



Ville Temisevä

# Maanrakennuksen riskienhallinta tarjous-, suunnittelu- ja toteutusvai- heessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

2.4.2023

## Tiivistelmä

Tekijä:	Ville Temisevä
Otsikko:	Maanrakennustyön riskienhallinta tarjous- suunnittelu ja toteutusvaiheessa
Sivumäärä:	34 sivua + 3 liitettä
Aika:	2.4.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Projektinhallinta
Ohjaajat:	Työmaainsinööri, Niko Kontkanen Lehtori, Mika Räsänen

---

Tämän opinnäytetyö käsittelee maanrakennuksen riskienhallintaa rakennushankkeen eri vaiheissa. Tutkimuksessa tarkasteltiin hankemuotoja, joihin kuuluu rakentamisen lisäksi suunnittelunohjaus. Työn tavoitteena oli tunnistaa maanrakennuksessa esiintyvät riskit ja löytää keinot niiden hallintaan.

Tutkimuksen alussa käsiteltiin tarjousvaiheessa esiintyviä riskejä ja niiden tuomia vaikutuksia. Lisäksi tarkasteltiin, kuinka riskejä voisi paremmin yksilöidysti tunnistaa ja kuinka niiden laajuuden arviointia voitaisiin parantaa. Työssä tulee esille lähtötietojen ja tutkimusten vaikutus onnistuneeseen suunnitteluun ja toteutukseen.

Tutkimuksessa saatiin tuotua esille riskikohdat hankkeen eri vaiheissa ja niiden tuomat vaikutukset. Työssä esiintyneihin riskeihin löydettiin kehitysehdotuksia, joista osa on otettu jo käyttöön.

Tutkimuksen aineistona toimii YIT:n kolme kouluhanketta. Tulokset pohjautuvat haastatteluiden myötä kokemuksiin. Haastateltavat henkilöt ovat toimineet hankkeissa eri rooleissa.

Avainsanat: Riskienhallinta, Maanrakennus

## Abstract

Author: Ville Temisevä  
Title: Excavation Risk Management in the Bidding, Planning and Implementation Phase

Number of Pages: 34 pages + 3 appendices  
Date: 2 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil engineer  
Professional Major: Project management  
Supervisors: Site engineer, Niko Kontkanen  
Senior Lecturer, Mika Räsänen

---

This graduate study deals with excavation risk management in different phases of the construction project. The study examines project forms that include design responsibility in addition to construction. The main goal is to identify the risks occurring in excavation and chart ways to manage them.

The beginning of the study deals with the risks that occur during the bidding phase. In addition it is examined how risks could be better identified individually and how the assessment of their extent could be improved. The graduate study highlights the impact of initial data and research on successful planning and implementation.

The study indicated the risk factors in the different phases of the project and their effects. Development proposals were found for the risks, some of which have already been implemented.

The study material is YIT's three school projects. The results are based on experiences through interviews. The interviewed persons have worked in projects in different roles.

Keywords: Risk management, Excavation

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	2
1.2	Tutkimusongelma	2
1.3	Aiheen rajaus	3
1.4	Tutkimustavoite	3
1.5	Tilaaaja	3
2	Maanrakennus talonrakennuksessa	4
2.1	Maaperätutkimukset	5
2.2	Pohjatyöt	6
2.3	Tekniikka-asennukset	8
3	Tarkasteltavat kohteet	9
3.1	Urakkamuoto	9
3.2	Elinkaarirakentaminen	10
3.2.1	Elinkaarirakentaminen maanrakennuksessa	11
4	Tarjousvaihe	12
4.1	Lähtötiedot ja tutkimukset	13
4.2	Alustavat suunnitelmat	15
4.2.1	Tavoitteet ja vaatimukset	16
4.2.2	Hankkeen erityispiirteet	16
4.3	Riskienhallinta tarjousvaiheessa	18
5	Suunnitteluvaihe	19
5.1	Lähtötiedot ja tutkimukset	20
5.2	Suunnittelun aloitus	21
5.3	Ympäristövaikutukset	22
5.4	Kustannukset ja aikataulu	22
6	Toteutusvaihe	23
6.1	Aikataulu ja resurssointi	24

6.2	Työturvallisuus	25
6.3	Suunnitteluratkaisut	26
6.4	Urakoitsijavalinnat	27
6.5	Muuttuvat tekijät	27
7	Yhteenveto	28
8	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	30
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelu Jenni Sahlberg	
	Liite 2: Haastattelu Hannu Leander	
	Liite 3: Haastattelu Tiistilä	

## Lyhenteet

Elinkaarirakentaminen	Elinkaarimallissa urakoitsija hoitaa suunnittelun ja rakentamisen sekä ottaa myös vastuun huolloista ja korjauksista jopa 25 vuoden ajaksi.
KVR-urakka	Kokonaisvastuurakentaminen tarkoittaa sitä, että urakoitsija huolehtii koko rakennushankkeen toteuttamisesta mukaan luettuna kokoonajo ja suunnittelu
Projektijohtourakointi	Projektinjohtourakassa urakoitsija huolehtii rakennuttaja- ja työmaatehtävistä sekä pääurakoitsijan töistä.

## 1 Johdanto

Rakennustyöt aloitetaan yleensä aina maanrakennustyöllä, joka voi tarkoittaa pohjanvahvistuksia, massanvaihtoa, louhintaa tai suuria maatyöitä. Kaikkiin näihin sisältyy riskejä, jotka voivat vaikuttaa merkittävästi rakennushankkeen aikatauluun ja kustannuksiin. Näiden lisäksi monen maanalla kulkevan tekniikan asennus kuuluu maanrakennustöihin. Näin saadaan rakennuksiin tuotua mm. sähköä ja vettä. Lisäksi viemäröinti, hulevesijärjestelmät ja radonputkistojen asennukset kuuluvat maanrakennukseen. Näillä toimilla taataan rakennuksen ja pihan monipuolinen toimivuus ja parannetaan niiden pitkää käyttöikää.

Talonrakentamisessa maanrakennustyöt ovat muuttuneet vuosien varrella työteknisesti haastavammaksi, kun hyvät rakennuspaikat taajamissa on käytetty. Tämä ajaa rakentajia yhä haastavammille tonteille ja maaperille, jotka ovat rakennusten perustusten kannalta haastavia. Pehmeät maaperät vaativat vahvistusta joko maamassan vaihdoilla tai paalutuksilla. Kallioperäiset tontit vaativat yleensä louhintaa ja kiilausta. Uusien rakennushankkeiden lisäksi maanrakennustöitä tehdään vanhoilla valmiiksi rakennetuilla tonteilla, joka aiheuttaa omia haasteita säilyvien rakenteiden suojauksessa ja varomisessa. Vanhoissa rakennushankkeissa joudutaan monesti päivittämään tekniikkaa ja muita rakenteita nykyaikaisten määräysten mukaisesti.

Maanrakennustyöt vaikuttavat monesti myös ympärillä oleviin tontteihin, kun rakennuksiin tuleva tekniikka kulkee kunnan rakentamisessa jakeluverkostoissa, joihin muutkin rakennukset ovat yhteydessä. Tämä voi aiheuttaa mm. hetkellisiä vesi- ja sähkökatkoksia. Maanrakennustyöt tuottavat myös monesti ympäristöön tärinää ja melua, jonka vuoksi maanrakennuksessa työsuunnittelu korostuu ja riskienhallinta on tärkeää.

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen aiheen ehdotti työpäällikkö, jonka useassa hankkeessa on maanrakennus todettu haastavaksi ja vaikutusvaltaiseksi työvaiheeksi. Tutkimuksessa tarkasteltavissa kohteissa on suunnitteluvastuu, eli pääurakoitsija vastaa suunnittelusta ja toteutuksesta. Kun pääurakoitsija vastaa suunnittelunohjauksesta, sillä on suuri merkitys ja vastuu kohteen onnistumisen kannalta.

Tutkimuksessa kaksi kohdetta on elinkaarihankkeita, joka tarkoittaa rakennushankkeen hallintaan ja suunnitteluun liittyvää lähestymistapaa, jossa huomioidaan rakennuksen koko elinkaaren ajan aiheutuvat taloudelliset, ympäristölliset ja sosiaaliset vaikutukset. Tämä sisältää suunnittelun, rakentamisen, käytön ja purkamisen vaiheet ja tavoitteena on minimoida haitalliset vaikutukset ja parantaa rakennuksenkestävyyttä, joka tekee kohteista haastavampia kuin normaaleista rakennushankkeista. Tutkimuksen kolmannessa kohteessa ei ole elinkaarivastuuta, mutta sen suunnitteluohjeissa painotetaan pääosin elinkaarihankkeen asettamia vaatimuksia.

## 1.2 Tutkimusongelma

Tutkimusongelma on maanrakennuksessa esiintyvien riskien tunnistaminen ja niiden kokonaan välttäminen tai minimointi. Maanrakennus on haastava ja laaja urakka, johon vaaditaan paljon resursseja ja erikoisia koneita sekä laitteita. Lisäksi maanrakennus on lähes poikkeuksetta ensimmäinen työvaihe rakentamisessa, joka taas tahdistaa muiden työvaiheiden aloitusta ja etenemistä.

Maanrakennuksessa haasteena on jo urakkatarjousta laatiessa tietojen paikkaansa pitävyys sekä esisuunnitelmien kattavuus. Maanrakennusurakka on hyvin riippuvainen, minkälainen maaperä on ja kuinka sitä tullaan muokkaamaan. Lisäksi sääolosuhteet ja vuodenaika ovat vahvasti vaikuttavia tekijöitä verrattuna moneen muuhun rakennusurakkaan. Tämän vuoksi riskien tunnistaminen hyvin aikaisessa vaiheessa on tärkeää ja niihin reagointiin on tärkeä panostaa.



### 1.3 Aiheen raja

Tutkimusaihe on rajattu maanrakennuksen osalta talon rakennushankkeisiin, eikä työssä tulla ottamaan kantaa infra rakentamiseen. Aiheessa käsitellään tarjous-, suunnittelu- ja toteutusvaiheen riskejä taloudellisesta näkökulmasta. Taloudellinen näkökulma vaikuttaa lähes kaikkeen muuhun toimintaan ja tutkimuksessa tarkastellaan optimaalisinta ratkaisua, että urakka pysyy kannattavana riskit huomioiden.

### 1.4 Tutkimustavoite

Tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa maanrakennuksessa esiintyvät riskit hankkeen eri vaiheissa. Urakan tarjousvaiheessa pyritään lähtötietojen perusteella kartoittamaan riskit mahdollisimman hyvin, että suuria yllätyksiä ei enää esiintyisi. Suunnittelun tavoitteena on minimoida riskit hyvillä suunnitteluratkaisuilla ja varmistua, että lähtötiedot suunnitteluun on riittävän kattavat. Tuotantovaiheessa tavoitteena on suunnitelmien kriittinen tarkastelu ja niiden toteutuskelpoisuuden määrittäminen, joka tarkoittaa riskien kartoitusta ja hallintaa toteutuksen kaikissa vaiheissa.

Tutkimuksessa tarkastellaan hankkeiden eri toimintatapoja. Tarkastelussa karsitaan huonoksi todettuja toimintatapoja ja yleistämään sekä kehittämään hyväksi todettuja toimintoja. Tavoitteena on kehittyä ja saada hyvä tietoisuus sekä toimintatapa riskienhallintaan tulevissa hankkeissa. Tutkimustyö tehdään haastattelu- ja kirjallisuustutkimuksena. Haastateltavat henkilöt toimivat kohteissa eri työtehtävissä. Kirjallisuusaineistona käytetään tarkasteltavien kohteiden urakka-asiakirjoja sekä tietokirjallisuutta netistä.

### 1.5 Tilaaja

Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Suomi Oy. Työssä käsitellään maanrakennuksen riskejä yleisesti sekä tarkastellaan kolmen eri kouluhankkeen tietoja ja tuloksia. Maanrakennus on iso kokonaisuus rakentamisessa ja sillä on

vaikutusta moneen muuhun työvaiheeseen suoranaisesti tai välillisesti. Tämän vuoksi riskienhallinta ja niiden tunnistaminen on maanrakennuksessa tärkeää.

