



Ville Tikka

Työmaan valmiusasteen seuranta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

30.3.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Ville Tikka
Otsikko:	Työmaan valmiusasteen seuranta
Sivumäärä:	50 sivua + 0 liitettä
Aika:	30.3.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Anu Ilander, Lehtori, Metropolia Ammattikorkeakoulu Esa Juhantila, Yksikönjohtaja, Terrawise Oy

Tämän insinööryön tavoitteena oli käsitellä valmiusasteen seuranta maa- ja infrarakentamisen työmailla. Työn toimeksiantajana toimi Terrawise Oy, jonka yksi tärkeimmistä päämääristä työllä oli löytää tehokkaita keinoja haasteeseen, miten valmiusasteeseen liittyviä määriä voidaan hallita ja mitä tietoa työn valmiusasteesta voidaan saada.

Tavoitteena oli laatia työ, joka käsitelisi infrarakentamisen tuotantovaiheen määrä- ja kustannuslaskentaan liittyvää teoriapainotteista tietoa. Työn lähteenä käytettiin rakennusalan projektin- ja taloudenhallintaan liittyviä kirjallisuus- ja tutkimuslähteitä. Lähteenä käytettiin myös toimeksiantajan käynnissä olevaa hanketta, jonka avulla valmiusasteen määrittämiseen pyrittiin löytämään keinoja. Työllä pyrittiin havaitsemaan mahdollisimman paljon eri tekijöitä, jotka liittyvät projektin valmiusasteen määrittämiseen.

Työn tuloksena saatiin laadittua insinööryön toimeksiantajalle teknisen ja taloudellisen valmiusasteen seurantaan Excel-työkalu. Excel-työkalun avulla valmiusasteen määrittämiseen löydettiin tehokkaita keinoja toimeksiantajayrityksen projekti- ja kustannushallinnan tueksi.

Avainsanat: Tekninen valmiusaste, projektinhallinta, määräseuranta.

Abstract

Author: Ville Tikka
Title: Monitoring the Completion Rate of a Construction site
Number of Pages: 50 pages + 0 appendices
Date: 30 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Infraconstruction Engineering
Supervisors: Anu Ilander, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences.
Esa Juhantila, Head of Department, Terrawise Oy

The goal of this thesis was to process the monitoring of the completion rate in infrastructure construction site. Thesis was commissioned by Terrawise Oy and one of the main goals of this thesis was to find effective ways to meet the challenges on and to study how the quantities related to the degree of completion are managed and what information can be obtained about the degree of completion on site.

The aim was to write a thesis that would process the theoretical information of quantity and cost monitoring of the production phase in infrastructure construction. The sources that were used were literature and research sources related to project and financial management in the construction industry. The ongoing project of the client company was also used as a source. The construction site's quantity and cost information was used as a source to find effective ways to define degree of technical and financial completion. The aim of the thesis was to identify as many different factors as possible in determining the stage of completion of the construction site.

As a result of the work, an Excel tool was developed for the client company, to monitor the degree of technical and financial completion. Using the Excel tool to determine the degree of completion, effective ways were found to support the project and cost management of the client company.

Keywords: technical readiness, project management, quantitative monitoring

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa tutkimukselle	1
1.2	Tutkimustyön tavoite ja rajaus	2
1.3	Yritysesittely	3
2	Määrä- ja kustannusseuranta infrahankkeella	3
2.1	Määräseuranta	3
2.1.1	Määrien mittaaminen	4
2.2	Tarjouslaskenta	6
2.2.1	Kustannuslaskelmamenetelmät	7
2.2.2	Riskivaraus	9
2.2.3	Työmaakate	10
2.2.4	Hinnoittelu	10
2.2.5	Urakkahinta	12
2.3	Tuotantovaihe	12
2.4	Tehtäväluokat	13
2.5	Hankinnat	13
2.6	Resurssit	15
2.6.1	REA-menetelmä	17
2.6.2	Kumulatiivinen kustannusten tarkkailu	18
2.7	Projektin raportointi	18
2.7.1	Projektin muutosten hallinta	19
2.7.2	Lisä- ja muutostyöt	19
2.7.3	Aikataulu	20
3	Kustannusten hallinta ja ohjaus	21
3.1	Toiminnanohjaus	21
3.2	Budjetti	24
3.3	Työnohjaus ja suunnittelu	25
3.4	Tarkkailulaskenta	25
3.5	Epävarmuuksien hallinta	27
4	Valmiusaste infrahankkeella	27
4.1	Taloudellinen valmiusaste	28

4.2	Tekninen valmiusaste	29
4.3	Valmiusasteen määrittäminen	30
4.3.1	Erän tehtävät	32
4.3.2	Mittadata	33
4.3.3	Datastrategia	33
4.4	Tuottavuus	36
4.5	Dokumentointi	37
5	Työkalu valmiusasteen seurantaan	39
5.1	Tutkimustyön prosessi	40
5.2	Yleistä tietoa työkalusta	42
5.2.1	Yksikköhinta	45
5.2.2	Taulukoinnin yhteenveto	46
5.3	Työkalun testivaihe	48
5.4	Hyödyt ja haasteet	49
5.4.1	Palaute	51
6	Yhteenveto	52
	Lähteet	55

1 Johdanto

Rakennusyrityksen tuottava toiminta perustuu lähtökohtaisesti työmaiden taloudelliseen kannattavuuteen. Suomessa rakennusala on muutaman viimeisen vuoden aikana ollut digitalisaation murroksessa. Vaikka digitalisaatio on edistynyt alalla ja uusia toimintatapoja on otettu käyttöön, kärsii ala silti ongelmista aikataulujen, laadun ja kustannusten osalta. Rakennuslehden mukaan alan tuottavuus ei ole kuitenkaan kasvanut 40 vuoden aikana, vaikka uusia toimintamalleja kehitetään ja otetaan käyttöön jatkuvasti [1].

Tuottavaan projektien johtamiseen tarvitaan aina tietoa tuottavuudesta ja tehokkuudesta. Yksittäisten projektien kokonaisvaltaiseen hallintaan tarvitaan tietoa tehdystä ja tekemättömästä työstä. Työsaavutuksista kertoo työn ajankohdainen valmiusaste, joka kertoo paljonko työtä tehty ja jäljellä. Valmiusastetta seurataan usein rakentamisessa koko projektin mittaisella skaalalla, jolloin se painottuu projektin kokonaisaikatauluun liittyvään seurantaan. Koko projektin valmiusaste ei kuitenkaan kerro yksityiskohtaisempaa tietoa työmaan työvaiheiden teknisestä valmiudesta.

Projektin kokonaisvalmius perustuu kuitenkin projektin työvaiheiden valmiusasteelle, jolloin tehokkaan projektinhallinnan edellytys on, että teknisestä ja taloudellisesta valmiudesta kerätään ja saadaan tuotettua tarvittavaa tietoa. Tämä insinööriö käsittelee teknisen valmiusasteen seuranta ja miten valmiusasteen avulla voidaan toteuttaa projektinhallintaa infra-alan työmaalla.

1.1 Taustaa tutkimukselle

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja halusi tällä työllä kehittää omia projektinhallintaan liittyviä menetelmiään valmiusasteen seurannan osalta. Valmiusasteen seurannasta yritys toivoi tulevan vakioitu toimintatapa yrityksen eri infra- ja maanrakentamisen projekteilla. Valmiusasteen seurannan tarve on infrarakentamisessa ehdottoman tärkeä projektin kokonaisvaltaisen hallinnoinnin kan-

nalta. Valmiusasteen määritelmä rinnastetaan pitkälti aikataululliseen tarkasteluun, jossa yksittäisiä teknisiä osa-alueita ei yksityiskohtaisemmin tarkastella. Konkreettinen osa-alueittain toteutuva seuranta työvaihekohtaisesti tuottaa kuitenkin laajemmin tietoa hankkeen hankintojen ja resurssien käytön onnistumisesta. Työmaiden eri työvaiheiden valmiusasteen määrittämisellä voidaan havaita ongelmakohtia projektin- ja taloudenhallinnassa, mitä kokonaiskuvassa ei havaita. Hankkeiden valmiusasteilla voidaan määrittää miten eri työvaiheet työmaalla etenevät, taloudellisesti ja teknisesti. Ongelmakohtiin on helpompi puuttua, kun työmaalla on selkeää tietoa mitä työtä on tehty ja mitä työtä on jäljellä. Tiedon avulla voidaan määrittää työn toteutuneet ja tulevat kustannukset, jolloin taloudelliselta näkökulmalta projektin epäkohtiin voidaan varautua.

1.2 Tutkimustyön tavoite ja rajaus

Tämän tutkimustyön tavoitteena on tutkia miten infratyömaan tuotantovaiheen eri osa-alueet muodostavat työmaan teknistä ja taloudellista valmiutta. Tutkimuksessa käsitellään erilaisia määrä- ja kustannuslaskennan tapoja, määritelmiä ja tavoitteita. Näiden tapojen avulla pyritään löytämään erilaisia uusia toimintamalleja heidän valmiusasteensa seurantaan tarkoitettulle työkalulle, joka laaditaan tutkimuksen avulla toimeksiantajalle. Työkalun tarkoituksena on toimia hankkeiden määrä- ja kustannusseuranta menetelmien tukena. Tässä työssä ei kuitenkaan tuoda esille virallisia toimeksiantajan hinta- ja määrätietoja vaan tietoa tuodaan työssä esille valmiusasteen määrittämiseen tarkoitettulla esimerkki määrillä ja hinnoilla. Tutkimuksen aikana perehdytään myös erilaisiin projektinhallinnan menetelmiin, kuten resurssien ohjaukseen ja kokonaisvaltaiseen tuotannonhallintaan infrarakentamisen työmaalla. Tämän avulla pyritään luomaan tehokkaita käytännön menetelmiä valmiin työkalun käyttämisen tueksi. Työn referenssikohteena käytetään toimeksiantaja yrityksen maa- ja infrarakentamisen liiketoimintayksikön työmaata, jonka lähtötietojen avulla kyseinen valmiusasteen seurantaan tarkoitettu työkalu laaditaan.

1.3 Yritysesittely

Tämä tutkimustyö toteutettiin Terrawise Oy:n toimeksiantona infra- ja maarakentamisen liiketoimintayksikölle. Terrawise Oy on infra-alan kokonaisvaltainen toimija Uudenmaan, Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen alueilla. Yrityksen palvelut muodostuvat viidestä osaamisalasta, jotka ovat infra-, maa-, viherrakentaminen, louhintatyöt ja kiviainesmyynti. Tämänhetkinen Terrawise Oy on muodostunut seitsemän yrityksen fuusiosta. Fuusioidut yritykset olivat Konevuori Oy, JJ Kaivin ja Kallio Oy, Kanta-Kaivu Oy, Vihermaili Oy, Ympäristörakennus Saari-Oy, Kallioporaus Soininen Oy ja Cendigo Oy. Tällä hetkellä Terrawise Oy:n liikevaihto on noin 110 miljoonaa euroa ja yritys työllistää noin 300 alan ammattilaista.

2 Määrä- ja kustannusseuranta infrahankkeella

Kustannuslaskenta määrittää infraprojektin kustannukset, jotka muodostuvat hankkeen toteuttamisesta. Kustannustenarviolaskenta pohjautuu hankkeen suunnitelmiin perustuvaan määrälaskentaan, jossa määrien ja näille osoitettujen hintojen avulla selvitetään rakentamiselle muodostuvat kokonaiskustannukset. Seuraavissa kappaleissa käsitellään miten määrälaskenta, -seuranta ja kustannuslaskenta toteutetaan urakoitsijan näkökulmasta infrahankkeella.

2.1 Määräseuranta

Määräseurannan osuus projektien johtamisessa ja hallinnassa on erityisen tärkeää. Projektin toteutuneiden määrien seuranta kertoo työvaiheiden ja projektin tilasta. Varsinkin rakentamisessa toiminnan kannattavuus perustuu suoritettaviin määriin ja onnistuneeseen hinnoitteluun. Työnaikainen määräseuranta avustaa yrityksen toimintaa informaatiolla toteutuneella, jonka avulla voidaan ennakoida tulevaa. Informaation avulla projektin tietyt aikavälin tavoitteet ovat helpommin saavutettavissa, kun osataan ennakoida tulevia määriä tietyllä vaiheella rajatulla aikavälillä. Projektin etenemisen seuraaminen ja tulevien työvaiheiden etenemisen ennustaminen ovat erittäin perusteltuja seurattavia kohteita projektin menestymisen kannalta.

Määräseuranta edellyttää määrien laskentaa. Kaikki hankkeen eri osapuolet tarvitsevat määrätietoja omien päätöksentekojen perustaksi ja keskinäiseen kanssakäymiseen. Ennen työn toteutuneiden määrien saatavuutta, määrien mittaus perustuu pitkälti suunnitelmien ja hankkeen asiakirjoista määritettyihin määriin. Määrien laskentaan käytettävien asiakirjojen on oltava selkeitä ja yksiselitteisiä, jotta määrät voidaan selvittää tarvittavalla tarkkuudella. Mitattavista määristä voidaan tarvittaessa luoda kokonaisuuden hahmottamista helpottava rakenneluettelo. Rakenneluettelon laadinta tapahtuu usein jo hankkeen tarjousvaiheen aikana. Luettelo sisältää hankkeen rakennusosarakenteet, jossa rakennusosat luetteloidaan tyypeittäin (taulukko 1). Lajiteltu rakenneluettelo toimii työmaan määräseurannan laskennan perustana, jota hyödynnetään ja täsmennetään hankkeen edetessä tuotantovaiheen tarkkailulaskentaan. [2, s.24.]

Taulukko 1. Katurakenteen rakenne- ja määräluettelo.

	Nimike	Määrä
2141	AB 16 / 100 (40 mm)	400 m ²
2130	Kantava kerros KaM #0–32	80 m ³ tr
2121	Jakavakerros KaM #0–56	200 m ³ tr
2112	Suodatinkangas N3	400 m ²

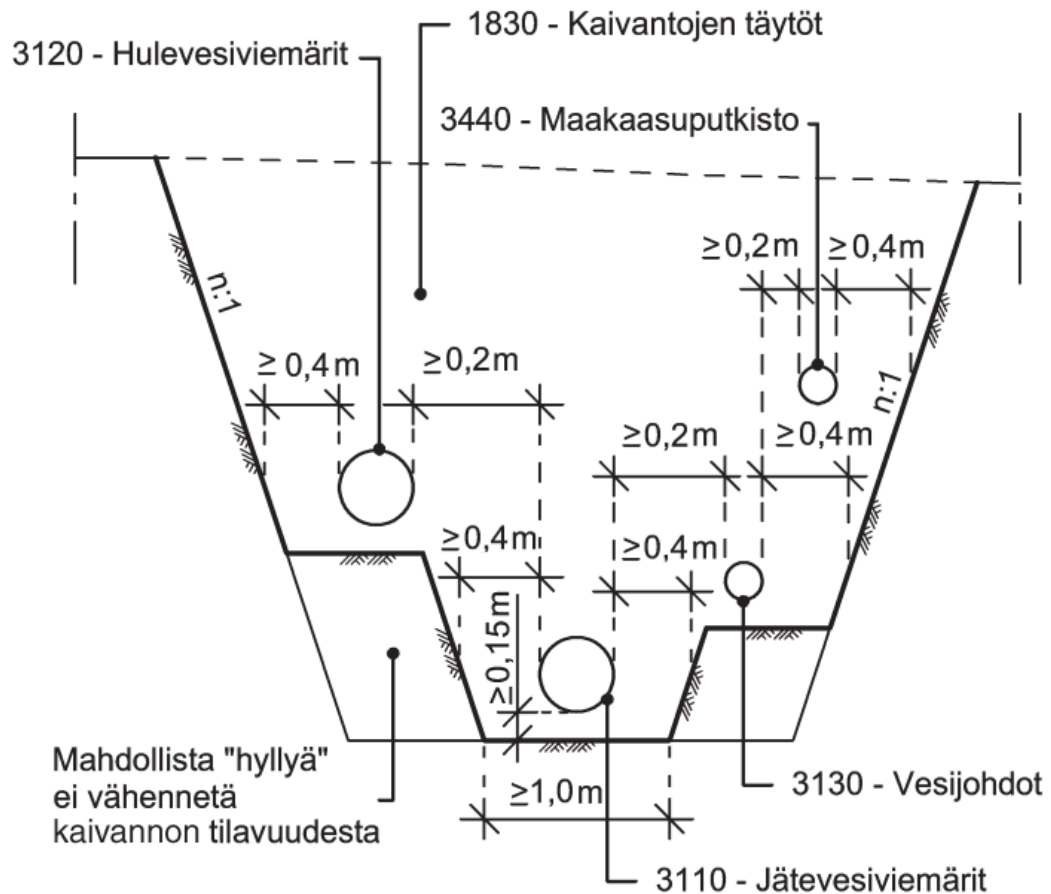
Hyvä määräseuranta edesauttaa poikkeamien havainnoimisessa suunnitelluista määristä. Määräseurannan avulla pystytään huomioimaan ja reagoimaan, jos todelliset määrät poikkeavat lasketuista teoreettisista kokonaismääristä. Työmaan budjetti sitoutuu teoriassa laskettuihin realistisiin määriin. Työmaalla määrien seuranta ja työn ohjaus kulkevat yhdessä. Työmaajohdon tehtävänä on tarkkailla toteutuneita määriä ja reagoida ohjaavilla toimenpiteillä, kun huomataan määrien ylittäminen. Tämä vaatii tällöin tehokasta työtapatarkkailua ja jatkuvaa toteutuneiden määrien seurantaa.

