken ul-

kohalkaisijasta mutta enintään 60 mm . Raekooltaan alle 16 mm mursketta voidaan käyttää mikäli ulkohalkaisija on vähintään 110 mm . (Ratu, *16-0252 Täyttö* 2003, s.6)

Putkien viereen valutetaan kaivinkoneen kauhasta täyttöön soveltuvaa kiviainesta ja tämä tasoitetaan lapiokaivuulla. Lapiokaivuulla varmistetaan, että materiaali pääsee putken ympärille tasaisesti ja näin estetään mahdollinen painuminen tai sivusiirtyminen mahdollisten tyhjiä onkaloiden johdosta. Putkienvierustäytöt tiivistetään soveltuvalla tärylätkällä kiinnittäen erityistä varovaisuutta putkien läheisyydessä sivusiirtymisen tai vaurioitumisen estämiseksi.



*Kuva 3. Alapohjan viemäreiden alkutäyttö käynnissä. Taustalla tasolaseri kaatojen tarkistamista varten. (Kuva: Rafael Lindberg)*

Tämän jälkeen lopputäyttö kapilaaripintaan asti on mahdollista tehdä. Tämä kerros tehdään siihen soveltuvalla täytteellä 100-400 mm:n paksuisissa kerroksissa, riippuen minkä kokoista tiivistyskalustoa on käytettävissä. Eritystä varovaisuutta on käytettävä vaakaviemäreiden ylityksessä sekä pystyviemäreiden läheisyydessä, jotta vältetään niiden mahdollinen rikkoutuminen.

### 2.4.5 Kapilaarikatkokerros sekä raadontuuletusputket

Kosteuden kapilaarista nousua maanvaraisen alapohjan alta rakenteisiin estetään sepeli- tai pestyllä singelikerroksella, jonka vähimmäispaksuus on 200 mm. Tähän kerrokseen asennetaan myös raadontuuletusputket, jotka sijoitetaan kerroksen keskelle, jotta ne pystyvät tuulettamaan koko kerroksen.

Raadontuuletusputkina käytetään joko PE- tai PP-salaojaputkia tai polyvinyylidikloridi-(PVC-)peltosalaojaputkia. Raadontuuletus koostuu imukanavistosta sekä siirtokanavasta mikä johtaa poistokanavaan. Siirtokanava sekä poistokanava ovat umpinaisia muoviputkia joko sadevesiputkea tai viemäriputkea.

Yleisesti käytetään joko jäykkiä salaoja-kankia tai kiepillä olevaa niin sanottua peltosalaojaputkea. Peltosalaojaputki soveltuu paremmin niin sanottuun rengasmalliseen imukanavistoon, missä putki lähtee poisto-/siirtokanavasta ja kiertää koko pohjan perusmuurin suuntaisesti ja palaa poisto-/siirtokanavaan, kun taas kankitavara soveltuu enemmän monihaaraiseen imukanavistoon missä keskellä pohjaa pituussuunnassa olevasta poisto-/siirtokanavasta lähtee noin 1500-2500 mm välein haaroja molempiin suuntiin. Käytettäessä jäykkiä salaoja-kankia on myös käytettävä enemmän muhvimutkia sekä muita putkiosia, jotka myös nostavat asentamisen hintaa työaikana sekä materiaalihankintoina.



*Kuva 4: Monihaarainen imukanavisto radonin poistamista varten. Poistoputki on merkitty punaisella värillä.  
(Kuva: Rafael Lindberg)*

Raadontuuletuksputket sijoitetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan, minkä jälkeen kapilaarikatkokerroksen lopputäyttö suoritetaan. Raadontuuletuksen poistokanava kannattaa merkitä selvästi, jotta se ei vahingossa sekoitu mahdollisesti samaan hormiin tulevaan viemäriputkeen. Mahdolliset syvennykset kerrokseen esimerkiksi takkavarausta tai kylpyhuoneen lattiakaatoja varten mitataan pohjalle sekä kaivetaan suunnitelma-asiakirjojen määräämään korkoon. Tämän jälkeen kerros tiivistetään kerrokseen nähden asianmukaisella tiivistyskalustolla esimerkiksi tärylevyllä.

## **2.5 Ulkopuoliset viemäri- ja vesityöt sekä lämpö- ja sähkötyöt**

Tämä työvaihe sisältää:

- Ulkopuolisen viemäröinnin
- Aluelämmön
- Aluekaapelit/Maakaapelit

Ennen työvaiheeseen ryhtymistä tutustutaan tarvittaviin suunnitelma-asiakirjoihin. Koska sade-/jätevesilinjat, aluelämpö sekä -kaapelit kulkevat käytännössä koko rakennusalueella, aiheuttavat nämä työt suurta haittaa muille urakoitsijoille, koska ne rajoittavat liikkumista tontilla. Erityistä huomiota on kiinnitettävä työn suunniteluun, jotta tämä työvaihe ei aiheuta kohtuutonta haittaa muille urakoitsijoille.

Putki-, lämpö- sekä kaapelikanaalien paikat mitataan maastoon helpottamaan työn hahmottamista. Erityisesti sade-, viemäri sekä lämpökaivojen paikat mitataan erityisen tarkasti maastoon, jotta ne tulevat niille suunnitelluille paikoilleen tarkasti. Tässä on hyvä käyttää apunaan esimerkiksi takymetriä sen nopeuden, tarkkuuden sekä luotettavuuden takia.

Eri putkilinjojen risteyskohdat tarkistetaan, jotta ne eivät ole suunnitelma-asiakirjoissa merkitty samaan korkoon. Vanhojen, tontilla olemassa olevien kaapeleiden sekä putkilinjojen sijainti varmistetaan ennen töiden aloittamista, jotta varmistetaan että nämä eivät aiheuta varaa tai ettei ole vaaraa, että nämä rikkoutuisivat työn johdosta.

### **2.5.1 Sade- sekä Jätevesiviemäröinti**

Putket sekä kaivot varastoidaan tasaiselle pedille, jotta ne eivät vaurioidu tai väännä. Putket erotetaan toisistaan esimerkiksi rimoilla, jotta ne eivät makaa maata tai toisiaan vasten muhvistaan. Mikäli putkia sekä kaivoja joudutaan varastoimaan pitkään ennen asennusta, on nämä myös suojattava myös auringolta.

Putkia käsiteltäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, että nämä eivät vaurioidu tästä. Erityisesti pakkasilla muoviputket ovat erittäin herkkiä halkeamaan, esimerkiksi jos ne pudotetaan maahan siirtämisen yhteydessä. (Ratu, *17-0253 Putkiasennus* 2003, s.3)



*Kuva.5 Esimerkki miten EI tulisi varastoida putki- sekä kaivotarvikkeita. (Kuva: Rafael Lindberg)*

Jätevesiputkina käytetään PP-, PE- tai PVC-muoviputkia, yleisin on 110mm:n PE-putki, niin sanottu ”harmaa putki”. Nämä ovat jäykkiä yleensä kuuden metrin ”kankina” toimitettavia muhvilisia putkia. Putket ovat sisä- sekä ulkopuolelta sileät. Putken yhdessä päässä on liitosmuhvi tiivisteellä, mihin seuraava putki voidaan liittää ilman erillisiä liitososia.

Jätevesikaivot ovat yleensä muovisia pohjauritettuja tarkastuskaivoja. Pohjauritus tarkoittaa, että kaivon pohjaosaan on sisäpuolelle tehty urat ohjaamaan jätevedet poistoputkea kohti. Näin estetään pyörteiden syntymistä kaivossa, minkä johdosta kiintoaines voi pakkautua seinämiin tai pohjaan ja näin aiheuttaa tukoksen.

Sadevesiputkina käytetään PP-, PE-muoviputkia, nämä ovat yleensä niin sanottuja rakenneseinämäputkia, joiden sisäpuoli on sileä mutta ulkopuoli on aallotettu. Sadevesiputkina voidaan myös käyttää samanlaisia putkia kuin jätevesiviemäreissä mutta nämä ovat noin 40-45 % kalliimpia kuin sadevesien käsittelyyn käytettävät putket. Putket toimitetaan yleensä kuuden metrin mittaisina ”kankina”, joiden yhdessä päässä on liitosmuhvi, liitosmuhvin tiivisteet on yleensä tilattava erikseen. Nämä putket ovat hieman joustavampia kuin vastaavat jätevesiputket.

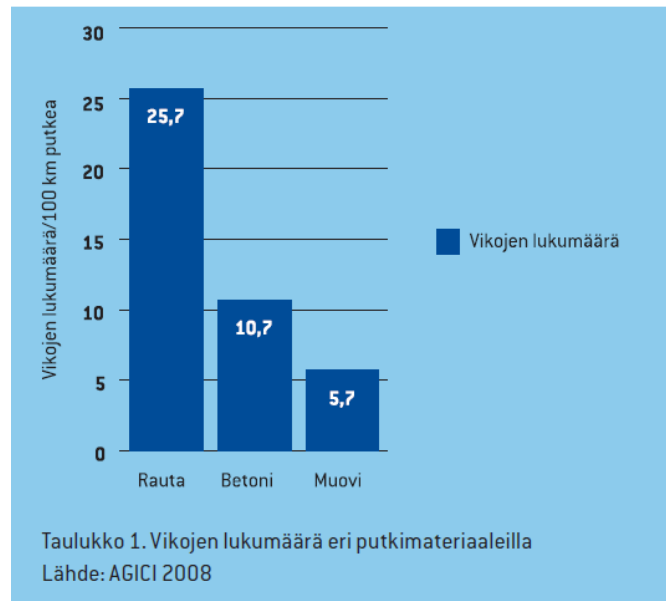
Sadevesikaivot koostuvat pientalotyömaalla yleensä muovisista pintavesikaivoista (SVK), perusvesikaivoista (PVK) sekä sadevesientarkistuskaivoista (SVTK). Pintavesikaivot ovat ritiläkantaisia kaivoja pääasiassa pintavesien hallittua poisjohtamista varten. Perusvesikaivot ovat pääasiassa salaojien purkukaivoja, joihin johdetaan perustusten alta nousevat perusvedet hallitusti pois. Pintavesikaivoihin sekä perusvesikaivoihin on mahdollista myös liittää rännikaivoilta tulevat sadevesilinjat. Perusvesikaivot varustetaan myös itsenäisesti toimivalla pallopadotusventtiilillä, joka sulkeutuessaan estää veden takaisin virtaamisen salaojiin mikäli perusvesikaivo tulvii esimerkiksi tukoksen takia.

Pinta- sekä perusvesikaivot varustetaan lietepesillä tai niin kutsutuilla ”sakkapesillä”. Lietepesä on kaivon purkuputkea alempana oleva tila, johon pintavesien sekä muiden vesien mukana kulkeutuva kiinteä painavampi aines voi vajota, jotta estetään sen pääsy putkistoon. Tämä tila huuhdellaan imuautolla kiinteistön huolto-ohjeiden määräämällä aikavälillä tai kun sen täytyminen huomataan. Lietepesän koko määrätään suunnitelma-asiakirjoissa mutta on tavallisesti noin 100-200 litraa, vähimmäisvaatimus on 70 litraa. (RT 66-10496 *Jäte-, Sade- ja Kuivatusvesikaivot 1993*)

Sadevesientarkistuskaivot ovat pääasiassa putkilinjan huuhtelemista sekä tarkistamista varten. Tarkistuskaivot sijoitetaan jokaisen yli 45 asteisen kulman kohdalle runkolinjassa tai vähintään 40 metrin välein. Tarkistuskaivot voivat olla sekä lietepesällä tai ilman.