## **2 Maanrakennus talonrakennuksessa**

Maanrakennus on suuri kokonaisuus rakennushankkeessa. Rakennushankkeeseen ryhtyvä aloittaa tarjoustaan laatien esisuunnitelmien suunnittelun, ja tähän kuuluu maaperätutkimukset, mistä saadaan kartoitettua tarvittavat toimenpiteet rakennuksen perustuksille, tekniikka-asennuksille ja täyttö- tasausmateriaalien määrälle.

Maanrakennusurakkaan lähtevällä urakoitsijalla tulee tietotaidon ja henkilöstöressurssien lisäksi olla tarvittavat koneet sekä suurien maamassojen kuljetus järjestelyt. Maanrakennuksessa on erityisen tärkeää huolehtia resurssien riittävästä ja aikataulussa pysymisestä, koska sillä on suuri vaikutus seuraaviin työvaiheisiin. Rakennushankkeet alkavat lähes poikkeuksetta maanrakentamisella ja perustusten pohjien rakentamisella. Tämä tarkoittaa, että rakennushankkeen aloitus on erittäin riippuvainen maanrakennuksesta. On hyvin tärkeää tehdä ennakkosuunnittelu huolellisesti ja huomioida mahdollisia riskejä jo varhaisessa vaiheessa ennen hankkeen aloitusta.

Maanrakennus vaikuttaa myös moneen muuhun urakkaan aloituksen lisäksi. Vaikka rakennuksen pohjat ja perustukset saataisiin hyvin aluilleen, on maanrakennuksessa monia muitakin työvaiheita, jotka tahdistavat hankkeen valmistamista. Pohjien ja perustusten lisäksi yksi kriittisistä työvaiheista on tekniikka-asennukset, joiden tarkka aikataulutus ja riskien minimoiminen on tärkeää, koska se vaikuttaa moneen eri urakkaan joko suoranaisesti tai välillisesti. Tähän vaaditaan monesti hyvää ennakkosuunnittelua sekä yhteensovittamista eri urakoitsijoiden välillä.

Maanrakennuksessa on huomioitava paljon asetuksia, määräyksiä ja standardeja. Rakentamismääräyksessä käsitellään rakennuksen ja sen ympäristön turvallisuus- ja laatustandardeja. Ne sisältävät erilaisia määräyksiä kuten

rakennuksen korkeudesta, leveydestä, syvyydestä, sijainnista, väestönsuojantarpeesta ja turvallisuusmääräyksistä. Ympäristömääräyksissä huomioidaan hankkeen ympäristöä ja varmistetaan, että se ei aiheuta mitään haittoja. Tässä huomioidaan, että miten alue kaavoitetaan, kuinka ympäristön tilaa seurataan ja kuinka jätehuolto alueella järjestetään. (Finlex, maankäyttö- ja rakennuslaki 1999.)

## 2.1 Maaperätutkimukset

Maaperätutkimuksia suoritetaan rakennushankkeen esisuunnitteluvaiheessa ja tarjouksen laadinnassa, mutta niitä voidaan myös suorittaa tarvittaessa hankkeen edetessä. Tarkoituksena on selvittää maan geotekniset ja geologiset olosuhteet hankkeen alueelta. Näiden pohjalta voidaan laatia suunnitelmat, mitä työvaiheita tullaan hankkeen aikana tarvitsemaan ja kartoittamaan mahdollisia riskejä mitä tontilla sijaitsee. Mitä tarkemmat ja kattavat maaperätutkimukset ovat sitä tarkempia suunnitelmia saadaan tehtyä ja näin riskejä vältettyä.

Maaperätutkimuksia on paljon erilaisia ja niiden käyttöihin vaikuttaa maaperän laatu ja rakennushankkeen käyttötarkoitus. Maaperätutkimuksia on seuraavanlaisia:

- Maanäytteiden ottaminen, missä selvitetään maaperän koostumus ja ominaisuudet. Näytteestä voidaan arvioida maan kantavuus, rakenne ja jätteen määrä. Tämä voidaan suorittaa maankaivuulla tai porausmenetelmällä, jonka jälkeen näytteistä otetaan laboratoriokokeet. (Suomen geoteknillinen yhdistys, kairausopas III 1984.)
- Geotekniset ja geologiset tutkimukset, joiden avulla voidaan selvittää maan rakennetta tai sen kantavuutta. Nämä suoritetaan yleensä maanäytteiden ottamisen kanssa saman aikaisesti. (Liikennevirasto, geotekniset tutkimukset ja mittaukset 2015.)

- Maaperän geofysikaaliset tutkimukset, joilla selvitetään maakerrosten rakennetta, hiekan ja kiven jakaustumista, maa- ja pohjaveden esiintymistä sekä maan rakenne- ja jännitystiloja. Mittausmenetelmiä on useita kuten, sähkö- ja magneettistatistiikka, sähköresistanssia, seisminen luotaus ja radioaktiivista säteilyä. ( Kati, geofysikaaliset mittaukset 2004.)

Kattavilla maaperätutkimuksilla voidaan kartoittaa tarvittavat maanrakennustyövaiheet. Hyvillä lähtötiedoilla ja tutkimustuloksilla saadaan myös suunniteltua tarkemmat ja toteutuskelpoiset suunnitelmat. Näiden pohjalta saadaan laadittua tarkempia tarjouksia ja vältytään toteutusvaiheessa suunnitelmamuutoksilta.

Maaperätutkimuksien puutteellisuus on iso riski rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Jos hankkeen suunnitelmat tehdään vähäisten tutkimustulosten perusteella, voidaan törmätä taloudellisesti suuriinkin yllätyksiin kuten perustamistapa muutoksiin tai kallioiden suuriin louhintatöihin. Jos maaperän laatua ei tutkita kunnolla, maamassojen vaihdon tarpeen arviointia on lähes mahdotonta tehdä ilman suurta riskivarausta.

## 2.2 Pohjatyöt

Pohjatöillä tehdään rakennukselle kestävä sekä vakaa perusta ja varmistutaan, että se täyttää kaikki turvallisuusvaatimukset. Pohjatyöt ovat siis rakennuksen yksi kriittisimmistä työvaiheista. Sillä varmistetaan, että rakennus perustuu vakaalle maaperälle ja että se kestää sen painon sekä kuormituksen. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että pohjarakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niissä säilyy riittävä vakaus ja lujuus murtumista vastaan koko suunnitellun käyttöajan ajan. Rakennusmääräykset ja standardit ohjaavat pohjatöiden suunnittelua ja toteutusta. Ympäristöministeriön asetuksessa 465/2014 pohjarakenteista mainitaan seuraavasti.

Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakenteiden painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset pysyvät niin pieninä, etteivät ne haittaa rakennuksen tai rakenteen käyttöä ja etteivät rakenteet haitallisesti halkeile tai saa haitallisia pysyviä muodonmuutoksia.

Pohjatöitä ennen on tärkeää tutkia ja varmistaa maaperän laatu ja ominaisuudet, jotta saadaan valita oikea pohjatyömenetelmä. Näin varmistetaan, että rakennuksen perustukset tulevat kestäväksi. Maaperän laatu varmistetaan maaperätutkimuksilla, joiden perusteella laaditaan suunnitelmat.

Maanrakennuksessa on monia muitakin pohjatöitä kuten hankkeelle tulevat kulureitit ja portaat, joiden pohjat tulee olla kunnossa, että vältetään painaumilta ja murtumilta. Pohjatyöt on tehtävä huolellisesti, koska sääolosuhteet ovat Suomessa haasteelliset pakkasen ja tämän tuoman routimisen vuoksi, joka aiheuttaa maaperän elämisen. Huonot pohjatyöt vaikuttavat päällä olevan rakenteen liikahteluun ja tämän myötä rakenteen mahdolliseen rikkoutumiseen.



Kuva 1. Roudan aiheuttaman maaperän elämisen tuottamat vauriot

## 2.3 Tekniikka-asennukset

Rakennukset vaativat nykypäivänä paljon tekniikkaa ja suurin osa tekniikasta tuodaan maan alla rakennukseen. Tähän liittyy monesti paljon yhteensovittamista monen eri urakoitsijan välillä. Tekniikka-asennuksiin kuuluu vesi- ja viemäröinti, sähkö- ja telejärjestelmät, lämmitysjärjestelmät, radonputkistot ja salaojat. Tarvittavan tekniikan määrä vaihtelee rakennuksen käyttötarpeen ja koon mukaan.

Vesi- ja viemäriasennuksia tehdään pääosin taajama-alueilla kunnan tai kuntayhtymän vesijohtoverkoston. Tämä vaatii maanrakennuksessa yhteistyötä kunnan vesihuoltolaitoksen kanssa. Liittymät vaativat yleensä poikkeavia liikenjärjestelyitä, jotka tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti määräyksiä noudattaen. (Finlex, vesihuoltolaki 2001.)

Sähkö- ja muiden tietoverkkokaapeleiden yhdistäminen rakennukseen tapahtuu yleensä maan alla. Kaivannot tehdään rakennuksen ja sähköverkkoyhtiön liittymäpisteen välillä. Kaapeleiden koko ja määrä riippuvat rakennuksen käyttötarpeen mukaan. Kaapelit suojataan ja merkitään asianmukaisesti. Suojauksessa käytetään yleensä suojaputkea tai kaapelin suojaamiseen tarkoitettuja materiaaleja. Monesti rakennuksen piha-alueilla on myös erilaisia sähköä vaativia laitteita kuten pihavalaisimet ja näitä varten tarvitaan myös pienempiä kaivantoja ja kaapelivetoja. (Alva, sähköverkko dokumenttipohja 2019.)

Salaojat ovat iso osa maanrakennusta ja niiden tehtävänä on ohjata sade- ja sulamisvesiä pois rakennuksista tai esimerkiksi urheilukentiltä. Ne koostuvat putkista, joita on asennettu syvälle maaperään. Putkien ympärille asennetaan suodatinkangasta ja soraa, jotka toimivat suodattimena ja mahdollistavat veden imeytymisen putkiin. Vedet ohjataan putkien avulla pois talon lähetyviltä maaperään tai sadevesiviemäriin. (Rakennustieto, rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus 2010.)

### 3 Tarkasteltavat kohteet

Tässä opinnäytetyössä aineistona toimii YIT Suomi rakennuksen kohteet Tuomarilan, Laajalahden ja Tiistilän koulut. Kaikki kohteet ovat Espoon kaupungin tilaamia. Kaikissa hankkeissa on laajat piha-alueet, jotka vaativat haastavia maanrakennustöitä. Jokaisessa hankkeessa on myös suunnittelun ohjausta, joka tarkoittaa, että suunnitteluvastuu on pääurakoitsijalla. Hankkeista elinkaari-vastuussa ovat Laajalahden ja Tuomarilan koulut, joka tarkoittaa, että pääurakoitsija vastaa hankkeen ylläpidosta ja hoidosta 20 vuoden ajan. Tiistilän koulun hankkeen tavoitteissa painotetaan kestävästä kehitystä ja muutosvalmista kohdetta.

Kaikki hankkeet ovat vanhoja koulurakennuksia ja piha-alueita. Nämä hankkeet sisältävät vanhojen rakenteiden ja reittien hyödyntämistä. Piha-alueet ja tekniikka toteutetaan kuitenkin nykypäivän määräyksien ja standardien mukaan, joka tarkoittaa paljon muutoksia mm. pihojen pintarakenteissa, kaiteissa, tekniikassa ja tukimuureissa.

#### 3.1 Urakkamuoto

Laajalahden ja Tuomarilan koulujen urakkamuoto on KVR-urakka (kokonaisvastuurakentaminen) eli suunnittelu ja rakentaminen kuuluvat pääurakoitsijalle. KVR-urakka on kiinteähintainen urakkamuoto. Tiistilän koulu toteutetaan projektinjohtourakka muodolla, jossa pääurakoitsijalla on myös suunnittelu- ja rakentamisvastuu. Projektinjohtourakassa on laadittu tavoite- ja kattohinta sekä erikseen tarjottavat projektinjohtopalkkiot. Molemmissa urakkamuodoissa tilaaja on laatinut alustavat suunnitelmat, jonka perusteilla on tehty tarjoukset. Alustavat suunnitelmat eivät ole riittävän tarkkoja toteutukseen, jonka vuoksi urakkamuodot ovat sopivat selkeyttämään hankkeen urakkarajoja, kun pääurakoitsija vastaa lopputuloksesta urakkarajojen sisällä.