2.1.1 Määrien mittaus

Infra-nimikkeistöjärjestelmä on laadittu infra-alan yhteystyönä. Infra-nimikkeistöjärjestelmä sisältää hankeosanimikkeistön, rakennusosa- ja hankenimikkeistön,

panosnimikkeistön, tuotantonimikkeistön sekä lopputuote ja toimenpidenimikkeistön. Nimikkeistön avulla määritetään infrarakentamisen keskeiset lopputuotteet, voidaan toteuttaa organisaatiokohtaisia sovelluksia ja luodaan systemaattinen litterointi järjestelmä infra-alan tuotteille ja toiminnoille. Nimikkeistön kautta luotu määrämittausohje on infra-alalle yleinen ja alalle yhteisesti sovittu tapa todeta rakennusosien paljous, jotta kaikilla hankkeen osapuolilla on yhteinen käsitys mitatuista määristä. Infranimikkeistöä käytetään infrarakentamisen projekti johtamisen eri osa-alueilla, kuten suunnittelu-, rakennuttamis- ja tuotantovaiheessa. Tämän kaltaisella yhdenmukaisella nimikkeistöllä voidaan eri osapuolille välittää tietoa hanketta koskevista asioista. [3, s.6.]

Infrarakentamisessa rakennusosien määrämittaus ja -seuranta perustuvat pääsääntöisesti teoreettisiin, suunnitelmista mitattuihin määriin. Mitattavat määrät ilmoitetaan, sillä osoitetulla mittayksiköllä mikä määrämittausohjeessa tai hankkeen asiakirjoissa on osoitettu mitattavan tuotteen määrittämiseen. [3, s.22.] Kun mitataan teoreettista määrää suunnitelmista, käytetään ohjeiden mukaan esimerkkinä kuution mittayksikön perässä lyhennettä teoreettisesta mittauksesta, kuten m^3 -ktr on kiintoteoreettinen määrä kuutiometreinä. Todelliset kaivuumassat poikkeavat tilavuudeltaan teoriassa lasketuilla kaivuumassojen määrillä, joka huomioidaan ryöstökertoimella. Laskennallisella mittauksella on laskijan tarkkuudesta ja työvaiheen kokonaismerkittävydestä kiinni kuinka tarkasti todellisen määrän haluaa saada irti massoista. Tietty suhdannetaju on mittauksissa pidettävä, sillä liiallisella tarkkuudella toteutettu laskenta voi lisätä laskentavirheiden määrää. Esimerkiksi jos kaivannossa on olemassa maa-ainesten ”hyllyjä”, ei niitä vähennetä kaivannon kokonaistilavuudesta, kun kohdetta lasketaan suunnitelmista (kuva 1).



Kuva 1. Putki- ja johtokaivannon määrämittaust. [3.]

2.2 Tarjouslaskenta

Kun yritys tavoittelee urakkaa, tarvitaan kohteelle luoda kilpailukykyinen tarjous. Kilpailukykyisen tarjous perustuu tarjouslaskentaan. Tarjouslaskennan tarkoituksena on selvittää tarjouksen antamista varten työmaan kokonaiskustannukset. Tarjouslaskenta sisältää yrityksen tarjouspolitiikan mukaisten katetavoitteiden sekä kohteen ominaisuuksiin perustuvien riskivarausten lisäämisen kohteen kustannusarvioon.

Tarjouslaskennan kustannusarvio kertoo urakkaa tarjoavalle urakan omakustannehinnan, eli hinnan mitä urakka tulee maksamaan yritykselle. Yrityksen tulee oman harkintansa mukaisesti tavoitella hankkeita, jotka ovat kannattavia ja joihin yritys on kykenevä suoriutumaan.

Kun tavoiteltavaa urakkaa lasketaan, laaditaan hankkeen määrästä määrälueteloita, jonka avulla työtä hinnoitellaan rakennelaskelmaksi panosrakenteiden ja hinnastojen sekä ennakkotarjousten perusteella. Rakennelaskelman ja -luettelon sijasta vaihtoehtoinen versio voi olla työlajiluettelo. Työlajiluettelo toimii työlajien mittaussääntöjen mukaisesti. Työlajiluettelon ja tarjousvaiheessa määrättyjen hintojen avulla tuotantovaiheessa muodostuu selkeät rajat mihin tuotantovaiheen tulisi pyrkiä kustannuksien osalta. Urakoitsijalla voi olla tarjousvaiheessa tilanne missä kustannuslaskennan aikana ei ehditä miettiä hankkeen toteutusta, sillä tuotannosuunnitelman mukaisesti. Tällöin laskennassa käytetään vakioituja tuotantotekniikoita ja panosrakenteita, jonka mukaan työ hinnoitellaan. [3, s.22, 4, s.44.]

2.2.1 Kustannuslaskelmamenetelmät

Kilpailukykyistä tarjoutta varten tarvitaan kustannuslaskentaa. Kustannuslaskentaa rakennusalalla toteutetaan joko standardi- tai kohdekohtaisella kustannusarviomenettelyllä. Kustannuslaskennan prosessi jakautuu kahteen vaiheeseen, määrälaskentaan ja hinnoitteluun. Yrityksen valitsemaan kustannuslaskennan valintaan vaikuttavat yrityksen sisäinen tarjouspolitiikka ja toimintatapa. [4, s.39.]

Panospohjainen kustannusarvio on osakohteittain tehtävä laskelma, joka perustuu alimman tason resurssitarpeiden arviointiin. Panospohjainen laskenta perustuu kohteen rakentamiseen käytettävien materiaalien ja resursseihin perustuviin hintoihin. Panospohjainen laskenta edellyttää tarjottavasta kohteesta yksityiskohtaiset suunnitelmat ja että laskijalla on käytössään yksityiskohtaiset menekki- ja panoshintatiedot. Saatavilla olevista suunnitelmista saadaan mitattua ja laskettua määrät, joille lasketaan hinta panoshinnaston avulla. Panospohjaisista laskentaa toteuttavan on tunnettava rakennusosien määrät ja niihin vaikuttavat tekijät, jolloin työlle voidaan hinnoitella mahdollisimman realistinen hinta panoksia käyttäen. Panospohjaisessa laskelmassa voidaan toteuttaa myös aikataulullista työvaiheen suunnittelua, jossa voidaan hinnoitella työtehtävä yksityiskohtaisesti. Työsaavutusten avulla voidaan määrittää tarkemmin kyseiselle työlle kohdistuvat kulut (taulukko 2). Yksityiskohtaiselle tasolle johtava

panospohjainen laskenta on useimmiten pohjana yrityksen tarjouslaskennan vaiheen työmaakustannuksille. Infrahankkeiden kustannusten arvioinnissa kustannuksiin liittyvät tiedot ovat tehtävissä tuotanto- ja panosrakenteiden avulla. [4, s.41.]

Rakennusosalaskenta on menettely, jonka avulla lasketaan rakennusosittain rakennuskustannukset. Rakennusosalaskelman avulla voidaan määrittää hankkeen kustannuksia jo suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin määriä voidaan mitata mallintamalla. Suunnitteluvaiheessa rakennusosalaskennan avulla voidaan havaita eri suunnitteluratkaisujen kustannusvaikutukset. Rakennusosat litteroidaan laskelmalle InfraRYL:n mukaisesti. Rakennusosalaskennan määrälaskentatulosena syntyy rakenneluettelo, jolle määritetään yksikköhinnat. Rakennusosien yksikkökohtaiset kustannukset muokataan vastaamaan hankkeen suunnitteluratkaisuja. Yksikköhinnat ovat yrityksen tai hankkeen panoshinnaston mukaisia, joten ne eivät ole yleisiä hintatietoja. Usein yksikköhinta sisältää kaikki kustannukset tietyn rakennusosan rakentamiseen (taulukko 2). Useimmiten yksikköhintoja varten osa hintatiedoista hankitaan ennakkotarjouksilla. Yksikkökustannusten lisäksi laskennassa voidaan hyödyntää panospohjaista laskentaa, jossa rakennusosien kustannuksia on eriteltynä panoksittain. Rakennusosalaskennan etuja ovat laskelman työmäärän kohtuullisuus, laskelmasta syntyvien kustannuksien verrannollisuus vastaavanlaiseen hankkeeseen, rakennusosalaskennan hyödyntäminen tuotantolaskelman perustana ja rakennusosalaskelman erittelyn ja kuvauksen yhtenäisyys, selkeys ja lyhyt pituus. [4, s.41–42.]

Taulukko 2. Osa vesihuollon rakennusosalaskennasta.

Littera	Nimike	määrä	yksikkö	Yht (€/yks)	Yht €
1331.1	Arinat, KaM #0-32	500	m3rtr	37,00 €	18 500,00 €

2.2.2 Riskivaraus

Tarjousvaiheessa tarjottavaan kohteeseen otetaan tarvittaessa riskivaraus. Riskivaraus on tapauskohtainen erä, jossa tietyn teknisen vaiheen tai urakan eidoissa oleva riski huomioidaan kustannusarviossa tarjoustusta muodostaessa. Riski rakennushankkeen osalta tarkoittaa epäedullista ja täysin yllättäen esille tulevaa poikkeamaa. Hankkeen osalta riskit voivat olla teknillisiä, hallinnollisia, sopimusteknisiä tai epätarkkuuteen liittyviä riskejä (taulukko 3).

Taulukko 3. Infrahankkeen riskityypit. [3, s.33–34.]

Riskityyppi	Sisältö
Tekninen	Työvaihe sisältää haastavan rakenneteknisen osan tai työmenetelmä on uusi tai haastava. Varaudutaan nostamalla työ- ja materiaalimenekkiä tai alihankinnan hintaa
Hallinnollinen	Toiminnan laajuus, toimiala tai toiminta-alue muuttuu. Muutoksia voi tapahtua investoinneissa, otetaan huomioon tarjouslaskennassa.
Sopimustekninen	Hankkeen asiakirjoissa esiintyvä vaikeasti hinnoiteltava ehto, poikkeaa YSE:stä tai tavanomaisista urakkarajoista
Epätarkkuusriski	Määrälaskennan tai hinnoittelun epätarkkuuksia. Tarkkuuteen voidaan vaikuttaa ennakkotarjoustusten avulla.
Muut riskit	Rahoitukseen, turvallisuuteen tai uuteen toteutusmuotoon liittyvät riskit.

Infra työmaan tyypilliset riskit liittyvät kaivantojen tukemistarpeeseen, vesivaikeuksiin massojen käsittelyssä, värinäongelmiin, kuljetusetäisyyksiin tai kallion laatuun. [4 s.48.] Näihin riskeihin tulisi työmaan tarjouslaskennassa ja viimeistään tuotantovaiheessa kiinnittää huomiota. Laskentavaiheessa määritetyt hinnat ovat aina laskentahetken kustannustasolle määritettyjä hintoja. Rakennushankkeen kesto, sekä kustannustason nousu lisäävät riskiä kustannustason nousulle. Riskiä voidaan vähentää sitomalla yli vuoden kestoiset hankkeet indeksiin. Tällä tavalla esimerkiksi erilaisten materiaalien hintojen nousu, huomioidaan urakan maksuperusteissa.

2.2.3 Työmaakate

Hankkeelle ryhtyvän yrityksen tarjouspolitiikka muodostaa katevaatimuksen, jonka yritysjohto on kohdistanut työmaalle. Työmaakate sisältää myös kustannuksia, jotka eivät ole välittömästi kohteella käyttämiä ja sille kohdistettua resurssien kustannuksia. Työmaakate sisältää yrityksen keskushallinnon kulut, korot, vero, poistot sekä voiton. Vaadittu kate otetaan huomioon prosenttilukuna, joka vastaa tiettyä osuutta yrityksen liikevaihdosta. Suhdannetilanne säätelee saatavissa olevaa katetta. Liian suuri kate suhdanne tilanteen vallitsevassa tilassa aiheuttaa todennäköisesti urakkakilpailun häviämisen. Samalla tavalla liian pieni kate saattaa aiheuttaa tappiollisen toiminnan. [3, s.49–50.]

2.2.4 Hinnoittelu

Tarjousvaiheessa määrälaskennan tuloksena toteutettu määräluettelo hinnoitellaan rakennusosien yksikkökustannuksilla rakennelaskelmaksi. Yksikkökustannukset lasketaan rakennusosarakenteiden, yrityksen ja hankkeen panosraken- teiden, panoshinnaston tai ennakkotarjouksista saatujen tietojen avulla.

Hinnoittelua voidaan toteuttaa karkeasti ja tarkemmin panospohjaisesti. Niin sanotulla karkealla menetelmällä, määrälaskennan avulla selvitettyt suoritemäärät voidaan hinnoitella yksikkökustannuksin (taulukko 4). Tällöin esimerkkinä yksi juoksumetri reunakiveä maksaa tietyn hinnan, jossa yhden juoksumetrin hinta sisältää työn ja materiaalin. Yksikkökustannuksia käyttäessä, ei välttämättä saada niin tarkkaa tietoa kuin panospohjaisesti toteutetulla hinnoittelulla. Kun samassa hinnassa on määritettynä työ ja materiaali, on tuotantovaiheen aikana haastavampaa määrittää budjetoituja kustannuksia ja tällä tavoin vaikea ennakoita tulevia kustannuksia.

Ongelmana kustannusarvion toteutumiseen voi johtaa erilaiset resurssi- tai materiaali muutokset, jotka voivat muuttaa kustannusarvioinnissa määritettyä vaki- oitua työn ja materiaalin hintaa. Tiettyjen materiaalikustannusten painoarvo kohdistuu varsinkin rakennusosissa, jotka erottuvat korkeilla hinnoillaan verrattuna muihin materiaaleihin. Näitä materiaaleja voivat olla esimerkiksi suuret muoviset

viemäriputket, joiden materiaalin hinta on suhteessa korkeampi perinteiseen betoniseen jätevesiviemäriin. Materiaalivalinnoilla korostuvat myös työtekniset toimintatavat. Jos kyseessä on suuri muoviputki, se luultavasti tarvitsee hitsattavat liitokset, joka jälleen lisää kustannuksia putkimetrille. Tämän kaltaisissa hankinnoissa on tärkeää tuntea työtapa, materiaali ja sopiva hinta työlle, jotta hankinnan toteutus sopii urakan budjettiin.

Urakoitsijan tuotantovaiheen kustannusmäärittämistä paremmin palveleva panospohjainen hinnoittelu, perustuu suoritteiden laskentaan, jossa työ ja materiaali ovat eriteltyinä. Panospohjaisesti toteutettu laskenta, antaa eritellyn tiedon siitä mistä tietty työvaihe koostuu ja kuinka paljon erilaisia panoksia se vaatii. Panoksia ovat esimerkiksi työhön vaadittavat rakennuskoneet, kuljetuskalusto tai materiaalit (taulukko 4). Tällöin tarkan laskennan avulla voidaan vähentää ylimääräisen materiaalin hankintoja ja on helpompi arvioida tarvittava työkapasiteetti työvaiheen suorittamiseen.

Taulukko 4. Esimerkki panoslaskelmasta. [4, s. 45.]

Tuotanto-osa ja panokset	Panostyyppi	Yksikkö	Panosmenekki	Yks.hinta (€/yks)	Hinta €/m
Materiaalit					
-Rumpuputki	1000 mm	kpl	1 yks/m	120,00 €	120,00 €
-Arina	Murske	m3itd	2,142857 yks/m	20,00 €	42,86 €
-Ympärystäyttö	Hiekka	m3itd	6,935145 yks/m	10,00 €	69,25 €

Hinnoittelussa ennakkotarjouksia tarvitaan sopimushankinnoissa, jotka ovat arvoltaan suuria tai hankkeen kannattavuuden osalta riskialttiita. Kyseisiä sopimushankintoja voivat olla betonirakenteet, asfaltoinnit tai pohjanvahvistukseen liittyvät työt, jotka voivat olla kustannuksiltaan merkittävän kokoisia hankkeen kokoon nähden tai ovat työteknisesti haastavia toteuttaa urakoitsijan toimesta. Laskentavaiheen aikana saatujen ennakkotarjousten avulla voidaan pienentää tarjoushinnan osalta riskiä, jolloin ennakkotarjous antaa tarjouskilpailussa tarkemmat ja kilpailukykyisemmät hinnat urakoitsijalle.

Hinnoittelun tavoite on määrittää työn, materiaalien ja vaadittavan alihankinnan määrät ja hinnat. Hinnoittelua suorittavan henkilön tulee tuntea työmenetelmä, jota on tarkoitus käyttää rakennusvaiheen toteuttamiseen. Kun hinnoittelua suoritetaan, on eri työmenetelmien vertailu myös kannattavaa, edullisimman työmenetelmän vaihtoehdon löytämiseksi. Eri vaihtoehtoja voivat olla erilaiset jakotukset ja resurssien haaliminen tiettyjen työvaiheiden osalta. Vertailussa on tärkeää aika- ja materiaalimenekin käsitteiden ymmärrys. [3, s 25–27.]

2.2.5 Urakkahinta

Urakkahinta on urakkasopimuksessa sovittu urakoitsijalle maksettava vastike. Urakkahinnan muodostuminen on riippuvainen työn tilaajan toteuttamista asiakirjoista, jotka myös täsmentävät urakkahinnan maksamisesta urakoitsijalle. Urakoitsijan näkökulmasta urakkahinnan muodostuminen perustuu mitattuihin suoritemääriin. Työsuorituksen valmiusasteen perusteella urakoitsija on velvollinen laskuttamaan tehdystä työstä, kun suoritettu työ on todettu tehdyksi ja lasku todettu maksukelpoiseksi. [5, s.39–40 §.]