Vastaavia betonikaivoja sekä betoniputkia edellä mainituille jäte- sekä sadevesiviemäreille on myös saatavilla mutta muoviosia käytetään yleisesti niiden halvemman hinnan sekä helpomman ja luotettavamman asennuksen johdosta. Betoniosat vaativat aina koneellista siirtelyä sekä asentamista mikä hidastaa asennustyötä huomattavasti sekä eri osien liittäminen toisiinsa on huomattavasti hankalampaa kuin muovituotteissa. (Muoviteollisuus ry. *Putkijaoston julkaisu n:o 38. Muoviputket Ympäristölle kestävä ratkaisu 2009, s.4-6*)





Kuva 6. Pylväsdiagrammi vikojen lukumäärästä 100 km asennettua eri materiaalista putkea kohden. (Muovi-teollisuus ry.)

Kaivojen sekä putkien asennus suoritetaan suunnitelma-asiakirjojen määräysten mukaan. Ennen työvaiheeseen ryhtymistä käydään läpi kaikki suunnitelma-asiakirjat sekä varmistetaan että niissä esitetyt putkimateriaalit sekä maa-ainekset ovat määräysten mukaiset. Työmaalle toimitettujen putkimateriaalien vastaavuus sekä kelpoisuus tarkistetaan. Ennen sekä asennustyön aikana tarkistetaan, että nämä eivät ole saaneet vaurioita kuljetuksen aikana ja että niiden varastointi sekä käsittely on valmistajien ohjeiden mukaista.

Jos liitytään kunnalliseen verkkoon tai vastaavaan olemassa olevaan verkkoon, aloitetaan työt mieluiten jäte- sekä sadevesiviemärin purkukohdasta, eli siitä mistä liitytään kunnalliseen jäte-/sadevesiviemäri verkkoon. Näin varmistetaan, että suunnitellut liitoskorkeudet pitävät paikkaansa ja työ on mahdollista tehdä olemassa olevien suunnitelmien mukaisesti. Näin varmistetaan, että purkukohta on suunnitellussa korkeudessa, jotta suunnitelmien mukainen kaato on mahdollista toteuttaa. Mikäli huomattavia poikkeavuuksia korkeudessa huomataan, ilmoitetaan tästä suunnittelialle jotta uusi suunnitelma ongelman ratkaisemiseksi voidaan laatia.

Putkikaivanto tehdään suunnitelma-asiakirjojen määrämällä tavalla sekä laajuudessa. Kaivanto ulotetaan määrättyyn syvyyteen sekä leveyteen ottaen huomioon perustamistapa, sekä mikäli samaan kaivantoon asennetaan monta putkea, on niiden väliset pysty sekä vaakasuorat asennusetäisyydet huomioitava myös.

Putket perustetaan joko suoraan perusmaan varassa olevaan 150 mm paksuun, hiekasta, sorasta tai murskeesta olevan, tasauserroksen varaan tai suunnitelma-asiakirjojen määrämällä tavalla esimerkiksi kuitukankaan, lankku- tai hirsiarinan, karkearakeisen maanarinan, paalujen varassa olevan betonilaatan tai pohjamaan syvästabilisoinnin varaan. Putket asennetaan siten, että ne tukeutuvat tasaisesti koko pituudeltaan alustaan. Liitosmuhveja varten tehdään syvennys alustaan, jotta ei liitosmuhvi jää kantamaan putken painoa.

Asennuserroksen teossa sekä putken asennuksessa käytetään apuna putki-, taso- tai kallistuslaseria, vesivaakaa tai vaaituskojetta, jotta varmistetaan että putket asennetaan oikeaan korkoon sekä kallistukseen. Putkilinjat, sekä kaivot, liitetään muhviliiitoksistaan valmistajan ohjeiden mukaisesti asennusrasvaa apuna käyttäen.

Taitokset putkilinjaan tehdään putkimalliin sopivilla sivuliitos- tai kulmakappaleilla valmistajan ohjeita noudattaen, taitos putkilinjassa saa olla enintään 45 astetta ilman kaivoa. Työn keskeytyksien aikana avoimet putken sekä kaivon päät tulpataan asianmukaisilla työtulpilla, jotta estetään maa-ainesten tai muun vastaavan mahdollista tukosta aiheuttavan aineksen pääsyn putkeen tai kaivoon.

Putkilinjojen alkutäyttö suoritetaan suunnitelma-asiakirjojen määrämällä materiaalilla, kerrospaksuuksilla sekä niiden määräämään tiiveysasteeseen. Täyttö tehdään tasaisesti putken molemmin puolin putken selän tasoon asti, minkä jälkeen materiaali tiivistetään kevyesti esimerkiksi jaloilla tallomalla, jotta varmistetaan että putki ei siirry sivusuunnassa lopun täytön yhteydessä. Putkilinjan päälle tuleva täyttökerroksen saa tiivistää koneellisesti vasta kun vähintään 300 mm paksu täyttökerros on asennettu linjan päälle.

Sade- sekä viemäriinlinjat routasuojataan sekä lämpöeristetään suunnitelma-asiakirjojen määräämällä tavalla, joko routaeristelevyillä tai irtorakeisella eristeellä kuten kevytsora. (Ratu 17-0253 Putkiasennus 2003, s.3-5)



*Kuvat 7 & 8: 200 mm:en sadevesiviemärin alkutäyttö suoritettuna (vas. kuva) sekä lopullinen täyttö routaeristeineen käynnissä (oik.kuva) (Kuvat: Rafael Lindberg)*

Sade- sekä viemärikaivot perustetaan, vastaavalla tavalla kuten putket, tiivistetylle sekä tasatulle pohjalle suunnitelma-asiakirjojen määräämille paikoille. Kaivot täytetään tasaisesti ympäriltä pienissä kerroksissa ylöspäin, jotta estetään täytöstä johtuva liikkuminen tai kaivon kaatuminen liian suuresta yksipuoleisesta kuormasta johtuen.

Täytön yltäessä lähelle kaivon yläpäästä asennetaan kaivon teleskooppikansisto sekä kansi paikalleen, ritiläkansiin asennetaan kuitukangas, jotta estetään mahdollisten maa-ainesten pääsy kaivoon täytön yhteydessä. (Ratu 17-0253 Putkiasennus 2003, s.5)

## 2.5.2 Lämpökanaalit

Yleisin lämmitysmuoto pientalokohteille taajamissa on kaukolämpö. Tässä lämmitysmuodossa siirretään maahan sijoitettavilla eristetyillä rauta- tai muovielementtiputkilla, eli kaukolämpöverkkoa pitkin, kaukolämpötuotantolaitoksilta lämmitettyä vettä kiinteistön lämmönjakokeskukseen minkä jälkeen vesi palaa tuotantolaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. Lämpö siirtyy vedestä kiinteistön käyttöön lämmitys-, käyttövesi- ja/tai ilmanvaihtoverkostoisiin lämmönsiirtimien avulla.

Kaukolämpö tuotetaan yleensä yhteistuotannossa sähkön kanssa, jotta saadaan suurin hyötysuhde polttoaineen energiasta, noin 80 – 90 %. Tuotantolaitokset käyttävät polttoaineena hiiltä, maakaasua, öljyä, puuta tai turvetta. (RT 52-10859 *Lämmitys kaukolämmöllä 2005*, s.3)

Kaukolämpöä myyvän yrityksen sopimukseen kuuluu yleensä kaukolämpöputkien kaivu- sekä asennustyöt lähimmästä kaukolämpöverkkoon kuuluvasta putkesta tontin rajalle asti, sisältäen materiaalihankinnat sekä liittymän vaatimat työt. Tämän työn suorittaa energiayhtiön valitsemat urakoitsijat. (Fortum Oy 2012, Kotisivut: *Näin liityt kaukolämpöön*. Tuotu.27.2.2012)

Maanrakennus-urakoitsija suorittaa yleensä lämpökanaalin kaivuun tontin rajalta lämmönjakohuoneeseen suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Kaukolämpöverkosta lämmönjakohuoneeseen kulkevien putkien asennus kuuluu yleensä kaukolämpöä myyvän yrityksen sopimukseen materiaaleineen sekä asennuksineen.

Nämä putket ovat eristettyjä rautaputkia, joiden koko vaihtelee kiinteistön lämmöntarpeen mukaan. Liitokset sekä taitokset hitsataan sekä eristetään kaukolämpöä myyvän yrityksen valitsemien urakoitsijoiden toimesta. Tontin puoleisen kanaalin täytön suorittaa maanrakennusurakoitsija, saatuaan luvan kaukolämpöä myyvän yrityksen edustajalta, suunnitelma-asiakirjojen mukaan.

Lämmönjakolinjasto lämmönjakohuoneesta taloille kaivetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan, lämpöputkielementtivalmistajan ohjeiden mukaan sekä lvi-urakoitsijan ohjeiden mukaan. Lämmönjakolinjasto lämmönjakotilasta tontilla oleville rakennuksille tehdään eristetyillä muoviputkielementeillä. Putkielementit saa tilattua määrämittäisenä helpottamaan asennustyötä työmaalla. Lämmönjakolinjaston haaroitukset tehdään haaroituskaivoja tai T-haaroja käyttäen. Yleisin haaroitustapa on haaroituskaivojen käyttö.

Haaroituskaivot ovat PE-muovista valmistettuja avattavalla kannella olevia kytkentäkaivoja jotka mahdollistavat lisäputkien myöhemmän liittämisen. Haaroituskaivoja on saatava T- tai X-haaramallisena tarpeen mukaan. Kaivot kestävät lyhytaikaista kuormaa, suurin sallittu lyhytaikainen kuorma on 6000 kg/m<sup>2</sup>, mutta ne tulisi mieluiten sijoittaa viheralueille tai muille vastaaville alueille mihin ei kohdistu liikenteestä johtuvaa kuormaa. Kansien peitesyvyys on 500 mm. Jos kaivoon ei kohdistu kuormia voi peitesyvyyden vähentää 300 mm:iin. Kaivojen viheralueille sijoittamisella helpotetaan kaivojen esille kaivua, mikäli ne tarvitsevat tarkistamista tai mahdollisten vuotojen korjauksen.



*Kuva 9: Lämmönjakolinjaston haaroituskaivo. (Kuva: Rafael Lindberg)*

Putket sekä haaroituskaivot perustetaan tasaiselle tiivistetylle pohjalle suunnitelma-asiakirjojen sekä valmistajan ohjeiden määräämään sijaintiin sekä korkoon. Elementit levitetään kaivantoon minkä jälkeen suoritetaan tarvittavat liitokset. Tämän jälkeen suoritetaan koeponnistus sekä varmistetaan putkienvälinen minimi etäisyys ennen täyttöä. Alkutäyttö suoritetaan hienojakoisella maa-aineksella, mistä on yli 20 mm kivet poistettu esimerkiksi seulomalla, tiivistäen putkenvierusta kevyesti esimerkiksi jalalla tallomalla. Lämmönjakolinja routasuojataan sekä lämpöeristetään suunnitelma-asiakirjojen määräämällä tavalla joko routaeristelevyillä tai irtorakeisella eristeellä, kuten kevytsoralla. (Uponor. *Eristetyt putkistojärjestelmät suunnittelu- ja asennus*. 2010, s.9 & 24)

### **2.5.3 Aluekaapelit / Maakaapelit**

Kaapelityöt suoritetaan suunnitelma-asiakirjojen sekä sähköurakoitsijan ohjeiden mukaan. Käytettävät maa-ainekset on esitetty suunnitelma-asiakirjoissa. Tele- sekä valokuitukaapeleiden asennuksessa noudatetaan valmistajan sekä liittymää myyvän yrityksen erityisohjeita.

Mikäli kohde on kaukolämpökohde, on samojen kaivantojen hyödyntäminen mahdollista, perustamalla kaapelit lämmönjakolinjan viereen samaan kaivantoon. Tässä tapauksessa alkutäyttö suoritetaan kaapeleiden maa-aines vaatimusten mukaan.

