

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Rakennusmestari

2019

Jaakko Virolainen

KERROSTALOTYÖMAAN ULKOPUOLISTEN VIEMÄRIASENNUSTEN TUOTANNONSUUNNITTELU, -OHJAUS JA -VALVONTA



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Rakennusmestari

2019 | 32 sivua

Jaakko Virolainen

KERROSTALOTYÖMAAN ULKOPUOLISTEN VIEMÄRIASENNUSTEN TUOTANNONSUUNNITTELU, -OHJAUS JA -VALVONTA

Opinnäytetyössä paneudutaan kerrostalotyömaan ulkopuolisten viemäriasennusten eri työvaiheisiin ja riippuvuuksiin suunnittelun, ohjauksen sekä valvonnan perspektiivistä. Työ painottuu tehtävän kannalta merkittäviin ja huomioitaviin osa-alueisiin.

Opinnäytetyö jakaantuu teoriaosuuteen ja käytännönsuuteen, joissa kummassakin aiheet ovat samat. Työn teoriaosuudessa käsitellään rakentamista aihepiireittäin yleisellä tasolla ja käytännönsuudessa tarkastellaan teoriaosuuden aiheita käytännössä. Kokemuseräisellä lähestymisellä aihepiiristä havaitaan ongelmakohtia, jotka ovat yleistyneet hektisessä nykyrakentamisessa.

Työn lopputulemana on ajatuksia herättävä kokonaisuus koskien kerrostalotyömaan ulkopuolisten viemäriasennusten tuotannon suunnittelua, -ohjausta ja -valvontaa. Rakentamisen toimintatavat kehittyvät jatkuvasti ja jatkuva tiedonhankinta on tae onnistuneeseen työnjohtoon. Opinnäytetyö on avuksi etenkin aiheeseen entuudestaan tutustumattomalle työnjohtajalle.

ASIASANAT:

tuotannon suunnittelu, kerrostalotyömaa, ulkopuoliset viemäriasennukset, maaviemäri

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bachelor of Construction Management

2019 | 32 pages

Jaakko Virolainen

PLANNING, CONTROLLING AND MANAGING OF OUTDOOR SEWER INSTALLATIONS AT A MULTISTOREY BUILDING SITE

The idea of this thesis was to educate about the operating models of outdoor sewer installations at multistorey building sites. This subject was studied from the perspective of production planning, controlling and managing. The work focuses on areas that are significant and relevant to the task.

This thesis is divided into theoretical and practical parts, which contain the same topics. The theoretical part deals with construction in general and the practical part examines the topics of the theoretical part in practice.

The results of this thesis provide a thought-provoking entity about outdoor sewer installations at multistorey building sites. The outcome is helpful for a construction site foreman or manager, who is unfamiliar with the topic

KEYWORDS:

production planning, multi-storey building site, external sewer installations, underground sewage pipe

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KERROSTALOTYÖMAAN ULKOPUOLISTEN VIEMÄRIASENNUSTEN TUOTANNON SUNNITTELU, -OHJAUS JA -VALVONTA	7
2.1 Tehtäväsuunnittelu	7
2.2 Työ- ja ympäristöturvallisuus	8
2.3 Työmaasuunnittelu	11
2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	13
2.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta	15
2.6 Hankinnat ja logistiikka	18
2.7 Laadunvarmistus	20
3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN	23
3.1 Tehtäväsuunnittelu	23
3.2 Työ- ja ympäristöturvallisuus	24
3.3 Työmaasuunnittelu	25
3.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	26
3.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta	27
3.6 Hankinnat ja logistiikka	28
3.7 Laadunvarmistus	29
4 LOPUKSI	31
LÄHTEET	32

KUVAT

Kuva 1. Tehtäväsuunnitelmaa voi hyödyntää tarjouspyyntöjen ja liiteasiakirjojen laadinnassa.	7
Kuva 2. Riskinhallinnan tyypilliset osat standardin SFS-IEC 60300-3-9 mukaan.	9
Kuva 3. Työturvallisuusasiakirjat ja niiden keskeinen sisältö.	10
Kuva 4. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelun yhteydessä suunnitellaan työmaa-alueen käyttö koko toteutuksen ajaksi.	12
Kuva 5. Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen.	14
Kuva 6. Rakennushankkeen hallinnan rautainen kolmio.	16
Kuva 7. Hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet.	19
Kuva 8. Jatkuva laadun parantaminen.	21
Kuva 9. Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon ohjeelliset luiskakaltevuudet.	25

TAULUKOT

Taulukko 1. Putkikaivannon täytön tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.	30
---	----

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kerrostalotyömaan ulkopuolisten viemäriasennusten tuotannosuunnittelua, -ohjausta ja -valvontaa. Toimittuani puolitoistavuotta työnjohtajana maanrakennusalalla olen huomannut puutoksia pääurakoitsijan tuotannosuunnittelussa koskien ulkopuolisia viemäriasennuksia. Työvaihe vaatii järjestelmällistä suunnittelua, ohjausta ja valvontaa, johon eri osapuolten on osallistuttava.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja käytännönsuudesta. Teoriaosuudessa käsitellään keskeisiä aihealueita yleisesti rakentamisessa. Käytännönsuudessa paneudutaan teorian soveltamista kokemani perusteella. Opinnäytetyötä kirjoittaessa toimin maanrakennusurakoitsijan työnjohtajana neljässä kerrostalokohteessa.

Suurimpana haasteena on kanaalikaivantojen tilantarve, joka on usein pidempiaikaista kuin mitä pääurakoitsija on suunnitellut. Ulkopuoliset viemäriasennukset vaativat huolellisuutta ja suunnitelmallisuutta. Epäonnistuneiden asennusten vaikutukset saatetaan huomata vasta takuukuvauksissa, jolloin korjaustoimet vaativat todella paljon resursseja niin työn suorittajalta kuin asiakkaalta.

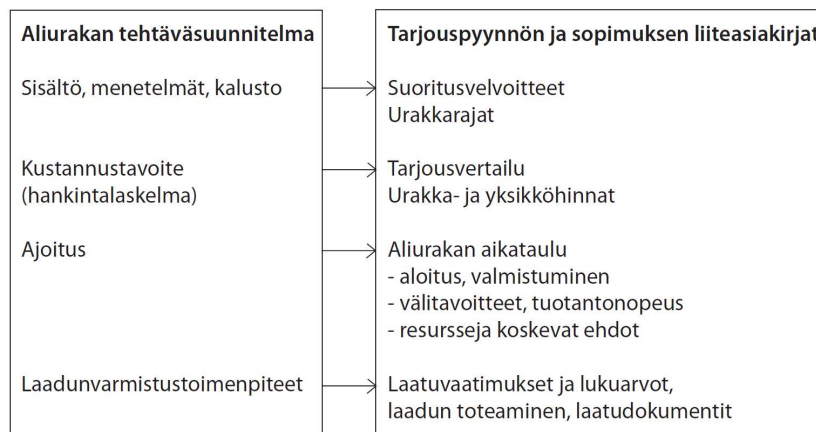
Opinnäytetyön lopputulemana on hyödyllinen asiakirja niin kokemattomalle kuin jo kokeneellekin työnjohtajalle. Rakennusala kehittyy jatkuvasti ja jokaisen alalla toimivan on alati päivitettävä osaamistaan, niin on myös ulkopuolisten viemäriasennusten laita. Kokemusperäisen lähestymisen vuoksi työssä tuodaan esiin aihetta koskevat ongelmat ja toimintatavat niiden ratkaisemiseksi.

2 KERROSTALOTYÖMAAN ULKOPUOLISTEN VIEMÄRIASENNUSTEN TUOTANNONSUNNITTELU, - OHJAUS JA -VALVONTA

2.1 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelu on tärkeä osa rakennustyömaan kokonaisuuden hallintaa. Määrätietoinen tehtäväkokonaisuuden tarkastelu ja suunnittelu edesauttaa työnkulkua. Tehtävän toteutuksen suunnittelulla pyritään ennaltaehkäisemään mahdollisia työhön liittyviä riskejä ja poikkeamia. Tavoitteena yhdistää mahdollisimman tehokkaasti aikataulu- suunnittelu, kustannussuunnittelu ja laadunvalvonta työturvallisuutta unohtamatta. Lisäksi tehtäväsuunnitelma tukee työn ohjausta ja valvontaa. (Ratu S-1228, 2010, 2)

Tehtäväsuunnittelu yhdistää työn eri osapuolia edistäen työturvallisuutta, hyvän rakennustavan mukaista rakentamista kustannus- ja aikataulutavoitteiden piirissä. Tehtäväsuunnitelmasta on suuri etu esimerkiksi aliurakoiden ja työkauppojen solmimisessa (kuva 1). Suunnitelmasta ilmenevät yhteiset säännöt, laatuvaatimukset ja selkeä työnkulku, jolloin vältetään epäselvyyksiltä toimijoiden välillä. Suoritusvelvoitteiden ja urakkarajojen ollessa tiedossa on vaivatonta tehdä tarjousvertailua urakka- ja yksikköhintojen mukaan. Aliurakan aloituksen, tuotantonopeuden ja suunnitellun valmistumisen arviointi on varmempaa huolitellun tehtäväsuunnitelman pohjalta. (Ratu S-1228, 2010, 4)



Kuva 1. Tehtäväsuunnitelmaa voi hyödyntää tarjouspyyntöjen ja liiteasiakirjojen laadinnassa (Kankainen & Junnonen 1999).

