

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Yhdyskuntatekniikka
Harri Vierikka

Opinnäytetyö

Maanrakennusurakan kustannus- ja aikatauluseurannan **ohjeet**

Työn ohjaaja: TkL Reijo Rasmus
Työn teettäjä: Maanrakennus Sulin Oy, valvojana Tero Sulin.

Tampere 12/2009

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka

Tekijä	Vierikka Harri
Työn nimi	Maanrakennus urakan kustannus- ja aikatauluseurannan ohjeet.
Sivumäärä	57 sivua + 5 liitettä
Valmistumisaika	12/2009
Työnohjaaja	TkL Reijo Rasmus
Työn teettäjä	Maanrakennus Sulin Oy, valvojana Tero Sulin

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli antaa ohje maanrakennusurakan ohjauksen onnistumiseen. Työ suunnattiin erityisesti vastavalmistuville infra- alan työnohtajille ja vanhemmille työnohtajille, jotka eivät täysin hallitse maanrakennusurakan kustannusten ja aikataulujen hallintaa ja seuraamista.

Työn tehtiin keräämällä eri tietolähteistä tietoa siitä miten aikataulu laaditaan, miten aikatauluun voidaan vaikuttaa, miten kustannuksia seurataan ja miten kustannuksiin voidaan vaikuttaa. Osa lähteistä oli tarkoitettu talonrakennuspuolelle joten sen tietoa on jouduttu muokkaamaan maanrakennuspuolelle soveltuvaksi.

Työtä voidaan hyödyntää maanrakennusyrityksissä ohjeena vanhemmille mestareille ja oppaana uusille. lukemalla kirjan ja käyttämällä sitä apuna urakoitsija ja työmaan mestari oppivat seuraamaan ja hallitsemaan maanrakennus urakan kustannuksia ja aikataulua.

Avainsanat kustannus, aikataulu, maanrakennus, infrarakentaminen, riskienhallinta

TAMK University of Applied Sciences
Department of Construction Technology, Civil engineering

Writer	Vierikka Harri
Thesis	Guidlines for infrastructures construction projects cost estimation and schedule tracing
Pages	57 pages + 5 attachment
Graduation time	12/2009
Thesis supervisor	Lic. Tech. Reijo Rasmus
Co- operating Company	Maanrakennus Sulin Oy, supervisor Tero Sulin

ABSTRACT

Subject of this thesis was to do handbook for a young civil engineer, which doesn't handle infrastructures construction projects. This thesis also fits an old civil engineering.

Thesis includes cost estimation, schedule tracing and risk management. This also includes example bills on expense and schedule.

The source of this thesis is used finish building books, an other thesis and some information is writers own. Some sources are destined in house building when these sources have to shape.

Thesis is made on Maanrakennus Sulin assignment. Maanrakennus Sulin will use this thesis for training young employes.

Keywords: expense, schedule, Infrastructure, risk management, cost estimation, cost control

Alkusanat

Tämä opinnäytetyö tehtiin Maanrakennus Sulin Oy:lle. Yrityksen henkilökunnasta kiitän Jyri Tuoria, joka auttoi esimerkkityömaan kuvien kanssa.

Eriytinen kiitos Tero Sulinille, joka antoi tehdä hyvin opettavan ja mielenkiintoisen työn yritykselle.

Kiitän myös valvovaa opettajaa Reijo Rasmusta kannustavasta ja hyvästä ohjauksesta.

Tampereella joulukuussa 2009

Harri Vierikka

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	8
1.1 Taustaa.....	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus.....	8
1.3 Käytetyt menetelmät.....	8
2. Maanrakennustöiden toteutus.....	9
3. Aikataulu ja ajallinen ohjaus.....	11
3.1 Yleistä.....	11
3.2 Perusteet aikataululle.....	13
3.3 Aikataulutyyppin valinta.....	15
3.4 Aikataulutyyppit.....	16
3.4.1 Jana-aikataulu.....	17
3.4.2 Paikka-aikakaavio eli vinoviiva.....	18
3.4.3 Toimintakaavio eli toimintaverkko.....	19
3.4.4 Tuotantoaikakaavio.....	20
3.4 Aikataulun tarkastaminen.....	20
3.5 Aikatauluun vaikuttaminen.....	21
3.6 Aikatauluseuranta.....	22
4. Kustannukset.....	24
4.1 Kustannusten muodostuminen.....	24
4.2 Talven vaikutus kustannuksiin.....	25
4.3 Talvikustannuksiin vaikuttaminen.....	27
4.4 Kustannusten seuranta ja seurantatavat.....	28
4.4.1 Yleiset periaatteet.....	28
4.4.2. Tehtäväsuunnitelman käyttö kustannusseurannassa.....	31
4.4.3 Budjettitarkkailu.....	33
4.4.4 Jälkilaskenta.....	33
4.5 Miten kustannuksiin voidaan vaikuttaa.....	35
5. Riskien hallinta.....	37
5.1 Riskin määritelmä.....	37
5.2 Riskien tunnistaminen ja arviointi.....	38
5.3 Riskien torjuntamenetelmiä.....	40
6. Esimerkkilaskelmat.....	44
6.1 Käytetyt kaavat ja käsitteet.....	44
6.2 Salaojitus.....	47
6.2.1 Kustannus.....	49
6.2.2 Tehtävän kesto.....	50
6.3 Massanvaihdon kaivu ja täyttö.....	52
6.3.1 Kustannus.....	55
6.3.2 Tehtävän kesto.....	56

<i>7. Johtopäätökset</i>	58
<i>Lähteet</i>	59
<i>Liitteet</i>	59
1. Esimerkki työmaan riskien tarkastuslistasta.....	59
2. Laskenta lomakkeet.....	59
3. kuvia esimerkkityömaasta.....	59
4. Seuranta lomakkeet.....	59
5. Viikkoaikataulu malli.....	59

1. Johdanto

1.1 Taustaa

Työ on tehty Maanrakennus Sulinin tilauksesta. Maanrakennus Sulin on Pirkanmaalla toimiva maanrakennusyritys, joka toimii 50 yksikön voimin. Yrityksessä on havaittu, että uudet työnjohtajat hallitsevat aluksi huonosti työmaan kokonaisohjauksen eikä työmaa aluksi tahdo pysyä sallittujen kustannusten ja aikataulujen rajoissa.

Työn tarkoituksena on laatia Maanrakennus Sulinille ohje, joka auttaa uusia työnjohtajia viemään työmaan kustannusten ja aikataulun rajoissa alusta loppuun.

Sovellusesimerkkinä työssä on käytetty Maanrakennus Sulinin ja Rakennustoimisto Pohjolan yhteistyössä urakoimaa tehdaskiinteistöä Pirkkalassa Myllyhaantiellä. Sulinin osuus työmaalla oli työt, joita olivat muun muassa massanvaihto, salaojitus, jätevesiviemärointi jne. Työmaan rahallinen arvo Sulinin osalta oli hieman yli 1 000 000 €.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on laatia ohje infrarakentamisen kustannusten, ajallisen hallinnan ja riskien hoitamiseen työmaalla. Tavoitteena on myös, että työnjohtaja osaa tämän ohjeen lukemisen jälkeen tunnistaa mahdollisia riskejä ja sitä kautta ottaa huomioon aikatauluun ja kustannuksiin liittyvät riskit. Ohje on tarkoitettu kaikenlaisille työmaille, aina tienrakennustyömaasta kerrostalon perustuksien tekemiseen.

Työtä on rajattu hieman, jottei siitä tulisi liian laaja. Esimerkkikohde on Kustannuksiltaan Sulinin osalta hieman yli 1 000 000 €. Tämän työmaan tehtävistä on valittu osa esimerkkilaskelmiin. Työhön valitut tehtävät ovat massanvaihdon kaivu ja täyttö sekä salaojitus. Karsintaan on syynä se, että muuten työstä olisi tullut liian laaja, ja laskenta toteutetaan kuitenkin työvaiheesta riippumatta melko samalla kaavalla. Eri työvaiheissa käytettävät resurssit ja materiaalit vaihtelevat ja määrät eivät ole samoja. Työtä on rajattu myös riskeiltään. Riskit ovat maanrakennustyömaalla aina suuret, ja

niistä voisi kirjoittaa ihan omana aiheena ohjeen. Tässä työssä keskitytään riskeihin lähinnä työmaan kustannusten ja ajallisen hallinnan osalta.

1.3 Käytetyt menetelmät

Työhön on kerätty kirjallisuudesta yleistä tietoa kustannuksista, aikatauluista ja riskeistä, keskeiset lähteet työssä olivat RATUn aikatauluun ja aikataulun ajalliseen hallintaan liittyvät kirjat. Yleisen osuuden tekemiseen on käytetty apuna internetiä ja RATU-kortistoa. Osa tekstistä perustuu tekijän omiin kokemuksiin ja koulutuksessa hankittuun tietoon.

Kirjallisuudesta kerättyä tietoa sovelletaan käytännön esimerkin avulla. Työssä on käytetty esimerkkinä valmista työmaata. Työmaa on, kuten alussa on kerrottu Maanrakennus Sulinin ja Pohjolan rakentama tehdaskiinteistö. Maanrakennus Sulinille kuuluivat urakan pohjatyöt. Työmaa sijaitsee Pirkkalassa Myllyhaantiellä.

2. Maanrakennustöiden toteutus

Maanrakennus Sulinin historia ulottuu yli 30 vuoden taakse vuoteen 1967, jolloin Aimo Sulin osti ensimmäisen Volvo-merkkisen kuorma-auton. Auto oli Tampereen Autokuljetuksen murskeenajossa, kun Tampereen ensimmäistä moottoritietä rakennettiin Kuljussa. Auto oli lisäksi talvella iltaisin ja öisin lumenajossa. Yritys toimi aina vuoteen 1975 asti toiminimenä. (Sulin 2008.)

Vuonna 1975 yrityksestä tuli kuljetusliike Aimo Sulin KY. Vuonna 1990 rinnalle perustettiin Maanrakennus Sulin OY. Nykyään sekä kuljetusliike että maanrakennusyritys ovat vielä toiminnassa. Toiminta on laajentunut niin paljon, että nykyisin yritys toimii 50 koneyksikön voimin. Yrityksen kalusto muodostuu pääsääntöisesti kuljetuskalustosta ja kaivinkoneista. Yrityksellä on myös käytössä pyöräkuormaajia, jyrä ja puskutraktori. Yrityksen toimisto sijaitsee Pirkka-hallin läheisyydessä Tampereen Sarankulmassa osoitteessa Keskuojankatu 28. (Sulin 2008.)

Kuljetusliike toimi aluksi ainoastaan tuntitöissä, mutta vuodesta 1985 asti yritys on tehnyt kokonaisurakointia. Joitakin urakoita on tehty KVR-urakoina, mikä tarkoittaa sitä, että urakoitsija vastaa koko hankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta ilman monimutkaisia sopimusehtoja ja rajoituksia eri toimijoiden välillä. KVR-kohteessa on normaalin kahden takuuvuoden lisäksi 10 vuoden KVR-vastuu. (Sulin 2008.)

Yrityksen organisaation rakenne on yksinkertainen. Toimitusjohtajana toimii Aimo Sulin ja työpäällikkönä Tero Sulin. Lisäksi Yrityksessä on yksi työmaamestari, joka hoitaa Tero Sulinin kanssa työmaiden johtamisen. Muita työntekijöitä ovat mittamiehet, koneidenkuljettajat, autonkuljettajat, yleismiehet ja näiden lisäksi toimistolla on kaksi työntekijää. (Sulin 2008.)

Yrityksen tärkeimmät toimialat on maanrakennus ja kuljetustoiminta.