## **2.6 Profilointi**

Pintojen alustat muotoillaan suunnitelma-asiakirjojen määräämään tasoon sekä tarkkuudella. Kasvualustojen täyttötöihin voi käyttää kaivumaita edellyttäen että se on hyvin muotoonsa pitävää maa-ainesta, kasvualustapinnasta poistetaan kaikki suuremmat kivet.

Seinän vierusta kallistetaan vähintään 5 % (1:20) kaltevuuteen kolmen metrin matkalle, muilla alueilla kaltevuus on vähintään 2 %. Pinnat muotoillaan siten, että niihin ei jää vettä kerääviä painanteita tai reikiä.

Rinnetalojen sekä vastaavien yläpuolelta tulevat sade- sekä sulamisvedet tulee myös ottaa huomioon ohjaamalla ne rakennuksen sivuista ohitse niskaojilla tai vastakallistuksella. Vedet ohjataan sadevesikaivoihin tai avo-oihin suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. (Tuomas Palolahti, *Pientalon maanrakennustyöt Ohjeita konepalvelun ja pienurakoiden tilaajalle* 2010, s.37)

### **2.6.1 Viheralueet**

Viheralueet muotoillaan suunnitelma-asiakirjojen määräämällä tavalla sekä viherurakoitsijan ohjeita noudattaen. Puiden sekä pensaiden syvennykset kaivetaan niille määrätyle paikoille lajikkeen mukaiseen syvyyteen, suunnitelma-asiakirjojen tai viherurakoitsijan ohjeiden mukaan. (InfraRyl 2010, s.440)

### **2.6.2 Päällystettävät alueet**

Päällystettävien alueiden kantavat kerrokset tehdään suunnitelma-asiakirjojen määräämällä tavalla sekä asennuksen suorittavan urakoitsijan ohjeita noudattaen. Kantava kerros rakennetaan kalliomurskeesta tai soramurskeesta esimerkiksi 0-32 mm. Kerrokset tiivistetään asianmukaisella tiivistyskalustolla kerralla tiivistettävän kerroksen mukaan. Alueet jätetään sovittuun tasoon jota pintamateriaalia asentavalle urakoitsijalle jää tarvittava asennuskerros päällysteen vaatimusten mukaan. (MaaRyl 2010, s. 128 & 150)

### **3 Haastattelut**

Haastattelujen tavoitteena on selvittää mitä ongelmakohtia maanrakennusurakassa esiintyy pientalokohteiden vastaavien työjohtajien kokemusten pohjalta. Kysymykset koskevat eri maanrakennusurakan työvaiheita sekä mitä ongelmakohtia henkilöt ovat niissä havainneet. Haastatteluissa on keskitytty toistuviin ongelmiin, harvemmin esiintyviä ongelmia kuten pilaantunut maaperä, purkutyön aikana ilmenneet ongelmajätteet ynnä muu on sivuttu kokonaan tässä työssä.

Nimeltä mainitsemani henkilöt ovat antaneet lupansa käyttää heidän nimiään tässä opinnäytetyössä. Mielenpitoet mitä he esittävät vastauksissaan ovat heidän omia eivätkä välttämättä vastaa heidän edustamaansa yrityksen mielipidettä.

#### **3.1 Rakennusurakoitsijat**

Henkilöt jotka olen haastatellut tätä opinnäytetyötä varten, olen valinnut heidän pitkän sekä laajan työkokemuksen ansiosta. Monet heistä ovat toimineet eri työtehtävissä sekä eri yrityksissä uransa aikana.

##### **3.1.1 Mika Helenius (YIT Rakennus OY)**

Mika Helenius on tehnyt pitkän uran vastaavana työnjohtajana pientalokohteissa. Hänellä on myös vankka työkokemus sekä ammattitaito maanrakennukseen liittyvissä töissä minkä takia valitsin hänet haastateltavaksi.



## Haastattelu

### 1. Oletko havainnut toistuvia ongelmakohtia maanrakennusurakassa eri työvaiheissa?

#### **Raivaus/Purku (rakennuskaivu)**

”En ole havainnut toistuvia.”

#### **Perustaminen (anturapohjat/salaojat)**

”Joskus suunnitelmien virheellisyydet tai ristiriidat esimerkiksi Ark.-, LVI-, Säh.- sekä Rak.-kuvien välillä voi aiheuttaa ongelmia. Nämä virheet ratkaistaan työmaalla minkä jälkeen tehdään "punakynä"-kuvia suunnittelijalle tiedoksi sekä toteutuma kuvia varten. Esimerkkeinä ovat korkojen vaihtelut eri kuvasarjoissa, salaojien väärä sijoittaminen, viemäriputken korkojen osuminen anturoihin ym. Nämä aiheuttavat harvemmin lisäkustannuksia edellyttäen että ne huomataan tarpeeksi ajoissa”

#### **Työmaatiet/Varastokentät/Nosturipetit**

”Urakoitsijakohtaista. Eräät hoitaa urakkasopimuksen mukaisesti mutta eräitä joutuu toistuvasti huomauttamaan teiden, varasto- sekä nosturikenttien teosta. Urakkasopimuksen mukaan kuuluu maanrakennusurakoitsijalle mutta vastahakoisuutta kohtaa joskus.”

#### **Täyttötöyt (sokkelin sisäpuoliset/ulkopuoliset)**

”Täyttötöissä yhteistyö eri urakoitsijoiden välillä on ehdoton jotta työt voidaan hoitaa sujuvasti. Tämä koskee putki-, sähkö-, rakennus-, sekä maanrakennusurakoitsijaa. Sujuva töiden tahdittaminen ja kaikkien osapuolien tiedottaminen on äärettömän tärkeätä, jotta kaikki pysyvät aikataulussa. Työt suunnitellaan niin että kaikilla osapuolilla on riittävästi "mestaa". Esimerkiksi putkimies ei haluaisi tulla tontille vaan yhtä putkea varten tai puolen tunnin työtä varten.”

#### **Sade- sekä jätevesiviemäröinnit**

”Laadittujen aikataulujen pitäminen on tärkeää. Kaivannot vaikeuttavat liikkumista sekä tavaran toimittamista tontille. Sade- sekä jätevesiviemärin tekoon saisi varata enemmän aikaa urakan alkuvaiheessa jotta linjat sekä kaivot olisi maassa ennen perustusvaihetta. Kesäloma aika on ihanteellinen ulkopuolisten viemäreiden tekoon,

sillä aikaa kun muut ovat poissa saa maanrakennusurakoitsija vapaasti kaivaa tontti sekä tiet auki viemäreitä varten.”

### **Profiloinnit/Viimeistely**

”Yleinen profilointi on hyvä suorittaa runkovaiheen jälkeen jotta muut urakoitsijat pääsevät kulkemaan lähelle rakennusta. Esimerkiksi Maalaus-urakoitsija, Pelti-urakoitsija ym. tarvitsevat henkilönostimia lähelle rakennusta. Lopullinen profilointi sekä viimeistely tehdään kun muut urakoitsijat eivät tarvitse liikkua alueella. Työn tahdittaminen eri urakoitsijoiden välillä on tärkeätä.”

### **Muussa?**

”Maanvaraisia perustuksia ei olisi suotavaa tehdä talvella maa-ainesten jäätyminen takia. Mikäli mahdollista olisi parasta jos talvella käynnistettäisiin ainoastaan paa-  
luilla perustettavia kohteita.”

## **2. Miten koet aikataulutuksen maanrakennusurakoitsijan kanssa?**

”Hyvin urakoitsijakohtaista. Eräät laativat aikataulut joko itse tai yhteistyössä rakennus-urakoitsijan kanssa ja eräitä joutuu valvomaan sekä laatimaan heille kokonais- sekä jopa viikko-aikatauluja jotta työt edistyisivät edes jotenkuten. Tiedonkulku eri urakoitsijoiden välillä on tässäkin tärkeätä. Aikataulujen laatimista sekä käytännönjärjestelyjä varten on hyvä jos joka porukalla on joku "nökkamies" joka ohjaa työtä työmaalla joka osaa sekä millä on valtuudet ottaa kantaa sekä johtaa työtä työmaalla.”

## **3. Miten koet maanrakennusurakoitsijan ammattipätevyyden yleisesti?**

”Työt saadaan tehtyä. Valitettavasti huomaa välillä että urakat on otettu liian halvalla, resurssseja karsitaan työmaan loppuvaiheessa ja kun huomataan urakan tulleen liian kalliiksi, yritetään jättää urakkaan kuuluvia töitä tekemättä sekä säästetään laadusta. Työntekijöiden pätevydessä olisi joskus parantamisen varaa, lapiomiehestä lähtien voisi maanrakennusurakoitsija panostaa enemmän sisäisen koulutukseen.”

#### **4. Oletko huomannut että maanrakennus urakoitsijat käyttävät jotain laadunvarmennus menetelmää?**

”Viemäriinjet huuhdellaan sekä kuvataan, mistä aineisto toimitetaan rakennusurakoitsijalle. Valokuvaaminen asennusvaiheessa on myös suositeltavaa. Pudotuspainokokeita kokeita suoritetaan sopimuksen mukaan. Käytetyistä maa-aineksista toimitetaan rakeisuuskäyrät rakennusurakoitsijalle. Maanrakennusurakoitsija saisi laatia laadunvarmennussuunnitelman mihin kaikkien kokeiden tulokset voisi kerätä kootusti, tämä saisi myös sisältää yleisesti hyväksytyjä työtapoja sekä työmalleja jotta voidaan verrata työmaan lopussa toteutuneeseen ja täten varmistaa käytettyjen työtapojen sekä materiaalien laatu.”

#### **5. Miten hyvin arvioit itse hallitsevasti maanrakennuksen eri työvaiheita?**

”Hallitsen hyvin maanrakennusurakan työvaiheet sekä tavat kokemukseni kautta. Työjärjestys on hyvin tiedossa. Olen usein joutunut johtamaan sekä laatimaan aikatauluja urakoitsijan puutteellisen työjohton takia.”

#### **6. Näetkö tarvetta parantaa vuorovaikutusta maanrakennusurakoitsijan ja rakennusurakoitsijan välille?**

”Tämä taas vaihtelee paljon urakoitsijasta toiseen mutta tämä on pohjimmiltaan molempuolista tiedonvaihtoa. Kaikkien urakoitsijoiden on tehtävä yhteistyötä sekä jakaa tietoa jotta voidaan suorittaa työt niin hyvin kuin mahdollista. Tämä avoin yhteys sekä läpinäkyvyys johtaa kannattavuuden parantumiseen.”

#### **7. Kommentteja aiheeseen / muuta?**

”Aina ei tarvitse olla niin virallistakaan, säännöllisillä kahvi tuokioilla voi hyvin suunnitella työtä sekä jakaa tietoa esimerkiksi viikon alussa viikon tehtävistä sekä tapahtumista.”

### 3.1.2 Heikki Romppanen (YIT Rakennus OY)

Heikki Romppanen toimii vastaavana työnjohtajan YIT Rakennus Oy:lle ja hänellä on noin kolmenkymmenen pien- sekä kerros-talokohteen kokemus vastaavana työnjohtajana. Hänellä on kokemusta maanrakennuksen työnjohdosta minkä takia valitsin hänet haastateltavaksi.

#### Haastattelu

##### 1. Oletko havainnut toistuvia ongelmakohtia maanrakennusurakassa eri työmailla?

###### **Raivaus/Purku (rakennuskaivu)**

”Ei mitään mainittavaa.”

###### **Perustaminen (anturapohjat/salaojat)**

”Työaikaisten vesien pois johtaminen/kaivannon kuivattaminen aiheuttaa joskus ongelmaa. Voi aiheuttaa pohjamaan häiriintymistä/löyhtymistä.”