Huolellisesti toteutettu tehtäväsuunnittelu toimii tehokkaana työkaluna eri osapuolille. Tarkka dokumentaatio mahdollistaa tietojen ja kokemusten hyödyntämisen tulevilla tehtävissä ja rakennushankkeissa. Aiempien tehtävien jälkitarkastelu onkin tärkeä osa tehtäväsuunnittelua. Tehtäväsuunnittelu tukee yrityksen laatujärjestelmän kehitystä ja sen avulla turvataan tulevien töiden laatuvaatimusten täyttyminen. Aineiston avulla pystytään osoittamaan laadunhallinnan tuloksia ja kehittämään tuotantoa yhä tehokkaampaan suuntaan. (Ratu S-1228, 2010, 5)

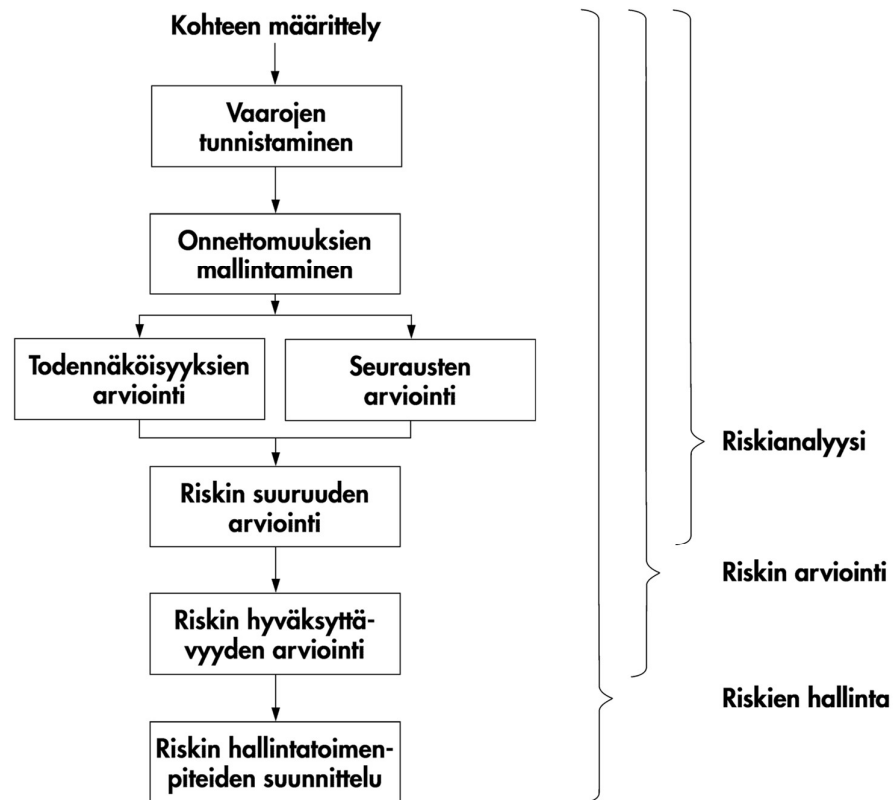
Tehtäväsuunnitelmaa ei täydy tehdä kaikista rakennusvaiheen työtehtävistä. Tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa on ymmärrettävä suunnitelman hyödyt ja tarpeellisuus. Mikäli tehtävä on ajallisesti ratkaiseva, kustannuksiltaan huomionarvoinen, entuudestaan tuntematon, laadullisesti vaativa tai erityisen virhealtis on tehtäväsuunnitelman laadintaan painavat perusteet. Työnjohdon on punnittava kohteen merkittävät työtehtävät ja suunnittelun laajuus. (Ratu S-1228, 2010, 6)

2.2 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Niin Suomessa kuin muissakin EU maissa tulee noudattaa Euroopan Unionin puitedirektiiviä, jossa määritellään työturvallisuuden perussäännökset. Samassa direktiivissä painotetaan systemaattisen riskinarvioinnin, riskien tunnistamisen ja hallintakeinojen tärkeyttä. Työturvallisuuslaki (738/2002) on Suomessa tärkein työsuojeluun liittyvä laki. Laissa veloitetaan työnantajaa huolehtimaan työntekijöidensä turvallisuudesta ja terveydestä. Työ- ja toimintatapojen on oltava sellaisia, että työntekijät voivat työskennellä turvallisesti ja terveellisesti. (Ratu KI-6034, 2019, 25)

Laki vaatii työnantajan pyrkimään kaiken aikaa parantamaan työmaan ja siellä työskentelevien turvallisuutta. Työnantajan on oltava ajan tasalla kehittyvistä toimintatavoista ja valjastaa käyttöönsä uusimmat ohjeet ja neuvot työturvallisuuteen liityen. Työnantajan täytyy kehittää uusia turvallisempia työtapoja ja huolehdittava koneiden sekä laitteiden käyttöturvallisuudesta. Vaarallisissa tehtävissä kuten esimerkiksi kuitumaisten silikaattien (asbesti) purkutöissä tai vastaavissa on pyrittävä minimoimaan riskitekijät ja varmistettava työolosuhteiden sekä tarvittavien laitteiden turvallisuus. Laissa yritys on vastuussa työturvallisuudesta, joten yrityksen on selvitettävä työmaalla olevat mahdolliset vaarat. Riskinarvioinnilla pystytään selvittämään ongelmakohtat ja näin välttämään mahdolliset haitta- sekä vaaratilanteet. (Ratu KI-6034, 2019, 25)

Työmaalla vaaraa voi aiheuttaa esimerkiksi työmenetelmät, erilaiset käytännöt ja työssä käytettävät laitteet sekä materiaalit. Mistä tahansa edellä mainituista asioista voi muodostua potentiaalinen vaaratekijä. Vaaratekijöiden välttämiseksi tulisi yritykselle ja työmaalle tehdä aktiivista riskinarviointia. Tarpeeksi laajalla ja perusteellisella riskinarviointilla pystytään parantamaan työntekijöiden työterveyttä ja työturvallisuutta (kuva 2). Tästä on hyötyä myös liiketoiminnan vakaudelle ja kannattavuudelle. (Ratu KI-6034, 2019, 26)



Kuva 2. Riskinhallinnan tyypilliset osat standardin SFS-IEC 60300-3-9 mukaan (Ratu 1217-S, 2007, 1).

Riskillä tarkoitetaan tilannetta, jossa loukkaantuminen tai sairastuminen vaaratekijästä johtuen on mahdollista. Työmaan riskienhallintaan on kehitetty monia erilaisia menetelmiä ja aiheesta löytyy useita oppaita sekä tietokoneohjelmia helpottamaan yritystä tekemään omia riskinarvioiteja. Työturvallisuuslaissa vaaditaan, että työmaalla on olettava arviointi ja selvitys mahdollisista riski- ja vaaratekijöistä. Työnantajan on jatkuvasti tiedostettava työmaalla olevat mahdolliset vaarat ja terveydelliset vahinkotekijät. Riskinarviointia on tehtävä jatkuvasti koko projektin ajan. Rakennusasetuksen, räjäytys- ja louhintatyöasetuksen sekä asbestityöasetuksen mukaan selvityksestä ja arvioinnista tulee tehdä turvallisuusasiakirja tai turvallisuussuunnitelma eli asia on esitettävä kirjallisessa muodossa (kuva 3). (Ratu KI-6034, 2019, 26)

Turvallisuusasiakirja = ”Työn vaarojen selvittäminen ja arviointi”

Työturvallisuusasiakirjan laadinta ei ole kertaluontoinen toimenpide, vaan se täydentyy rakennustyön etenemisen mukaan

- päivitettävä aina uutta urakkaa varten

Turvallisuussäännöt = ”Hallinnolliset määräykset”

Tilaaaja ja käyttäjä kertovat

- tahtonsa ja tavoitteensa vaadittavasta työturvallisuustasosta ja sen seurannasta
- yhteistoimintaan liittyvistä tehtävistä (esim. turvallisuusseuranta)
- työmaakokousten järjestämisestä
- turvallisuussuunnitelmien käsittelytavat

Menettelyohjeet = ”Työmaan yleiset järjestyssäännöt”

Kirjalliset menettelyohjeet ovat sisällöltään varsin pitkälle jo nyt teollisuuskohteissa noudatettuja menettelyohjeita ja yritysten työmaaoppaita sisältäen

- töiden ajoituksen
- erityisiä työmenetelmiä koskevat vaatimukset
- aliurakoinnin järjestämisen menettelyt (sallittu aika, häiriö tms.)
- työhygieenisii mittauksia koskevat menettelyt
- työntekijöiltä edellytettävä käyttäytyminen työmaa-alueella

Kuva 3. Työturvallisuusasiakirjat ja niiden keskeinen sisältö (Ratu KI-6034, 2019, 32).