Maanrakennustoiminnasta 80 % tehdään yksityisille sektorille, johon kuuluu asuin-, liike- ja teollisuusrakentaminen. Loput 20 % on yleistä rakentamista, johon kuuluu tie- ja vesirakentaminen. Yrityksen tärkeimpänä palveluna on maanrakennustoiminta. (Sulin 2008.)

Yrityksen keskeisen asiakaskunnan liikevaihdolla mitattuna muodostavat paikalliset rakennusliikkeet, joiden osuus liikevaihdosta on n. 60 %. Näitä yrityksiä ovat YIT, Palmberg, Peab Seicon Oy, Rakennustoimisto Pohjola ja NCC. N. 20 % asiakaskunnasta on kertarakennuttajia, esimerkiksi Ideapark ja Itella. Loput eli 20 % asiakaskunnasta on julkisyhteisöjä mm. kuntia. (Sulin 2008.)

Yrityksen yleisimpiä töitä ovat erikokoisten rakennusten pohjarakennustyöt ja salaojitus. Pohjatyöt sisältävät massanvaihdon kaivun ja täytön. Suurimpia kohteita yrityksen historiassa on ollut Saarioisten pääkonttori Tampereella, Aapiskukko Pälkäneellä, Tampereen messu- ja urheilukeskuksen toinen vaihe ja Ideapark Lempäälässä. Muita merkittäviä kohteita on ollut mm. isojen liikerakennusten maanrakennustyöt (esim. Citymarket Sarankulma), kadun rakennusurakoinnit, vesihuoltotyöt sekä myös urakat Tiehallinnolle. (Sulin 2008.)

Urakkapyyntöjä tulee kiitettävästi ilman markkinointitoimiakin. Jos työtä on vähemmän, tehdään suoramarkkinointia. Internetsivusto HILMA on jonkin verran käytetty vaihtoehto, sillä sinne tulevat julkisten urakoiden tarjouspyynnöt. Yrityksellä on internet-sivut osoitteessa www.kuljetusliikeamosulin.fi. (Sulin 2008.)

3. Aikataulu ja ajallinen ohjaus

3.1 Yleistä

Aikahallinnan tehtävänä on varmistaa projektin ajallisten tavoitteiden toteutuminen, määrittää siihen kuuluvat tehtävät, määrittää tehtävien toteutusjärjestykset, arvioida tehtävien kestot, aikataulun laatiminen ja valvonta. Aikahallinnan tehtävät koskevat sekä suunnittelu- että tuotantotehtäviä. (Kempainen 2003, 14.)

Ajallisesti keston voidaan vaikuttaa päätöksin, tahtotilalla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti projekti viedään läpi. Kokonaiskeston lyhentämisen keinoja ovat resurssien lisääminen, projektin osittelu rakenteen ja sijainnin mukaisiksi osakokonaisuuksiksi ja eri osakokonaisuuksien limittäminen. Muuttamalla resursseja ja tuotantoa suunnittelemalla voidaan keston tarvittaessa vaikuttaa huomattavastikin. Vaiheiden limitys voi koskea erillisiä rakenteellisen ja sijainnin mukaan osittelun elementtejä, jo loin limityksen vaikutus on tehokkain. (Kempainen 2003, 14)

Alussa määritettävät aikataulut perustuvat viitekohteisiin, tiedostoihin, tehtäväriippuvuuksiin ja kestoihin. Työmaan edetessä tiedot tarkentuvat ja päästään jatkuvasti yksityiskohtaisempiin aikatauluihin. Yksityiskohtaisimmat aikataulut ovat työn ohjaukseen tarkoitettuja aikatauluja, joiden mukaan edettäessä työmaan tavoiteaikataulujen on täytyttävä. (Kempainen 2003, 14)

Aikataulusuunnittelua varten on tunnettava ja tiedettävä työtehtävien kestot. Miestyönä tehtävien töiden kestoihin vaikuttavat suoritemäärät, työsaavutukset ja työryhmien koot. Konetyönä tehtäviin töihin, kestot riippuvat suoritemäärästä ja tahdistavan koneen työsaavutuksesta. Suunnittelua varten tiedot saadaan tavoitearviosta, tiedostoista ja keskustelemalla työmaan johdon ja aliurakoitsijoiden kanssa. (Kankainen & Sandvik 1999, 6)

Aikataulujen lisäksi ajallisen suunnittelun tuloksia voidaan myös esittää priorisoituina tai ajoitettuina tehtävälueetteloina. Jana-aikataulu on rakennusalan perinteinen aikataulumuoto. Tuotanto- ja paikka-aikakaavio on suosittu aikataulumuoto maanrakennuksella.

Suunniteltaessa aikatauluja täytyy ottaa huomioon, että kaikki aika ei ole käytettävissä rakentamiseen. Työmaalla saattaa tulla useista eri syistä tuotannon keskeytyksiä missä työ ei edisty. Keskeytykset saattavat olla työntekijän sairastuminen, kesäloma, huonot sääolot, arkipyhät tai vaikkapa ei saada tilattua tavaraa ajoissa työmaalle. Tämä on hyvä muistaa ja ottaa huomioon kun suunnitellaan työmaalle aikataulua.

YSE 98:ssa (Yleiset sopimusehdot vuodelta 1998) on 5 § ja 17 § sanottu aikataulusta seuraavaa:

5 § Työaikataulu

1. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa työmaan työaikataulun, jossa esitetään työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti. (Suomen toimitila-, rakennuttajaliitto ja rakennustietosäätiö, 1998, 4)

2. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla. (Suomen toimitila-, rakennuttajaliitto ja rakennustietosäätiö, 1998, 4)

17 § Suoritus aika

1. Urakkasopimuksessa edellytetty rakennustyö on aloitettava, tehtävä ja loppuunsaattettava sopimuksen aikamääräyksiä noudattaen. Ellei sopimuksessa ole aikamääräyksiä töiden tekemisestä, työt on aloitettava viipymättä, kuitenkin viimeistään kahden viikon kuluessa siitä, kun sopimus on syntynyt, sekä saatettava loppuun sellaisessa ajassa, kuin se kohtuuden mukaan on mahdollista. (Suomen toimitila-, rakennuttajaliitto ja rakennustietosäätiö, 1998, 6)

2. Jos työn suoritus edellyttää rakennuskohteen muiden töiden edistymistä eikä edellä 1 momentissa mainittua määräaika voida noudattaa, tämä työ on aloitettava heti, kun muiden töiden edistyminen sen sallii, ja tehtävä rinnan näiden töiden kanssa niitä viivyttämättä sekä loppuunsaattettava sopimuksen mukaisesti. (Suomen toimitila-, rakennuttajaliitto ja rakennustietosäätiö, 1998, 6)

3. Eri työvaiheita ja vastaanottomenettelyä varten urakoitsijalle on varattava kohtuullinen aika joko ennakolta laaditun työaikataulun mukaisesti tai muuten erikseen sovitulla tavalla. (Suomen toimitila-, rakennuttajaliitto ja rakennustietosäätiö, 1998, 6)

3.2 Perusteet aikataululle

Hankkeiden onnistuminen riippuvat paljon siitä, kuinka hyvin aikatauluilla onnistutaan tuotantoa ohjaamaan. Epäonnistumiset ajallisessa suunnittelussa ja ohjauksessa johtavat välittömästi myöhästymisiin, laatuvirheisiin ja kustannusten ylityksiin. Näistä seuraa reklamaatioita, vastineita, erimielisyyksiä ja oikeustapauksia. Hyvillä aikataulusuunnitelmilla pystytään vähentämään riskejä laatimalla toteuttamiskelpoiset, tavoitteelliset ja ohjauksen mahdollistavat aikataulut.

Suunnittelun ja johtamisen olisi hyvä perustua hallittuihin menetelmiin, ei yksinomaan kokemukseen ja intuition. Hankkeiden on aina hyvä onnistua niin ajan, kustannusten

kuin laadunkin suhteen. Laadukas lopputulos tavoitekustannuksissa edellyttää aikataulun hallintaa (kuvio 1). Aikatauluja tarvitaan, koska työt tulee voida tehdä suunnitelmien ja tavoitteiden mukaan, ajallaan. Yleensä kaikkia töitä ei voida tehdä samaan aikaan, vaan ne on jaksotettava ja niille on määritettävä suoritusjärjestys. Työkohteita tulee aina olla poikkeamienkin sattuessa vapaana tuotannon hyvän etenemisen takaamiseksi. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 1)

Aikataulusuunnittelua tehtäessä täytyy tietää ja ottaa huomioon seuraavia asioita:

- tehtävä eli työt, jotka tulee tehdä
- tehtävän kesto eli tehtävien suorittamiseen vaadittu kalenteriaika
- tapahtuma eli tärkeät vaiheet tietynä aikana
- työmenetelmä eli suunnitelmista ilmenee tehtävien suoritusjärjestys ja riippuvuudet
- resurssit eli työvoima, koneet, materiaalit ja raha.

Kuviossa 1 on esitetty, miten laatu, aika ja kustannukset ovat toisiinsa yhteydessä. Kun jokin näistä muuttuu radikaalisti, muuttuu kaikki muukin, jos pystytään saamaan työmaa pienemmässä ajassa valmiiksi. Silloin saadaan säästettyä hieman kustannuksissa, mutta laatu saattaa huonontua. Jos taas tehdään kaikki Liiankin hyvin, aikataulu venyy ja kustannukset kasvavat. Jos säästetään hieman kustannuksissa, laatu huononee ja aika pitenee, kun joudutaan tekemään korjauksia. Tämä taas johtaa siihen, että vähintäänkin säästetyt kustannukset joudutaan laittamaan kalliisiin korjauksiin ja sakkoihin työmaan myöhästytyä. Kannattaa siis tarkasti valvoa kaikkia kolmea asiaa, jotta saadaan työmaa vietyä lävitse oikeassa ajassa ja oikein kustannuksin laatua huonontamatta.



Kuvio 1: Kuvaus ajan, laadun ja kustannusten vaikutuksista toisiinsa. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 1)

3.3 Aikataulutyyppien valinta

Infrarakentamisen aikataulusuunnitteluissa käytetään yleisimmiten jana-aikataulua ja paikka-aikakaavioita. Muita käytettävissä olevia ja toimivia, mutta harvinaisempia infrarakentamisessa on toimintaverkko ja tuotantoaikakaavio.

Aikataulusuunnittelun tulisi olla vapaata, ei niinkään riippuvaista jonkin tietyn tekniikan käyttämisestä. Taulukossa 1 on esitetty aikataulujen käyttökohteet, suunnitteluominaisuudet ja ohjausominaisuudet.

Taulukko 1: Yleisimmät aikataulutyyppit ja niiden yleisimmät käyttökohteet. (Kemppainen 2003, 47)

Tekniikka	Käyttökohteet	Suunnitteluominaisuudet	Ohjausominaisuudet
Jana-aikataulu	yksinkertaiset projektit	hyvä kommunikointiväline, yleismaailmallinen, yleisessä käytössä, hyvä pohja resurssisuunnitteluun, tietokoneohjelmista usein tulosteena	loogisten suhteiden puuttuminen rajoittaa käyttöä, työläs päivittää käsin
Paikka-aikakaavio	toistuva työ (talonrakennus, tienrakennus, elementtirakentaminen)	hyvä kommunikointiväline, esittää tuotantohäiriöt	hyvä suunnittelutyökalu, useita yksityiskohtia vaikea esittää kerralla, osoittaa työn vaiheen ja tuotantohäiriöt
Tuotantoaikakaavio	lineaariset tuotteet (moottoritie, tunneli, rautatie, putkistot)	hyvä kommunikointiväline, esittää peräkkäisten toimintojen suhteet	hyvä suunnittelutyökalu, edistyminen helposti esitettävissä
Toimintaverkko	monimutkaiset projektit, projektinjohtokohteet, suunnittelun johtaminen	huono kommunikointiväline, muutetaan yleensä jana-aikatauluksi	hyvä ohjausväline varsinkin useamman urakan kanssa, muodostaa pohjan monelle tietokoneohjelmalle

3.4 Aikataulutyyppit

Aikataulutyyppi kannattaa valita siten, että se sopii asian esittämiseen ja hankkeen ohjaukseen hyvin. Kannattaa myös harjoitella kaikkien aikataulutyyppien käyttöä, jotta osaa lukea, ymmärtää, soveltaa ja käyttää toistenkin tekemiä aikatauluja. Olisi hyvä sopia yhteinen menetelmä jota kaikki käyttävät samalla työmaalla suunnitelmien seuraamisen ja vertailemisen helpottamiseksi. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 6)

3.4.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulu on yleisin aikataulun esitysmuoto.