###### **Työmaatiet/Varastokentät/Nosturipetit**

”Rakennusurakoitsijan aikataulutuksesta johtuen usein huonokuntoista. Ei ole tarkoituksen mukaista hieroa isoja kenttiä jos ne heti seuraavassa työvaiheessa joutuu kaivamaan auki tekniikkaa varten.”

###### **Täyttötööt (sokkelin sisäpuoliset/ulkopuoliset)**

”Ajanpuutteen takia tehdään usein sisäpuolinen täyttö ensin mikä jättää ulkopuolisen sokkelin edustan auki tai ilmaan roikkumaan. Sisäpuolinen täyttö painaa sokkelielementtiä mikä voi aiheuttaa halkeilua ja pullistumaa. Sokkeli pitäisi tukea molemmin puolin tasaisesti.”

###### **Sade- sekä jätevesiviemäroinnit**

”Tiedottaminen, yhteistyö sekä ajallinen suunnittelu hyvin tärkeitä. Kesäloma aika on hyvä hyödyntää tässä, mikäli mahdollista.”

###### **Profiloinnit/Viimeistely**

”Viimeiset profiloinnit sekä viimeistely pyritään tekemään niin myöhään kuin mahdollista niin että jää kuitenkin viher-urakoitsijalle tarpeeksi aikaa. Tämä sen takia että muut urakoitsijat pystyvät liikkumaan työmaalla eikä tarvitse ajaa istutus monttuja rikki esimerkiksi henkilönostimilla, näitä joutuu korjaamaan uudestaan.”

### **Muussa?**

”Talvityö, varsinkin perustaminen, on yksi suuri kustannusta lisäävä tekijä. Maa-aineksissa oleva hienoaine on aina kostea mikä aiheuttaa jääkiteitä sen pinnassa. Tämä aiheuttaa että se ei tiivisty kunnolla. Ratkaisu tähän on käyttää maa-aineksia mistä on hienoaine poistettu, sepeleitä, mutta nämä ovat huomattavasti kalliimpia. Korjaukset jotka johtuvat painumista ovat aina työläitä sekä voivat aiheuttavat suuria kustannuksia.”

## **2. Miten koet aikataulutuksen maanrakennusurakoitsijan kanssa?**

”Yhteistyö on ehdoton aikatauluja laadittaessa. Maanrakennusurakoitsijan työjohdon ammattipätevyys on tärkeässä asemassa jotta voidaan laatia realistisia aikatauluja jotka pitävät myös paikkaansa eikä ole vaan suuntaa antavia. Olen vastannut loppuun noin kolmekymmentä kohdetta ja nykyinen kohde on toinen missä tekniikat ovat maassa ennen runkovaihetta.”

## **3. Miten koet maanrakennusurakoitsijan ammattipätevyyden yleisesti?**

”Työt saadaan tehtyä. Vaihtelee urakoitsijasta toiseen, eräät pysyvät laadituissa aikatauluissa mutta eräät valitettavasti eivät. Omaa urakkaa tekevät maarakennusurakoitsijat suoriutuvat yleisesti paremmin kuin esimerkiksi tunti työssä toiselle osapuolelle olevat aliorakkaa tekevät koneurakoitsijat.”

## **4. Oletko huomannut että maanrakennus urakoitsijat käyttävät jotain laadunvarmennus menetelmää?**

”Kyllä erällä on laadittu laadunvarmennussuunnitelma missä todetaan työlaatuvaatimukset, suoritettavat kokeet sekä riskienhallinta suunnitelma.”

## **5. Miten hyvin arvioit itse hallitsevasti maanrakennuksen eri työvaiheita?**

”Entisellä työnantajalla Hakalla ei aina ollut kokonaisurakoita eli johdettiin maanrakennustyötä itse.”

## **6. Näetkö tarvetta parantaa vuorovaikutusta maanrakennusurakoitsijan ja rakennusurakoitsijan välille?**

”Kyllä aina on parantamisen varaa. Urakoitsijakohtaista mutta tiedonkulku on tärkeätä.”

## **7. Kommentteja aiheeseen / muuta?**

”Talvirakentamiseen vielä, niin jokainen voi itse miettiä että menisikö omilla rahoillaan työntämään sitä taloan pystyyn sinne lumihankeen.”

### **3.1.3 Ari Aalto (NCC Rakennus OY)**

Ari Aalto toimii vastaavana työnjohtajana NCC Rakennus Oy:lle. Valitsin hänet haastateltavaksi nähdäkseen eroaako hänen näkemyksensä muista haastateltavista vastaavista työnjohtajista hänen tämänhetkisen eri työnantajan johdosta sekä myös hänen laajan työkokemuksen johdosta.

### **Haastattelu**

#### **1. Oletko havainnut toistuvia ongelmakohtia maanrakennusurakassa eri työmailla?**

##### **Raivaus/Purku (rakennuskaivu)**

”Maaperätutkimukseen voisi panostaa enemmän eräissä kohteissa. Niiden suppeus johtaa välillä ajateltua suurempiin louhintoihin tai ajateltua suurempaa kaivannon tukemisen tarpeeseen esimerkiksi ponttaamalla. Tämä kustannus on usein huomattavan iso.”

### **Perustaminen (anturapohjat/salaojat)**

”Kaivantojen kuivana pito perusvesistä/orsivesistä välillä ongelmallista. Suunnitelmien ristiriidat korkojen suhteen aiheuttaa välillä virheitä. Eritasoiset perustukset tulisi välttää suunnittelussa. Nämä aiheuttavat lisäkustannuksia esimerkiksi kaivantojen tuentatarve, muottityöt/raudoitustyö haasteellisempaa.”

### **Työmaatiet/Varastokentät/Nosturipetit**

”Rakennustontit pienentyvät kokoajan mikä aiheuttaa ahtautta nostotöiden suunnittelussa sekä kaluston valinnassa.”

### **Täyttötööt (sokkelin sisäpuoliset/ulkopuoliset)**

”Yhteistyö eri urakoitsijoiden välillä on tärkeitä. Yhteensovittaminen rakennusurakoitsijan aikatauluihin on välillä haasteellista. Varataan rakennusurakoitsijan puolesta tarpeeksi aikaa työn suorittamiseen.”

### **Sade- sekä jätevesiviemäröinnit**

”Vastuu työnsuunnittelusta on maanrakennusurakoitsijalla. Vaikeuttaa liikkumista työmaalla. Tiedottaminen molemmin puolin jotta työmaa saadaan ”rauhoitettu” viemäryön ajaksi, työmaan materiaali toimituksen poikki työn ajaksi. Paras ajankohta on kesälomien aikaan.”

### **Profiloinnit/Viimeistely**

”Yhteistyö eri urakoitsijoiden välillä tärkeää, siten saadaan sujuva työjärjestys. Kaikkien urakoitsijoiden pysyttävä aikataulussa jotta onnistuu.”

### **Muussa?**

”Perustamista talvella tulisi välttää.”

## **2. Miten koet aikataulutuksen maanrakennusurakoitsijan kanssa?**

”Vaihtelee hyvin paljon urakoitsijasta toiseen, on hyviä sekä huonoja. Riippuu ihan urakoitsijan työjohdosta osaako laatia aikatauluja sekä suunnitella työtä etukäteen.”

### **3. Miten koet maanrakennusurakoitsijan ammattipätevyyden yleisesti?**

”Suurta teknistä osaamista löytyy esimerkiksi kaivinkoneen käyttöön sekä kaivutyön suorittamiseen. Parannettavaa on ehkä yksittäisen työntekijän työmaan kokonaiskuvan ymmärtämiseen, työjärjestyksen sekä seuraavan työvaiheen suunnitteluun liittyvissä töissä.”

### **4. Oletko huomannut että maanrakennus urakoitsijat käyttävät jotain laadunvarmennus menetelmää?**

”Töiden valokuvaaminen asennuksen aikana, pudotuspainokokeet sekä dokumentointia tehdään yleisesti. En ole törmännyt mihinkään laadunvarmennussuunnitelmaan mitä maanrakennusurakoitsija käyttäisi, olisi kyllä suotavaa käyttää.”

### **5. Miten hyvin arvioit itse hallitsevasti maanrakennuksen eri työvaiheita?**

”Kokemuksen kautta on kyllä tullut selväksi, työjärjestys sekä tavat on kyllä tullut tutuiksi. Jotain ehkä murskelajikkeista en tiedä mutta silloin minä otan puhelimen käteen ja otan selvää.”

### **6. Näetkö tarvetta parantaa vuorovaikutusta maanrakennusurakoitsijan ja rakennusurakoitsijan välille?**

”Riippuu taas urakoitsijasta. Molemminpuolinen tiedonkulku on kyllä tärkeintä. Suunnitelmaan yhdessä sekä hyvässä hengessä.”

### **7. Kommentteja aiheeseen / muuta?**

”Maanrakennusurakoitsija saa esittää vaihtoehtoisia ratkaisuja kun mitä on suunnitelmissa esitetty minkä jälkeen punnitaan että onko taloudellisesti mahdollista/kannattavaa suorittaa muutos esimerkiksi perustamistavassa.”



## **3.2 Maanrakennusurakoitsijat**

Olen valinnut haastateltavaksi kaksi henkilöä jotka toimivat maanrakennusalalla jotta voin verrata heidän näkemyksiään rakennusurakoitsijapuolen henkilöiden näkemyksiin. Valitsemani henkilöt toimivat tai ovat toimineet maanrakennukseen liittyvissä työnjohto tehtävissä.

### **3.2.1 Jonas Lindberg (Ingvald Lindberg OY)**

Jonas Lindberg on Ingvald Lindberg Oy:n toimitusjohtaja joka ennen nykyistä työtehtäväänsä toimi samaisen yrityksen maanrakennuspuolen työjohtajana. Hänellä on pitkä työkokemus maanrakennusalan töistä sekä sen johtamisesta.

### **Haastattelu**

#### **1. Miten koet aikataulutuksen rakennusurakoitsijan kanssa?**

”Yleisesti hyvänä. He laativat yleisaikataulun mikä tarkistetaan yhdessä sekä muokataan tarpeen vaatiessa sekä mahdollisuuksien mukaan, aina on kuitenkin hieman kiire. Joskus voisi varata hieman enemmän aikaa viemärointi töihin kun niissä usein esiintyy yllättäviä piirteitä kuten ylimääräisiä louhintoja sekä syvyyden asettamia ongelmia.”

#### **2. Onko sinulla alaan soveltuvaa koulutusta?**

”Ei ole alaan soveltuvaa mutta olen hankkinut tietoni kokemuksien sekä muilta alalla toimivien opastamana.”

#### **3. Oletko huomannut ongelmakohtia maanrakennuksen eri työvaiheessa?**

##### **Raivaus/Purku (rakennuskaivu)**

”Joskus maaperätutkimuksiin voisi panostaa hieman enemmän. Joskus jopa tuntuu että ne olisi ”laiminlyöty” kokonaan. Välillä kun on suoraan maaperätutkijaan yhteydessä voi hän ihmetellä miten joku rakennuksen sijoittaminen pahimpaan savikkeen on mahdollista kun muita ratkaisuja olisi ollut mahdollista tehdä. Joskus on ihmetelty miksi eivät suunnittelijat ole heihin enemmän yhteydessä perustamistapalausnon jälkeen.”

### **Perustaminen (anturapohjat/salaojat)**

”Perustuksien korot pitää aina tarkistaa useasta kuvasta kun nämä usein vaihtelevat kuvasta toiseen. Usein on myös salaojien korot anturakorkoa ylempänä mikä välillä ihmetyttää. Kuhan huomaa nämä virheet ajoissa niin säästyy kustannuksilta. Aina ei huomaa ja silloin joutuu nopeasti korjaamaan kun timpuriporukka odottaa vieressä päästääkseen tekemään anturoita.”