Rakennustyöasetus ei ole asettanut työturvallisuussuunnittelulle mitään määrättyä muotoa. Ainoana mainintana on, että tällainen tulee tehdä kirjallisena. Mikäli työmaa kestää yli kuukauden ja siellä on töissä yli 10 henkeä sekä työmäärä on yli 500 henkilötyöpäivää, on työmaasta tehtävä määrämuotoinen ennakoilmoitus työsuojeluviranomaisille. Työmaan henkilövahvuuteen tulee laskea työntekijöiden lisäksi myös itsenäiset työsuorittajat. (Ratu KI-6034, 2019, 114)

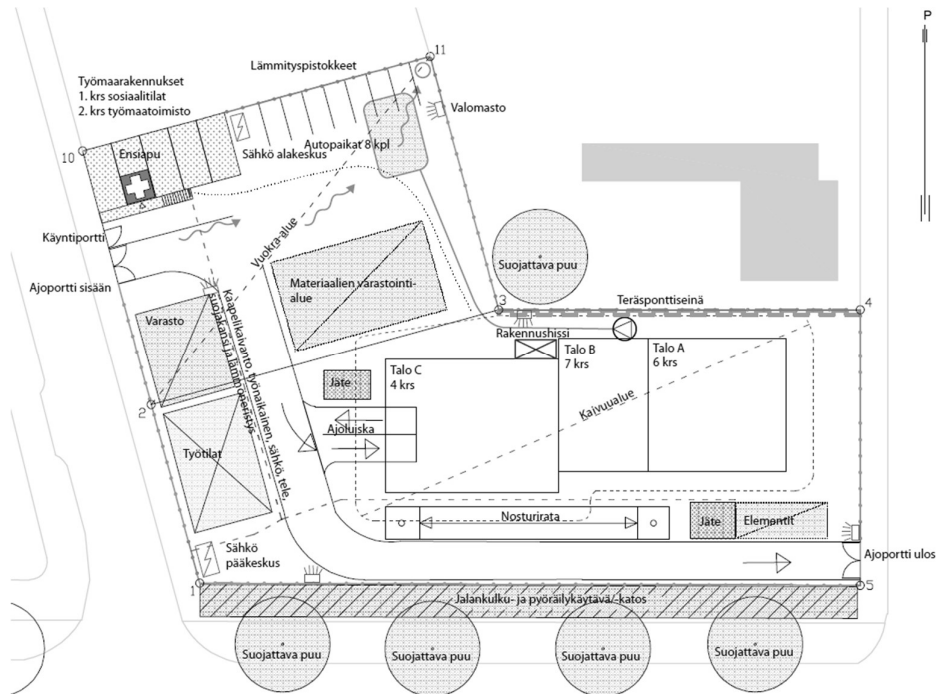
Työsopimuslaki ja työturvallisuuslaki vaatii, että jos työnantaja ei itse johda työtä, tulee työnantajan asettaa työmaalle tarpeellinen työnjohto. Rakennustyöasetuksessa määrätään, että työnjohtoa tekevän henkilön tulee olla vastuunalainen ja pätevä. Hänellä tulee olla tarpeelliset tiedot ja taidot työnantajan teettämän työn johtamiseen sekä valvontaan. Työnjohdolla on tarkkailuvelvoite, joka tarkoittaa työntekijöiden työ- ja toimintatavan valvontaa. On varmistettava työntekijöiden työ- ja toimintatapojen turvallisuus, esimerkiksi työntekijöiden henkilösuojainten käyttö on määräyksien mukaista. (Ratu KI-6034, 2019, 121)

Ylemmän johdon tarkkailuvelvoitteeseen kuuluu omien esimiestehtävissä olevien henkilöiden toiminnan ja ammattitaidon seuranta. Työnantaja voi päättää kuinka tarkkailu ja seuranta järjestetään sekä kuinka sen tulokset kirjataan. Asiasta ei ole olemassa tiettyä seurantajärjestelmää tai tilastointitapaa. Tarkkailu ei kuitenkaan ole jatkuvaa valvontaa. Työnantajan ja työntekijöiden välistä yhteistoimintaa sekä tiedottamista koskevassa säännöksessä käsitellään juuri työolosuhteiden tarkkailua ja seurantaa. Edellä mainittuja asioita tulisi työnantajan ja työntekijän käsitellä yhteistoiminnassaan. (Ratu KI-6034, 2019, 121)

2.3 Työmaasuunnittelu

Aluesuunnittelua rakennustyömaalla tulee tehdä koko hankkeen ajan ja se jaksottuu rakentamisvaiheittain, eli se on osana toteutuksen tuotannosuunnittelua. Aluesuunnittelussa ja sen ylläpidossa täytyy huolehtia, että työmaa-aluetta käytetään suunnitelman mukaisesti. Tehtäessä hankkeen urakkalaskentaa ja toteutussuunnitelmaa aloitetaan myös työmaan aluesuunnittelu. Tehdään alustavat päätökset käytettävistä hankkeen työmenetelmistä ja toteutustavoista. Työmaa-alueen käytössä tulee huolehtia järjestelyistä niin, että hankkeen aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia tulisi mahdollisimman vähän. Suunnitelmien pohjalta laaditaan yleisaluesuunnitelma, joka palvelee pääpiirteittäin koko hankkeen ajan. (Ratu C2-0454, 2017, 1)

Aluesuunnitelman laadinta kuuluu hankkeen päätoteuttajalle. Perussuunnitelmasta selviää eri toimintojen ja tehtävien järjestelyt. Aluesuunnitelmasta löytyy tieto työmaan logistiikka-, työ- ja turvallisuusjärjestelyistä (kuva 4). Tieto saatetaan kaikkien hankkeeseen osallistuvien saataville. Työmaan edetessä muutetaan yleissuunnitteluvaiheessa tehtyä työmaan aluesuunnitelmaa. (Ratu C2-0454, 2017, 2)



Kuva 4. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelun yhteydessä suunnitellaan työmaa-alueen käyttö koko toteutuksen ajaksi (Ratu C2-0454, 2017, 4).

Suurissa kohteissa tulee kaikille päätyövaiheille tehdä oma aluesuunnitelma. Kirjalliset aluesuunnitelmat tehdään ainakin maarakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheista. Yleisesti pienissä kohteissa tarvitsee päivittää ainoastaan ensimmäistä aluesuunnitelmaa. (Ratu C2-0454, 2017, 2)

Tarjousvaiheessa on selvitettävä rakennushankkeen tarvitseman alueen laajuus. Määriteltävä mahdolliset hankkeen käyttöön tarvittavat tontin ulkopuoliset alueet ja otettava huomioon niiden vuokraus sekä viranomaismääräykset. Ulkopuolisten alueiden vuokrauksella on vaikutus hankkeen kustannuksiin ja aikatauluun. Erityisesti on huolehdittava järjestelyiden toimivuudesta koko rakentamisen ajan, jotta mahdolliset muutokset eivät aiheuttaisi turhia kustannuksia. (Ratu C2-0454, 2017, 3)

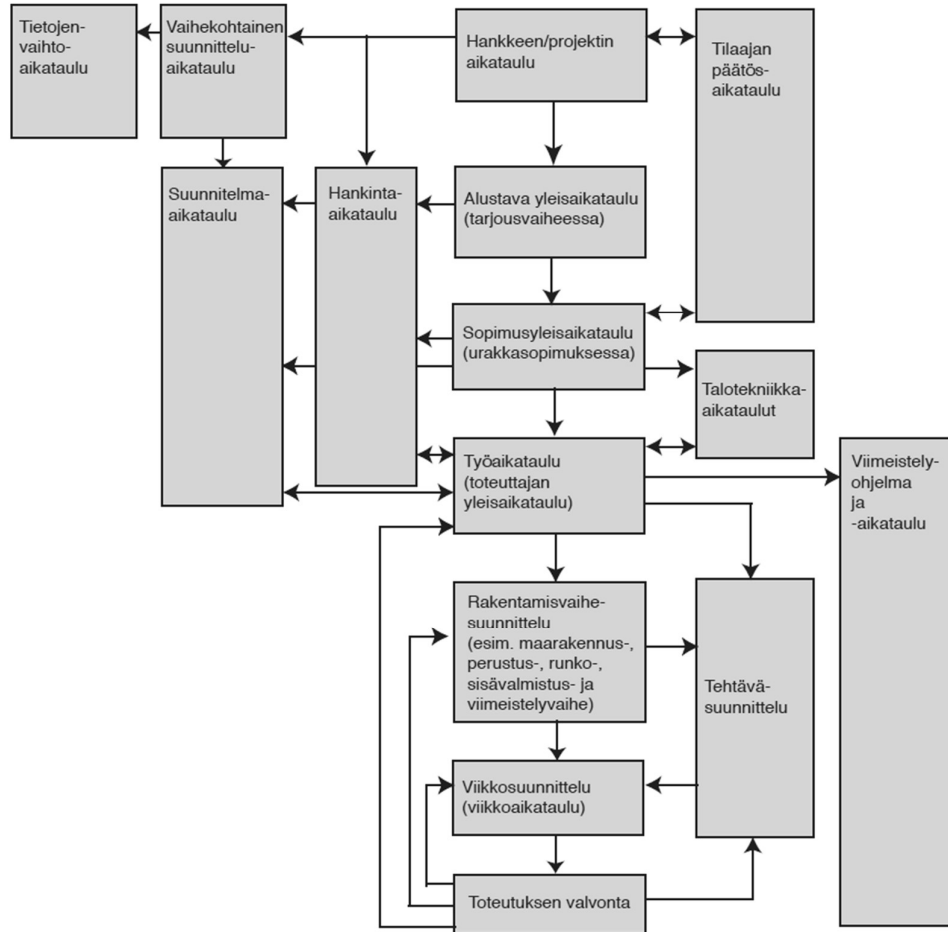
Yleissuunnitelma yksinkertaistetaan eri urakoiden tarpeisiin sopiviksi. Esimerkiksi maarakennus- ja perustamisrakentaminen tarvitsee oman aluesuunnitelman. Rakentamisen edetessä ja työmaa-alueen käytön muuttuessa muutetaan aluesuunnitelmaa aina tulevan tarpeen mukaiseksi. Muutokset tulee merkitä hyvin ja selkeästi, jotta ne ovat helposti kaikkien havaittavissa. (Ratu C2-0454, 2017, 8)

2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Projektin tavoitteiden saavuttamiseksi tulee rakennushankkeen ajallista suunnittelua tekevällä olla projektijohdollista osaamista. Rakennushankkeissa tulee hallita hankkeen osaprosessit. Hankkeen ajallista suunnittelua tekevällä tulee olla tarvittava tietotaito ja hänen täytyy myös hallita tekniikka sekä välineet. (Ratu KI-6031, 2017, 5)

Aikataulu ohjeistaa ja opastaa hankkeen suoritusta. Aikataulusta ilmenee mitä tulee tehdä missäkin vaiheessa, jotta hanke etenee suunnitellusti. Näin projektin kokonaisuus ja erilaiset osakokonaisuudet ovat helpommin hallittavissa. Aikataulu on eräänlainen ohjekartta, joka mahdollistaa hankkeen onnistuneen läpiviennin. (Ratu KI-6031, 2017, 6)

Aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa projektiaikataulun laatimisella, jonka tekee rakennuttaja. Projektiaikataulu ohjaa myöhemmin laadittavia tarkempia suunnitelmia (kuva 5). Hankkeen edetessä aikataulu tarkentuu ajallisesti ja työsisällöllisesti tarkennetuiksi tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Onnistuneen aikataulusuunnitelman edellytyksenä on suunnitelman toteuttamiskelpoisuus. Tällöin suunnitelmaa laatiessa tulee ottaa huomioon kunkin työkohteen olosuhteet ja resurssit. Työmaan täsmällisen sujuvuuden perustana on yleisaikataulun pohjalta rakentamisvaiheittain laaditut aikataulut. Rakentamisvaiheiden aikataulut toimivat työmaalla valvonnan ja ohjauksen tukena. (Ratu KI-6028, 2016, 8)



Kuva 5. Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen (Ratu KI-6031, 2017, 40).