2.3 Tuotantovaihe

Rakentamisen kustannusvalvonnan tärkein tehtävä on varmistaa hankkeesta toteutuvat loppukustannukset. Rakennusyrityksen tulos, loppupeleissä kiteytyy aina hankkeiden tulokselliseen toimintaan. Rakentamisen tuotantovaihe, on vaihe missä suurin osa hankkeelle asetetuista kokonaiskustannuksista syntyvät. Kustannuksien hallinnointi edellyttää systemaattista ja tehokasta talouden hallintaa hanke- ja työvaihekohtaisesti.

Toteutuneiden määrien ja jatkuva kustannusten seuraaminen hankkeen aikana on tärkeää, että tavoiteltava taloudellinen lopputulos saavutetaan. Ilman taloudellista seuranta hankkeelle luodut tavoitteet ovat vaikeampia saavuttaa. Työmaan johdolla on siis tärkeää olla perillä siitä mistä kustannukset koostuvat ja miten niitä voidaan hallita.

2.4 Tehtäväluokat

Projektin eri kustannukset voidaan jaotella suurempien kustannustasojen alle. Jaotteluna käytetään yleensä työkustannuksia ja yhteiskustannuksia. Näiden jaotteluiden alakategorioina voidaan jaotella eri tehtävät, jotka muodostuvat työlle asetetuista panoksista. Määräseurannan hintatiedon perustana käytetään työmäärien seurannassa työkustannuksia eli kustannuksia, jotka merkittävästi vaikuttavat työn suorittamiseen. Työmaan taloutta ohjaavat lähtökohtaisesti työkustannukset ja työsuoritteet. Hankekohtaisesti voidaan määrittää ne oleellisimmat työkustannukset, jotka tahdittavat koko työmaan valmiusastetta ja joiden kustannuksissa voi olla erityisiä riskitekijöitä.

Varsinaisten rakennusosien toteuttamisen lisäksi kustannuksia syntyy erilaisista työmaan toteuttamista palvelemiseen liittyvistä kuluista, eli yhteiskustannuksista. Yhteiskustannuksiin voidaan sisällyttää työnjohto, työmaatoimistot, jätehuolto, sähkö, vesi, ja kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet, kuten lumenauraus. Yhteiskustannusten suuruus määräytyy hankkeen laajuuden ja keston perusteella. Tällöin yhteiskustannukset ovat enimmäkseen aikaherkkiä kuin tehokkuusherkkiä, jolloin kustannukset eivät ole suoraan riippuvaisia työsuoritteiden toteuttamisesta.

2.5 Hankinnat

Hankinnat muodostavat suuren osa hankkeen kokonaiskustannuksista. Tällöin hankintojen tehokas hallinta on edellytys tuotannon taloudelliselle ja ajalliselle onnistumiselle. Erilaisia hankintoja voivat olla:

- Aliurakat, joissa sisältyvät työsuoritus tai/ja materiaalit työsuoritukseen
- Kone- ja kuljetuspalvelut
- Materiaalihankinnat, jotka eivät sisällä työsuoritetta työmaalla
- Suunnittelu- ja tutkimuspalvelut, mikäli nämä kuuluvat pääurakoitsijalle.

[4, s.67.]

Tehokkaalle hankintojen hallinnalle keskeisiä tekijöitä ovat taloudellisten, ajallisten ja laadullisten tavoitteiden määrittäminen pääurakoitsijan suunnitelmien mukaiseen toteutukseen. Tavoitteiden määrittäminen erilaisten ajallisten ja laadullisten tekijöiden osalta aliurakkasopimuksessa, määrittää selkeät vaatimukset aliurakatoteutuksen suoritukselle. Tällä tavalla pääurakoitsijan aliurakan hallintaa perustuu työpaketin suunnitelmalliseen hallintaan, jossa sopimuksessa kirjatut asiat määrittävät aliurakoitsijan työsuorituksen laadullisuutta ja tehokkuutta.

Kun hankkeen pääurakoitsijalla on hankinnoille laadittu suunnitelma, on hankkeen eri panokset oikeaan aikaan ja oikeansisältöisenä käytettävissä. Urakoitsijalla käytössä oleva hankintasuunnitelma toimii yleisaikataulun kanssa apuna hankkeen tuotannosuunnittelussa, joka johdattaa hankkeen toimimaan tavoiteltavan budjetin ja aikataulun mukaisesti. Tavoitebudjetti ja aikataulu luovat hankkeelle rajat hankintakokonaisuuksille, jolloin tuotannonohjauksen toteuttamiselle on laadittu selkeät tavoitteet mihin pyritään. Kun toteutetaan esimerkiksi materiaalihankintoja, on verrattava hankintahintaa laskentavaiheessa määritettyihin materiaalin hintoihin. Jos hankinnasta on laskentavaiheessa saatu ennakkotarjous, helpottaa tämä hankintapäätöksen tekemistä.

Hyödyllinen työkalu hankintojen hallintaan on hankintasuunnitelman ja -luettelon käyttäminen. Suunnitelman avulla työmaan johto pysyy hankintojen määrällisessä ja ajallisessa hallinnassa mukana. Tarvittaessa eri muutosten ilmetessä hankkeen aikana, suunnitelma ja luettelo päivitetään ajan tasalle. Suunnitelman avulla saadaan hankinnalle heräte, joka antaa työvaiheiden toteutukselle aikataulullisen pohjan. Hankkeen resurssit tulisi määrittää siten että ne tuottavat hankkeelle välttämättömiä työsuoritteita, jotka edesauttavat hankkeen valmistamista. Hankintojen tehokas suoritus edellyttää, että hankinnalla on vastuuhenkilö. Vastuuhenkilön tehtävä on toteuttaa hankintoja, jotka sopivat urakan laskettuun budjettiin ja että hankittu tuote tai palvelu on hankkeen asiakirjojen mukainen.

2.6 Resurssit

Työmaan välittömiä kustannuksia muodostavat työvoima, koneet, materiaalit ja aliurakat. Näitä kutsutaan myös resursseiksi eli panoksiksi. Resurssienohjauksella on suora yhteys työmaan aikataulun, talouden ja laadunvarmistukseen. Resurssien tehokkaan käytön lopputuloksena tavoitellaan resurssien käyttämistä oikein, kustannustehokkaasti ja materiaalitehokkaasti. Syy aikataulun pettämiseen työvaiheissa, johtuu yleisimmin puutteellisen resurssilaskennan ja siihen liittyvän resurssisuunnittelun takia. [6, s.140.]

Resurssien suunnitelmallisuudella tavoitellaan aikataulussa arvioitujen resurssien saatavuuden varmistamista, resurssioptimointia ja yritystason kokonaishalintaa, jossa henkilöstökapasiteetti sovitetaan vastamaan projekteille mitoitettua määrää. Mitoitettu resurssimäärä on suhteessa työmaalle asetettuun budjettiin ja aikatauluun.

Resurssisuunnittelu muodostuu resurssilaskennasta ja resurssitasauksesta. Resurssilaskennan avulla voidaan määrittää aikataulun mukainen tarvittava kuormitus, suhteessa alkuperäiseen aikatauluun. Resurssilaskennan perustana käytetään työmäärää. Työmäärällä tarkoitetaan resurssilaskennan yhteydessä tehokasta kestoa työlle, jonka kestoa voidaan mitata tietyillä mittayksiköillä kuten työpäivillä ja työtunneilla. Resurssilaskennassa, on laskijasta kiinni, kuinka tarkasti laskennan pilkkoo. [6, s.139–140.]

Rakennusalalla resurssimitoituksessa, käytetään arvioinnissa kahdeksaa tuntia, yhtenä työpäivänä. Esimerkkinä kahdeksasta työtunnista, taukojen kanssa voidaan arvioida tehokkaiksi työtunneiksi noin keskiarvallisesti kuutta tuntia, jos esimerkkinä arvioidaan kone-, mies- tai autotyötä. Tehokkaat työtunnit eivät suoraan kerro työsaavutuksista vaan todellisen työsaavutuksen arviointi perustuu pitkälti työtapatarkkailun avulla, jossa arvioinnin suorittajan kokemus korostuu. Työsaavutusta määrittäessä käytetään työvuoroaikaa ja mahdollisia suurhäiriöitä. Mahdollisiksi suurhäiriöiksi eli työvaiheen lisäaikaan huomioidaan yli tunnin mittaiset seisokit. Suurhäiriöitä voivat olla esimerkiksi säähäiriöpäivät, koneiden huoltopäivät ja lomamat. Varsinaiset työn järjestelystä riippuvat suurhäiriöt

kuten odotukset, uudelleenjärjestelyt, konerikot ja tapaturmat aiheuttavat myös työvaiheelle lisääaikaa. Suurhäiriöiden vaikutukset tulisi huomioida työvaiheelle laaditussa aikataulussa ja luoda häiriöiden vaikutukselle pelivaraa työn kestolle. [7, s.22.]

Resurssitasauksen avulla hyödynnetään resurssien toimintaverkon pelivarat. Toimintaverkko kuvaa projektille annettuja tehtäviä, kunkin tehtävän kestoa, tehtävään käytettävää resurssimäärää ja tehtävien suoritusjärjestystä. Tasauksen avulla voidaan havaita, miten resurssien käyttöä voidaan järjestää niin että ne palvelevat projektin kannattavuutta parhaalla mahdollisella tavalla. Resursseille kohdistuvan kuormituksen ei pitäisi kohdistua täysin määritetyille avainresursseille. Kuormituksen puutteellinen optimointi johtaa todennäköisesti työvaiheiden jatkuvaan kiireeseen ja myöhästelyyn, joka ei johda tehokkaaseen projektin toteuttamiseen millään tasolla. Resurssien kuormituksen tasausta ei ole aina mahdollista toteuttaa kaikkien resurssilajien suhteen, tällöin resurssien taseus tulisi aloittaa avainresursseista, niillä, jotka vaikuttavat merkittävästi projektin kulkuun. Resurssitasauksessa on huomioitavaa se, että yhden tehtävän siirto, siirtää kaikkia muita töitä, jotka ovat riippuvaisia tähän siirrettävään työhön. Riippuvuusketjussa tasauksien toteuttaminen vaatii aina vastaavanlaisia siirtoja muille työtehtäville ja resursseille. Työtehtävien riippuvuuksia voidaan määrittellä ajallisella, loogisella, limittävällä, resursseilla ja viiveriippuvuudella. Työtehtävien riippuvuusketjua uudelleen organisoimalla on mietittävä työtehtävien suorittamisen kannalta edullisin järjestys, jossa mikään työvaihe ei joudu toteuttamaan turhaa odottamista. [6, s.116, 143–145.]

Suomen rakennusalalla toimitaan pääsääntöisesti resurssipohjaisella ohjausmallilla, jolla pyritään siihen, että resurssit voivat siirtyä kohteesta toiseen ilman turhaa odottelua. Horisontaalisempi toimintaperiaate olisi sovittaa resurssien koordinoitua useammin, kuten viikoittain. Tällöin erilaisiin resurssihäiriöihin voidaan reagoida yrityksen sisällä nopeammin, kommunikaatio eri projektien välillä olisi tehokkaampaa, joka johtaisi resurssien tehokkuuden maksimoimiseen. Kun resurssit ovat tehokkaasti koko toimintayksikön käytössä, on tällöin tehtävien toteutumistaso huomattavasti korkeampaa. [8, s.38.]

2.6.1 REA-menetelmä

Työpakettien ja pienten infrahankkeiden kustannusarviot voidaan toteuttaa REA-menetelmällä. Menetelmän avulla voidaan luoda työkohteelle aikataulu, resurssit ja panospohjainen kustannusarvio. [4, s.52.]

REA-menetelmän käyttö edellyttää, että työhön liittyvillä suunnitelmilla on valmius, jonka perusteella voidaan määrittää kohteen työsisältö, työpaketin tuotanto-osien määrät ja kustannuksiin vaikuttavat olosuhteet.

Menetelmä perustuu rakennushankkeen kohdekohtaiseen kustannuslaskentaan. Vaiheita, joita menetelmässä käytetään ovat työvaihekohtaisten suunnitelmien laadinta, töiden hinnoittelu ja tulosten valvonta. Näiden vaiheiden pohjalla käytetään resurssien ja hankkeiden suorite- ja olosuhdetietoja. Tuotantovaiheessa työvaiheita voidaan kustannuksien osalta tarkkailla reaaliaikaisesti, kun työlle on osoitettuna työsaavutukset ja työsaavutusten hinnat (taulukko 5). Työvaiheiden suunnittelun pohjalta luodaan erittely työvaiheisiin liittyvistä suoritteista rakennusosittain. Työvaiheen määrittely toteutetaan niin että on mahdollista toteuttaa työvaiheelle resurssit ja arvioida resurssin avulla työsaavutus.

Taulukko 5. Esimerkki REA-menetelyn kustannusarviosta.

Erittely	Resurssi	Työmäärä Yksikkö	Työsaav.	Työnkesto	€/yks	Kust. Yht.
JV 800B asennus	KKHT 25	20 mtr	10 mtr / pv	2 pv	80 € / h	1 280 €
JV 800B asennus	2 x RAM	20 mtr	10 mtr / pv	2 pv	35 € / h	1 120 €
Täyttö murskeella	KKHT 25	50 m3ktr	50 m3ktr / pv	1 pv	80 € / h	800 €
Täyttö murskeella, tiivistystyö	1 x RAM	50 m3ktr	50 m3ktr / pv	1 pv	35 € / h	350 €
Murskeiden toimitus täyttöä varten	Kasettiauto	110 tn	120 tn / pv	1 pv	8,20 € / tn	1 533 €

2.6.2 Kumulatiivinen kustannusten tarkkailu

Työtehtävien määrä seuranta toteuttaessa kustannuspohjaisesti, on hyödyllistä seurata työvaiheista koostuvia kustannuksia myös kumulatiivisesti. Kumulatiivisella kustannusten tarkkailulla voidaan tarkkailla tietyille työvaiheelle kertyvää rahavirtaa, esimerkiksi kuukausi tai viikko tasolla. Kumulatiivisesti tarkkailemalla voidaan myös, nousujohteisesti määrittää kuinka paljon tiettyjä kuluja tai määriä on koostunut työmaalla.

Työvaiheelle voidaan määrittää tietty vakioitu kuluerä, kun on mahdollista mitattavain määrin suorittaa kustannusarvio tietyn aikavälin työvaiheesta tai työpaketista. Tavoitearvion avulla voidaan ennakoida kumulatiivisella laskennalla työvaiheelle kuluvat menoerät.

Esimerkiksi kuukaudelle asetettu kustannustavoite tietylle vaiheelle, antaa työlle tietyt raamit minkä rajoissa resurssien tulee toteutua. Kumulatiivisella laskennalla voidaan havainnollistaa, kuinka kuluja muodostuu koko työmaan ajanjaksolla. Kun tietyllä mitattavalla aikavälillä kustannukset ovatkin ennakoituja määriä suuremmat, on helpompi tehdä korjausta kustannusten ennakoituihin määriin. Kun kustannukset ovat suuremmat, tulee havaita kyseisen poikkeaman syy. Syy ei välttämättä ole pelkästään yksittäisten resurssien kustannusten nousussa, vaan syy voi löytyä yksittäisen vaiheen työmäärän lisääntymisessä. Tällöin kumulatiivisen tarkkailun pohjalla tulee olla tietoa missä selviävät kustannusten muodostumiseen johtavat tekijät.

2.7 Projektin raportointi

Hankkeen työsuoritusten ja kulujen seuraamiseen oleellista on hankkeen urakoitsijan sisäinen raportointi. Jatkuvalle päivittäisellä määrä seurannalla saadaan luotua arvokasta tietoa määrä seurannasta, joka tällöin käsitellään työmaaorganisaation kanssa seurantapalaverissa. Seurantapalaverin avulla työmaan johto käsittelee toteutuneita kuluja, arvioi mahdollisia riskejä, muutoksia ja tavoittelee ennustusta työmaan lopputuloksesta. Hankesuoritusten raportoinnissa voi hyödyntää erilaisia analysointitekniikoita, jonka avulla voidaan selvittää

hankkeen hetkistä kustannus- ja aikataulutilannetta tavoiteltavaan tilanteeseen verrattaessa. [4, s.146.] Analysoinnin avulla konkreettisia mitattavia määriä, voidaan verrata arvoituihin määriin.

Raportointia toteutetaan hankkeilla myös erilaisissa projektikokouksissa, joiden tukena toimivat urakoitsijan laatimat projektiraportit. Urakoitsijan laatimat raportit käsittelevät työmaan yleistilannetta, aikataulua, laatutilannetta, poikkeamia ja laskutustilannetta. Projektikokouksia moititaan usein tehottomuudesta. Kokousten tehokkuus määräytyy pitkälti tarvittavan kokousvälin ja kokoukselle tarkoitettujen asioiden käsittelyn osalta. Kokousten tarvetta voidaan aina puntaroida tarpeen mukaan. Kokouksen järjestäminen voi olla ajanhukkaa, jos ratkaisua vaativa ongelma olisi ratkaistavissa yhden tai kahden henkilön välisellä kommunikoinnilla. [6, s.294.] Urakoitsijan kannalta tehokasta on laatia kattavat raportit mahdollisista ongelmatilanteesta missä selviävät oleelliset lähtötiedot ongelman osalta. Täten ongelmanratkaisuun ei kohdistu ajallista työtä lähtötiedon selvittämiseen, vaan aika kohdistuu tällöin itse ongelmanratkaisuun.

2.7.1 Projektin muutosten hallinta

Rakennusprojektien johtamisen valvonta on pääsääntöisesti poikkeamien johtamista. Poikkeamat mitä projektilla tulevat ovat ongelmallisia, jotka edellyttävät päätöksiä ja korjaustoimenpiteitä. [6 s.288.] Ongelmatilanteiden hallinta vaatii työmaan organisaatiolta nopeita ja oikeita päätöksiä. Muutokset muokkaavat työmaalle laskettuja kokonaismääriä. Kun toteutusvaiheen alkuvaiheessa kokonaismäärät on laskennallisesti selvitetty, johtuvat kokonaismäärien muutokset usein suunnitelmamuutoksista. Suunnitelmien muutokset johtavat muutos- ja lisätöihin, joiden kustannuksia on tärkeä tarkkailla laskutuksen oikeellisuuden määrittämisen osalta.