### **Työmaatiet/Varastokentät/Nosturipetit**

”Mieluusti ei halua ainakaan montaa nosturikenttää tehdä. Järkevä nosturin koon valinta on tärkeää, sekä että se on hyvässä kunnossa. Kunhan vastaava laatii hyvän työmaasuunnitelman, niin asiat yleensä hoituu. Varastokenttinä on hyvä käyttää tulevaa kohteen parkkipaikkaa.”

### **Täyttötöyt (sokkelin sisäpuoliset/ulkopuoliset)**

”Eri urakoitsijoiden aikataulujen yhteen sovittaminen sekä järkevä työjärjestys on tärkeintä. En tiedä miksi mutta toistuvasti putkimiehen on vaikeata saada tontille, yhteistyö todella tärkeätä jotta työt edistyvät eikä joutu odottamaan toista urakoitsijaa.”

### **Sade- sekä jätevesiviemäröinnit**

”Tässä työvaiheessa on ”ylimääräiset” louhinnat yleensä suurin lisäkustannuksien aiheuttaja. Viemäröinnit olisi parasta tehdä viimeistään ennen runkovaihetta. Jos ne saisi tehdä perustus vaiheen kanssa samanaikaisesti, niin ei tarvitsisi miettiä että joutuu kaivamaan kaikki työmaatiet/nosturipetit auki uudestaan. Silloin voisi tehdä parempia teitä/kenttiä. Jonkun verran esiintyy ristiriitaisuuksia kuvissa, esimerkiksi risteävät viemäriinjat ovat samassa korossa, kaivoon liittyvien putkien korot purkua alempana, kansien korot ei täsmää LVI- sekä Pintavesi-kuvissa, johtaa siihen että joudutaan muokkaamaan työmaalla.”

### **Profiloinnit/Viimeistely**

”Työmaan yleinen siisteys rakennusjätteistä. Parantunut paljon viimeisen viiden vuoden aikana mutta riippuu jonkun verran vastaavan aktiivisuudesta. Tiedottaminen sekä työn suunnittelu yhdessä rakennusurakoitsijan kanssa tärkeätä jotta välteään odottelua. Kaikkien urakoitsijoiden yleisaikataulussa pysyminen mihin vastaa-

va pystyy aika paljon vaikuttamaan omalla aktiivisuudellaan. Jos yksi on myöhässä alussa, niin kaikki on myöhässä lopussa.”

### **Muussa?**

”Talvityö on pakko mainita. Routa ja lumi aiheuttavat aina töitä. Kovat pakkaset vaikuttavat myös kaivinkoneisiin huonolla tavalla, moottori sekä laitteiden rikkoutuminen on aina vaarana. Perustamiseen liittyvät työt ovat vaikeimmat sekä riskialttiimmat talvella. Tehokasta työaikaa syö paljon lumentorjunta sekä pohjien roudalta suojaaminen illalla sekä niiden poistaminen taas aamulla. Varsinkin jos on runsaslumisia talvia kuten nämä aikaisemmat.”

## **4. Miten hoidatte laadunvarmennusta?**

”Anturoiden sekä maanvaraisten lattioiden alustäytön kantavuuden varmistaminen ”Loudman” -kokein (pudotuspainokoe) urakkasopimuksen mukaan. Putkilinjojen valokuvaaminen asennuksen aikana sekä kuvaaminen ennen luovutusta, todistamaan että ne on asennettu oikein ja että ne toimivat. Piirustusten mukaisten materiaalien käyttö sekä niiden kelpoisuuden osoittaminen rakeisuuskäyrin mitkä toimitetaan rakennusurakoitsijalle. Myös henkilökunnan perehdyttäminen työvaiheeseen sekä koulutus työtehtävään auttaa parantamaan työn laatua.”

## **5. Näetkö tarvetta parantaa vuorovaikutusta maanrakennusurakoitsijan ja rakennusurakoitsijan välille?**

”Tämä riippuu paljon molempien osapuolien aktiivisuudesta. Rakennusurakoitsijan vastaan työjohtajan ammattipätevyys sekä sosiaaliset taidot on tärkeässä roolissa, toki myös maanrakennusurakoitsijan. Kommunikointi on tärkeätä molemmin puolin ja että molemmilla on kuva siitä mitä kummankin eri työvaiheet ovat ja mitä ne vaativat onnistuakseen.”

## **6. Kommentteja aiheesta /muuta?**

”Eipä minulla muuta tule mieleen. Kokemus on valttia monessa asiassa”

### **3.2.2 Jens Lstedt (Koneyhtymä Engman OY)**

Jens Lstedt on työjohtaja Koneyhtymä Engman Oy:lle. Hän on toiminut monessa tehtävässä yrityksessä ja on nähnyt maanrakentamisen monesta eri näkökulmasta. Hän omaa

erinomaiset sosiaaliset taidot mikä on myös johtanut minut valitsemaan hänet haastateltavaksi.

## **Haastattelu**

### **1. Miten koet aikataulutuksen rakennusurakoitsijan kanssa?**

”Riippuu paljon kenen kanssa on tekemisissä mutta yleisesti hyvänä. Molempien ammattitaito sekä aikaisempi kokemus on tärkeässä roolissa. Sen on huomannut että jos hommat menee liian hyvin, niin siten kiristetään aikataulua välillä vähän liian aikaisessa vaiheessa. Voisi välillä jättää vähän enempi pelivaraa aikatauluihin.”

### **2. Onko sinulla alaan soveltuvaa koulutusta?**

”Ei ole. Kokemuksen kautta sekä muilta alalla toimivilta opittua taitoa.”

### **3. Oletko huomannut ongelmakohtia maanrakennuksen eri työvaiheessa?**

#### **Raivaus/Purku (rakennuskaivu)**

”Olemassa olevia rakenteita jos joutuu purkamaan niin voi aiheuttaa ongelmia. Esimerkiksi maa- tai ilmakaapeleiden siirto voi välillä kestää kun joutuu odottamaan tekniikan omistajan lupia tai urakoitsijaa joka suorittaa työn. Mutta nämä on töitä jotka harvemmin tulee eteen”

#### **Perustaminen (anturapohjat/salaojat)**

”Kuvien virheet ovat yleisiä, lieneekö kiire suunnittelussa ongelmana. Melkein joka työmaalla joutuu ratkomaan jotain ongelmia korkojen kanssa.”

#### **Työmaatiet/Varastokentät/Nosturipetit**

”Kunnollinen työmaasuunnitelma auttaa onnistumaan kerralla jotta tietää ajoissa mistä nostot aiotaan tehdä.”

#### **Täyttötöyt (sokkelin sisäpuoliset/ulkopuoliset)**

”Aikataulujen yhteen sovittaminen sekä yhteistyö. Usein putkiurakoitsija ongelmana kun joutuu odottamaan häntä. Yksi ratkaisu voisi olla alapohjien viemäreiden

liittäminen maanrakennusurakkaan. Usein joutuu kuitenkin tekemään melkein kaikki työt paitsi putkien yhteen liittäminen.”

### **Sade- sekä jätevesiviemäröinnit**

”Virheitä esiintyy jonkun verran kuvissa. Usein tulee kiire niiden kanssa kun perustusvaihe on juuri mennyt niin hyvin, niin kiristetään aikatauluja ja aikaistetaan runkovaihetta. Tähän voisi jättää vähän pelivaraa niin että kerittäisiin asentaa ennen runkovaihetta viemärit. Tässä vaiheessa joutuu usein lisäämään resursseja jotta ehtii aikataulun mukana.”

### **Profiloinnit/Viimeistely**

”Tämä on usein pahin vaihe kun kaikilla on kiire. Usein myös paljon rakennusjätettä edessä ja epäselvyys että kenelle kuuluu siivous. Viherurakoitsija on usein tarkin siitä että mitä töitä kuuluu kenellekin, usein pieniä riitoja. Usein käy myös niin että juuri kun on saanut jonkun alueen valmiiksi niin ajaa seuraava urakoitsija jollain henkilönostimella tai vastaavalla kaiken rikki.”

### **Muussa?**

”Välillä vaikuttaa että supistetaan urakka aikaa vähän liikaakin. Vaikuttaa siltä että rakennusurakoitsijankin laatu kärsii myös tästä. Aika paljon jätetään vuosikorjauksen puolelle kun ei keritä tehdä kerralla kunnolla.”

## **4. Miten hoidatte laadunvarmennusta?**

”Teetätetään pudotuspainokokeita, valssijyrä missä on automaattinen tiivistyksen mittaus ja tallennus sekä valokuvaamalla. Pudotuspainokokeet sekä mittaukset tehdään urakkasopimuksen mukaan. Viemäriinjat kuvataan aina ennen luovutusta.”

## **5. Näetkö tarvetta parantaa vuorovaikutusta maanrakennusurakoitsijan ja rakennusurakoitsijan välille?**

”Välillä kokoukset vievät liikaa aikaa, mieluummin sovitaan työn aikana tai kun tulee esille. Kunhan yleisaikataulu on huolella sekä realistisesti laadittu sujuu työt hyvin. Ja kunhan sitä ei lähdetä turhan paljon kiristämään.”

## **6. Kommentteja aiheesta /muuta?**

”Välillä tuntuu että mitä isompi firma niin sitä enempi se väistää vastuuta.”

### 3.3 Haastattelujen yhteenveto

Maanrakennusurakan toistuvimmat työvaiheiden ongelmakohdat ovat selkeät virheet suunnitelma-asiakirjoissa sekä ristiriidat niissä. Tämä ilmeni sekä rakennus- että maanrakennusurakoitsijoiden työjohdon haastatteluissa. Nämä virheet johtavat tosin harvoin lisäkustannuksiin, edellyttäen, että ne ylipäättänsä havaitaan ja että ne havaitaan mahdollisimman ajoissa. Virheet aiheuttavat joskus viivästyksiä aikatauluissa, jos ongelman ratkaisemiseksi ei keksitä välitöntä ratkaisua. Tässä korostuu molempien osapuolten työnjohdon ammattitaito sekä kokemus, ettei lähdetä sokeana toteuttamaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan vaan niihin osataan suhtautua varauksella.

Haastatteluissa molemmat osapuolet painottivat, tiedonkulkua sekä aikataulujen laatimista yhteistyössä alusta oikein ja tarkasti tarpeeksi monella osa-työvaiheella, sekä molempien sitoutuminen seuraamaan niitä. Sade- sekä jätevesiviemäroinnin osalta maanrakennusurakoitsijat toivoisivat hieman enemmän pelivaraa aikataulutukseen. Molemmat osapuolet totesivat kesäloma-ajan olevan paras aika viemäritöille. Usein jää hieman ”löysää” aikataulussa työmaan alkuvaiheessa mutta silloin yleensä siirretään perustus- sekä runkovaihetta mahdollisuuksien mukaan aikaisemmaksi, jotta rakennusurakoitsija pääsee aloittamaan varsinaisen rakennustyön aikaisemmin kuin mitä on suunniteltu.

Täyttötöissä, profiloinnissa sekä viimeistelyissä molemmat osapuolet painottivat yhteistyötä sekä tiedonkulkua, jotta työt voidaan suorittaa suunnitellusti. Sokkelin sisäpuolisissa täytöissä maanrakennuspuolen työnjohtajat painottivat eri urakoitsijoiden, erityisesti lvi-urakoitsijan, sitoutumista laadittuihin aikatauluihin sekä heidän osallistumistaan niiden suunniteluun. Viimeistelytöissä maanrakennusurakoitsijan työnjohtajat painottivat rakennusjätteiden siivoamisesta aiheutuvia viivästyksiä sekä yhteistyötä muiden urakoitsijoiden kanssa, jotta vähennetään tehdyn työn korjaamisen tai uudelleen tekemisen tarvetta.