Suunnitteluvastuussa pääurakoitsijalla on nimetty suunnittelunohjaaja, joka koordinoi ja ajaa eteenpäin toteutussuunnitelmien laatimista. Suunnittelunohjauksen tehtävänä on varmistaa, että hankkeen suunnittelu etenee suunnitellusti ja että suunnitelmat vastaavat tilaajan tarpeita. Suunnittelunohjauksen avulla voidaan varmistaa, että suunnitelmat ovat taloudellisesti järkeviä sekä toteutuskelpoisia.

Molemmat urakkamuodot tarjoavat monissa rakennushankkeissa useita etuja. Ne auttavat välttämään potentiaalisia ongelmia, joita voisi syntyä, jos useampi osapuoli olisi vastuussa eri osa-alueista. Selkeyttää vastuunjakoa hankkeen aikana, koska urakoijia vastaa koko hankkeen yhden sopimuksen alla.

### 3.2 Elinkaarirakentaminen

Laajalahden ja Tuomarilan kouluissa sopimuksissa on määritelty elinkaarivastuu, joka on 20 vuoden ylläpitovastuu, mutta Tiistilän koulun hankkeessa on myös vahvasti painotettu suunnitteluratkaisuissa elinkaarirakentamisen vaatimuksia. Elinkaarirakentaminen on rakennuksen suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa, joka ottaa huomioon koko rakennuksen elinkaaren. Siinä pyritään minimoimaan rakennuksen ympäristövaikutukset ja kustannukset koko sen elinkaaren ajalta.

Elinkaarirakentamisella tavoitellaan kestävästä kehitystä ja pitkäikäisiä rakennuksia, jotka ovat energiatehokkaita, terveellisiä ja turvallisia. Monesti painotetaan myös muutosjoustavuutta tulevaisuutta ajatellen. Nämä on otettava hyvin huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa, että saadaan urakkasopimuksessa olevat määräykset ja raja-arvot täytettyä. Tämä tarkoittaa, että materiaalivalinnat ja toteutustavat rakentamisessa tulee valita kustannustehokkaasti niin, että niiden ympäristövaikutukset ovat minimaaliset sekä niiden huollettavuus ja kierrätysaste on mahdollisimman hyvä.



### 3.2.1 Elinkaarirakentaminen maanrakennuksessa

Elinkaarirakentaminen on myös osa maanrakennusta. Maanrakennus on suuri kokonaisuus rakentamisessa ja siinä käytetään massiivisia koneita ja laitteita, jotka ovat suorasti vaikutuksessa ympäristöpäästöihin. Tähän voidaan vaikuttaa hyvällä työsuunnittelulla ja vaihtoehtoisilla menetelmillä. Työhön voidaan käyttää esimerkiksi uusiutuvaa energiaa. Maanrakennuksessa alkuperäisen maaperän ja kasvillisuuden säilyminen sekä suojeleminen on ympäristön kannalta edullista, koska tämä edistää paikallista biologista monimuotoisuutta ja vähentää rakentamisen ympäristövaikutuksia.

Elinkaarirakentamisessa maanrakennuksessa voidaan myös kiinnittää huomiota maanrakennusmateriaalien kierrättämiseen ja uudelleenkäyttöön. Maamassojen puhdistaminen rakennusjätteestä, purkumateriaalien lajittelu ja vanhojen tontilta kaivettujen maamassojen hyödyntäminen ovat hyviä keinoja vaikuttaa positiivisesti ympäristöön.

Lisäksi elinkaarirakentamisessa voidaan hyödyntää digitaalisia työkaluja ja malleja suunnittelussa ja toteutuksessa. Tämä auttaa suunnittelemaan maanrakennustyötä tarkemmin ja vähentää mahdollisia virheitä rakentamisen aikana. Digitaalisten työkalujen avulla voidaan myös arvioida maanrakennustyön ympäristövaikutuksia ja löytää parhaita ratkaisuja niiden minimoimiseksi.



Kuva 2. Maaperästä seulotaan jäte pois sen uudelleen käyttöä varten

## 4 Tarjousvaihe

Tarjousvaiheessa tilaaja laatii esisuunnitelmat tarjouspyyntöä varten. Suunnittelu työ tehdään ammattitaitoisesti ja suunnitelmien tulee olla riittävän tarkkoja tarjouspyyntöä varten. Esisuunnitelmilla saadaan yleiskuva hankkeesta ja sen tavoitteista. Lisäksi hankkeelle asetetaan tavoitteita ja vaatimuksia, jotka tarjousta laatiessa tulee huomioida.

Tarjousta laatiessa arvioidaan esisuunnitelmien ja vaatimusten perusteella kustannukset mahdollisimman tarkasti, vaikka suunnitelmat voivat vielä muuttua. Tämä vaatii kokemusta vastaavista hankkeista ja ymmärryksen siitä mitkä ovat riskejä suunnitelmien muututtua. Suunnitelmien ollessa puutteellisia tarjouslaskennassa, määrien ja tulevien töiden arviointi on hyvin haastavaa ja riskialtista. Maanrakennuksessa tulee huomioida monia asioita ja varmistua, että lähtötietoja on tarpeeksi, ja vaatia lisätutkimuksia, jos koetaan tontin muodot haastaviksi tai maaperässä on esimerkiksi kalliota.

Tilaaajan asettaman aikataulun mukaan kohteen aloituksessa ja valmistumisessa pitää ottaa pihalla suoritettavissa töissä huomioon vuodenaajat, kun pystytään maanrakennusta suorittamaan. Maanrakennuksessa syntyy suuret kustannukset talvella pakkasaikoina, kun maaperä on kovaa ja lunta tulee jatkuvasti. Tarjousta laatiessa on otettava huomioon, miten maanrakennuksen pystyy toteuttamaan aikataulussa ja että sille on riittävä aika saada suunnitelmat sekä työn ennakosuunnittelu valmiiksi.

Tarjouslaskennassa kysytään ennakotarjouksia aliurakoitsijoilta. Esisuunnitelmilla aliurakoitsijatkin joutuvat ottamaan riskejä, jotka näkyvät monesti suoraan hinnassa. Alustavien aliurakoitsijoiden ennakotarjousten perusteella on tärkeää olla aikaisempia arvosteluja kyseisestä urakoitsijasta tai hyvät referenssi kohteet alla, että voidaan vakuuttua ammattitaidosta ja kyvystä suorittaa urakka sovitusti.

Tarjousvaiheen havaintoja ja kokemuksia käydään läpi haastattelussa työpäällikön kanssa. Hänellä on useiden kohteiden laskennasta ja toteutuksesta kokemusta sekä hän on toiminut Laajalahden ja Tuomarilan koulun hankkeiden työpäällikkönä. Työpäällikkö on vastuussa urakkatarjouksen laatimisessa ja rakennusvaiheen toteutuksessa. Edeltä mainituissa tarkasteltavissa hankkeissa työpäällikkö ei ole ollut kuitenkaan tarjouksenlaskennassa mukana. Kysymyksissä käsiteltiin Tuomarilan koulun maanrakennuksen kokonaiskuvaa. Tarjousvaiheen kysymyksissä käytiin läpi menetelmiä, mitä riskienhallinnassa on jo käytetty ja mitkä olisivat tärkeitä asioita huomioida tarjousta laatiessa. Haastattelussa esiintyi monia haasteita ja niille kehitysehdotuksia.

#### 4.1 Lähtötiedot ja tutkimukset

Korjausrakentamisessa kohteen esisuunnitelmissa hyödynnetään paljon vanhoja suunnitelmia. Lisäksi tarkastellaan vanhoja tehtyjä tutkimuksia ja mittauksia kohteen olemassaolon aikana, joita voidaan käyttää tarjouspyynnönlaadinnassa. Tarjousta laatiessa on kriittisesti tarkasteltava, että tutkimukset sekä mittaukset täyttävät nykypäivän standardit ja määräykset.

Haastattelussa havaittiin, että lähtötietojen tarkkuus ja laajuus on tärkeää laskennan tarkkuuden kannalta. Tontin alueella tulee olla suoritettuna maaperätutkimuksia ja kallion pinta tulee olla kartoitettuna kriittisiltä alueilta, missä tulee esimerkiksi perustuksia tai tekniikkaa. Lisäksi vanhoissa kohteissa maamassojen laatu on oltava tiedossa, kuinka paljon maaperässä esiintyy esimerkiksi rakennusjätettä, jonka takia maaperä täytyy putsata, lajitella ja vaihtaa.

Tarjousta laatiessa lähtötiedoissa tulee olla tarkasti esitettyä vaatimustaso, että mikä tulee olemaan hankkeen käyttötarkoitus ja elinkaarivaatimukset. Vaatimustason perusteella voidaan tarjouslaskennassa huomioida rakennusmateriaalit, maamassat ja tarvittavat työvaiheet sekä toimintatavat tarkemmin. Lisäksi jos hankkeen alueella sijaitsee luonnonsuojeltavaa aluetta, on tarjousta laskiessa huomioitava siihen liittyvät kulut kuten alueen suojaus, puhdistaminen ja korjaustyöt.

Lähtötiedoissa on myös hyvä huomioida tontin korkoerot, jotka tuovat haasteita esteettömyysvaatimusten kanssa. Korkoeroja tasataan joko maaperän muokkauksella tai alueita jaetaan tukimuureilla sekä portailla. Hanketta laskiessa on tärkeää tarkastella tontin korkoeroja ja käydä paikan päällä katselmoimassa, että osataan arvioida riskit ja tarvittavat työvaiheet paremmin.



Kuva 3. Ladottava tukimuri jakamassa korkoeroja

Lähtötiedoissa voi olla määriteltynä vanhaa tekniikka, jonka tarkkaa sijaintia ei ole määritelty. Tämä voi aiheuttaa tontilla haasteita maanrakennuksessa, jos vanhan tekniikan ympärillä joudutaan työskentelemään. Vanhan tekniikan sijainnin ja laadun selvitys tulisi suorittaa ennen maanrakennustöiden aloittamista, jotta vältetään riskiltä vaurioittaa sitä. Sijainnin tarkka määrittäminen helpottaisi myös töiden ennakkosuunnittelua ja tuotantonopeutta.

Tontin läpi kulkee nykyisin HSY:n merkinnöillä 600/A/1974 runkovesijohto. Tontilla on myös kaapeleita ja kaukolämpöjohtoja.

Kuva 4. Tarjouspyyntömateriaaleissa esitetty kirjaus runkovesilinjasta ilman tarkempaa lisätietoa

## 4.2 Alustavat suunnitelmat

Esisuunnitelmat ovat vain alustavia suunnitelmia, jotka tarkentuvat hankkeen edetessä. Alustavien suunnitelmien tarkoituksena on saada laadittua tarjouspyyntö ja antaa pääurakoitsijan toteuttaa lopullinen suunnittelu tilaajan laittomissa rajoissa. Iso ongelma esisuunnitelmissa on, että tiedot ovat osittain puutteellisia ja epävarmoja, joka vaikuttaa laskennassa, että työvaiheet sekä menekit on arvioitava parhaalla mahdollisella tavalla.

Alustavat suunnitelmat on laadittu lähtötietojen perusteella uusia tutkimuksia ja vanhoja suunnitelmia hyödyntäen. Työpäällikön mukaan ongelmana tulee tarjoustaloudesta laskiessa riskiarvion tekemiseen, että kuinka paikkansapitävät alustavat suunnitelmat ovat. Monesti suunnitelmapuuteet voivat olla joko vaikeita toteuttaa käytännössä tai ne täytyy kokonaan suunnitella uusiksi, jolloin toteutustapa voi olla täysin eriluonteinen. Tämä vaikuttaa suoraan taloudelliseen ja jopa aika- ja taloudelliseen riskiin, jonka tarjoustaloustalustalon on huomioitava.