2.7.2 Lisä- ja muutostyöt

Lisätyö on urakoitsijan suoritus, joka ei urakkasopimuksen mukaan kuulu hänen velvollisuudellensa suorittaa [5, § 46]. Muutostyö kohdistuu yleensä suunnitel-

mamuutokseen, jolloin urakoitsijan suoritus muuttuu urakkasopimuksessa määrityistä töistä. Lisä- ja muutostöiden määrälaskenta ja hinnoittelu toteutuvat samalla tavalla kuin varsinaisen urakan suoritelaskenta. Urakoitsijan on laadittava tarkka ja varsin hyvin perusteltu erittely tarjoustaan varten, tällä tavalla tilaajan on helpompi hylätä tai hyväksyttävä tarjous. Työmaalla lisä- ja muutostöiden urakoitsijan tarjoustaan ei aina kyetä toteuttamaan tehokkaasti suunnitelmien ja asiakirjojen epäselvyyksien takia. Useimmiten tämä johtaa aikataulullisiin haasteisiin. Jouhevan lisä- ja muutostöiden käsittelyn varmistamiseksi, on hyvä sopia hankkeen tilaajan kanssa lisä- ja muutostöille käytännön toimenpiteet, kun tölle mahdollisia aiheita ilmenee työmaan edetessä. Aikatauluviiveiden minimoimiseksi on syytä toteuttaa YSE 1998:n mukainen kirjallinen tilaus työstä, jolloin lisä- ja muutostöiden käsittely jälkikäteen olisi mahdollisimman jouhevaa. [5, § 43, § 46.]

2.7.3 Aikataulu

Aikataulu ja työmaan kustannukset kulkevat hankkeen aikana yhdessä. Mitä pidemmälle hankkeessa edetään, sitä suuremmat ovat oletettavasti toteutuneet kokonaiskustannukset. Urakan aikataululliset tavoitteet määritetään yleensä tilaajan toimesta urakkaohjelmassa ja -sopimuksessa. Kun urakoitsija on voittanut tarjouskilpailun, alkaa urakoitsijan oma yleisaikataulun luonti. Yleisaikataulun avulla määritellään koko työmaan suunniteltu työnkulku ja siihen varattu aika. Alustavalla yleisaikataululla voidaan tarkistaa miten urakkaan sisältyvät työt sopivat tilaajan määrittämään rakennusaikaan. [9.]

Hankkeiden aikataululliseen tavoitteeseen voidaan vaikuttaa monella tavalla. Tehtäväkokonaisuuksien kokonaiskesto voidaan hallinnoida resurssimuutoksilla tai erilaisilla teknisillä työtapamenetelmien muutoksilla. Selkeällä työvaiheiden osittelulla, eli jaetaan työmaan tehtävät osakohteisiin ja valitaan tehokkain mahdollinen toteutusjärjestely luovat hyvät lähtökohdat aikataulun muodostamiseen.

Maanrakentamisen toteuttaminen on hyvin pitkälti aina olosuhteista riippuvaista, joiden vaikutuksia tulisi aina painottaa hankkeen aikataulua tarkastellessa. Kallion sijainti, maaperän routiminen, maanalaiset rakenteet ovat pieni osa esimerkeistä mitkä vaikuttavat käytännön aikatauluun rakentamisen aikana. Kaupunkialueella toteutettavissa hankkeissa haasteina esiintyvät tuntemattomat rakenteet lisäävät välttämättömästi kustannuksia hankkeelle. Useimmiten myös kaivuussa havaitut tuntemattomat rakenteet haittaavat suunnitelmien mukaista rakentamista, joka vaikuttaa myös selvästi suunniteltuun työaikatauluun.

3 Kustannusten hallinta ja ohjaus

Rakennusprojektit ovat itsenäisesti johdettuja taloudellisia hankkeita. Jokaisella rakennusyrityksen hankkeella on omat taloudelliset tavoitteet, joiden tuottava toteutuminen tukee linjaorganisaation strategisia tavoitteita ja tulostavoitteita. Tuloksellinen lopputulos vaatii hankkeiden toiminnanohjausta. Rakennusyrityksissä tuotantovaiheen ohjauksella on merkittävä osa tuloksellista lopputulosta, sillä työmaalta yrityksen tulos loppujen lopuksi tulee. Siksi jokaisen, joka toimii hankkeen työnjohdossa, tulisi sisäistää projektinhallinnan kokonaiskuva ja mihin sillä pyritään.

3.1 Toiminnanohjaus

Infrahankkeiden tuotannon ohjaustarve aiheutuu yleensä kolmesta tekijästä: liian pieni tai suuri työsaavutus, suunnitelmien vastaisesti toteutettu massasiirto tai poikkeama suunnitelmallisissa määrissä. [4 s.93.] Tuotannon ohjaustoimenpiteillä poikkeamien kustannukset ja aikataululliset vaikutukset pidetään budjetissa ja aikataulussa, heikentämättä tuotannon laatua, ympäristöystävällisyyttä ja työturvallisuutta. Ohjauksen suuntana on aina palautuminen alkuperäiseen toimintatapasuunnitelmaan. Jos alkuperäiseen palaaminen ei ole mahdollista, hanketta ohjataan pysymään budjetissa uudelleen suunnittelulla.

Ennen varsinaisia ohjaustoimenpiteitä, tuotannon poikkeamat tulee ennakoida (taulukko 6). Ohjaustarpeen ennakointi tapahtuu joko toteumatietojen tai työnjohdon tuntuman avulla. Ennakointia edellyttää se, että kohteesta on laadittuna

tarkka suunnitelma ja että toteumakeruu on suoritettu ajantasaisesti. Ennakoidut poikkeamat voidaan jaotella kolmeen ryhmään. Poikkeaman luonteesta riippuen ne varmasti, todennäköisesti tai mahdollisesti tarvitsevat ohjaustoimenpiteitä. Varmasti toimenpiteitä vaativat poikkeamat ovat liitännäisiä yleensä ongelmalliseen viestintään, virheellisiin suunnitelmiin tai epäonnistuneeseen työjohtoon. Näiden poikkeamien toistuminen aiheuttaa hankkeelle mitä todennäköisemmin kustannusvaikutuksia, jolloin tämä ongelma vaatii toimenpiteitä. Todennäköisesti ja mahdollisesti tarvitsee toimenpiteitä ovat poikkeamia, jotka liittyvät olosuhteisiin tai tuotantopoikkeamiin, joiden ei pitäisi toistua, mutta näitä pidetään tarkkailussa [4, s.94–95.] Seuraavassa taulukossa on havainnollistava esimerkki missä työsaavutuksiin liittyvissä poikkeamissa on tehty ennakoivaa tarkistuslistaa ennen toimenpiteiden aloitusta.

Taulukko 6. Ohjaustoimenpiteiden ennakointi. V: Varmasti vaatii ohjausta, T: Todennäköisesti vaatii ohjausta, M: Mahdollisesti vaatii ohjausta. [4.]

Poikkeama	Aiheuttaja	Ohjaus- tarve	Tarkistetaan ennen toimenpidettä
Työsaavutus	Väärät koneet	V	
	Työmaan olosuhteet	V	Korjaa työskentelyolosuhteet
	Työnjohto	V	Laiska vai ammattitaidoton?
	Väärä määrä kuljetuskalustoa	T	Tuleva resurssitarve, muuttuuko ajo-matka sopivaksi?
	Vaikeat olosuhteet	T	
	Kuljettajat	T	Syy kuljettajissa vai työnjohdossa?
	Sää	M	Työn vuodenaika?
	Konerikot	M	Huonoa tuuria vai systemaattista?
	Toimitusongelmat	M	Kertaluontoista vai systemaattista?
	Aloitusergelmat	M	Toiminnanohjauksen toimivuus?
	Liian nopea	M	Haittaako tulevia tehtäviä?

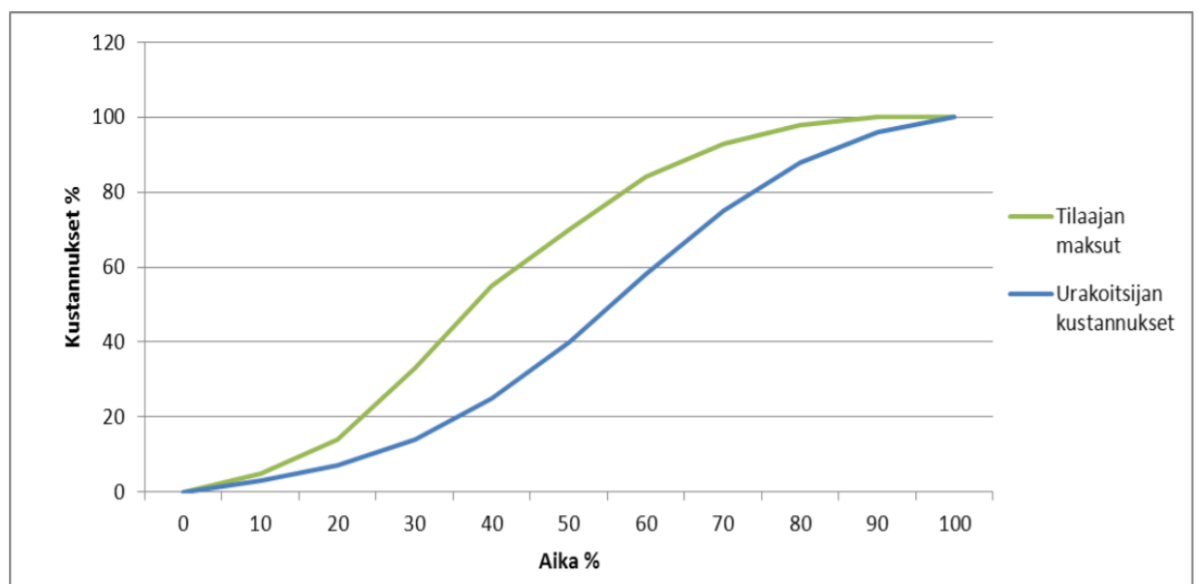
Tuotantopoikkeamien ohjauksen tukena toimivat mitattavat toteumatiedot. Kerätyllä tiedolla saadaan verrattua toteutunutta suunniteltuun. Kun poikkeama havaitaan, tarvitsee sille selvittää syy ja mahdollinen ohjaustarve (taulukko 7). Taulukon avulla voidaan tarkastella poikkeaman aiheuttaja ja sille osoitettu ohjaustoimenpide.

Taulukko 7. Ohjaustoimenpiteidenmalleja. [4.]

Poikkeama	Aiheuttaja	Ohjaustoimenpide
Työsaavutus	Väärät koneet	Sisäinen uudelleenjärjestely
	Työmaan olosuhteet	Korjataan työmaatiet
	Työnjohto	Vaihdetaan AU:n työnjohto
	Väärä määrä kuljetuskalustoa	Sisäinen uudelleenjärjestely
	Vaikeat olosuhteet	Tarkistetaan aikataulu olosuhteiden mukaiseksi
	Kuljettajat	Varmistetaan palkanmaksu/uusia kuljettajia
	Sää	Tarkistetaan aikataulu olosuhteiden mukaiseksi
	Konerikot	Riittävästi varakoneita/parempaa huoltoa
	Toimitusongelmat	Vaihdetaan toimittajaa/kasvatetaan varastoja
	Aloitusergelmat	Tarjotaan apua työsuunnitteluun tehtävän alussa
	Liian nopea	Suunnitellaan AU:n kanssa aikataulu uudelleen

3.2 Budjetti

Kohteelle laadittu budjetti tai rakennusosalalla tuttavallisempi nimitys tavoitearvio toimii hankkeen hankinnoille ja tehtäville osoitettuina kokonaiskustannuksina. Budjetin laadinnassa on ajatuksena se, että jokaiselle tehtävälle ja hankintakokonaisuudella on oma budjettinsa. Budjetin laadinta aloitetaan hankintakokonaisuuksien osalta jo tarjouslaskennan aikana, mutta tarkemmat kokonaisuudet määrittävät hankkeen aloitusvaiheessa. Hankkeen budjetti on sidonnainen työmaan aikatauluun. Aikataulun avulla voidaan suunnitella, miten kustannuksien jakautuminen eri ajanjaksoille voidaan toteuttaa tehokkaasti. Työmaan budjetin havainnollistuksessa voidaan käyttää niin sanottua S-käyrää. S-käyrän avulla voidaan helposti valvoa toteutuneita kuluja, sekä verrata toteutunutta määrää suunniteltuun (kuva 2).



Kuva 2. Esimerkki työmaan budjetoidusta tuloista eli tilaajan maksuposti ja urakoitsijan kustannuksista. [2, s.39]

Budjetoinnin suunnitelmallisuudella tavoitellaan tulojen ja menojen tasapainoa koko hankkeen aikana. Rakennusyrityksen tulot, tulevat rakennustyön tilaajalta maksuerinä ja menot rakennusyrityksen rakentamiseen käytettyjä kustannuksia. Tulojen toteutuminen vaatii tilaaja ja urakoitsija sopijapuolien yhdessä laatimaa maksuerätaulukkoa. Maksuerätaulukon mukaisesta työstä maksetaan rakentamisessa toteutuneiden suoritusten mukaisesti.

3.3 Työnohjaus ja suunnittelu

Työmaan työnohjaus koostuu kahdesta tekijästä, työnsuunnittelusta ja toteutuksen valvonnasta. Työvaihekohtainen työn suunnittelu on työn taloudellisen ja teknisen suorittamisen kannalta tärkeää. Kun työn resurssit ovat tiedossa, vaatii työ parhaimman mahdollisen suunnitelman työnsuoritukseen laadukkaasti, budjetin ja aikataulun rajoissa. Parasta mahdollista suunnitelmaa varten on kartoitettava myös työlle ominaiset ja potentiaaliset riskit, jonka avulla tehtävästä vastuussa oleva työnjohtaja kiinnittää huomiota myös potentiaalisiin riskitekijöihin ja niiden seurauksiin.

Töiden työsaavutusten seuraamisen osalta on tärkeää ymmärtää, että eri resurssit vaativat omanlaista valvontaa ja ohjausta. Työnjohdon tehtävänä on seurata työsaavutuksia ja määrittää resursseja tarvittaessa uudestaan, jos työsaavutukset eivät kohtaa tavoitteiden kanssa. Panosten ohjaus on työmaan johdon kannalta tärkein ohjattavissa oleva asia. Taloudelliselta näkökulmalta, työmaan tulos on aktiivisen työnohjauksen lopputulosta. Työvaiheiden valvonta toteutetaan tahdistavan tai tahdistavien resurssien avulla. Tahdistavia töitä voidaan valvoa perinteisellä aikajana-aikataulun avulla, kuten taas isot maaleikkaukset ja penkereiden toteutukset seurataan todellisten kuutioiden ja tonnien avulla. [4, s.118.]

3.4 Tarkkailulaskenta

Työkohteen tavoitearvion saavuttaminen vaatii kustannusvalvontaa. Kustannusvalvonta aloitetaan jo ennen tehtävien ja hankintojen toimeenpanoa. Vaikka tavoitebudjetti toimii hankkeen perustana, on se kuitenkin vain kustannuslaskijan visio työn toteuttamiselle. Työvaihekohtaisesti laadittu tavoitebudjetti kertoo paljon yksityiskohtaisemmin, miten työvaiheiden kustannukset muodostuvat. Työvaihekohtaisesti suunnitellussa tavoitebudjetissa työn sisältö on tarkemmin selvitettynä, joka edesauttaa tarkemmille resurssihankinnoille. Tarkemmat resurssihankinnat taas edesauttavat työvaiheen suunnittelua ja toteutumista koko työ-

maan kustannus- ja aikataulutavoitteiden mukaisesti. Työvaihekohtaisen tavoitebudjetin laadinnan peruseriaatteena on toimenpiteen, työtehtävän tai hankintakaupan tavoitteenmukaisuus selvitetään ennen aktiivista

Vaikka tavoitebudjetti olisi kuinka tarkasti tehty, haasteita tavoitearvion toteutukseksi tekee se, että toteutuneet kustannukset eroavat tavoitearviosta. Tällä tavoin tarkkailulaskennan avulla voidaan havaita ja korjata poikkeamat. Tarkkailulaskenta tavoittelee budjetin tai sen alle toteutunutta työmaata. Tarkkailulaskennan tukena on työmaan määrä seuranta, jonka avulla työmaan toteutuneet määrät ja kustannukset verrataan budjettiin. Toteutuneiden määrien avulla voidaan myös ennustaa työvaiheen tai koko työmaan lopulliset kustannukset.

Työnaikaisesti toteutettu kustannusvalvontaa toteutetaan tuotannonarvonlaskelmalla, minkä avulla yhdistetään työtehtävien ajallinen edistyminen, tuottavuuden ja taloudellisen valvonnan kokonaisuudeksi (taulukko 8). Tuotannonarvonlaskelma perustuu työpanosten laskentaan ja todellisten tuotannossa syntyvien määrien tarkkailuun. Tuotannonarvonlaskelmalla kerätään työvaihekohtaisesti työlle muodostuneet työtunnit ja kustannukset, jonka avulla saadaan määritettyä valmiusaste. [2, s.40.]

Taulukko 8. Tuotannonarvonlaskelman kaavat. [2, s.43–44.]