Kaikki haastateltavat painottivat talvitöiden haasteellisuutta sekä niihin liittyviä riskejä. Heidän mielestään maanvaraista perustamista sekä täyttötöitä ei tulisi suorittaa talvella mikäli mahdollista, sillä runsas lumen tulo sekä kovat pakkaset aiheuttavat tuntuvia lisäkustannuksia. Eli mikäli mahdollista, tulisi työmaan aloitusajankohta ajoittaa kesäkaudelle,

tällöin pystyttäisiin hyödyntämään mainittua kesäloma-aikaa viemäritöissä sekä välttämään talven lisäkustannuksia perustus- sekä täyttötöissä.

Rakennusurakoitsijoiden työnjohtajat arvioivat itse hallitsevansa maanrakennuksen työvaiheet hyvin sekä arvioivat maanrakennusurakoitsijoiden ammattipätevyden riittäväksi työn suorittamiseksi, mutta painottivat yksittäisen työntekijän ammattipätevyden tärkeyttä. Heidän mielestään alalla on suurta vaihtelua urakoitsijan ammattipätevydessä sekä työnjohdon että työntekijöiden puolella.

Aikataulujen laatimisessa painottivat molemmat osapuolet yhteistyötä, kokemusta sekä ammattitaitoa. Tässäkin rakennusurakoitsijoiden työnjohtajat painottivat, että aikataulujen tekeminen sekä niissä pysyminen vaihtelee paljon urakoitsijasta toiseen. Ammattipätevyys työnjohdossa vaihtelee paljon maanrakennusurakoitsijasta toiseen. Maanrakennusurakoitsijoiden työnjohtajat pitivät yhteistyötä yleisesti hyvänä mutta pitivät usein aikatauluja hie-man kiireellisinä sekä moittivat ”peliajan” usein puutuvan. Aikataulujen liian aikaista kiristämistä moitittiin myös.

Laatua valvotaan normaalisti maanrakentamisessa dokumentoimalla esimerkiksi valokuvaamalla digitaalikameralla asennuksia, tekemällä täyttöjen tiiveyskokeita pudotuspainokokein, kuvaamalla sade- sekä jätevesiviemärit ennen luovutusta sekä toimittamalla rakennusurakoitsijalle rakeisuuskäyrät käytetyistä maa-aineksista. Kumpikaan ei käytä mitään laadunvarmennussuunnitelmaa. Yksi kolmesta haastattelemastani rakennusurakoitsijoiden työnjohtajista sanoivat havainneensa maanrakennusurakoitsijan käyttävän jonkun muotoista laadunvarmennussuunnitelmaa, joka sisältää työn laadun vaatimuksia, työvaiheohjeita, mallitöitä sekä riskienhallintasuunnitelman.

Vuorovaikutuksen parantamistarvetta pitivät rakennusurakoitsijoiden työnjohtajat tarpeellisenä, mutta hyvin paljon riippuvaisena maanrakennusurakoitsijan ammattipätevyuden kanssa. Haastatteluissa kävi ilmi että johtuen suuresta vaihtelusta ammattipätevydessä maanrakennusurakoitsijoiden keskuudessa, eräiden kanssa joutuu pitämään tiiviimpää yhteyttä sekä seuraamaan tiiviimmin työn edistymistä kuin toisten kanssa.

## 4 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella rakennus- sekä maanrakennusurakoitsijan vuorovaikutusta sekä selvittää pientalokohteen maanrakennusurakan yleisimmät ongelmakohdat. Näitä asioita pyrittiin selvittämään haastattelemalla rakennus- ja maarakennusurakoitsijoita maarakennuksen eri työvaiheista ja aikatauluista.

Aikataulutusta sekä vuorovaikutusta urakoitsijoiden välillä pidettiin yleisesti hyvänä mutta etenkin maarakennuspuolen työjohton ammattitaidossa havaittiin suurta vaihtelua. Työjohton laatua sekä ammattitaitoa pidettiin haastattelujen perusteella merkittävänä tekijänä maanrakennusurakan onnistumiseen. Molemmat osapuolet painottivat tiedonkulkua sekä yhteistyötä merkittävimpinä tekijöinä töiden onnistumiselle.

Maanrakennuksen työvaiheiden ongelmat johtuivat pääsääntöisesti suunnitteluvirheitä ja aikatauluvirheistä. Perustusvaiheen suunnitelma-asiakirjoissa ilmenee haastattelujen perusteella paljon virheitä, jotka eivät aiheuta, edellyttäen että ne havaitaan ajoissa, usein lisäkustannuksia. Tässä korostuu maanrakennusurakoitsijan ammattitaito, jotta nämä virheet huomataan ja jotta niihin puututaan. Sade- sekä jätevesiviemäreiden, lämpölinjastojen sekä maakaapeleihin liittyvien töiden osalta aikataulutusta sekä yhteistyö nousevat ratkaiseviksi. Maanrakennusurakoitsija joutuu usein käyttämään enemmän resursseja linjojen tekoon kuin oli alun perin suunnitellut tiukan aikataulutuksen vuoksi. Tässä työvaiheessa yhdessä urakoitsijoiden kesken laadittu realistinen yleisaikataulu on tärkeässä asemassa.

Talvityötä sekä varsinkin perustamista talvella pitivät kaikki haastatellut henkilöt merkittävimpänä lisäkustannusten aiheuttajana pientalokohteessa. Lisäkustannuksia aiheuttavat lumelta sekä jäältä suojaamisen tarve työvuorojen aikana sekä lopussa, sekä tästä johtuva tehokkaan työajan menetys. Kustannuksia aiheuttaa myös jäätyneen maa-aineksen poistaminen tai sulattaminen sekä mahdollisten kalliimpien maa-ainesten, kuten sepelin käyttö.



Talviperustamisessa on myös aina suurempi riski, että rakenteet painuvat. Ylisuuret painumat rakenteissa ovat aina työläitä sekä kalliita korjata. Mikäli mahdollista suosisivat, urakoitsijat työmaiden aloitusta keväisin tai alkukesästä, jotta voidaan hyödyntää kesäloma-aika maanrakentamisessa sekä keskittyä sisätiloihin talven yli.

Vuorovaikutuksen parantamisen tarve riippuu hyvin paljon urakoitsijasta. Haastattelujen aikana käydyn keskustelun perusteella ainakaan kokousten tai palavereiden määrää nostamalla ei vuorovaikutusta paranneta, kumpikaan osapuoli ei nähnyt tätä tarpeellisenä vaan ennemminkin pelkkänä paperityön turhana lisäyksenä. Rakennusurakoitsijoiden työnjohtajat pitivät laadunvarmennusjärjestelmän käyttöönottamista sekä siihen liitettävää tarkempaa aikataulutustyötä tärkeämpänä maanrakennusurakoitsijoille. Tämä voisi olla työkalu, jolla varmistetaan sekä saadaan maanrakennusurakoitsijat kiinnittämään enemmän aikaa työn suunnitteluun sekä laatuun yhteistyössä rakennusurakoitsijan kanssa.

Maanrakennustyötä tulisi johtaa joko työnjohtaja tai pienemmällä ryhmällä niin sanottu ”nökkämies”, joka on työmaalla silloin kun maanrakennustöitä tehdään. Tällä henkilöllä tulisi olla tarvittavat valtuudet sekä kokemus että ammattitaito pystyäkseen vaikuttamaan työn aikataulutukseen sekä suorittamiseen, jotta rakennusurakoitsijan työjohtaja voi olla suoraan tähän henkilöön yhteydessä työhön liittyvissä asioissa. Näin poistetaan viive tiedottamisessa sekä varmistetaan molemminpuolista tiedonvaihtoa. Aina ei tarvitse kaiken olla niin virallistakaan, joskus työn suunnittelu käy helposti tapaamalla kahvinkupin äärellä viikon alussa, jolloin voi suunnitella tulevan viikon työt.

## 5 Yhteenveto ruotsiksi / Svenskt sammandrag

### Inledning

Jordbyggnadsentreprenaden är en av de stora kostnaderna under ett småhusprojekt. Det är ytterst viktigt att arbetet är väl planerat samt att tidtabellerna är väl uppbyggda i samarbete med projektets byggnadsentreprenör. Ifall detta samarbete inte fungerar leder det oundvikligt till tilläggskostnader och förseningar i tidtabellerna.

Syftet med detta arbete är att kartlägga samspelet mellan bygg- och jordbyggnadsentreprenören samt få fram de vanligaste problemen i en jordbyggnadsentreprenad. I arbetet beskrivs de olika arbetskedan som ingår i jordbyggnadsentreprenaden för ett genomsnittligt småhus. Dessutom presenteras de vanligaste problemen utgående från intervjuer med ansvariga arbetsledare inom branschen från både bygg- och jordbyggnadsentreprenörer.

Entreprenadformen i detta arbete är helhetsjordbyggnadsentreprenad, som innehåller alla de vanligaste jordbyggnadsarbetena enligt YIT Rakennus Ab:s normala jordbyggnadsentreprenadkontrakt. Beskrivningen av de olika arbetskedena grundar sig på olika publikationer av Rakennustieto rf., Infra rf. samt delvis på personlig erfarenhet från branschen.

### Jordbyggnadens arbetskedan

I denna del är de olika arbetskedan som ingår i en vanlig jordbyggnadsentreprenad beskrivna. Entreprenören som genomför arbetet är alltid jordbyggnadsentreprenören ifall ingen annan entreprenör nämns som utförare i texten.

## Röjning och nedmontering

Detta arbetsskede innehåller:

- fällning av trädbeståndet samt vidare behandling
- skyddande av kvarblivande träd samt växtlighet
- schakt samt vidare behandling av stubbarna
- ytjordens schakt samt vidare behandling
- nedmontering eller förflyttning av existerande konstruktioner

Innan man inleder detta arbetsskede bekantar man sig med gällande ritningar samt dokument och låter göra syner så som syner eller visningar av trädbeståndet, el-, telefonkabel samt avlopps och regnvattenrörs.

Vid syn av trädbeståndet tillsammans med byggtreprenörens representant bestäms de kvarblivande träden samt områden som lämnas i naturligt bestånd. Röjning av nyttoträd, sly och skräpträd skötes vanligen av en skogsavverkningsentreprenör enligt överenskommelse.

Kvarblivande träd skyddas enligt skilda planer. Ifall man måste röra sig med tunga maskiner så som lastbilar samt grävmaskiner i närheten av träd, skyddas trädens rötter också. Ifall schakt måste göras i närheten av träd så att deras rötter blir utsatta för sol, kyla eller vind skyddas även de. Områden som skall lämnas i naturligt tillstånd skyddas till exempel med staket eller motsvarande som hindrar rörelse i området.

Stubbarna från området grävs upp och samlas sedan i högar för vidare behandling till exempel via flisande. En del energiföretag tar emot rengjorda stubbar för energiproduktion utan kostnad.

Ytjorden, det vill säga det översta cirka 20 cm jordlagret, grävs ihop från hela byggområdet samt samlas i högar för vidare behandling. Att använda det som fyllnadsjord på tomten bör

övervägas noggrant. Ytjorden har dålig bärbarhet på grund av att en stor del består av växtlighet samt annat motsvarande material.

Konstruktioner samt byggnader som skall nedmonteras eller flyttas utförs enligt på förhand uppgjorda planer. Kablar, regn- och avloppsvattenrörs eller motsvarandes läge samt position säkras genom syner och visningar i samarbete med deras ägare innan själva grävarbetet påbörjas. Kablar som har en effekt över 1 kV görs spänningslösa före nedmonterings- eller flyttningsarbetet. Man får inte gräva med grävmaskin närmare än 20 cm från kablar, det grävarbete måste utföras för hand med spade. Avståndet ökas om jordmånen innehåller mycket stenar enligt eget omdöme.