Päätettäessä aikataulutyyppiä suunnitellaan, minkälainen aikataulu olisi paras työmaan ohjauksen kannalta. Usein käytössä on useita erilaisia aikatauluja. Esimerkiksi jana-aikataulu on paljon tietoa sisältävä ja yleisaikatauluksi helposti luettava, sen sijaan paikka-aikakaavio soveltuu paremmin tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen. Työn valvonnassa käytetään usein valvontavinjettiä. Viikkotyösuunnitelmaan soveltuu hyvin joko perinteinen lukujärjestys tai havainnollisempi jana-aikataulu. (Ratu KI-6031, 2017, 21)

Työmaan tulisi valita itselleen parhaiten soveltuvimmat aikataulut, jotka parhaiten havainnollistavat työmaan toimintaa ja helpottavat valvontaa. Aikataulujen tulisi olla tavoitteellisia, mutta kuitenkin toteutettavissa olevia kokonaisuuksia. Aikataulujen tarkkuus tulee määritellä työmaan luonteen mukaan. (Ratu KI-6031, 2017, 62)

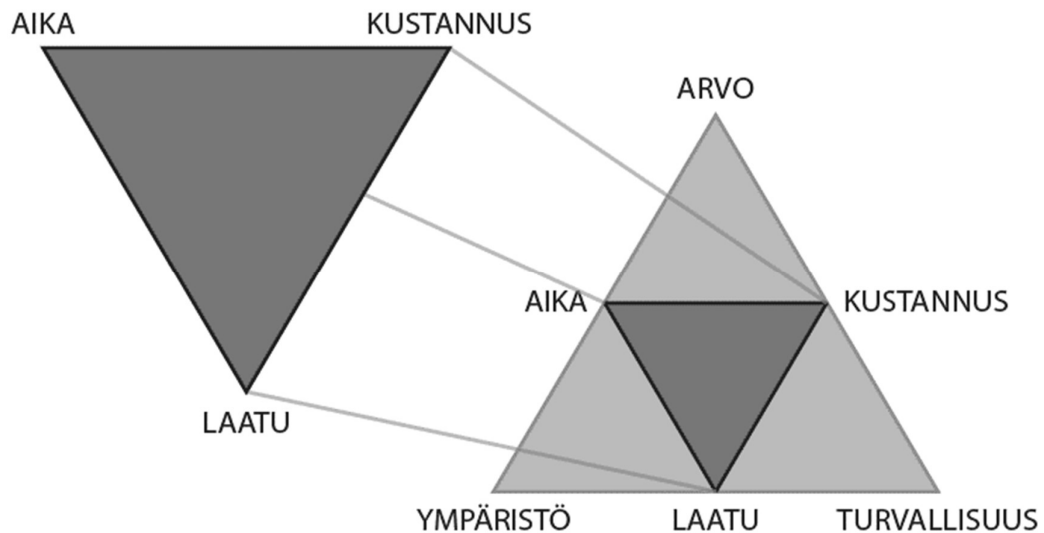
Onnistuneessa aikataulusuunnittelussa on otettu huomioon kaikki työmaan käytettävissä oleva tieto ja aikataulua tulee tarkentaa hankkeen edetessä. Huolellisesti laadittua aikataulua seuraamalla pystytään havaitsemaan ja varautumaan mahdollisiin häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien tai olosuhteiden muutoksiin. Aikataulun laadintaan on varattava riittävästi aikaa. *Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty.* Jotta aikataulu olisi toteuttamiskelpoinen tulee siitä sopia myös muiden osapuolten kanssa. Tavoitteena yhtenäinen ja onnistunut aikataulu. (Ratu KI-6031, 2017, 62)

Aikataulun avulla pystytään päättämään myös hankkeen kustannuksista, varmistamaan toimia tavoitellun laadun saavuttamiseksi, suunnittelemaan sopimusteknisiä asioita ja selvittämään tarvittavat resurssit. Usein aikataulua laadittaessa palataan aikaisemmin tehtyihin päätöksiin ja valintoihin. Tällöin havaitaan mahdolliset suunnitelmien puutteet ja muutokset. (Ratu KI-6031, 2017, 62)

Aikataulusuunnitelmien laadinnan järjestykseen ja tyypeihin vaikuttavat hankkeen kesto, luonne, laajuus, tekninen monimuotoisuus sekä itse hankkeen toteuttamisen aikataulu. Päämääränä tulisi kuitenkin olla riittävä suunnittelu, jolla pyritään laadukkaaseen rakentamiseen. Kaikenlaisessa rakentamisessa ajallisen suunnittelun pääperiaatteet ovat kuitenkin samat. (Ratu KI-6031, 2017, 62)

2.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta

Rakennushanketta suunniteltaessa on tarkasteltava kokonaisuutta, johon sisältyvät aikataulu, laatu ja kustannukset (kuva 6). Nämä pystytään ottamaan huomioon määrätietoisella tavoitejohtamisella. Tällöin asiakkaalle laaditaan realistinen kustannustavoite, jossa huomioidaan hankkeelle asetetut laatu- ja laajuustavoitteet. Kustannustavoitteeseen voi vaikuttaa sekä ehdotussuunnittelulla että toteutussuunnittelulla. Työmaan tulisi pyrkiä tavoitteeseen työmaan suunnittelun ja tuotannonohjauksen keinoin. Onnistuneessa hankesuunnittelussa kaikkien osapuolien tulee tietää suunnitellut kustannukset ja heidän täytyy sitoutua tavoitteeseen. Kustannushallinta on onnistunut kustannuspuutteen ollessa realistinen ja saavutettavissa. (Ratu KI-6033, 2018, 6)



Kuva 6. Rakennushankkeen hallinnan rautainen kolmio (Ratu KI-6033, 2018, 6).

Päämäärän toteuttamista tulee valvoa koko hankkeen ajan. Aluksi on arvioitava hankkeen laajuus sekä tarvittavat tilatarpeet. Tähän on hyvänä apuna aikaisemmat vastaavanlaiset kohteet. Aikainen kustannusarvio on tärkeä hankkeeseen osallistujien kannalta, tällöin osapuolet ovat tietoisia tulevista kustannuksista ja he pystyvät tarkistamaan suunnitelmien tarkoituksenmukaisuuden. Rakennussuunnitteluvaiheessa pyritään rakentamaan suunnitteluratkaisu, jonka avulla varmistetaan työmaan laajuuden ja kustannusten pysyvyys suunnitellussa. Suunnitelmien tarkentuessa tarkentuvat myös kustannusarviot. Arvioihin vaikuttaa suurelta osin rakenteiden materiaali- ja menekkitiedot. Usein suunnittelun yleisratkaisuihin pystyy vaikuttamaan myös rakennussuunnitteluvaiheessa, esimerkiksi detaljien määrään, joka vaikuttaa suoraan kustannuksiin.

(Ratu KI-6033, 2018, 6)

Suurin osa kustannuksista määräytyy jo suunnitteluvaiheessa, mutta myös rakennusvaiheen suunnittelulla on suuri merkitys. Rakennusvaiheiden suunnittelulla ja ohjaamisella pystytään usein vaikuttamaan merkittävästi kuluihin. Onnistuneen lopputuloksen saamiseksi tulee kaikkien hankkeeseen osallistuvien kanssa olla yhteiset käytännöt. Näitä yhteisiä käytäntöjä tulee noudattaa sekä kustannusten valvonnassa, mahdollisissa muutoksissa että niiden hyväksymisessä. Tavoitteena yhtenäinen ja tarkoituksenmukainen kustannushallinnan prosessi. (Ratu KI-6033, 2018, 7)

Toteutuksen kustannusarviota tehdessä tarvitaan hyvät lähtötiedot. Tiedossa tulee olla työmaan suunniteltu aikataulu, käytettävät tekniikat ja toteutustavat sekä käytössä olevat resurssit. Työmaalle tulee asettaa välitavoitteita ja niiden on oltava kaikkien osapuolten tiedossa. Välitavoitteilla voidaan valvoa ja ohjata hankkeen kustannuksia. Hankkeen kustannuksia tulee valvoa ja niistä tulevaa tietoa tulee kerätä koko hankkeen ajan. Hankkeen päättyessä tulee siitä tehdä yhteenveto ja arviointi. Näin saatua tietoa voidaan käyttää tulevaisuudessa hyväksi hankkeiden suunnittelussa. Toimintamallien ollessa yhdessä sovitut on osapuolilla samanlaiset ja ajantasaiset tiedot hankkeesta ja näin he pystyvät tekemään omat suunnitelmansa ja päätöksensä niiden pohjalta. (Ratu KI-6033, 2018, 7)