Tulos	Yks.	Kaava	Selite
Valmiusaste (VA)	[%]	$\frac{\text{Toteutunut määrä}}{\text{Kokonaismäärä}}$	Tekninen tai taloudellinen
Tuotannon arvo (TA)	[h]	VA [%] x tavoite (TAV) [h]	TAV = tehtävään suunnitellut tunnit yhteensä
Tehtävän edistyminen	[h]	TA [h] - AMT [h]	AMT = Aikataulun mukaiset tunnit. Saadaan selville, ollaanko aikataulussa
Tuottavuus	[h]	TA [h] - TOT [h]	TOT = toteutuneet tunnit. Saadaan selville, ollaanko suunnitellussa työmenekissä

3.5 Epävarmuuksien hallinta

Riskit ovat epävarmoja mahdollisia tapahtumia, jotka aiheuttavat projektin suorituskykyyn usein negatiivisia vaikutuksia. Epävarmuus voidaan kuvailla projekti-johtamisen ajatusmaailmassa tuntemattomaksi todennäköisyydeksi negatiiviselle tapahtumalle. Rakennushankkeilla epävarmuutta voi lisätä esimerkkinä liian tiukasti laskettu budjetti. Tällöin on epävarmaa, saadaanko hanke toteutettua budjetin rajoissa.

Usein epävarmuudet ovat yllätyksellisiä tai monimutkaisia. Epävarmuudet voi olla vaikea ennustaa tai hallita, koska ne usein ovat myös meistä riippumattomia tekijöitä. Työmaan epävarmuuden ehkäisemiseksi tulisi tuntea epävarmuuden syyt ja seuraus. Rakennusprojektilla on usein mahdoton käydä jokaista epävarmuutta läpi, koska niitä on aivan liikaa. Rajalliset budjetit, aikataulut, resurssit vaativat koko ajan enemmän ja enemmän suoritusta projektinhallinnassa, jolloin epävarmuuksien ennustamiselle ei jää aikaa niin paljon. Epävarmuutta ehkäisee tarkka työsuunnittelu, mutta tutkimusten mukaan se ei ole välttämättömyys. Suunnittelemattomat haasteet toteutuvat silloin kun on tehtävä nopea valinta hankkeella, joka vaatisi tietoa päätöksen mahdollisesta prosessista ja lopputuloksesta, joka olisi tällöin positiivinen tai negatiivinen. [10, s.74.]

4 Valmiusaste infrahankkeella

Yrityksen sisäisen suorituskyvyn tärkeimmät osa-alueet ovat tehokkuus, tuottavuus ja taloudellisuus. Työmaiden taloudellinen kannattavuus perustuu työmaiden tuottavuuteen. Tuottavuuden mittaamisen taustalla on aina tarve saada informaatiota tutkittavan yksikön toiminnan tehokkuudesta. Rakennusalan projekteilla valmistuminen ja siihen liittyvä valmiusaste tuottaa projektin eri vaiheiden tai koko projektiin liittyvää tietoa, jonka avulla määritetään, kuinka lähellä lopputulosta ollaan. Valmiusasteen avulla työmaalla korostetaan mitattavien tekijöiden arvoa, selkiinnytetään tavoitteita ja ohjataan tekemään oikeita asioita työmaan tuloksellisen valmistumisen osalta. [11, s.17, 27, 58.]

4.1 Taloudellinen valmiusaste

Valmiusasteen seuraaminen toteutetaan yleisimmin teknisesti ja taloudellisesti. Tekninen valmiusaste pohjautuu määräpainotettuun seurantaan, jossa laskettua työn kokonaismäärää verrataan toteutuneisiin määriin. Teknillinen valmiusaste seuraa täten töiden edistymistä määräpainotteisesti. Taloudellinen valmiusaste kertoo taas työmaan laskennalliseen budjettiin perustuvaa valmiutta, eli kuinka paljon työmaalle on vielä varattuna rahaa ja kuinka paljon kustannuksia on toteutunut työvaiheille. Taloudellinen valmiusaste seuraa siis maksuperusteisia yksiköitä.

Taloudellisesta projektin valmiusasteesta kertovat toteutuneet työhön liittyvät kustannukset. Työmaan kustannusvalvonnassa hyödynnetään toteutuneita kustannuksia vertailemalla niitä suunniteltuihin kustannuksiin. Taloudellinen valmiusaste todetaan kuvan kaksi mukaisesti.

$$\text{Tal. Valmiusaste \%} = \frac{\text{Tarkkailuhetken toteutuneet kustannukset}}{\text{Suunnitellut kokonaiskustannukset}} \times 100$$

Kuva 2. Taloudellisen valmiusasteen määrittäminen. [7, s.28.]

Toteutuneet työkustannukset kertovat toteutuneesta työmäärästä, ei projektin teknisestä valmiudesta. Vaikka toteutuneet kustannukset ovat todella tärkeitä tietoja ja ne kertovat projektin taloudellisesta tilanteesta, on niistä haastavampi seurata todellisia toteutuneita työsuorituksia projektin valmistumisen kannalta. Olisi siis tärkeää taloudellisen ja teknisen valmiusasteen määrittämisen osalta, että työkustannusten lisäksi mitattaviin määriin kuuluisi myös määräpainotteisia kokonaismääriä, jolloin työsaavutuksia voidaan tarkkailla.

Lähtökohtaisesti teknistä ja taloudellista valmiutta verrataan aina tarjousvaiheessa määritettyihin kokonaismääriin, jolloin urakan kokonaishinta on määritetty näillä määrillä. Kuitenkin hankkeiden edetessä on mahdollista, että laskentavaiheessa määritettyjä määriä joudutaan korjaamaan todenmukaiseksi. Tässä vaiheessa systemaattinen valmiusasteen seuranta tuo erittäin tärkeää tietoa urakoitsijalle, jotta lasketut määrät toteutuvat niin kuin on suunniteltu tehtäväksi.

Vaikka valmiusaste jaotellaan tekniseen ja taloudelliseen valmiuteen, kulkevat ne kuitenkin yhdessä koko projektin ajan. Teknillinen valmiusaste muodostaa tavalla taikka toisella aina kuluja, jotka sitten kerääntyvät taloudelliseen valmiusasteeseen. Kulujen ja töiden toteuman seuranta ovat siis aina suhteessa toisiinsa. Tavoiteltava määränpää olisi se, että taloudellinen valmiusaste kulkisi samalla valmiudella teknisen valmiuden kanssa projektille asetettujen rajojen sisällä, jolloin projekti kulkee yrityksen tarjousvaiheessa määritettyä suunniteltua päämäärää kohti.

4.2 Tekninen valmiusaste

Projektin valmiusaste perustuu toteutuneisiin määriin, jotka verrataan kokonaismäärään. Kokonaismäärät voivat olla tunteja (h), tonneja (t), kuutioita (m³), neliöitä (m²) tai muuta mitattavissa yksiköissä olevia määriä, jonka avulla työmaan tehtäville on resurssit määritetty. Teknistä valmiutta voidaan seurata isollakin hankkeella koko hankkeen sijasta tietyn paaluvälin mukaan (taulukko 9), jolloin tietyn esimerkiksi haastavan työalueen valmiutta voidaan seurata reaaliaikaisesti. Tekninen valmiusaste tarvitsee määrittämisen osalta aina konkreettisia toteutuneita määriä. Projektin tekniset osa-alueet voidaan eritellä taulukkomaiseksi laskentakaavioksi, jonka avulla voidaan määrittää työtehtävien ajalliselta ja taloudelliselta kannalta tärkeää tietoa tuotannonohjauksen tueksi.

Taulukko 9. Esimerkki teknisen valmiusasteen seurannan taulukosta.

Plv 0-150 seurannan yhteenveto		Tek. Valmius
1613	<i>Maaleikkaus, sis kuljetus</i>	25,0 %
1632	<i>Ponttiseinän asennus</i>	40,0 %
2112	<i>Suodatinkangas</i>	22,0 %
3130	<i>Vesijohdot</i>	8,0 %

Teknisen valmiusasteen avulla, voidaan tarkkailla työmaan teknisten vaiheiden valmiusastetta koko hankkeen aikana. Tekninen valmiusaste sisältää kaiken konkreettisen työn ja siitä muodostuvat mitattavat määrät, jonka avulla työmaan kokonaisvalmius muodostuu. Valmiuden seuranta muodostuu yksiköistä, tietty

vaihe vaatii tietyn määrän yksikköjä valmiin lopputuloksen syntymiseen. Usein valmiille lopputulokselle on määritetty tietty kokonaismäärä. Esimerkkinä jos työmaalle asennetaan kokonaisuudessaan 200 metriä jätevesiviemäriä ja asennusta on suoritettu 100 metriä, voidaan todeta teknisen valmiuden olevan 50 % tässä työvaiheessa. Tällöin kun eri työvaiheiden valmiusasteet ovat määritettyinä, saadaan koko projektin tekninen valmiusaste määritettyä.

Työvaiheen tekninen valmiusaste muodostuu eri resursseista. Työmaan kokonaistaloudelliselta näkökulmalta tarkasteltuna pelkkien työvaiheiden teknisen valmiusasteen tarkastelu antaa karkean kuvan taloudellisesta kokonaisuudesta. Työvaiheita avatessa työhön sisältyy paljon eri resursseja, joita voidaan erotella tekniseen valmiusasteeseen. Vaikka työvaiheet olisivat kokonaisuudessaan suunnitellulla valmiusasteella, voi työvaiheen resursseihin lasketut yksiköt kuitenkin ylittymässä. Jos työmaalle on määritetty tietty määrä konetyöhön varattuja tunteja ja tuntimäärät ovat suunnitellulla tasolla, voi konetyön tuntihinta olla teoriassa määritettyyn liian korkea. Tämä johtaa tilanteeseen, että taloudellinen valmius korkeampi kuin teknillinen. Tämän pitäisi aina herättää hälytyskelloja työmaalla, koska silloin huomataan, etteivät työhön varattu budjetti riitä.

Valmiusasteen määrittämisen avulla työnsuunnittelu aikataulujen ja kustannuksien osalta yksinkertaistuu. Konkreettisten määrien seuranta ja niiden kustannusten toteutuminen, antavat työnjohdolle selkeän kokonaisvaltaisen tiedon hankkeen nykytilanteesta. Kun kaikki saadaan mitattua konkreettisesti taulukoksi, voidaan epäkohtiin varautua ennakoivasti. Jos työmaalla todetaan, että teknisen valmiusasteen tulisi olla 80 %, mutta kentällä tilanne vastaa 30 % voidaan todeta, että työvaiheelle määritetyt määrät ovat ylittymässä.

4.3 Valmiusasteen määrittäminen

Työsuoritteiden johdosta syntyneiden määrien avulla saadaan laadittua tarkkaa toteumatiedon keräystä, jonka avulla teknistä valmiutta voidaan arvioida kokonaismääriin. Toteutuneet määrät kuvaavat työn edistymää (kuva 3). Työsuoritteiden tarkka seuranta voidaan toteuttaa työhön soveltuvilla mittayksiköllä.

$$\text{Tek. Valmiusaste \%} = \frac{\text{Toteutunut rakennusosien edistymä}}{\text{Suunniteltu rakennusosien kokonaisedistymä}} \times 100$$

Kuva 3. Teknisen valmiusasteen määrittäminen. [7, s.28.]

Teknisen valmiuden määrittäminen vaatii kuitenkin työnjohdolta tarkkaa tietoa toteutuneista määristä ja siitä mitä kentällä tapahtuu. Toteutuneisiin kustannuksiin perustuva teknisen valmiusasteen määrittäminen vaatii aina tueksi tietoa kentältä. Jos teknisen valmiuden määrittää täysin toteutuneiden kulujen osalta, on aina olemassa riski, että tieto ei pidä paikkaansa. Mitä tarkempia toteutuneita määriä kuten työtunteja, toteutuneita kiviaines tonneja tai pilaristabiloinnin metrimääriä saadaan tiedoksi, sitä hyödyllisempää valmiusasteen määrittäminen on. Projektikohtaisesti voidaan määrittää ne tehtävät mitkä vaativat seuranta tuottavan projektin toteutumiseksi. Jos työtehtävä on esimerkiksi kustannuksiltaan 20 % koko työmaan budjetista, vaatii tehtävän määrät tarkkailua, tehtävän taloudellisen merkittävyyden takia.

Saatavilla oleva kenttätieto ja kulutieto olisi syytä aina verrata keskenään. Usein työn laskutus voi tulla myöhässä, jolloin reaaliaikainen vertailu työsuoritteisiin voi olla haastavaa. Työsuoritteesta riippuen on kuitenkin työnjohdon tehtävänä seurata päivittäistä toteumaa kentällä ja puuttuvien tietojen täsmentäminen tapahtuu kululaskujen, toteumamittausten ja mittapöytäkirjojen avulla. Esimerkkinä maansiirtoauton kuljettamien kuormien tiedot perustuvat kuljettajan täyttämisiin lomakkeisiin. [4, s.97.]

Valmiusasteen määrittämisen tuloksena luodaan työvaihekohtainen valmiusaste raportti. Kun todelliset määrät on kerätty ja muunnettu oikeaan yksikköön, voidaan määräpoikkeamia havaita helposti raportista. Määräpoikkeamat otetaan huomioon seuraavan työvaiheen massatalouden hallinnassa, jonka avulla varmistetaan, että todellinen kuva hankkeen lopullisista määristä on havaittavissa.

4.3.1 Erän tehtävät

Kaikkia työmaan töitä ei aina mitata yksityiskohtaisilla mittayksiköillä. Toisinaan yrityksen tuotannonohjauksessa voidaan käyttää eräkohtaisia tehtäviä, jotka voivat olla esimerkiksi yhteiskustannuksiin liittyviä tehtäviä tai yksittäisiä työkuksannuksia, joita tapahtuu työmaalla harvemmin, kuten koneiden siirrot. Erällä mitattavat tehtävät voivat myös olla kustannuksiltaan niin pieniä, että niiden tekninen ja taloudellinen vaikutus työmaan kokonaisvalmiuteen on todella pieni.

Eräkohtaisia tehtäviä voidaan käyttää myös erilaisissa hankintakokonaisuuksissa. Jos esimerkkinä urakka sisältää työkohteen opastinjärjestelmien hankinnan ja asennuksen, voidaan opastinjärjestelmien hankinta määrittää eräkohtaisesti. Tällöin erää kohden ei huomioida opastinjärjestelmien asennukseen käytettäviä resursseja vaan ne huomioidaan erikseen, esimerkiksi kone- ja miestöissä. Eräkohtaisille hankinnoille on haastavampi luoda teknistä valmiutta, verrattuna perinteiseen määräpainotettuun seurantaan. Usein pieniä erän tehtäviä voidaankin määrittää yksinkertaisesti vain tehtynä tai ei tehtynä tehtävänä.

Eräkohtaiset tehtävät eivät luo niin tarkkaa seurantaa työmäärästä. Tarpeen mukaan, erän tehtävät olisi syytä aina pilkkoa tarkempaan työmäärään, kuten kuutioihin, tonneihin tai tunteihin aina kun on mahdollista. Erään muodostuva hinta, on aina toteutunut jostain yksityiskohtaisemmasta laskelmasta. Esimerkkinä työmaatoimistojen kulut ovat pitkälti aikasidonnaisia työmaan keston kanssa, jolloin näiden kustannuksia voidaan tarkkailla kuukausierinä, jonka erä voi sisältää toimistojen vuokran, sähkön, veden ja lämmityksen. Kulujen tarkkailu eräkohtaisesti perustuu käyttö- ja yhteiskustannuksissa aikasidonnaisiin määriin. Tällöin kun havaitaan että hankkeen toteuttamiseen määritetty aikatavoite ylittyy, tulee käyttö- ja yhteiskustannuksille laadittua budjettia korjata. [4, s.113.]

4.3.2 Mittadata

Kun työvaihe valmistuu, tarvitsee siitä ottaa tarkemittaukset ja toteumamittaukset, sillä mittaukset ovat osa työmaan laatu- ja kustannushallintaa. Valmiusasteen määrittämisen osalta mittadata tuo yksityiskohtaista tietoa työvaiheen toteutuneesta laajuudesta. Laadunvarmistamisen lisäksi, mittadatan avulla saadaan luotua parannettua tiedon siirtoa hankkeilla. Puutteellinen tiedon siirto on yksi suurimmista syistä hankkeiden toteutuneiden rakenteiden tiedon ja materiaalimenekkien hukkien syntymiseen. [12.]

Infra-alalla mittausten toteuttaminen on kehittynyt merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana koneohjauksen yleistymisen myötä. Mittausten avulla todennetaan rakennusosan toteutus suunnitelmien mukaisesti. Mittadatan avulla voidaan todentaa myös rakennusosan toteutuneet määrät, kun toteutunutta mittadataa verrataan toteutusmalliin. Toteumamittaukset kertovat varsin hyvin työmaan kokonaisvalmiudesta teknisellä osa-alueella. Hankkeet ovat siirtymässä enemmän tietomallipohjaiseksi. Esimerkkinä Väylävirasto on sitoutunut tietomallintamiseen heidän hankkeillaan. [12.]

Toteumamittausten tulosten avulla voidaan yksinkertaisilla pinta-ala ja kuutio laskelmilla määrittää toteutuneita määriä työmaan massaseurannan taulukoihin. Kuitenkin tämä vaatii työmaan johdolta aktiivista analysointia ja mittamieheltä mittadatan päivittäistä käsittelyä työmaalla. Koneohjaus on helpottanut toteumamittausten suorittamista tehokkaammin, jolloin mittamiehen ei tarvitse olla aina työmaalla paikalla. Mittausten vastuun siirtyminen koneen kuljettajille lisää kuitenkin vastuuta työmaan oikeaoppisesta perehdyttämisestä. Mittausten suorittaminen täytyy toteuttaa niille osoitetuilla vaatimuksilla ja ohjeilla, jotta aineistoa voi luovuttaa eteenpäin.