## Grundande

Detta arbetsskede innehåller:

- grävningen för grunden
- täckdikande för grunden
- grundens bottenarbeten

Innan man inleder detta arbetsskede bekantar man sig med vederbörliga ritningar samt dokument. De planerade byggnadernas hörnpunkter mäts ut i terrängen för att underlätta grävarbetet och den officiella höjden märks ut på tomten i ett höjdmärke som går att använda för grundandet.

Grävningen av grunden utförs så att den planerade grundsulan ryms i schaktet på planerad höjd, utrymmet som krävs för täckdiken måste också tas i beaktande. Den jordmån som kommer fram under grävarbetet jämförs med grundundersökningen för att säkra att den stämmer. Om jordmånen skiljer sig drastiskt från det som grundundersökningen visar måste detta anmälas till grundundersökaren samt byggtreprenören. Det färdiga schaktets botten jämnas ut och formas så att det blir en lutning på  $\geq 1$  % från mitten ut mot täckdiken. Jordmassorna som grävs loss strävar man att använda på tomten som fyllnadsmaterial ifall det är passligt för ändamålet, löst och dåligt tätande jordmassor transporteras bort.

Färdiga schacters kanter formas enligt arbetarskyddsbestämmelserna för att minska risken för skador.

Täckdiken utförs enligt gällande ritningar och planer, de material och täckdikningsprodukter som används presenteras i ritningarna. Täckdiken består av godkända polyeten- (PE-) eller polypropen- (PP-)plaströr samt täckdikningsbrunnar. Brunnarna är antingen färdiga brunnelement eller brunnar som monteras ihop av trumrör på bygget. Brunnarna utrustas med sedimentbon där material som rinner med grundvattnet kan falla ned. Brunnarna och rören grundläggs enligt ritningarna på en bädd av maskinellt tätad singel eller täckdikningskrossgrus vars tjocklek är minst 100 mm. Före fyllningen runt rören kollas att de är på planerad plats och raka med tillräckligt avstånd från kommande konstruktioner. Fyllningen runt rören och brunnarna görs med godkända täckdikningsmaterial med en tjocklek av minst 200 mm.

Grundens bottenarbeten utförs enligt upplagda planer samt ritningar. Den utgrävda grundens botten granskas att den är grävd i rätt höjd, så att det är möjligt att utföra krossgrusbäddens tjocklek som planerat. Grundsulan mäts ut på botten och märks ut med till exempel jordmärkningsfärg, speciell noggrannhet fästs ifall grundsulan har olika höjder på botten. Grundernas bottenfyllning utförs med blandkornigt krossgrus, på en glasfiberduk eller bädd av filtreringssand, vars största kornstorlek är högst 2/3 av tjockleken på den bädd som man tätar på en gång. I samband med grundens bottenarbeten grundläggs även avloppsrören för botten. Ändan av röret hämtas till inre sidan av sockellinjen och i en sådan höjd, jämfört med det blivande golvet, att vvs-entreprenören har tillräckligt utfall för avloppen under bottenbjälklaget.

### **Arbetsplatsväg, förrådsplan och lyftkrans bädd**

Som vägar på byggplatsen är det skäl att använda sig av de blivande vägrutterna så mycket som möjligt, på detta sätt kan man utföra vägarnas grund- och bärande skikt med en gång. Skikten görs tjockare för att hålla eventuell tyngre trafik, så som lyftkranar och lastbilar, och sedan skärs de ner till planerad höjd vid slutprofileringen. Som förrådplan är det bra att använda sig av det blivande området för parkering. Området jämnas helst ut vågrätt för att

fungera som bra förrådsplan så att byggmaterial som lagras på det inte skall ta skada eller vridas vid lyftning eller när det sätts ned på planet. Lyftkranens bädd eller bäddar utförs enligt arbetsplatsplanen och i samarbete med byggtreprenören samt lyftkransentreprenörens direktiv.

## **Fyllning innanför samt utanför sockeln**

Detta arbetsskede innehåller:

- el- och värmerör
- fyllning utanför sockellinjen
- botten för avlopp
- fyllning upp till kapillärbrytande skiktet
- kapillärbrytande skiktet samt radonventilering

I samband med fyllningen av inre sidan av sockeln läggs rör för eldragningar innanför sockeln samt rören för fjärrvärme. Rören för el och värme dras enligt upplagda planer samt ritningar från yttre sidan av sockellinjen till dess i ritningarna bestämda platser och fästs i sockellinjen för att hindra dem från att flytta på sig under senare arbetsskeden. Rören grundläggs på maskinellt tätad botten och fyllningen runt rören utförs med till exempel sållad sand vars största kornstorlek är 20 mm.

Fyllningen utanför sockellinjen utförs helst före fyllningen på inre sidan. Då hjälper den med att stöda sockeln under fyllningen, detta är speciellt viktigt då grundsulan inte är förlöpande. Sockellinjens fyllning sker med ett minst 200 mm tjockt skikt täckdiktningens grus eller krossgrus upp läng grundmuren från grundsulan till blivande marknivå. Längre än 200 mm från sockellinjen kan man använda grövre fyllnadsjord. I samband med fyllandet lägger man ner regnvattenrören för stupränornas brunnar samt tjälskyddsisoleringen. Regnvattenrören och tjälskyddsisoleringen monteras enligt gällande ritningar samt planer på maskinellt tätad grund. Tjälskyddsisoleringen läggs på regnvattenrören och läggs i en lutning på 2 % från sockellinjen utåt.

Botten för avloppen under bottenbjälklaget utförs enligt gällande ritningar och planer samt enligt vvs-entreprenörens anvisningar. Huvudavloppslinjen och dess grenar mäts ut på botten och märks med till exempel jordmärkningsfärg och med hjälp av kamståls bitar vid ställen där rören stiger igenom golvplattan. Botten fylls upp så att tillräcklig lutning åstadkoms i huvudlinjen och dess grenar.

Fyllningen innanför sockellinjen upp till det kapillärbrytande skiktet påbörjas med att granska att alla avloppsrör är på rätt plats, att de har tillräcklig lutning åt rätt håll och att de är ihopkopplade rätt. Själva fyllningen påbörjas med att fylla intill alla avloppsrör med stenlös fyllning som lätt tätas runt rören till exempel med att stampa med foten. Största tillåtna kornstorlek för fyllningen vid rören är 10 % av rörets diameter, men till exempel ett rör med diametern 110 mm får fyllas med 16 mm kornstorlek. Efter att man säkrat att rören inte kan röra sig i sidled och är stödda tillräckligt kan slutliga fyllningen till det kapillärbrytande skiktet utföras. Denna fyllning utförs i 100 - 400 mm skikt beroende på vad för marktättnings metod man har till förfogande.

Vattnets kapillärstigning under det markbärande bottenbjälklaget bryts med ett kapillärbrytande skikt på minst 200 mm av tvättad singel eller täckdickningsgrus sållad av bergskross. I mitten av det här skiktet läggs också rör för ventilering av radongas. Radonventilationsrören är täckdickningsrör av PE-, PP-plast som levereras i sex meters stänger eller polyvinylklorid(PVC-)åkertäckdickningsrör som levereras på rulle i längre längder. Ventilationssystemet består av ventileringsrör, som är av täckdickningsrör, samt uppsamlingsrör av täta avloppsrör som leder upp igenom golvplattan till taket där radongasen ventileras ut. Rören placeras enligt upplagda planer och ritningar, rören kommer i mitten av det kapillärbrytande skiktet. Eventuella fördjupningar i kapillärbrytande skiktet, till exempel för eldstad som kräver tjockare golvplatta, mäts ut på botten och utförs enligt skilda planer.

## Vatten och avlopp, el och värme

Detta arbetsskede innehåller:

- fastigheternas vatten och avlopp
- värmerören
- elkablar

Innan detta arbetsskede inleds bekantar man sig med alla upplagda planer samt ritningar. På grund av att avlopps-, regnvatten-, värme- samt el-rören går så gott som igenom hela byggnadsplatsen orsakar detta arbetsskede mycket problem för andra entreprenörer ifall dessa inte är väl planerade i samarbete med de andra entreprenörerna. Brunnarna för regnvatten, avlopp och värmerören mäts ut på tomten för att underlätta gestaltandet av arbetet.

Regn- och avloppsvatten brunnarna och rören förvaras på jämnt underlag för att förhindra vridning eller andra skador, ifall de förvars länge bör de även skyddas för solljus. Då man flyttar på rören eller brunnarna bör man se till att de inte tar skada av detta, speciellt då det är kallt, under noll grader.

För avloppen används PP-, PE- eller PVC-plaströr enligt upplagda planer. Dessa levereras i sex meters stänger med en muff med tätning i ena ändan för lätt ihopmontering med rör eller brunnar, dessa rör är släta på inre och yttre sidan. Brunnarna är PE-plast kontrollbrunnar ned spår i botten för att det inte skall bildas virvlar i brunnen som kan leda till att fasta ämnen fastnar i brunnen kanter och sedan orsakar tilltäppning.

För regnvatten används PP-, PE-plaströr som är så kallade strukturrör vars inre sida är slät och yttre sidan är vågig. Rören levereras i sex meters stänger och har en muff i ena ändan för koppling till rör eller brunnar, tätnings muffarna måste oftast beställas skilt. Det går också att använda likadanna rör som för avloppen, men dessa är cirka 40 – 45 % dyrare.

Brunnarna för regnvatten är ytvatten-, grundvatten- och kontrollbrunnar av PE-plast. Ytvattenbrunnarna utrustas med gallerlock så att ytvatten kontrollerat kan samlas upp. Grundvattenbrunnarna är huvudsakligen för att samla upp grundvatten från dräneringen, som kopplas fast i brunnen via en självständigt fungerande bollventil. Både yt- samt



grundvattenbrunnarna utrustas med sedimenteringsutrymme på minst 70 liter. Kontrollbrunnarna är för sköljande av linjen samt kontroll, dessa placeras på varje över 45 graders krök som linjen gör eller på högst 40 m avstånd från varandra.

Rörledningarna samt brunnarna grundas enligt upplagda planer samt ritningar. Kanalerna för linjerna grävs så att de planerade rören ryms i kanalen med skyddsavstånd till varandra och kanalens väggar enligt tillverkarens rekommendationer. Rören eller brunnarna grundas på en bädd på 150 mm av grus eller sand som är antingen direkt på grundmånen eller enligt skilda grundläggningsplaner. Krökarna och förgreningarna görs enligt rörtillverkarens rekommendationer. Fyllningen av kanalerna och runt brunnarna sker enligt uppgjorda planer samt ritningar. Rören samt brunnarna fylls jämnt i små lager på båda sidorna för att hindra förflyttning i sidled och så att brunnarna hålls lodräta.

Till företaget som distribuerar fjärrvärme hör oftast enligt kontrakten installation av fjärrvärmerören från närmaste fjärrvärmenätverk till det tekniska utrymmet där fjärrvärmecentralen är. Grävarbetet samt fyllandet av värmekanalerna från tomtgränsen till det tekniska utrymmet hör till jordbyggnadsentreprenören. Värmekanalerna från tekniska utrymmet till byggnaderna på tomten utförs enligt upplagda planer och ritningar, samt enligt värmertillverkarens samt vvs-entreprenörens anvisningar. Rören är isolerade plaströrellement som är måttbeställda, dessa förgrenas antingen med kopplingsbrunnar eller med T-stycken. Rören och brunnarna grundas på maskinellt tätad jämn bädd enligt tillverkarens anvisningar. Brunnarna placeras helst på grönområden eller andra motsvarande områden där det inte förekommer trafik. Fyllningen av värmekanalerna sker enligt uppgjorda planer samt ritningar med material som beskrivs i dem, vanligen sållad sand där största kornstorleken är 20 mm. Värmelinjerna tjälisoleras enligt upplagda planer samt tillverkarens anvisningar.