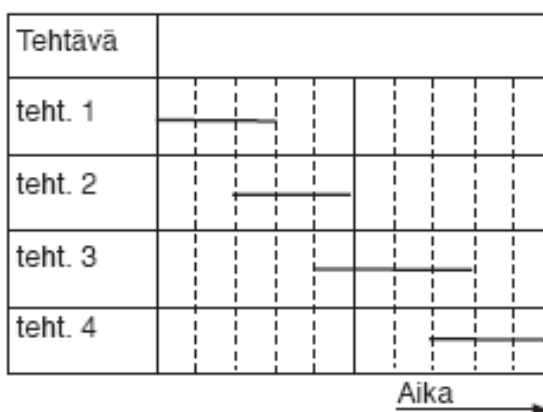
Jana-aikataulut ovat käyttökelpoisia, koska niillä voidaan esittää

- hankkeen ja sen eri vaiheiden kestot
- tehtävien toteutusjärjestykset
- riippuvuudet eri tehtävien välillä
- tehtävän suunnitelmanmukaiset resurssit.

Jotta jana-aikataulun ominaisuudet saadaan käyttöön, on aikataulun vasemmassa reunassa lueteltava allekkain tehtävänimikkeet ja aikataulutasosta riippuen lisätietoja, esim. suoritemäärät, työmenekit, -saavutustiedot ja -ryhmät sekä työn kestot.

Kalenteriosaan on tehtävän keston pituisella viivalla merkittävä suoritusajankohdat ja mahdolliset tehtävien väliset riippuvuudet sekä aikataulussa huomioitut pelivarat. Jana-aikataulussa tehtävän jako osakohteisiin sitoo työn ajallisesti tarkemmin paikkaan.

Tämän ansiosta tehtävien edistymisen seuraaminen ja ohjaaminen on huomattavasti helpompaa. Seurantaviivat merkitään jana-aikatauluun murtoviivatekniikalla. Pelkkä viivojen piirtely ei ole suunnittelua, vaan jokaisen piirretyn viivan takana tulisi olla faktaa, kuten kokemusperäiset tai laskennalliset työmenekkitiedot. (Kankainen & Sandvik, 1999, 6)

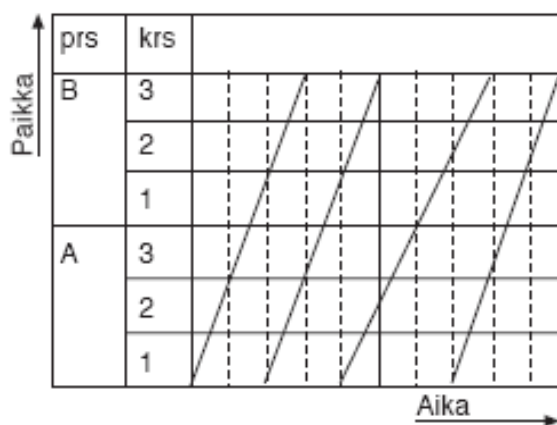


Kuvio 2: Jana-aikataulu. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 6)

3.4.2 Paikka-aikakaavio eli vinoviiva

Paikka-aikakaavio perustuu Line of Balance- tekniikkaan. Pystyakselilla esitetään valmistunutta määrää esim. rakennuksen fyysisiä osia, kuten kerroksia tai portaita ja vaaka-akselilla aikaa. Paikka-aikakaavion käyttö edellyttää aina tuotannon sitomista aikaan ja paikkaan. Tämä takaa suunnitelmien valvottavuuden. Paikan ja ajan suhteen pöyrityillä vinoviivoilla kuvataan tehtävien kestoja, mutta myös niiden suoritusjärjestykset ja toteutuksien aikavälit. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 6)

Tehtäväviivojen kaltevuus osoittaa tuotantonopeuden. Pystyakselin jaotteluilla voidaan paikka-aikakaaviossa kuvata myös osakohteiden laajuutta. Paikka-aikakaaviolla on helppo tutkia aikataulun toteutuskelpoisuutta, kuten riittääkö tila tai ovatko tuotantonopeudet toisiinsa sopivia. Paikka-aikakaavio on hyvä tuotannon valvonnan ja ohjauksen väline, koska se osoittaa poikkeamat tuotantonopeudessa, aloitusajankohdissa sekä tehtävien ja osakohteiden suoritusjärjestyksessä. Sen avulla on myös helppo ennakoida tulevat kriisitilanteet. Paikka-aikakaavioihin on helppo merkitä toteutuksien kulku havainnollisesti. Jatkuvilla valvonnoilla saadaan tiedot tehtävien edistymisestä ja tuotannon ongelmista. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 6-7)



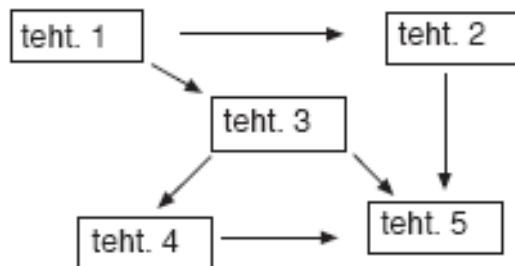
Kuva 3: Paikka-aikakaavio eli vinoviiva. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 6)

3.4.3 Toimintakaavio eli toimintaverkko

Toimintakaaviossa viivoilla tai lohkoilla kuvatut tehtävät yhdistetään toiminnallisia riippuvuuksia kuvaavin merkinnöin. Kaaviopiirros muodostuu verkkomaiseksi.

Verkostoon ei jää irrallisia tehtäviä, vaan kaikki tehtävät ovat osa verkostoa.

Toimintaverkossa aika-asteikkoa käytetään kuten jana-aikataulussa. Toimintakaavio on johdon työväline työnjärjestelyssä etenkin toistuvissa tuotannoissa. Kaavio on jatkuvan valvonnan apuväline ja sitä käytetään uudelleensuunnittelussa. Toimintakaavio soveltuu ajankäytön ja työnkulun sekä resurssien käytön suunnitteluun ja kriittisen polun laskemiseen. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)



Kuvio 4: Toimintaverkko. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)

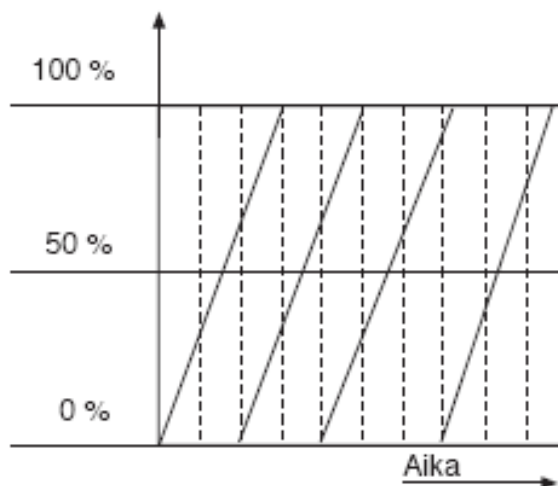
3.4.4 Tuotantoaikakaavio

Tuotantoaikakaavio on samantyyppinen kuin paikka-aikakaavio. Ainut ero on, että pystyakselilla on osakohteiden sijasta työn valmiusaste, jota seurataan.

Tuotantoaikakaavion laadintaperiaate on hyvin samanlainen kuin paikka-aikakaavion.

Vaaka-akselilla juoksee toteutusaika ja pystyakselilla kuvataan valmistuneen tuotannon eteneminen suoritemäärän tai prosentuaalisen määrän mukaan. Tuotantoaikakaaviota käytetään mm. tuotannon vaiheiden kehityksen ja tuotantonopeuden seuraamiseen.

(Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)



Kuva 5: Tuotantoaikakaavio. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)

3.4 Aikataulun tarkastaminen

Laadittu aikataulu olisi hyvä aina tarkistaa. Aikataulun ongelmien selvittämiseksi on hyvä käydä läpi toteutuskelpoisuus kahden eri aikataulutyyppin avulla. Esimerkiksi jana-aikataulumenetelmällä tehty ajallinen suunnitelma kannattaa tarkastaa paikka-aikakaaviolla, jolloin nähdään tila- ja henkilöresurssiriippuvuudet selvästi ja voidaan arvioida ja korjata tätä kautta aikataulun toteutuskelpoisuus. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)

Paikka-aikakaavio paljastaa, onko työryhmälle varmasti tilaa vapaana sen tullessa osakohteeseen ja onko suoritusjärjestykset oikeat. Liian tiukat töiden aloitus- ja lopetusvälit paljastuvat myös paikka-aikakaaviolla. Kaavioista on aina nähtävissä jo ennakkoon mikäli tehtävän etenemistahti eli tuotantonopeus ei jätä häiriöille varaa. Liian tiukka tahti ei jätä aikaa minkäänlaisiin poikkeamien reagoimiseen, vaikka tuotantonopeus on harvoin täsmällinen ja tarkalleen suunnitelman mukainen. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 7)

Hankkeen rakennusaika on aina määrätty urakkasopimuksessa. Urakkasopimuksen mukaiseen urakka-aikaan vaikuttavat rakennuttajan käsitys kohtuullisesta urakka-ajasta sekä rakennuksen suunniteltu käyttöönottoajankohta, rahoitustilanne ja myyntimahdollisuudet sekä viranomaisten toiminta ja suunnitelmien valmistuminen. Yksittäisen hankkeen ajoitukseen vaikuttavat samat asiat kuin kilpailu urakoissa rakennuttajien valintoihin. Tämän lisäksi ajoitukseen vaikuttaa yhteisten resurssien kuormitus. Tuotanto-ohjelman avulla yritys sopeuttaa tuotantonsa rakennusmarkkinoiden suhdanteisiin, turvaa hankkeiden aloitusedellytykset ja asettaa hankkeelle tavoitteet. Tuotanto-ohjelmasta saatavia tavoitteita ovat hankkeen aloitusajankohdat ja kestot sekä resurssien saatavuus ja käyttö. Tuotannon kokonaissuunnittelun vuoksi yksittäisten hankkeiden aikataulujen kireys vaihtelee ja aloitusajankohdat eivät ole parhaita mahdollisia. Tämän vuoksi hankkeen aikataulun kireys on tutkittava. (Kankainen & Sandvik, 1999, 16)

Aikataulu on hyvin tehty, kun isommat kohteet on osajaoteltu, tehtävillä on oikea tekninen toteutusjärjestys ja mahdollisille häiriöille on varattu riittävästi aikaa.

3.5 Aikatauluun vaikuttaminen

Jokaisella työmaalla voidaan vaikuttaa aikatauluun aina jollain tavalla.

Valmistumisnopeutta voidaan lisätä, kun lisätään työmaalle resursseja (esim. lisätään koneita ja kuorma-autoja), mutta kustannukset kasvavat ja ei pysytä välttämättä sallittujen kustannusten puitteissa. Jos halutaan lisätä tuotanto nopeutta, mutta ei haluta kustannusten kasvavan liikaa. On vaihtoehtona työpäivän pidentäminen tai

vaihtoehtoisesti tehdään työtä kahdessa vuorossa jolloin saadaan valmistumista nopeutettua.