4.3.3 Datastrategia

Dataa hyödynnetään koko ajan enemmän yritystoiminnassa. Datasta ja datan systemaattisesta hallinnasta on tullut merkittävä osa liiketoiminnan tuottavuus-

den kannalta. Autodeskin laatimassa kyselyssä alle puolet suomalaisista rakennusyhtiöistä hyödyntää projektidataa. Kyselyn perusteella ongelmana koettiin, että rakennusprojektit tuottavat paljon dataa, mutta saatavilla oleva tieto ei tavoita niitä, jotka niistä voisivat hyötyä projekteillaan. Projekteissa syntyvälle datalle tarvitaan käytön hyödyntämisen osalta systemaattinen toimintamalli datahallinnalle.

Kun systemaattiset rakenteet on luotu, on datan sisältö laadukkaampaa, tieto on oikea-aikaisemmin saatavilla, jolloin tieto toimii yrityksen päätöksenteossa tukena. Ennen datan keräystä tulisi määrittää tavat, miten data kerätään, miten se dokumentoidaan ja miten se raportoidaan eteenpäin. Datan keräystä varten voidaan hyödyntää monia erilaisia sovelluksia ja on yrityskohtaista, halutaanko sellaisia hyödyntää. Tärkeintä kuitenkin on se, että data kerätään, sitä hyödynnetään ja sille on laadittu strategia, jolla toimitaan. [13, 14.]

Toiminnan kehittämisen kannalta dataa tarvitaan sieltä missä tulokseen vaikutaan eniten, eli työmailta. Seuraava taulukko (taulukko 10) esittää rakennus-alalla havaitut yleisimmät tietovaatimukset.

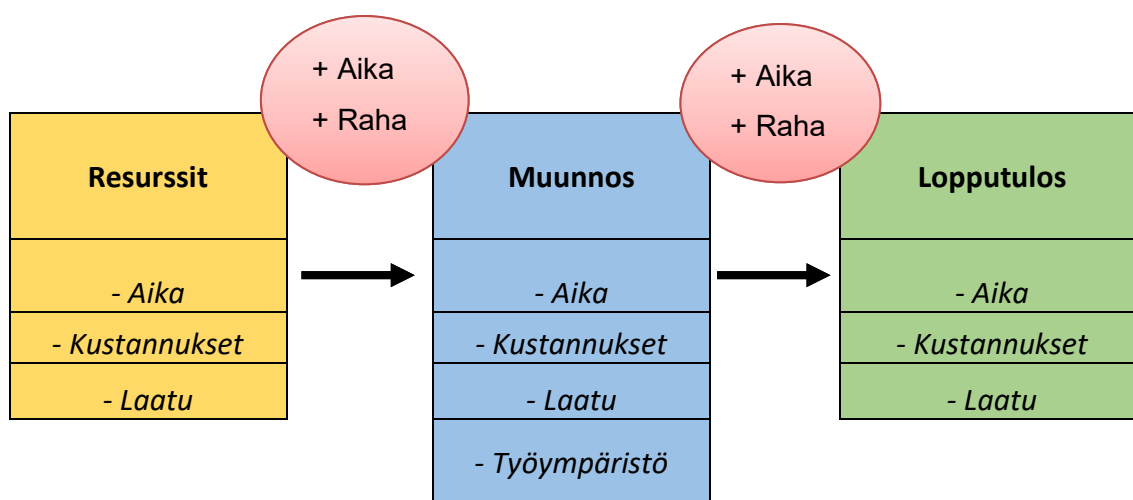
Taulukko 10. Rakennusalan yleisimmät tietovaatimukset. [15.]

Projektinhallinta	- Projektin aikataulu, tekninen ja taloudellinen valmiusaste. projektin poikkeamat, projektin budjetti, työaikataulut, resurssien hallinta.
Taloudenhallinta	- Materiaalin ja työn hinnat, tulevat kustannukset, projektin taloudellisen lopputuloksen ennustaminen, projektien kassavirta analyysi.
Työturvallisuus	- Turvallisuushavainnot, MVR-mittaukset, työtaturmat, sairauspoissaolot
Työmaan kenttätoiminnot	- Tuleeko työmaalla seisokkitunteja? Mikä on työsaavutus päivässä?

Yllä olevasta taulukosta voidaan havaita, että kaikki nämä osa-alueet liittyvät eri tavoilla koko projektin valmiusasteen määrittämiseen. Todellisen valmiusasteen määrittämisessä tarvitaan konkreettisia mitta-, kulu-, toteuma- ja poikkeamatietoja. Valmiusasteeseen vaikuttavat merkittävästi myös erilaiset muutokset resurssien osalta, kuten sairauspoissaolot. Konkreettisen datan dokumentointi ja raportointi vaativat systemaattisia toimintatapoja, joiden avulla projektien organisaatio luo tarvittavaa dataa, jonka avulla kehittämistä voidaan projekti kerrallaan toteuttaa.

4.4 Tuottavuus

Tuottavuus kertoo yrityksen reaali-prosessin suorituskykyä, jossa tuotantopanokset muuttuvat tuotannon tuloksiksi [11, s.9]. Tuottavuus on kuitenkin vanha käsite, joka voidaan tulkita eritavoilla riippuen organisaatiosta ja asiayhteydestä. Rakennusalalla tuottavuudella tarkoitetaan kuitenkin enimmäkseen prosessissa syntyvien hyödykkeiden ja panoksien suhdetta (kuva 4). Konkreettisesti tämä voidaan ajatella niin että hyödykkeet ovat tuotteita ja panokset fyysisiä resursseja. Jotta tuottavuus kehittyisi, tulisi koko prosessissa syntyvän suhteen tuottaa enemmän tai paremmin tuotteita samoilla resursseilla. [16, s.41.]



Kuva 4. Malli tuotantoprosessin muodostumisesta. [17, s.12.]

Rakennusprojektissa urakoitsijan toimintatapasuunnitelman ja aikataulun tuottavuuden avaintekijänä ovat työmaan resurssit. Työmaan resurssien tuottavuus toimii tavoitteiden saavuttamisen päätekijänä. [18, s.307]. Prosessin muunnosvaiheessa eri resursseja käytetään ja voidaan luoda erilaisia osaprosesseja,

jotka muodostuvat lopputuloksessa valmiiksi projektiksi. Työmaan näkökulmasta tuottavuus mielletään usein suunniteltujen aikataulujen ja tuotantokustannusten hallinnoimiseksi. Tällä tavalla työmaan sisäinen tehokkuus eli kuinka tehokkaasti resurssit luovat tuotannon lopputuloksia, kehittävät tuottavuutta yksittäisellä projektilla. Kun yksittäisten työsuoritteiden tuottavuutta halutaan mitata, käytetään työntuottavuuden kaavaa (kuva 5). [17, 19.]

$$\text{Työntuottavuus} = \frac{\text{Tuotos}}{\text{Työpanokset}}$$

Kuva 5. Työntuottavuuden kaava. [19, s.9.]

4.5 Dokumentointi

Rakentamisessa koko hankkeen elinkaaren mittava dokumentointi liittyy vahvasti rakentamisen laatuun. Dokumenttien avulla useimmiten todistetaan rakentamisen laadukas lopputulos. Dokumentointia voidaan hyödyntää myös johtamisen tukena. Dokumentoinnin avulla voidaan minimoida virheet ja tuoda esiin hyvin suoritettuja osa-alueita. Dokumentoinnin systemaattisuudessa on kuitenkin kehitettävää. VTT:n tutkimuksessa selviää, että rakennusalan yritykset toivoisivat selkeämpää viranomaisohjeistusta rakentamisen dokumentointiin. [20, s.17–21.] Suoritettujen töiden dokumentointiin ei ole laadittu selkeää standardia. Infra-alalla rakentamisenlaatua ohjaavat InfraRYL, joka asettaa vaatimukset työn laadulle ja laatumittauksiin, mutta ei laadun dokumentointiin.

Useimmiten urakoitsijalle asetetut dokumentointivaatimukset tulevat hankkeen tilaajan osapuolilta. Urakkaohjelma ja -sopimus osoittavat usein ne rakentamisessa syntyvät lopputuotteet ja niille osoitetut dokumentointitavat, jotka tilaaja haluaa ennen urakan luovutusta. Usein dokumentointiin liittyvät kriteerit liittyvät hankkeen luovutusaineiston kokoamista varten, jolloin tätä lajittelua myös hyödynnetään työn aikaisten dokumenttien laadinnassa. Työmaapäälliköt ovat usein tietoisia tiettyjen tilaaja osapuolten vaatimista dokumenteista työvaiheen luovutusta varten, kuten vaadittavista työvaihekohtaisista laatumittauksista ja niille osoitetuista vaatimuksista. Usein nämä menetelmät ovat kuitenkin tiettyjen

yksilöiden käyttämiä, omalla tavalla lajiteltuja sisäisiä dokumentoinnin menetelmiä. Tämän kaltaisessa dokumentoinnin menetelmässä ongelmana on se, ettei läpinäkyvyyttä toteudu yrityksen tai projektin muille osapuolille.

Tilaaajaorganisaatiolle välittyvä päivittäinen tieto toteutuu usein työmaapäiväkirjojen avulla. YSE 1998 pykälän 75 mukaan urakoitsijan on pidettävä työmaalla päiväkirjaa, johon työtä koskevat tiedot ja tapahtumat kirjataan ylös päivittäin. Työmaapäiväkirja toimii lähinnä ulkoisessa raportoinnissa, jossa kirjataan maksuja, poikkeamia, tietoa, jolla erimielisyyksissä voidaan todeta asiat oikeaksi. Työmaapäiväkirjan hyödyntämistä voi kuitenkin käyttää yrityksen sisäisessä dokumentoinnissa varsin tehokkaasti. Huolellisesti täytetty päiväkirja toimii hyvänä tiedonlähteenä, kun esimerkiksi tarvitaan tietoa töiden suorituskyvyn mittaamiseen liittyvissä tiedoissa. [21, s.37.]

Projektien aikana syntyville dokumenteille on laadittava toimintaohje. Riippuen yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä, dokumentit voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan:

- Projektin hallinnolliset dokumentit
- Projektin tulokseen liittyvät tekniset dokumentit

[6, s.312.]

Rakennusprojekteja suorittaessa tulisi hankkeen tuloksiin liittyville dokumenteille oltava selkeät sisäiset dokumentointi kriteerit. Urakoitsijan näkökulmasta hankkeen elinkaari toteutuu seuraaviin vaiheisiin: Laskentavaihe, valmisteluvaihe, rakentamisvaihe, luovutusvaihe ja takuuvaihe. Kun yrityksen toimintatapaan kiinnitetään tietty dokumenttien lajittelutapa, on epätodennäköisempää, että dokumentit ovat kadoksissa. Kun hankkeen kaikki dokumentit ovat lajiteltuna systemaattisesti, on esimerkiksi takuuaikana helppo löytää ne tarvittavat aineistot mitä tarvitsee. Rakennusaikana valmiusastetta tarkastellessa on tärkeää hallinnoida dokumentit oikein ja ajallaan. Kun tietyt systemaattiset toimintatavat ovat hallinnassa, saadaan valmiusastetta hyödynnettyä projektinhallinnan tukena. Jos valmiusasteen dokumentointia toteutetaan epäsäännöllisesti,

luo se työmaan tekniselle ja taloudelliselle valmiudelle epävarmuuksia hankkeen lopputuloksesta ja tavoitteista.

5 Työkalu valmiusasteen seurantaan

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Terrawise Oy halusi tämän työn avulla kehittää omien projektiansa valmiusasteen seurantaa taloudellisesti ja teknisesti. Tämä työ käsittelee lähinnä teknisen valmiusasteen seurantaa ja tavoitteena oli, että tekniselle valmiudelle saataisiin selkeä systemaattinen seurantapohja. Työmailla ei varsinaisesti ole ollut yhtä yksittäistä työkalua määrien seurantaan, vaan jokaisella työmaalla on käytetty työmaapäällikön tai työnjohtajan laatimia seurantaan tarkoitettuja Excel-taulukoita, jotka yleensä kulkevat työmaapäällikön mukana hankkeelta toiselle. Tämä yleensä johti tilanteeseen, että Excel-dokumentit olivat varsin projektikohtaisia ja varsin erilaisia jokaisella projektilla. Dokumentit sisältävät paljon tietoa, jonka konkreettisen lajittelun ja koostamisen on toteuttanut yksittäinen henkilö. Tällöin kun henkilöstö vaihtuu tai taulukointia haluaa hyödyntää toisella projektilla, vaatii se reilusti ylimääräistä työtä ja kaavojen uudelleen järjestämistä.

Tekninen valmiusaste perustuu kyseisessä yrityksessä yleensä työmaan töiden silmämääräiselle tarkkailun pohjalle ja taloudellinen valmius toteutuneisiin laskeuihin. Näiden tarkasteluiden dokumentoinnissa on ollut vaihtelevuutta työmaa kohtaisesti. Teknisestä valmiudesta ei konkreettista dokumentoitavaa dataa ole ollut saatavilla tai raportoituna hankkeilla, ainakaan hyvin yksinkertaisessa muodossa. Opinnäytetyön avulla oli tarkoitus etsiä niitä tehokkaita dokumentoinnin ja seurannan toimintatapoja, joita työkalun ominaisuuksiin toivotaan yrityksen toiminnassa. Työkalun avulla tavoiteltiin yksittäistä selkeää tiedon käsittelyn dokumenttia, minkä avulla siitä olisi helppo siirtyä systemaattiseen valmiusasteen tarkkailuun. Työn tavoitteena toteutetun työkalun ei ole tarkoitus olla lopullinen tuote yrityksen toimintatapajärjestelmään, vaan tarkoitus on jatkojalostaa tuote lopulliseksi omaksi ohjelmistoksi yritykselle.

5.1 Tutkimustyön prosessi

Opinnäytetyön aloituskokouksen jälkeen tutkimustyön ensimmäisenä toimenpiteenä aloitettiin konkreettisten määrä- ja kustannustietojen kerääminen Terra-Wisen käynnissä olevalta hankkeelta. Kohde oli kyseisen liiketoimintayksikön mittakaavalla merkittävän kokoinen kadunrakennus hanke, jossa merkittävänä tekijänä oli hankkeen tietomallipohjaisuus. Toteutuneita määrä- ja kustannustietoja oli työn aloittamisen aikaan hankkeen kokoon nähden vähän, sillä hanke oli ollut käynnissä vasta muutaman kuukauden ajan. Tämä oli kuitenkin etu työkalun laadinnan osalta, koska tällöin kuukausittaisen seurantamenetelmän etuja pystyttiin tarkastelemaan ja tarvittaessa kehittämään.

Saatavilla olleilla määrä- ja kustannustiedoilla aloitettiin laatimaan taulukkorakennetta Excelille. Taulukkorakenne aseteltiin kolmeen eri osa-alueeseen: työvaihekohtaiset välilehdet, määräpainotettujen työvaiheiden seurannat ja yhteenvedo välilehti. Näiden kolmen osa-alueen on tarkoitus luoda yleispiirteinen katsaus koko työmaan tekniseen valmiusasteeseen. Alla olevassa kuvassa (kuva 6) on esimerkkinä pilaristabiloinnin kokonaismetrimäärät, työlle osoitettu yksikköhinta per metri ja yksikköhinnan perusteella muodostuvat kokonaiskustannukset.

Kokonaismäärä	Yksikköhinta	Kokonaiskustannukset
50 000 mtr	8,15 €	407 500,00 €

Kuva 6. Stabilointityön työvaihekohtaisen suunnitelman mukainen yksikköhinta ja kokonaismäärä.

Kun toteutuneet ja laskennassa määritetyt määrät saatiin sijoitettua työvaihekohtaisesti, aloitettiin taulukkorakenteen ominaisuuksien selvittäminen. Työmaalla toteutettujen haastatteluiden perusteella taulukointiin haluttiin luoda teknillistä ja taloudellista ennustamista varten tukevat osa-alueet. Toteutuneiden määrien seuraamisen lisäksi hyödylliseksi nähtiin kuukausitasoinen määrien ja

kustannusten suunnittelu, joka toimisi rajaavana tekijänä kuukausitason budjetia laadittaessa. Suunniteltu yksikköhinta mukailee työmaan taloudellisia ja määrällisiä tavoitteita. Alla olevat taulukot kertovat kiviainesten ostoille suunnitelluista ja toteutuneista tonni määrästä (tn), jotka pohjautuvat laskentavaiheessa saatuun ennakkotarjoukseen. [12.]

Taulukko 11. Esimerkki suunnitelluista määristä ja hinnoista.

Suunniteltu tn/kk	Suunniteltu tn/kk, kumulatiivinen	Suunniteltu yksikköhinta	Suunnitellut kustannukset
			20 000,00 €
368	368	6,00 €	2 208,00 €
368	736	6,00 €	4 416,00 €
368	1104	6,00 €	6 624,00 €
736	1840	6,00 €	11 040,00 €
736	2576	6,00 €	15 456,00 €

Tuotannon ohjauksen tueksi ei riitä ainoastaan suunniteltu yksikköhinta, tueksi vaaditaan tietoa toteutuneesta (taulukko 11). Toteutunut yksikköhinta (taulukko 12) määritellään työvaiheelle muodostuneista kuukausittaisista kokonaiskustannuksista, joka jaetaan toteutuneilla määräyksiköillä.

Taulukko 12. Esimerkki toteutuneista määristä ja hinnoista.