Tarjouslaskentavaiheessa urakoitsija laskee tarjoushinnan pääpiirustuksien pohjalta. Toisinaan tilaaja toimittaa urakkatarjouspyynnön yhteydessä myös määräluettelon. Urakoitsijat saattavat laatia määräluettelon itse tai tilata sen muualta. Urakoitsijan laskettua hankkeelle hinnat, voidaan urakkatarjous jättää tilaajalle. Mikäli urakoitsija on voittanut tarjouskilpailun, käydään urakasta vielä neuvottelu tilaajan kanssa. Tämän jälkeen urakoitsija alkaa valmistella rakennusvaihetta. Hankkeen toteutussuunnitelmat sekä tavoitearvion laatii päätoteuttaja. (Ratu KI-6033, 2018, 13)

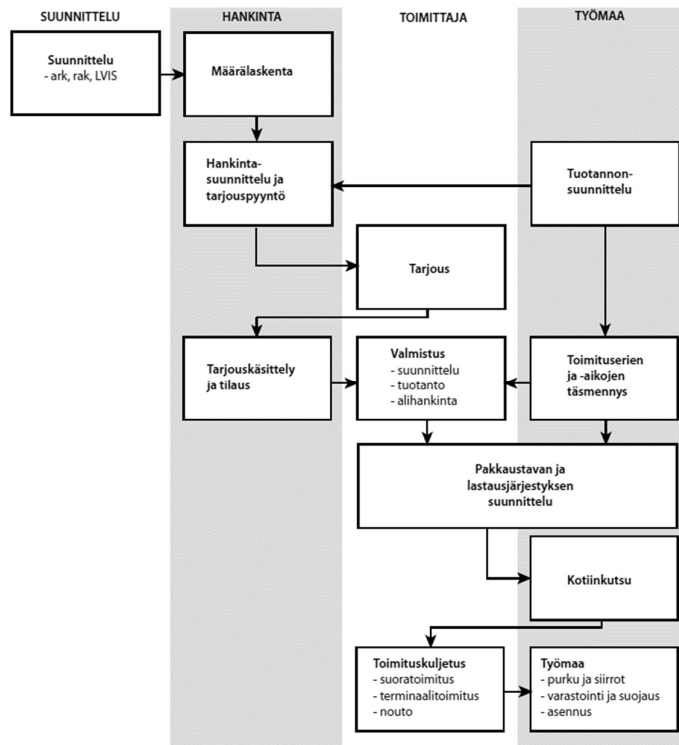
Tavoitearvion tarkoituksena on ohjata ja seurata rakentamisen erilaisia kustannuksia. Näitä ovat työn, materiaalin ja kaluston aiheuttamat kustannukset. Tavoitearviota laadittaessa kohde jaetaan lohkoihin, osalohkoihin ja tehtäviin. Nämä lohkot ositellaan edelleen tehtävänimikkeiksi, joita kutsutaan seurantalitteroiksi. Rakennustöiden edetessä litteroiden avulla tarkkaillaan kustannusten kehitystä. Näin voidaan ennakoida hankkeen kokonaiskustannuksia ja huolehtia että kustannukset pysyvät suunnitellussa. Rakennushankkeen päättyttyä selvitetään tilisuhteet ja aloitetaan hankkeen jälkilaskentavaihe. Jälkilaskentavaiheessa osapuolet tekevät omat laskelmansa toteutuneista kustannuksista, joista on myös suuri hyöty tulevaisuuden laskennoissa. (Ratu KI-6033, 2018, 13)

2.6 Hankinnat ja logistiikka

Yrityksissä on omat tapansa määritellä hankintavastuut ja toimintatavat. Yleisesti suurimmissa yrityksissä hankintaosasto osallistuu suuriin hankintoihin ja hankkeen työmaaorganisaatio huolehtii pienemmistä hankinnoista. Hankkeen ollessa suuri ja vaativa on tehokasta nimittää työmaalle oma ostaja, jonka tehtäviin kuuluu hoitaa työmaan hankinnat työmaalta käsin. (Ratu S-1227, 2010, 6)

Hankinnan tekninen valmistelu kuuluu yleensä työmaaorganisaatiolle. Vastaava työnjohtaja selvittää yhdessä työmaainsinöörin kanssa työmaapiirustuksien perusteella mitä ja kuinka paljon materiaaleja hankitaan. He selvittävät myös alihankintatyön tarpeen ja aikataulutuksen. Saatujen tietojen perusteella hankintaosasto tekee tarvittavat tarjouspyynnöt ja hankintakyselyt. Tarjouksista valitaan toimittajat, jotka valituksi tullessaan osallistuvat sopimushankintaneuvotteluihin. Valintaprosessissa tulee olla mukana myös työmaaorganisaatio. Yleisesti työmaaorganisaatio huolehtii tarjouspyyntöjen valmisteluista, toimittajien valinnoista ja sopimuksista. Hankintaosasto puolestaan ylläpitää toimittajarekisteriä, postittaa tarjouspyynnöt ja arkistoi sopimusasiakirjat. (Ratu S-1227, 2010, 6)

Hankintaketju kattaa koko projektin (kuva 7). Suunnitteluvaiheessa on huomioitava tavoitellun toteuman suhde hankintojen saatavuuteen. Tietyt hankinnat tulee aloittaa heti rakennushankeen käynnistyttyä, jotta hanke pystytään aloittamaan suunnitellussa aikataulussa. Aikaisen vaiheen hankintoja ovat esimerkiksi pitkien toimitusaikojen rakennuselementit ja ensimmäisen vaiheen maanrakennusurakat. (Ratu S-1227, 2010, 7)



Kuva 7. Hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet (Ratu S-1227, 2010, 5).

Hankinnat liitetään yleisaikalauluun hankinta-aikataulun avulla. Näin todennetaan aliorakoitsijoiden aikataulut ja materiaalien toimitusajankohdat. Tarjouspyynnöt on lähetettävä hyvissä ajoin, ottaen huomioon myös toimitusten ja alihankkijoiden saamiin vaikuttava markkinatilanne. Rakennuttajan hankesuunnitteluvaiheessa tekevässä projektiaikataulussa on tärkeää varata riittävästi aikaa tarjousten käsittelyyn, tarjousneuvotteluihin ja muihin hankintoihin liittyviin toimenpiteisiin. (Ratu S-1227, 2010, 7)

Toimitukset tulisi ajoittaa määrätulle toimitusikkunalle. Tavarantoimittajan tulee varautua toimittamaan hankinta toimitusikkunan alussa. Käytännössä hankinta kuitenkin toimitetaan työmaan pyytessä. Näin minimoidaan toimituksen myöhästymiset ja sen aiheuttamat aikataulumuutokset. Materiaalien varastoinnista aiheutuvista kustannuksista tulee sopia toimittajan kanssa etukäteen. Työmaan logistinen suunnittelu kulkeekin käsi kädessä hankintojen kanssa. (Ratu S-1227, 2010, 7)

Työmaaorganisaation ja hankintaosaston tulee sopia yhtenäinen linja koskien toimittajia ja logistiikkaa. Huomioon on otettava muun muassa aikataulut, eräkoot, varastointi, suojaukset, siirrot ja toimitusehdot. Tarjouspyynnössä voidaan ilmaista

hankintoja koskevat toiveet ja vaatimukset. Pelkästään toimituksen pakkaustapa voi olla kriittinen seikka työmaan sujuvuuden kannalta. (Ratu S-1227, 2010, 7)

Työmaaolosuhteiden merkitys on suuri, kun suunnitellaan hankintoja ja logistiikkaa. Tilarantarve pakottaa jaksottamaan hankintoja ja tällöin huolellinen hankinta-aikataulun laadinta on tarpeellista. Valittujen materiaalien on kestettävä varastoinnin sääoloja. (Ratu S-1227, 2010, 7)

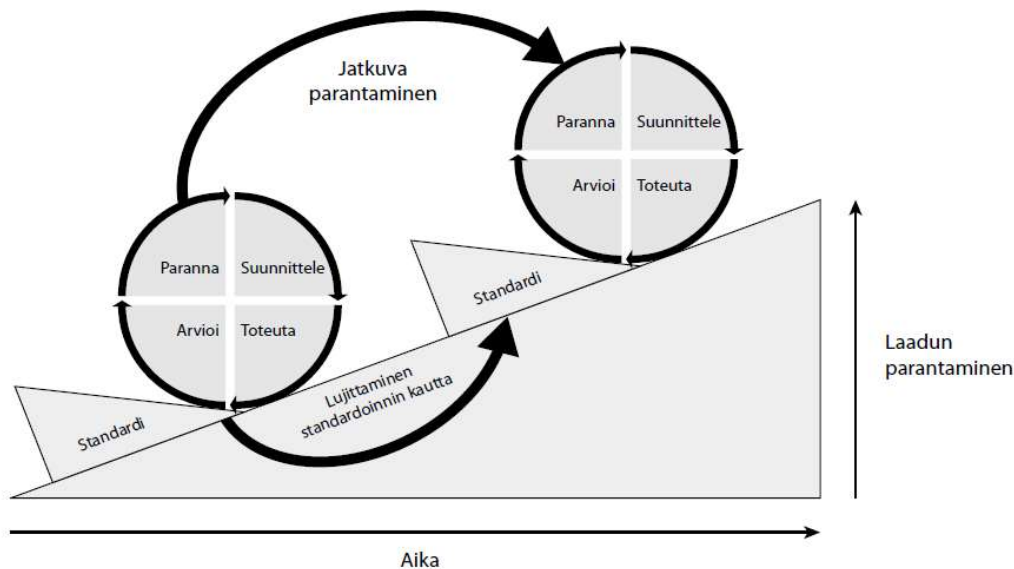
2.7 Laadunvarmistus

Laatu on monitahoinen käsite vaikuttaen kaikkeen tekemiseen ja koskettaen koko prosessia alusta loppuun saakka. Laadun voi määritellä tuotteesta, palvelusta tai prosessista. Nykypäivänä asiakas vaatii laatua, mikä vaikuttaa kilpailuun ja hintoihin. (Ratu KI-6029, 2017, 7)