Virheet voivat johtua myös huonosta työnjohdosta. Jos työnjohto ei osaa tarpeeksi hyvin ohjeistaa tai ei osaa ajoittaa materiaali tilauksia työmaalle, on myöhästymisen todennäköistä. Työnjohdossa saattaa olla vika silloin, kun on kova vaihtuvuus, huono epävarmuuden sietokyky tai motivaatio on huono. Työnjohdolliset viat voi hoitaa vaihtamalla työnjohdon, laittamalla koulutukseen tai opastamalla uutta työnjohtajaa aluksi.

Työntekijät voivat myös olla vahvasti osasyllisiä aikataulun pettämiseen. Jos työn tekijöillä on huonot työolosuhteet, motivaatio hukassa tai ne voivat olla laiskoja. tällöin kannattaa harkita tehostettua ohjausta tai työntekijöiden vaihtamista.

Aikataulu saattaa pettää myös monella muulla tavalla, parhaiten aikataulun pettämisen voi estää tarkkailemalla tuotanto nopeutta, tarkkailemalla työntekijöiden työnteko intoa ja ennakoimalla turhat viivästykset yms. pois.

3.6 Aikatauluseuranta

Aikatauluseurannan avulla selvitetään miten tuotannon toteutus eroaa suunnitelmasta ja mistä poikkeamat johtuvat. Valvonta kohdistetaan yhtäaikaisesti koko tuotantoon ja yksittäisiin kriittisiin tehtäviin.

Aikatauluseurannan toteutukseen on eri menetelmiä, mutta toimivin ja tarkin ratkaisu on viikkoaikataulu. Viikkoaikataulu on kehitetty työmaan seuraamista helpottamaan ja sen tarkoituksena on varmistaa työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä riittävyys. Aika- ja määrätavoitteiden perusteella voidaan arvioida tarvittavat resurssit ja verrata niitä käytettävissä oleviin. Viikkoaikataulut laaditaan viikoittain 1... 3 viikoksi eteenpäin tehtävien mukaan.

Viikkoaikataulua laadittaessa tärkeimmät lähtötiedot ovat:

- rakentamisvaiheaikataulu ja edellinen viikkoaikataulu
- erityissuunnitelmat

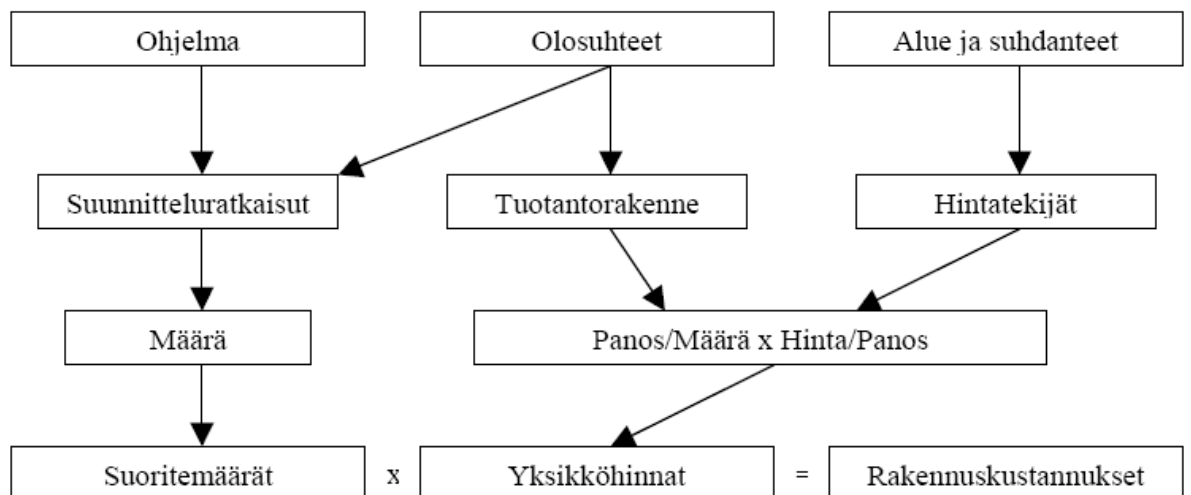
4. Kustannukset

4.1 Kustannusten muodostuminen

Rakennushankkeen kustannukset kertyvät tarvesuunnittelusta, hankesuunnittelusta, rakennussuunnittelusta, rakentamisesta ja käyttöön otosta. tässä ohjeessa ei käsitellä muuta kuin mistä rakentamisvaiheen kustannukset kertyvät, miten niitä voi seurata ja miten niihin voidaan vaikuttaa. Kustannuslaskentaa ei tässä työssä käydä läpi.

Rakennushankkeen rakennuskustannuksiin vaikuttavat

- ohjelma,
- olosuhteet,
- suunnitteluratkaisut,
- tuotantorakenne,
- hintatekijät



Kuvio 6: Rakennushankkeen rakennuskustannusten aiheutuminen. (Kemppainen 2003, 25)

Ohjelma on lopputuotteen toimintojen sekä toiminnallisten ja laatutasovaatimusten kuvaus. Ympäristö, olosuhde, paikkakunta ja suhdanteet ovat riippuvaisia rakennuspaikan sijainnista. Suunnitelmat sisältävät hankkeen suunnitteluratkaisut sekä yleisratkaisuna että yksityiskohtaisena ratkaisuna. Tuotannossa määräytyy hankkeen tuotantoratkaisu ja panosten käytön tehokkuus. Hintatekijät määräävät panosten hinnan. (Kemppainen 2003, 25)

Suurin osa rakennushankkeen kustannuksista määräytyy suunnitteluvaiheessa, mutta rakennuttamisratkaisuilla on yleensä pieni kustannusvaikutus vaikeissa suhdanteissa tai kohteissa. Rakennuttamisratkaisuilla vaikutetaan hankemuotoon eli, miten suunnittelut ja tuotannot järjestetään. Rakennuttaja voi valita oman työn ja eri urakkamuotojen välillä sekä käyttää erilaisia tarjousten hankintatapoja. Valintoihin vaikuttavat hanketyypit, aikataulut ja suhdannetilanteet. (Kemppainen 2003, 26)

Tuotantovaiheessa kustannukset aiheutuvat panoksien käytöstä, eli menekeistä ja panoshinnoista. Panoksia ovat työ-, tarvike-, aliurakka- ja kalustopanokset. Panoksien käyttöön voidaan vaikuttaa tuotantoratkaisuilla eli tuotantotekniikan ja työmenetelmien valinnalla sekä työmuotovalinnoilla. Panoshintoihin voidaan jossain määrin vaikuttaa työmuotovalinnalla ja tarvikkeiden hankintaratkaisuilla. (Kemppainen 2003, 26)

Yrityksen näkökulmasta urakan pääasiallinen tarkoitus on aina tuottaa kohtuullista rahallista voittoa. Urakoista saatava kate on siis yrityksen ensisijainen tavoite. Tuotteen ja toiminnan ominaisuudet, kuten suunnitteluratkaisujen, tuotannon tai tuotteiden laadut ovat yritykselle vähemmän tärkeitä tavoitteita, joilla on merkitystä vain, jos ne vaikuttavat toiminnan pitkäjänteisyyteen ja kannattavuuteen.

4.2 Talven vaikutus kustannuksiin

Talvikausi kutsutaan sitä aikaa vuodesta, jolloin keskilämpötila on nollan alapuolella. Talvirakentaminen lisää työmenekkejä sekä joidenkin rakennusmateriaalien kulutusta. Lisäksi saatetaan tarvita isompia koneita sekä enemmän kalustoa. Lisätöiden vaatima aika voidaan osittain korvata suurentamalla työryhmiä ja lisäämällä yleensäkin

resursseja työmaalla. Aikaa voidaan myös osittain korvata vaihtamalla koneet isompi kokoihin, jolloin niiden teho ja tuotannollinen suoritus kasvaa. (Koskenvesa, 1996, 1)

Useimmiten talvi kuitenkin viivästyttää rakentamista ja aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Kustannuksiin ja lisäresurssien tarpeeseen on syytä varautua suunnittelemalla talvirakentaminen hyvin ja varautumalla häiriöihin. (Koskenvesa, 1996, 1)

Infrarakentamisessa on paljon töitä mitä ei pystytä tekemään talvella lainkaan, näitä töitä on mm.:

- teiden ja katujen päällystys
- istutukset
- siistimiset
- ajoratamerkinnot

Kun on töitä joita ei voida tehdä talvella lainkaan, suunnitellaan työmaan aloitus ja aikataulusiten, että nämä työt ovat ensisijaisia kesällä.

Taulukko 3: Kuvitteellinen taulukko talven lisäkustannuksista prosentteina, verrattuna kesän rakentamisen kustannuksiin talonrakennuskohteessa. (Koskenvesa, 1996,1)

Kustannuslajit	Rakennusvaiheiden lisäkustannukset (%)		
	Perustustyövaihe	Runkotyövaihe	Sisävalmistusvaihe
Työmenekkilisä	2,6...2,9	0,6...0,7	–
Materiaalilisä	1,7...3,7	0,6...1,9	–
Energialisä	0,9...1,0	1,2...1,4	2,8...3,2
Kone- ja kalustolisä	1,8...2,2	1,2...1,4	0,1...0,2
Talvilisätyöt	1,6...1,8	0,7...0,9	0,2...0,4
Aikakustannuslisä	2,0...2,2	1,0...1,2	–
Yhteensä	13...15	5,5...7,5	3,3...3,7

Talvesta aiheutuvia lisäkustannusten aiheuttajia yleensä ovat:

- kokonaistyömenekin kasvu
- materiaalihukka ja muuttuneet materiaalit
- koneiden ja laitteiden muuttunut tarve
- rakennusajan kasvu

(Koskenvesa, 1996, 2)

Talvikustannusten määrittäminen.

Talvikustannusten määrittämistä varten tarvitaan tietoja rakennuskohteesta, ajoituksesta, rakennussuunnitelmista ja paikkakunnasta. Lähtötietoja ovat:

- talven kuvaustiedot
- työmenekkitiedot
- talvitöiden työmenekkitiedot
- kalusto- ja materiaalimenekkitiedot
- energiamenekkitiedot
- työajan keskeytyskustannustiedot

(Koskenvesa, 1996, 3)

Talven kuvaustiedot pitävät sisällään:

- kuukausikeskilämpötilat
- talvikuukausien keskilämpötilat
- kuukausikeskilämpötilat ilman pakkaspäiviä
- termisen talven aloitus- ja päättymisajankohta
- pakkasrajat ja pakkaspäivärajan ylittävien päivien lukumäärän keskiarvo
- lumisadepäivien lukumäärä ja sademäärät sekä
- työajan päivittäisen keinovalaistuksen tarve tunteina.

(Koskenvesa, 1996, 3)

4.3 Talvikustannuksiin vaikuttaminen

Talvilisäkustannuksiin voidaan vaikuttaa hankkeen

- ajoituksella (kesä/talvi)
- laajuudella, pienet työmaat ovat isompia alttiimpia talven haitoilta
- suunnitelmilla eli siirretään talvelle alttiit työt kesään

(Koskenvesa, 1996, 5)

Kohteen tuotannollisen laajuuden ylittäessä 8 kk syntyy aina jonkin verran talvilisäkustannuksia, ajoituksesta riippumatta. Kohteen laajuuden kasvaessa ajoituksen vaikutus kustannuksiin vähenee, koska jokin osa hanketta ajoittuu aina talveen. Kohteen suunnitelman muuttuessa talvilisäkustannusten muutos riippuu muuttuneiden materiaalien ja tehtävien määrästä. Kun kohteen tuotantotekniikka muuttuu esivalmistusasteeltaan korkeampaan, vähenee talven vaikutus. Kohteen keston muutos vaikuttaa niissä tapauksissa, joissa tarkasteltava työ tai rakennusvaihe ajoittuu joko talveen tai kesään. Sisäisellä ajoituksella voidaan pienentää talvilisäkustannuksia ajoittamalla talvelle alttiita töitä kesään, mikäli töiden keskinäinen riippuvuus ei muuta määrää. Hankkeen ajoitus Rakennushankkeen ajoituksen vaikutus talvilisäkustannuksiin on merkittävä. Laajuudeltaan pienissä hankkeissa on ajoituksella suuri merkitys. Laajuuden kasvaessa ajoituksen vaikutus kokonaiskustannuksiin pienenee.