Toteutunut tn/kk	Toteutunut tn/kk kumul	Yksikköhinta	Toteutuneet kok. kustannus
			20 000,00 €
160	160	6,15 €	984,00 €
480	640	6,26 €	4 006,40 €
640	1280	7,00 €	8 960,00 €
942	2222	6,90 €	15 331,80 €
1840	4062	5,80 €	23 559,60 €

Yllä olevista taulukoista (taulukko 12) voidaan havaita kuinka toteutunut määrin lisäys vaikuttaa yksikköhintaan ja kokonaiskustannuksiin. Toteutunut yksik-

köhinta on määritelty työvaiheelle panoshintojen avulla, jotka selvitetään työvaiheelle kohdistetuista kululaskuista tai resurssien hintojen keskiarvosta. Toteutuneet määrät selviävät kululaskujen mittapöytäkirjoista tai mittadatasta, joiden avulla myös kokonaiskustannukset työlle voidaan määrittää.

Suurinta osaa hankinnoista ei tutkimuksen aikana oltu vielä työmaalla tehty, jolloin työn edetessä hankinnoille laadittiin omat työvaihekohtaiset välilehdet seurantaan varten. Kun lopulta hankinta tehtiin, oli työvaiheelle ja hankinnalle määritetty yksityiskohtaisempi kokonaismäärä ja yksikköhinta.

Ajatuksena oli kyseistä työtä lähestyä työmaan näkökulmasta. Tutkimuksen aikana koettiin tarpeelliseksi, että työnjohdolle päivittäiseen tarpeeseen vaadittavaa tietoa tarvitaan työvaihekohtaisilla välilehdillä, jotka sisältävät tietoa työvaiheen kokonais-, osamääristä ja toteutuneista ja suunnitelluista kustannuksista. On kuitenkin työnjohdon tehtävänä seurata näitä määriä ja puuttua epäkohtiin, kun niitä ilmenee. Valmiusasteen seuranta koettiin varsinkin tärkeänä osana yrityksen kilpailukykyä parantamista ja työkalusta nähtiin suuri etu tulevien ja käynnissä olevien hankkeiden projektin hallinnan osalta. Valmiusasteen määrittämistä varten määrien seuranta ja dokumentointi kumulatiivisesti oli yksi tärkeimmistä asioista mihin työmaalla haluttiin kiinnittää huomiota.

5.2 Yleistä tietoa työkalusta

Opinnäytetyön aikana laaditulla työkalulla tavoiteltiin selkeää systemaattista määrä seurantaa ja selkeää kulujen tarkkailuun tarkoitettua dokumentointi pohjaa. Kun tavoitellaan selkeitä helposti luettavia analyysijä määristä, on taulukkorakenteen oltava mahdollisimman minimalistisesti toteutettu. Minimalistisella rakenteella ainoastaan kaikki oleellinen tieto mitä tarvitaan, on saatavilla. Opinnäytetyön osalta luotu työkalu rakennettiin Excelille. Yrityksen työmaanjohto käsittelee työmaan laadun- ja kustannuksenhallintaa yrityksessä lähtökohtaisesti Excelillä. Tällöin ohjelman helppokäyttöisyys ja selkeys olivat avainasemassa ohjelmiston valinnassa.

Tarjouslaskennan yhteydessä muodostuneet kokonaiskustannukset ja niille määritetyt kokonaismäärät eri töille toimivat valmiusasteen vertailun perustana. Tarjousvaiheessa muodostuneet kokonaiskustannukset erotellaan työkalulle työvaihekohtaisesti, johon määritetään myös laskennassa todetut kokonaistyömäärät. Hankekohtaisesti voidaan määrittää ne työt minkä teknistä ja taloudellista valmiutta halutaan seurata. Yrityksessä toteutettujen haastattelujen perusteella kriittisimmät seurattavat työt ovat konetyöhön ja massansiirtoon liittyviä töitä. Esimerkkinä konetyön tekninen seuranta perustuu toteutuneisiin tunteihin. Työkalussa käytetty tuntiseuranta kertoo pitkälti, miten paljon kyseistä panosta on käytetty työmaalla. Panosten toteutunut käyttö kertoo kuinka paljon työtä, voidaan vielä toteuttaa laskettuun määrään nähden.

Työkalussa voidaan käyttää eri työvaiheille sopivia yksikköjä, jonka avulla taulukkorakenne ei keskity vain yksittäisiin samoilla yksiköillä mitattaviin töihin. Yksikköinä voivat esimerkiksi toimia tunnit, metrit, kuutiot tai erät. On käyttäjistä kiinni, missä mitattavassa yksikössä halutaan asettaa määrät työkohtaisille väli-lehdille.

Työmaan päivittäinen seurannan dokumentointi on varsin resursseja kuluttavaa. Raportoinnin soveliaaksi aikaväliksi pilottikohteella todettiin noin kuukauden välein kohdistuva tarkastelu. Työvaihekohtaisesti voidaan kuukausittain asettaa tavoiteltavat määrät ja kustannukset, minkä rajoissa pyritään pysymään (taulukko 13). Kuukausittaiselle ennustukselle on toimeksiantaja yrityksessä olemassa oma ohjelmisto, joka toimii pitkälti taloudellisen lopputuloksen ennustavana työkaluna hankkeilla.

Ennustustyökalua hyödyntäen, teknisen valmiusasteen tarkkailun työkalussa määritettyä budjettia voidaan korjata litterakohtaisesti, kun havaitaan kustannusten menevän pitkäksi ja koetaan ettei määriä voida korjata budjettiin sopivaksi. Kuitenkin tällöin ongelmaksi voi muodostua se, ettei hankkeen ennustettuja määriä saada suhteutettua teknisen valmiusasteen kanssa.

Taulukko 13. Esimerkki nurmialueiden multausten suunnittelusta valmiusasteen taulukoinnista.

KK/Vuosi	Suunniteltu m ² /kk	Suunniteltu m ² /kk, kumulatiivinen	Suunniteltu yksikköhinta	Suunnitellut kustannukset	Suunniteltu kokonaismäärä (m ²)
			5,00 €	60 000,00 €	12 000
05/21	360	368		1 800,00 €	
06/21	360	728	5,00 €	3 600,00 €	
07/21	360	1088	5,00 €	5 400,00 €	
08/21	740	1828	5,00 €	9 100,00 €	
09/21	740	2568	5,00 €	12 800,00 €	
	Tek. Valmius =		Tal. Valmius =		
	21 %		21 %		

Taulukko 14. Esimerkki nurmialueiden multausten toteutuneesta valmiusasteen taulukoinnista.

KK/Vuosi	Toteutunut m ² /kk	Toteutunut m ² /kk kumul	Toteutunut Yksikköhinta	Toteutuneet kok. kustannus	Suunniteltu kokonaismäärä (m ²)
			5,17 €	60 000,00 €	12 000
05/21	400	400		2 068,00 €	
06/21	480	880	5,00 €	4 400,00 €	
07/21	428	1308	5,00 €	6 540,00 €	
08/21	750	2058	5,00 €	10 290,00 €	
09/21	751	2809	5,00 €	14 045,00 €	
	Tek. Valmius =		Tal. Valmius =		
	23 %		23 %		

Kyseiset kuvat osoittavat, kun toteutuneet määrät ylittyvät, miten määrien ylitys vaikuttaa budjetoituun työkustannuksiin ja suunniteltuihin kokonaismääriin (taulukko 14). Tällöin työmaalla tulisi reagoida, kun havaitaan taulukoissa tiettyjen panosten kustannusten tai määrien menevän yli lasketun määrän.

Vaikka konkreettisia määriä ei olla systemaattisesti seurattu aikaisemmilla toimeksiantajan projekteilla, on kuitenkin haastattelujen mukaan lisä- ja muutostyö aiheita ja niihin liittyvää määräseuranta dokumentoitu tehokkaasti. Tällöin tarkat tunti- ja määräseuranta raportoinnit toteutetaan tarkalla kädellä, koska laskutuksessa mittapöytäkirjojen määrät määrittävät todella pitkälle toteutettavaa lisätyön laskutusta tilaajalle. Konkreettiset määrät yleensä kirjataan ylös erilliseen lisätyötaulukointiin.

Tässä kyseisessä työkalussa ei käsitellä lisätöiden litterointia, mutta sitä voidaan myös hyödyntää lisätöiden määrittämisessä. Työkalun taulukoissa voidaan havaita lisätyön määriä, kun työvaihe on määrällisesti todettu 100 % valmiiksi, voidaan tästä ylimenevät määrät määrittellä mahdolliseen lisätyöhön. Suoraan työkalusta ei voida erottaa lisätyölle osoitettuja määriä, koska aina on mahdollisuus, että työn toteutuneet määrät ovat vain yksinkertaisesti ylittyneet arviointivirheen tai työvirheen takia. Tällöin työmaalla tulisi olla tieto selkeistä lisätyöhön lukeutuvista töistä, jotta määriä voitaisiin työkalusta kerätä. Lisätöiden havaitseminen taulukon avulla onnistuu, kun mitattava määrä kohdistuu tietyn rakenteen määriin ja kustannuksiin.

Erilliset panoskohtaiset taulukot eivät kuitenkaan kerro lisätöiden määrästä. Jos esimerkkinä konetyötä on toteutunut 100 tuntia suunnitellun yli, ei tätä ylittyvää määrää voida laskutettavaksi lisätyöksi määrittää, ellei työtunneille ole kohdistaa tiettyä lisä- tai muutostyön työtehtävää.

5.2.1 Yksikköhinta

Laskentavaiheen aikana töille on määritetty teoriassa yksikköhinta tai tuotanto hinta, jolloin suunniteltu hinta toimii töille tavoiteltavana kustannuksena työlle. On projektista ja työstä riippuvaista, kuinka kustannuksia haluaa teoriassa määrittää. Useimmiten konetyössä käytetään tuntiperusteista keskiarvollista hintaa, jossa kokonaistuntimäärä on karkea arvio työmaan kokonaistunneista konetyön osalta. [18, s. 234.]

Kuitenkin kun työkalun tarkoituksena on määrittää toteutunutta, tällöin kustannuksien ja teknisen valmiuden osalta tarvitaan tieto toteutuneesta hinnasta. Toteutunut yksikköhinta työkalussa kertoo työvaihekohtaiset kokonaiskustannukset mitattavalla aikavälillä. Toteutunutta ja suunniteltua yksikköhintaa voidaan verrata keskenään, jolloin tarvittavia muutoksia voidaan tehdä resurssien ja tahdistavien töiden suhteen. Toteutunut yksikkökustannus saadaan määritettyä mittausvälillä muodostuvien määrien ja kustannusten avulla tai yksikkökustannusten keskiarvon perusteella. On työmaa- ja käyttäjäkohtaista kuinka toteutuneen yksikköhinnan määrittää työvaihekohtaisesti. Esimerkkinä kun toteutetaan

ponttikaivantoa, voidaan muodostaa toteutunut yksikköhinta materiaalin ja siihen liittyvien työsuoritusten mukaisesti. Tällöin voidaan määrittää selkeästi ne tietyt kustannukset mitä työ kokonaisuudessaan vaatii, jolloin seurattavat määrät ja kulut menevät yhdellä ja samalla seurattavalla taulukkorakenteella. Vaihtoehtoisesti tämän hinnan määrittäminen voidaan tehdä eritellen materiaali ja työ, omille välilehdilleen. Tämä on täysin käyttäjäkohtainen valinta, kummalla tavalla seuranta toteutetaan.

Seurannan mittausväli perustuu kuukausittain mitattaviin määriin. Työkalua voidaan hyödyntää myös päivittäin seurattavana määräseurannan työkaluna, mutta konkreettisin tieto saadaan työkalulle kuukausittain toteutetulla seurannalla. Kuukausittainen mittausväli tuottaa tietoa paljon laajemmin määristä ja kustannuksista, jolloin valmiusasteen tarkkailulle saadaan paljon enemmän konkreettista tietoa.

Hankkeen toteutuneet määrät kerätään mittapöytäkirjoista, kulualaskuista ja toteutumamittauksista. Mitattavat määrät sijoitetaan työvaihekohtaiselle välilehdelle, jossa toteutunut yksikköhinta määrittää mitatulle määrälle toteutuneet kustannukset. Kun toteutuneet kustannukset ovat määritetty, voidaan tätä verrata suunniteltuun kuukausitason budjettiin mikä työhön oli varattuna. Vertailun avulla havaitaan syyt ja seuraukset miksi mahdollisia poikkeamia määrissä on. Toteutuneella yksikköhinnalla voidaan verrata yksikköhintoja keskenään ja toteuttaa muutoksia resurssivalintoihin, jos hinta vaikuttaa työmaan budjettiin nähdessä vääränlaiselta.

5.2.2 Taulukoinnin yhteenveto

Kaikkien työvaihekohtaisten seurantataulukoiden tieto kerääntyy yhteenvetona ensimmäiselle välilehdelle. Yhteenveto toimii koko työmaan yleiskuvan kertovana taulukkona. Yhteenveto ei kerro työvaiheiden määristä, vaan kertoo taloudellisen tai teknisen valmiuden tietynä prosenttilukuna. Yhteenvetoon avulla saadaan varsin hyvä yleiskuva työmaantilanteesta (taulukko 15). Edellytyksenä tietenkin on, että määrät ja kustannukset ovat määritetty ajan tasalle työvaihe-

kohtaisiin taulukkoihin. Kun työkalua tarkkailee työmaan organisaation ulkopuolinen henkilö, saa hän karkean käsityksen siitä millainen valmius työmaalla on teknisesti.

Taulukko 15. Työmaan tehtävien valmiusasteiden yhteenveto.

Vaihe	Valmiusasteet tehtävittäin:	Tekninen	Taloudellinen
1141	<i>Pintamaan poisto</i>	99,0 %	99,0 %
1321	<i>Paalutus</i>	88,0 %	88,0 %
1613	<i>Maaleikkaus, sis kuljetus + läjitys</i>	60,0 %	62,0 %
2112	<i>Suodatinkangas (työ + materiaali)</i>	42,0 %	43,0 %
2120	<i>Murskeostot</i>	40,0 %	40,0 %
2121	<i>Jakava kerros</i>	22,0 %	22,0 %
2130	<i>Kantavakerros</i>	0,0 %	0,0 %
2140	<i>Päälysteet</i>	0,0 %	0,0 %
2300	<i>Vihertyöt</i>	0,0 %	0,0 %
3201	<i>Kaiteet ja varusteet</i>	4,0 %	0,0 %
3210	<i>Opastinjärjestelmät sis merkinnät</i>	10,0 %	25,0 %
3300	<i>Valaistus ja kaapeliputkitukset</i>	70,0 %	75,0 %
6000	<i>Konetyöt</i>	65,0 %	67,0 %
6010	<i>Miestyöt</i>	55,0 %	54,0 %
6100	<i>Muut hankinnat</i>	25,0 %	25,0 %
	<i>Yhteiskustannukset</i>	60,0 %	60,0 %

Yhteenveto välilehden tueksi on laadittu urakkakohtainen määräpainotettu seuranta taulukko (kuva 7). Määräpainotetulla taulukolla verrataan ainoastaan työmaan maksuerätaulukon mukaisten työvaiheiden toteutuneita määriä kokonaisu-määriin. Taulukossa ei kiinnitetä huomiota suoraan työvaiheiden taloudelliseen näkökulmaan, vaan taulukko kertoo jokaisen maksuerätaulukon mukaisen työvaiheen. Taulukko toimii lähtökohtaisesti työmaajohdon seurannassa, eli jos halutaan tietää, mikä on konkreettinen valmiusaste esimerkiksi rumpujen asennuksessa, voidaan taulukosta saada selville se prosenttimääräinen tieto valmiudesta. Seuranta taulukko eroaa muista valmiusasteen seurannan taulukoista siten, että se painottuu ainoastaan työmaan maksuerätaulukkojen mukaiseen valmiusasteeseen, jonka avulla työstä voidaan todeta valmiusaste tilaajaorganisaatiolle ja laskuttaa tehdystä työstä. Taulukko ei muihin taulukkoihin verrattuna

ota kantaa laskentavaiheen tai korjatun budjetin mukaisiin määriin, vaan toimii enimmäkseen ulkoisen raportoinnin apuvälineenä.

Vaihe	Nimike	Kok.määrä	Yksikkö
2121	Jakava kerros	18639	m3rtr

Valmistunut	Jäljellä	Yksikkö	Tek. Valm %
2400	16239	m3rtr	12,9 %

Kuva 7. Esimerkki määräpainotetusta seurantataulukosta.

5.3 Työkalun testivaihe

Heti ensimmäisten luonnosversioiden valmistuttua, työkalua koekäytettiin eräällä kohdeyrityksen työmaalla. Seurantapohjaa täytettiin seurantapalaverien yhteydessä, jolloin konkreettisia määriä ja hintoja saatiin työkalun pohjalle luotua. Etuna työkalun testivaiheessa oli se, että konkreettista koekäyttöä pääsi tekemään tuoreesti alkaneella hankkeella, jolloin toteutuneita määriä oli helppo kerätä työkalulle talteen. Hankkeen työmaanjohto oli kerännyt erittäin kattavasti erilaisia työsaavutuksia ja määriä erilaisille seuranta pohjille, jolloin tietojen siirtäminen koekäyttöä varten oli helppoa.

Työkalulla havaittiin noin puolessa välin kehitystyötä ongelmaksi visuaalisen näkymän puute. Erilaiset määrä ja kustannus diagrammit osoittautuivat toiveeksi työmaanjohton puolelta, jota ei alkuun työkalussa ollut saatavilla. Taulukointiin tarvittiin siis kumulatiivista määrä ja kustannusseuranta kuvaavat diagrammit. Monelle voi olla vaikeaa hahmottaa määrällistä informaatiota pelkkien numeroiden perusteella, jolloin diagrammien avulla informaation visualisointi voi avata sen katsojalle paremmin tietoa. Merkittävien kulujen visuaalisella tarkastelulla, saadaan paljon konkreettisempi käsitys miksi ja miten jokin kulu on ylittynyt ja miten siihen voidaan varautua tulevaisuuden kannalta.