Lähtötietojen perusteella laaditut esisuunnitelmat voivat pitää vähäistä tietoa maaperän ominaisuuksista. Kun maaperä avataan, niin sieltä voi selvittää, että maaperä poikkeaa suunnitellusta. Tämän takia joudutaan päivittämään suunnitelmia ja mahdollisia toimintatapoja, jotka voivat vaikuttaa kustannuksiin ja aika- ja taloudelliseen riskiin. Tarjoustaloudesta laskevalla riskiarviolla tehdessä on hyvä olla vastaavia kohteita, joista ottaa referenssiä tai konsultoida alan ammattilaisia saadakseen tarkempaa näkemystä aiheeseen. Riskiarvion laatimiseen tarjouksen laatia tarvitsee laajan käsityksen tulevista työvaiheista ja niiden sisältämistä riskeistä. Suunnitelmien kriittinen tarkastelu ja kohteella paikan päällä käyminen on tärkeää riskien kartoittamisessa.

Tarvitessa esisuunnitelmien ehostaminen eteenpäin varsinkin kriittisten työvaiheiden osalta voi olla kannattavaa, että tarjoustalouksessa saadaan riittävä käsitys työvaiheista riskien välttämiseksi. Tämä tuottaa kustannuksia tarjoustaloukselle urakoitsijalle, mutta sen kannattavuus on arvioitava riskien välttämiseksi. Merkittäviä kustannuksia aiheuttavien työvaiheiden suunnitelmat olisi hyvä teettää kunnolla, että vältetään niiden osalta ikäviltä yllätyksiltä.

#### 4.2.1 Tavoitteet ja vaatimukset

Jokaiselle rakennushankkeelle laaditaan tarjousvaiheessa tavoitteet ja vaatimukset. Tarkasteltavissa koulukohteissa elinkaarirakentaminen ja muutosvalmius on tärkeässä asemassa. Vaatimustaso on siis normaalia rakennushanketta vaativammalla. Tämä on huomioitava tarjoustalouksessa laatiessa, että työtavat, materiaalivalinnat ja suunnittelutaso on oltava vaaditulla tavoitetasolla. Tilaaja on määrittellyt tarjouspyynnössä tietyt vaatimusluokat ylläpitovastuusta ja turvallisuudesta sekä ympäristöystävällisistä rakentamisesta, jotka vaikuttavat suoraan taloudellisesti ja aikataulullisesti.

Vanhoissa kohteissa tilaaja on tarjouspyynnössään määrittellyt, mitkä on luokiteltu suojeltaviksi alueiksi, rakenteiksi tai rakennuksiksi. Tarjoustalouksessa on huomioitava kuinka suojeltavat kohteet vaikuttavat työmenetelmiin esimerkiksi alueen tai puun suojaus ja näihin liittyvää ylläpitokustannukset. Nämä suojeltavat kohteet vaikuttavat myös suunnitteluratkaisuihin, joka vaatii ammattitaitoista suunnittelua ja erilaisia työmenetelmiä.

#### 4.2.2 Hankkeen erityispiirteet

Jokainen hanke on erilainen ja jokaisessa on urakkamuodosta riippumatta omat sopimukset sekä tilaajan vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että jokainen kohde on tarkasteltava omanaan ja tehtävät omat katselmukset erikseen. Katselmukset ja pöytäkirjat olisi hyvä pitää tuotantoa suorittavan henkilöstön kanssa, että projektin aikana välttyttäisiin väärinymmärryksiltä. Tarjousvaiheessa on erityispiirteet

tärkeää sisällyttää riskiarvioon ja hyödyntää vertailemalla mahdollisuuksien mukaan aikaisempia vastaavia kohteita.

Korjausrakentamisessa esiintyy erityispiirteenä suojeltavat rakennukset tai alueet. Näitä suojeltavia kohteita esiintyy lähes poikkeuksetta kaikilla hankkeilla. Suojeltavia kohteita tai alueita säätelee moni tekijä kuten esimerkiksi lainsäädäntö, museovirastot tai tilaajan tahto. Suojeltavat alueet on määritetty tarjousvaiheen materiaaleissa, jonka perusteella suunnitteluratkaisuitakin tehdään. Suojeltavat alueet tai säilyvät rakenteet vaikuttavat vahvasti toteutustapaan, kun joudutaan toimimaan erityistä varovaisuutta noudattaen tai suojaamaan alueita, jotka vaikuttavat työn haastavuuteen.

Haastattelussa ilmenee, että tarjouslaskennassa useasti jätetään tontin paikan päällä katselmointi tekemättä ja laaditaan määrälaskennat esisuunnitelmien perusteella. Tontin monimuotoisuus ja korkeuserot on tärkeä huomioida tarjoustalaskiessa ja suhtautua kriittisesti esisuunnitelmien tasoon. Kun tontti sisältää paljon korkeuseroja se vaatii hyvää ammattitaitoista suunnittelua, että kaikki määräykset esteettömyyden, pelustusreittien ja turvallisuuden kannalta täyttyvät. Määräyksien täyttäminen ja pihan toimivuuden takaamiseen toteutuksessa tontille tulee paljon alueita jakavia tukimuureja, portaita ja aitoja. Näiden lisäksi tontilla sijaitsevat kulkureitit tulee olla määräykset täyttävällä kaltevuudella, jonka myötä maanpintoja tullaan muokkaamaan ja tarvittaessa louhimaan. Maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999 on määritetty seuraavasti.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus ja sen pihaj- ja oleskelualueet suunnitellaan ja rakennetaan niiden käyttötarkoituksen, käyttäjämäärän ja kerrosluvun edellyttämällä tavalla siten, että esteettömyys ja käytettävyys otetaan huomioon erityisesti lasten, vanhusten ja vammaisten henkilöiden kannalta.

Erytispiirteet tulee huomioida riskianalyyssissä ja riskien kartoittamiseksi on hyvä järjestää katselmuksia tontilla kaikkien osapuolten kanssa. Katselmusten myötä voidaan yhteensovittaa tilaajan, suunnittelijan ja toteuttavan urakoitsijan näkemykset. Näin saadaan laadittua toteutuskelpoisempia suunnitelmia ja kaikkia osapuolia miellyttävä ratkaisut, jolloin työt voidaan toteuttaa suunnitellusti.

### 4.3 Riskienhallinta tarjousvaiheessa

Tarjouslaskennassa riskien tunnistaminen on erittäin tärkeää. Siihen vaaditaan kokemusta ja tietotaitoa aikaisemmista hankkeista. Esisuunnitelmien ja lähtötietojen puutteellisuus tuottaa haasteita laskettavien määrien ja tarvittavien työmenetelmien kanssa, jonka pohjalta laaditaan kokemukseen pohjautuvia arvioita. Tämän vuoksi tarjousta laativan on kriittisesti suhtauduttava alustaviin suunnitelmiin ja hankittavat tarvittaessa lisää tietoa lisätutkimuksilla tai konsultoimalla alan ammattilaista, jonka arvio perustuu kokemukseen.

Tarjousta laatiessa lähtötietoihin ja tutkimuksiin luottamisessa tulee arvioida mahdollisten työtehtävien kriittisyys esimerkiksi kallion louhinnan tai kiillauksen määrät, jotka ovat kallista, hidasta ja hyvää suunnittelua vaativaa työtä. Kriittiset työvaiheet tulee laskennassa huomioida tarkasti ja puutteellisen tiedon vuoksi jätettävä riittävä riskivara, että työmaalla pystytään tarvitessa varautumaan muutoksiin.

Alustavien suunnitelmia täytyy tarkastella kriittisesti ja huomioida niiden toteutuskelpoisuus. Jos lähtötiedoissa on puutteita, jonka perusteella esisuunnitelmat on tehty, on tarjousta laskevan turvauduttava arvioon, joka perustuu kokemukseen tai aikaisempien kohteiden aineistoon. Tarjouksen laatimisessa on riskinä otettava huomioon, että suunnitelmamuutokset voivat tuoda lisää työvaiheita ja vaikuttaa näin myös koko hankkeen aikatauluun. On siis tärkeää tarjousta laatiessa tarkastella vaadittavat työvaiheet läpi ja laatia riskiarvio mahdollisista lisätyövaiheista aikaisempien kohteiden perusteella.

Tarjousvaiheen riskiarviot ja kaikki tieto on tärkeä siirtää eteenpäin suunnittelu- sekä toteutusvaiheeseen. Tämä mahdollistaa suunnitteluohjauksessa kriittisten työvaiheiden huomioimisen ja riskikohtien kartoittamisen aikaisessa vaiheessa, joka mahdollistaa vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisuiden tekemisen, kun se on vielä mahdollista. Tieto on tärkeää olla kirjallisena ja selkeästi ilmaistuna, jotta vältytään henkilöstön vaihtuessa tiedon häviämiseltä.



Laskennassa katselmusten järjestäminen tontilla suunnittelijoiden kanssa ja välipalavereiden käyminen säännöllisesti mahdollistaa paremmin riskien huomioiden. Näin pystytään takaamaan paremmin ajankohtaisen tiedon välittymisen tarjouksenlaskijalle. Ennen tarjouksen jättämistä on tarjouksen sisällön ja riskiarvioiden käytävä usean henkilön kautta, että välttyttäisiin inhimillisiltä virheiltä ja turhilta riskeiltä.

## 5 Suunnitteluvaihe

Rakennussuunnittelun tavoitteena on laatia suunnitelmat, joiden pohjalta voidaan toteuttaa hanke tilaajan määrittämiin tavoitteisiin ja vaatimuksiin. Urakka-  
muodot, jossa pääurakoitsija vastaa suunnittelun ohjauksesta ja toteutuksesta on hyvä ratkaisu, kun tilaajalla ei ole riittävästi kokemusta tai resursseja hoitaa kaikkia rakennushankkeeseen liittyviä tehtäviä. Pääurakoitsijalta nimetään suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö, joka hoitaa suunnitelmien yhteensovittamista ja ohjaamista pääsuunnittelijan kanssa. Vastuu suunnitelmien oikeellisuudesta ja niiden yhteensovittamisesta on pääsuunnittelijan vastuulla. (Rakennustieto, RT103254 Pääsuunnittelija tehtäväluettelo 2020.)

Suunnittelun ohjauksella on suuri merkitys hankkeen onnistumisen kannalta. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelon HJR18 mukaan suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi johtaa asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät suunnitelmat. Suunnitteluvastuussa olevalla pääurakoitsijalla rajoittavana tekijänä toimii kuitenkin tilaajan määrittämät suunnitteluohjeet ja tavoitteet, joidenka puitteissa suunnitteluratkaisuja voidaan tehdä. (RT 10-11284 hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo 2017.)

Maanrakennuksen suunnitteluun vaikuttaa vahvasti monet määräykset ja vaatimukset. Haasteita tuo monien eri määräyksien sekä teknisten vaatimusten täyttäminen yhteensovittaminen samanaikaisesti. Hyvät lähtötiedot, tutkimukset, riittävä aika ja katselmukset auttavat oikeiden suunnitteluratkaisuiden löytämistä.

Suunnittelunohjauksen havaintoja ja kehitysehdotuksia käytiin läpi haastattele-  
malla Laajalahden koulun projektipäällikköä. Suunnittelunohjausvastuu on siirty-  
nyt hänelle kesken kohteen toteutuksen. Hänellä on tuore kokemus Laajalah-  
den koulun suunnitteluratkaisuista ja ongelmista mitä tutkimuksessa ilmeni. Ky-  
symyksissä käytiin läpi, miten lähtötiedot ja esisuunnitelmat vaikuttavat onnistu-  
neeseen suunnitteluun. Lisäksi käsiteltiin, kuinka kustannuksen ohjauksella on  
vaikutusta kustannuksiin sekä aikatauluun. Haastattelussa pohdittiin onnistumi-  
sia ja haasteiden kautta myös kehitysehdotuksia tuleviin hankkeisiin.