(Koskenvesa, 1996, 7)

Talvilisäkustannuksia kasvattaa myös usein koneiden hinnoittelu. Jotkut koneet ovat talvella halvempia jotkut taas kalliimpia. Koneiden hintaerot talvella johtuvat niiden hyödyistä, pienet koneet ovat useasti hyödyttömiä pienen tehonsa vuoksi ja tämän takia ovat halvempia. Kun taas koneet joilla voidaan talvella suorittaa monipuolisesti kaikki työt, ovat vastaavasti kalliimpia.

4.4 Kustannusten seuranta ja seurantatavat

4.4.1 Yleiset periaatteet

Kustannusten ja työmenekkien määrät kerätään työmaan ja yrityksen rutiinijärjestelmien avulla. Tällaisia järjestelmiä ovat esim.

- henkilöstöhallinto ja palkanlaskenta
- tarvikehallinto ja tarvikelaskenta

- aliurakkahallinto ja aliurakkalaskenta
- kone- ja kalustohallinto ja kone- ja kalustolaskenta

Yrityksen rutiinitietojenkäsittelyyn kuuluvat panoslaskennat ylläpitävät panosten menekki- ja kustannustietoja eri työmailta saatavien ilmoitusten perusteella. Työmaan johto saa panoslaskennoista raportit panosten toteutuneista käytöistä.

Hankkeen työnaikaisista valvonnoista, jotka perustuvat tuotannon suunnittelussa muodostettuihin hankekohtaisiin tehtävä- ja hankintaluetteloihin sekä tehtävä- ja hankintalaskelmiin. Nämä muodostavat toteuttajia sitovan budjetin. Infrahankkeissa on massatyöt ja muut tehtävät yleensä valvottava erikseen erilaisten valvontatekniikoiden ja massa määrien vuoksi. (Kempainen 2003, 42)

Taulukko 4: Seurantalomake. (Huom. Liitteissä kuvitteellisesti täytetty seuranta lomake esimerkki työmaan salaajituksen ja massanvaihdon mukaan.)

Nimike	Työkustannus (€)		Materiaali/Alihankinnat		Määrät	
	Tavoite	Toteutunut	Tavoite	Toteutunut	Alkuperäinen	Toteutuma

Kustannustarkkailun pääpaino on tehtävien ja hankintojen toimeenpanoa edeltävässä tarkkailussa. Ennakkotarkkailun tarkoituksena on tehtävien ja hankintojen taloudellisuuden varmistaminen. Peruseriaatteena on, että toimenpiteiden eli työtehtävien, hankintakauppojen tai käyttö- ja yhteiskustannusten tavoitteenmukaisuus selvitetään ennen aktiivista toimintaa. Myöhemmin toteutuksien

aikana nähdään, onko laskelmissa ollut mahdollisia kustannusvuotoja tai – poikkeamia. (Kemppainen 2003, 42)

Vastuhenkilö suunnittelee työtehtävien toteutukset tai hankintakauppojen sisällön yksityiskohtaisesti ennen kunkin työtehtävän ajoitusta tai hankintakaupan tekoa. Suunnitelmien mukaista kustannuslaskelmaa verrataan tavoitebudjetista poimittuun vastaavaan laskelmaan ja tarvittaessa suunnitelmaa ohjataan tavoitebudjettia kohti. Työnaikaisen budjettitarkkailun tarkoituksena on tilanteen selvittäminen ja lopputuloksen ennustaminen vertaamalla ennustettuja määriä toteutuneisiin. (Kemppainen 2003, 42)

Budjettitarkkailussa valvotaan tehtyjä suoritelmääriä, hankintakauppoja sekä toteutuneita tunteja ja kustannuksia. Budjettitarkkailua voi kutsua myös panos- ja tehtäväpohjaiseksi kustannuslaskelmaksi. Tässä ohjeessa esimerkkityömaan laskelmat on laskettu tällä tavalla. (Kemppainen 2003, 43)

Taulukko 5. Budjettitarkkailun sisältö. (Lainattu muokaten, Kemppainen 2003, 43)

	Valvonnan kohteet	Ajankohta
Työ	Toteutuneet tunnit, toteutuneet määrät, toteutuneet kustannukset	Palkkajaksot tai rakennusvaiheet
Hankinnat	toteutuneet kaupat	Jatkuvasti kauppoja tehtäessä
Konetyö	Toteutuneet tunnit, toteutuneet määrät, toteutuneet kustannukset	Palkkajaksot tai rakennusvaiheet
Työmaa hallinto	Tehtävien ajallinen hallinta	Kuukausittain

Työmaasta tehdään myös useasti kustannusennuste, se vaikuttaa hankkeen ohjaukseen ja se motivoi hankkeen johtoa taloudellisuuteen rakentamisvaiheessa.

Tehtäväsuunnitelman kustannuslaskelma antaa ensimmäisen tarkennuksen yksittäisen tehtävän loppukustannuksesta ja sen vaikutuksista hankkeen kokonaiskustannuksiin.

Tämän jälkeen kustannusennuste tarkentuu vielä tehtäessä tehtävä suunnitelman käyttötarkkailua. Lopullisen tarkkuuden kustannuksista saa, kun kustannuksia valvotaan budjettitarkkailulla ja tehdään jälkilaskenta. Kaikkia näitä ei ole pakko noudattaa työmaan kustannuksia valvottaessa, valvonnan voi suorittaa pelkästään käyttämällä budjettitarkkailua tai tekemällä pelkän jälkilaskennan. Pienissä rakennuskohteissa

yleensä riittää pelkkä budjettitarkkailu, koska pienissä rakennuskohteissa rakennuskustannukset ovat pienet ja niissä olevat työtehtävät eivät ole laajoja. Seuraavassa on kerrottu tarkemmin Tehtävä suunnitelman käyttötarkkailusta, budjettitarkkailusta ja jälkilaskennasta.

4.4.2. Tehtäväsuunnitelman käyttö kustannusseurannassa

Hankkeen tavoitebudjetti on kustannuslaskijoiden tekemä malli työn toteutuksesta. Jokainen tehtävä ja hankinta on suunniteltava yksityiskohtaisesti ennen sen aloitusta, jotta tehtävistä tai hankinnoista vastuullinen henkilö tuntee sen sisällön ja sekä aika- ja kustannustavoitteet. Työt tai hankinnat toteutetaan tehtäväsuunnitelman mukaan, koska tavoitejohtamisen periaatteita noudattaen vastuuhenkilö saa itse valita keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. (Kemppainen 2003, 43)

Tehtävien ennakkotarkkailussa tehtäväsuunnitelman tavoitteenmukaisuus selvitetään ennen tehtävän aloitusta. Tehtäväsuunnitelmassa osoitetaan, millä panoksilla työ tehdään, mitä työvaiheita tehtävä/tehtävät sisältää ja missä ajassa ne tehdään. Suunnitelma sisältää siis sekä tehtävien ajalliset mitoitukset että taloudellisuuslaskelmat, jossa työn toteuttamiseksi suunniteltujen panoksien aiheuttamia kustannuksia verrataan tavoitebudjetista poimittuun suunnitelman sisältöä vastaavaan tavoitteeseen. (Kemppainen 2003, 43)

Tehtävien ennakkotarkkailun mukaisesti myös suunniteltuja hankintoja vastaava tavoite kootaan tavoitebudjetista ja tavoitteen summaa verrataan kauppasummaan. Jos kauppasumma ei ole budjetin mukainen, hankintakaupan tai tuotteen sisältö on harkittava uudelleen ja muutettava, että kauppasumma on budjetin mukainen. Ohjaukseksi ei siis riitä vain tarjousten vertaaminen ja halvimman valinta. (Kemppainen 2003, 44)

Myös osa käyttö- ja yhteiskustannuksista voidaan suunnitella yksityiskohtaisesti ennen työmaan tai ko. tehtävän käynnistystä. Tällaisia hankeosia ovat mm. työmaan hallinto, työnaikaiset rakennukset ja asennukset sekä nosto-, siirto- ja telinekalusto. Suurin osa tehtävistä valvotaan kuitenkin yksinomaan budjettitarkkailun yhteydessä kuukausittain. (Kemppainen 2003, 44)

4.4.3 Budjettitarkkailu

Työtehtävien budjetissa ja aikataulussa pysymistä valvotaan tuotannonarvolaskelmalla. Hankintojen budjettitarkkailussa valvotaan toteutuneita hankintakauppoja jatkuvasti sitä mukaa, kun kauppoja tehdään. Käyttö- ja yhteiskustannusten budjetit jaetaan tehtävittäin aikataulun mukaisiin kuukausieriin. Tarkkailu perustuu tehtävien ajalliseen valmiuteen aikatauluun nähden. (Kemppainen 2003, 44)

Suunnitelman ja toteutuneen tuotannon kustannuserot voidaan jakaa niiden aiheutumissyyn perusteella määrä- ja taloudellisuuseroihin. Määräerolla tarkoitetaan kustannuseroa, joka syntyy, kun toteutuneet määrät eroavat tavoitteesta. Taloudellisuusero syntyy, kun yksikköhinnat eroavat tavoitteesta. Eroja laskiessa tulee ottaa huomioon myös aikataulu. Aikataulun jäädessä jälkeen kasvaa toteutumattomien töiden määrä heti, kun taas kustannusero kasvaa vasta myöhemmin sakkojen ja nousseiden työmaakustannuksien muodossa. (Kemppainen 2003, 44)

Kun suunnitelmiin tehdään muutoksia ja/tai lisäyksiä, perustetaan uusi muutos- tai lisätyö. Myös näiden kustannusvalvonta tulee hoitaa. Suurin ongelma on varsinaisen työn hinnan ja aikatauluvaikutusten sopiminen rakennuttajan kanssa. Tämä tulisi tehdä ennen työn aloittamista, mutta näin tapahtuu harvoin. Näin ollen ei ole tiedossa, minkä kustannuksen toteutumista valvotaan. Kustannukset onkin aina laskettava työhön käytettyjen panosten mukaan(kuvio 7). (Kemppainen 2003, 44)

4.4.4 Jälkilaskenta

Jälkilaskenta tehdään yksittäisten tehtävien tai koko hankkeen valmistuttua. Jälkilaskentaa ei useasti kannata tehdä ollenkaan. Pienissä rakennuskohteissa ei tehdä yleensä jälkilaskentaa, työvaiheiden vähäisen määrän ja pienen koon takia. Pienissä rakennuskohteissa kannattaa harkita jälkilaskennan käyttöä, jos tehtävä työ on ns. yritykselle tai työntekijöille uusi, jolloin tehtävästä työstä ei ole aiempaa kokemusta. Suurissa työkohteissa jälkilaskentaa varten kannattaa usein valita sellainen työvaihe missä on suuri todennäköisyys kustannusten ylittymiseen.

Jälkilaskenta kannattaa suorittaa ainakin:

- Kustannuksiltaan suurissa työvaiheissa.
- Yritykselle ja työntekijöille uusissa työvaiheissa, mitä ei ole ennen tehty eikä ole kokemusta työvaiheesta.
- Erityisen tärkeissä ja vaativissa työvaiheissa, jossa on useasti vaarana kustannusten ylittyminen.