Pilottihankkeella todettujen tehtävien seuranta kiinnittyy työmaan kriittisiin tehtäviin. Raportointi ja dokumentointi valmiusasteen osalta ei-kriittisillä tehtävillä kuormittaa työmaajohdon resursseja huomattavan paljon. Tämä ei tarkoita sitä, että tehtäviä ei tarkkailtaisi, mutta niiden raportointi seurannan työkaluille olisi liian kuormittavaa. Työkalulla haettiin niitä pilottihankkeen tehtäviä, jotka merkittävästi vaikuttavat hankkeen valmiuteen ja taloudelliseen lopputulokseen. On projektinjohdon tehtävänä määrittää ne tehtävät, jotka vaativat tarkkailua.

Varsinainen testityö jatkuu tämän opinnäytetyön jälkeen. Tarkoituksena on pilotoida työkalua toimeksiantajan työmaalla loppuun asti, jolloin konkreettiset tiedot seurannan osalta saadaan koko projektin elinkaaren ajalta analysoitua taulukoon. Tällä hetkellä työmaan töistä alle puolet seurattavista töistä ovat alkaneet, jolloin monessa teknisen ja taloudellisen seurannan solussa on valmiutena 0 %.

5.4 Hyödyt ja haasteet

Työkalu toimii määräseurantaa tukevana työkaluna. Määräseurantaa toteuttaessa systemaattisesti, saadaan yhdenmukaistamaan yrityksessä tiettyjen osalueiden toimintatapoja. Haastateltaessa opinnäytetyön ohjaajaa, kyseinen systemaattinen toimintatapa on yksi kohdeyrityksen kehittämiskohteista tulevaisuuden kannalta. Rakennusala ja varsinkin infra-ala on varsin kilpailtua toimintaa. Verrattuna asuntorakentamiseen katteet ovat pienempiä, hankkeet nopeampoisia, rakentamiseen liittyviä kolmansia osapuolia on paljon ja laatukriteerit tiukkoja. Kilpailuetuna systemaattinen seurannan mittaus yrityksen toimintatapana edesauttaa yrityksen kilpailukykyä markkinoilla.

Systemaattiset tuottavuutta lisäävät toimintatavat ovat projektien johtamiseen erittäin tärkeitä elementtejä. Edistymisen seuranta ja jäljellä olevat työmäärä ovat tärkeitä tietoja projektin onnistuneelle lopputulokselle. Tielaitoksen selvityksessä REA-menetelmästä, painotetaan työpakettien reaaliaikaisesta valvonnasta. Menetelmän testauksessa todettiin, että reaaliaikainen valvonta määristä ja kustannuksista, edesauttaa reaaliaikaiseen dokumentointiin töiden edistymi-

sestä ja kustannusten toteutumisesta. [7, s.46.] Dokumentoinnin avulla saadaan luotua konkreettista tietoa, siitä millaisella valmiusasteella mennään työmäärien ja kustannusten kanssa työmaalla.

Haastavuutta tämänlaisissa uusissa toimintamenettelyissä on. Uusien toimintatapojen käyttöönotto voi olla joillekin vaikeaa, kun tiettyjä toimintatapoja on käytänyt kauan. Projektikohtaiset yksittäisten henkilöiden laatimat seuranta dokumentit, toimivat lähinnä yksittäisten henkilöiden käytössä. Jokaisella projektilla on omat yksiköt ja työkohteet, joiden tarkkailua he toteuttavat omalla parhaalla mahdollisella tavallaan. Yksittäisen systemaattisen taulukoinnin rakentamisessa haasteena tulevat vastaan juuri projektien ainutlaatuisuudet. Tällöin olisi hankkeen valmisteluvaiheessa tehtävänä rakentaa seurantapohja juuri kyseisen hankkeen ominaisuuksia vastaavaksi. Tällöin seurantapohjan mitattavat yksiköt, määrät ja ennustetut hinnat voidaan luoda taulukkoon, antamaan suuntaa työmaan johdolle.

Ongelmana havaittiin myös poikkeamat taloudellisen valmiusasteen määrässä, verrattuna työmaan taloudellisen lopputuloksen ennustamiseen. Yrityksen käytössä olevalla taloudellisen lopputuloksen ennustamiseen tarkoitetulla seurantapohjalla töiden kuluissa huomioidaan jaksotetut ja ennustetut toteutuneet kustannukset. Opinnäytetyön työkalu ei huomioi näitä jaksotuksia, jolloin työkalu määrittää taloudellisen valmiuden ainoastaan toteutuneen yksikköhinnan perusteella. Ongelmalle ei todettu kriittistä ratkaisutarvetta, sillä opinnäytetyönä laadittu työkalu perustuu enimmäkseen teknisen valmiuden määrittämiseen työnjohdon näkökulmasta. Taloudellista valmiutta määritetään tarkemmin yrityksen omalla seurantapohjalla, joka tällöin kertoo yksityiskohtaisemmin työmaan ennustetun budjetin ja jäljellä olevat kustannukset.

Vesa Könönen kirjoitti diplomityössään suorituskyvyn parantamisesta infraalalla. Työssään hän mainitsee että, yhteisten toimintatapojen omaksumisella seurannan mittauksilla osalta, voidaan saavuttaa etuja, joissa yrityksen sisäinen suorituskyky paranee varsinkin ajankäytön myötä. Tästä toteamuksesta mainitsee myös Eero Kukkola blogikirjoituksessaan muutosjohtamisesta, jossa hän

mainitsee, että systemaattisen seurannan puuttuminen johtaa strategian ja tarvittavien muutosten puutteeseen. [21, s.89.] [22.] Tämä on täysin totta, sillä työmaalla toteuttamaton seuranta lisää epätietoisuutta hankkeen nykytilasta ja tulevasta. Systemaattisuus edellyttää kuitenkin toimintatapojen iskostamista yrityksen menettelyihin jokapäiväisessä toiminnassa. Systemaattisella toiminnanohjausjärjestelmällä saadaan aikaan tietty menettely, tietyssä hankkeen tilanteessa. Toimintatapojen kehittämällä voidaan tarkoittaa tässä yhteydessä, kohdennetun tiedon siirron kehittämistä. Kun tieto on saatavilla kaikilla hankkeen osapuolilla, siirtyy tieto myös sujuvammin yrityksen johdolle päin.

Työkalulle kerätyt toteumatiedot perustuivat enimmäkseen työmaan työnjohdon keräämään dataan, jota he saivat mittapöytäkirjoista, työtapatarkkailusta ja osittain mitta-aineistosta. Työkalun laadinnan aikana todettiin tehokkaimmaksi toteumatietojen keräämisen tavaksi, koneautomaation tukemana toteutettu toteumatiedon keräys. Koneautomaation avulla toteumatiedon keräys onnistuu, kun seurattava littera painottuu työvaiheen valmistumiseen liittyviin mitattaviin määriin, kuten maaleikkauksien laajuuteen. Ongelmana tässä ilmeni se, ettei koneautomaation datalle ole projekteilla yksittäisiä urakoitsijan omaa projekti-pankkia, vaan tiedostot kulkevat lähinnä mittamiehen kautta sähköpostitse työmaan johdolle. Prosessina tämä aikaa vievää ja usein vaatii paljon yksittäisten tiedostojen laatimista ja koostamista, ennen kuin toteutunut määrä saadaan seurantataulukoille.

5.4.1 Palaute

Toimeksiantajan mukaan opinnäytetyön aikana laadittu työkalu tulee tarpeeseen kyseiselle liiketoimintayksikölle. Haastatteluiden perusteella projektien määrä seurannan toteuttamisessa on ollut reilua vaihtelevuutta projektikohtaisesti. Ensisijaisesti määrä seurannan dokumentointia on toteutettu omilla henkilökohtaisilla Excel-dokumenteilla. Projekteille toivottiin nimenomaan systemaattisia toimintatapoja, joita voidaan mukauttaa projektikohtaisesti käynnissä oleville ja tuleville hankkeille.

Määräseurannan tehostamisessa on paljon kehitettävää eri toimintatapojen osalta, jolloin kyseinen työkalu tulee yrityksen projektien tarpeeseen sopivaksi. Seurantatyökalun etuina koettiin selkeä toteutuneiden työmäärien sekä toteutuneiden kustannusten taulukoinnit. Työmaan näkökulmasta koettiin työkalussa tarpeelliseksi taulukoiden helppolukuisuus litterakohtaisesti, jonka avulla pystytään ennakoimaan ylimeneviin kustannuksiin mahdollisimman pian. Visuaalisesti työkalu nähtiin yksiselitteiseksi, missä voitiin selvästi erottaa suunnitellut ja toteutuneet määrät ja toteuttaa niiden vertailua.

Vaikka työkalu tuleekin tarpeeseen toimeksiantajalle, tarvitsee sitä kehittää vielä ennen vakituista käyttöönottoa projekteilla. Valmiusasteen seurantaan tarvittavia määriä, tulisi edelleen kerätä johonkin projektipankin tai omanlaisen litterointitaulukon omaavaan ohjelmistoon. Työkalulle päivittäistä keräämistä varten tulisi luoda erilliset seurantataulukot määräpainotteiselle tiedolle. Näiden seurantataulukoiden yhteensovittamista tulisi hahmottaa tulevaisuudessa työkalun kehitystyön jatkuessa.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia infratyömaiden teknisen valmiusasteen seurannan merkitystä työmaiden projektinhallinnan kokonaisuuteen. Tekniseen valmiusasteeseen sisältyy paljon tietoa työmaan sisällöstä, jota pitää jollain tavalla hallinnoida. Tekninen valmiusaste sisältää paljon määräpainotteista tietoa hankkeiden sisällöstä, jolloin tehokkaalle tiedon dokumentoinnille ja prosessoinnille tulee laatia projektikohtaisesti parhaat menetelmät. Tällä opinnäytetyöllä pyrittiin tehostamaan valmiusasteen seurantaan liittyvää määräpainotteista prosessia toimeksiantajayrityksessä.

Tutkimustyön alussa perehdyttiin infra-alan määräseurannan ja kustannuslaskennan teoriaan, jonka kautta konkreettiset toimintamenettelyt tapahtuvat työmaalla. Työmaa toteuttaa usein kustannuksiin perustuvat päätökset laskentavaiheeseen pohjautuvilla tiedoilla. Kustannukset ja määrät ovat usein sekoittuneet projekteilla yhdeksi valtavaksi periaatteessa kustannuksiin kohdistuvaksi

kokonaisuudeksi, jota on ollut todella vaikea valvoa ja ohjata määräpainotteisesti. Työllä pyrittiin erottamaan -määrät ja kustannustekijät erilliseksi, kuitenkin toisistaan tavallaan riippuvaiseksi paketiksi, jonka valvontaa voidaan toteuttaa uusilla kehitetyillä toimintatavoilla.

Työssä perehdyttiin erilaisten tuottavaan projektinhallintaan painottuvien kirjallisuuslähteiden ja aikaisempien tutkimustöiden avulla. Lähteiden avulla pyrittiin löytämään infraprojektin tuottavuuteen pyrkiviä osa-alueita, joita voidaan hyödyntää toimeksiantajan yrityksessä. Suoraan infra-alan projektinhallintaan liittyviä lähteitä oli opinnäytetyön laadinnan aikana vähän, jolloin asiaa lähestyttiin myös rakentamisen eri osa-alueiden ja tuotantotalouden alan eri näkökulmista.

Työn lähtötilanteessa olivat yrityksessä käytettävät toimintatavat rutinoituneet lähinnä työmaakohtaisten mukaisille menettelyille. Jokaisella työmaalla toimittiin omalla tavallaan projektien seuraamisen ja hallinnoinnin osalta. Yrityksen toiminnassa kyseisellä liiketoimintayksiköllä ollaan muutoksen äärellä, jolloin uusia toimintamalleja pyritään tuomaan vanhojen rutiinien tilalle. Tämä opinnäytetyö toimii tämän muutoksen tukena.

Työn alussa asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin. Yrityksen yksikön toimintatapoihin saatiin luotua heidän toivomansa alustava työkalu teknisen valmiusasteen seurantaan. Yrityksen liiketoimintayksikkö aikoo kehittää jatkossa työkalua omien tarpeidensa mukaan, jolloin siitä todennäköisesti saadaan yksi kiinteä osa yrityksen toimintatapajärjestelmää.

Tutkimuksen pohjalta kyseinen liiketoimintayksikkö voi hyödyntää erilaisia tehokkaita valmiusasteen seurantaan pyrkiviä menetelmiä omilla projekteillaan, jolloin toiminnan tehokkuutta voidaan kehittää myös jatkossa. Infra-ala on tällä hetkellä kokonaisvaltaisesti muutoksen kynnyksellä.

Digitalisaatio on luonut alan yrityksille uusia tehokkaiksi koettuja projektinhallinnan menetelmiä, joka on lisännyt kilpailua alalla. Lisääntynyt kilpailu on tiukentanut projektien budjetteja, jolloin tuotantovaiheen määrä- ja kustannushallinta

astuu isoon rooliin onnistuneen lopputuloksen osalta. Työmaalla on oltava selkeä ja luotettava tieto siitä missä työmaalla todellisuudessa mennään. Sitä varten tarvitaan tieto määrästä, jonka avulla voidaan havaita missä tilanteessa työmaa on valmistumiseen nähden.

Lähteet

- 1 Lohilahti, Oona 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa - onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti.fi. <<https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>>. Luettu 2.2.2022
- 2 Lindholm, Mika 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.
- 3 Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö, määrämittausohje. Rakennustie Oy. Luettu 10.2.2022.
- 4 Lindholm, Mika & Junnonen, Juha-Matti 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.
- 5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. <<http://dev.hel.fi/paatokset/media/att/a1/a167044235ba34e5f28c6a60879e9caa074e26d6.pdf>>. Luettu 14.1.2022.
- 6 Pelin, Risto 2020. Projektihallinnan käsikirja. 8. uudistettu painos. Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.
- 7 Tielaitos 11/1992. REA-menetelmä, työsuunnittelu- ja valvontamenettely. <<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/138410/3601tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Luettu 20.1.2022.
- 8 Lehto, Eero 2020. Rakentamisen tuottavuus, raportteja 41. Rakennusliitto, Palkansaajien Tutkimuslaitos. <<https://labore.fi/wp-content/uploads/2020/05/Raportteja41.pdf>>. Luettu 15.2.2022.
- 9 Tanskanen, Annikki 2020. Tuotannon suunnittelun perusteet, Luento 2. https://moodle.karelia.fi/pluginfile.php/349003/mod_resource/content/0/Luento%202.pdf. Luettu 1.2.2022.
- 10 Perminova-Harikoski, Olga & Wikström, Kim & Gustafsson, Magnus 2008. Defining Uncertainty in Projects – A New Perspective. International Journal of Project Management. Tutkimusraportti. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786307001263>. Luettu 26.2.2022.
- 11 Rantanen, Harri & Holtari, Jami 1999. Yrityksen suorituskuvun analysointi. Tutkimusraportti <https://docplayer.fi/1578427-Yrityksen-suorituskyvyn-analysointi.html>. Luettu 15.2.2022.

- 12 Väylävirasto, Mikä on tietomalli? <https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli->. Luettu 3.3.2022.
- 13 TietoEVRY 2021. Datastrategian perusteet. Artikkel. <https://www.kauppa-lehti.fi/kumppanisisallot/tieto-evry/datastrategian-perusteet/>. Luettu 5.3.2022.
- 14 Talotekniikka-lehti 2021. Alle puolet suomalaisista rakennusyhtiöistä hyödyntää projektidataa. Uutisartikkeli. <https://talotekniikka-lehti.fi/alle-puolet-suomalaisista-rakennusyhtiöistä-hyodyntaa-projektidataa/>. Luettu 3.3.2022.
- 15 SignOnSite 2022. A Guide to collecting & organising construction data. <https://www.signonsite.com/blog/a-guide-to-collecting-organising-construction-data>. Luettu 3.3.2022.
- 16 Pekuri, Aki & Haapasalo, Harri 2011. Productivity and performance management – Managerial practices in the construction industry. Tutkimusartikkeli. https://www.researchgate.net/publication/265175596_Productivity_and_performance_management_-_Managerial_practices_in_the_construction_industry. Luettu 25.2.2022.
- 17 Torbjörn, Ilar & Jimenez, Alexander & Stehn, Lars & Byfors, Jan 2020. Produktivitet i byggandet. Ruotsin rakennusteollisuuden kehitysrahasto, tutkimusraportti. <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/c3753763-ca94-4976-8807-64bfd7dc8ec/FinalReport/sbuf%2013669%20slutrapport%20produktivitet%20i%20byggandet.pdf>. Luettu 10.3.2022.
- 18 S. Keoki Sears, Glenn A. Sears, Richard H. Clough 2008. Construction Project Management. 5. painos. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- 19 Lakka, Antti 2004. Rakennustyömaan tuottavuus. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2004/W11.pdf>. Luettu 5.3.2022.
- 20 Lappalainen, Inka & Federley, Maija & Mikkola, Markku & Simons, Magnus & Rainio, Ilkka & Suomala, Samuli 2021. Asumisen tulevaisuus -hanke. Tutkimusjulkaisu. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2021/T391.pdf>. Luettu 6.3.2022.
- 21 Könönen, Vesa 2019. Suorituskyvyn parantaminen määräeseurannan systematisoinnilla infra-alalla. Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Diplomityö. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/158985/Diplomityo_Kononen_Vesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Luettu 7.3.2022.

- 22 Kukkola, Eero 2016. Blogikirjoitus. <https://peruspelijaoh-taja.com/2016/03/13/muutosjohtaminen-9-seuraa-reagoi-varaudu-takais-kuihin-ja-kiita/>. Luettu 10.3.2022