## 5.1 Lähtötiedot ja tutkimukset

Suunnitelmat laaditaan lähtötietojen ja tutkimusten pohjalta. Huonoilla tutkimus-  
tiedoilla suunnittelussa joudutaan tukeutumaan oletukseen, joka monesti johtaa  
suunnitelmamuutoksiin ongelmien ilmentyessä. Suunnitelmamuutokset monesti  
keskeyttävät tuotannon ja vaikuttavat kustannuksiin sekä aikatauluun. Tämän  
vuoksi on tärkeää tehdä riittävät tutkimukset ja käyttää aikaa suunnitteluun, että  
vältytään tuotannonaikaisilta ongelmilta.

Haastattelussa projektipäällikkö kertoo suunnittelunohjauksessa suunnittelujär-  
jestyksen merkityksestä. On tärkeä huomioida suunnittelujärjestys ja tunnistaa  
kriittinen polku sekä sen vaikutus kustannuksiin ja aikatauluun. Kriittisen polun-  
tunnistamisen kautta tehdä tarvittavia lisätutkimuksia maaperästä, että saadaan  
työvaiheet suunniteltua oikein ja riittävällä varmuudella, että vältytään tuotan-  
nonaikaisilta muutoksilta. Rakennusten perustustapa ja korko on tärkeä määrit-  
tää tarkasti ja tehdä riittävät tutkimukset, että suunnitelmat ovat toteutuskelpoi-  
set, riittävällä tasolla ja tarvittavat työvaiheet ovat tiedossa. Lisäksi tulevan tek-  
niikan suuret päälinjat olisi hyvä määrittää alussa, että tarvittavat tutkimukset ja  
toimenpiteet voidaan tehdä ennen toteutussuunnitelmien laatimista, että välty-  
tään toteutusvaiheessa mahdollisilta suunnitelmamuutoksilta.

## 5.2 Suunnittelun aloitus

Suunnittelu aloitetaan tilaajan laatimien esisuunnitelmien ja vaatimusten pohjalta. Urakkasopimusaineistossa on määritetty mm. rakennuksen koko, tarvittava tekniikka ja rakennuksen käyttötarkoitus. Suunnitelmia lähdetään luomaan lähtötietojen pohjalta ja tarvittavia lisätutkimuksia sekä katselmuksia suoritetaan. Korjausrakennus kohteissa suunnitteluun vaikuttaa säilytettävät ja suojellut rakennukset sekä ympäristö. Suunnittelun aloituksessa on tärkeä miettiä suunnittelun järjestys ja odottaa suunnitelmien riittävä valmiusaste ennen töiden aloitusta. Liian aikainen töiden aloitus liian vajailla suunnitelmilla voi tuottaa haasteita ja korjaustoimenpiteitä suunnitelmien täsmennyttyä.

Korjausrakennushankkeet sisältävät monesti museollista arvoa ja suojeltua ympäristöä. Suojeltujen kohteiden suunnittelussa on otettava vaihtoehtoisia reittejä ja toimintatapoja huomioon, että vanha ja suojeltu rakennus tai ympäristö pysyisi ennallaan. Suojeltujen alueiden suunnittelussa tulisi tontti katselmoida tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden kanssa huolellisesti sekä tarvittaessa käyttää alueellista asiantuntijaa apuna oikeiden ratkaisuiden löytämiseksi. Katselmuksot ja niiden pöytäkirjat ovat tärkeitä kohteen alussa, että suunnittelijoilla olisi riittävä näkemys rajoittavista tekijöistä, mitä tontti pitää sisällään.

Haastattelussa kerrottiin suunnittelussa esiintyneistä haasteista vanhan tekniikan kanssa. Maanrakennuksen suunnittelussa korjausrakennuskohteissa on tärkeää paikantaa tarkalleen vanha säilytettävä tekniikka. Vanhat suunnitelmat ja kaavat eivät yleensä pidä tarpeeksi tarkkaan paikkaansa eikä vanhan tekniikan kuntoa tiedetä. Kun vanha tekniikka on tarkkaan kartoitettu ja sen kunto varmistettu, on suunnittelua helpompi lähteä rakentamaan, joka minimoisi riskit yhteentörmäyksille tai olemassa olevan tekniikan vaurioitumiselle. Näin välttyttäisiin tuotannonaikaisilta suunnitelmamuutoksilta, joka vaikuttaisi kustannuksiin sekä aikatauluun.

### 5.3 Ympäristövaikutukset

Elinkaarikohteissa on erityisen tärkeää suunnittelussa huomioida ympäristövaikutukset. Urakkasopimusaineistossa on määritetty suojeltavat rakennukset ja ympäristö, jonka pohjalta suunnitteluratkaisut tehdään. Joskus joudutaan tekemään suunnitteluratkaisuja, joissa suojeltavia rakenteita tai ympäristöä joudutaan karsimaan, koska eteen tulee turvallisuus- tai muita teknisiä vaatimuksia, jotka menevät hankkeen toimivuuden kannalta edelle. Näistä pidetään erillisiä katselmuksia ja haetaan poikkeuslupaa tilaajalta tai hänen valtuuttamaltansa henkilöltä.

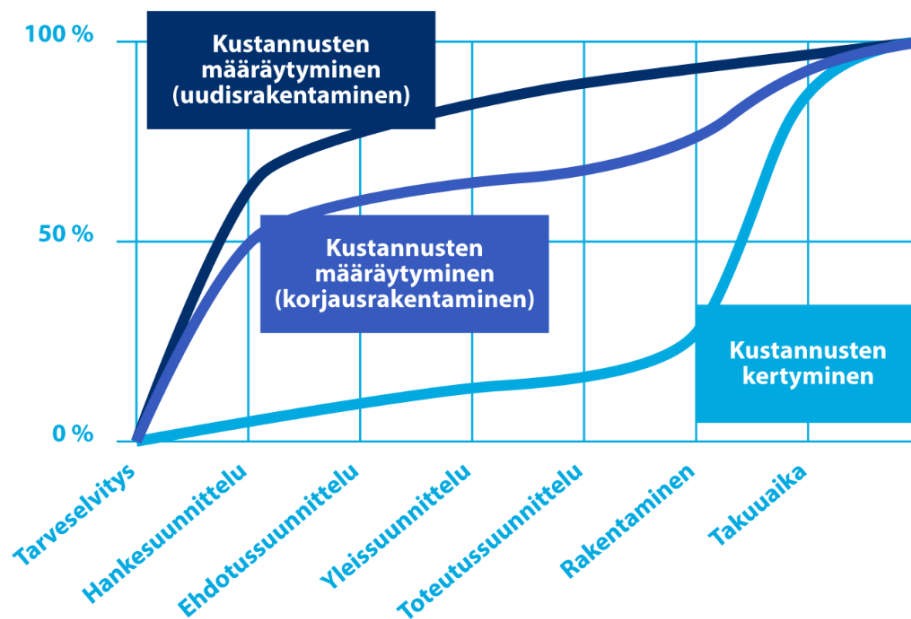
Maanrakennuksen suunnittelussa vanhat rakenteet sekä ympäristö vaikuttaa korkojen määrittämisessä. Uusien rakenteiden tai tekniikan korko vaatimukset ovat vuosien myötä päivittyneet, jonka vuoksi vanhojen reittien hyödyttäminen ei aina onnistu. Uusien rakenteiden korkoihin vaikuttavat myös vanhat suojeltavat rakenteet ja alueet esim. säilytettävien puiden korkeus vaikuttaa tulevan maanpinnan korkoon.

Nämä ympäristövaikutuksista johtuvat haasteet ilmenevät erityisesti korjausrakennus kohteissa, jonka vuoksi suunnitelmien toimivuuden tarkasteluun vaaditaan paljon resursseja ja aikaa. Suunnittelijoiden kanssa suoritettavat katselmukset tontilla erityisesti haastavien alueiden osalta antaa paremmat mahdollisuudet suunnitelmien onnistumiselle. Haastavien alueiden ja riskien tunnistamiseen vaaditaan suunnittelun ohjauksessa paljon tarkkavaisuutta ja ammattitaitoa, että voidaan välttyä myöhemmin suunnitelmamuutoksilta.

### 5.4 Kustannukset ja aikataulu

Suunnittelulla on suuri merkitys kustannuksiin sekä aikatauluun. Sillä voidaan vaikuttaa käytettävien materiaalien ja aineiden valintaan tai työmenetelmien käyttöön. Suunnittelussa on tärkeää, että suunnittelija on ammattitaitoinen ja tuntee kohteen erityispiirteet. Haastattelussa projektipäällikkö kertoo kuinka suunnitelmien riittävä valmius ja toteutuskelpoisuus on tärkeä käydä läpi ennen

rakennustöiden aloittamista, että vältetään suunnitelmanmuutosten myötä ylimääräiseltä työltä. Suunnitelmien yhteensovitus tulee olla tehtynä eri suunnitelmien välillä, että ristiriidat suunnitelmien välillä saadaan kitkettyä pois ennen töiden aloittamista. Ulkopuolentöiden suunnitelmien yhteensovitusta tulisi tehostaa samalle tasolle kuin sisäpuolen töiden yhteensovituksessa.



Kuva 5. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen rakennushankkeessa

## 6 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa eli rakentamisvaiheessa lähdetään toteuttamaan hanketta suunnitelmien perusteella. Rakentamisvaiheessa on tarjous- ja suunnitteluvaiheen riskit tärkeä tiedostaa ja huomioida töiden ennakkosuunnittelussa. Hankkeen lopputulokseen voidaan toteutusvaiheessa vaikuttaa työjärjestyksellä ja yhteensovituksella muiden urakoiden kanssa. Tämä vaatii tuotannon henkilöstöltä hyvää realistista aikataulutusta ja järjestelyä. On tärkeä, että maanrakennusurakka pääsee lähtemään aikataulun mukaan ja etenisi suunnitelmien sekä aikataulun mukaisesti, koska siitä on lähes kaikki muut urakat riippuvaisia.

Maanrakennukseen vaikuttaa vahvasti sääolosuhteet, jonka vuoksi työn ennakkosuunnittelu korostuu. Talviaikoina maan jäätyessä ei pystytä kaikkia työvaiheita suorittamaan tai niiden suorittaminen vaatisi erityistoimia. Sääolosuhteiden hallinta vaatii paljon energiaa tai suuria väliaikaisrakenteita, jotka tuovat lisää kustannuksia normaaliin työhön verrattuna.

Maanrakennuksessa käytetään suuria koneita muihin työvaiheisiin verrattuna, joka tarkoittaa, että niiden tekninen toimiminen on kriittisessä asemassa. Kun kone hajoaa tai siihen tulee tekninen vika, se voi keskeyttää kokotyövaiheen. Tämän vuoksi maanrakennusurakoitsijan on tärkeä pitää hyvää huolta koneista ja niiden käyttö tulee olla valmistajan ohjeiden mukaista.

Toteutusvaiheen havaintoja käytiin haastattelussa Tiistilän koulun työmaainsinöörien kanssa. Tiistilän kouluhanke on projektinjohtourakkamuodolla, joka on eri kuin muut tarkasteltavat kohteet. Haastattelussa esiintyi urakkamuodosta riippumatta samoja haasteita kuin muillakin kohteilla. Kysymyksissä käytiin läpi hankkeen aloitusta ja lähtötietoja sekä toteutusvaiheen maanrakennustöitä. Mitä eri menetelmiä työmaalla riskienhallintaan käytetään ja mitä haasteita toteutusvaiheessa on kohdattu. Lisäksi käytiin läpi ongelmakohtia ja kuinka niitä voitaisiin kehittää.

## 6.1 Aikataulu ja resurssointi

Talonrakennuksessa maanrakennus on muiden työvaiheiden kannalta kriittinen, kun sen pohjalta koko hanke saa alkunsa. Haastattelussa haasteeksi esiintyy, että töiden aloitukseen on yleensä panostettu, mutta urakan edetessä maanrakennuksen ohjaaminen useasti jätetään ns. sivutoimeksi. Työvaihetta ohjataan muiden töiden ohella, joka antaa maanrakennusurakoitsijalle suuren vaikutuksen onnistumisen kannalta. Pääurakoitsijan näkökulmasta tulisi huomioida tontin haastavuus ja resursoida työnjohtoa sen mukaan. Maanrakennustöiden haastavuuteen vaikuttaa suunnitelmien valmius, tontin korkoerot, maaperän koostumus ja maanrakennusurakoitsijan ammattitaito.