Jälkilaskennan tavoitteena on:

- tehtävien tai hankkeen lopputulosten selvittäminen
- aineistojen taltiointi yrityksen tiedostoihin
- kustannuslaskentamenettelyn luotettavuuden eli oikean kustannustason ja kustannusrakenteen testaus.

Tehtävien ja koko hankkeen lopputulosten selvittäminen on tarkkailutietojen kokoamista eli työtehtävien ja hankintakauppojen toteutuneiden määrien, käytettyjen panosten sekä panoshintojen kokoamista. Lopputuloksen selvittämisessä on perusteltua arvioida myös tavoitteiden ja toteutuneiden tuloksien välistä eroa, tosin luotettavimmin poikkeamat voidaan arvioida silloin, kun ne syntyvät. (Kemppainen 2003, 45)

Jälkilaskennan avulla voidaan projekti dokumentoida

- hankkeen analysointia varten
 - viitetiedoksi tulevia tarpeita varten
 - tiedostojen sisällön tarkistamista varten
- (Kemppainen 2003, 45)

Parhaiten jälkilaskennasta voidaan hyötyä silloin, kun se tehdään tehtävittäin heti niiden valmistuttua. Silloin palautustiedot ovat heti käytössä eikä niitä tarvitse odottaa koko kohteen valmistumista. (Kemppainen 2003, 45)

Jälkilaskennan tiedot tilastoidaan, jolloin on mahdollista kerätä viitekohdetta laajempi aineisto tiedostojen päivitystä varten. Jälkilaskentatiedot eivät kuitenkaan sellaisenaan

aina riittä, jos olosuhde- ja menetelmätiedot eivät tavallisessa panoslaskentajärjestelmässä kuvaudu riittävän selkeästi. (Kempainen 2003, 45)

Suurissa yrityksissä jälkilaskenta usein jää kokonaan pois, vaikkakin se olisi hyvä suorittaa. Tämä johtuu yleensä siitä, että tiedon kulussa on ongelmia. Ongelmat pystytään välttämään monella tapaa. Yksi hyvä keino on, että kaikki yhden työmaan kustannukset laskee aina sama henkilö. Tämä aiheuttaa isoissa yrityksissä sen, että täytyy olla ainakin kaksi tai enemmän kustannusten laskijaa.

4.5 Miten kustannuksiin voidaan vaikuttaa

Kustannuksiin voidaan vaikuttaa monella eri tapaa. Kustannuksia on aina helppo lisätä, tekee vain huonoa työtä ja ottaa liikaa resursseja työmaalle, mutta kustannuksissa säästäminen onkin sitten monimutkaisempaa ja siihen löytyy monenlaisia tapoja. Kannattaa vain tarkoin harkita milloin ja miten aikoo kustannuksiin vaikuttaa. joitakin kustannusten säästö menetelmiä on mm:

- Resurssien vähentäminen. Tällöin on erityisen tärkeää huomioida, ettei ylitetä ajallisia tavoitteita ja otetaan selvää salliiko aikataulu resurssien vähentämisen.
- Rakennusmateriaalien vaihtaminen halvempaan, mutta kestävyydeltään ja laadultaan vastaavaan kuin alkuperäinen.
- Kilpailuttamalla aliurakat mahdollisimman monella, jotta löydettäisiin se halvin.
- Materiaalien hankinta saattaa tulla halvemmaksi, kun tilataan isompi määrä. Tällöin kannattaa harkita esim. useamman työmaan salaojitus tarvikkeiden (putket, kaivot) tilaamista.
- Lasketaan tarkalleen tarvittavien materiaalien määrät, ettei tilata ylimääräistä materiaali mille ei ole käyttöä ja mitä ei pystytä varastoimaan.
- Tarkkailemalla kustannuksia jotta tiedetään missä mennään.

Kun yritetään säästetään kustannuksissa, saattaa se usein epäonnistua jos ei oteta kaikkia asioita huomioon. Jos vähennetään resursseja, saatetaan venyä aikataulun kanssa tai jos vaihdetaan rakennusmateriaalia. Saatetaan huomata liian myöhään, ettei

korvaava materiaali olekaan vaatimuksia täyttävä ja joudutaan vaihtamaan takaisin alkuperäiseen.

On siis erityisen tärkeää miettiä milloin kannattaa säästää, koska säästettäessä myös laatu usein kärsii. Jos ei päästä laadullisiin vaatimuksiin saatetaan joutua tekemään kalliita korjauksia jotta saadaan korjattua laadulliset virheet. Kannattaa myös ottaa huomioon, että vaikka säästettävä raha summa tuntuisi pieneltä, on se isommalla ajalla suuri summa. Ei siis kannata yrittää tehdä liian suurta voittoa, ettei jouduttaisi kalliisiin korjauskustannuksiin tai saataisi aikataulu sakkoja.

5. Riskien hallinta

5.1 Riskin määritelmä

Rakentaminen on erityisen riskialtista liiketoimintaa. Rakentamisen toimintamuotojen kehittyessä, säännösten ja normien kiristyessä sekä riskien muuttuessa on riskienhallinnasta tullut entistä vaativampaa ja tärkeämpää rakennushankkeen toteuttamisessa eri osapuolille. Rakentamisen riskienhallinnan osaamisen ja tärkeyden tarve on kasvanut kaikilla organisaation tasoilla.

Riski-käsitettä on määritelty epävarmuus-käsitteen suhteen ja on todettu, että riski on laskettavissa ja vakuutettavissa oleva (uhan toteutumisen todennäköisyys kerrottuna sen vaikutuksella), kun taas epävarmuutta ei voida tarkasti arvioida. Riski on siis jollakin tavalla mitattavissa oleva todennäköisyys. Riski voi usein myös olla positiivinen mahdollisuus, mutta yleiskielessä riski koetaan aina kuitenkin tappion mahdollisuudeksi.

Riskienhallinta on työtä itse aiheutettujen tai ulkopuolisen tekijän aiheuttamien vahinkojen ja virheiden välttämiseksi. Riskienhallinta on tietoista, suunnitelmallista ja jatkuvaa tekemistä yritystoimintaa uhkaavien riskien poistamiseksi. Näin saadaan yrityksen voimavarat tehokkaaseen käyttöön. (Nippala & Sauni, 2004, 3)

Projektin epävarmuustekijät voidaan liittää kuuteen peruskysymykseen:

- Ketkä ovat viime kädessä osapuolia? (osapuolet)
- Mitkä ovat osapuolien tavoitteet? (motiivit)
- Mistä osapuolet ovat kiinnostuneita? (suunnittelu)
- Kuinka tämä saavutetaan? (toiminnot)
- Mitä resursseja tarvitaan? (resurssit)
- Milloin projekti toteutetaan? (aikataulu)

(Kemppainen 2003, 61)

Projektin epävarmuustekijöihin liittyvät kuusi peruskysymystä kiteyttävät ne olennaisimmat haasteet, joihin projektinohjauksen on yleisesti vastattava. Lähtötilanne eli osapuolien ja niiden vastuiden sekä tavoitteiden tunnistus on projektinohjaukselle ensiarvoisen tärkeää, koska kustannusriskien määräytyminen painottuu suurimmaksi osaksi rakentamisvaiheen alkuun. Suunnitteluun, toimintoihin, resursseihin ja aikatauluun liittyvät kysymykset ovat siis hyvin sidoksissa projektin lähtötilanteeseen, eli erityisesti lähtötilanteen epävarmuus kertoo projektinaikaisia epävarmuuksia. Kaikki osa-alueet vaikuttavat kuitenkin toisiinsa, joten minkä tahansa osa-alueen huomiotta jättäminen kumuloi epävarmuutta toisiin. (Kempainen 2003, 61)

5.2 Riskien tunnistaminen ja arviointi

Projektin riskien hallinnassa on tarkoitus tunnistaa ja minimoida riskien negatiiviset vaikutukset ja käyttää kaikki ilmenneet kehittymismahdollisuudet hyväksi. Riskien hallinnan tehtävät ovat riskien tunnistaminen, riskien hallinnan suunnittelu, riskien laatu- ja määrääarviointi, riskien torjunta ja riskien valvonta. Kaikki nämä muodostavat kokonaisuuden, jota noudattamalla voidaan suorittaa työmaa hyvin loppuun asti. (Kempainen 2003, 18)

Riskien tunnistamisessa määritetään, mitä todennäköisiä riskejä projektin suorittamiseen liittyy ja mitkä ovat niiden tunnusomaiset piirteet. Riskien tunnistaminen on prosessi, joka jatkuu koko projektin ajan ja kaikissa sen vaiheissa. Projektin riskit voivat koskea projektin lopputuotteita, projektin taloudellista tai muuta lopputulosta, projektihenkilöstön kykyä suoriutua tehtävistään tai muita organisaatioon tai ympäristöön liittyviä vaatimuksia. (Kempainen 2003, 18)

Riskien arvioinnissa eli riskianalyysivaiheessa tehdään riskeille laatuarviointi ja tärkeimmille riskeille määrääarviointi. Laatuarvioinnissa pyritään käymään kaikkien riskien todennäköisyys ja vaikutus projektiin sanallisesti ja valitsemaan, mitä riskejä otetaan tarkempaan analyysiin. Määrääarvioinnissa pyritään numeerisesti analysoimaan riskien toteutumismahdollisuuksia ja vaikutuksia projektille. Analysoinnin jälkeen päätetään, mitä riskejä torjutaan, mitä siirretään ja mitkä riskit jätetään huomiotta. Myös hankkeesta luopuminen voi tulla kysymykseen. Suurimmat taloudelliset päätökset

tehdään projektin alkuvaiheissa, jolloin epävarmuus on suurimmillaan. Riskien arvioinnin on keskityttävä tähän vaiheeseen, jotta siitä olisi mahdollisimman suuri hyöty. (Kemppainen 2003, 18)

Riskien torjunta voidaan jakaa yleisesti kolmeen eri osaan, jotka ovat:

- Riskien välttäminen, jossa eliminoidaan riskin syntyminen tai siirretään riski muulle osapuolelle.
- Riskien lievennys, jossa riskin rahallista vaikutusta tai tapahtumis todennäköisyyttä tai molempia vähennetään
- Riskien hyväksyminen, jossa hyväksytään riskin seuraukset. Riskien hallintaan kuuluu myös riskien torjunnan valvonta, jossa ohjataan riskeihin varautumista projektin aikana.

(Kemppainen 2003, 18)

Niiden työn riskien osalta, joita ei ole onnistuttu poistamaan, tehdään riskin arviointi. Siinä arvioidaan riskien merkitys urakan onnistumiselle. Riskienhallinta on prosessi, jossa on kolme peräkkäistä vaihetta:

- vaarojen ja haittojen tunnistaminen,
- riskin suuruuden arviointi sekä
- riskien torjunta ja pienentäminen.

Riskin suuruus määräytyy haitallisen tapahtuman todennäköisyyden ja seurausten mukaan. Riski on sitä tärkeämpi välttää, mitä todennäköisemmin jokin haitta voisi toteutua ja mitä suuremmat vahingot ja vakavammat seuraukset se toteutuessaan aiheuttaisi. Seuraavassa taulukossa on käytettä näitä ulottuvuuksia kuvattaessa riskin suuruuksia.

Taulukko 6. Kuvaus riskin suuruudesta. (<http://www.tyoturva.fi/index.phtml?s=130>)

Todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Riskien torjunta liittyy tässä ohjeessa pitkälti projektin aika- ja kustannushallintaan, jotka korostuvat erityisesti hankintoja suunniteltaessa ja rakennusvaiheessa.

Aikatauluihin jätettävät pelivarat ja kustannuksiin liitettävät varaukset ovat oleellinen osa riskien hallintaa. Tyypillinen aikatauluriski on projektin prosessien etenemiseen liittyvien päätösten viivästyminen.