Laadukas suunnittelu koostuu asiakkaan odotuksiin ja toiveisiin tehdyistä toimenpiteistä. Asiakasta tulee kuunnella ja hänen toiveensa sekä tarpeensa on otettava huomioon tuotetta tai palvelua suunniteltaessa. Laadukas lopputulos ei kuitenkaan aina takaa asiakastytyväisyyttä. Laadukas valmistus peilaa laadukkaaseen suunnitteluun ja osoittaa, kuinka hyvin valmistuksessa on onnistuttu huomioimaan suunnittelussa asetetut tavoitteet ja vaatimukset. Suhteellinen laatu kuvaa asiakkaan käsitystä siitä, mitä hän on odottanut saavansa verrattaessa siihen mitä hän on saanut. (Ratu KI-6029, 2017, 7)

Ympäristökeskeisen laadun vaatimukset ovat muiden sidosryhmien asettamia vaatimuksia yritystä tai sen tuotetta kohtaan. Tällaisia vaatimuksia ovat esimerkiksi tuotteen turvallinen valmistus, tuotteen jatko- ja muuntovalmius sekä ympäristötekijöiden huomioiminen. (Ratu KI-6029, 2017, 7)

Nykyaikana asiakkaalla ei tarkoiteta pelkästään tuotteen tai palvelun loppuasiakasta, vaan myös yrityksen sisäiset toimijat kuten seuraavan työvaiheen toteuttajat ovat asiakkaita. Kuvattaessa toiminnan laatua se voidaan tehdä erilaisten asiakkuuksien kautta, jolloin päästään selvittämään yrityksen kipukohtia ja kehittämään toimintaa (kuva 8). Perehdyttäessä toiminnan laatuun syvällisesti pystytään parantamaan tuottavuutta, alentamaan kustannuksia ja näin ollen kasvattamaan yrityksen kilpailukykyä. Laatu ei ole vain onnistunut lopputuote vaan loppuun asti hiottu prosessi ja yrityksen tapa toimia. (Ratu KI-6029, 2017, 7)



Kuva 8. Jatkuva laadun parantaminen (Ratu KI-6029, 2017, 9).

Laatuajattelulla on nykyrakentamisessa suuri merkitys ja sitä sovelletaan tuotteiden käyttäjiin, työvaiheisiin ja sidosryhmien kanssa toimimiseen. Laadukkaaseen lopputulokseen pääsemiseksi tuotannon resurssit, rakenteet ja ohjaus tulee toteuttaa suunnitelmallisesti sekä laadukkaasti. Tavoitteena luoda laadukas hyödyke, joka palvelee asiakasta ja luo yritykselle arvoa sekä asiakastytyvyyttä. (Ratu KI-6029, 2017, 7)

Suunnittelun laadussa täytyy tilaajan tarpeiden täyttämisen lisäksi huomioida rakennushankkeen suunnitelmien ja rakennustoimenpiteiden viranomaisvaatimukset. Suunnittelun ollessa laadukkaasti tehty suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia, ristiriidattomia ja antavat riittävän tarkat ohjeet työmaan tarpeisiin. Yksi tärkeimmistä prioriteeteista on, että suunnitellut rakenteet ovat turvallisia, huomioivat rakennuksen koko elinkaaren ja rakentamisen jälkeisen käytön. (Ratu KI-6029, 2017, 11)

Tuotannon laatua kuvaa rakennustyön aikainen toiminta. Rakennustyö tehdään suunnitellusti pysyen aikataulussa ja kustannustavoitteessa. Lisäksi pidetään huoli turvallisuudesta ja noudatetaan laatutavoitteiden mukaista hyvää rakennustapaa. Rakennettaessa käytetään työmenetelmiä, jotka soveltuvat kyseiseen kohteeseen ja olosuhteiden tulee vastata työn sekä materiaalien vaatimuksia. Rakennuskohteen turvallisuudessa tulee huomioida työntekijöiden lisäksi rakennuksen käyttäjien ja kaikkien rakennustyön vaikutuspiirissä olevien turvallisuus. (Ratu KI-6029, 2017, 11)

Toiminnan laatua helpommin havaittavissa ja arvioitavissa on lopputuotteen tekninen ja visuaalinen laatu. Lopputuloksen tulee vastata laatuvaatimuksia ja hyväksytyä mallitöitä. Suunnitteluratkaisujen tulee olla suunnitteluasiakirjojen mukaisia. Tärkeintä on, että koko hankkeen ajan laatuvaatimukset ovat määritelty yksiselitteisesti ja suunnittelun mukaisilla menetelmillä pystytään vastaamaan luotuihin vaatimuksiin. (Ratu KI-6029, 2017, 11)

Laadunvarmistuksessa on tarkasteltava koko hankkeen prosessia. Tarjous- ja sopimusvaiheen valinnoilla on mahdollisuus vaikuttaa hankkeen laatuun. Sopimusta tehtäessä tulee varmistua, että osapuolten käsitykset laatuajattelusta kohtaavat. Valmisteluvaiheen riskien analysoinnin jälkeisessä rakentamiskäytännössä korostuu laaduntarkkailun havainnointi ja dokumentointi. Urakoitsijat hallinnoivat laatua esimerkiksi tehtäväsuunnittelulla, mallitöillä, aktiivisella mittauksella ja vastaanottotarkastuksilla. (Ratu KI-6029, 2017, 14)

3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN

3.1 Tehtäväsuunnittelu

Kerrostalotyömaan ulkopuoliset viemäriasennukset ovat kokonaisuudessaan suuri toimenpide. Tehtäväsuunnitelma laaditaan tehtäväkokonaisuuksien jaksottamisen tueksi. Usein ulkopuoliset viemäriasennukset mielletään kuitenkin kerrostalotyömaan vakiotöimenpiteeksi, jolloin niistä harvoin tehdään kirjallista tehtäväsuunnitelmaa.

Ulkopuolisten viemäriasennusten painopisteet ovat suurten kaivantojen tilantarpeessa, logistiikan sujuvuudesta ja laadukkaassa asennuksessa. Tehtävää uhkaavat ennalta tuntemattomat maanalaiset rakenteet ja pohjaolosuhteet. Pohjatutkimuksilla pyritään selvittämään rakennusalueen pohjaolosuhteet tarvittavassa laajuudessa. Tehtäväsuunnittelussa täytyy huomioida myös mahdolliset maanalaiset yllätykset. Viemärikaivannon suurimmat turvallisuusriskit koskevat konetyöskentelyä, kaivannon vakautta ja kaasujen fysikaalisia ominaisuuksia. Turvallisuusasioita käsitellään laajemmin seuraavassa luvussa.

Pääurakoitsijan laatiessa yleisaikataulua on maanrakennusurakoitsijan suotavaa olla apuna keskustelemassa reunaehdoista, osakohteiden suoritusjärjestyksestä, tuotant nopeudesta ja välitavoitteista. Suunnitelmien pohjalta määritellään alustava työryhmä ja tavoitearvio. Tehtäväsuunnitelmassa tulee varmistaa työn edellytykset. Tarvittavat suunnitelmat, työturvallisuusasiat, materiaalit, kalusto, logistiikka ja olosuhteet on oltava tiedossa.

Tarjous ja sopimusvaiheessa tehtäväsuunnitelman pohjalta osataan määrittellä täsmälliset urakkarajat, tehtävien oletetut alku- ja lopputilat sekä osatehtävät. Tietojen pohjalta urakoitsija määrittelee toimintatavat aikataulutavoitteeseen pääsemiseksi. Sopimusvaiheessa tarkennetaan urakkarajat ja varmistetaan laadunvarmistusketju sekä vastuut.

Tehtävää aloittaessa tarkastellaan tehtäväsisältö, riskit, aikataulut ja tavoitteet. Todennetaan työn aloitusedellytykset ja suunnitelmat. Työ aikana valvotaan päivittäin aikataulua, kustannuksia ja rakentamisen laatua. Tehtävässä tulee pyrkiä tehokkaaseen, työturvalliseen ja laadukkaaseen suoritukseen.

3.2 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Jokainen työntekijä tulee perehdyttää saapuessaan työmaalle. Useilla rakennusliikkeillä on käytössä sähköinen perehdytys, jonka työntekijät tekevät etukäteen internetissä. Sähköinen perehdytys nopeuttaa töiden aloittamista työmaalla, kun työmaalla tehtävä perehdytys voi olla suppeampi. Työmaaorganisaatio perehdyttää työntekijät työmaan käytäntöihin ja turvallisuusasioihin. Perehdytettävä sitoutuu noudattamaan työmaan turvallisuuden pelisääntöjä.

Työmailla on määritelty pakolliset jatkuvasti käytettävät henkilökohtaiset suojaimet, joiden käyttämättä jättäminen johtaa toimenpiteisiin. Toimenpiteinä voivat olla esimerkiksi rahallinen sanktio ja työntekijän poistaminen työmaalta. Työmaalla on jatkuvasti valvottava suojainten oikeaoppista käyttöä ja näytettävä esimerkkiä omalla toiminnallaan. Viemäriasennuksia tehdessä työntekijöiden on Ratu KI-6032 (2018) mukaan käytettävä vähintään rakennustyömaan perussuojainvarustusta. Lisäksi eristäessä ja hitsatessa on käytettävä lisäsuojaimina hengityksensuojainta ja hitsausmaskia. Työntekijöiden on huolehdittava henkilösuojainten asianmukaisesta käytöstä ja ilmoitettava puutteellisuudet ja viat työnjohdolle. Työnjohto valvoo aktiivisesti turvallisten työtapojen ja ohjeiden noudattamista.