Maanrakennuksen aikataulutuksessa tulee huomioida tontin haastavuus. Työn etenemisjärjestys on suunniteltava ja toteutettava mahdollisimman esteettömästi. Maanrakennus vie paljon tilaa koneiden, kaivantojen ja maamassojen kannalta, jonka takia muita työvaiheita ei alueella voida suorittaa. Tässä korostuu ennakkosuunnittelu ja yhteensovitus muiden työvaiheiden kanssa.

Aikataulun tulee olla toteutuskelpoinen ja työvaiheiden riskikohdat tulee olla tiedossa. Jokaisen työvaiheen riskikartoitus haastavista kohteista olisi työnjohdon ja maanrakennusurakoitsijan tärkeä käydä ennen työnaloitusta läpi ja huomioida tämä aikataulua laatiessa. Riskien tunnistamisen jälkeen aikataulun jatkuva seuranta ja muutoksiin nopea reagoiminen edistää onnistumisen mahdollisuuksia ja sen aiheuttamat haitat eivät välttämättä heijastu koko projektin tulokseen. Hyväksi on havaittu viikoittaiset aikataulupalaverit, jossa käsitellään projektin työnjohdon kanssa kokonaiskuvaa ja yhteensovitetaan tulevia esteitä sekä haittoja, että maanrakennusurakoitsija pystyy varautumaan ja ohjaamaan resursseja oikein.

## 6.2 Työturvallisuus

Rakennustyömailla työturvallisuus korostuu muihin ammatteihin verrattuna. Maanrakennustöissä noudatetaan, mitä rakennustyön turvallisuudesta on työturvallisuuslaissa ja valtioneuvoston päätöksessä määrätty. Maanrakennuksessa työturvallisuus riskejä on paljon, kun toimitaan isojen koneiden, räjähteiden ja suurien maamassojen kanssa. Työturvallisuuden suunnitteluun ja valvontaan kuluu paljon resursseja, että voidaan sulkea pois tai minimoida riskit. Työmaan edetessä olosuhteet ja alueet muuttuvat, minkä takia pääurakoitsijalla on oltava ajankohtainen tietoisuus riskeistä ja tiedottaa siitä muille työmaalla työskenteleville.

Työturvallisuudessa on huomioitava kaivantojen merkinnät, aitaukset ja tuennat. Kaivantojen, maamassojen varastointialueet ja koneiden liikenneväylät vaikuttavat muihin työvaiheisiin logistisesti. Sen vaikutus näkyy, että kuinka tavara ja työntekijät liikkuvat rakennuksen sisään ja ulos sekä muiden ulkona tapahtuvien

töiden yhteensovituksessa esim. julkisivu- tai vesikattotyöt. Mikäli töiden ennakkosuunnittelu toteutetaan huonosti, sen yhteensovituksessa tuottaa ongelmia aikataulun sekä kustannusten kanssa.

Työturvallisuudessa riskit pitää pyrkiä sulkemaan pois kokonaan, koska kenenkään henki tai terveys ei mene rakennushankkeen edelle. Turvallisuuden takaamisen vaikutus näkyy kustannuksissa, mutta töiden ennakkosuunnittelulla ja turhien harkitsemattomien riskien välttämällä voidaan säästää merkittävästi kustannuksia. Tämä vaatii työnjohdollisia resursseja ja aikaa, että töiden suunnittelu saadaan tehtyä huolellisesti sekä hyödyllisesti.

### 6.3 Suunnitteluratkaisut

Suunnitelmien oikea-aikaisuuden ja toteutuskelpoisuuden vaikutus näkyy tuotannonaikaisessa työn ennakkosuunnittelussa. Maanrakennuksessa suunnitelmien puutteellisuus vaikuttaa pitkälti koko projektin onnistumiseen ja aikatauluun. Mikäli maanrakennuksen aloitus viivästyy suunnitelmapuutteiden vuoksi, sen vaikutus heijastuu lähes kaikkiin muihin työvaiheisiin. Tuotantosuunnitelmien toteutuskelpoisuus olisi hyvä arvioida ennen varsinaisten maanrakennustöiden aloittamista yhdessä suunnittelijan ja maanrakennusurakoitsijan kanssa.

Suunnitteluvastuukohteissa olisi hyvä sitoa ammattitaitoinen maanrakennusurakoitsija jo suunnitteluvaiheessa. Suunnitelmiin saataisiin urakoitsijan näkemyksien myötä toteutuskelpoisia ratkaisuja. Tämä säästää suunnitelman muutoksia toteutusvaiheessa, kun ongelmakohtat ja riskit on ratkottu suunnittelupöydässä. Tämä helpottaisi myös pääurakoitsijan työnjohdon vastuuta, kun maanrakennusurakoitsijalla olisi parempi käsitys suunnitteluratkaisuista.

Suunnitteluohjauksessa olisi hyvä järjestää katselmuksia haastavien tonttien riskikohdista kuten kalliot tai jyrkät korkoerot. Katselmuksien avulla saadaan tarkempi kuva kokonaisuudesta ja useamman osapuolen näkemys, että kuinka kohteessa pystytään toimimaan. Lähtötiedot voivat olla virheelliset tai puutteelliset, joidenka vuoksi suunnitelmat eivät ole aina toteutuskelpoisia.



Suunnitelmienmuutokset useasti aiheuttavat lisää työtä tai tuotannon seisahtumista, jonka vaikutus heijastuu kustannuksiin ja aikatauluun. Tämä aiheuttaa myös haasteita tuotannon ennakkosuunnitteluun ja yhteensovitukseen muiden työvaiheiden kanssa.

#### 6.4 Urakoitsijavalinnat

Maanrakennus on monissa rakennushankkeissa yksi suurimpia työvaiheita taloudellisesti ja pinta-alallisesti. Tästä syystä hyvän maanrakennusurakoitsijan valinta korostuu. Hyvällä maanrakennusurakoitsijalla on riittävä ammattitaito hyvään työnjohdolliseen organisointiin, tiedonvälittämiseen ja laadunvarmistamiseen. Urakoitsijalla tulee olla myös riittävät resurssit suoriutua sopimuksen mukaisesta aikataulusta. Haastattelussa huomioidaan, kuinka hyvien urakoitsijoiden kohdalla käy monesti niiden liiallinen käyttö useammassa eri hankkeessa, jolloin maanrakennusurakoitsijan alkuperäiset resurssit eivät riitä. Tämä tuo haasteita pääurakoitsijan työnjohdolle, kun joudutaan useasti vaatimaan maanrakennusurakoitsijan resursseja omalle työmaalle.

Maanrakennusurakoitsijan valinnassa tulee olla tarkka ja harkita kohde kohtaisesti. Haastavissa kohteissa taloudellinen säästäminen alussa voi kostautua myöhemmin ammattitaidon tai resurssien puutteesta. Haastavien kohteiden kohdalla tulisi riskiarvioida urakoitsijavalintaa referenssien ja aikaisempien arvioiden perusteella. Valitettavasti arvioiden laadinta jää monesti puutteelliseksi, kun loppuselvitystä tehdään ja työt on saatu valmiiksi. Arvioiden laadintaan tulisi panostaa, että tulevien hankkeiden urakoitsijavalinnat onnistuisivat paremmin.

#### 6.5 Muuttuvat tekijät

Maanrakennukseen vaikuttaa Suomessa vahvasti sääolosuhteet. Sääolosuhteiden hallinta on välttämätöntä laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Maan rakennekerrokset on suunniteltava oikein ja niiden toteutuksessa on huolehdittava, että ylimääräiset vesi tai jääkerrokset eivät jää kantavien maakerrosten alle. Tämän vuoksi pyritään suorittamaan lähes kaikki maanrakennustyöt kevät-

ja kesäaikaan, kun maaperä on sulaa, jonka takia maanrakennuksen tarkka aikatauluttaminen ja sen organisointi korostuu.

Muuttuva maailmantilanne voi olla vaikutuksena maanrakennusurakkaan. Eteen voi tulla materiaalien saatavuus ongelmia tai valituksesta aiheuttavaa urakan viivästymistä, joka vaikuttaa kustannuksiin ja aikatauluun. Maailmantilanteen muutokset ja sen tuomat haasteet ovat sopimusteknillisesti ratkaistavissa, joten on tärkeä sopimusta laatiessa tarkastaa, kuinka muutokset käsitellään. Muutokset ja esteet on tuotava välittömästi kirjallisesti tilaajan tietoon. Mikäli muuttuvien tekijöiden vuoksi työt joudutaan keskeyttämään, on tärkeää käyttää tämä aika työn ennakkosuunnitteluun ja ongelmien ratkomiseen, että työ pääsevät jatkumaan sulavasti.

## **7 Yhteenveto**

Maanrakennusurakka on haastava sen kriittisyyden ja laajuuden takia. Työvaiheet ovat muita rakennusurakoita tahdistavia, jonka vuoksi maanrakennus vaatii paljon yhteensovitusta ja työnjohdollisia resursseja. Maanrakennustöiden onnistumiseen vaikuttaa vahvasti sääolosuhteet, jonka vuoksi kaikkia työvaiheita ei voida ympärivuotisesti suorittaa. Työvaiheiden ennakkosuunnittelu ja riskeihin varautuminen korostuu, kun säähän ei voida itse vaikuttaa.

Tarjousvaiheessa maanrakennustöiden laskeminen ja työvaiheiden arviointi on monesti haastavaa. Haastatteluissa käy ilmi, että työvaiheet lasketaan ennakkosuunnitelmien ja lähtötietojen perusteella, joka ei anna aina tarkkaa käsitystä siitä mitä maanpinnan alapuolella on. Maanrakennuksessa suunnitelmat useasti päivittyvät töiden edetessä, koska maanpinnanalla monesti esiintyy poikkeamia lähtötietoihin. Tämä takia maanrakennusurakoissa joudutaan monesti ottamaan iso riskivaraus tarjoustusta laskiessa. Tarjouslaskennassa riskejä voidaan tarkemmin arvioida suunnitelmia täsmentämällä. Suunnitelmien täsmentämisessä on hyvä pitää katselmuksia tontilla ja käyttää asiantuntijoita erityispiirteiden hahmottamisessa. Nämä toimenpiteet vaativat aikaa ja resursseja, joten tarjoustusta

laskiessa on otettava riittävästi aikaa eikä kiirehtiä, että saadaan riskit kartoitettua riittävän tarkasti.

Suunnitteluvastuu urakkamuodoissa suunnittelunohjauksella on suuri vastuu suunnitelmien laadinnassa. Suunnitteluohjauksella voidaan vaikuttaa suunnittelujärjestykseen ja niiden aikataulutukseen. Maanrakennuksessa suunnitelmien valmius ja urakan aloituksella on kriittinen merkitys koko hankkeen lopputuloksen kannalta. Rakennuksen perustuskorko ja tapa sekä tulevan tekniikan sijainnit on kriittistä saada määritettyä, että työt päästään aloittamaan sovitun aikataulun mukaisesti. Suunnitelmien toteutuskelpoisuuden kannalta olisi hyvä saada ammattitaitoinen maanrakennusurakoitsija sidottua mukaan suunnitteluvaiheeseen. Näin saadaan vältettyä tuotannossa työkatkoksia ja työ pääsevät etenemään aikataulun mukaisesti. Suunnittelunohjaus vaatii paljon aikaa ja ammattitaitoa tunnistaa ongelmakohtia suunnitelmien yhteensovituksessa. Suunnitelmien yhteensovittamiseen tulisi panostaa, että välttyttäisiin ristiriidoilta ja suunnitelmamuutoksilta.