5.3 Riskien torjuntamenetelmiä

Jokaisella työmaalla tavataan aina jonkinlainen riski, se voi olla itse aiheutettu (kaivinkone hajoaa yms.) tai sitten ulkopuolisen aiheuttama (toisen urakoitsijan hidastelu yms.). Riski voi ilmetä tietyissä tilanteissa voittona, mutta yleensä aina se ilmenee tappiona. Koskaan riskejä ei voi välttää, mutta niitä voidaan vähentää ja poistaa hyvällä ennakkoinnilla.

Riskien tunnistamisen keinoja on monenlaisia ja jokaisella yrityksellä ja henkilöllä on oma tunnistuskeino käytössä. Riskien tunnistamiseen on käytettävissä mm. seuraavia keinoja:

- tarkastuslistat
- analyysit
- asiantuntija-arviot
- prosessikaaviot

Riskit on erityisen tärkeä tunnistaa ajoissa, jotta saadaan rajattua se ja sitä kautta estettyä mahdolliset lisä vahingot. Jotta voidaan tunnistaa riskit tarpeeksi ajoissa, on riskien tunnistamista tehtävä koko projektin ajan kaikkia asiakokonaisuuksia koskien. Kun olosuhteet muuttuvat tai tiedot tarkentuvat, olisi hyvä tehdä riskianalyysi

uudestaan, vaikka se olisikin juuri tehty. On hyvä muistaa, että ponnistelut riskin aiheuttajaa kohtaan on yleensä tehokkaampaa kuin seurausta kohtaa. Seuraus voidaan korjata aina myöhemmin, mutta jos aiheuttajaa ei korjata niin se aiheuttaa jatkuvasti lisää vahinkoa.

Seuraavassa on taulukoitu joitakin riski tyyppejä ja kuvitteellisesti arvioitu todennäköisyyksiä, seurauksia ja suuruuksia.

Taulukko 7: Kustannusriskejä ja niiden kuvitteelliset suuruudet.

KUSTANNUSRISKI				
Riski	Todennäköisyys	Suuruus	Seuraus	Esimerkki torjuntamenetelmästä
Suhdanteet	Mahdollinen	2	vähäinen	Suhdanteiden seuranta
Kallis suunnitelma	Mahdollinen	3	kohtalainen	Suunnitelman muuttaminen
Suunnitelmavirheet ja -puutteet	Todennäköinen	4	Suuri	Suunnitelmien tarkastaminen
Määrälaskentavirheet	Epätodennäköinen	3	Suuri	Määrälaskennan tarkistaminen
Urakkamuodon virheellinen valinta	Epätodennäköinen	2	Kohtalainen	Urakkamuodon tarkistaminen
Vahingot	Mahdollinen	3	kohtalainen	Vakuuttaminen
Tilaajan tai alihankkijan konkurssi	Mahdollinen	3	Suuri	Tilaajan tai alihankkija tietojen tarkistaminen

Taulukko 8: Aikariskejä ja niiden kuvitteelliset suuruudet.

AIKARISKI				
Riski	Todennäköisyys	Suuruus	Seuraus	Esimerkki torjuntamenetelmästä
Tarvittavien lupien saanti tai käsittely	Mahdollinen	2	Vähäinen	Lupien ajoissa tekeminen
Päätösten hitaus tilaajalta	Todennäköinen	2	Kohtalainen	Tilaaajan ``hoputtaminen``
Suunnittelijan tai muiden urakoitsijoiden myöhästely	Mahdollinen	3	Suuri	suunnitelma-aikataulu, välitavoitteet muille urakoitsijoille
Lisä- ja muutostyöt	Todennäköinen	3	Suuri	Katselmukset asioiden toteamiseksi. Huolelliset kirjaukset työmaapäiväkirjaan.
Ristiriitatilanteet	Todennäköinen	4	Suuri	Asioiden huolellinen kirjaaminen
Vahingot rakennusaikana	Todennäköinen	4	Suuri	Vakuutus
Työvoimapula	Todennäköinen	4	Suuri	Vuokrafirmojen palvelut

Taulukko 9: Laaturiskejä ja niiden kuvitteelliset suuruudet.

LAATURISKI				
Riski	Todennäköisyys	Suuruus	Seuraus	Esimerkki torjuntamenetelmästä
Virheelliset suunnitelmat	Mahdollinen	3	kohtalainen	Suunnitelmien huolellinen tarkastaminen
Puutteelliset suunnitelmat	Mahdollinen	3	kohtalainen	Suunnitelmien tarkastaminen
Työnjohdon ammattitaito	Mahdollinen	4	kohtalainen	Kouluttaminen
Työtekijöiden ammattitaito	Mahdollinen	3	vähäinen	Opastaminen
Tavaratoimitusten laatu	Epätodennäköinen	1	kohtalainen	Tavaratoimitusten seuranta
Laadunvalvontamenetelmät	Mahdollinen	2	Vähäinen	

Seuraukset on selitetty taulukko 6:ssa.

Kokonaisvaltaisesti projektitoiminnan riskit eivät rajoitu itse projektin epävarmuuksista syntyviin toteutusriskeihin. Epävarmuutena eli riskien aiheuttajana voi myös olla projektin kohdemaan toteutusympäristö, joka aiheuttaa maakohtaisia riskejä ja mahdolliset sopimukset operoinnista projektin päätyttyä aiheuttavat operoinnin riskejä. Lisäksi on vielä olemassa ns ylivoimaisia esteitä (luonnonmullistukset, sodat). (Kemppainen 2003, 62)

Yksinkertaisia riskienhallintakeinoja:

- Älä sisäistä ajatusta, ettei mitään voi sattua
- Tutki ensimmäisenä, onko riskin välttäminen mahdollista
- Varmista etukäteen, mihin aiottu ratkaisu saattaa johtaa
- Laadi avaintoimintoja (sopimusten teko, taloushallinto, tuotanto, korjaukset) koskevat varajärjestelmät
- Arvioi sopimukseen liittyvät riskit vähintään kerran vuodessa
- Hinnoittele riskit
- Älä rakenna osaamista yhden henkilön varaan
- Ole valpas havaitaksesi vaaran merkit ajoissa
- Pidä vakuutusturva ajan tasalla/ selvitä työnjohtajana vakuutusturvan tiedot.
- Tee laskelma taloudellisesta riskinkantokyvystä eli millaisesta ylimääräisestä kulusta selviät. Tee ratkaisuja vain riskinkantokyvyn sallimissa rajoissa
- Älä tee ratkaisuja lyhyellä aikajänteellä pelkästään kustannuksia säästäen
- Ota opiksesi toimialalla ja ympäristössä sattuneista tapahtumista.
- Tee itsellesi tarkastuslista kaikista mahdollisista riskeistä ja tarkasta listan kohdat kerran päivässä. kerta päivässä vähentää jo huomattavasti syntyviä riskejä.

(Kankainen, Riskien ennakointi ja hallinta, pp esitys)

6. Esimerkkilaskelmat

Esimerkki laskelmissa on salaojituksen, massan vaihdon kaivun ja täytön kustannukset ja aikataulutukset laskettu. Esimerkki laskelmissa on ensimmäiseksi kustannukset laskettu panoksiin.

6.1 Käytetyt kaavat ja käsitteet

Aikataulun laadintaa varten tulee tietää, miten kauan kukin tehtävä kestää. Tämä on tärkeää erityisesti yleis- ja rakentamisvaihetasolla, kun todelliset töiden toteuttajat eivät vielä ole tiedossa. Mitä lähemmäs varsinaista työn tekemistä mennään, sen enemmän ajallinen suunnittelu muuttuu edellytysten luomiseksi, eli työnsuunnitteluksi ja -valmisteluksi sekä tekemisestä annettujen lupausien pitämiseksi. Aikataulun laadinta alkaa tehtäväluettelon laadinnalla sekä laskemalla tehtävien kestot ja määrittämällä aloitus- ja lopetusajankohdat. Tehtävien kestot saa mm. RATUn aikataulukirjasta, mutta yleensä joka yrittäjällä on omat tiedot tehtävien kestoista.

Työmenekkilaskenta.

Työsaavutus on tietyn työryhmän aikaansaannos aikayksikössä. Yhden henkilön työsaavutus on työmenekin käänteisluku. Useamman henkilön työsaavutus on puolestaan sen työryhmäkoon mukainen kerrannainen.

Työajan käytön käsitteistö.

Perusaika, T1 on työvaiheen tuotannollinen aika, jossa määräyksiköitä tuotetaan jatkuvasti. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Menetelmän lisäaika, TL1 aiheutuu käytettävistä menetelmistä, eikä sitä voida poistaa työnsuunnittelulla. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Menetelmäaika, T2 on tietyllä työmenetelmällä työhön kuluva aika. Menetelmäaika on perusajan ja menetelmän lisäajan summa. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Työvuoron lisäajat, TL2 ovat työssä tapahtuvia alle tunnin pituisia keskeytyksiä. Ne sisältävät työehtosopimusten mukaiset tauot sekä häiriöiden aiheuttamat tuotantokatkokset. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Työvuoroaika, T3-aika eli tehollinen aika, tarkoittaa tavoitteellista työmenekkiä, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. T3-aikaa käytetään rakentamisvaiheikataulujen laadinnassa sekä viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien tehtävien/töiden kestoja laskettaessa. Työvaiheen lisäaika, TL3 tarkoittaa yli tunnin mittaisia työn keskeytyksiä, pieniä erillisiä työvaiheita tai koneiden ja laitteiden rikkoutumista tai huoltoja, odotusaikoja, säähaittoja, tapaturmia tms. Työvaiheen lisäaikakertoimella eli TL3-kertoimella muunnetaan työvuoroaika työvaiheajaksi. TL3-kertoimet vaihtelevat 1,0...1,30 työlajista riippuen. Kertoimet on esitetty Ratu kortissa työmenekkien yhteydessä. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Työvaihe aika, T4-aika eli kokonaisu aika, tarkoittaa kaikkia työhön käytettyjä tunteja. Työvaihe aika sisältää myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Tätä kokonaisu aikaa käytetään alustavien yleisaikataulujen laadinnassa sekä kustannusarvioinnissa. Kokonaisu aika saadaan Ratu-työmenekkeistä kertomalla työvuoroajat työvaiheen TL3-lisäaikakertoimella. (Koskenvesa & Toikka, 2006, 5)

Työmenekkilaskennan peruseriaatteet.

$$\text{Työsaavutus}[\text{yks} / \text{h}] = \frac{1}{\text{työmenekki}[\text{tth} / \text{yks}]} \quad \text{Kaava 1}$$

$$\text{Työsaavutus}[\text{yks} / \text{tv}] = \frac{\text{Työryhmä}[\text{tt}] \cdot 8\text{tth} / \text{tv}}{\text{Työmenekki}[\text{tth} / \text{yks}]} \quad \text{Kaava 2}$$

$$\text{kokonaistyömenekki}[\text{tth}] = \text{määrä}[\text{yks}] \cdot \text{työmenekki}[\text{tth} / \text{yks}] \quad \text{Kaava 3}$$

$$Työnkesto[h] = \frac{Kokonaistyömenekki[tth]}{Työryhmä[tt]} \quad \text{Kaava 4}$$

$$Työnkesto[tv] = \frac{Kokonaistyömenekki[tth]}{Työryhmä[tt] \cdot 8[h / tv]} \quad \text{Kaava 5}$$

(Koskenvesa & Toikka, 2006, 10)

Laskelmissa käytetyt lyhenteet

tv	Työvuoro
h	Tunti
m ³ itd	kuutio, irtotodellinen
m ³ ktr	kuutio, kiintoteoreettinen
PT	Puskutraktori
KA	Kuorma-auto
KKH	Kaivinkone, hydraulinen
JT	Täryjyrä
RM	Rakennusmies
tn	Tonni
m/h	metriä/tunti
m/tv	metriä/työvuoro
tth	Työntekijätunti

6.2 Salaojitus



kuvio 7: Salaojitus tekeillä.