Ulkopuolisia viemäriasennuksia tehdessä on oltava erityisen tarkkana työturvallisuudessa. Kaapeleiden ja putkistojen sijainti tulee selvittää niiden omistajilta ennen kaivutyön aloittamista. Mikäli johtokartoista ilmenee kaapeleita, on pyydettävä virallinen kaapelinäyttö. Kaapelinäytössä kaapeleiden omistaja, esimerkiksi sähkölaitos, tulee merkaamaan kaapeleiden sijainnin maastoon ja näytöstä tehdään kirjallinen asiakirja.

Pohjatutkimusten perusteella suunnitellaan kaivantojen turvalliset luiskakaltevuudet ja mahdolliset tuentaelementtien tarpeet, joiden pohjalta tehdään kaivusuunnitelma. Näin vältytään kaivannon sortumavaarasta ja kaivanto on turvallinen työskennellä. Sade, routa, tärinä ja kuivuminen kasvattaa sortumavaaraa. Kaivannosta on oltava asianmukaiset kulkutiet. Kaivannon reunoilla on pidettävä huolta työkoneiden ja tavaroiden, etenkin kaivuumaiden riittävästä etäisyydestä. Työn edetessä on jatkuvasti tarkkailtava maaperän ominaisuuksia ja tarvittaessa poikettava virallisesta kaivusuunnitelmasta työturvallisuuden varmistamiseksi. Kuvassa 9 nähdään ohjeelliset luiskakaltevuudet Infra-RYL 2018:n mukaan.

Syvyys/m	Maalaji	Maan lujuus	Luiska-kaltevuus	Kaivumaiden sijoitus
≤ 2,0	Pehmeä savi	$c_{uk} = 10 \text{ kPa}$	1:3	≤ 1,0 m kerros, etäisyys ^{a)} ≥ 8 m
≤ 2,0	Sitkeä savi	$c_{uk} = 20 \text{ kPa}$	2:1	≤ 2,0 m kerros, etäisyys ^{a)} ≥ 5 m
≤ 2,0	Löyhä hiekka, keskitiivis siltti	= 30°	1:2	Etäisyys ^{a)} ≥ 4 m
≤ 2,0	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	= 34°	1:1,5	Etäisyys ^{a)} ≥ 4 m
≤ 2,0	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	= 38°	1:1,25	Etäisyys ^{a)} ≥ 4 m
2,0...3,0	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	= 34°	1:1,75	Etäisyys ^{a)} ≥ 4 m
2,0...3,0	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	= 38°	1:1,5	Etäisyys ^{a)} ≥ 4 m

^{a)} Tarkoittaa kaivumaiden etäisyyttä kaivannon luiskan yläreunasta

Kuva 9. Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon ohjeelliset luiskakaltevuudet (Infra-RYL 2018/1, 413).

Viemäriasennusta tehdessä käytetään useimmiten putkilaseria, tasolaseria, katkaisutyökaluja ja erilaisia maantiivistäjiä. Lasereiden kanssa työskenneltäessä on huolehdittava, ettei lasersäde pääse osumaan silmiin tai heijastaviin pintoihin. Onnettomuksilta vältytään sijoittamalla laitteet turvallisesti ja ilmoittamalla selkeästi laitteiden käytöstä. Työssä käytettävät koneet ja laitteet tulee tarkistaa päivittäin suoritettavalla käyttönottotarkastuksella. Koneiden työskentelyalueen tulee olla kaikkien työmaalla asioivien tiedossa ja kuljettajien on varmistuttava jokaisen työskentelyalueella olevien sijainnista. Usein on tehokkainta rajata työskentelyalue esimerkiksi aitauksin ja kieltotaluihin. Huolellisesti tehdyillä ennakkojärjestelyillä minimoidaan työkoneiden aiheuttamat vaaratilanteet.

3.3 Työmaasuunnittelu

Ulkopuolisten viemäriasennusten tilantarve on suuri ja se vaihtaa paikkaa työn edetessä. Harkittu työmaasuunnittelu on erityisen tärkeää työmaan jouhevan etenemisen kannalta. Viemäriin tehdään usein työmaatilanteen mukaan useassa osassa. Yhtäjaksoinen syvä kanaalikaivuu rajoittaa työmaan logistiikkaa ja kulkuyhteyksiä. Ulkopuoliset viemäriasennukset on otettava huomioon työmaasuunnittelussa jo hyvissä ajoin. Ulkopuolisiin viemäriasennuksiin vaikuttavat työmaarakennukset, työmaatiet, varastoalueet, työnaikaiset viemärit, vesi ja sähköasennukset tulee tietää ennen työmaan aloitusta. Suunnitellun pohjalta pystytään jaksottamaan työjärjestys tehokkaasti.

Maarakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelmaa täytyy päivittää usein työn edetessä. Mikäli kaivumaat soveltuvat kaivannon täyttömateriaaliksi pyritään kaivumaiden läjitysalueet pitämään mahdollisimman lähellä käynnissä olevaa kaivuuta. Aina se ei ole kuitenkaan mahdollista ja kaivumaat on kuljetettava läjitysalueelle. Tällöin työ hidastuu ja vaatii enemmän resursseja, joka johtaa kustannusten nousuun. Työn edetessä työmaan purku- ja lastausalueet pyritään pitämään muuttumattomina. Ihannetilanteessa maarakennusvaiheeseen on varattu riittävästi aikaa, jolloin kaiken maan alaisen tekniikan asennus on jo suoritettu ennen kuin työmaa ruuhkautuu.

3.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ulkopuolisten viemäriasennusten ajoitus määräytyy työmaakohtaisesti. Asennukset pystytään harvoin suorittamaan yhtäjaksoisesti. Useimmiten ne limitetään työmaan muiden toimintojen mukaisesti. Työmaan yleisaikataulusta selviää karkeasti työvaiheiden ajoitukset, monissa tapauksissa rakennuttajan yleisaikataulunimikkeenä on ainoastaan maanrakennustyöt, joka on urakoitsijan näkökulmasta liian laaja käsite suunnittelun tueksi.

Ensiaskelena tarkastellaan pääurakoitsijan kanssa työmaan rakennusvaihe aikataulu ja suunnitellaan työvaiheet aluesuunnitelman pohjalle. Työt jäsennellään toteutuskokonaisuuksiin, jonka jälkeen suunnitellaan suoritteiden toteutusajat. Työjärjestyksen määrittämisen jälkeen pyritään tehtävät tahdittamaan mahdollisimman tehokkaasti. Kompromisseilta ei voi välttyä. Kaivuiden ja siihen liittyvän logistiikan tilantarve pakottaa työmaan täsmälliseen aikataulutukseen.

Ulkopuoliset viemäriasennukset alkavat usein anturatöiden kanssa samaan aikaan. Työn laajuuden vuoksi asennukset saattavat kestää läpi koko rakennustyömaan. Tehokas kustannussuunnittelu on osa ajallista suunnittelua. Mikäli piha täytyy esimerkiksi pohjata paikoitusalueelta, on järkevintä suorittaa viemäriasennukset samaan aikaan. Tällöin ulkopuolisten viemäriasennuksien vaatimat ajalliset resurssit ilmaistaan paikka-aikakaavion muodossa. Siten on helppo todeta työmaalla tarvittavan maarakennuskaluston tarpeet ja tarvittaessa limittää ajanjaksot muiden työmaiden välillä.

3.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta

Maanrakennusurakan tarjouslaskentavaiheessa määritellään urakan kustannuspuitteet laskemalla materiaali- ja menekkitiedot. Laskentaan on monia apuvälineitä ja tarjouskilpailussa arvokkain tieto tulee edeltävistä projekteista. Todelliset yrityskohtaiset kustannukset selviävät toteutuneiden urakoiden huolellisesti tehdyistä jälkilaskennoista. Jatkuvasti kehittyvää kustannustietoa hyödyntäen on mahdollista laskea tarkkoja ja kannattavia kokonaisuuksia. Urakkalaskentavaiheen uhkana ovat puutteelliset suunnitelmat ja tarjouspyynnössä esitetyt häilyvät urakkarajat.

Tarjouslaskenta vaatii tarkkaa perehtymistä kohteen suunnitelmiin. Laskentamenetelmä määräytyy usein urakan suuruuden ja tarjouspyyntöasiakirjojen laajuudesta. Mikäli tarjouspyynnössä on kattavat suunnitelmat ja valmiit rakennusselvitykset, on hyvä käyttää panoksiin pohjautuvaa suoritelaskentamenetelmää. Laskennan huolellisuus määräytyy erittelytarkkuudesta. Mitä pienemmiksi osiksi suoriteosat pilkotaan, sitä yksityiskohtaisempaa tietoa on saatavilla.

Kerrostalotyömaan ulkopuolisten viemäriasennusten tapauksessa työsuorite pysyy pitkälti samana. Kustannustehokkuudessa parhaisiin tuloksiin päästään määrittelemällä työhön suurimman hyötysuhteen omaavat työkoneet ja -välineet. Työkustannusten ja materiaalikustannusten rinnalla suuressa osassa ovat maamassojen kuljetuskustannukset, jolloin kuljetusmatkat tulee määritellä kilometritarkkuudella ja kuorma-autojen kapasiteetti määritellään koneketjun mukaan.

Kustannushallinnassa ja -valvonnassa hyödynnetään päivittäisiä työaikatietoja sekä materiaalimenekkitietoja. Tietojen pohjalta suoritetaan viikoittaista kustannusseurantaa ja toteumaa verrataan kohteen kustannuslaskentaan. Tulokset päivitetään taulukkolaskennallisiin koontilistoihin, joita käytetään tulevissa tarjouslaskennoissa. Havaitut kustannuspoikkeamat paljastavat suoritteen ongelmakohdat, joille tehdään syy-seurausanalyysi myöhempää kehitystyötä varten. Järjestelmällinen tiedonkeruu mahdollistaa toiminnan jatkuvan kehityksen.