Toteutusvaiheessa maanrakennustöissä töiden ennakkosuunnittelulla on suuri merkitys. Maanrakennustyöt vievät paljon tilaa kaivantojen ja koneiden kulureittien takia, joka vaikuttaa moneen muuhun rakennusurakkaan työmaalla. Maanrakennustyöt vaikutus logistiikkaan, jätehuoltoon ja työturvallisuuteen näkyy suorasti tai välillisesti kustannuksissa, kun joudutaan käyttämään vaihtoehtoisia reittejä ja menetelmiä. Maanrakennustöiden aikatauluun ja kustannuksiin vaikuttavat myös sääolosuhteiden hallinta vesien, lumien tai jään poistaminen työpisteeltä. Sääolosuhteiden hallintaan johdutaan käyttämään eri menetelmiä, jotka vaikuttavat kustannuksiin. Hyvällä aikataulun laadinnalla ja seurannalla voidaan mahdollistaa töiden esteetön ja nopea eteneminen, jolloin voidaan vähentää sääolosuhteiden tuomien kustannusten vaikutusta.

## 8 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Tutkimuksessa esiintyy monien riskien ja ongelmien kohdalla kiireissä tehdyt päätökset ja ratkaisut. Riskianalyysiä ei ole tehty riittävän tarkasti tai tiedossa olleet riskit on jätetty tarkoituksella huomioimatta. Riskien kartoittamiseen tulisi käyttää enemmän aikaa ja niiden tuominen esille tulisi olla selkää sekä läpinäkyvää kaikille hankkeeseen osallistuville. Hankkeen alussa on laadittava riskianalyysi, jonka pohjalta tehdään riskienhallinta suunnitelma. Tätä riskianalyysiä ja suunnitelmaa tulee myös päivittää jatkuvasti niin että kaikki osapuolet ovat ajantasaisesti riskeistä tietoisia. Haastattelussa työpäällikön kanssa ilmeni, että tarjousvaiheessa on otettu jo yrityksen sisällä käyttöön uusi ohjelma riskien hallintaan liittyen. Tämä on otettu käyttöön uusissa alkavissa hankkeissa ja se pohjautuu läpinäkyvyyteen kaikille hankkeeseen osallistuville.

Tarjousvaiheessa lähtötiedot sekä esisuunnitelmat ovat monesti puutteelliset ja tarjouksen laskennassa joudutaan tekemään arvioita työmääristä ja menetelmistä. Toimenpiteinä tarjoustusta laskiessa olisi hyvä pitää katselmuksia eri osapuolien kanssa tontin haastavuuden ja erityispiirteiden hahmottamiseksi. Avoin keskustelu ja katselmukselut tuovat eri näkökulmia, joka mahdollistaa riskikohtien kartoittamisen paremmin. Tarjousvaiheessa laskennan tekemiä arvioita määristä ja työmenetelmistä voidaan tarkentaa teettämällä lisätutkimuksia ja edistämällä suunnitelmien valmiutta varsinkin kalliiden työvaiheiden osalta. Laskennassa täytyy olla realistinen ja läpinäkyvä riskien kartoittamisessa sekä niiden vaikutuksesta kokourakkaan. Riskiarvio tulisi olla selkeä ja ennen tarjouksen jättämistä sen tarkastaminen usealla eri osapuolella minimoisi inhimilliset virheet.

Tarjousvaiheessa huomioitavat riskit ovat tärkeä tuoda suunnittelunohjauksen ja tuotannon tietoon, että kaikilla on yhteinen näkemys ja riittävä käsitys mahdollisista riskeistä. Kun riskit ovat kaikkien tiedossa, voidaan niiden pohjalta suunnitteluratkaisuilla sekä toteutusvaiheen ennakkosuunnittelulla niihin vaikuttaa. Riskien tiedostaminen mahdollistaa, että niihin voidaan varautua paremmin. Riskin tunnistamisen pohjalta olisi hyvä laatia riskienhallinta suunnitelma. Tämän ylläpitäminen ja seuranta tulisi olla jatkuvaa esimerkiksi viikkotasolla. Jatkuvalla

riskienhallinnalla pystytään tunnistamaan riskit ajoissa ja niihin reagoiminen aikaisessa vaiheessa mahdollistaa riskien minimoimisen.

Suunnitteluvaiheessa riskeinä esiintyy lähtötietojen ja tutkimustulosten puutteellisuus. Lisäksi kiireinen aikataulu ja resurssit eivät mahdollista aina sitä, että kaikki suunnitelmat olisivat kerralla valmiita ennen rakennustöiden aloittamista. Haastatteluissa projektipäällikkö kertoi kehityskohteena, että suunnitteluohjauksessa on tärkeä aluksi tunnistaa kriittistentyövaiheiden osalta suunnittelujärjestys ja hankkia tarvittavat lisätiedot niiden osalta esimerkiksi tekniikan suuret päälinjat on hyvä ensin määrittää, jonka pohjalta suunnitelmia täydennetään. Tarkkojen tietojen saaminen mahdollistaa toteutuskelpoisen ja onnistuneen suunnittelun keralla, jolloin vältetään näiden kriittisten työvaiheiden suunnitelma-  
muutoksilta, jotka vaikuttaisivat kokohankkeen onnistumiseen.

Suunnitelmat tulee olla riittävällä tasolla ennen töiden aloittamista. Haastatteluissa ilmenee, että liian aikaisella töiden aloituksella voidaan joutua korjaamaan vajaiden suunnitelmien virheitä tietojen ja suunnitelmien täsmentyessä. Mahdollisuuksien mukaan ammattitaitoisen maanrakennusurakoitsija osallistuttaminen suunnitteluun edesauttaa toteutuskelpoisten suunnitelmien laadinnassa. Hyvällä yhteistyöllä ja suunnitelmien yhteensovituksella vältetään toteutuksen aikaisilta ongelmilta. Yhteensovitus ja suunnitelmien läpikäyntiin on kannattava panostaa, koska toteutusvaiheen ongelmat heijastuvat maanrakennuksen lisäksi moneen muuhun työvaiheeseen.

Toteutusvaiheessa riskienhallinta liittyy aikataulussa pysymiseen ja laadun hallintaan. Maanrakennusrakan viivästyminen heijastuu lähes kaikkiin työvaiheisiin. Kaivannot ja maamassojen säilöntä alueet haittaavat muiden urakoiden työsuoritusta ja logistiikkaa. Tämä näkyy piilokustannuksina muissa urakoissa, kun logistiikka ja jätehuolto ei ole mahdollista suorittaa sovitulla tavalla. Toteutusvaiheessa tähän vaaditaan selkeä suunnitelma ennen töiden aloittamista, että logistiikka tulisi toimimaan läpi koko rakennusvaiheen. Sovitut kulkureitit ja kuorapurkualueen on hoidettava kuntoon ennen kuin siirtyy seuraaville työalueille. Lisäksi tarkka aikataulutuksen muiden pihatöiden kanssa kuten esimerkiksi

julkisivutöiden yhteensovituksella. Ongelmakohtien esiintuominen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mahdollistaa niihin puuttumisen ja sulavan yhteensovituksen. Mikäli puutteista ei ilmoiteta, on syytä olettaa, että työvaiheet etenevät suunnitelmien mukaan.

Hyvä riskienhallinta vaatii paljon aikaa ja resursseja, mutta niiden arvokkuus näkyy myöhemmin tuotannon aikana, kun työt pystytään suorittamaan jouhevasti ja ongelmiin on osattu varautua. Tuotannossa maanrakennukseen on varattava riittävät työjohtoresurssit, että työjohtajalla on aikaa tehdä työn ennakkosuunnittelua ja riskienhallintaa. Maanrakennusurakka on kriittisesti tahdistava urakka, joten sen tarkka aikataulutusta on erityisen tärkeää. Tässä yhteistyö ja säännöllinen aikataulun seuranta edesauttaa ongelmien ratkaisussa ja esteiden poistamisessa, että tuotanto ei pysähtyisi. Riskienhallinta tulee olla ennakoivaa ja sitä tulee suorittaa jatkuvasti. Lisäksi sen tulee olla läpinäkyvää ja realistista kaikille hankkeeseen osallistuville, että pystytään ennaltaehkäisemään ikävien yllätysten syntymistä.

## Lähteet

1. Finlex, maankäyttö ja rakennuslaki 1999  
<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L7P57>. Luettu 22.2.2023
2. Suomen geoteknillinen yhdistys, kairausopas III 1984  
<https://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-3-maanaeytteiden-ot-taminen-geoteknillisiae-tutkimuksia-varten.pdf>. Luettu 24.2.2023
3. Liikennevirasto, geotekniset tutkimukset ja mittaukset 2015  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120992/lo\\_2015-10\\_978-952-317-172-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120992/lo_2015-10_978-952-317-172-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Luettu 3.3.2023
4. Kati, geofysikaaliset mittaukset 2004  
<https://www.oykatiab.com/geofysiikan-mittaukset/> Luettu 3.3.2023
5. Finlex, vesihuoltolaki 2001  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119> Luettu 3.3.2023
6. Alva, sähköverkko dokumenttipohja 2019  
<https://www.alva.fi/app/uploads/1/2019/10/Pientalorakentajan-s%C3%A4hk%C3%B6istyksen-vaiheet-231019.pdf> Luettu 11.3.2023
7. 465/2014 Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista 2014  
<https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20140465.pdf> Luettu 11.3.2023
8. Rakennustieto, rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus 2010  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-11000?navref=Search>  
Luettu 14.3.2023
9. Rakennustieto, RT103254 Pääsuunnittelija tehtäväluettelo 2020  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/6523#page=1>  
Luettu 14.3.2023
10. Rakennustieto, RT 10-11284 hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo 2017  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/2012#page=1>  
Luettu 19.3.2023

11. Ympäristöhallinnon ohjeita 5, 2006

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41542/OH5-2006\\_Ty-osuojelu\\_maa- ja vesirakennustoissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41542/OH5-2006_Ty-osuojelu_maa- ja vesirakennustoissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Luettu 19.3.2023



## Haastattelu Jenni Sahlberg

23.3.2023

Haastateltava: Jenni Sahlberg, projektipäällikkö, YIT Suomi Oy

Aihe: Suunnitteluohjaus, maanrakennus

### Suunnitteluvastuu

- **Kuinka paljon suunnittelunohjauksessa on mahdollista vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin?**
  - Urakkamuoto vaikuttaa
  - Asiat määritelty tarkasti urakkasopimuksessa ja tilaaja määrittänyt suunnitteluohjeet, suunnitelma poikkeamat ja muutokset ovat lisätyötä
  - PJU kohteissa tilaajalla enemmän päätösvaltaa, suunnitellaan ensin ja tilaaja hyväksyy suunnitelmat
  - Maanrakennuksessa vaikuttaa määräykset ja vaatimukset vahvasti suunnitteluun
  - Urakkasisällössä määritetty tekniikka ja muut vaatimukset, joka pitää sovittaa suunnitelmiin
  - Käyttäjän mielipiteitä kuunnellaan ja järjestetään katselmuksia, PJU vielä enemmän vaikuttaa

### Lähtötiedot ja esisuunnitelmat

- **Onko tarjousvaiheen lähtötiedoilla ja esisuunnitelmillä millainen vaikutus toteutussuunnitelmien luontiin?**
  - Onko laskennassa ymmärretty tontin haastavuus?
  - Tontilla käyminen ja perehtyminen riskikohtiin
  - Vanhan rakennuksen korot määritetty, joka vaikuttanut laajennusosan suunnitteluun vs jos lähdetäisiin suunnitelmaan täysin uutta
  - Onko EKO alueet huomioitu esisuunnittelussa
- **Mitkä asiat tarjouspyynnön aineistosta on tuottanut haasteita maanrakennuksen suunnittelussa?**
  - Lähtötiedot, kattavammat kalliokartoitukset olisi olleet tarpeen
  - Vanhan runkovesilinjan sijainti ja laatu ollut epätiedossa, joka aiheuttanut haasteita suunnittelussa sekä toteutuksessa

-Huonoista lähtötiedoista/tutkimuksista johtuen jouduttu tekemään useampia suunnittelumuutoksia