TYÖKOKONAISUUS.

Alkutila.

Putket, kaivot ja yms. tarvikkeet on saatu työmaalle ja varastoitu välivarastoon. korko mitattuna mittakeppiin. kaivinkone on työmaalla työn aloittamista varten.

Lopputila.

Putket ja kaivot kansineen on asennettu ja täyttö on tehty.

Työsisältö.

Salaoja kaivannon kaivun ja täytön, salaojaputkien ja kaivojen asennus, salaojaa 563 m ja kaivoja 20 kpl.

Työryhmä.

RM ja KKH16 kuskin kanssa.

TYÖVAIHEET JA KARKEUTETUT TYÖMENEKIT

Aloittavat työt

- Aloituspalaveri
- suunnitelmien tarkistukset
- koneiden siirrot ja käyttöön otto tarkastukset
- työnaikaiset suojaukset.

Ylläpitävät työt.

- Välineiden huolto
- suunnitelmatarkastukset
- suojaukset
- työnaikainen siivous
- työturvallisuus toimet.

Lopettavat työt.

- Tarkemittaukset
- työvälineiden huolto
- kaluston siirrot ja varastointi
- siivous
- (työkohteen luovutus.)

6.2.1 Kustannus

Putket.

KKH 16 40 €/h

RM 20 €/h

YHT. 60 €/h → n. 8,3 m/h → 60 €/h: 8.3m/h = 7,2 €/m

Putki 2,5 €/m

Sepeli #6-12mm n.0,3m³/m

sepelin hinta. 8€/tn

Sepelin paino n → 1.3 tn/m³

0,3 m³/m*1,3 tn/m³*8€/tn=3,12 €/m

Yhteensä: 7,2 €/m+2,5 €/m+3,12 €/m=12,82 €/m → 13 €/m

kaivot.

kaivo: 200 €

työ: 0,5 h*60 € = 30€

sepeli #8-16mm n. 1.5m³

sepelin hinta on 8,5 €/tn

sepelin paino n. → 1.35 tn/ m³

1,5 m³*1,35 tn/ m³*8,5 €/tn=17,2 €/m

Yhteensä: 200 €/kpl+30 €/kpl+17,2 €/m =247,2 €/kpl → 250 €/kpl

Putkien ja kaivojen sepelin paino ero johtuu, että on käytetty kaivoissa karkeampaa sepeliä.

6.2.2 Tehtävän kesto

Salaojat.

$$\text{Työsaavutus}[m/h] = \frac{1}{0,12tth/m} = 8,3m/h$$

$$\text{Työsaavutus}[m/tv] = \frac{10tth/tv}{0,12tth/m} = 83,3m/tv$$

$$\text{kokonaistyömenekki}[tth] = 563m \cdot 0,12tth/m = 67,5tth$$

$$\text{Työnkesto}[h] = \frac{67,56tth}{1tt} = 67,5h$$

$$\text{Työnkesto}[tv] = \frac{67,56tth}{10h/tv} = 6,7tv$$

Kaivot.

$$\text{Työsaavutus}[kpl/h] = \frac{1}{1,2tth/kpl} = 0,8kpl/h$$

$$\text{Työsaavutus}[kpl/tv] = \frac{10tth/tv}{1,2tth/kpl} = 8,3kpl/tv$$

$$\text{kokonaistyömenekki}[tth] = 20kpl \cdot 1,2tth/kpl = 24tth$$

$$\text{Työnkesto}[h] = \frac{24tth}{1tt} = 24h$$

$$\text{Työnkesto}[tv] = \frac{24tth}{10h/tv} = 2,4tv$$

$$6,756tv + 2,4tv = 9,2tv$$

Esimerkki työmaan salaojitus kestää hieman yli 9 päivää, jos tehdään 10 h työpäiviä



Kuvio 8: Salaojitusta.



Kuvio 9: Salaojitus yhdeltä sivulta valmiina.

6.3 Massanvaihdon kaivu ja täyttö.



kuvio 10: massan vaihdon täyttö käynnissä

TYÖKOKONAISUUS.

Alkutila.

Raivuu työt tehty, massan vaihdon alue ja massan vaihdon kaivu syvyys tiedossa, koneet ja laitteet ovat työmaalla, täyttö materiaalit on työmaalla tai kuljetetaan työmaalle työn ohessa.

Lopputila.

Kaivu, täyttö ja tiivistys tehty. kaivua 10235,00m³, täyttö 14520,00m³

Työsisältö.

Massan vaihdon kaivu ja täyttö, Kaivu maan kuljetus pois ja uuden maan tilalle tuonti, täyttömateriaalin levitys, Pinnan muotoilu, Tiivistys, Työkohteen siivous

Työryhmä.

KKH 30, 5 KA, PT, JT

TYÖVAIHEET JA KARKEUTETUT TYÖMENEKIT

Aloittavat työt

- Aloituspalaveri
- suunnitelmien tarkistukset
- koneiden siirrot ja käyttöön otto tarkastukset
- työnaikaiset suojaukset.

Ylläpitävät työt.

- Välineiden huolto
- suunnitelmatarkastukset
- suojaukset
- työnaikainen siivous
- työturvallisuus toimet.

Lopettavat työt.

- Työvälineiden huolto
- kaluston siirrot ja varastointi
- siivous
- (työkohteen luovutus.)

6.3.1 Kustannus

Kaivu.

KKH 30	1*65 €/h =	65 €/h
5*KA	5*55 €/h =	275 €/h
1*PT	1*55 €/h =	55 €/h
		395 €/h

ajomatka 10-11km → Yksi auto ajaa noin 1,5 kuormaa tunnissa
auton lavalle mahtuu 15m³itd

$$15 \text{ m}^3\text{itd} * 5 \text{ ka} * 1,5 \text{ krm/h} = 112,5 \text{ m}^3\text{itd/h}$$

$$\rightarrow 112,5 \text{ m}^3\text{itd/h} / 1,4 = 80,36 \text{ m}^3\text{ktr/h}$$

$$395 \text{ €/h} : 80,36 \text{ m}^3\text{ktr/h} = 4,95 \text{ €/m}^3\text{ktr}$$

Kaatopaikka maksu ~1 €/m³ktr

$$\underline{\text{yhteensä: } 4,95\text{€/m}^3\text{ktr} + 1\text{€/m}^3\text{ktr} = 5,95 \text{ €} \sim 6\text{€/m}^3}$$

Täyttö.

KKH 30	1*65€/h
5*KA	5*55€/h
1*PT	1*55€/h
¼*JT	¼*60€/h
	410€/h

ajomatka 10-11km → Yksi auto ajaa noin 1,5 kuormaa tunnissa
auton lavalle mahtuu 15m³itd

$$15 \text{ m}^3\text{itd} * 5 \text{ ka} * 1,5 \text{ krm/h} = 112,5 \text{ m}^3\text{itd/h}$$

$$\rightarrow 112,5 \text{ m}^3\text{itd/h} / 1,5 = 75 \text{ m}^3\text{ktr/h}$$

$$410\text{€/h} : 75 \text{ m}^3\text{ktr/h} = 5,46\text{€/m}^3\text{ktr}$$

Kuljetus = 0,5€/ m³ktr

Louhinta = 2,5 €/ m³ktr

yhteensä: 5,46€/ m³ktr+ 0,5€/ m³ktr +2,5 €/ m³ktr =8,46 € ~8,5€/m³

6.3.2 Tehtävän kesto.

Kaivu.

$$\frac{10235,00m^3}{112,5m^3itd / h} = 90.98h$$

$$\frac{90.98h}{10h} = 9.09 \approx 9.1tv$$

Massan vaihdon kaivu kestää hieman yli 9 päivää kun tehdään 10 tunnin työpäiviä.

Täyttö.

$$\frac{14520,00m^3}{112,5m^3itd / h} = 129h$$

$$\frac{129,06h}{10h} = 12,9 \approx 13tv$$

Massan vaihdon täyttö kestää 13 päivää kun tehdään 10 tunnin työpäiviä.

Esimerkki kohteessa massanvaihdon kaivu ja täyttö olivat käynnissä yhtä aikaa. Aina kun auto oli vienyt kaivumaita pois, toi se takaisin kuorman täyttö maata. Yksinään kaivu olisi kestänyt 9 työpäivää ja täyttö 13 työpäivää, mutta kun ne yhdistetään saadaan kummatkin hoidettua 13 työpäivässä.



Kuvio 11: Massan vaihto meneillään.



Kuvio 12: Valmista massanvaihdon rajaa.

7. Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli tehdä Maanrakennus Sulin Oy:lle toimiva ohje, jota he voisivat käyttää yrityksen sisäisissä koulutuksissa ja antaa ohjeeksi uusille työnjohtajille, jotka eivät vielä täysin hallitse työmaan kokonaisohjausta. Ohjeen lukemalla uusien työnjohtajien olisi tarkoitus oppia seuraamaan ja vaikuttamaan työmaan kustannuksiin ja aikatauluun.

Moni kuvittelee usein aikataulun ja kustannusten seuraamisen ja näiden muuttamisen helpoksi, mutta sitä se ei useasti ole. Työmaan aikataulutus koostuu useasta asiasta ja vielä kun sekaan lisätään kustannuksissa pysyminen, on työmaan johtaminen näiltä osin vaikeaa. Lisää vaikeutta tuo aikataulutuksen ja kustannusten riskit. Suurin virhe tapahtuu siinä, että moni uusi työnjohtaja ei ymmärrä, että aikataulu ja kustannukset ovat yhteydessä toisiinsa ja niihin liittyy monia riskejä joita usein vähätellään.

Työtä tehdessä sain käsityksen, että parhaimpaan tulokseen taloudellisesti ja ajallisesti päästään, kun otetaan työmaan työnjohtaja mukaan jo urakkalaskentaan ja aikataulusuunnitteluun. Kun työnjohtaja on alusta asti mukana hän saa selville urakan suunnitellut kustannukset työkohteittain ja oppii tajuamaan aikataulun merkityksen kustannuksiin.

Niille jotka haluavat perehtyä aikatauluihin lisää suosittelen RATUn aikataulukirjaa ja rakennushankkeen ajallisen suunnittelun perusteet kirjaa.

Esimerkki laskuissa on otettava huomioon, että ne ovat suuntaa antavia. Eri Yrityksillä on eri hinnat ja usein yrityksillä on omat aikataulut kullekin työvaiheille. RATUn aikataulun ajat ovat vain suuntaa antavia.

Lähteet

Kirjat

- Kankainen Jouko. Riskien ennakointi hallinta, pp esitys, TKK rakentamistalous
- Kankainen J, Sandvik T. Rakennushankkeen ohjaus. Rakennustieto Oy. Tampere. 1999.
- Kempainen, Jani 2003. Infrahankkeiden tuotannon kokonaisohjaus, diplomityö, teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo.
- Koskenvesa A, Toikka R. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu, ajallisen suunnittelun perusteet. Rakennustieto Oy. Helsinki. 2006
- Koskenvesa A. Talvilisätyö ja – kustannukset. Rakennustieto Oy. Helsinki 1996.
- Mäki T, Koskenvesa A. Aikataulukirja 2008. Rakennustieto Oy. Jyväskylä. 2007.
- Nippala E. & Sauni S. Koneyrittäjien riskien hallinta. 2007.
- Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja rakennustietosäätiö.
- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998.

Internet

<http://www.tyoturva.fi/index.phtml?s=130>

Liitteet

- 1. Esimerkki työmaan riskien tarkastuslistasta.**
- 2. Laskenta lomakkeet**
- 3. kuvia esimerkkityömaasta**
- 4. Seuranta lomakkeet**
- 5. Viikkoaikataulu malli**