3.6 Hankinnat ja logistiikka

Ulkopuolisia viemäriasennuksia ajatellen ensimmäiset askeleet hankintojen suhteen tehdään määrälaskennan yhteydessä tarjouslaskentavaiheessa. Pienemmissä hankinnoissa mennään kausisopimusten mukaan, mutta suuremmissa pyydetään tarjous useammalta toimittajalta. Urakan tarjouslaskennasta voi suoritusvaiheeseen kulua pitkäkin aika, jolloin toimittajan lopullinen valinta tehdään senhetkisten tietojen perusteella.

Putkimateriaalit ovat kerrostalokohteissa lähtökohtaisesti vakiotuotteita, ja niiden hankintamenettely vakiintuu nopeasti hyväksi todettujen toimijoiden välillä. Kohdekohtaisesti käytetään joko pakettikaivoja tai tilauskaivoja. Pakettikaivot ovat toimittajien vakiotuotteita, mikä mahdollistaa nopean toimituksen. Tilauskaivot ovat kuitenkin edullisempia niin hankintahinnaltaan kuin työkustannuksiltaan. Toisinaan viemärijärjestelmä vaatii tilaustyönä tehtäviä kaivoja niiden moninaisuuden johdosta. Tilauskaivot tulee tilata tehtaalta noin kolme viikkoa ennen asennusta, jotta niiden toimitusaikatauluun voi luottaa. Projektikohtaisiin tuotteisiin, kuten pumppaamoihin, on varattava riittävästi aikaa tuotteen suunnitteluun ja valmistukseen. Suuremmissa kohteissa on jaksotettava toimitusaikataulua täsmätoimituksilla työmaatilanteen mukaan, jotta pystytään minimoimaan työmaan logistinen kuormitus.

Ulkopuolisten viemäriasennusten suurin hankinta putkimetriä kohden on tarvittava maa-aines. Useimmiten maa-aines hinnoitellaan kausisopimuksien mukaan. Materiaalin lopullinen hinta muodostuu kuljetettavan matkan pituuden mukaan. Kuorma-autoin kuljetettavat kiviainekset kuormittavat työmaa-aluetta ja vaativat paljon tilaa, jolloin työvaiheet on erityisen tärkeä huomioida aluesuunnittelussa. Toimitusaikataulu on suunniteltava tarkkaan työkohteen ja työn etenemisen suhteen. Kuorma-autojen ja koneiden tuntiveloituksen ollessa suuri on työn logistiikalla tärkeä rooli kustannuksissa.

3.7 Laadunvarmistus

Ulkopuolisissa viemäriasennuksissa laadunvarmistuksen merkitys on suuri. Lopputuote ei näy kaivon kansia lukuun ottamatta ollenkaan. Laadunvarmistuksella turvataan kuitenkin lopputuotteen toimivuus. Tiivistetyt maakerrokset ehkäisevät painumia, jotka todennetaan putkikuvauksilla työn valmistuttua. Käytettävissä materiaaleissa on tarkat laatuvaatimukset ja niitä vilpittömästi noudattamalla välttyy lisäkustannuksilta. Havaitut painumat ja materiaalirikot on korjattava ennen työn luovutusta. Jälkikorjaukset vievät paljon resursseja mikä vaikuttaa niin aikatauluun kuin kustannuksiin.

Kerrostalorakentamisessa yleisesti käytetyille muoviputkijärjestelmille on olemassa pohjoismaalainen *Nordic Poly Mark* laatumerkintä. Merkintä takaa tuotteen täyttävän maanalaisten viemäriasennusten korkeat laatuvaatimukset ja näin ollen huolettoman työskentelyn. Alle viiden metrin syvyydessä käytetään putkia, joiden rengasjäykkyys on lujuusluokaltaan SN8. Putkien ja kaivojen käsittelyssä sekä varastoinnissa on huolehdittava, etteivät ne vaurioidu. Pitkään varasoituna putket tulee suojata UV-säteilyltä ja ulkoiselta jatkuvalta kuormalta. Alhaisissa lämpötiloissa putken iskulujuus heikkenee, jolloin käsittelyssä on oltava varovaisempi.

Maa-aineksien ja niiden rakeisuuksien on oltava vaatimusten mukaisia. Vaatimusten täytyminen todetaan maa-ainestoimittajan toimittamista tuoteselosteista ja CE-dokumenteista. Tuoteselosteesta ilmenee muun muassa maa-aineksen tuotantopaikka, tuotantoerä, hienoainespitoisuus ja rakeisuuskäyrät. CE-dokumenteissa on listattu testattuja ominaisuuksia, kuten esimerkiksi vedenimeytymiseen, jäädytys-sulatuskestävyyteen ja radioaktiiviseen säteilyyn liittyviä tietoja. Työmaalla käytettävien lajikkeiden dokumentit liitetään osaksi työmaan laatukansiota.

Putkien asennusalustan tasaisuus ja kaltevuus todennetaan ennen putkien asennusta putkilaserilla tai tasolaserilla. Viemärijärjestelmän mittatarkkuuden ollessa senttimetrin luokkaa ei mittapoikkeamia sallita. Asennusalustan mittapoikkeamat johtavat putken painumiin, jolloin virtaukset häiriintyvät. Putken alkutäytöissä on huolehdittava täyttömateriaalin tiiveydestä putken alla ja vieressä. Täyttömateriaalin suurin sallittu raekoko määräytyy putken halkaisijan mukaan. Tiiveyskokeilla varmistetaan asennusalustan ja täyttäjien tiiviys- kantavuusvaatimukset, jotka löytyvät alla olevasta taulukosta 1. Kaivannoissa kokeet tehdään usein kannettavalla pudotuspainolaitteella. Tiiviyskokeiden tuloksista laaditaan raportit, joiden tulokset hyväksytetään kohteen pohjarakennesuunnittelijalla ja liitetään osaksi työmaan laatukansiota.

Taulukko 1. Putkikaivannon täytön tiiviys- ja kantavuusvaatimukset (MaaRYL 2010).

Asennusalusta, pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	$\geq 90 \%$
Asennusalusta, tiiviyssuhde (pudotuspainolaite D=300)	$E_{\max}/E_1 \leq 2,0$
Alkutäyttö, pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	$\geq 92 \%$
Alkutäyttö, tiiviyssuhde (pudotuspainolaite D=300)	$E_{\max}/E_1 \leq 1,9$
Lopputäyttö, pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	$\geq 90 \%$
Lopputäyttö, tiiviyssuhde (pudotuspainolaite D=300)	$E_{\max}/E_1 \leq 2,0$

Ulkopuolisten viemäriasennusten valmistuttua suoritetaan putkistokuvaus. Kuvauksen yhteydessä on kannattavaa huuhdella putket ja imeä mahdollinen irtoaines pois järjestelmästä. Kuvauksella tarkastetaan putkien kunto ja kaadot. Nauhoitetut tallenteet koottaan ja linjoista laaditaan tutkimusraportit. Tutkimusraporteista ilmenee mahdolliset linjamuutokset ja havaintojen sijainnit. Havaitut viat listataan ja arvioidaan korjaustoimenpiteiden välttämättömyyden mukaan. Korjattaviksi määrätyt viat tulee korjata ennen viemäriasennusten luovutusta.

4 LOPUKSI

Tärkeimmäksi opiksi opinnäytetyötä tehdessäni koin ymmärtäessäni jatkuvan kehittämisen tärkeyden. Lukiessani ammattikirjallisuutta löysin toistuvasti työkaluja oman osaamistason kasvattamiseen. Rakennusala kehittyi kaiken aikaa ja tietotaitoa on päivitettävä sen mukana. Teorian soveltaminen käytäntöön viimeistelee oppimisprosessin ja takaa opitun ymmärtämisen. Ammattitaitoni on lisääntynyt merkittävästi opinnäytetyöprosessin aikana.

Teoriaosuuden lähdemateriaali koostuu Rakennustiedon kirjallisuudesta ja valtioneuvoston asetuksista. Käytännön osuudessa olen avannut toimintatapoja kokemani perusteella. Kirjoittaessani tätä opinnäytetyötä toimin työnjohtajana neljässä kerrostalokohteessa, joihin käsitellyt kokemukseni pohjautuvat.

Ulkopuolisissa viemäriasennuksissa on otettava useita asioita huomioon. Panostamalla varhaisessa vaiheessa esimerkiksi aluesuunniteluun ja aikataulusuunniteluun, voidaan välttyä monilta yllätyksiltä koskien hankkeen etenemistä ja resursseja. Lopputulos herättää lukijan ajattelemaan työvaiheen kokonaisvaltaisuutta rakennustyömaalla. Pyrkimyksenä päivittää alalla toimijoiden tuotannonsuunnittelua alusta lähtien. Tosiasiassa nykypäivänä koetaan tärkeämpänä esimerkiksi alakattotyön huolellinen suunnittelu, kuin työmaan kannalta merkittävämpi ulkopuolinen maanrakennustyö.

Kerrostalotyömaan ulkopuolisten viemäriasennusten tuotannonsuunnittelu, -ohjaus ja -valvonta koskee tälläkin hetkellä useita hankkeita ympäri maan. Päivittämällä toimintatapoja on mahdollista suoriutua hankkeista entistä tehokkaammin niin kustannusten kuin aikataulunkin osalta, rakentamisen laatua unohtamatta.

LÄHTEET

- Kankainen, J & Junnonen, J.–M. 1999. Tehtäväsuunnittelu ja -valvonta rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6034. 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu 1217-S. 2007. Rakennustyön työturvallisuusriskien arviointi. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6032. 2018. Rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- InfraRYL 2018. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.