Elkablarna dras enligt upplagda planer samt ritningar och enligt elentreprenörens anvisningar. Fiber- samt telefonkablar dras enligt anvisningar av företaget som säljer anslutningen. Ifall byggprojektet är ett fjärrvärmeobjekt kan värmekanalerna användas som rutter för eldragningarna fastintill värmeelementen, då bestäms fyllningsmaterialet enligt kablarnas anvisningar.

## **Profilering**

Profileringen av ytorna på tomten sker enligt upplagda planer samt ritningar, jordmassor som uppstått under grävarbetet kan användas som fyllningsmaterial på grönområden, förutsatt att de är jord som håller sin form samt går att täta. Jordytan vid vägglinjerna profileras i en lutning på minst 5 % på tre meters avstånd från byggnaden utåt, övriga områden profileras i en lutning på minst 2 % enligt upplagda planer. Smältvatten samt regnvatten styrs förbi på sidorna om byggnader i branter med diken eller motsvarande. Ytvatten styrs mot ytvattenbrunnar enligt upplagda planer.

## **Grönområden**

Grönområden profileras enligt upplagda planer, ritningar samt trädgårdsentreprenörens skilda anvisningar. Trädens samt buskarnas fördjupningar grävs enligt arts specifika anvisningar som är beskrivna i ritningarna samt upplagda planer. Botten jämnas upp så att det inte uppstår vattensamlade gropar eller svackor.

## **Områden som skall beläggas**

Bärande skikten för områden som skall ytbeläggas utförs enligt upplagda planer, ritningar samt enligt anvisningar av entreprenören som skall utföra beläggningen. De bärande skikten tätas maskinellt enligt anvisningar. Området som skall beläggas lämnas i sådan höjd att entreprenören som lägger beläggningen kan utföra tillräckligt utjämningsskikt, så att den färdiga ytan kommer i planerad höjd och form.

## **Intervjuerna**

För att försöka kartlägga de vanligaste problemen gällande jordbyggnadsentreprenader på småhusbyggen utfördes sammanlagt fem intervjuer med arbetsledare på både bygg- samt jordbyggnadsentreprenörers sida. Frågorna gällde olika arbetsskeden inom jordbyggnadsentreprenader samt samarbete mellan bygg- samt jordbyggnadsentreprenörer.

## Sammanfattning av intervjuerna på svenska

De vanligaste problemen i jordbyggnadsentreprenader var klara fel i ritningarna. Men dessa ledde enligt intervjuerna mera sällan till tilläggskostnader, förutsatt att de upptäckts i ett tidigt skede. Felen i ritningarna kan dock leda till förseningar i tidtabellerna ifall ingen snabb lösning till dem hittas och genom detta leda till problem. Gällande detta spelar arbetsledningens yrkeskompetens samt erfarenhet en viktig roll.

I intervjuerna poängterade både bygg- samt jordbyggnadsentreprenörernas arbetsledning vikten av informationsflödet samt att tidtabellerna från början görs upp noggrant och med tillräckligt många arbetsskeden delutförande realistiskt i samarbete med de olika entreprenörerna. Gällande regn- och avloppsvatten-, värmerörarbeten samt eldragningar önskade jordbyggnadsentreprenörerna mera "spelrum" i tidtabellerna. Alla intervjuade arbetsledare lyfte fram sommarens semestertider som bästa tidpunkt för att utföra dem. Ofta finns det lite "löst" i tidtabellerna gällande röjningen och grävande av ytjorden i början av entreprenaden. Men den tiden kortas in med att flytta grund- samt stomarbeten, för att byggentreprenören skall kunna inleda själva byggarbeten tidigare än planerat.

Gällande de flesta jordbyggnadsarbeten lyfte båda partens arbetsledare fram samarbete, informationsflöde samt tidtabellerna som de viktigaste sakerna för att olika arbetsskeden skall lyckas. Jordbyggnadsarbetsledarna poängterade tidtabellerna samt samarbete vid till exempel fyllande av den inre sidan av sockeln, speciellt samarbete med vvs-entreprenören och att de följer upplagda tidtabeller, samt profileringen.

Byggentreprenörernas arbetsledare uppfattade att de bra kände till jordbyggnadsarbetsskeden samt utförande av dem. Jordbyggnadsentreprenörernas yrkeskompetens uppfattade de som tillräckliga för att utföra jordbyggnadsarbeten, men betonade betydelsen av den enskilda jordbyggnadsarbetarens yrkeskompetens. Arbetsledarna poängterade att det finns stor variation på yrkeskompetensen hos olika jordbyggnadsentreprenörer både bland arbetare och arbetsledning. Detta märks ofta vid samarbete för att ställa upp planer och tidta-

beller samt med att följa dessa, båda parterna betonade yrkeskompetens, erfarenhet samt samarbete gällande detta.

Kvaliteten av jordbyggnadsarbeten dokumenteras samt granskas vanligen enligt intervjuerna genom fotografering med digitalkamera under arbetens gång, täthetsprov med fallviktsprov, videofilmning av färdiga avlopps- samt regnvattenlinjer samt med kornfördelningsdiagram på använda sand-, grus- och bergskrossgrusprodukter för att säkra att de är enligt gällande direktiv. Ingendera av de två jordbyggnadsentreprenörernas arbetsledare som intervjuades hade använt sig av eller stött på någon form av kvalitetssäkringskompendier för jordbyggnadsarbeten, medan en av de tre byggentreprenörernas arbetsledare hade stött på kvalitetssäkringskompendier för jordbyggnadsarbeten. Detta dokument innehöll krav för arbetesskedeskvalité, anvisningar gällande dem samt riskanalys för dem. Gällande samverkan mellan bygg- samt jordbyggnadsentreprenörerna tyckte entreprenörernas arbetsledare enligt intervjuerna att detta varierar mycket enligt entreprenörens yrkeskompetens samt erfarenhet. Med en del entreprenörer måste man hålla mer kontakt och följa med kvalitén mera än med andra.

Arbeten under vintertid, speciellt grundarbeten, lyftes fram av alla arbetsledare under intervjuerna som den mest krävande och största orsaken till tilläggskostnader. Enligt de intervjuade arbetsledarna borde grundande samt större fyllningsarbeten inte utföras vintertid ifall det tidtabellsmässigt är möjligt. Riklig snömängd samt hårda köldgrader orsakar oundvikligt tilläggskostnader för båda parterna.

## **Slutsatser**

Syftet med detta examensarbete var att kartlägga samspelet mellan bygg- och jordbyggnadsentreprenören samt att lyfta fram de vanligaste problemen i en jordbyggnadsentreprenad av ett småhusprojekt. Dessa saker utreddes med hjälp av intervjuer av ansvariga arbetsledare för både bygg- samt jordbyggnadsentreprenörer.

Arbetet krig tidtabeller samt samspelet mellan båda entreprenörerna uppfattades som allmänt bra. Stor variation i yrkeskompetensen hos arbetsledarna hade upptäckts, synnerligen hos jordbyggnadsentreprenörerna. Arbetsledningens kvalité samt yrkeskompetens för båda entreprenörerna lyftes i intervjuerna fram som en av de mest betydande faktorerna för en lyckad jordbyggnadsentreprenad. Båda parterna poängterade samarbete samt informationsflöde som de viktigaste sakerna för att de olika arbetsskedena skall lyckas.

Jordbyggnadsentreprenadens vanligaste problem var klara fel i uppgjorda ritningar samt tidtabellsmässiga problem. Enligt intervjuerna fanns det mest fel i ritningarna och uppgjorda planer för grundarbeten men dessa orsakar oftast inte tilläggskostnader förutsatt att de upptäcks i god tid, jordbyggnadsentreprenörens yrkeskompetens är viktig. Vid arbeten gällande regn- och avloppsvatten-, värmerörarbeten samt eldragningar spelar upplagda tidtabeller samt samarbete mellan de olika inblandade entreprenörerna en viktig roll. Jordbyggnadsentreprenörer måste ofta öka sina resurser för att utföra dessa arbeten enligt upplagda tidtabeller.

Grundarbeten samt fyllningsarbeten vintertid framfördes av de intervjuade arbetsledarna som den mest kostnadsökande faktorn. Kostnaderna består av förluster i effektiv arbetstid på grund av snö samt köldbekämpning, smältande av frusen mark, eventuell övergrävning på grund av tjäle samt eventuella dyrare fyllningsmaterial som till exempel singel. Grundandet innebär också en större risk för att konstruktionerna sätter sig för mycket vilket är arbetsdrygt samt åstadkommer dyra skador att åtgärda. Ifall möjligt skulle alla intervjuade arbetsledare föredra att sätta igång byggen på våren eller tidig sommar för att undvika dessa problem, och utnyttja sommarlovstiden till jordbyggnadsarbeten och utföra byggnadsarbeten inomhus under vintern.

Förbättringsbehov på samverkan mellan bygg- och jordbyggnadsentreprenören uppfattades som varierande på grund av variationen i yrkeskompetensen mellan olika entreprenörer samt deras arbetsledare. Ökande mängd möten uppfattades bara som en onödig ökning av pappersarbeten för båda parter. Byggnadsentreprenörernas arbetsledare ansåg att i bruk tagandet av kvalitetssäkringskompendier hos jordbyggnadsentreprenörerna med noggrann-

nare tidtabeller var viktigare och kunde fungera som ett verktyg för ökat samspel mellan de två parterna.

Då jordbyggnadsarbeten utförs bör det finnas en person på plats som leder arbetet och som har tillräckliga befogenheter, yrkeskompetens samt erfarenhet att kunna påverka tidtabeller och planering av arbetet i samarbete med byggentreprenören, och på detta sätt också säkra informationsflöde åt båda hållen.

**Lähteet:**

Palolahti Tuomas,(2010) *Pientalon maanrakennustyöt Ohjeita konepalvelun ja pienurakoiden tilaajalle*. Infra ry.

Putkijaoston julkaisu n:o 38.(2009)*Muoviputket Ympäristölle kestävä ratkaisu* Muoviteollisuus ry.

Rakennustietosäätiö RTS.(2010). *Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1 Väylät ja alueet*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

Rakennustietosäätiö RTS. *Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talonrakennuksen maatyöt*. 2010 Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

RATU, 16-0252 (2003)*Täyttö*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

RATU, 17-0253 (2003)*Putkiasennus*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

RT 52-10859 (2005)*Lämmitys kaukolämmöllä*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

RT 66-10496 (1993)*Jäte-, Sade- ja Kuivatusvesikaivot*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

Uponor Oy.(2010). *Eristetyt putkistojärjestelmät suunnittelu- ja asennus*.

Fortum Oy (2012). Kotisivut. *Näin liityt kaukolämpöön*.  
<http://www.fortum.com/countries/fi/yksityisasiakkaat/kaukolampo/ohjeita-rakentajalle/nain-liityt-kaukolampoon/pages/default.aspx> (Haettu.27.2.2012)

Kuusakoski 2012, Kotisivut. *Energia*,  
<http://www.kuusakoski.fi/Yrityksille/Energia?open&gclid=CJeL34Kdy64CFetXmAodHRJeBg> (Haettu 27.2.2012)

**Haastattelut:**

Aalto, Ari, NCC Rakennus Oy, Vastaava työnjohtaja, Kirkkonummi 2.3.2012

Helenius, Mika, YIT Rakennus Oy, Vastaava työnjohtaja, Lohja 21.2.2012

Lindberg, Jonas, Ingvald Lindberg Oy, Toimitusjohtaja, Kirkkonummi 24.2.2012

Lostedt, Jens, Koneyhtymä Engman Oy, Työnjohtaja, Kirkkonummi 2.3.2012

Romppanen, Heikki, YIT Rakennus Oy, Vastaava työnjohtaja, Kirkkonummi 21.2.2012