### Kustannukset ja aikataulu

- **Mitä keinoja suunnittelunohjauksella on vaikuttaa kustannuksiin ja aikatauluun?**
  - Kaavio "80% kustannuksista määräytyy suunnittelussa"
  - Katselmukset ja itsereflektointi suunnittelijalla
  - Yhteensovitus muiden suunnitelmien kanssa, kyseenalaistus ja muistuttelu suunnitteluohjauksessa, vaikka yhteensovitus pääsuunnittelijan vastuulla
  - RT-kortista pääsuunnittelija yhteensovitusvelvoite
  - Suunnittelu on yhteistyötä ja vaatii saman pöydän ääressä istumista, maanrakennus jää monesti huonolle tasolle vs talon sisällä
  - KVR- suunnitteluvastuu, vaatii paljon aikaa ja resursseja tarkastella suunnitelmien tarkemmin

### Ympäristövaikutukset

- **Kuinka ympäristövaikutukset otetaan huomioon suunnittelussa?**
  - Välttämättömyydet "tekniikka" saatava asennettua tontille, joka aiheuttanut osan puiden poistamisen tontilta
  - Parempaan lopputulokseen tarvitsee parempaa suunnittelua ja kultaista aikaikkunaa
  - Suoritettu elinkaarihankkeen määräysten mukaan, vaikuttaa enemmän sisäpuolen töihin
- **Miten suojeltavat alueet/rakennukset vaikuttavat suunnitteluun?**
  - EKO alueet olleet mukana lähtötiedoissa
  - Vaikuttaa reitteihin ja korkoihin
  - Museo

### Riskienhallinta

- **Mitä riskejä maanrakennuksen suunnittelussa esiintyy?**
  - EKO alue isona riskinä, rajoittaa töitä, miten tehdä
  - Kallionpinta
  - Maanlaatu
  - Korot

- Säilytettävien puiden korot (jäävien puiden korkoa ei saa ylittää)
- Naapuritonttien korot

- **Kuinka riskit on huomioitu suunnittelussa?**

- Mainitut riskit kehnosti huomioitu, kiireinen aikataulu
- Tunnistetaan ongelma mutta käytännössä ja lopputuote jätetty huonosti huomioimatta
- Runkovesijohdon kartoitus ja laatu olisi pitänyt heti tarkastaa
- Kalliokartoitus tehtävä tarkemmin

## **Muuta**

- **Onnistumiset?**

- Ongelmat tunnistettu ja niistä oppiminen
- Suojeltavien puiden riskit tunnistettu

- **Kehitettävää?**

- Riskienhallinta
- Suunnittelujärjestys, kartoittaa kriittiset työvaiheet, mitä lähtötietoja vaaditaan tarvittavien suunnitelmien toteuttamiseen, tilanne analyysi aiheesta
- Kriittisten suunnitelmien lähtötiedot kartoitettava oikea-aikaisesti vaatii resursseja ja aikaa
- Hyvässä suunnittelussa tehdään yhteistyötä ja yhteinen ongelmanratkaisu
- Tiedon/informaation vaihto on tärkeää ja riittävä dokumentointi
- Tiedon kyseenalaistus, liika luotto pois ja tarkastaminen
- Päälinjojen kohdalta tarkemmat kalliokartoitukset ja lukinnut ne suunnitelmat, jonka -mukaan voitu yhteensovittaa muu tekniikka ympärille
- Suunnitelmien valmiustaso oltava riittävä ennen töiden aloittamista, priorisointi että suurimmat päälinjat ja perustusalueet saadaan auki

## Haastattelu Hannu Leander

3.3.2023

Haastateltava: Hannu Leander, työpäällikkö, YIT Suomi Oy

Taustaa: Ei ollut laskennassa mukana, hypäTTY mukaan kesken hankkeelle

Aihe: Tuomarilan koulu ja tarjousvaihe, maanrakennus

### Tuomarilan koulu

- **Kuinka kattavat lähtötiedot Tuomarissa oli maanrakennuksen suhteen?**
  - Ei ollut optimoitu maanrakennuksen hulevesi suunnitelmia maanrakennus urakkaa sopiessa, jotka vaikuttivat kustannuksiin
  - Kairaustulokset puutteelliset, saatiin kiilaukset lisätyönä
- **Kuinka maanrakennuksen suunnittelu onnistui?**
  - Pohjoispuolen tie puuttui kokonaan suunnitelmista
  - Hulevesisuunnitelmat eivät täyttäneet määräyksiä, koroissa ongelmia, reklamoitu on arkkitehtiä mutta asia selvityksessä. Esteettömydessä ongelmia
  - Osaavaa suunnittelua tarvitaan
- **Kuinka maanrakennustyöt sujuivat?**
  - Pohjat ja perustukset ok, profiloinnissa ongelmia
  - Suunnitelmien muutokset pinnantasaus suunnitelmissa, myös urakoitsiassa ongelmia, kun ei toteuttanut suunnitelmien mukaisia kerroksia
  - Aikataulu petti, suunnitelmapuutteet tehtiin hätäratkaisuna, itse tehtiin suunnitelma
- **Kuinka maanrakennustöiden luovutus sujui?**
  - Luovutus ei onnistunut pihaurakoitsijalla
  - Kaivoja puuttui, maan sisässä, joita kaivettiin ylös
  - Tilaaja ei edelleenkään ole hyväksynyt kentän kivituhkan raekoko liian karkea, suunnitelmissa ok

### Tarjousvaihe

#### Suunnitteluvastuu urakassa

- **Huomioidaanko tarjouslaskennassa riittävästi tontin haastavuutta?**
  - Esteettömyys asiat nykyään tosi tiukat määräykset
  - Tarjousvaiheessa on huomioitava nykymääräysten mukaisesti tulevat kulkureitit ja portaat
  -
- **Otetaanko laskennassa tarpeeksi huomioon vanhojen rakenteiden / tekniikan vaikutusta työvaiheisiin?**
  - Ei huomioida tarpeeksi, tullut suunnittelussa virheitä
  - Suunnitelmat ei ole riittäviä tarjousvaiheessa, perustuu paljon arvioihin
  - Ei ollut käytetty riittävästi aikaa, työpäälliköllä virhe

- Ei ole järjestetty laskenta palaveria suunnittelijoiden kanssa
- 
- **Kuinka laskentavaiheessa riskejä huomioidaan ja onko siihen vakio menetelmää?**
  - Riskianalyysit tehdään nykyään, halutaan yksilöity analyysi
  - Ennen tehty % peräinen arvio, ei kohdistettu
  -
- **Kuinka tarjouslaskennan ajatukset siirtyvät tuotantoon?**
  - Muistioita ei ole olemassa, riskejä ei ole huomioitu muuta kuin vanhan menetelmän mukaan
  - Nykyään siirretty laskennan materiaalit risk- appiin, kaikkien nähtävillä
  - Risk-apissa hyvin dokumentointi, toimenpiteet, vastuu henkilöt
  - Uusi ohjelma
- **Onko tilaajan kanssa ollut kiistanalaisia näkemyksiä maanrakennuksessa?**
  - Esteettömyysasiat
  - Suunniteltu kiilaukset tuotantovaiheessa, tilaaja oletti että me ollaan osattu tulkita kairaustuloksista
  - Eri asiakirjojen eroavaisuudet, monet asiat pätevyys järjestyksessä erimielisyyksiä

## Muuta

- **Onnistumiset?**
  - *Tuomarilassa*
  - Kiilausten saaminen lisätöiksi
  - *Laskennassa*
  - Ei kirjattavaa
- **Kehitettävää?**
  - *Tuomarilassa*
  - Kunnon resurssit tuotantoon maanrakennuksen osalta, valvontaa
  - Suunnitelmien valmius, riskiarvion tekeminen haastavaa vajailla suunnitelmilla
  - Riittävästi aikaa ja oikeat suunnitelmat tarjouspyyntöihin
  - *Laskennassa*
  - Laskentavaiheessa välipalavereita suunnittelijoiden kanssa, katsel-mukset tontilla
  - Riittävästi aikaa
  - Dokumentointi laskentavaiheesta paremmin tuotantoon, kaikkien saatavilla läpinäkyvästi
  - Turhien riskien karsinta, nykyään tiukempi linja, tarjoukset käytetään johtajien kautta
  - Olemassa olevan tekniikan selvitys ennen tarjousta laatiessa
  - Muut suojeltavat alueet riskeihin ja vaikuttaa suunnitteluun
  - Suunnitelmien ehostaminen laskennan tarkkuutta varten haastavilta työvaihe

## Haastattelu Tiistilä

Kohde: Tiistilän koulu

Henkilöt:

Jatta Stigell, työmaainsinööri, YIT Suomi Oy

Katariina Vuorenvalo- Savolainen, työmaainsinööri, YIT Suomi Oy

8.3.2023

Aihe: Tiistilän koulun maanrakennus

### Yleistä

Erityispiirteitä kohteesta, urakkamuoto, aikataulu, toimintatavat

- Kehitysvaiheessa vaan yleinen riskienhallintasuunnitelma, yleisesti ei päivitetä

### Lähtötiedot

- **Kuinka lähtötiedot / tutkimukset ovat vastanneet toteutunutta urakkaa?**
  - Massanvaihto operaatio tuli yllätyksenä, ei näkynyt lähtötiedoissa. Johtunut todennäköisesti hulevesivuodosta pohjiin.
- **Kuinka suunnittelu on onnistunut maanrakennuksen osalta?**
  - Ammattitaitoinen geo-suunnittelija, mutta kiireinen
  - Yhteensovituksessa suunnitelmien kanssa ongelmia
  - Pääsuunnittelijalta puuttuu ohjaus/puutteellista. Suunnitteluohjaukselta vaaditaan tällöin paljon resursseja/ osaamista ja aikaa
- **Mitä riskejä maanrakennuksessa otettiin huomioon ennen toteutusvaihetta?**
  - Riskit minimoitu hyvin suunnittelussa että tulevat työt ollut hyvin tiedossa.
  -
- **Kuinka kehitysvaiheen tiedot / riskit on saatu tuotannon tietoon?**
  - Tiedot tullut lähinnä henkilöiden mukana

### Toteutusvaihe

- **Kuinka maanrakennusurakka alkoi?**
  - Haastavaa selittelyä ja vatvaamista
  - Kaikki työvaiheet aloitettu mutta mestaa ei saada pihaurakoitsijalle valmiiksi
  - Maanrakennuksen aikataulu jätetty hyvin vajavaiseksi/ kokonaan tekevämmä, resurssi ongelma toimihenkilöpuolella / vaihtuvuutta.
- **Kuinka maanrakennusurakka on sujunut tähän asti?**
  - Välillä urakoitsijan tontille saaminen haastavaa

- Töiden aloituksessa haasteita, mutta kun pääsee aloittamaan työt sujuvat hyvin
- **Kuinka maailmantilanne vaikuttanut maanrakennus urakkaa?**
- Ei vaikutuksia
  
- **Onko vanhat rakenteet / tekniikka vaikuttanut maanrakennukseen?**
- Ei ole ollut vanhoja säilytettäviä rakenteita ja tekniikka kulkee tontin ulkopuolella
- **Kuinka työmaalla riskejä hallitaan / seurataan?**
- Poikkeamaraportti
- Katselmus tyylillä ongelmakohtia ja yhteensovittamista
- Urakoitsijakokoukset viikoittain asioita yhteensovitetaan
- **Onko maanrakennuksella ollut minkälaiset vaikutukset muihin töihin?**
- Perustusurakoitsija ei päässyt massanvaihto lisätyön takia aloittamaan
- Sääsuojan yhteensovituksessa ollut aikataulullisia ongelmia

### **Muuta**

- **Onnistumiset**
- Yksittäisten asioiden vetkuttelu, vaikka asia hoitui sujuvasti ja hyvin
- Urakoitsija mukana suunnittelussa, tuomassa ammattitaitoisia mielipiteitä
- Massavaihdot saatu lisätyöksi, lisäaikaa saatu
- **Kehitettävää**
- Laskennan tarkkuus / rehellisyys
- Aikataulun laadinta maanrakennuksen osalta ja työnjohdollinen resursointi
- Urakoitsijan tukkoon ostaminen, ei kaikille YIT työmaille
- Jatkuva ja päivitettävä riskienhallinta
-